ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

ปริญญา

วิศวกรรมโยธา	วิศวกรรมโยธา
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง ระบบติดตามสถานการณ์และคาดการณ์งบประมาณประจำปีสำหรับซ่อมแซมทางหลวงอันเนื่องมาจากอุทกภัย

Highway Flood Monitoring and Annual Budget Prediction System

นามผู้วิจัย นายอัมรินทร์ ตั้งสุขสันต์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ มาลัยกฤษณะชลี, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนีรัตน์ กุศลาศัย, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ก่อโชค จันทวรางกูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบติดตามสถานการณ์และคาดการณ์งบประมาณประจำปีสำหรับซ่อมแซมทางหลวงอันเนื่องมาจากอุทกภัย

Highway Flood Monitoring and Annual Budget Prediction System

โดย

นายอัมรินทร์ ตั้งสุขสันต์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัมรินทร์ ตั้งสุขสันต์ 2554: ระบบติดตามสถานการณ์และคาดการณ์งบประมาณประจำปีสำหรับซ่อมแซมทางหลวงอันเนื่องมาจากอุทกภัย ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ มาลัยกฤษณะชลี, Ph.D. 85 หน้า

การเกิดอุทกภัยในรอบหลายปีที่ผ่านมามีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงและก่อให้เกิดความเสียหายต่อทางหลวงมากขึ้น ปัจจุบันกรมทางหลวงประสบปัญหาในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วมทางหลวงรวมถึงการจัดเตรียมงบประมาณรายปีให้เพียงพอสำหรับซ่อมแซมทางหลวงที่เสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วม โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับรายงานและติดตามสถานการณ์น้ำท่วมทางหลวงผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจในการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่และผู้บริหารของกรมทางหลวงในการแก้ปัญหาน้ำท่วมสายทาง นอกจากนั้นข้อมูลน้ำท่วมทางหลวงที่ได้รายงานผ่านระบบจะถูกใช้ในการคาดการณ์งบประมาณรายปีสำหรับการซ่อมแซมทางหลวงจากอุทกภัยในอนาคตโดยใช้หลักการวิเคราะห์เชิงถดถอย (Regression Analysis) และการประมาณราคาแบบต่อเนื่อง (Successive Estimating)

_____ _____ __ / __ / __

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Amarin Tangsuksun 2011: Highway Flood Monitoring and Annual Budget Prediction System. Master of Engineering (Civil Engineering), Major Field: Civil Engineering, Department of Civil Engineering. Thesis Advisor:
Assistant Professor Suphawut Malaikrisanachalee, Ph.D. 85 pages.

Recently, the severity of flood impacts is becoming more intensified and causing more damages to national highways. The Department of Highways currently experiences difficulties in monitoring flood inundation on national highways as well as preparing annual budget for highway repairs from flood damages. This study aims to develop an online GIS-based system for reporting and closely monitoring flood inundation on national highways to support decision makings of the Department of Highways officials to undertake proper actions for the impending flood problems. Furthermore, the flood inundation data reported to the system are used to forecast future annual budget requirement for flood repairing activities though the regression analysis and successive estimating techniques.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. ศุภวุฒิ มาลัยกฤษณะชลี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. สุนีรัตน์ กุศลาศัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจนกระทั้งเสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กรมทางหลวง และกรมอุตุนิยมวิทยา ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และพี่ๆน้องๆทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้

อัมรินทร์ ตั้งสุขสันต์

เมษายน 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	31
อุปกรณ์	31
วิธีการ	31
ผลและวิจารณ์	43
ผล	43
วิจารณ์	72
สรุปและข้อเสนอแนะ	73
สรุป	73
ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	75
ภาคผนวก	77
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	85

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ไม่ผ่านเงื่อนไข 1NF	10
2	ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ไม่ผ่านเงื่อนไข 1NF	10
3	ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไข 1NF	11
4	ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ไม่ผ่านเงื่อนไข 2NF	12
5	ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไข 2NF	12
6	ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไข 2NF	12
7	ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไข 2NF	13
8	ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ไม่ผ่านเงื่อนไข 3NF	14
9	ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไข 3NF	14
10	ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไข 3NF	14
11	GCMs ของสถาบันต่างๆ	29
12	รายการโปรแกรมที่ใช้พัฒนาระบบฐานข้อมูล	34
13	แสดงตัวอย่างข้อมูลอุกทกภัยและความเสียหายความเสียหายของทางหลวง	37
14	การแบ่งระดับผู้ใช้งาน	42
15	สรุปตัวแบบของสมการถดถอยพหุคูณและการทดสอบนัยสำคัญด้วยค่า F-test	67
16	ผลการวิเคราะห์ ANOVA	68
17	แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์และการทดสอบนัยสำคัญด้วยค่า t-test	69
18	แสดงผลการวิเคราะห์การเกิดปัญหา Multicollinearity	69
19	แสดงความน่าจะเป็นและราคาต่อครั้งของงานจราจรผ่านได้	70
20	แสดงความน่าจะเป็นและราคาซ่อมแซมต่อครั้งของประเภทความเสียหาย	71

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	รายละเอียดของตาราง amphoe	79
2	รายละเอียดของตาราง centerline	79
3	รายละเอียดของตาราง damage	81
4	รายละเอียดของตาราง detour	81
5	รายระเอียดของตาราง division	81
6	รายระเอียดของตาราง flood_event	82
7	รายระเอียดของตาราง flood_data	83
8	รายระเอียดของตาราง province	83
9	รายระเอียดของตาราง river	84
10	รายระเอียดของตาราง tumbon	84
11	รายระเอียดของตาราง village	84

