การพัฒนาแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่

ศักดิ์ชัย ปรีชาวีรกุล ธิรดา ยงสถิตศักดิ์ อดุลย์ เบ็ญนุ้ย พีระพิทย์ พืชมงคล ยงเฉลิมชัย
ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคใต้)
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

การเกิดน้ำท่วมขนาดใหญ่ในเขตชุมชนเมืองหาดใหญ่ เมื่อปีพ.ศ. 2531 2543 และ 2554 ได้สร้างความเสียหายต่อเศรษฐกิจและสังคมอย่างมาก การสำรวจระดับน้ำท่วมสูงสุดที่เกิดขึ้นในเขตชุมชนเมืองหาดใหญ่ เมื่อปี พ.ศ. 2553 พบว่าชุมชนเมืองหาดใหญ่ มีพื้นที่น้ำท่วม 40.86 ตร.กม. ร้อยละ 60 ของพื้นที่น้ำท่วมในเขตชุมชนเมืองหาดใหญ่ มีระดับน้ำท่วม 1-2.5 เมตร บริเวณที่มีความลึกของน้ำท่วมมากที่สุดคือ 4.09 เมตร และต่ำสุด 0.3 เมตร ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม สามารถนำมาปรับปรุงข้อมูล DEM เดิมของกรมแผนที่ทหาร ได้เป็น DEM ชุดใหม่ในเขตชุมชนเมืองหาดใหญ่ ข้อมูล DEM ชุดใหม่นี้ นำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองพื้นที่น้ำท่วมถึง (Water Planar Surface) ตั้งแต่ระดับ 1 – 9 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (ร.ท.ก.) เพื่อใช้ในการคาดการณ์โดยประมาณว่ามีพื้นที่ใดบ้างที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำที่กำหนด และมีความเสี่ยงที่จะเกิดน้ำท่วม และได้พัฒนาแบบจำลองการเกิดน้ำท่วม โดยใช้ HEC-RAS HEC-GEORAS ร่วมกับโปรแกรม ARCGIS เพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยการเกิดน้ำท่วม ในเขตชุมชนเมืองหาดใหญ่ โดยทำการจำลองสถานการณ์เมื่อมีปริมาณน้ำ ณ สถานี X.44 บ้านหาดใหญ่ใน มีปริมาณน้ำขนาด 600, 900 และ 1600 ลบ.ม./วินาที ผลที่ได้มีความสอดคล้องในระดับหนึ่งของการเกิดน้ำท่วมจริงในปี พ.ศ. 2553 คือ ปริมาณน้ำท่า 600 ลบ.ม./วินาที จะทำให้น้ำเริ่มล้นตลิ่งบริเวณฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภา ระดับผิวน้ำสูง 2.31 เมตร ปริมาณน้ำท่า 900 ลบ.ม./วินาที น้ำจะไหลเข้าสูงเมืองหาดใหญ่ ระดับผิวน้ำสูง 6.15 เมตร และปริมาณน้ำท่า 1,600 ลบ.ม./วินาที น้ำจะท่วมเขตเศรษฐกิจของเมืองหาดใหญ่ทั้งหมด ระดับผิวน้ำสูง 8.41 เมตร

คำหลัก

เขตชุมชนเมืองหาดใหญ่ แผนที่ระดับน้ำท่วมสูงสุด แบบจำลองความสูงของภูมิประเทศ แบบจำลองพื้นที่น้ำท่วมถึง แบบจำลองการเกิดน้ำท่วม

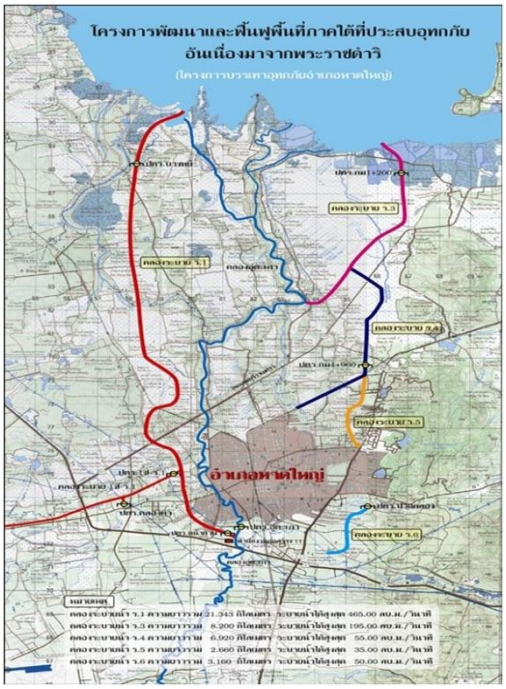
1. บทนำ

หลังจากการเกิดน้ำท่วมขนาดใหญ่ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ เมื่อปี พ.ศ. 2531 ซึ่งได้สร้างความเสียหายต่อเศรษฐกิจและสังคมอย่างมาก กรมชลประทานจึงได้จัดทำโครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองหาดใหญ่ตามแนวพระราชดำริ โดยได้ทำการขุดลอกคลองธรรมชาติ 4 สาย คือ คลองอู่ตะเภา คลองอู่ตะเภาแยก 1 คลองอู่ตะเภาแยก 2 และคลองท่าช้างบางกล่ำ เพื่อช่วยให้การระบายน้ำในคลองอู่ตะเภาลงสู่ทะเลสาบสงขลาทำได้เร็วขึ้น ซึ่งก็สามารถใช้งานได้

ตามวัตถุประสงค์ อย่างไรก็ดี หลังจากนั้นอีก 12 ปี ในปี พ.ศ. 2543 ก็ได้เกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ขึ้นอีก และกรมชลประทานก็ได้จัดทำโครงการบรรเทาอุทกภัย โดยขุดคลองระบายน้ำเพิ่มเติมอีกจำนวน 5 สาย พร้อมอาคารประกอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ และได้ติดตั้งโทรมาตร เพื่อคาดการณ์และเตือนภัย ประกอบด้วยคลองระบายน้ำ ร.1 คลอง ร.3 คลอง ร.4 คลอง ร.6 (ภาพที่ 1) โครงการดังกล่าวได้ดำเนินการเสร็จสิ้นในปี พ.ศ. 2550 ถัดจากนั้นอีก 2 ปี ในปี พ.ศ. 2552 ก็ได้เกิดอุทกภัยขึ้นแต่เป็นบริเวณรอบนอกเมืองหาดใหญ่ ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการระบายน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพของคลองระบายน้ำที่ขุดเพิ่มเติม ต่อมาอีกหนึ่งปีคือ ในปี พ.ศ.2553 ก็ได้เกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ขึ้น และจากรายงานของสำนักงานก่อสร้าง 11 สำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ กรมชลประทาน ได้สรุปเกิดอุทกภัยในปี พ.ศ. 2553 ซึ่งมีปริมาณน้ำท่าสูงถึง 1,623.50 ลบ.ม./วินาที การใช้คลอง ร.1 ซึ่งมีความสามารถในการระบายน้ำ 465 ลบ.ม./วินาที ร่วมกับคลองอู่ตะเภาและคลองสาขาอื่นๆ ไม่เพียงพอที่จะระบายน้ำให้ลงสู่ทะเลสาบสงขลาได้ทันท่วงที และนำไปสู่การจัดทำโครงการบรรเทาอุทกภัยอำเภอหาดใหญ่ (ระยะที่ 2) ของกรมชลประทาน ซึ่งจะทำการปรับปรุงคลองระบายน้ำ ร. 1 ให้สามารถระบายน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 1,200 ลบ.ม./วินาที

