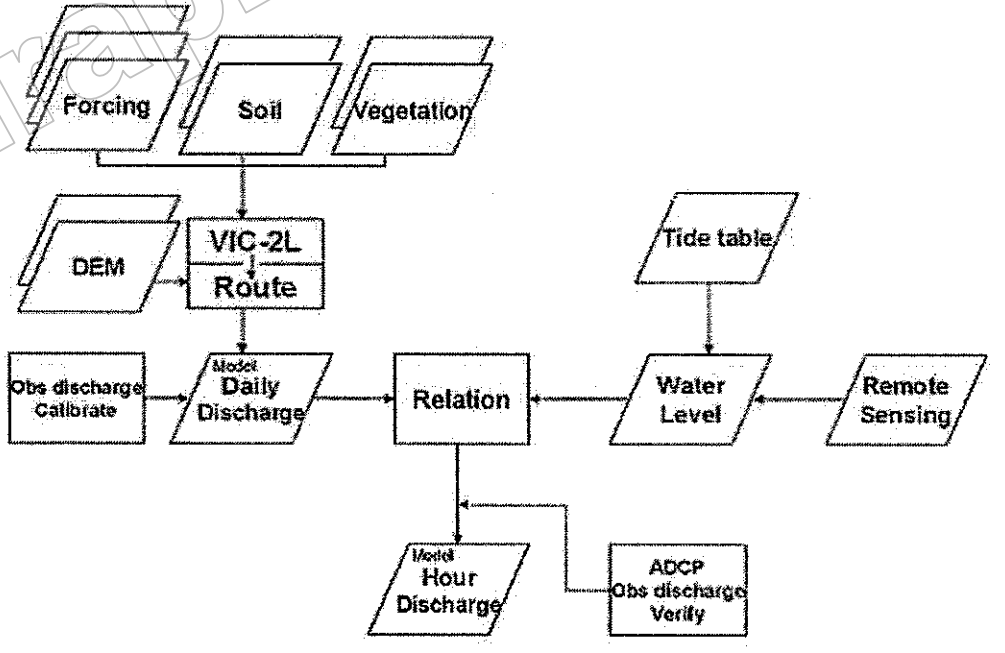
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยเพื่อการพัฒนาแบบจำลองน้ำหลากผิวดินเพื่อใช้คำนวณอัตราการไหลของน้ำบริเวณปากแม่น้ำ ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำขึ้น-น้ำลงของน้ำทะเลนี้ ผู้วิจัยใช้ แบบจำลอง VIC-2L และแบบจำลอง Routing เป็นฐานการพัฒนาแบบจำลองน้ำหลากผิวดิน บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งจัดหาข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา เช่นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายวัน ข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน ข้อมูลแรงลมเฉลี่ยรายวัน ข้อมูลด้านคุณสมบัติของชั้นดิน ข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน ข้อมูลชั้นความสูง ข้อมูลระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาแต่ละช่วงเวลา ตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำบริเวณปากแม่น้ำด้วยเครื่องมือ Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) และสืบค้นระดับน้ำซึ่งได้จากการตรวจวัดโดยดาวเทียม โดยใช้สถานีวัดน้ำค่ายจิระประวัตินครสวรรค์ เป็นสถานีปรับเทียบ แบบจำลอง Routing เนื่องจากมีข้อมูลอัตราน้ำไหลอย่างต่อเนื่อง และใช้สถานีศูนย์พัฒนาการประมงฯ ป้อมพระจุลจอมเกล้า สมุทรปราการ เป็นสถานีศึกษาอัตราการไหลของน้ำซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น-น้ำลง และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาจึงมีกรอบแนวคิดการศึกษาดังภาพที่ 3-1

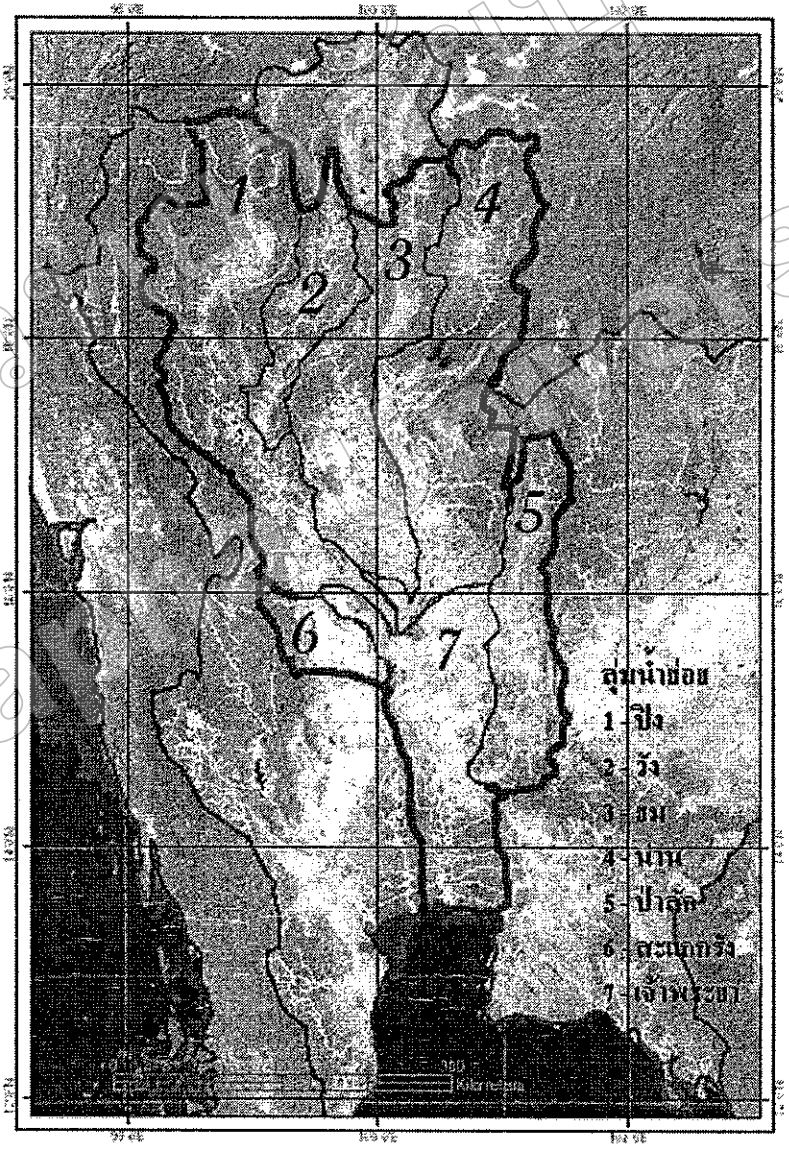


ภาพที่ 3-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

กำหนดขอบเขตของลุ่มน้ำเจ้าพระยาทั้งหมด ซึ่งรวมถึงลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน ในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน และลุ่มน้ำสะแกกรัง ป่าสัก เจ้าพระยาหลัก ซึ่งเป็นลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยงานวิจัยไม่รวมเอาลุ่มน้ำท่าจีน มาวิเคราะห์ เนื่องจาก แม่น้ำท่าจีน มีปากแม่น้ำไหลลงสู่อ่าวไทยแยกออกไปอีกทางหนึ่ง โดยกำหนดใช้แผนที่ขอบเขตลุ่มน้ำมาตราส่วน 1: 50,000 ดังแผนที่แสดงในภาพที่ 3-2 (กรมชลประทาน, 2547)



ภาพที่ 3-2 แผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำพื้นที่ศึกษา

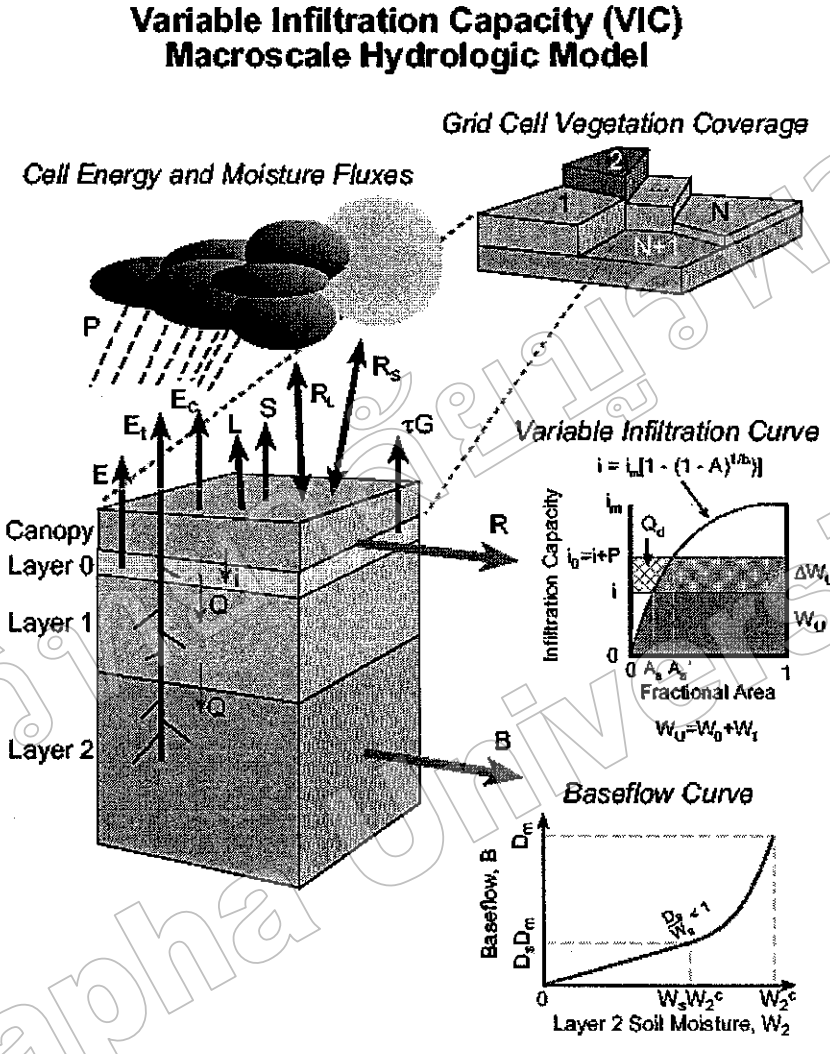
แบบจำลองอุทกวิทยา

แบบจำลองอุทกวิทยา ซึ่งใช้เป็นฐานการพัฒนาแบบจำลองน้ำหลากผิวดิน สำหรับบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น-น้ำลง นี้ ผู้วิจัยกำหนดใช้แบบจำลอง Variable Infiltration Capacity – 2 Layer (VIC-2L) ทำงานร่วมกับแบบจำลอง Routing ซึ่ง VIC-2L Model พัฒนาขึ้นโดยกลุ่มงานวิจัยทรัพยากรน้ำ (Land Surface Hydrology Research Group) Department of Civil and Environmental Engineering, University of Washington ซึ่งเป็นแบบจำลองสำหรับหาปริมาณน้ำหลากผิวดิน ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับลุ่มน้ำขนาดใหญ่โดยเฉพาะ และ Routing Model พัฒนาโดย Lohmann, Nolte-Holube, & Rascheke เพื่อคำนวณการไหล (Fluxes) ซึ่งต่อมา ศูนย์เครือข่ายวิเคราะห์ วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้นำแบบจำลอง VIC-2L และ แบบจำลอง Routing มาพัฒนาโปรแกรมระบบติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) และเครื่องมือ อำนวยความสะดวกในการเตรียมข้อมูล (ณัฐพล ศรีสุธาสินี, 2545)

1. หลักการทำงานของแบบจำลอง Variable Infiltration Capacity -2 Layer

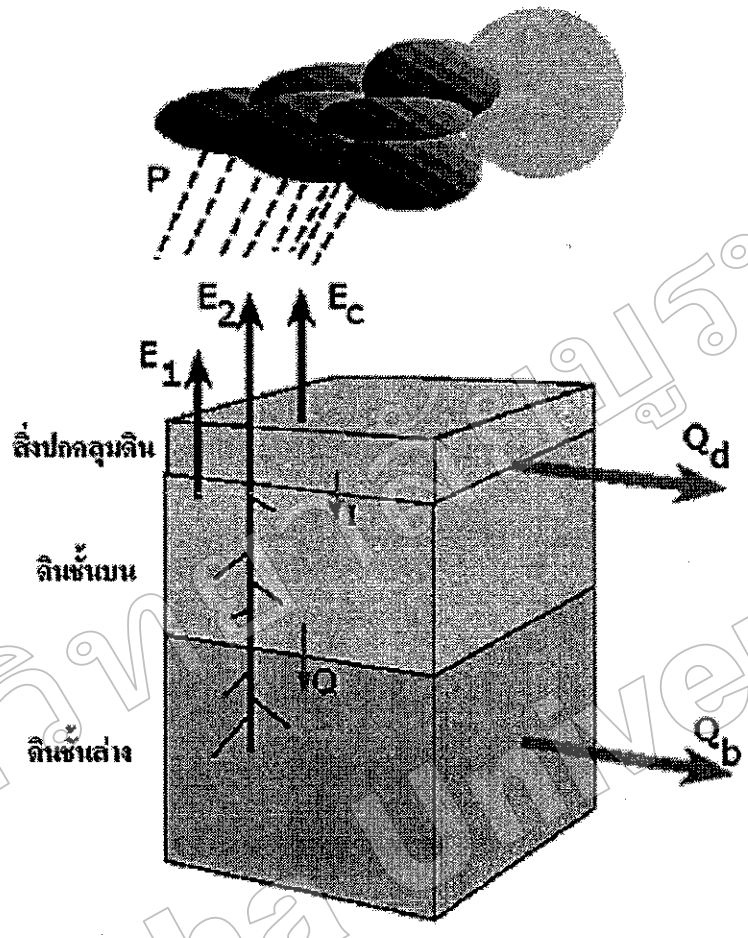
แบบจำลอง VIC-2L เป็นแบบจำลองที่ใช้ประสิทธิภาพการซึมลงดินของน้ำและการไหลของน้ำในดินชั้นล่าง (Base Flow) นำมาสร้างเป็นความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งพื้นที่เป็นหน่วยวิเคราะห์ เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส เรียกว่า Grid แต่ละหน่วยวิเคราะห์แบ่งความลึกชั้นดินออกเป็น 2 ชั้น (2 Layer) ดังแสดงในภาพที่ 3-3

ในงานวิจัยนี้กำหนดใช้หน่วยพื้นที่วิเคราะห์เท่ากับ 1 ตารางกิโลเมตร เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของลุ่มน้ำเจ้าพระยา และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ดำเนินการแบบจำลอง การแบ่งความลึกของชั้นดินเป็นสองชั้น เพื่อใช้จำลองปรากฏการณ์ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความชื้นที่ได้จากฝนและการซึมลงสู่ดินของน้ำ โดยดินชั้นบน ที่เรียกว่า Upper Layer ออกแบบให้มีปฏิสัมพันธ์กับปริมาณของน้ำฝนโดยตรง และดินชั้นล่าง ซึ่งเรียกว่า Lower Layer ออกแบบให้มีปฏิสัมพันธ์ต่อความชื้นในดิน โดยฝนจะมีผลต่อดินชั้นล่าง ก็ต่อเมื่อดินชั้นบนเปียกชุ่มแล้ว โดยกำหนดให้ดินชั้นบน มีความลึกตั้งแต่ 0 – 30 เซนติเมตร และดินชั้นล่างเริ่มตั้งแต่ 30 เซนติเมตร ถึง 100 เซนติเมตร ทั้งนี้หากต้องการแบ่งความลึกของชั้นดินออกมากกว่า 2 ชั้น ต้องมีการกำหนดให้แบบจำลอง VIC-2L ทราบ โดยกำหนดไว้ใน VIC Global Configuration File



ภาพที่ 3-3 แสดงหลักการทำงานของแบบจำลอง VIC-2L (UW Land Surface Hydrology Research Group, 2004)