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มรายงานน้ำท่วม (แบบฟอร์ม 1)	7
2	แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มรายละเอียดกิจกรรมแก้ไขป้องกันความเสียหาย	8
3	ขั้นตอนการรายงานสถานการณ์อุทกภัย	9
4	รายละเอียดราคา ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวนของแต่ล่ะกิจกรรม	22
5	รายละเอียดราคาและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกิจกรรมย่อยB	23
6	ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตจากรายงานของ IPCC	25
7	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศโลกตั้งแต่ ค.ศ. 1000 ถึงปัจจุบัน และ ปริมาณในอนาคตจากภาพจำลองการปลดปล่อย SRES scenarios แบบต่างๆ	27
8	โครงสร้างของระบบ	33
9	ตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูลความเสียหายในฐานข้อมูล	35
10	แสดงตัวอย่างข้อมูลปริมาณน้ำฝน	36
11	แสดงแนวทางการทำงานของระบบ	41
12	ข้อมูลขอบเขตความรับผิดชอบของแขวงการทางและสำนักงานบำรุงทาง	45
13	ข้อมูลอุทกภัยและความเสียหายของสายทาง	46
14	ข้อมูลเหตุการณ์อื่น	46
15	ฐานข้อมูลรวมของระบบ	47
16	แผนภาพระดับการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้แต่ละระดับ	50
17	หน้าจอแสดงการนำเข้าและแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน	51
18	หน้าจอแผนหลักของระบบก่อนล็อกอิน	52
19	หน้าจอแผนหลักของระบบหลังล็อกอิน	53
20	แสดงหน้าจอหลักของการรายงานเหตุการณ์น้ำท่วม	54
21	หน้าจอแสดงรายละเอียดข้อมูลในการรายงานน้ำท่วม	54
22	หน้าจอแสดงรายละเอียดข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วม	55
23	หน้าจอแสดงทางหลวงที่ถูกน้ำท่วมบนแผนที่ GIS	56
24	หน้าจอนำเข้าและแก้ไขข้อมูล	56

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	หน้าจอแสดงรายละเอียดการรายงานข้อมูลระดับน้ำรายวัน	57
26	หน้าจอแสดงตารางข้อมูลสำรวจระดับน้ำรายวัน	57
27	หน้าจอแสดงรายละเอียดการรายงานข้อมูลเส้นทางเลี่ยง	58
28	หน้าจอการายงานความเสียหาย	58
29	หน้าจอแสดงตัวอย่างภาพเหตุการณ์ผ่านกล้อง CCTV	59
30	แบบฟอร์มรายงานน้ำท่วม 1	59
31	หน้าจอการสืบค้นเหตุการณ์อุทกภัย	60
32	แสดงผลในรูปของแผนที่ GIS ตามเงื่อนไขและช่วงเวลาที่ผู้ใช้กำหนด	61
33	หน้าจอหลักแสดงการสืบค้นข้อมูลสรุปผู้บริหาร	62
34	หน้าจอแสดงสรุปสายทางที่ได้รับความเสียหายและงบประมาณที่ใช้ในการซ่อมแซม	62
35	หน้าจอแสดงรายงานสถานการณ์อุทกภัยประจำวัน	63
36	หน้าจอแสดงความซ้ำซากของความเสียหาย	64
37	หน้าจอแสดงความซ้ำซากของการเกิดอุทกภัย	65

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

GIS	=	Geographic Information System
GPS	=	Global Position System
LRS	=	Linear Referencing System
MIS	=	Management Information System
CCTV	=	Closed-circuit television
GCMs	=	General Circulation Models

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบติดตามสถานการณ์และคาดการณ์งบประมาณประจำปีสำหรับซ่อมแซมทางหลวงอันเนื่องมาจากอุทกภัย

Highway Flood Monitoring and Annual Budget Prediction System

คำนำ

เหตุการณ์อุทกภัยที่เกิดขึ้นในรอบหลายปีที่ผ่านมา ก่อให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างของทางหลวงครอบคลุมพื้นที่ทุกภาคของประเทศไทย คิดเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท อุทกภัยที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงมากขึ้นทุกปี ทำให้การคาดการณ์ถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นทำได้ยาก เนื่องจากการรายงานข้อมูลขาดความต่อเนื่องและเป็นปัจจุบัน (Real time) ข้อมูลที่ได้รับจึงไม่ตรงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ผู้บริหารไม่สามารถตัดสินใจเพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างทันท่วงที ทำให้การบริหารจัดการทำได้ล่าช้า อีกทั้งงบประมาณการซ่อมบำรุงรักษาทางหลวงที่ได้รับในแต่ละปีมีจำนวนจำกัด ทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการในการซ่อมบำรุงรักษาทางหลวงให้ครอบคลุมกับปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้นจริง การของบประมาณเพิ่มเติมมีขั้นตอนค่อนข้างยุ่งยากและใช้ระยะเวลานานในการดำเนินการ ด้วยเหตุนี้ทำให้บางพื้นที่ไม่ได้รับการซ่อมแซมหรือได้รับการซ่อมแซมล่าช้า ต้องเลื่อนไปทำในปีงบประมาณถัดไป ปัญหาดังกล่าวก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ผู้ใช้เส้นทาง สร้างความสูญเสียทางเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นกรมทางหลวงจึงควรหาวิธีการหรือเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการรายงานและติดตามสถานการณ์อุทกภัย เพื่อให้ข้อมูลที่ได้รับเป็นปัจจุบันตรงกับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น และหาวิธีที่ช่วยในการคาดการณ์งบประมาณให้มีความแม่นยำสำหรับเป็นแนวทางในการเสนอของบประมาณสำหรับซ่อมบำรุงสายทาง เพื่อให้งบประมาณเพียงพอกับสถานการณ์และปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้น