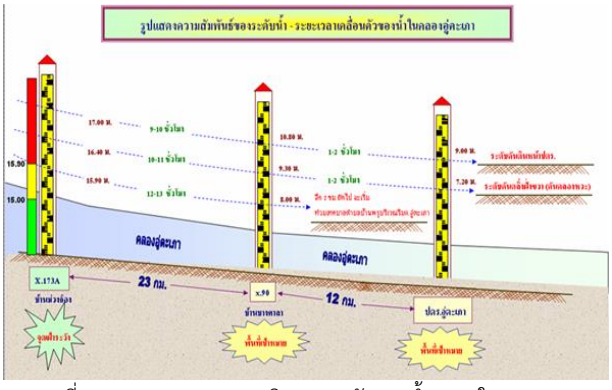
นอกเหนือจากการจัดทำโครงการบรรเทาอุทกภัยอำเภอหาดใหญ่แล้ว กรมชลประทานยังได้พัฒนาการพยากรณ์เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วม โดยอาศัยความสัมพันธ์ของระดับน้ำที่สถานีวัดระดับน้ำต่างๆ ตามแนวลำน้ำขึ้น เพื่อใช้สำหรับเตือนภัยน้ำท่วมในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่และใกล้เคียง แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจะใช้ความสัมพันธ์ของระดับน้ำ และระยะเวลาการเคลื่อนตัวของน้ำในคลองอู่ตะเภา จากสถานีม่วงก็อง ถึงสถานีประตูระบายน้ำอู่ตะเภา (ภาพที่ 2) โดยแบบจำลองนี้ จะใช้ในการพยากรณ์ว่าเมื่อมีปริมาณน้ำที่ทำให้มีระดับน้ำที่สถานีม่วงก็องสูงถึง 16.40 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ร.ท.ก.) จะใช้เวลาประมาณ 10-13 ชั่วโมง ปริมาณน้ำดังกล่าวจะมาถึงสถานีประตูระบายน้ำอู่ตะเภา และทำให้ระดับน้ำที่สถานีสูงถึง 7.20 เมตร (ร.ท.ก.) และน้ำก็จะล้นตลิ่งฝั่งขวาแล้วเริ่มไหลเข้าเมือง

เพื่อที่จะทำให้การเตือนภัยมีความครบถ้วนมากขึ้น ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในปัจจุบัน จึงเป็นไปได้ที่จะสร้างแบบจำลองการเกิดน้ำท่วม เพื่อใช้แสดงพื้นที่ที่น้ำท่วมถึงที่ระดับต่างๆ หรือจัดทำเป็นแผนที่แสดงพื้นที่ที่น้ำท่วมถึงเมื่อมีปริมาณน้ำขนาดต่างๆ ไหลเข้าตัวเมือง เพื่อใช้ประโยชน์ในการเตรียมตัวของชุมชนหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการอุทกภัย



ที่มา : โครงการบรรเทาอุทกภัยอำเภอหาดใหญ่ ระยะที่ 2 จ.สงขลา

ภาพที่ 1 โครงการบรรเทาอุทกภัยอำเภอหาดใหญ่



ที่มา : แผนและผลการบริหารและจัดการน้ำหลากในฤดูฝน ปี 2555 สำนักชลประทานที่ 16

ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำ-ระยะเวลาการเคลื่อนตัวของน้ำในคลองอู่ตะเภาจากสถานีม่วงก็อง (X.173A) ถึงสถานีประตูระบายน้ำอู่ตะเภา (X.44)

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อปรับปรุงแบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model) ของเทศบาลนครหาดใหญ่

2.2 จัดทำแผนที่ระดับน้ำท่วมสูงสุด เทศบาลนครหาดใหญ่ ปี พ.ศ. 2553

2.3 พัฒนาแบบจำลองพื้นที่น้ำท่วมถึง (Water Planar Surface) ตั้งแต่ระดับ 1 – 9 เมตร (ร.ท.ก.)

2.4 พัฒนาแบบจำลองการเกิดน้ำท่วม (Inundation Model) โดยใช้ HEC-RAS HEC-GEORAS และ ARCGIS

2.5 จัดทำแผนที่เสี่ยงภัยการเกิดน้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่

3. พื้นที่ศึกษา

เขตชุมชนเมืองหาดใหญ่ ประกอบด้วย เทศบาลนครหาดใหญ่ เทศบาลเมืองคอหงส์ เทศบาลเมืองควนลัง เทศบาลเมืองคลองแห เทศบาลตำบลท่าช้าง เทศบาลตำบลอู่ตะเภา ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 พื้นที่ศึกษา

4. วิธีการดำเนินงาน (16 Bold)

4.1 สำรวจ เก็บข้อมูลในภาคสนาม และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงจากดาวเทียม QuickBird รายละเอียดภาพ 0.6 เมตร แผนที่ภูมิประเทศ DEM ของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:4,000 ข้อมูลขอบเขตเทศบาล ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า รูปตัดขวางลำน้ำ ที่สถานี STN04 บ้านหาดใหญ่ใน (X.44) คลองอู่ตะเภา

การสำรวจและเก็บข้อมูลระดับน้ำท่วมสูงสุดในภาคสนาม โดยใช้เครื่อง GPS บันทึกค่าพิกัดกริด UTM จุดที่สำรวจ และวัดระดับน้ำท่วมสูงสุดจากรอยคราบน้ำท่วมที่ปรากฏบนผนังอาคาร หรือเสาคอนกรีต และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากเจ้าของอาคาร ในการวัดระดับน้ำท่วมสูงสุดโดยวิธีนำสายยางกรอกน้ำวัดความสูงของรอยคราบน้ำที่ปรากฏบนผนังเพื่อถ่ายระดับไปยังจุดที่สำรวจ

4.2 สร้างแผนที่แสดงระดับน้ำท่วมสูงสุดเทศบาลนครหาดใหญ่ ปี 2553

สร้างแผนที่แสดงระดับน้ำท่วมสูงสุดโดยใช้ข้อมูลระดับน้ำท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2553 ที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม นำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรม ArcGIS 9.3 ชุดเครื่องมือ 3D Analyst และ Spatial Analyst ทำการประมาณค่าข้อมูลระดับน้ำท่วมสูงสุดที่ได้จากการสำรวจภาคสนามด้วยวิธี Kriging ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งใช้ในการประมาณค่าระดับความสูงของตำแหน่งที่ยังไม่ทราบค่าความสูง จากตำแหน่งใกล้เคียงที่ทราบค่าความสูงโดยการให้น้ำหนักตามสัดส่วนของระยะห่างของตำแหน่งที่ทราบและไม่ทราบค่าความสูง