ในส่วนของสิ่งปกคลุมดิน ได้จำแนกชนิดของสิ่งปกคลุมดินเป็นกลุ่มต่าง ๆ (Class) 13 กลุ่ม ตามหลักเกณฑ์ของ University of Maryland ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่ แบบจำลอง VIC-2L ใช้ความยาวหยั่งรากของพืช และค่าดัชนีใบพืช (Leaves Area Index: LAI) เป็นปัจจัยในการคำนวณการดึงความชื้นของพืชออกจากระบบ ดังแสดงในภาพที่ 3-4 โดยแบบจำลอง VIC-2L กำหนดความสัมพันธ์ในดินชั้นบน ให้ปริมาณน้ำหลากผิวดิน (Q_d) สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (P) ปริมาณน้ำในดิน (W) และประสิทธิภาพในการซึมน้ำของดิน (I) ดังสมการที่ 3-1 และ สมการที่ 3-2 ดังในภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-4 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรในแบบจำลอง VIC-2L (ณัฐพล ศรีสุธาสินี, 2545)

เมื่อ P = ปริมาณน้ำฝนที่ตก

E_1 = ปริมาณการระเหย

E_2 = ปริมาณการคายระเหย

E_c = ปริมาณความชื้นที่ถูกพืชกักไว้

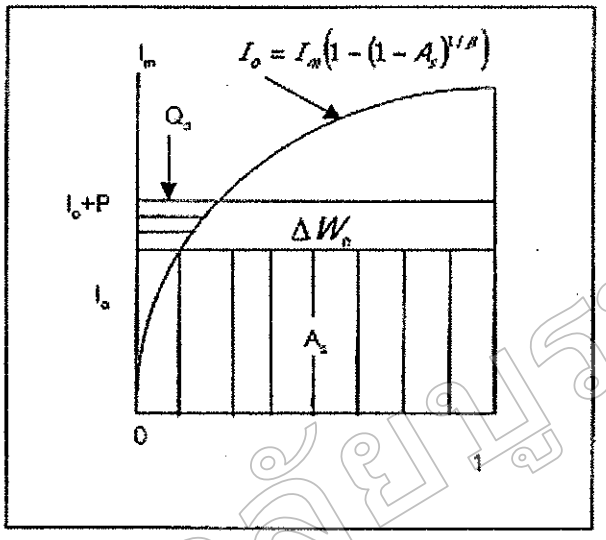
I = ประสิทธิภาพในการซึมของดิน

Q = ประสิทธิภาพในการซึมลงดินชั้นล่าง

Q_d = ปริมาณน้ำหลากผิวดิน

Q_b = ปริมาณน้ำไหลใต้ดิน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-5 หลักการคำนวณของแบบจำลอง VIC-2L สำหรับดินชั้นบน

โดยมีสมการดังนี้

$$Q_d = P + W_o - W_o^{\max} \quad : I_o + P \geq I_m \quad (3\text{-}1)$$

$$Q_d = P + W_o - W_o^{\max}\left(1-\left(1-\frac{I_o+P}{I_m}\right)^{1+\beta}\right) \quad : I_o + P \leq I_m \quad (3\text{-}2)$$

โดยที่ $I_o = I_m\left(1-(1-A_s)^{1/\beta}\right)$

Q_d = น้ำหลากผิวดิน (mm/day)

P = ปริมาณน้ำฝน (mm/day)

W_o = ปริมาณน้ำในดินชั้นบนก่อนฝนตก (mm/day)

$W_o^{\max}$ = ปริมาณน้ำที่อยู่ในดินชั้นบนได้สูงสุด (mm/day)

ΔW_o = ส่วนต่างของน้ำในดินก่อนฝนตกกับน้ำที่สามารถกักได้สูงสุด (mm/day)

I_m = ประสิทธิภาพการซึมของดินได้สูงสุด (mm/day)

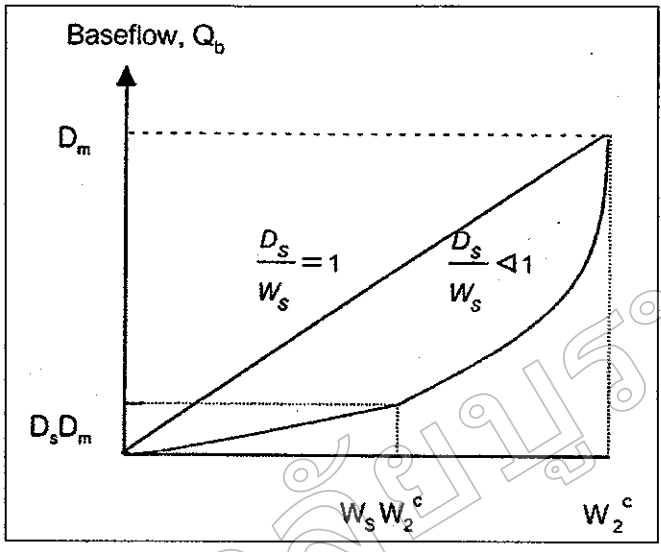
I_o = ประสิทธิภาพการซึมของดิน (mm/day)

β = A Shape Parameter

A_s = พื้นที่ส่วนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ

ส่วนดินชั้นล่าง Base Flow (Q_b) มีความสัมพันธ์ดังสมการที่ 3-4 และ 3-5 ซึ่งจะพิจารณาถึงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดินชั้นล่าง (W_2) ดังแสดงในภาพที่ 3-6

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-6 หลักการคำนวณของแบบจำลอง VIC-2L สำหรับดินชั้นล่าง

โดยมีสมการดังนี้

$$Q_b = \frac{D_s D_m W_2}{W_s W_2^c} \quad : 0 \le W_2 \le W_s W_2^c \quad (3\text{-}4)$$

$$Q_b = \frac{D_s D_m W_2}{W_s W_2^c} + \left(D_m - \frac{D_s D_m}{W_s}\right)\left(\frac{W_2 - W_s W_2^c}{W_2^c - W_s W_2^c}\right)^2 : W_2 > W_s W_2^c \quad (3\text{-}5)$$

เมื่อ Q_b = ปริมาณน้ำไหลใต้ดิน (Base Flow: mm/day)

D_m = ความเร็วสูงสุดของการไหลน้ำใต้ดิน (mm/day)

D_s = สัดส่วนของ D_m เมื่อ Base Flow เริ่มไหลเพิ่มขึ้นแบบไม่เป็นเส้นตรง

W_2^c = ความชื้นสูงสุด เมื่อ Base Flow เริ่มไหลเพิ่มขึ้นแบบไม่เป็นเส้นตรง

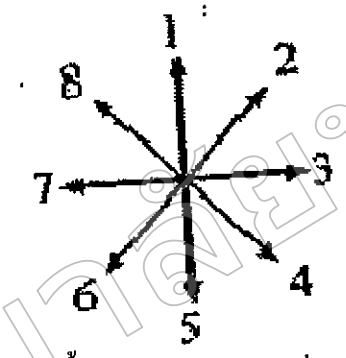
W_2 = ความชื้นในดินชั้นล่าง (mm/day)

2. หลักการทำงานของแบบจำลอง Routing

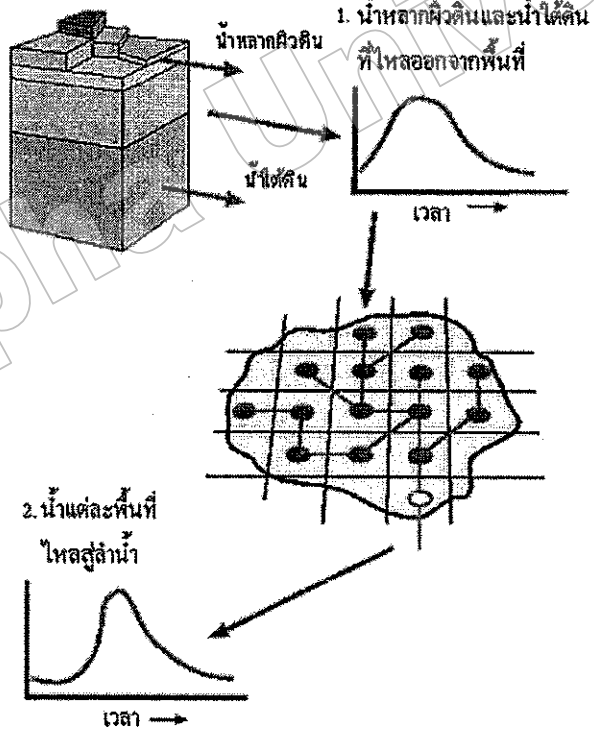
แบบจำลอง Routing ทำหน้าที่รวบรวมน้ำหลากผิวดิน และน้ำใต้ดินของแต่ละหน่วยพื้นที่ ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลอง VIC-2L โดยแบบจำลอง Routing กำหนดให้น้ำไหลนอกจากพื้นที่ได้เพียงหนึ่งทิศทางต่อพื้นที่วิเคราะห์ จาก 8 ทิศทาง (ภาพที่ 3-7) ซึ่งได้จากการคำนวณข้อมูลชั้นความสูง (Elevation) โดยใช้ Function Flow Direction ในโปรแกรม ESRI ArcGIS 9.0 น้ำจะไหลไปสู่ลำน้ำ (River Network)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การคำนวณการไหลของน้ำหลากผิวดินและน้ำใต้ดิน ในแบบจำลอง Routing ใช้หลักการ Simple Linear Transfer Function Model ของ Lohmann, Nolte-Holube, & Raschke โดยกำหนดให้การเคลื่อนย้ายมวลน้ำเป็นแบบ Linear และเวลาคงที่ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3-8 (ณัฐพล สุธาสินี, 2545)



ภาพที่ 3-7 แสดงทิศทางการไหลของน้ำและค่าของทิศทางที่ไหลออกจากพื้นที่



ภาพที่ 3-8 แนวคิดการทำงานของ แบบจำลอง Routing (ณัฐพล ศรีสุธาสินี, 2545)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การคำนวณของแบบจำลอง Routing ใช้สมการตามหลักการ Linearized Saint-Venant (ณัฐพล ศรีสุธาสินี, 2545) ดังแสดงไว้สมการที่ 3-6 เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำหลากแต่ละช่วงเวลา (Hydrograph) ในพื้นที่ นำมาคำนวณร่วมกับน้ำหลากที่ได้จากแบบจำลอง VIC-2L ซึ่งผลที่ได้คือ อัตราการไหล (Discharge) ณ พื้นที่นั้น ๆ

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = D\frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} - C\frac{\partial Q}{\partial x} \qquad (3\text{-}6)$$

โดยที่ x = ระยะทาง (m)

t = เวลาทั้งหมด (วินาที)

Q = อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

C = ความเร็วของน้ำในพื้นที่ (เมตรต่อวินาที)

D = การแพร่ของน้ำในพื้นที่ (ตารางเมตรต่อวินาที)

จากสมการที่ 3-6 สามารถอินทิเกรต จากเวลาเริ่มต้น ไปสู่เวลาทั้งหมด (t) ได้ดังสมการที่ 3-7 เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน

$$Q_{(x,t)} = \int_0^t U_{(t-s)} h_{(x,t)} ds \qquad (3\text{-}7)$$

เมื่อ $h_{(x,t)}$ = Impulse Response Function

$U_{(t-s)}$ = Unit Impulse

s = ช่วงเวลาใด ๆ (วินาที)

โดย $$h_{(x,t)} = \frac{x}{2 \cdot t\sqrt{\pi \cdot t \cdot D}} \exp\left(-\frac{(C \cdot t - x)^2}{4 \cdot D \cdot t}\right)$$

การเตรียมข้อมูลเพื่อนำเข้าแบบจำลอง Variable Infiltration Capacity 2 Layers

การเตรียมข้อมูลเพื่อนำเข้าแบบจำลอง VIC-2L ประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังได้กล่าวไว้แล้วในหลักการทำงานของแบบจำลอง VIC-2L ข้างต้น ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลได้แก่ ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา ใช้โปรแกรม Golden Software Surfer 7.0 Interpolation ข้อมูลรายวัน และจัดรูปแบบ

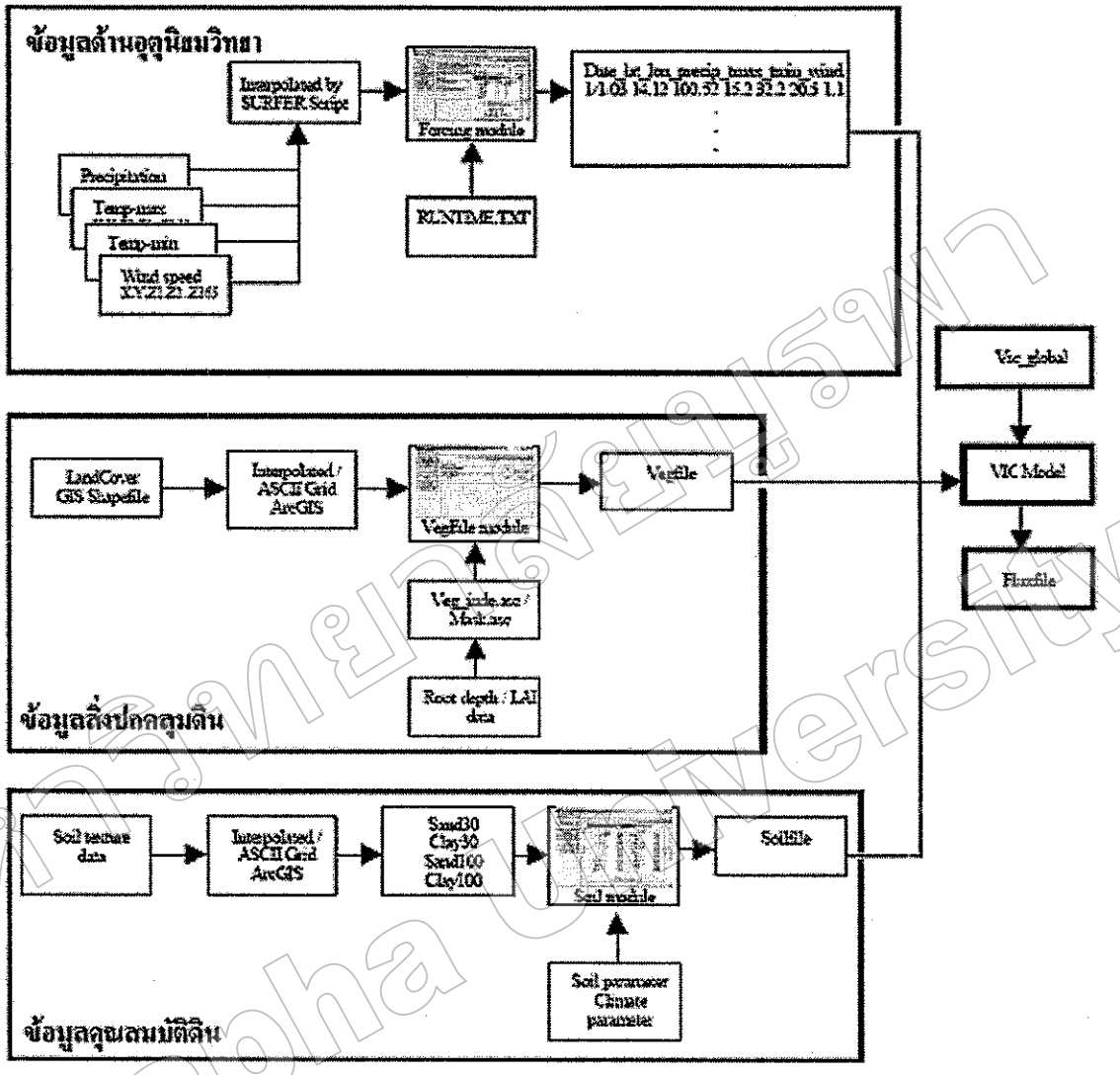
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ข้อมูลโดยโปรแกรม SeaBasin ข้อมูลสิ่งปกคลุมดินใช้โปรแกรม ESRI ArcGIS 9.0 Interpolation และแปลงรูปแบบข้อมูลเป็น ASCII Grid และใช้โปรแกรม SeaBasin คำนวณหาค่าความชื้นที่พืชกักไว้ และหาค่าความชื้นที่พืชดึงจากแต่ละชั้นดิน เพื่อสร้างแฟ้มข้อมูล VegFile และข้อมูลคุณสมบัติของดิน ใช้โปรแกรม ESRI ArcGIS 9.0 Interpolation แต่ละชั้นดิน และแปลงรูปแบบข้อมูลเป็น ASCII Grid และใช้โปรแกรม SeaBasin คำนวณการกักเก็บความชื้นในแต่ละชั้นดิน และสร้างแฟ้มข้อมูล SoilFile ซึ่งรายละเอียดของการเตรียมข้อมูลแต่ละชุดข้อมูลจะกล่าวต่อไป

1. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

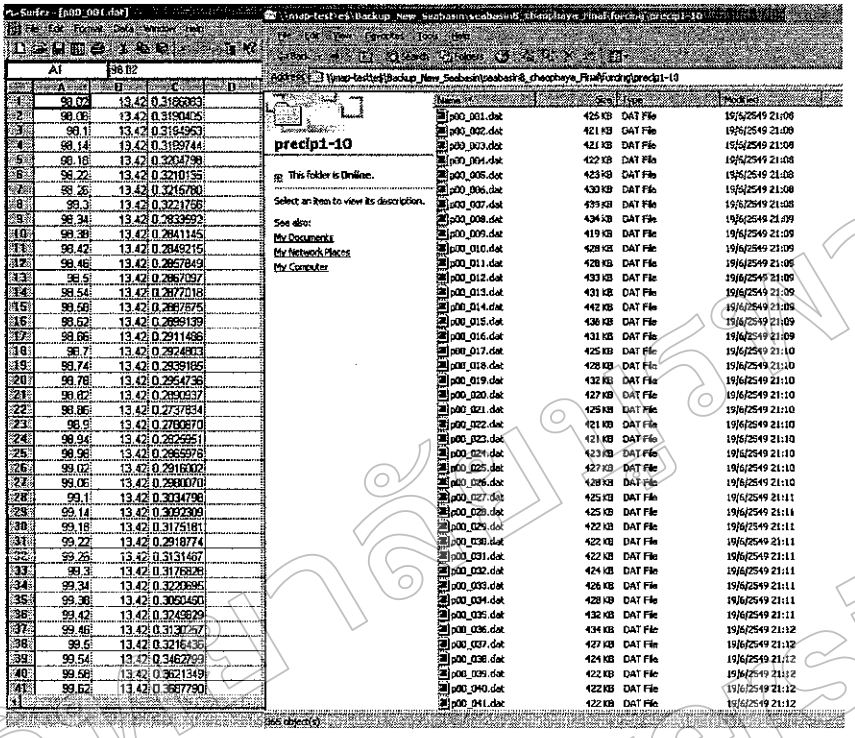
การเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Forcing Data) ในกรอบข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของภาพที่ 3-9 ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายวัน ข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน และข้อมูลแรงลมเฉลี่ยรายวัน การวิจัยครั้งนี้กำหนดใช้ข้อมูลจาก 45 สถานีวัด (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2548) (รายชื่อและตำแหน่ง ในภาคผนวก ก) นำมาจัดเรียงให้อยู่ในรูปแบบ ที่สามารถ Interpolation ด้วยชุดคำสั่งดังแสดงไว้ในภาคผนวก ค ในโปรแกรม Golden Software Surfer 7.0 ได้กล่าวคือ สองสดมภ์แรก จะบอกพิกัดตำแหน่งของสถานีตรวจวัด สดมภ์ถัดไปจะเริ่มเป็นข้อมูลรายวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม จนถึง 31 ธันวาคม โดยจะแยกแต่ละแฟ้มข้อมูลตามชนิดของข้อมูล จึงประกอบด้วย 4 แฟ้มข้อมูลในแต่ละปี ผลที่ได้จากการ Interpolation จะได้แฟ้มข้อมูลแต่ละชนิดข้อมูลเป็นรายวันจำนวน 365 แฟ้มข้อมูลดังภาพที่ 3-10 เป็นตัวอย่างของแฟ้มข้อมูลปริมาณน้ำฝน โดยในแฟ้มข้อมูลจะประกอบด้วย สองสดมภ์แรกเป็นพิกัดตำแหน่งของหน่วยพื้นที่วิเคราะห์ (Grid) ถัดไปเป็นปริมาณน้ำฝน หรือข้อมูลชนิดอื่น ๆ ซึ่งคำนวณได้ มีทั้งหมดกว่า สองแสนแถว ขึ้นอยู่กับขนาดของลุ่มน้ำ และขนาดของหน่วยพื้นที่วิเคราะห์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-9 แสดงขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสำหรับแบบจำลอง VIC-2L

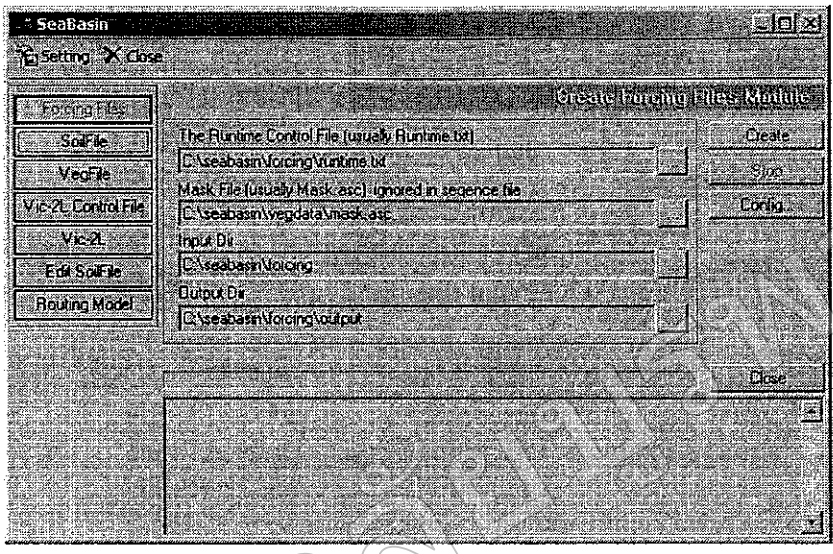
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-10 ตัวอย่างแฟ้มข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน

จากนั้นใช้ Module Forcing Files ของโปรแกรม SeaBasin ซึ่งเป็นผลจากการพัฒนาของศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดังภาพที่ 3-11 จะได้แฟ้มข้อมูล ซึ่งมีชื่อแฟ้มตามตำแหน่งของหน่วยพื้นที่วิเคราะห์ เช่น data_13.380_101.340 หมายถึงเป็นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของหน่วยพื้นที่วิเคราะห์ ณ เส้นรุ้งที่ 13.380 องศา และ เส้นแวงที่ 101.340 องศา โดยภายในแฟ้มข้อมูลประกอบด้วย สี่สดมภ์คือข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดของวัน (องศาเซลเซียส) ข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดของวัน (องศาเซลเซียส) และข้อมูลแรงลม (เมตรต่อวินาที) เรียงลำดับจากวันที่ 1 มกราคม ไปถึง 31 ธันวาคม สำหรับ 1 ปีการวิจัย ดังในภาพที่ 3-12 ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดไว้ 2 ปี จึงมี 730 แถว และเพิ่มจำนวนข้อมูลให้แบบจำลอง VIC-2L ได้เตรียมการคำนวณ (Pre-Run) อีก 1 ปี ข้อมูลทั้งหมดถึงมี 1,095 แถว โดยมีจำนวนของแฟ้มข้อมูลทั้งสิ้น 217,695 แฟ้มข้อมูลสำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-11 การแปลงข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ด้วย Forcing Files Module โปรแกรม SeaBasin

File: C:\seabasin\forcing\output\data_13.380_101.340

0.00	32.57	25.86	0.97
0.00	32.02	25.08	1.00
0.00	30.66	25.36	1.74
0.00	29.93	23.44	1.79
0.00	31.00	23.10	0.00
0.00	31.69	23.79	0.74
0.03	29.84	24.11	0.87
0.00	29.81	22.23	0.10
0.00	30.69	22.19	1.00
0.00	28.95	21.41	1.10
0.00	28.75	20.56	0.94
0.00	29.00	20.01	0.11
0.00	28.66	18.42	0.92
0.00	29.21	18.54	0.00
0.00	30.25	20.79	0.74
0.00	29.13	22.81	0.92
0.00	29.51	21.63	0.05
0.00	30.71	21.40	0.89
0.00	29.73	21.88	0.89
0.00	31.31	21.18	0.00
0.00	31.01	22.08	0.86
0.00	30.83	23.60	0.97
0.00	30.62	23.79	0.92
0.00	29.84	24.80	3.70
0.00	30.04	23.93	1.03
0.00	30.30	24.68	0.13
0.00	31.96	23.62	0.79
0.00	31.09	25.34	1.05
0.00	30.89	23.24	1.07
0.00	31.54	23.02	1.00
0.00	32.40	23.38	0.00
0.00	32.71	23.16	0.00
0.00	33.46	23.48	0.94
0.00	32.26	23.26	0.97
0.00	30.82	23.63	0.97
0.00	29.86	22.16	3.70
0.00	29.09	20.12	1.68

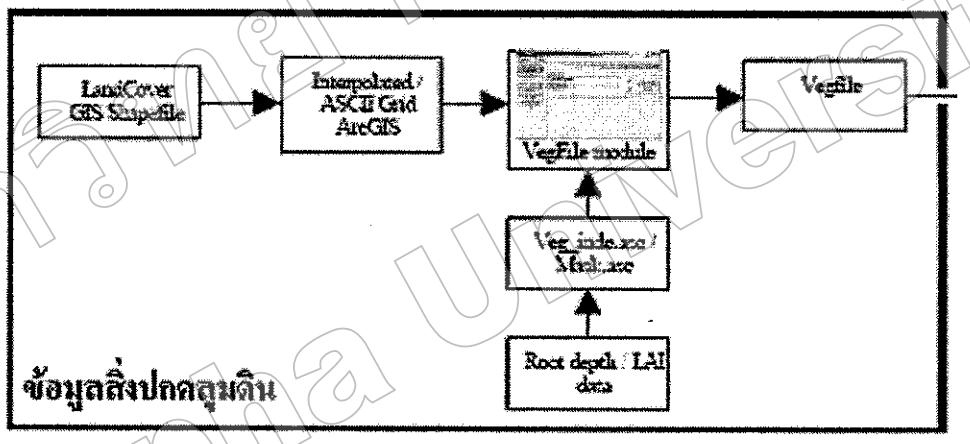
โดยเรียงแถวจากวันที่1 เป็นต้นไป และมี
สดมภ์ ที่ 1 ค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายวัน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
สดมภ์ ที่ 2 ค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวัน มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
สดมภ์ ที่ 3 ค่าอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
สดมภ์ ที่ 4 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยรายวัน มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

ภาพที่ 3-12 ตัวอย่างรูปแบบข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้กับแบบจำลอง VIC-2L

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover)

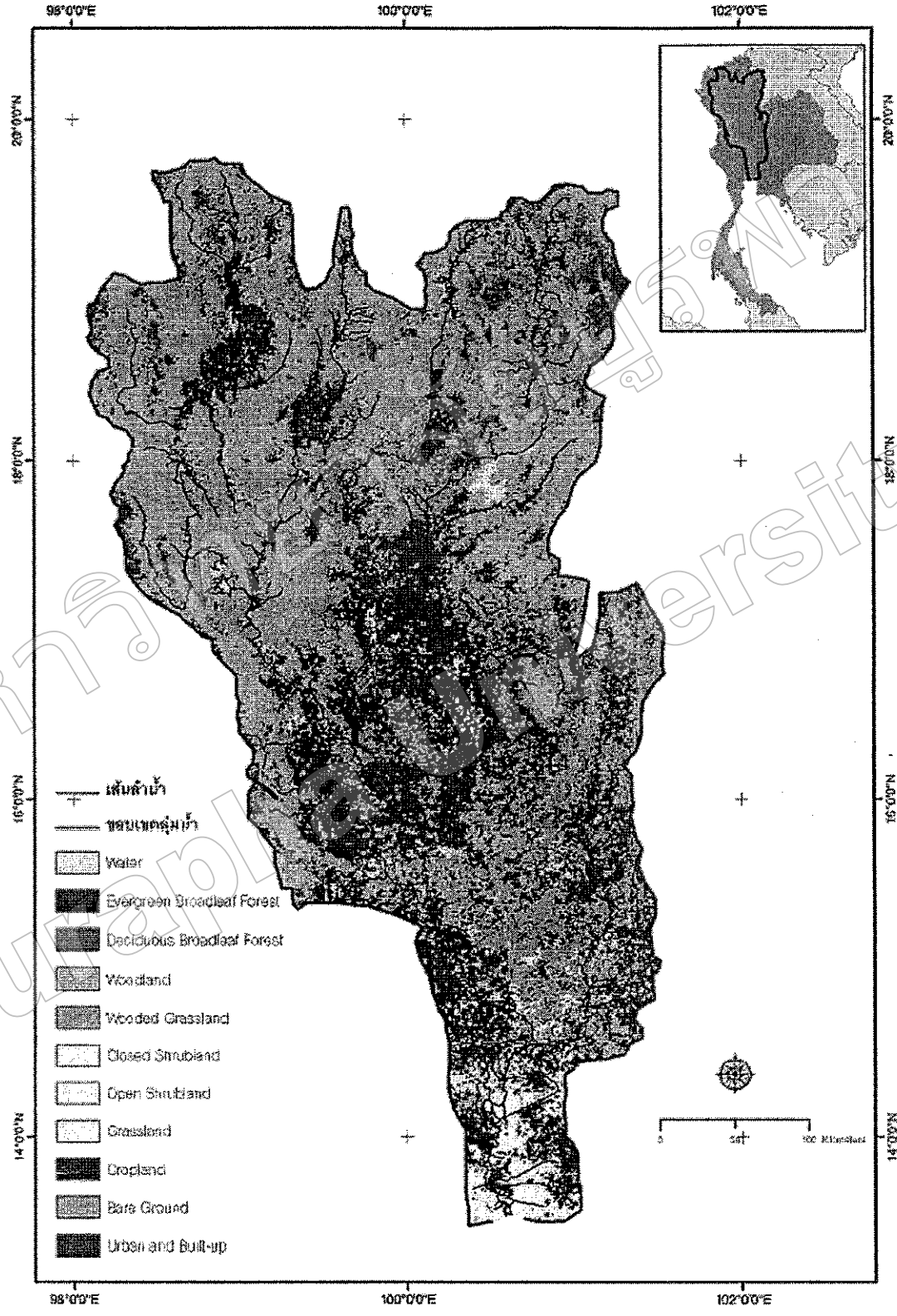
การเตรียมข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน หรือที่แบบจำลอง VIC-2L เรียกว่า VegFile มีขั้นตอนการเตรียมข้อมูลดังในกรอบการเตรียมข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน (ภาพที่ 3-13) โดยข้อมูลสิ่งปกคลุมดินมาใช้ในงานวิจัยนี้ ได้จากชุดข้อมูล University of Maryland's 1km Global Land Cover Product ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาของกลุ่มงานวิจัย Land Cover & Remote Sensing Research Laboratory, The Department of Geography, University of Maryland ข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน ได้จากเครื่องมือวัด AVHRR บนดาวเทียม NOAA โดยใช้ข้อมูลต่อเนื่อง 14 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2524 – 2537 ซึ่งมีรายละเอียดจุดภาพที่ 1 ตารางกิโลเมตร โดยจัดกลุ่มชนิดของสิ่งปกคลุมดินไว้ 13 ชนิด รายละเอียดแสดงไว้ในภาพผนวก ง และการแบ่งชนิดของสิ่งปกคลุมดินแสดงไว้ ดังภาพที่ 3-14