ระบบที่จัดทำขึ้นในงานวิจัยนี้เป็นระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งระบบสามารถรายงานสภาวะน้ำท่วมและความเสียหายของทางหลวงที่เกิดขึ้น ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้ข้อมูลที่ได้รับตรงกับสถานการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นจริง โดยข้อมูลสภาวะน้ำท่วมและความเสียหายของสายทางจะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารในส่วนกลางและผู้ปฏิบัติการในพื้นที่ ในการติดตามสถานการณ์และตัดสินใจแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการรายงานยังเป็นข้อมูลสะสมในการคิดสถิติ สำหรับใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการคาดการณ์งบประมาณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกเหนือจากประโยชน์ที่กล่าวมาข้างต้น ข้อมูลสถิติการเกิดน้ำท่วมและความเสียหายของทางหลวงที่รวบรวมได้จากระบบยังเป็นประโยชน์ในการวางแผนป้องกันและแก้ไขปัญหาในระยะยาว ในการตรวจสอบความซ้ำซากของปัญหา ทั้งความซ้ำซากเชิงพื้นที่ (เช่น ทางหลวงสายใดได้รับความเสียหายจากภาวะน้ำท่วมทุกครั้ง) และความซ้ำซากเชิงความเสียหายได้ (เช่น ความเสียหายประเภทใดที่เกิดขึ้นซ้ำซากทุกครั้งที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วม) รวมทั้งข้อมูลสภาวะน้ำท่วมและความเสียหายที่เกิดขึ้นของสายทาง ยังเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ในการตรวจสอบเส้นทางคมนาคมที่สะดวกและปลอดภัยก่อนการเดินทางได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการติดตามสถานการณ์และคาดการณ์งบประมาณประจำปีสำหรับซ่อมแซมทางหลวงอันเนื่องมาจากอุทกภัยโดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาระบบในการรายงานและติดตามสถานการณ์อุทกภัยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2. เพื่อพัฒนาระบบในการคาดการณ์งบประมาณประจำปี เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการของบประมาณซ่อมแซมทางหลวงในปีถัดไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

มาตรการการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการเกิดอุทกภัยในปัจจุบัน

มาตรการการเตรียมความพร้อมเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการเกิดอุกทกภัย โดยการเฝ้าระวังและติดตามสถานการณ์อย่างใกล้ชิด ทั้งด้านข้อมูลข่าวสารจากกรมอุตุนิยมวิทยาหรือศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติ เพื่อใช้ในการสั่งการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องประชาสัมพันธ์และรายงานสถานการณ์ที่เกิดขึ้นให้ผู้บริหารทราบได้ในทันที โดยทำการดำเนินการดังนี้ (สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง, 2548)

1. จัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการพร้อมคณะทำงาน ปฏิบัติงาน 24 ชม.
2. ขุดลอกคลองสองข้างทาง ท่อระบายน้ำ กำจัดวัชพืชและจัดเก็บขยะไม่ให้ขวางทางระบายน้ำ
3. เตรียมพร้อมด้านเครื่องจักร ยานพาหนะ เครื่องสูบน้ำ กระสอบทราย วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อม ป้ายเตือน ป้ายแนะนำ เครื่องหมายจราจร และสัญญาณไฟฟ้าและแสงสว่างให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
4. เมื่อเกิดอุทกภัยขึ้นต้องดำเนินการแก้ไขให้จราจรผ่านได้ในเบื้องต้นทันที
5. การรายงานการเกิดอุทกภัยให้ดำเนินการ

5.1 รายงานให้ศูนย์บริหารงานอุทกภัย สำนักบริหารบำรุงทางทราบทันทีที่เกิดอุทกภัย ตามแบบฟอร์มการรายงานน้ำท่วมแบบฟอร์มที่ 1 พร้อมการประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้นเบื้องต้นส่งทางโทรสาร (Fax) ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบ

5.2 ทำการบันทึกลงในระบบ MIS (Management Information System) และ มีการปรับปรุง (Update) ข้อมูลตลอดเวลาจนกว่าจะยุติการรายงาน

5.3 ให้จัดทำรายละเอียดลงในแบบฟอร์มที่ 2 ควบคู่กันไปพร้อมที่จะส่งให้ศูนย์ฯ ได้ทันทีเพื่อเสนอรัฐบาลในการขอใช้งบกลาง

5.4 เมื่อยุติการรายงานแล้วให้จัดทำรายงานตามแบบฟอร์มที่ 1 ส่งให้ศูนย์ฯ ทันที

6. ให้ถ่ายรูปทุกจุดในขณะที่เกิดและหลังการเกิดอุทกภัย เพื่อใช้ในการประกอบการพิจารณาในการจัดสรรงบประมาณ และให้ถ่ายภาพในระหว่างการซ่อม และหลังการซ่อมเสร็จ เพื่อใช้ในการประชาสัมพันธ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ศูนย์สร้างและบูรณะสะพาน เตรียมพร้อมเจ้าหน้าที่ วัสดุอุปกรณ์และชิ้นส่วนสะพานแบลี่ย์ไว้ให้พร้อมเพื่อเข้าดำเนินการแก้ไขได้ทันในกรณีที่มีทางขาด สะพานขาดหรือชำรุดจนไม่สามารถใช้งานได้