4.3 สร้างแบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข

นำข้อมูลระดับความสูงที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม จำนวน 1,771 จุด รวมกับข้อมูล Raster DEM ของกรมแผนที่ทหาร เพื่อปรับปรุง DEM ในเขตชุมชนเมืองหาดใหญ่ และจัดทำเป็นทั้ง Raster DEM และ TIN DEM ของเทศบาลนครหาดใหญ่

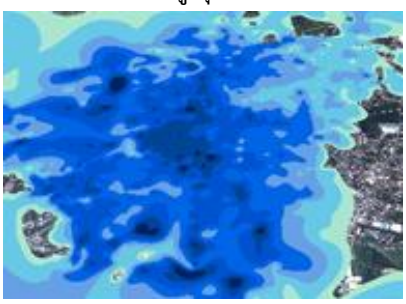
4.4 สร้างแบบจำลองพื้นที่ระดับน้ำท่วมถึง (Water Planar Surface) โดยแสดงระดับน้ำท่วมสูงตั้งแต่ระดับ 1 ถึง 9 เมตร (ร.ท.ก.) เพื่อแสดงพื้นที่ที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำที่กำหนด และมีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดน้ำท่วมได้

4.5 สร้างแบบจำลองการเกิดน้ำท่วมด้วยโปรแกรม HEC-RAS HEC-GEORAS และ ArcGIS

สร้างแบบจำลองการเกิดน้ำท่วม โดยใช้ HEC-GEORAS ซึ่งเป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นโดย

1. สำรวจระดับน้ำท่วมสูงสุด 1,711 จุด

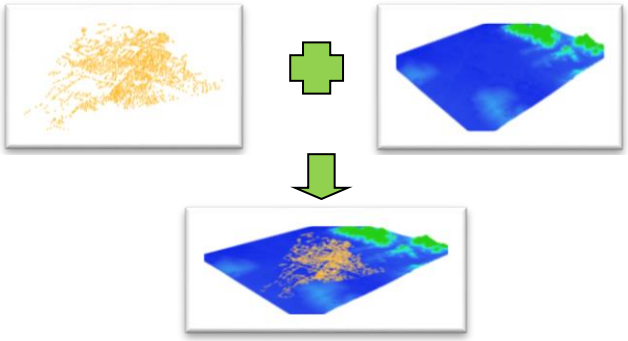
2. สร้างแผนที่ระดับน้ำท่วมสูงสุดในอดีต



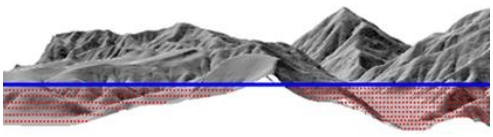
3. ปรับปรุง Raster & TIN DEM ใหม่

โดยใช้ข้อมูลใหม่ร่วมกับข้อมูลกรมแผนที่ทหาร

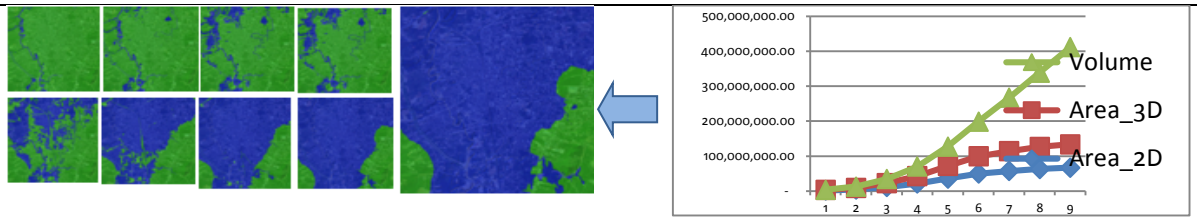
ระดับความสูงจุดสำรวจ (ประมาณจาก DEM กรมแผนที่ทหาร ระดับน้ำท่วมสูงสุด ที่ BM กรมแผนที่ทหาร ค่าพิกัด 774260N 660951E)



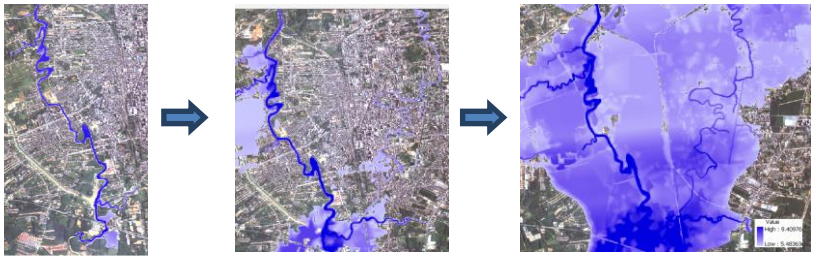
เปรียบเทียบ Surface volume จากข้อมูล DEM ชุดใหม่และ DEM กรมแผนที่ทหาร



4. สร้างแบบจำลองแสดงระดับน้ำท่วมถึง9 ระดับ



5. สร้างแบบจำลองการเกิดน้ำท่วมด้วยโปรแกรม HEC-GeoRAS และ HEC-RAS จำลองอัตราการไหลของน้ำที่สถานี STN04 บ้านหาดใหญ่ใน (X.44) คลองอู่ตะเภา



600 ลบ.ม./วินาที 900 ลบ.ม./วินาที 1600 ลบ.ม./วินาที

ภาพที่ 4 ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

Hydrologic Engineering Center ซึ่งเป็นหน่วยงานซึ่งสังกัด US Army Corps of Engineers สำหรับสร้างแบบจำลองของลำน้ำ โดยใช้เป็นเครื่องมือส่วนขยาย (Extension) ของ ArcGIS ข้อมูลลำน้ำที่สร้างขึ้นจะถูกส่งออก และนำไปวิเคราะห์ต่อใน HECRAS เพื่อให้ได้ระดับความสูงของน้ำและอัตราการไหลที่จุดต่างๆ ของลำน้ำ ซึ่งจะถูกส่งกลับมายัง ArcGIS เพื่อทำการแสดงผลในรูปแผนที่เสี่ยงภัยการเกิดน้ำท่วม ขั้นตอนและวิธีการศึกษาของโครงการวิจัย แสดงไว้ดังภาพที่ 3

5. ผลการดำเนินงาน

5.1 การสำรวจระดับน้ำท่วมสูงสุด

จากการสำรวจระดับน้ำท่วมสูงสุดของปี พ.ศ. 2531, 2543 และ 2553 ในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 2,056 ตำแหน่ง ข้อมูลที่นำมาใช้ได้เป็นข้อมูลระดับน้ำท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2553 ทั้งหมด เนื่องจากข้อมูลในปี พ.ศ. 2531 และ 2543 เก็บข้อมูลได้น้อยและมีความน่าเชื่อถือต่ำเพราะเหตุการณ์ผ่านไปนานแล้ว จึงไม่สามารถนำมาประกอบการศึกษาในครั้งนี้ได้ ข้อมูลระดับน้ำท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2553 ได้นำมาจัดกลุ่มข้อมูลเป็น 3 กลุ่มตามคุณภาพข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ข้อมูลเกรด A คือข้อมูลระดับน้ำท่วมสูงสุดที่เห็นรอยคราบน้ำท่วมชัดเจน มีการขีดหรือทำสัญลักษณ์ระดับความสูงที่น้ำท่วมถึงไว้