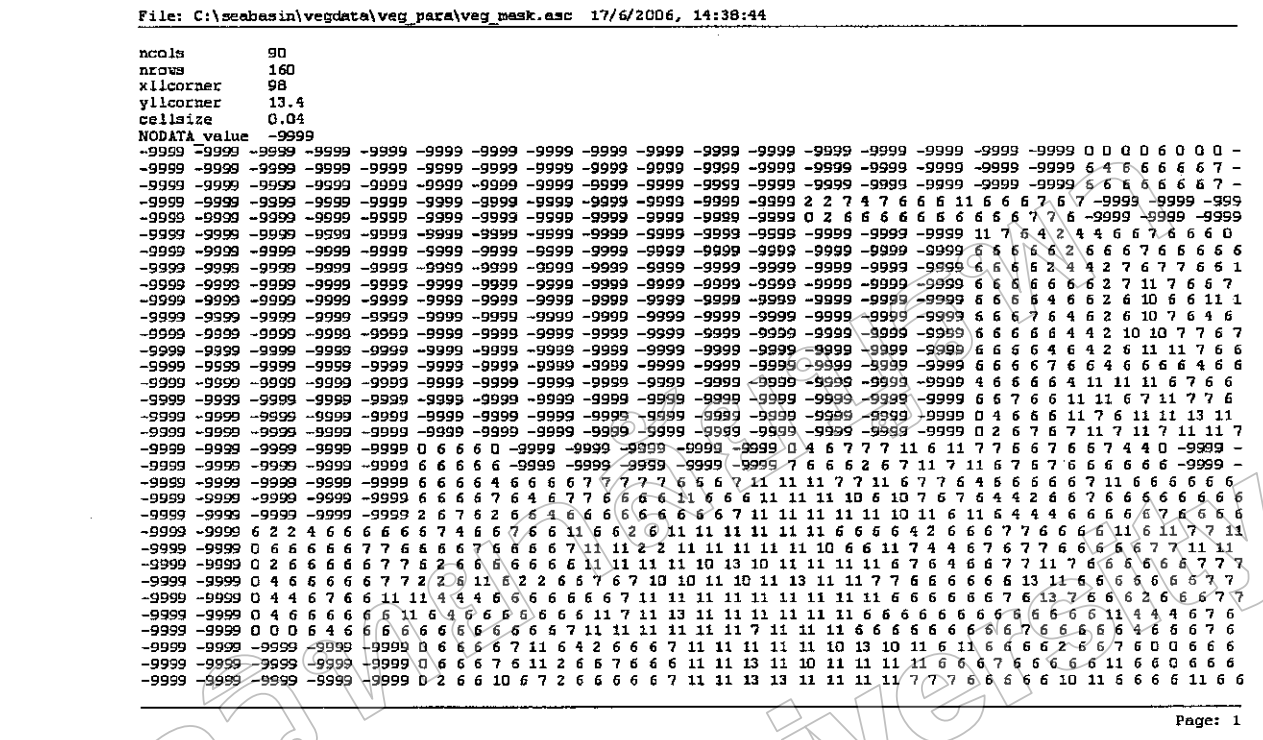
ภาพที่ 3-13 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน

ซึ่งขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน โดยการใช้โปรแกรม ESRI ArcGIS 9.0 แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ ESRI ASCII GRID ดังตัวอย่างในภาพที่ 3-15 โดยให้ชื่อว่า veg_mask.asc ซึ่งมีค่าตัวเลขตามกลุ่มชนิดของสิ่งปกคลุมดิน ในแต่ละพื้นที่วิเคราะห์ จากนั้นจัดเตรียมข้อมูล ดัชนีพื้นที่ใบพืช (Leaf Area Index: LAI) และความลึกของรากพืช (Scurlock, Asner, & Gower, 2001)) แต่ละกลุ่มไว้ใน แฟ้มข้อมูลที่ชื่อว่า veg_inde.asc ดังภาพที่ 3-16

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-14 แผนที่แสดงสิ่งปกคลุมดิน



```
File: C:\seabasin\vegdata\veg_para\veg_mask.asc  17/6/2006, 14:38:44

ncols         90
nrows         160
xllcorner     98
yllcorner     13.4
cellsize      0.04
NODATA_value  -9999
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 0 0 0 0 0 6 0 0 0 -
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 4 6 6 6 6 6 7 -
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 6 6 6 6 6 7 -
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 2 2 7 4 7 6 6 6 11 6 6 6 7 6 7 -9999 -9999 -999
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 0 2 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 7 7 6 -9999 -9999 -9999
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 11 7 6 4 2 4 4 6 6 7 6 6 6 0
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 6 6 6 2 6 6 6 7 6 6 6 6 6
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 6 6 2 4 4 2 7 6 7 7 6 6 1
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 6 6 6 6 6 6 2 7 11 7 6 6 7
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 6 6 4 6 6 2 6 10 6 6 11 1
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 6 7 6 4 6 2 6 10 7 6 4 6
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 6 6 6 4 4 2 10 10 7 7 6 7
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 6 6 4 6 4 2 6 11 11 7 6 6
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 6 6 6 6 4 6 6 6 6 4 6 6
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 4 6 6 6 6 4 11 11 11 6 7 6 6
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 7 6 6 11 11 6 7 11 7 7 6
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 0 2 6 7 6 7 11 7 11 7 11 11 7
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 0 6 6 6 0 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 0 4 6 7 7 7 11 6 11 7 7 6 6 7 6 6 7 4 4 0 -9999 -
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 6 6 6 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 7 6 6 6 2 6 7 11 7 11 6 7 6 7 6 6 6 6 6 6 -9999 -
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 6 6 4 6 6 6 6 7 7 7 7 7 6 6 6 7 11 11 11 7 7 11 6 7 7 6 4 6 6 6 6 6 7 11 6 6 6 6 6 6
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 6 6 6 6 7 6 4 6 7 7 6 6 6 6 11 6 6 6 11 11 11 11 10 6 10 7 6 7 6 4 4 2 6 6 7 6 6 6 6 6 6 6 6
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 2 6 7 6 2 6 6 4 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 7 11 11 11 11 11 11 10 11 6 11 6 4 4 4 6 6 6 6 6 7 6 6 6 6
-9999 -9999 6 2 2 4 6 6 6 6 6 6 7 4 6 6 7 6 6 11 6 6 2 6 11 11 11 11 11 11 11 6 6 6 6 4 2 6 6 6 7 7 6 6 6 6 6 11 6 11 7 7 11
-9999 -9999 0 6 6 6 6 6 6 7 7 6 6 6 6 7 6 6 6 6 7 11 11 2 2 11 11 11 11 11 11 10 6 6 11 7 4 4 6 7 6 7 7 6 6 6 6 6 6 7 7 11 11
-9999 -9999 0 2 6 6 6 6 6 6 7 7 6 2 6 6 6 6 6 6 6 11 11 11 11 10 13 10 11 11 11 11 11 6 7 6 4 6 6 7 7 11 7 6 6 6 6 6 6 6 7 7 7
-9999 -9999 0 4 6 6 6 6 6 6 7 7 7 2 6 11 6 2 2 6 6 7 6 7 10 10 11 10 11 13 11 11 7 7 6 6 6 6 6 6 13 11 6 6 6 6 6 6 6 7 7
-9999 -9999 0 4 4 6 7 6 6 11 11 4 4 4 6 6 6 6 6 6 6 7 11 11 11 11 11 11 11 11 11 6 6 6 6 6 6 6 7 6 13 7 6 6 6 2 6 6 6 7 7
-9999 -9999 0 4 6 6 6 6 6 6 11 6 4 6 6 6 6 6 6 6 6 6 11 7 11 13 11 11 11 11 11 11 11 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 11 4 4 4 6 7 6
-9999 -9999 0 0 0 6 4 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 5 7 11 11 11 11 11 11 11 7 11 11 11 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 7 6 6 6 6 6 6 4 6 6 7 6
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 0 6 6 6 6 7 11 6 4 2 6 6 6 7 11 11 11 11 11 11 10 13 10 11 6 11 6 6 6 6 6 2 6 6 7 6 0 0 6 6 6
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 0 6 6 6 7 6 11 2 6 6 7 6 6 6 11 11 13 11 10 11 11 11 11 6 6 6 7 6 6 6 6 6 11 6 6 0 6 6 6
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 0 2 6 6 10 6 7 2 6 6 6 6 6 7 11 11 13 13 11 11 11 11 7 7 7 6 6 6 6 6 10 11 6 6 6 6 11 6 6

                                                                                                                    Page: 1
```

ภาพที่ 3-15 ตัวอย่างแฟ้มข้อมูล veg_mask.asc

```
1       1       1       1
8.76    9.16    9.827   10.093  10.36   10.76   10.493  10.227  10.093  9.827   9.16    8.76
2       1       1.25    1
5.117   5.117   5.117   5.117   5.117   5.117   5.117   5.117   5.117   5.117   5.117   5.117
3       1       1       1
8.76    9.16    9.827   10.093  10.36   10.76   10.493  10.227  10.093  9.827   9.16    8.76
4       1       1.25    1
0.52    0.52    0.867   2.107   4.507   6.773   7.173   6.507   5.04    2.173   0.867   0.52
```

ภาพที่ 3-16 ตัวอย่างแฟ้มข้อมูล veg_inde.asc

โดยแต่ละสดมภ์ของแถวมีความหมายดังนี้

แถวที่ 1 สดมภ์ที่ 1 คือ สิ่งปกคลุมดินกลุ่มที่ 1 ในที่นี่หมายถึง ป่าดิบชื้น

สดมภ์ที่ 2 คือ สัดส่วนของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่วิเคราะห์ ปกติเป็น 1 คือ 100 เปอร์เซ็นต์

สดมภ์ที่ 3 คือ ความลึกของรากพืชในกลุ่ม มีหน่วยเป็นเมตร ในที่นี่คือ 1 เมตร

สดมภ์ที่ 4 คือ สัดส่วนของรากพืชในกลุ่ม ในการวิจัยกำหนดให้มีพืชได้เพียง 1 กลุ่มต่อหน่วยวิเคราะห์พื้นที่ จึงมีค่าเป็น 1 เสมอ

แถวที่ 2 สดมภ์ที่ 1 – 12 คือค่าของ ดัชนีพื้นที่ใบพืชในแต่เดือนเริ่มจากมกราคม ถึง ธันวาคม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

และเตรียม Vegetation Library (veg_lib) ซึ่งเป็นแฟ้มข้อมูลที่จะบอกรายละเอียดของชนิดพืชแต่ละกลุ่มดังรายละเอียดในตารางที่ 3-1 โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ veg_lib ซึ่งศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้จัดเตรียมไว้

ตารางที่ 3-1 รายละเอียดข้อมูลของ Vegetation Library ในแฟ้มข้อมูล veg_lib

Column	Variable	Units	No of Values	Description
1	Veg_class	N/A	1	Vegetation class identification number (reference index for library table)
2	Overstory	N/A	1	Flag to indicate whether or not the current vegetation type has a overstory (TRUE for overstory present [e.g. trees], FALSE for overstory not present [e.g. grass])
3	Rarc	s/m	1	Architectural resistance of vegetation type (~2 s/m)
4	Rmin	s/m	1	Minimum stomatal resistance of vegetation type (~100 s/m)
5-16	LAI	N/A	12	Leaf-area index of vegetation type
17-28	Albedo	fraction	12	Shortwave albeo for vegetation type
29-40	Rough	m	12	Vegetation roughness length (typically 0.123 * vegetation height)
41-52	displacement	m	12	Vegetation displacement height (typically 0.67 * vegetation height)
53	Wind_h	m	1	Height at which wind speed is measured
54	RGL	W/m^2	1	Minimum incoming shortwave radiation at which there will be transpiration. For trees this is about 30 W/m^2, for crops about 100 W/m^2

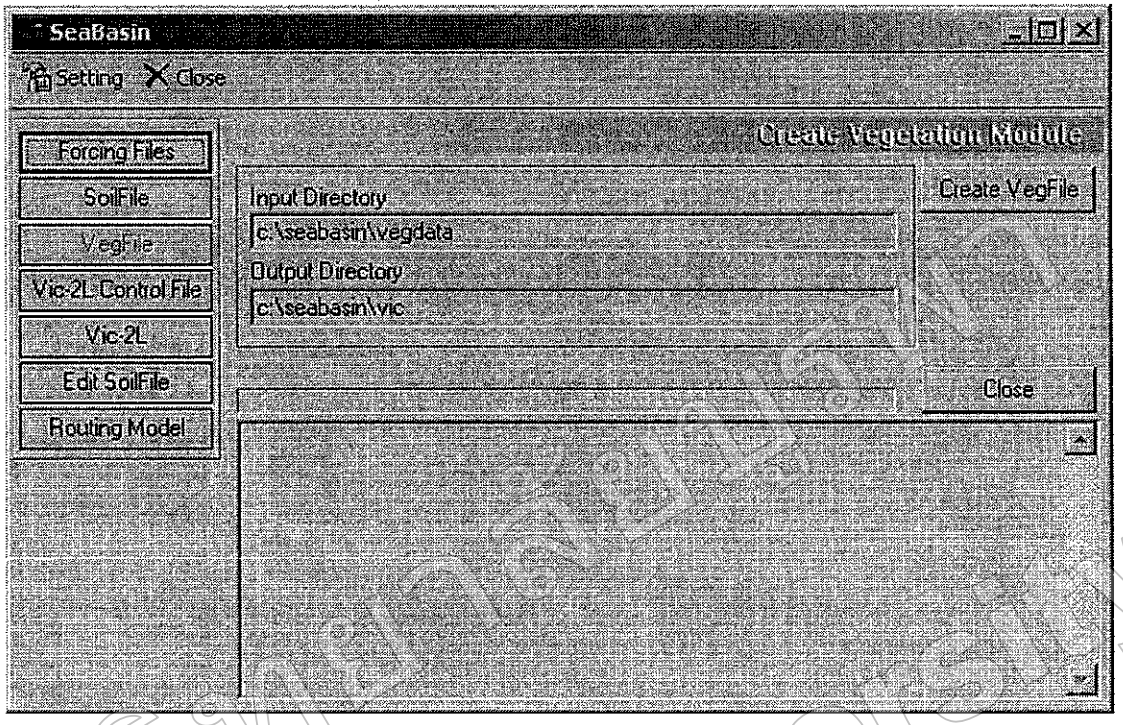
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

Column	Variable	Units	No of Values	Description
55	Rad_atten	fraction	1	Radiation attenuation factor. Normally set to 0.5, though may need to be adjusted for high latitudes.
56	wind_atten	fraction	1	Wind speed attenuation through the overstory. The default value has been 0.5.
57	trunk_ratio	fraction	1	Ratio of total tree height that is trunk (no branches). The default value has been 0.2.
58	Comment	N/A	1	Comment block for vegetation type. Model skips end of line so spaces are valid entrys.