8. ศูนย์สร้างทางเตรียมพร้อมเจ้าหน้าที่ เครื่องจักร ยานพาหนะ วัสดุอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพพร้อม เพื่อเข้าดำเนินการแก้ไขในส่วนที่เกี่ยวข้องได้ทันทีเมื่อเกิดเหตุอุทกภัย

ศึกษาแบบฟอร์มรวมถึงแนวทางในปฏิบัติในการรายงานสถานการณ์น้ำท่วมในปัจจุบัน

เมื่อเกิดเหตุการณ์อุทกภัยขึ้น ต้องมีการรายงานความเคลื่อนไหวทุกระยะไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะการจราจรไม่สามารถผ่านได้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการประชาสัมพันธ์ แจ้งข่าวสารให้กับประชาชนทราบ รวมทั้งเป็นประโยชน์ในการจัดสรรงบประมาณให้ดำเนินการ การรายงานต้องรายงานด้วยความรวดเร็ว ซึ่งสามารถจำแนกได้ 3 ช่วง ดังภาพที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เมื่อเกิดเหตุการณ์

เมื่อฝนตกหมวดการทางจะต้องไปสำรวจพื้นที่ที่อยู่ในความรับผิดชอบ โดยเฉพาะเส้นทางที่ท่วมซ้ำซากจะต้องคอยเฝ้าระวังและติดตามเป็นพิเศษ หากเกิดเหตุอุทกภัยทางหมวดการทางต้องทำการรายงานเหตุการณ์ตามแบบฟอร์ม 1, 2 ดังภาพที่ 1 และ 2 ตามลำดับ พร้อมทั้งแจ้งข้อมูลโดยส่งทางโทรสาร (Fax) ให้แขวงการทางทราบ เพื่อทำการตรวจสอบข้อมูลก่อนที่จะส่งต่อให้ทางสำนักบริการบำรุงทางและสำนักทางหลวงทางรับทราบ พร้อมกันนั้นทางแขวงการทางจะทำการบันทึกข้อมูลที่ได้รับลงในระบบ และ แก้ไขปรับปรุงข้อมูลอยู่ตลอดเวลาจนกว่าจะมีการยุติการรายงาน

แบบฟอร์มที่ 1 จะต้องรายงานกองบำรุงทุกวัน โดยแจ้งข้อมูลให้ครบถ้วนให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในขณะนั้น พร้อมทั้งแจ้งยอดเงินงบประมาณที่ซ่อมแซมให้จราจรผ่านได้ และถ้าสามารถประเมินงบประมาณที่จะซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพเดิมได้ให้แจ้งด้วย ทั้งนี้เพื่อประโยชน์กับหน่วยงานนั้นๆ ในการที่กองบำรุงจะได้ดำเนินการจัดสรรงบประมาณในการซ่อมแซมให้จราจรผ่านได้ในชั้นแรก และสามารถทราบยอดงบประมาณที่จะแจ้งสำนักงบประมาณขอกันเงินในกรณีใช้เงินงบกลางของรัฐ ยอดเงินที่จะทำการซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพเดิมนั้นอาจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คลาดเคลื่อนในทางบวกหรือทางลบบ้าง แต่ต้องใกล้เคียงกับความเสียหายส่วนในชั้นแผนงาน ประมาณการจะเป็นงบประมาณที่ใช้ดำเนินการจริง

แบบฟอร์มที่ 2 การรายงานในแบบฟอร์มนี้จะต้องรายงานข้อมูลอย่างครบถ้วนถูกต้องตามรายละเอียดในแบบฟอร์ม เพราะแบบฟอร์มนี้ใช้ของบส่วนกลางของรัฐ สามารถใช้ของบประมาณดำเนินการต่อสำนักงบประมาณได้ แต่จะต้องเร่งจัดทำแผนรายการประมาณการให้ถูกต้องสอดคล้องกับการรายงานในแบบฟอร์ม เพื่อเสนอสำนักงบประมาณตามไปในภายหลังโดยด่วนที่สุด

จะเห็นได้ว่าการรายงานในกรณีซ่อมทางที่ถูกอุทกภัย ตามแบบฟอร์มที่ 1 และแบบฟอร์มที่ 2 มีความที่หน่วยงานจะต้องดำเนินการอย่างรวดเร็วเพื่อได้มาสำหรับงบประมาณดำเนินการ โดยเฉพาะในกรณีใช้งบกลางของรัฐซึ่งเป็นยอดเงินที่จำกัด หากเกิดความล่าช้างบประมาณดังกล่าวอาจถูกใช้ไปดำเนินการในส่วนราชการต่างๆ ที่ได้รับอุทกภัยเช่นเดียวกับกรมทางหลวงจนหมดสิ้นแล้ว ซึ่งเป็นปัญหาต่อกองบำรุงมากในการที่จะหาแหล่งเงินทุนมาสนับสนุนต่อหน่วยงานนั้นๆได้