กลุ่มที่ 2 ข้อมูลเกรด B คือข้อมูลระดับน้ำท่วมสูงสุดที่แสดงถึงรอยคราบน้ำท่วมค่อนข้างชัดเจน

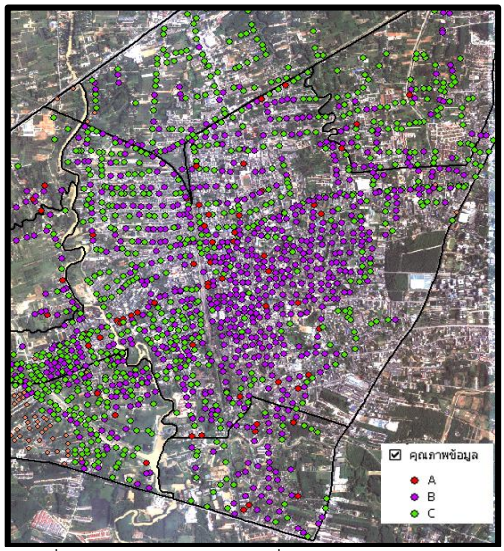
บริเวณฝาผนังบ้าน รั้ว กำแพง ไม่มีการทำสัญลักษณ์ไว้

กลุ่มที่ 3 ข้อมูลเกรด C คือข้อมูลระดับน้ำท่วมสูงสุดที่ไม่มีรอยคราบชัดเจน แต่ผู้ให้ข้อมูล เจ้าของอาคาร ได้ชี้จุดที่น้ำท่วมสูงสุดโดยประมาณ

จากข้อมูลที่จัดเก็บในพื้นที่ศึกษา สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้ 1,771 จุด เป็นข้อมูลเกรด A จำนวน 63 จุด และ เกรด B มีจำนวน 887 จุด และเกรด C จำนวน 821 จุด ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 5

ตารางที่ 1 คุณภาพของข้อมูลที่สำรวจในภาคสนาม

คุณภาพข้อมูล	จำนวนที่สำรวจ	ร้อยละ
A	63	3.6
B	887	50
C	821	46.4
รวม	1,771	100



ภาพที่ 5 คุณภาพของข้อมูลที่สำรวจในภาคสนาม

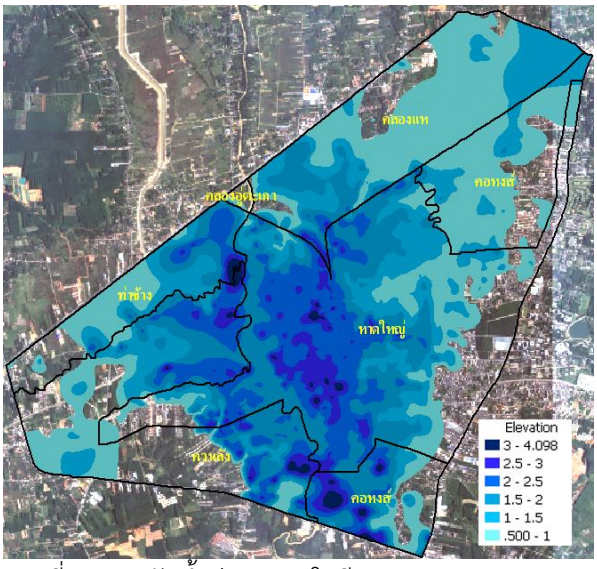
5.2 ระดับน้ำท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2553

ข้อมูลจากการสำรวจในภาคสนามนำไปสร้างแบบจำลองระดับน้ำท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2553 ในพื้นที่ศึกษา โดยการประมาณค่าความสูงของระดับน้ำท่วมสูงสุดด้วยวิธี Kriging ซึ่งผลที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ระดับความสูงของน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2553 จะแสดงให้เห็นถึงพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมที่ความสูงต่างกัน โดยพื้นที่น้ำท่วมในเขตชุมชนเมืองหาดใหญ่ มีพื้นที่ประมาณ 40.86 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ที่มีระดับที่น้ำท่วมสูงมาก 3.0-4.09 เมตร มีพื้นที่ 0.39 ตร.กม. (ร้อยละ 0.95 ของพื้นที่น้ำท่วม) ได้แก่ พื้นที่บริเวณถนนบ้านบางนา ซอยรีสอร์ท เขตเทศบาลตำบลท่าช้าง ถนนสาครมงคล ราษฎร์อุทิศ รัตนอุทิศ โชคสมานกุล เขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ระดับน้ำท่วม 2.5-3.0 เมตร มีพื้นที่ 1.98 ตร.กม. ได้แก่บริเวณถนนสาครมงคล ราษฎร์อุทิศ รัตนอุทิศ โชคสมานกุล พลพิชัย เขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ถนนพลพิชัย ซอยประชาชื่นใจ ลิ่มอุทิศ ประชาอุทิศ เขตเทศบาลคอหงส์ ซอยประสานมิตร ซอยน้อมสุวรรณวงศ์ เขตเทศบาลเมืองควนลัง ในพื้นที่ชุมชนเมืองหาดใหญ่ ร้อยละ 60.18 มีความสูงของระดับน้ำท่วมที่ 1.0-2.5 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 24.59 ตร.กม. กระจายทั่วไปในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ เทศบาลเมืองคลองแห เทศบาลเมืองควนลัง และเทศบาลเมืองคอหงส์ เทศบาลตำบลท่าช้าง โดยระดับน้ำท่วม 2.0-2.5 เมตร มีพื้นที่ 6.77 (ร้อยละ 16.57) ระดับน้ำท่วม 1.5-2.0 เมตร มีพื้นที่ 8.88 ตร.กม. (ร้อยละ 21.73) ระดับน้ำท่วม 1.0- 1.5 เมตร มีพื้นที่ 8.94 ตร.กม. (ร้อยละ 21.88) ส่วนบริเวณที่มีระดับน้ำท่วมน้อยกว่า 1.0 เมตร มีพื้นที่ 13.90 ตร.กม. (ร้อยละ 34.02) พบบริเวณโดยรอบเขตชุมชนเมืองหาดใหญ่ ถนนเพชรเกษม กาญจนวณิชย์ เทศบาลนครหาดใหญ่ ถนนลพบุรีราเมศร์ เขตเทศบาลเมืองคลองแห เทศบาลตำบลท่าช้าง และทางหลวงหมายเลข 4135 เขตเทศบาลเมืองควนลัง ถนนซอยคลองเตย เขตเทศบาลคอหงส์ ระดับน้ำท่วม

สูงสุดในปี พ.ศ. 2553 แสดงไว้ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 6

ตารางที่ 2 ระดับน้ำท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2553

ระดับน้ำท่วม (เมตร)	พื้นที่น้ำท่วม (ตร.กม.)	ร้อยละ
3.0-4.09	0.39	0.95
2.5-3.0	1.98	4.85
2.0-2.5	6.77	16.57
1.5-2.0	8.88	21.73
1.0-1.5	8.94	21.88
0.3-1.0	13.90	34.02
รวมพื้นที่	40.86	100