จากนั้นใช้ VegFile Module ดังภาพที่ 3-17 ในโปรแกรม SeaBasin สร้าง VegFile ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลคุณสมบัติของยาวรากพืช และพื้นที่ใบ เพื่อเตรียมดำเนินการแบบจำลอง VIC-2L ซึ่งจะได้แฟ้มข้อมูลชื่อ VegFile โดยมีข้อมูลตัวอย่างดังภาพที่ 3-18

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-17 โปรแกรม SeaBasin VegFile Module สำหรับเตรียมข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน

```
113     1
6       1.0000  0.9975  1.0000  0.0000  0.0000  0.0000
5.2761  5.5286  6.0061  6.4426  7.2449  8.3639  8.5400  8.1265  7.2533  6.3292  5.6258  5.3005
114     1
6       1.0000  0.9975  1.0000  0.0000  0.0000  0.0000
5.2761  5.5286  6.0061  6.4426  7.2449  8.3639  8.5400  8.1265  7.2533  6.3292  5.6258  5.3005
115     1
7       1.0000  0.8721  1.0000  0.0000  0.0000  0.0000
2.3332  2.4821  2.7266  3.0330  3.8849  5.5212  6.2395  5.7733  4.1557  3.1275  2.6180  2.4039
198     1
6       1.0000  0.9975  1.0000  0.0000  0.0000  0.0000
5.2761  5.5286  6.0061  6.4426  7.2449  8.3639  8.5400  8.1265  7.2533  6.3292  5.6258  5.3005
```

ภาพที่ 3-18 ตัวอย่างแฟ้มข้อมูล VegFile

โดย 1 ชุดข้อมูลประกอบด้วย 3 แถว ดังนี้

แถวที่ 1 สดมภ์ที่ 1 ค่าประจำพื้นที่วิเคราะห์ (Grid)

สดมภ์ที่ 2 บอกว่ามีสิ่งปกคลุมดินกี่กลุ่ม ในงานวิจัยนี้ กำหนดไว้แค่ 1 ชนิด

แถวที่ 2 สดมภ์ที่ 1 เป็นค่าประจำกลุ่มสิ่งปกคลุมดิน

สดมภ์ที่ 2 ค่าสัดส่วนของสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่วิเคราะห์ งานวิจัยนี้ เป็น 1 เสมอ

สดมภ์ที่ 3 เป็นความลึกรากของพืชปกคลุมดิน หน่วยเป็นเมตร

สดมภ์ที่ 4 ค่าสัดส่วนของรากของพืชในความลึกนั้น

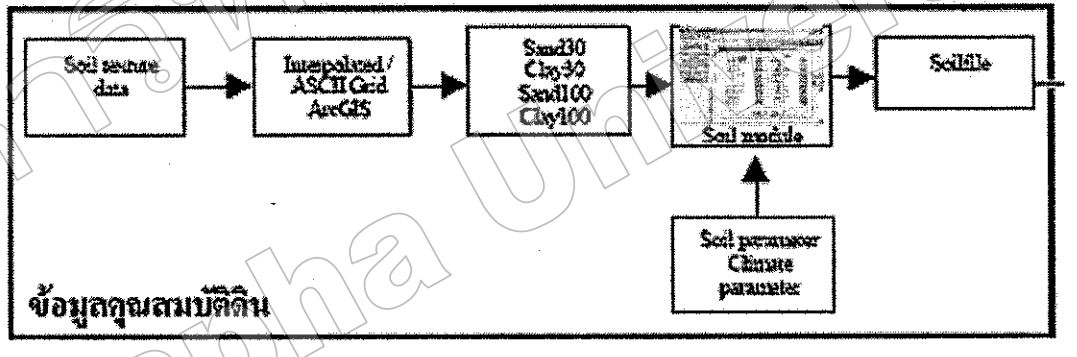
สดมภ์ที่ 5 เป็นความลึกรากของพืชปกคลุมดินในชั้นถัดไป

สดมภ์ที่ 6 ค่าสัดส่วนของรากของพืชในความลึกชั้นที่สอง

แถวที่ 3 สดมภ์ที่ 1 – 12 ดัชนีพื้นที่ใบตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม

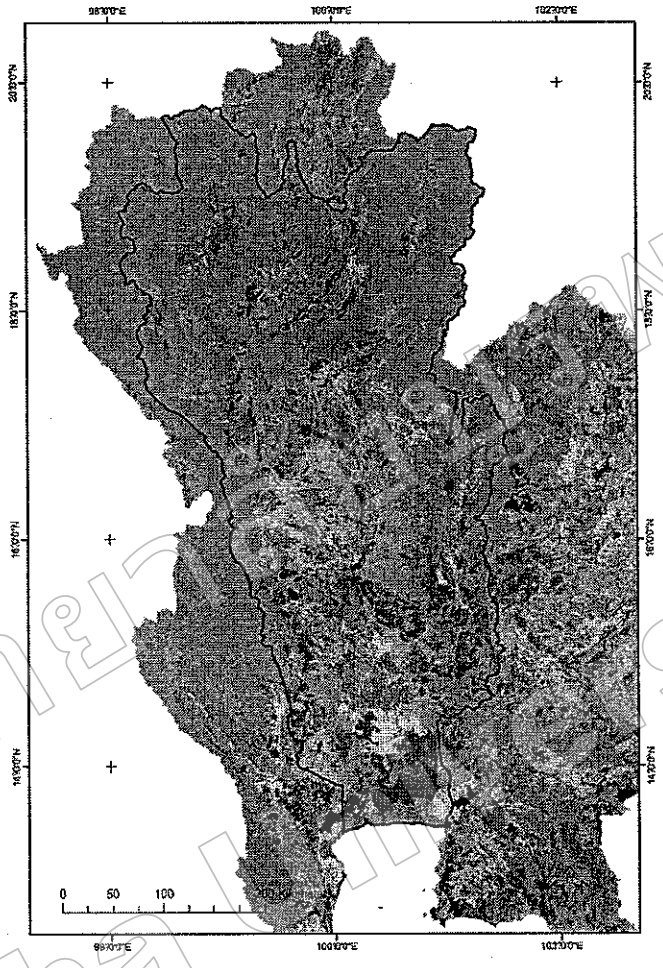
3. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลคุณสมบัติของดิน

ข้อมูลคุณสมบัติของดินในกรอบการเตรียมข้อมูลคุณสมบัติของดิน(ภาพที่ 3-19) มีขั้นตอนการเตรียม โดยใช้ข้อมูลชุดดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ดังภาพที่ 3-20 ใช้โปรแกรม ESRI ArcMap 9.0 เชื่อมโยงค่าร้อยละของคุณสมบัติ Sand และ Clay โดยแบ่งตามความลึกดินเป็น 2 ชั้น คือ ลึก 0 – 30 เซนติเมตร และ 30 – 100 เซนติเมตร Interpolation เพื่อให้ได้ ข้อมูลในรูปแบบ ESRI ASCII Grid มีพื้นที่วิเคราะห์ขนาด 1 ตารางกิโลเมตร ได้ผล 4 แฟ้มข้อมูล คือ sand30.asc, sand100, clay30.asc และ clay100.asc



ภาพที่ 3-19 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลคุณสมบัติดิน

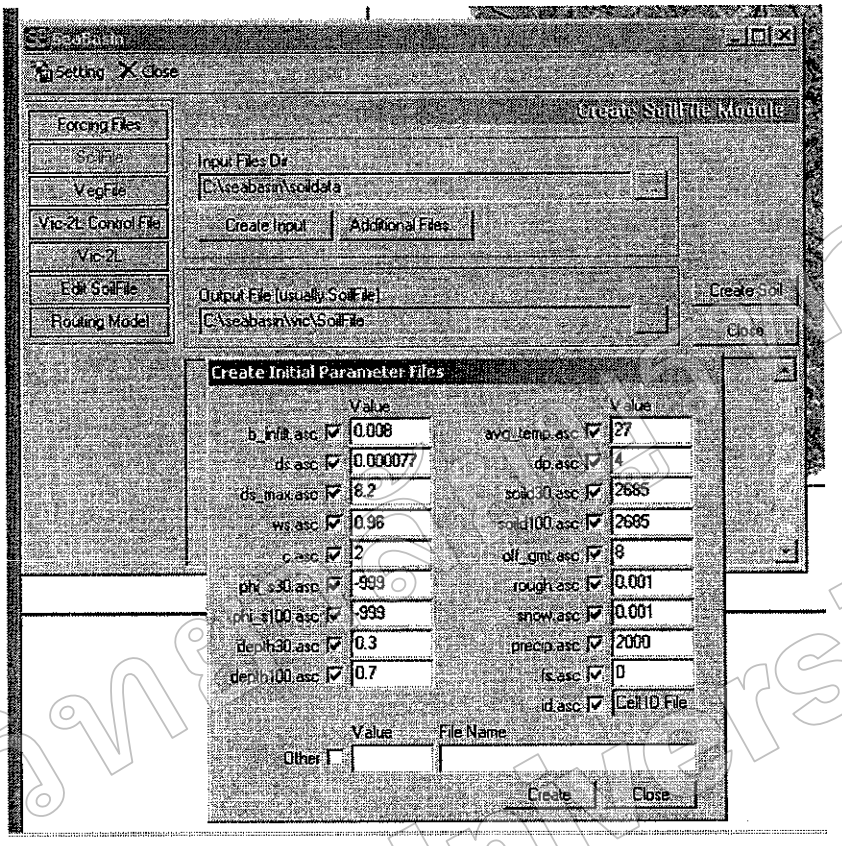
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-20 แผนที่แสดงชุดที่ดินในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

จากนั้นใช้ SoilFile Module โปรแกรม SeaBasin ดังภาพที่ 3-21 สร้าง SoilFile ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ของคุณสมบัติของดิน โดยสามารถปรับแก้ค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของดินได้ ณ ขั้นตอนนี้ ในการวิจัยนี้ใช้ค่าเริ่มต้น ซึ่งทางศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทดสอบและปรับปรุงใช้สำหรับพื้นที่ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-21 โปรแกรม SeaBasin SoilFile Module สำหรับสร้าง SoilFile ซึ่งเก็บค่าคุณสมบัติของดิน

โดยผลลัพธ์จะได้ SoilFile โดยมีข้อมูลต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 – 2 และตัวอย่างของข้อมูลใน SoilFile ดังภาพที่ 3-22

1	2126	18.86	100.22	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.9039001465
1	2127	18.86	100.26	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	10.3361997604
1	2128	18.86	100.3	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	10.3361997604
1	2129	18.86	100.34	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2130	18.86	100.38	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2131	18.86	100.42	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2132	18.86	100.46	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2133	18.86	100.5	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2134	18.86	100.54	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2135	18.86	100.58	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2136	18.86	100.62	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2137	18.86	100.66	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2138	18.86	100.7	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2139	18.86	100.74	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2140	18.86	100.78	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2141	18.86	100.82	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2142	18.86	100.86	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	10.5160999298
1	2143	18.86	100.9	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	10.5160999298
1	2144	18.86	100.94	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2145	18.86	100.98	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2146	18.86	101.02	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2147	18.86	101.06	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2148	18.86	101.1	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2149	18.86	101.14	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2150	18.86	101.18	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2151	18.86	101.22	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2152	18.86	101.26	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634
1	2163	18.82	98.1	0.0080000004	7.7E-005	8.1999998093	0.9599999785	2	9.8208999634

ภาพที่ 3-22 ตัวอย่างข้อมูลในแฟ้มข้อมูล SoilFile

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3-2 รายละเอียดข้อมูลในแฟ้มข้อมูล SoilFile

สคมภ์	ชื่อตัวแปร	หน่วย	คำอธิบาย
1		N/A	1 = ใช้ Grid นี้, 0 = ไม่ใช้ Grid นี้
2	Gridcell	N/A	หมายเลขประจำพื้นที่วิเคราะห์ (Grid)
3	Lat	Degree	Latitude ของพื้นที่วิเคราะห์
4	Lon	Degree	Longitude ของพื้นที่วิเคราะห์
5	Infilt	N/A	ค่าตัวแปรการซึม (b_{infilt})
6	Ds	Fraction	สัดส่วนของ Dsmax เมื่อ Base Flow เริ่มต้นไหลเพิ่มขึ้นแบบไม่เป็นเส้นตรง
7	Dsmax	mm/day	ความเร็วสูงสุดของ Base Flow
8	Ws	Fraction	สัดส่วนความชื้นสูงสุด เมื่อ Base Flow เริ่มต้นไหลเพิ่มขึ้นแบบไม่เป็นเส้นตรง
9	C	N/A	เลขยกกำลังที่ใช้กับ Infiltration Curve ปกติ = 2
10-11	Expt	N/A	ตัวแปรที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงความชื้นของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง
12-13	Ksat	mm/day	ค่า Saturated Hydrological Conductivity ของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง
14-15	Phi_s	mm/mm	ตัวแปรการแพร่ความชื้นในดินของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง
16-17	Init_moist	mm	ความชื้นเริ่มต้นในดินของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง
18	Elev	m	ความสูงของพื้นที่
19-20	Depth	m	ความลึกของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง
21	Avg_T	C	อุณหภูมิเฉลี่ยของดิน
22	Dp	m	Soil thermal damping depth (Depth at which soil temperature remains constant through the year, ~4 m.)
23-24	Bubble	cm	Bubbling Pressure of Soil ของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง
25-26	Quartz	Fraction	แร่ Quartz ในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สดมภ์	ชื่อตัวแปร	หน่วย	คำอธิบาย
27-28	Bulk_density	kg/m^3	ความหนาแน่นรวม ของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง
29-30	Soil_density	kg/m^3	ความหนาแน่นอนุภาค (Soil Particle Density) ปรกติ = 2685 ของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง
31	Off_gmt	Hours	โซนเวลา GMT
32-33	Wcr_FRACT	Fraction	สัดส่วนของความชื้นในดินที่จุดวิกฤต ~70% of Field Capacity ของดินชั้นบนและชั้นล่าง
34-35	Wpwp_FRACT	Fraction	สัดส่วนของความชื้นในดินที่จุด Wilting ของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง
36	Rough	M	ผิวขรุขระของดินที่โล่ง
37	Snow_rough	m	ผิวขรุขระของ Snowpack
38	Annual_prec	mm	ฝนเฉลี่ยรายปี
39-40	Resid_moist	Fraction	ความชื้นที่เหลือในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง
41	Fs_active	1 or 0	1 = ใช้ Frozen Soil Algorithm, 0 = ไม่ใช้ Frozen Soil Algorithm

โดยสร้างแฟ้มข้อมูลเก็บตัวแปรต่าง ๆ ทั้ง 38 แฟ้มข้อมูลก่อนด้วยโปรแกรม SeaBasinก่อนที่จะสร้างแฟ้มข้อมูล SoilFIle ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 แฟ้มข้อมูลตัวแปรสำหรับการสร้างแฟ้มข้อมูล SoilFile

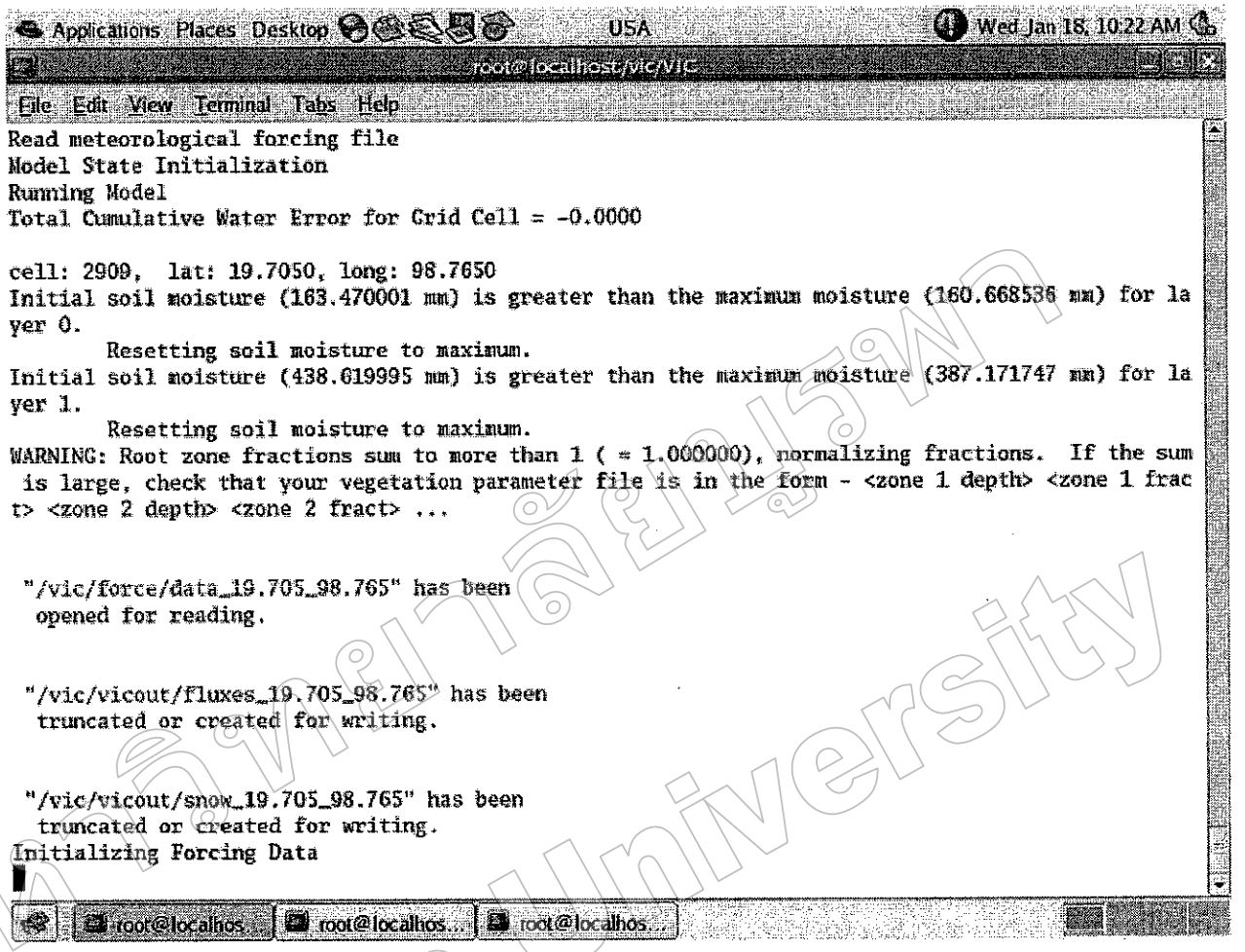
ลำดับ	แฟ้มข้อมูล	ลำดับ	แฟ้มข้อมูล
1	ID.asc	7	Bubbl30.asc
2	B_INFILT.asc	8	Bubbl100.asc
3	Ds.asc	9	Quart30.asc
4	DSMAX.asc	10	Quart100.asc
5	Ws.asc	11	Bulk30.asc
6	C.asc	12	Bulk100.asc