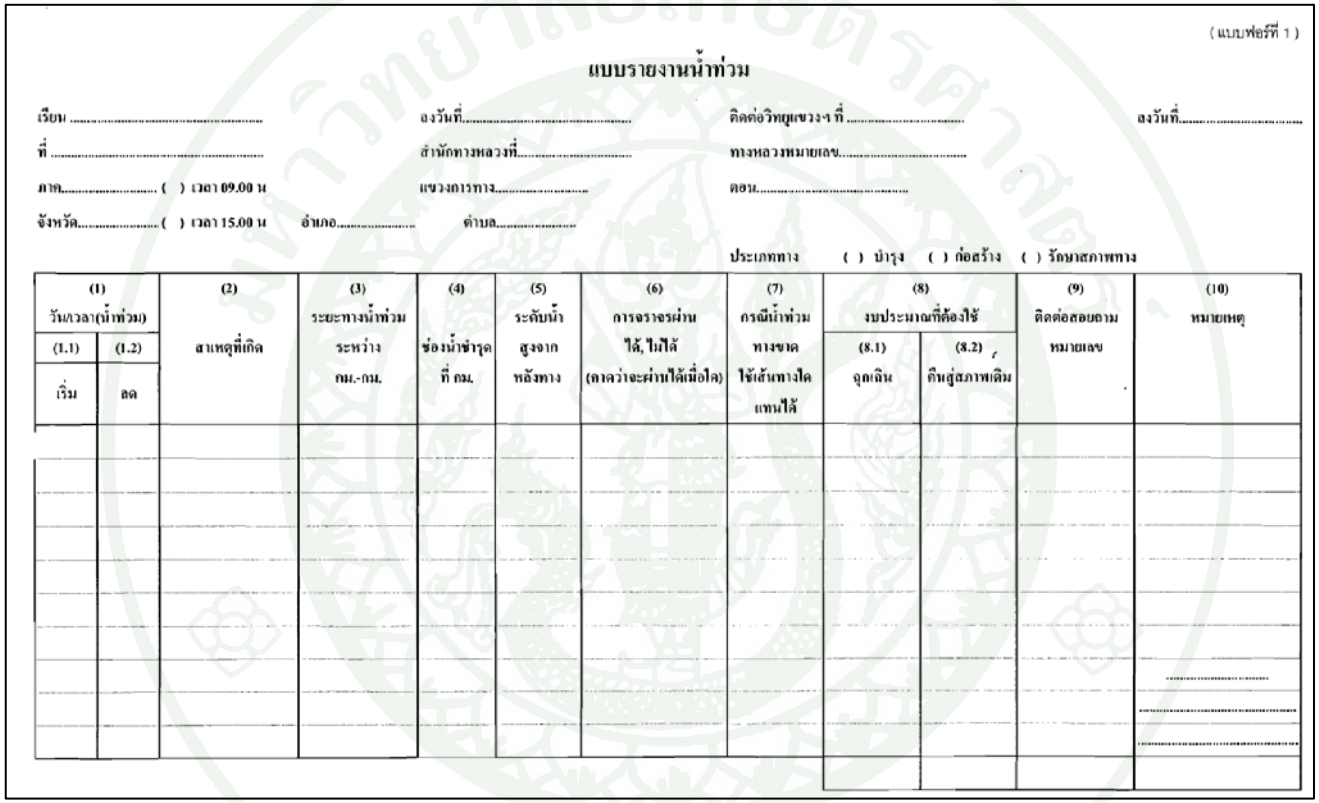
2. ระหว่างเกิดเหตุ

ทางหมวดการทางจะรายงานเฉพาะแบบฟอร์ม 1 เพื่อติดตามความสูงของระดับน้ำ สภาพการจราจร และสถานการณ์โดยทั่วๆ ไปให้ครบถ้วนอย่างใกล้เคียงกับความจริงของสถานการณ์ในขณะนั้น

3. ยุติการรายงาน

การยุติการรายงานนั้นทางหมวดจะส่งมาเมื่อระดับน้ำลดและการจราจรสามารถผ่านได้ โดยทำรายงานตามแบบฟอร์ม 1 และแบบฟอร์ม 2 ส่งไปอีกครั้ง พร้อมกับระบุรายละเอียดแต่ละขั้นตอนในการดำเนินงาน เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในการของบประมาณในการซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดขึ้น (สำหรับของบประมาณเพื่องานจราจรผ่านได้ และงานคืนสู่สภาพเดิม) เพื่อส่งไปให้แขวงการทางทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนส่งต่อไปที่สำนักทางหลวงทำการอนุมัติ หากมีข้อผิดพลาดจะส่งกลับไปที่แขวงการทางเพื่อตรวจสอบข้อมูลอีกครั้งอีก เมื่อสำนักทางหลวงเห็นชอบแล้วจะส่งไปให้ยังสำนักบริหารบำรุงทาง ในการพิจารณาเพื่ออนุมัติงบประมาณสำหรับใช้ในการซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



(แบบฟอร์มที่ 1)

แบบรายงานน้ำท่วม

เรียน ..... ลงวันที่..... ติดต่อวิทยุสื่อสาร ที่ ..... ลงวันที่.....

ที่ ..... สำนักทางหลวงที่..... ทางหลวงหมายเลข.....

ภาค.....( ) เวลา 09.00 น แขวงการทาง..... ตอน.....

จังหวัด.....( ) เวลา 15.00 น อำเภอ..... ตำบล.....

ประเภททาง ( ) บำรุง ( ) ก่อสร้าง ( ) รักษาสภาพทาง

(1) วัน/เวลา(น้ำท่วม)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8) งบประมาณที่ต้องใช้		(9)	(10)
(1.1) เริ่ม	(1.2) ลด	สาเหตุที่เกิด	ระยะทางน้ำท่วม ระหว่าง กม.-กม.	ช่องน้ำข้ามรุดที่ กม.	ระดับน้ำสูงจากหลังทาง	การจราจรผ่านได้, ไม่ได้ (ถ้าเคยว่าจะผ่านได้เมื่อใด)	กรณีน้ำท่วมทางขาด ใช้เส้นทางใดแทนได้	(8.1) จุดเดิน	(8.2) คืนสู่สภาพเดิม	ติดต่อสอบถาม หมายเลข	หมายเหตุ
											.....
											.....
											.....

ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มรายงานน้ำท่วม (แบบฟอร์ม 1)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(แบบฟอร์ที่ 2)

รายละเอียดทางหลวงที่ถูกอุทกภัยประจำปี 2552

กิจกรรมแก้ไขป้องกันความเสียหายจากปัญหาอุทกภัย

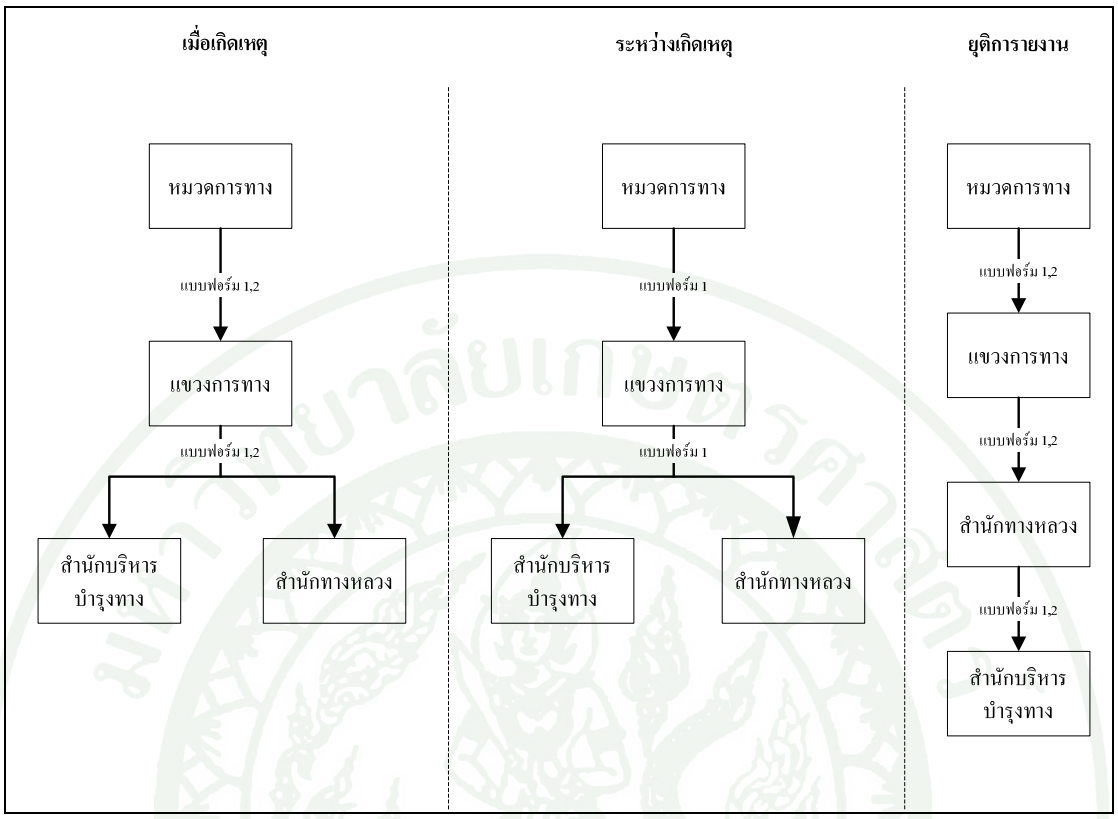
สำนักทางหลวง..... (.....)

ลำดับที่	จังหวัด	แขวงการทาง	ทางหลวงหมายเลข	ตอน	กม. - กม.	ปริมาณงาน	หน่วย	งบประมาณ(บาท)		สภาพปัจจุบัน	รายการก่อสร้างโดยสังเขป	ภาพประกอบการพิจารณา
								การจราจรผ่านได้	คืนสู่สภาพเดิม			

ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มรายละเอียดกิจกรรมแก้ไขป้องกันความเสียหายจากปัญหาอุทกภัย (แบบฟอร์ม 2)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการรายงานสถานการณ์อุทกภัย

การออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) คือ การวางแผนการจัดเก็บข้อมูลให้สามารถตอบสนองความต้องการของระบบอย่างได้อย่างครบถ้วน การออกแบบฐานข้อมูลที่ดีจะช่วยป้องกันการเก็บข้อมูลซ้ำซ้อนทำให้ฐานข้อมูลมีขนาดเล็ก และยังช่วยเพิ่มความสะดวกและรวดเร็วในการค้นหาข้อมูลและปรับเปลี่ยนข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน (ศิริลักษณ์, 2549) ในขั้นตอนการออกแบบนั้นจะต้องผ่าน Normalization สามขั้นตอนดังต่อไปนี้

Normalization ขั้นตอนหนึ่ง (1NF): ฐานข้อมูลอยู่ในรูป 1NF ก็ต่อเมื่อข้อมูลในแต่ละทูเปิล (Tuple) ต้องเป็นข้อมูลย่อยที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้ (Atomic and Indivisible value)