ภาพที่ 6 ระดับน้ำท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2553 โดยวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่แบบ Kriging

5.3 การสร้างแบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข (DEM)

การสร้างแบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข โดยใช้ข้อมูล DEM ของกรมแผนที่ทหาร และข้อมูลระดับความสูงของตำแหน่งที่ทำการสำรวจระดับน้ำท่วมสูงสุดในภาคสนาม ซึ่งคำนวณค่าโดยประมาณได้จากการเทียบกับค่าระดับความสูงของพื้นที่ตามหมุดหลักฐาน Bench Mark (BM) ของกรมแผนที่ทหาร ณ ที่ว่าการอำเภอหาดใหญ่ (พิกัดกริด 774260 N 660951E) ด้วยการนำค่าระดับความสูงของ BM ณ ที่ว่าการอำเภอหาดใหญ่ บวกด้วยค่าระดับน้ำท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2553 ณ จุดเดียวกัน จะได้ค่าระดับพื้นผิวของน้ำท่วม ณ ที่ว่าการอำเภอหาดใหญ่ นำค่าที่ได้ลบด้วยค่าระดับน้ำท่วมสูงสุดทุกๆ จุดสำรวจ จะได้ค่าระดับความสูงของจุดสำรวจ ซึ่งมีจำนวน 1,771 จุด ดังแสดงในสมการที่ 1 และ 2 และภาพที่ 7

$$WSE = (Z_{BM}+HWM_{BM}) \quad (1)$$

$$Z_n = WSE-HWM_i \quad (2)$$

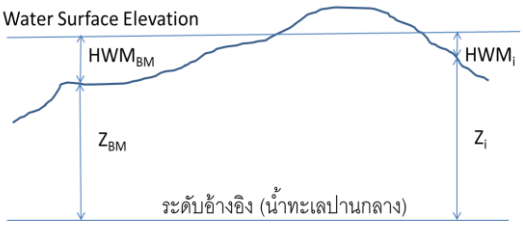
เมื่อ WSE คือ ระดับพื้นผิวของน้ำท่วม (Water Surfae Elevation)

Z_{BM} คือ ระดับความสูงของหมุดหลักฐาน ณ ที่ว่าการอำเภอหาดใหญ่ หมุดระดับที่ P.1979

HWM_{BM} คือ ระดับน้ำท่วมสูงสุด ณ หมุดหลักฐานที่ว่าการอำเภอหาดใหญ่

HWM_i คือ ระดับความสูงของน้ำท่วมสูงสุดของจุดที่สำรวจ

Z_i คือ ระดับความสูงของจุดที่สำรวจ



ภาพที่ 7 ระดับอ้างอิง (ค่าระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง)

DEM ของกรมแผนที่ทหาร เป็นข้อมูลแบบ Raster ความละเอียด 5x5 เมตร ได้นำมาแปลงข้อมูลทั้งหมดให้เป็น elevation points ซึ่งมีจำนวนจุดทั้งหมด 3,741,330 จุดในพื้นที่ศึกษา ส่วนข้อมูลระดับความสูงของจุดสำรวจมีจำนวนทั้งหมด 1,771 จุด นำข้อมูลทั้งสองส่วนมารวมกันแล้วสร้างเป็น Raster DEM ใหม่ ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบ TopoToRaster ของโปรแกรม ArcGIS 9.3

DEM ที่ปรับปรุงขึ้นมาใหม่นี้ ได้นำมาเปรียบเทียบกับ DEM เดิม โดยได้ทำการคำนวณหาค่าพื้นที่และปริมาตรใต้พื้นผิว (Surface Volume) ของระดับความสูงตั้งแต่ 1 ถึง 9 เมตร (ร.ท.ก.) นั่นคือ คำนวณหาพื้นที่ที่น้ำท่วมที่ระดับต่างๆ และปริมาตรของน้ำที่จะทำให้เกิดน้ำท่วมในแต่ละระดับ เหล่านั้น พบว่าสำหรับที่ระดับความสูง 1 เมตร ปริมาตรน้ำจะมีความแตกต่างมากที่สุดถึงร้อยละ 18.1 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การปรับปรุง DEM โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจเพิ่มเติม ทำให้ DEM ของพื้นที่ที่ทำการสำรวจมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับที่ระดับความสูงอื่นๆ มีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยหรือไม่มี ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบพื้นที่และปริมาตร ที่คำนวณได้จากการใช้ DEM ชุดใหม่ และ DEM กรมแผนที่ทหาร

ระดับความสูง (ม.)	DEM ใหม่		DEM (กรมแผนที่ทหาร)		ความแตกต่าง	
	พื้นที่ ($ม.^2$)	ปริมาตร ($ม.^3$)	พื้นที่ ($ม.^2$)	ปริมาตร ($ม.^3$)	+/- ปริมาตร ($ม.^3$)	ร้อยละ
1	1,561,518	775,393	1,685,129	947,027	-171,634	-18.1
2	4,558,463	3,577,757	4,582,415	3,806,732	-228,975	-6.0
3	11,474,272	11,274,173	11,513,166	11,521,899	-247,726	-2.2
4	21,359,407	27,385,072	21,251,965	27,592,589	-207,517	-0.8
5	35,863,911	55,502,959	35,734,902	55,599,017	-96,058	-0.2
6	49,778,681	99,095,117	49,679,245	99,065,204	29,913	0.0
7	57,055,412	152,665,792	56,953,030	152,561,393	104,398	0.1
8	63,076,316	212,802,940	63,013,451	212,576,414	226,5257	0.1
9	66,741,469	277,929,910	66,730,655	277,690,787	239,123.59	0.1

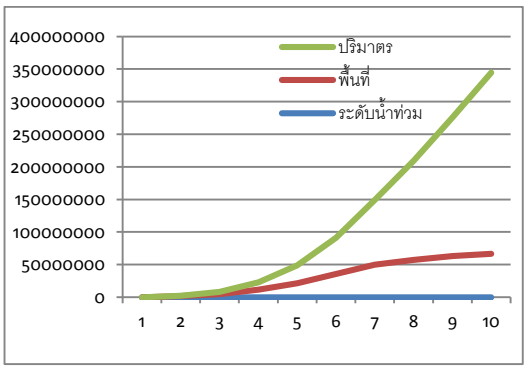
5.4 พัฒนาแบบจำลองพื้นที่น้ำท่วมถึง (Water Planar Surface)

แบบจำลองพื้นที่น้ำท่วมถึง เป็นแบบจำลองที่ง่ายที่สุดที่สามารถใช้พยากรณ์ว่า พื้นที่บริเวณใดบ้างที่จะเกิดน้ำท่วม โดยใช้แนวคิดว่าพื้นที่ใดอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำก็จะเกิดน้ำท่วม แม้จะไม่ค่อยถูกต้องนัก แต่ก็เป็นแบบจำลองขั้นพื้นฐานแบบหนึ่งที่ทำให้เห็นภาพรวมแบบหยาบๆ ของพื้นที่ได้ แบบจำลองนี้สร้างขึ้นได้ด้วยการซ้อนทับระดับน้ำท่วมถึงกับข้อมูล DEM ชุดใหม่ โดยทำการจำลองการเกิดน้ำท่วมตั้งแต่ระดับ