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ลำดับ	แฟ้มข้อมูล	ลำดับ	แฟ้มข้อมูล
13	Expt30.asc	26	Solid30.asc
14	Expt100.asc	27	Solid100.asc
15	Ks30.asc	28	Off_GMT.asc
16	Ks100.asc	29	Wcr30.asc
17	Phis30.asc	30	Wcr100.asc
18	Phis100.asc	31	Wpwp30.asc
19	Initm30.asc	32	Wpwp100.asc
20	Initm100.asc	33	Rough.asc
21	Eleva.asc	34	Snow.asc
22	Depth30.asc	35	Precip.asc
23	Depth100.asc	36	Remoi30.asc
24	Avg_temp.asc	37	Remoi100.asc
25	Dp.asc	38	Fs.asc

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-23 แบบจำลอง VIC-2L บนระบบปฏิบัติการ Linux

การดำเนินการแบบจำลอง VIC-2L

เมื่อเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ที่แบบจำลอง VIC-2L ต้องการทั้ง 3 ส่วนเรียบร้อยแล้ว แก้ไขรายละเอียดของแฟ้มข้อมูล Vic_global ซึ่งเป็นแฟ้มข้อมูลที่จะบอกว่าแฟ้มข้อมูลต่าง ๆ ข้างต้นอยู่ที่ใด และมีรายละเอียดของวันเวลาในการดำเนินการแบบจำลองอย่างไร รวมไปถึงรายละเอียดปลีกย่อย เพื่อให้ผลลัพธ์ของแบบจำลอง ตรงตามความต้องการมากที่สุด

จากนั้นโอนย้ายแฟ้มข้อมูลต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ไปสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Linux ในการวิจัยนี้ใช้ Linux Fedora Core 4 และสั่งให้แบบจำลอง VIC-2L คำนวณหาปริมาณน้ำหลากและน้ำใต้ดิน ในแต่ละพื้นที่วิเคราะห์ ดังในภาพที่ 3-22 ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง VIC-2L จะอยู่ในรูปแฟ้มข้อมูล ของแต่ละพื้นที่วิเคราะห์ เช่น fluxes_19.540_100.900 และ snow_19.540_100.900 เป็นผลลัพธ์ของพื้นที่วิเคราะห์ ที่ตำแหน่ง Latitude 19.540 N, 100.900 E

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ในงานวิจัยนี้ ไม่คำนึงถึงผลลัพธ์ในแฟ้มข้อมูลที่ขึ้นต้นด้วย snow เนื่องจากหิมะไม่ส่งผลต่อทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา และประเทศไทย ผลลัพธ์ที่ได้มีรูปแบบดังตัวอย่างในภาพที่ 3-24

2004 08	18	21.5300	3.9373	0.2467	8.0030	0.9200	119.5303	65.8000	158.2830	138.2583	3.937	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	27.5373	0.1800
2004 08	19	0.0000	2.0521	0.0000	7.4464	0.0000	110.9518	65.8000	210.0698	166.8067	0.92	1.132	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	28.0967	0.1800
2004 08	20	0.0000	1.3758	0.0000	3.4305	0.0000	106.1456	65.8000	201.4705	163.3987	0	1.376	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	28.3224	0.1800
2004 08	21	0.0000	1.3807	0.0000	2.0436	0.0000	102.7213	65.8000	207.4567	164.6979	0	1.381	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	27.7942	0.1800
2004 08	22	34.2600	1.1969	0.4881	9.3579	0.9200	125.0183	65.8000	160.8378	140.3588	0	1.197	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	28.2295	0.1800
2004 08	23	32.8100	3.7278	10.4771	19.9109	0.9200	123.7125	65.8000	151.6081	131.8085	3.728	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	25.7740	0.1800
2004 08	24	25.1500	3.7123	1.5269	19.4978	0.9200	124.1256	65.8000	142.9683	131.0832	3.712	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	27.5430	0.1800
2004 08	25	1.3200	2.6878	0.0000	10.6037	0.0000	113.0740	65.8000	148.8044	132.2624	2.24	0.4478	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	27.3139	0.1800
2004 08	26	1.2300	1.1005	0.0038	4.3400	0.9200	107.9397	65.8000	141.3188	130.5642	0	1.101	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	27.8369	0.1800
2004 08	27	25.6400	3.3753	0.3150	8.4453	0.9200	121.4441	65.8000	119.9977	122.0310	3.375	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	27.3897	0.1800
2004 08	28	9.2500	2.7295	0.1042	11.2063	0.9200	116.6541	65.8000	91.0383	99.4091	2.73	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	25.6099	0.1800
2004 08	29	7.7800	3.1466	0.0644	7.4598	0.9200	113.7634	65.8000	112.7029	113.4385	3.147	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	26.4861	0.1800
2004 08	30	37.3300	3.3824	4.0877	16.7364	0.9200	126.8869	65.8000	125.4977	120.8052	3.382	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	26.9853	0.1800
2004 08	31	30.8700	3.8065	10.3271	20.5243	0.9200	123.0990	65.8000	148.3700	132.6900	3.806	0	0.0000	0.0000	0.0000	317.7536	27.7381	0.1800
2004 09	01	40.8000	3.8373	16.6704	19.3080	0.6880	124.3153	65.8000	150.4699	134.0009	3.837	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	28.0131	0.1800
2004 09	02	15.6200	3.3928	0.2347	15.9099	0.6880	120.5119	65.8000	140.8986	126.8064	3.583	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	27.0931	0.1800
2004 09	03	11.2800	2.9134	0.1338	11.2533	0.6880	117.4915	65.8000	99.2985	105.0510	2.913	0	0.0000	0.0000	0.0000	346.6403	26.1846	0.1800
2004 09	04	3.1700	3.6342	0.0000	6.6381	0.2238	110.8834	65.8000	140.1497	128.3229	3.634	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	27.5797	0.1800
2004 09	05	0.0000	1.4044	0.0000	3.4318	0.0000	106.2419	65.8000	133.0353	119.6203	0.2238	1.151	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	27.4691	0
2004 09	06	5.7800	0.9510	0.0569	2.7902	0.6880	107.5357	65.8000	118.5947	114.9645	0	0.951	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	26.6064	0.1800
2004 09	07	42.2200	2.1666	3.9657	15.3124	0.6880	128.3109	65.8000	57.3046	80.2032	2.167	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	24.9669	0.1800
2004 09	08	33.7600	3.2178	15.2297	21.0181	0.6880	122.6133	65.8000	129.1685	117.0573	3.218	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	25.6143	0.1800
2004 09	09	56.3700	2.7186	32.6414	19.1598	0.6880	124.4635	65.8000	102.2858	108.5421	2.719	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	24.8003	0.1800
2004 09	10	3.0500	3.0755	0.0000	11.0063	0.6625	113.4573	65.8000	129.5621	113.4121	3.076	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	24.4761	0.1800
2004 09	11	7.7400	3.4265	0.0556	5.6587	0.6530	112.0310	65.8000	148.2122	125.4359	3.401	0.02575	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	25.8494	0
2004 09	12	29.1100	3.6547	0.4214	12.6871	0.6880	124.3778	65.8000	150.1784	128.0118	3.655	0	0.0000	0.0000	0.0000	293.3111	26.7508	0.1800
2004 09	13	46.2300	2.8576	24.1268	19.7067	0.6880	123.9167	65.8000	106.7027	104.2752	2.858	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	25.3630	0.1800
2004 09	14	28.8600	3.2350	5.9183	19.5615	0.6880	124.0618	65.8000	133.6629	117.2979	3.235	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	25.5241	0.1800
2004 09	15	8.3500	3.0201	0.0838	12.6655	0.6880	116.6364	65.8000	119.0425	109.9891	3.02	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	25.4136	0.1800
2004 09	16	0.3500	1.7603	0.0006	5.9936	0.0000	109.9205	65.8000	144.7639	123.8624	1.038	0.7223	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	26.3990	0
2004 09	17	0.9800	0.9212	0.0034	3.2070	0.6880	106.0809	65.8000	120.1234	111.2364	0	0.9212	0.0000	0.0000	0.0000	190.6522	25.7523	0.1800
2004 09	18	0.0000	1.7306	0.0000	2.0698	0.0000	102.9693	65.8000	203.2536	152.0615	0.688	1.043	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	25.8646	0
2004 09	19	37.4900	1.0535	0.5773	11.2745	0.6880	126.8660	65.8000	150.5561	123.8641	0	1.053	0.0000	0.0000	0.0000	211.8353	25.9687	0.1800
2004 09	20	23.2200	3.3196	3.1430	20.5173	0.6880	123.1060	65.8000	137.9117	119.1352	3.32	0	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	26.0745	0.1800
2004 09	21	0.2200	1.7076	0.0000	9.7831	0.0000	112.5233	65.8000	157.0553	126.7446	0.908	0.7996	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	26.4920	0
2004 09	22	0.0000	1.2991	0.0000	4.0219	0.0000	107.2023	65.8000	209.6242	154.2056	0	1.299	0.0000	0.0000	0.0000	381.3044	27.1552	0.1800

ภาพที่ 3-24 ตัวอย่างผลลัพธ์ของแบบจำลอง VIC-2L

การเตรียมข้อมูลสำหรับแบบจำลอง Routing

แบบจำลอง Routing ใช้ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำหลากผิวดินดังนี้

1. การจัดทำแฟ้มข้อมูล ต่าง ๆ สำหรับดำเนินการแบบจำลอง Routing

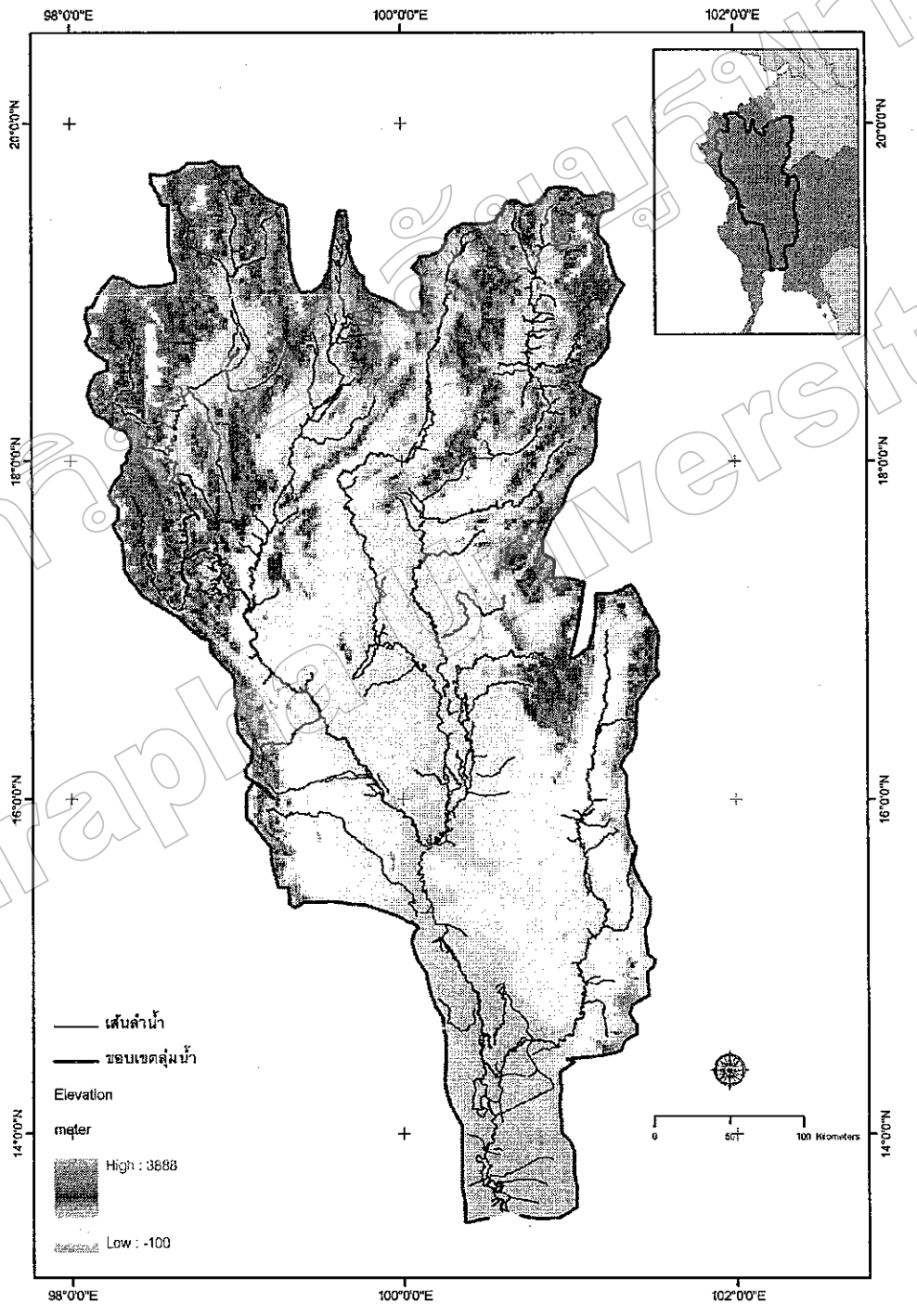
1.1 แฟ้มข้อมูลทิศทางการไหล (Flow Direction File)

เป็นแฟ้มข้อมูลเพื่อบอกทิศทางการไหลของน้ำในแต่ละพื้นที่วิเคราะห์ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 8 โดยจะไหลไปทางที่มีพื้นที่ต่ำที่สุด การสร้าง Flow Direction File ต้องการข้อมูลชั้นความสูง ในการวิจัยนี้ใช้ข้อมูล จากโครงการ Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) (CGIAR-CSI, 2006) ซึ่งมีรายละเอียดจุดภาพที่ 90 เมตร ดังภาพที่ 3- 25 มา สกัดเอาเฉพาะในลุ่มน้ำเจ้าพระยา และ Interpolation โดยโปรแกรม ESRI ArcMap 9.0 เพื่อให้ได้รายละเอียดจุดภาพเท่ากับ 1 ตารางกิโลเมตร จากนั้นใช้ชุดคำสั่ง “Flowdirection” จะได้แฟ้มข้อมูลที่บอกทิศทางการไหลของน้ำตามความสูงของพื้นที่ และแปลงรูปแบบข้อมูลให้เป็น ESRI ASCII Grid จะได้แฟ้มข้อมูล Flow direction file สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลอง Routing ต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.2 แฟ้มข้อมูลความเร็วของน้ำ (Flow Velocity File)