ตารางที่ 1 เป็นตัวอย่างการออกแบบฐานข้อมูลที่ไม่ผ่านเงื่อนไข 1NF เนื่องจากข้อมูลในสดมภ์ “ซากผลิตภัณฑ์” เป็นข้อมูลที่สามารถแบ่งแยกได้ ในขณะเดียวกันการปรับแก้การออกแบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 1 เป็นตารางที่ 2 ก็ไม่ใช่วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องเนื่องจากความไม่แน่นอนในจำนวนซากผลิตภัณฑ์ของแต่ละโรงงานทำให้ต้องมีการเผื่อจำนวนสดมภ์ให้มากเพียงพอสำหรับโรงงานที่ผลิตภัณฑ์จำนวนมาก ทั้งนี้จะทำให้เกิดช่องว่างในฐานข้อมูลในแถวของโรงงานที่มีจำนวนซากผลิตภัณฑ์น้อยซึ่งเป็นการออกแบบฐานข้อมูลที่ไม่มีประสิทธิภาพ ตารางที่ 3 เป็นตัวอย่างการปรับแก้ฐานข้อมูลให้ผ่านเงื่อนไข 1NF ที่ถูกต้อง

ตารางที่ 1 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ไม่ผ่านเงื่อนไข 1NF

ชื่อโรงงาน	ซากผลิตภัณฑ์
A	ตะกั่ว ปรอท เหล็ก
B	เหล็ก ทองแดง สังกะสี พลาสติก
C	พลาสติก

ตารางที่ 2 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ไม่ผ่านเงื่อนไข 1NF

ชื่อโรงงาน	ซากผลิตภัณฑ์1	ซากผลิตภัณฑ์2	ซากผลิตภัณฑ์3	ซากผลิตภัณฑ์4
A	ตะกั่ว	ปรอท	เหล็ก	
B	เหล็ก	ทองแดง	สังกะสี	พลาสติก
C	พลาสติก			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไข 1NF

ชื่อโรงงาน	ชากผลิตภัณฑ์
A	ตะกั่ว
A	ปรอท
A	เหล็ก
B	เหล็ก
B	ทองแดง
B	สังกะสี
B	พลาสติก
C	พลาสติก

Normalization ขั้นตอนสอง (2NF): ฐานข้อมูลอยู่ในรูป 2NF ก็ต่อเมื่อฐานข้อมูลนั้นอยู่ในรูป 1NF และ ข้อมูลที่เป็น Non-key Attributes ทั้งหมดต้องมีความสัมพันธ์โดยตรง (Full Functional Dependency) กับ Primary Key(s) ของตารางนั้นๆ

ตารางที่ 4 เป็นตัวอย่างของฐานข้อมูลที่ไม่อยู่ในรูป 2NF เนื่องจากข้อมูล “ชื่อโรงงาน” และ “โทรศัพท์” รวมถึงข้อมูล “ชื่อชากผลิตภัณฑ์” ไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ Primary Keys ของตาราง (ตารางที่ 4 มี Primary Keys 2 อันคือ “รหัสโรงงาน” และ “รหัสชากผลิตภัณฑ์”) ในความเป็นจริงข้อมูล “ชื่อโรงงาน” และ “โทรศัพท์” มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ “รหัสโรงงาน” ซึ่งเป็นหนึ่งในสองของ Primary Keys ของตาราง ส่วนข้อมูล“ชื่อชากผลิตภัณฑ์” มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ “รหัสชากผลิตภัณฑ์” เท่านั้น ดังนั้นฐานข้อมูลในตารางที่ 4 สามารถปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูป 2NF โดยใช้ตารางที่ 5, 6 และ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ไม่ผ่านเงื่อนไข 2NF

รหัสโรงงาน (Primary Key)	รหัสซากผลิตภัณฑ์ (Primary Key)	ชื่อโรงงาน	โทรศัพท์	ชื่อซากผลิตภัณฑ์	ปริมาณ
001	A01	A	0-3561-1442	ตะกั่ว	1500
001	A02	A	0-3561-1442	ปรอท	1650
002	A01	B	0-2000-0000	ตะกั่ว	1600
002	B01	B	0-2000-0000	เหล็ก	1800

ตารางที่ 5 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไข 2NF

รหัสโรงงาน (Primary Key)	รหัสซากผลิตภัณฑ์ (Primary Key)	ปริมาณ
001	A01	1500
001	A02	1650
002	A01	1600
002	B01	1800

ตารางที่ 6 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไข 2NF

รหัสโรงงาน (Primary Key)	ชื่อโรงงาน	โทรศัพท์
001	A	0-3561-1442
002	B	0-2000-0000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไข 2NF

รหัสซากผลิตภัณฑ์ (Primary Key)	ชื่อซากผลิตภัณฑ์
A01	ตะกั่ว
A02	ปรอท
B01	เหล็ก

Normalization ขั้นตอนสาม (3NF): ฐานข้อมูลอยู่ในรูป 3NF ก็ต่อเมื่อฐานข้อมูลนั้นอยู่ในรูป 2NF และ ฐานข้อมูลนั้นจะต้องไม่บันทึกข้อมูล Non-key Attributes ที่ไม่ขึ้นอยู่กับ Primary Key(s) แต่ขึ้นอยู่กับ Candidate Key(s) ในตารางนั้นๆ