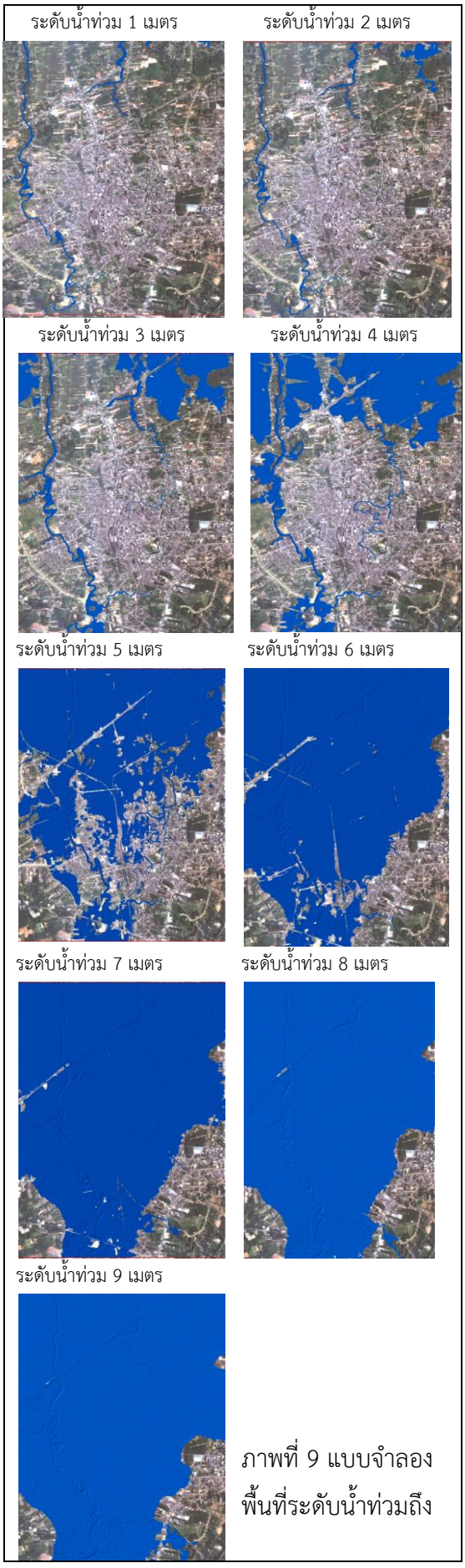
ความสูง 1 ถึง 9 เมตร (ร.ท.ก.) ตารางที่ 4 และภาพที่ 8 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของระดับน้ำกับพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมและปริมาตรน้ำ โดยสามารถสร้างแบบจำลองระดับน้ำท่วมได้ดังภาพที่ 9

ตารางที่ 4 พื้นที่น้ำท่วมและปริมาตรน้ำจากแบบจำลองระดับน้ำท่วมถึง 9 ระดับ

ระดับน้ำท่วม (ม. ร.ท.ก.)	พื้นที่ ($ม.^2$)	ปริมาตร ($ม.^3$)
1	1,561,518	775,393
2	4,558,463	3,577,757
3	11,474,272	11,274,173
4	21,359,407	27,385,072
5	35,863,911	55,502,959
6	49,778,681	99,095,117
7	57,055,412	152,665,792
8	63,076,316	212,802,940
9	66,741,469	277,929,910



ภาพที่ 7 แผนภูมิปริมาตรน้ำและพื้นที่น้ำท่วม จากแบบจำลองระดับน้ำท่วมถึง 9 ระดับ

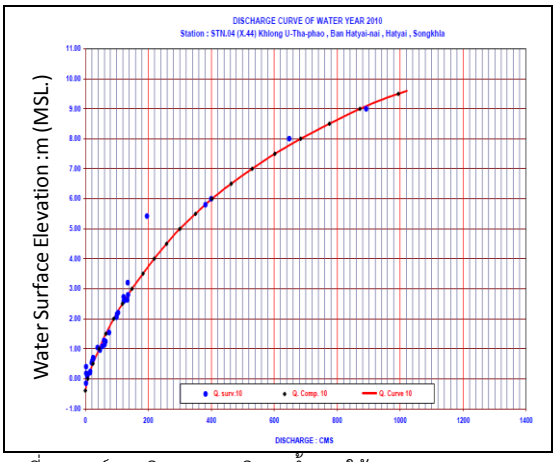


ภาพที่ 9 แบบจำลองพื้นที่ระดับน้ำท่วมถึง

9 ระดับ

5.5 แบบจำลองการเกิดน้ำท่วมด้วยโปรแกรม HEC-RAS และ HEC-GeoRAS

ข้อมูลระบบพยากรณ์การเตือนภัยน้ำท่วม กรมชลประทาน(2555) แสดงความสัมพันธ์ระดับน้ำในคลองอู่ตะเภา จากสถานีม่วงก็อง (X.173A) ถึงสถานีประตูระบายน้ำคลองอู่ตะเภา (X.44) เมื่อระดับน้ำที่ สถานี X.44 เป็น 7.40 เมตร (ร.ท.ก.) น้ำจะล้นตลิ่งฝั่งขวาและไหลเข้าเมือง และจากภาพที่ 10 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำที่สถานี X.44 จะได้ว่าที่ระดับน้ำ 7.40 เมตร อัตราการไหลของน้ำประมาณเท่ากับ 600 ลบ.ม./วินาที และเมื่อระดับน้ำสูงถึง 9 เมตร อัตราการไหลของน้ำจะอยู่ที่ 900 ลบ.ม./วินาที ดังนั้น ในการศึกษาวิจัยนี้จะทำการสร้างแบบจำลองการไหลของน้ำจากประตูระบายน้ำคลองอู่ตะเภา (X.44) บ้านหาดใหญ่ในถึงจุดทางออกของน้ำบริเวณเทศบาลตำบลคลองอู่ตะเภา โดยสร้างแบบจำลองการไหลของน้ำเป็น 600, 900 และ1,600 ลบ.ม./วินาที



ที่มา ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคใต้ , 2555

ภาพที่ 10 แผนภูมิความสัมพันธ์ความสูงและอัตราการไหลของน้ำ สถานีประตูระบายน้ำคลองอู่ตะเภา (X.44)

การสร้างแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์การไหลของน้ำในคลองอู่ตะเภา โดยใช้ HEC-RAS, HEC-GeoRAS และ ArcGIS ประกอบด้วย ข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข ข้อมูลแม่น้ำลำคลอง โดยวิเคราะห์เฉพาะคลองอู่ตะเภาซึ่งเป็นลำน้ำสายหลัก ใช้เครื่องมือ HEC-GeoRAS สร้างเส้นทางการไหลของน้ำ (Stream Centerline) ตลิ่งของลำน้ำ (Stream Banks) เส้นทางการไหลบ่าเมื่อน้ำล้นตลิ่ง (Flow Paths) หน้าตัดลำน้ำ (Cross Sections) และสภาพการใช้ที่ดินในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ (Land Use) เพื่อจัดเตรียมเป็นข้อมูลสำหรับนำเข้าไปวิเคราะห์ต่อด้วย HEC-RAS โดยมีรายละเอียดดังนี้ (ภาพที่ 11)