เป็นแฟ้มข้อมูลที่บอกความเร็วของการไหลน้ำในแต่ละพื้นที่วิเคราะห์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความชันของพื้นที่ โดยทั่วไปมีค่าประมาณ 1-3 เมตรต่อวินาที (ณัฐพล ศรีสุธาสินี, 2545)



ภาพที่ 3-25 แผนที่แสดงชั้นความสูงของลุ่มน้ำเจ้าพระยา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เริ่มจากการนำเอาข้อมูลชั้นความสูงมาหาความชัน โดยโปรแกรม ESRI ArcMap 9.0 ด้วยชุดคำสั่ง "Slope" จะได้แฟ้มข้อมูลซึ่งเก็บค่าเปอร์เซ็นต์ของความชันแต่ละพื้นที่ จากนั้นนำมาเปรียบเทียบ และแทนค่าความเร็วของการไหล โดยใช้ความเร็วเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ ดังในตารางที่ 3-4 แปลงข้อมูลในอยู่ในรูปแบบ ESRI ASCII Grid

ตารางที่ 3-4 ความเร็วของการไหลเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ (หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที) (ณัฐพล ศรีสุธาสินี, 2545)

Description of	Slope in percent			
Water course	0-3	4-7	8-11	12 >
Woodlands	0-0.45	0.45-0.75	0.75-0.975	0.975
Pastures	0-0.75	0.75-1.05	1.05-1.275	1.275
Cultivated	0-0.9	0.9-1.35	1.35-1.65	1.65
Pavements	0-2.55	2.55-4.05	4.05-5.1	5.1

1.3 แฟ้มข้อมูลการแพร่ของน้ำในดิน (Flow Diffusion file)

Flow Diffusion คือการแพร่ของน้ำในแต่ละพื้นที่วิเคราะห์ ซึ่งสามารถประมาณค่าได้จากสมการที่ 3-10 (Lohmann et al., 1996)

$$D < L*C/100 \qquad (3\text{-}10)$$

เมื่อ L = ขนาดของพื้นที่วิเคราะห์ (Grid) (เมตร) ในงานวิจัยนี้เท่ากับ 1,000

C = ความเร็วของน้ำในพื้นที่ (เมตรต่อวินาที)

D = การแพร่ของน้ำในพื้นที่ (ตารางเมตรต่อวินาที)

ใช้ข้อมูลซึ่งได้จากการคำนวณความเร็วน้ำไหลในพื้นที่ มากำหนดเงื่อนไขตามสมการในโปรแกรม ESRI ArcMap 9.0 แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ ESRI ASCII Grid จะได้ Flow Diffusion File สำหรับแบบจำลอง Routing

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.4 แฟ้มข้อมูลขอบเขต (Xmask File)

เป็นแฟ้มข้อมูลเพื่อบอกขนาดของพื้นที่วิเคราะห์ มีหน่วยเป็นเมตร ในงานวิจัยนี้เท่ากับ 1,000 สร้างได้โดยนำ Flow Direction File มากำหนดเงื่อนไขในโปรแกรม ESRI ArcMap 9.0 ให้พื้นที่ที่อยู่ในขอบเขตของลุ่มน้ำเจ้าพระยามีค่าเท่ากับ 1,000 และแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ ESRI ASCII Grid จะได้ Xmask File

1.5 แฟ้มข้อมูลสัดส่วน (Contributing Fraction File)

เป็นแฟ้มข้อมูลซึ่งแสดงสัดส่วนของพื้นที่ในหน่วยวิเคราะห์ในบริเวณขอบลุ่มน้ำ ซึ่งจะมีผลก็ต่อเมื่อ พื้นที่วิเคราะห์มีขนาดใหญ่มากกว่า 50 ตารางกิโลเมตร ซึ่งไม่ส่งผลต่อการวิจัยครั้งนี้ จึงใส่ค่าพื้นที่วิเคราะห์ที่อยู่ในลุ่มน้ำเป็น 1 และค่าของพื้นที่วิเคราะห์ที่อยู่นอกลุ่มน้ำเป็น 0 โดยกำหนดเงื่อนไขในโปรแกรม ESRI ArcMap 9.0 ซึ่งใช้ Flow Direction File เป็นข้อมูลนำเข้าเงื่อนไข

1.6 แฟ้มข้อมูลสถานีคำนวณอัตราน้ำหลาก (Station Location File)

เป็นแฟ้มข้อมูลที่บอกตำแหน่งของพื้นที่วิเคราะห์ ที่ต้องการให้คำนวณปริมาณน้ำหลากผิวดิน โดยมีข้อกำหนดดังนี้

```
1 C2 18      52      -9999
NONE
```

เมื่อ	1	คือ	ค่าที่กำหนดให้คำนวณสถานีนี้
	C2	คือ	ชื่อสถานี
	18	คือ	แถวของพื้นที่วิเคราะห์ นับจากมุมซ้ายล่าง
	52	คือ	สดมภ์ของพื้นที่วิเคราะห์ นับจากมุมซ้ายล่าง
	-9999		ยังไม่กำหนดให้ใช้ในการคำนวณ
	NONE		แสดงว่ายังไม่มีข้อมูลของ Unit Hydrograph ในพื้นที่ดังกล่าว

1.7 แฟ้มข้อมูลกราฟน้ำหลากผิวดินหนึ่งหน่วย (Unit Hydrograph File)

UH คือกราฟน้ำหลากผิวดินหนึ่งหน่วย (Unit Hydrograph) ของลุ่มน้ำเป็นสัดส่วนของการไหลของมวลน้ำต่อหนึ่งหน่วย ในงานวิจัยนี้ใช้ ข้อมูล UH ตามค่าเริ่มต้น ดังตารางที่ 3-5

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3-5 ข้อมูลกราฟน้ำหลากผิวดินหนึ่งหน่วย (Unit Hydrograph)

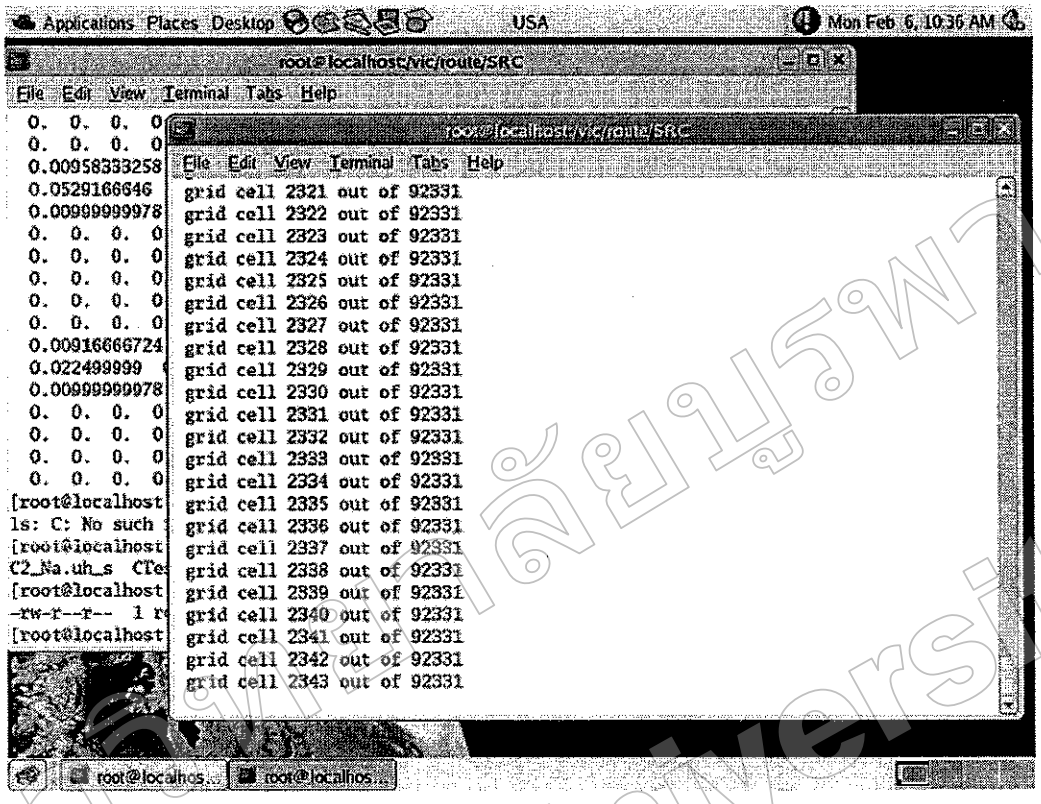
วัน	สัดส่วนการไหลของมวลน้ำ
0	0.0100
1	0.2400
2	0.3300
3	0.1800
4	0.1200
5	0.0500
6	0.0200
7	0.0100
8	0.0100
9	0.0100
10	0.0100
11	0.0100

ซึ่งการวิจัยนี้ ใช้ข้อมูลอัตราน้ำไหล (Discharge) รายวันจาก สถานีวัดน้ำ C2 ค่ายจิระประวัติ นครสวรรค์ (กรมชลประทาน, 2548) ณ ตำแหน่ง เส้นรุ้งที่ 15 องศา 40 ลิปดา 15 ฟิลิปดา เหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 6 ลิปดา 45 ฟิลิปดา ตะวันออก สำหรับการตรวจปรับแก้ (Calibration) ผลของ แบบจำลอง Routing และใช้ข้อมูลอัตราน้ำไหลที่ สถานีศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ป้อมพระจุลจอมเกล้า สมุทรปราการ ณ ตำแหน่ง เส้นรุ้งที่ 13 องศา 33 ลิปดา เหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 34 ลิปดา ตะวันออก เป็นสถานีศึกษาวิจัย

การดำเนินการแบบจำลอง Routing

เมื่อเตรียมแฟ้มข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ดังกล่าวรายละเอียดทั้งหมด 7 แฟ้มข้อมูล และได้ผลลัพธ์จากแบบจำลอง VIC-2L ซึ่งมีแฟ้มข้อมูลเท่ากับจำนวนพื้นที่วิเคราะห์แล้ว จึงดำเนินการแบบจำลอง Routing บนระบบปฏิบัติการ Linux เช่นกันดังตัวอย่างภาพที่ 3-26 โดยการดำเนินการแบบจำลองครั้งแรก กำหนดให้แบบจำลอง Routing คำนวณข้อมูลอัตราน้ำไหลเพียงเฉพาะสถานี C2 ค่ายจิระประวัติ นครสวรรค์ เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดอัตราน้ำไหลจริง

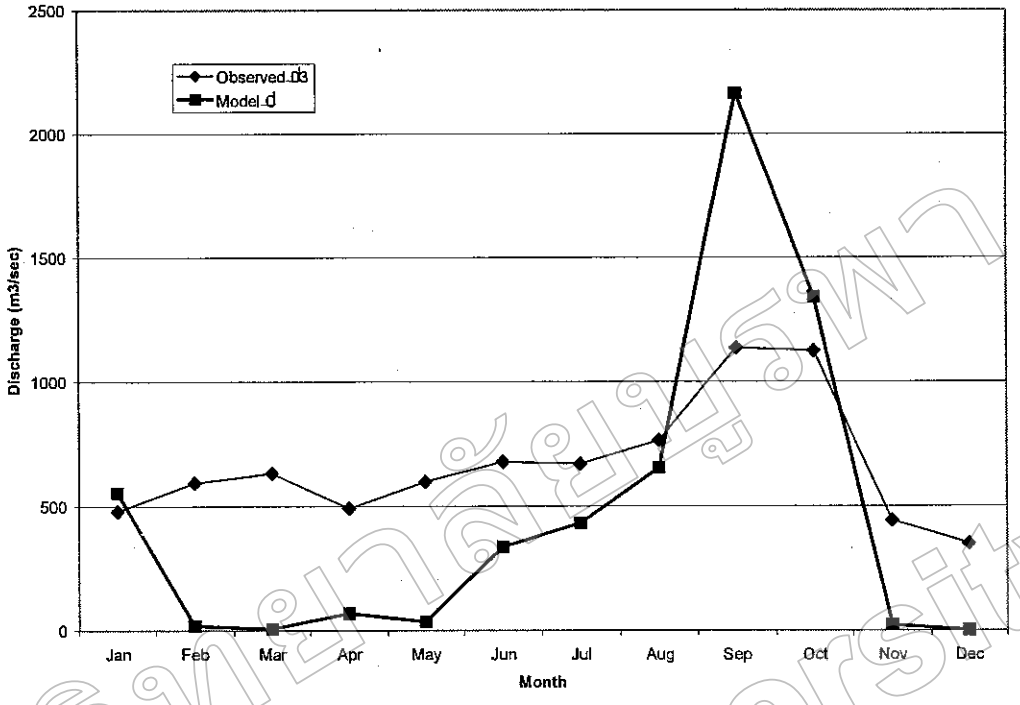
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-26 การดำเนินการแบบจำลอง Routing

การปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง Routing เพื่อให้ผลลัพธ์ของแบบจำลองใกล้เคียงกับค่าอัตราการไหลของน้ำที่ตรวจวัดได้จริง สามารถทำได้โดย นำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมาหาค่าเฉลี่ยรายเดือน เปรียบเทียบกับค่าที่จะได้จากการตรวจวัดจริง เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันจะปรับค่าสัมประสิทธิ์ R และ B ในแฟ้มข้อมูลที่กำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ ของแบบจำลอง Routing เมื่อ R เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลออกจากพื้นที่ ของน้ำผิวดิน และ B เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลออกจากพื้นที่ ของน้ำใต้ดิน แล้วดำเนินการแบบจำลอง Routing ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ค่าใหม่และตรวจสอบเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจวัดได้จริง จนกว่าค่าทั้งสองจะใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 3-27 เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง Routing สำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยาแล้ว จึงดำเนินการแบบจำลอง Routing อีกครั้งโดยการสร้างแฟ้มข้อมูลสถานีคำนวณอัตราน้ำหลาก (ในข้อ 1.6) เพื่อคำนวณหาอัตราน้ำไหล ณ สถานีศูนย์พัฒนาการประมงฯ ป้อมพระจุลจอมเกล้า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-27 แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบเพื่อปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง Routing

การพัฒนาแบบจำลองน้ำหลากผิวดินเพื่อคำนวณหาน้ำหลากผิวดิน ณ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา

เมื่อได้ค่าอัตราน้ำไหล ณ สถานีค่ายจิระประวัติ และสถานีศูนย์พัฒนาการประมงฯ อันเป็นผลจากการคำนวณโดยแบบจำลอง VIC-2L และ Routing แล้ว นำผลลัพธ์ที่ได้มาหาความสัมพันธ์กับระดับน้ำ ซึ่งคำนวณได้จากมาตรน้ำ พ.ศ.2546 (กรมอุทกศาสตร์, 2545) โดยการสร้างความสัมพันธ์เพื่อคำนวณหาอัตราน้ำไหล ณ เวลาใด ๆ ที่สถานีศูนย์พัฒนาการประมงฯ ให้ใกล้เคียงแม่นยำมากขึ้น โดยนำเอาผลกระทบจากน้ำขึ้น-น้ำลง มาพิจารณาเป็นตัวแปรในสมการความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นด้วย ซึ่งใช้หลักการความสัมพันธ์ดังสมการที่ 3-11

$$Q = aL + b + Qvic \qquad (3\text{-}11)$$

โดย Q = อัตราการไหลของน้ำบริเวณปากแม่น้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

L = ระดับน้ำ ณ สถานีนำร่อง ปากแม่น้ำเจ้าพระยา เทียบกับน้ำทะเลปานกลาง (เมตร)