สร้าง Stream Centerline จากข้อมูลลำน้ำคลองอู่ตะเภาด้วยการดิจิไตส์กลางลำน้ำ โดยซ้อนทับกับภาพถ่ายดาวเทียม QuickBird รายละเอียดภาพ 0.6 เมตร จากต้นน้ำสู่ปลายน้ำตามทิศทางการไหลของน้ำ กำหนดรหัส (River code) และชื่อของลำน้ำ (River name) ในแต่ละช่วงของลำน้ำ (Reach name) ที่เชื่อมต่อระหว่างลำน้ำสายหลัก ทำการสร้าง Stream River 3D profiles จากข้อมูล DEM

Stream Banks สร้างเส้นขอบตลิ่งของลำน้ำทั้งฝั่งของลำน้ำ โดยดิจิไตส์เส้นขอบตลิ่งทั้งสองฝั่งจากภาพถ่ายดาวเทียม QuickBird โดยการสร้างเส้นขอบตลิ่งในแต่ละฝั่งจะต้องเป็นเส้นต่อเนื่องกัน จากต้นน้ำสู่ปลายน้ำ ทำการกำหนด Left bank และ Right bank จาก HEC-GeoRAS

Flow Paths สร้างทิศทางการไหลบ่าของน้ำจากการล้นตลิ่งของลำน้ำ ประกอบด้วย Centerline โดยใช้ Feature เดียวกันกับ Stream

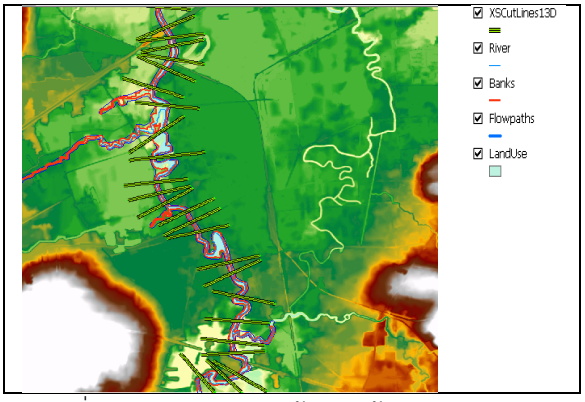
Centerline , Left overbank และ Right overbank

Cross Sections สร้างชั้นข้อมูล Cross Section โดยใช้โปรแกรม HEC-GeoRAS จาก DEM กำหนดให้สร้าง Cross Sections ทุกๆ 200 เมตร โดย Cross section มีความกว้าง 1 กิโลเมตร ฝั่งซ้ายและฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภาข้างละ 500 เมตร

Land use สร้างชั้นข้อมูลสภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ เพื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์แมนนิ่ง (Manning's Coefficient) เมื่อเกิดน้ำไหลหลาก โดยจัดกลุ่มประเภทการใช้ที่ดินดังนี้

สภาพพื้นที่	n-Value
อาคาร สิ่งก่อสร้าง	0.15
พื้นที่นา ที่ลุ่ม	0.035
ยางพารา ไม้ยืนต้น	0.05

ที่มา Open Channel Hydraulics, Chow 1959.



ภาพที่ 11 การจัดทำสร้างฐานข้อมูล Stream centerline, Stream banks, Flow paths, Cross sections ลำน้ำคลองอู่ตะเภา โดย Hec-GeoRas

การวิเคราะห์ด้วย HEC-RAS

จากข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้ใน HEC-GeoRAS นำเข้าสู่โปรแกรม HEC-RAS เพื่อสร้างแบบจำลองการไหลของลำน้ำคลองอู่ตะเภาในแต่ละ River station จากตำแหน่งของ Cross Section ทำการปรับค่าข้อมูล Elevation ของแต่ละ River Station โดยใน Station x.44 ซึ่งเป็นจุด Station ประตูระบายน้ำคลองอู่ตะเภา หาดใหญ่ใน ได้ทำการปรับค่า Elevation ของ Cross Section บริเวณตลิ่งฝั่งขวา 7.40 เมตร และฝั่งซ้าย 8.30 เมตร ส่วน Stations อื่น ได้ใช้ข้อมูลที่ได้จาก DEM และกำหนด Manning's Coefficient ตามประเภทการใช้ที่ดิน

การวิเคราะห์การไหลของน้ำ ใช้แบบจำลองการไหลของน้ำแบบ Steady flow เป็นการไหลของน้ำโดยไม่มีสิ่งกีดขวาง กำหนดปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 600, 900 และ1,600 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ที่ประตูระบายน้ำ X.44 ดังนี้ (ภาพที่ 12 ถึง 14)

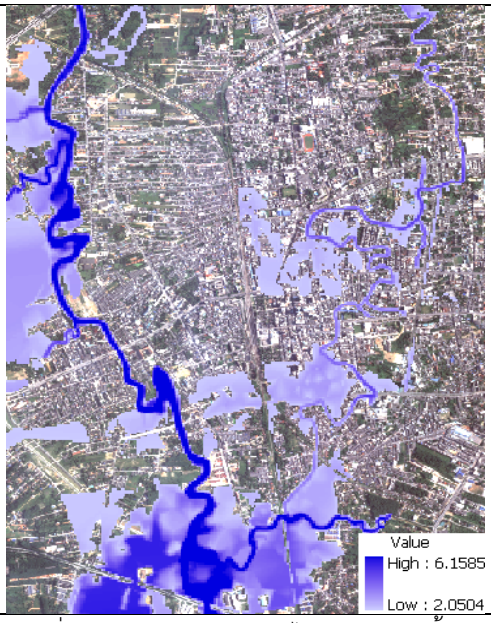
ปริมาณน้ำท่า 600 ลบ.ม./วินาที จะทำให้น้ำเริ่มล้นตลิ่งบริเวณฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภา บริเวณมหาวิทยาลัยหาดใหญ่ ถนนพลพิชัย ริมเมือง ลิ่มอุทิศ และจันทร์วิโรจน์ ระดับความสูงของผิวน้ำ (Water serface Elevation) 2.31 เมตร

ปริมาณน้ำท่า 900 ลบ.ม./วินาที น้ำจะไหลเข้าสูงเมืองหาดใหญ่ โดยมีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมบริเวณฝั่งตะวันออกของคลองอู่ตะเภา ได้แก่ บริเวณมหาวิทยาลัยหาดใหญ่ ถนนพลพิชัย ริมเมือง ลิ่มอุทิศ และจันทร์วิโรจน์ จันทร์นิเวศ ทุ่งเสา ศรีภูวนารถ นิพัทธ์อุทิศ เข้าสู่เขตเศรษฐกิจของตัวเมืองหาดใหญ่ และบริเวณฝั่งซ้ายของคลองอู่ตะเภา ได้แก่ บริเวณถนนประสารมิตร เทศาพัฒนา เพชรเกษมซอย 27 ถนนบ้านบางนา หาดใหญ่ใน ระดับความสูงของผิวน้ำ เท่ากับ 2.05 ถึง 6.15 เมตร

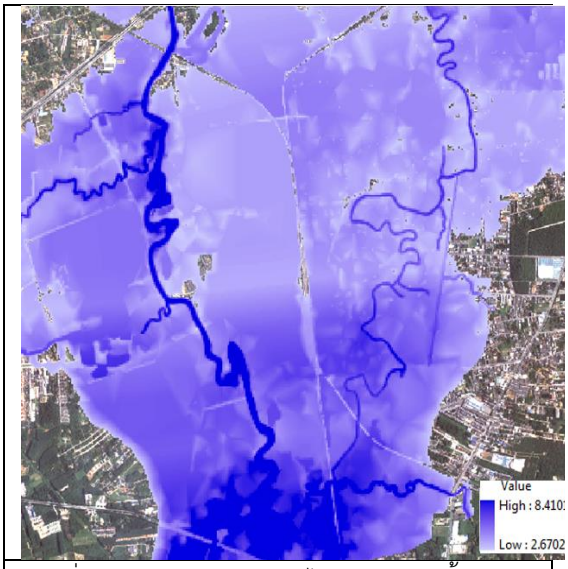
ปริมาณน้ำท่า 1,600 ลบ.ม./วินาที น้ำจะท่วมพื้นที่ทั้งหมดของตัวเมืองหาดใหญ่ในเขตพื้นที่

ชุมชน และเขตเศรษฐกิจ ระดับความสูงของผิวน้ำเท่ากับ 2.67-8.41 เมตร

ภาพที่ 12 แบบจำลองการไหล่บ่าของลำน้ำคลองอู่ตะเภา เมื่อน้ำเริ่มล้นตลิ่งฝั่งขวา (ปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 600 ลบ.ม./วินาที)



ภาพที่ 13 แบบจำลองการไหล่บ่าของลำน้ำคลองอู่ตะเภา เมื่อน้ำล้นตลิ่งฝั่งซ้าย (ปริมาณน้ำเท่ากับ 900 ลบ.ม./วินาที)



ภาพที่ 14 แบบจำลองการไหล่บ่าของลำน้ำคลองอู่ตะเภา เมื่อน้ำล้นตลิ่งฝั่งซ้าย (ปริมาณน้ำเท่ากับ 1600 ลบ.ม./วินาที)

6. สรุป

ผลการสำรวจระดับน้ำท่วมสูงสุดที่เกิดขึ้นในชุมชนเมืองหาดใหญ่ จำนวน 1,771 ตำแหน่ง สามารถนำมาปรับปรุง DEM เดิมของกรมแผนที่ทหาร ได้เป็น DEM ชุดใหม่ของเทศบาลนครหาดใหญ่ และสามารถใช้ข้อมูลทั้งสองชุดนี้ในการจัดทำแผนที่ระดับน้ำท่วมสูงสุด ของชุมชนเมืองหาดใหญ่ ปี 2553

DEM ชุดใหม่นี้ ยังใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองพื้นที่น้ำท่วมถึง (Water Planar Surface) ตั้งแต่ระดับ 1 – 9 เมตร (ร.ท.ก.) เพื่อใช้ในการคาดการณ์โดยประมาณว่า มีพื้นที่ใดบ้างที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำที่กำหนด และมีความเสี่ยงที่จะเกิดน้ำท่วม และได้พัฒนาแบบจำลองการเกิดน้ำท่วม โดยใช้ HEC-RAS HEC-GEORAS และ ARCGIS ขึ้น เพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยการเกิดน้ำท่วม ในชุมชนเมืองหาดใหญ่ โดยได้ทำการจำลองสถานการณ์ เมื่อมีปริมาณน้ำ ณ สถานี X.44 บ้านหาดใหญ่ใน ในขนาด 600, 900 และ 1600 ลบ.ม./วินาที ผลที่ได้มีความ

สอดคล้องในระดับหนึ่งกับการเกิดน้ำท่วมจริงในปี 2553 คือ ปริมาณน้ำท่า 600 ลบ.ม./วินาที จะทำให้น้ำเริ่มล้นตลิ่งบริเวณฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภา ระดับผิวน้ำสูง 2.31 เมตร ปริมาณน้ำท่า 900 ลบ.ม./วินาที น้ำจะไหลเข้าสู่เมืองหาดใหญ่ ระดับผิวน้ำสูง 6.15 เมตร และปริมาณน้ำท่า 1,600 ลบ.ม./วินาที น้ำจะท่วมเขตเศรษฐกิจของชุมชนเมืองหาดใหญ่เกือบทั้งหมด ระดับผิวน้ำสูง 8.41 เมตร

7. ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาเพิ่มเติม โดยจัดทำเป็นการโครงการระยะที่ 2 ด้วยการเพิ่มคลองระบายน้ำ ร.1 และคลองย่อยอื่นๆ ตามความเหมาะสมลงในแบบจำลองการเกิดน้ำท่วม เพื่อความสมบูรณ์ของแบบจำลอง และทำให้สามารถทดสอบการบริหารจัดการน้ำได้โดยใช้คลองใดคลองหนึ่ง หรือทั้งสองคลอง

8.บรรณานุกรม

ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคใต้ (2555). รายงานสถานการณ์ลุ่มน้ำอู่ตะเภา Retrieved March 31, 2013, from http:// http://hydro-8.com/main/day/basinutapow.html

สำนักชลประทานที่ 16. (2555). แผนและผลการบริหารและจัดการน้ำหลากในฤดูฝนปี 2555 Retrieved March 31, 2013, from http://http://irrigation.rid.go.th/rid16/water2013/waterfull/1/31-01-56.pdf

สำนักงานพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่. (2555). โครงการบรรเทาอุทกภัยอำเภอหาดใหญ่ ระยะที่ 2 จ.สงขลา. Retrieved March 31, 2013, from http://kromchol.rid.go.th/lproject/ls11/lsp11/index.php/25-3-55

เอกพล ฉิ้มพงษ์ พงษ์ศักดิ์ จินดาศรี. (2552). โครงการศึกษาการสร้างแบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วมด้วย Hec-Ras และ Hec-GgoRas จากข้อมูล DEM ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ บริเวณลุ่มน้ำบางสะพาน จ.ประจวบคีรีขันธ์. กรมชลประทาน. กระทรวง เกษตรและสหกรณ์.

Chow, V.T. (1959). Open-channel hydraulics: New York, McGraw-Hill, 680 p

Giuliano Di Baldassarre. (2012). Floods in aclimate change. International Hydrology Series. United States of America by Cambridge University Press, New York.

Matthew J. Fleming, James H. Doan. (2010). HEC-Geospatial Hydrologic Modeling Extension version 5.0. US Army Corps of Engineers. Institute for Water Resources.

John C. Warner, Gary W. Brunner, Brent C. Wolfe, and Steven S. Piper. (2010). HEC-Ras River Analysis System. Applications Guide. US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center.