Qvic = อัตราการไหลของน้ำ ณ สถานีค่ายจิระประวัติ นครสวรรค์ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

a = ค่าคงที่สำหรับระดับน้ำ ในงานวิจัยนี้ใช้ -1,700

b = ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการปรับแก้ผลของแบบจำลอง Routing

การตรวจวัดอัตราน้ำไหลด้วยเครื่องมือ Acoustic Doppler Current Profiler

เนื่องจากสถานีศูนย์พัฒนาการประมงฯ ซึ่งเป็นสถานีศึกษาในงานวิจัยนี้ ไม่ปรากฏข้อมูลหรือเอกสารอ้างอิง อื่นใด จึงไม่สามารถหาข้อมูลอัตราน้ำไหล ในอดีตมาตรวจสอบความถูกต้องผลลัพธ์ของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นได้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตรวจวัดอัตราน้ำไหล ในช่วงเวลาซึ่งทำการศึกษาเป็นตัวแทนของข้อมูลในอดีต โดยผู้วิจัย ใช้เครื่องมือวัดกระแสน้ำหลายระดับ หรือ ที่เรียก ADCP ตรวจวัดอัตราน้ำไหล แบบลากตัดลำน้ำ โดยยึดติดอุปกรณ์ ADCP กับเรือเล็ก และเชื่อมต่อสายสัญญาณ เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ใช้โปรแกรม RD WinRiver อ่านข้อมูลและคำนวณเป็นอัตราการไหลของน้ำ ในแต่ละช่วงเวลา ลากเก็บข้อมูลอัตราน้ำไหล ไป-กลับ ทุก ๆ 2 ชั่วโมง ณ วันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ.2549 ตำแหน่งกลางแม่น้ำเจ้าพระยา พิกัดที่ เส้นรุ้งที่ 13 องศา 34 ลิปดา 2 ฟิลิปดา เหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 34 ลิปดา 10 ฟิลิปดา ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3-28 และผลจากตรวจวัดอัตราน้ำไหล สถานีศูนย์พัฒนาการประมงฯ แสดงไว้ในตารางที่ 3-6 ภาพตัวอย่างหน้าจอมอนิเตอร์ของโปรแกรม RD WinRiver แสดงไว้ในภาพที่ 3-29

ตารางที่ 3-6 ผลการตรวจวัดอัตราน้ำไหล บริเวณสถานีศูนย์พัฒนาการประมงฯ วันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2549

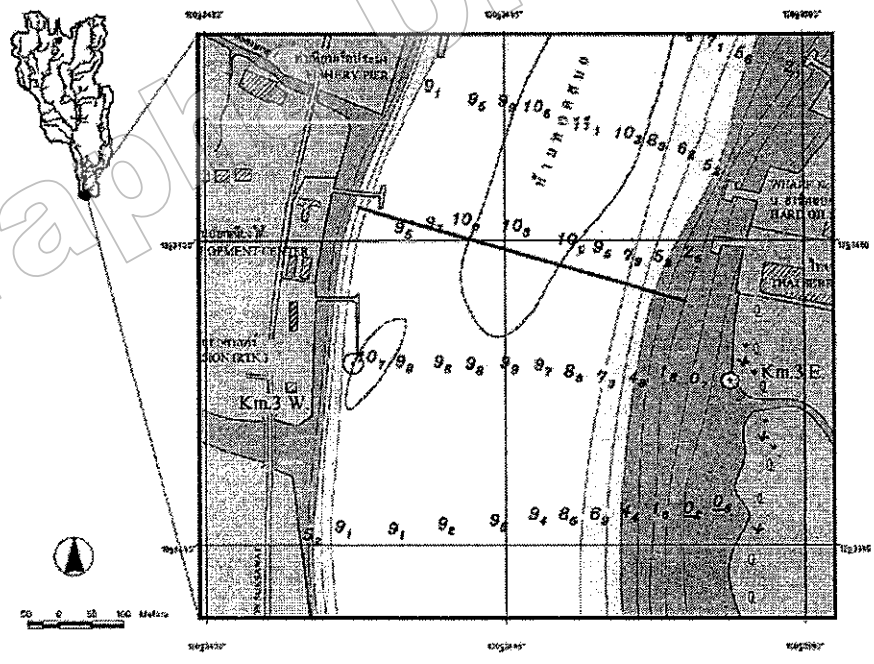
Sample	Time	Max Depth (m)	Flow Speed (m/s)	Flow Direction (deg)	Discharge (m3/s)
0	09.38	11.98	0.55	197.8	2,030
1	09.47	10.75	0.46	194.1	1,819
2	09.56	10.70	0.37	197.5	1,532
3	10.06	11.00	0.33	195.0	1,368
4	12.06	11.24	0.09	27.4	-399
8	12.22	11.55	0.08	16.4	-351
9	12.28	11.36	0.13	19.8	-575
10	14.02	12.50	0.41	18.8	-1,836

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

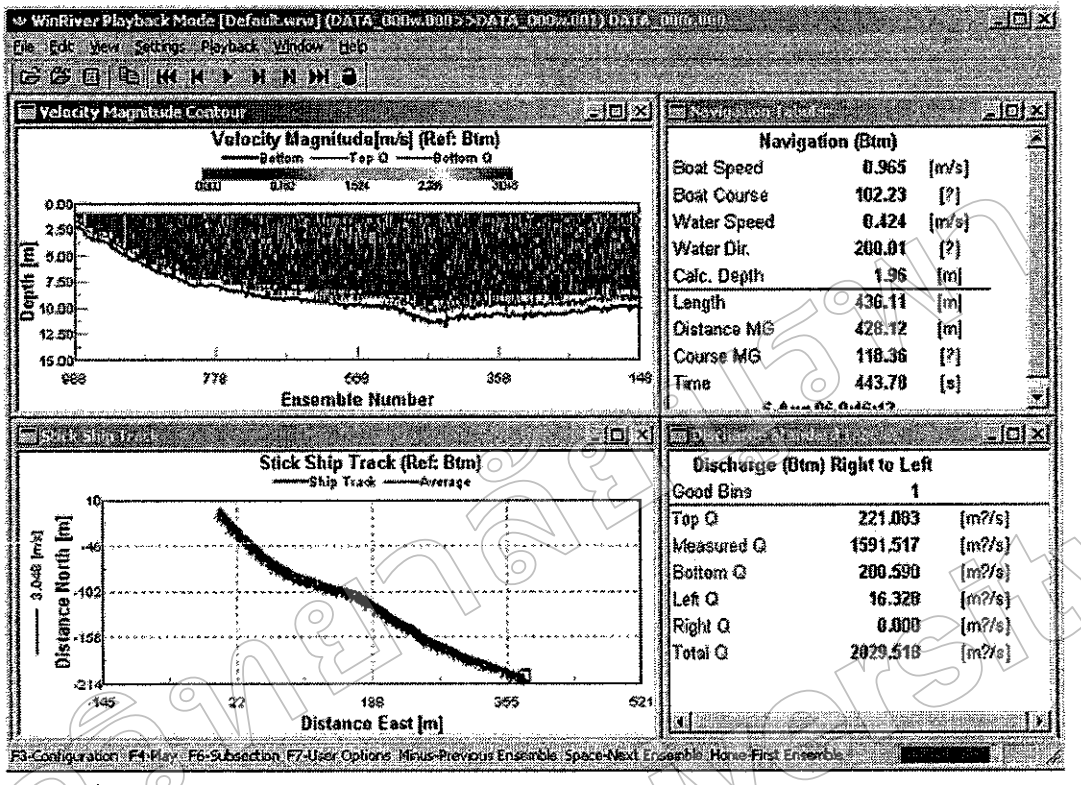
Sample	Time	Max Depth (m)	Flow Speed (m/s)	Flow Direction (deg)	Discharge (m3/s)
11	14.10	12.14	0.41	20.3	-1,993
12	15.59	12.60	0.45	18.8	-2,308
13	16.06	12.84	0.51	14.7	-2,654
14	17.58	12.66	0.41	15.0	-1,982
15	18.05	12.62	0.43	14.6	-2,081
16	18.12	12.80	0.40	15.2	-1,914
17	18.19	13.14	0.43	13.9	-2,101

หมายเหตุ ข้อมูลชุดที่ 5 – 7 มีความคลาดเคลื่อนในขณะเก็บข้อมูล จึงตัดออก
อัตราน้ำไหลที่มีค่าติดลบหมายถึงน้ำทะเลไหลย้อนเข้าสู่แม่น้ำเจ้าพระยา



ภาพที่ 3-28 แผนที่แสดงร่องน้ำบริเวณ ศูนย์พัฒนาการประมงฯ ป้อมพระจุลจอมเกล้า
โดยที่ เส้นทึบเป็นแนววัดอัตราน้ำไหลด้วยเครื่อง ADCP และตัวเลข เช่น 9_1 เป็นระดับร่องน้ำลึกเฉลี่ย เท่ากับ 9.1 เมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-29 แสดงตัวอย่างหน้าจอมอนิเตอร์ของโปรแกรม RD WinRiver ขณะวัดอัตราน้ำไหล

ข้อมูลระดับน้ำจากการตรวจวัดโดยดาวเทียม

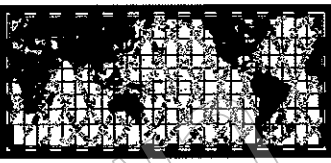
การสืบค้นข้อมูลความสูงจากการตรวจวัดโดยดาวเทียมนั้น งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลความสูงระดับน้ำจากฐานข้อมูล CCAR Near Real-Time Altimetry Data Host ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ Real-Time Altimetry สืบค้นได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ http://e450.colorado.edu/realtime/global_realtime/alongtrack.html (Colorado Center for Astrodynamics Research, 2005) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3-30 โดยตรวจสอบจากแนววงโคจรของดาวเทียมในโครงการ ที่ผ่านสถานีวัดระดับบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม ERS-2 ทั้งนี้เนื่องจาก การวิเคราะห์ ข้อมูลความสูงของระดับน้ำ ในโครงการยังไม่สมบูรณ์นัก จึงสามารถสืบค้นข้อมูลได้เพียง 3 ระเบียน ที่ใกล้เคียงกับสถานีวัดน้ำ นำร่อง ปากแม่น้ำเจ้าพระยา ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3-31 จากทั้งหมด 417 ระเบียนข้อมูลในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ผลการสืบค้นข้อมูลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3-7

Colorado Center for Astrodynamics Research

Real-Time Altimetry Project

CCAR

Global Near Real-Time Alongtrack Data Host



Colorado Center for Astrodynamics Research

Dept. of Aerospace Engineering Sciences University of Colorado, Boulder

Welcome to the CCAR Global Near Real-Time Sea Surface Height Anomaly Data Host. This page allows you to download ASCII data of the sea surface height anomaly for any region in the global ocean (70°S to 70°N latitude
Altimetry from Jason, TOPEX/POSEIDON (T/P), Geosat Follow-On (GFO), ERS-2 and Envisat altimeter is processed in near real-time, and usually available within 12 to 36 hours of overflight.

This page is hosted by the Colorado Center for Astrodynamics Research (CCAR) at the University of Colorado, Boulder.

Input Options

Analysis Date:

No Jason data can be accessed prior to January 15, 2002.

No Topex-2 data can be accessed prior to September 20, 2002.

No Topex data can be accessed prior to April 26th, 1996 or after August 11, 2002.

No ERS data is available after June 9th 2004.

No Envisat data is available before February 8th 2003.

No GFO data is available before January 7th, 2000.

Data files are generally available 24 to 36 hours after overflight.

Only Data for dates up to and including the default date (the date displayed in the selection box upon initial loading of the page or the date displayed by clicking the "Reset Values" button) is approved for use.

Month	Day	Year
JANUARY	1	5 2007

Geographical Region of Interest:

Enter latitude and longitude below, or select a region from the list. If you would like a region added, please send e-mail to the CCAR Real-time Altimeter Data Research Group. Make sure to include the desired latitude and longitude range.

EAST LONGITUDE (in degrees)

minimum 99 maximum 106

Gulf of Thailand

Click here for a list of regions with their values.

Note: Using the pull down menu for regions may not work with all browsers.

LATITUDE (in degrees)

minimum 5 maximum 14

Satellite:

Choose a satellite, or any combination.

☐ Jason

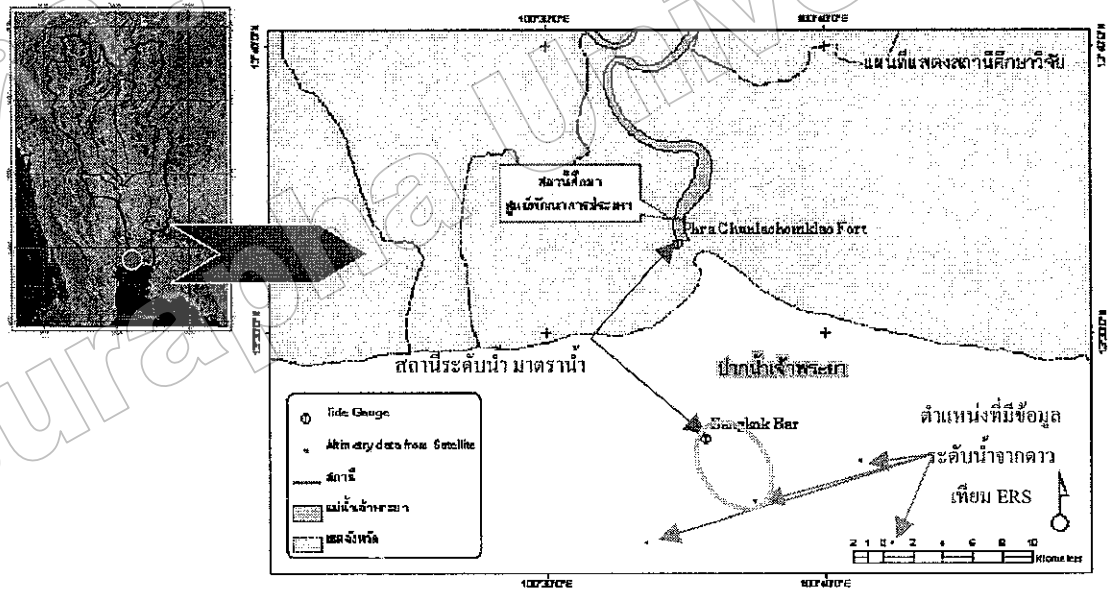
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ 3-30 แสดงหน้าจอสำหรับสืบค้นข้อมูลความสูงระดับน้ำจากโครงการ Real-Time Altimetry

ตารางที่ 3-7 ข้อมูลระดับน้ำจากการตรวจวัดโดยดาวเทียมเปรียบเทียบกับข้อมูลจากมาตรน้ำ

ID	Date	UTC	THAI Time	SAT	LAT (N)	LON (E)	SSH (mm)	Tide Table (mm)
69	18/3/2003	15:37:47	22:37:47	ERS-2	13.401	100.625	-686	-1187
122	22/4/2003	15:37:47	22:37:47	ERS-2	13.401	100.625	393	1103
152	27/5/2003	15:37:47	22:37:47	ERS-2	13.401	100.625	-485	-33

<u>หมายเหตุ</u> ค่าความสูงของระดับน้ำทะเลจากมาตรน้ำ (Tide table) ปรับแก้เพื่อเปรียบเทียบกับระดับน้ำทะเลป่านกลางแล้ว โดยใช้ค่าระดับความสูงที่อ่านได้หักลบด้วย 2.46 เมตร (กรมอุทกศาสตร์, 2549)



ภาพที่ 3-31 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดระดับน้ำ และตำแหน่งการตรวจวัดระดับน้ำด้วยดาวเทียม

จากนั้นนำระดับความสูงที่ได้จากการตรวจวัดโดยดาวเทียมมาหาความสัมพันธ์กับความสูงระดับน้ำที่ได้จากมาตรน้ำ เพื่อนำไปใช้ในแบบจำลองที่พัฒนาได้ต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University