ตารางที่ 8 เป็นตัวอย่างของฐานข้อมูลที่ไม่อยู่ในรูป 3NF เนื่องจาก “ชื่อโรงงาน” และ “ที่อยู่โรงงาน” ไม่ได้ขึ้นอยู่กับ “รหัสบุคลากร” ซึ่งเป็น Primary Key ของตาราง แต่กับขึ้นอยู่กับ “ชื่อโรงงาน” ซึ่งเป็น Candidate Key ฐานข้อมูลในตารางที่ 8 สามารถปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูป 3NF ดังตารางที่ 9 และ 10 เมื่อสังเกตดูจะพบว่าการจัดเก็บข้อมูลโดยใช้ตารางที่ 9 และ 10 จะใช้หน่วยความจำในการจัดเก็บน้อยกว่าตารางที่ 8 เนื่องจากตารางที่ 9 และ 10 ไม่มีการจัดเก็บข้อมูล “ที่อยู่โรงงาน” และ “Website” ซ้ำซ้อน การจัดเก็บข้อมูลโดยใช้ตารางที่ 9 และ 10 ยังช่วยเพิ่มความเที่ยงตรง (Integrity) ของฐานข้อมูลโดยจะช่วยป้องกันข้อขัดแย้ง (Conflict) ระหว่างข้อมูลที่มีโอกาสเกิดขึ้นในตารางที่ 8 (ตัวอย่างเช่น เจ้าหน้าที่ป้อนข้อมูลอาจป้อนข้อมูลที่อยู่ของโรงงาน A ในตารางที่ 8 ผิดพลาดซึ่งอาจส่งผลให้ที่อยู่โรงงานในแถวของ “สุพจน์” แตกต่างจากที่อยู่โรงงานในแถวของ “สุชาติ” ซึ่งไม่ถูกต้องตามความเป็นจริงและยังก่อให้เกิดความสับสนว่าข้อมูลในแถวไหนเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง)

หมายเหตุ : เงื่อนไขของ 2NF จะคล้ายคลึงกับเงื่อนไขของ 3NF มากแต่จะต่างกันตรงที่เงื่อนไขของ 2NF มักจะเกี่ยวข้องในกรณีที่ตารางนั้นๆ มีจำนวน Primary Key(s) มากกว่าหนึ่งอัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ไม่ผ่านเงื่อนไข 3NF

รหัสบุคลากร (Primary Key)	ชื่อ	ชื่อโรงงาน	ที่อยู่โรงงาน	Website
001	สุพจน์	A	100 ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร	http://abcd.com
002	สุชาติ	A	100 ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร	http://abcd.com
003	สมชาย	B	1 ถ.พญาไท เขตปทุมวัน	http://tst.com
004	สุเทพ	A	100 ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร	http://abcd.com

ตารางที่ 9 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไข 3NF

รหัสบุคลากร (Primary Key)	ชื่อ	รหัสโรงงาน
001	สุพจน์	001
002	สุชาติ	001
003	สมชาย	002
004	สุเทพ	001

ตารางที่ 10 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไข 3NF

รหัสโรงงาน (Primary Key)	ชื่อโรงงาน	ที่อยู่โรงงาน	Website
001	A	100 ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร	http://abcd.com
002	B	1 ถ.พญาไท เขตปทุมวัน	http://tst.com

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่สองตัวแปรขึ้นไป โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะพยากรณ์ค่าของตัวแปรหนึ่งจากตัวแปรอื่นๆ โดยต้องมีการกำหนดหรือทราบค่าตัวแปรอื่นๆ ล่วงหน้า เช่น การพยากรณ์ยอดขาย เมื่อทราบงบประมาณในการโฆษณา และจะศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของยอดขายเมื่องบประมาณในการโฆษณาเปลี่ยนแปลงไป

การถดถอยอย่างง่ายและการถดถอยพหุคูณ

การถดถอยอย่างง่าย เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยกำหนดตัวแปรหนึ่งคือตัวแปรตาม (Y) และอีกตัวแปรหนึ่งคือตัวแปรอิสระ (X) การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายเป็นวิธีการหาสมการหรือฟังก์ชันถดถอยที่ใช้ประมาณตัวแปรตาม Y จากตัวแปรอิสระ X ในกรณีที่สมการถดถอยที่ประมาณได้มีกราฟแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองเป็นเส้นตรงเรียกว่า การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) มีรูปแบบดังสมการที่ 1

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \qquad (1)$$

เมื่อ Y_i คือ ตัวแปรตาม

X_i คือ ตัวแปรอิสระ

β_0, β_1 คือ พารามิเตอร์

ε_i คือ ความคาดเคลื่อน (error term) ของค่าสังเกตที่ i เป็นค่าความแตกต่างระหว่างค่าจริงของ Y และค่า Y บนเส้นถดถอย

การถดถอยพหุคูณ เป็นการศึกษาความสำพันธ์ระหว่างตัวแปร 3 ตัวแปรขึ้นไป โดยที่ตัวแปรหนึ่งคือตัวแปรตาม ตัวแปรอื่นๆ เป็นตัวแปรอิสระที่มีตั้งแต่สองตัวขึ้นไป และในกรณีที่ตัวแปรอิสระเหล่านี้มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับตัวแปรตาม เรียนกว่า การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) มีรูปแบบดังสมการที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad , i = 1,2,\ldots,n \qquad (2)$$

เมื่อ Y_i คือ ตัวแปรตาม

$X_{i1}, X_{i2}, \ldots, X_{ik}$ คือ ตัวแปรอิสระ

$\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_k$ คือ พารามิเตอร์

ε_i คือ ความคาดเคลื่อนของค่าสังเกตที่ i

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ คือการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระหลายตัวที่มีผลกระทบกับตัวแปรตาม สมการถดถอยพหุคูณจะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์เฉลี่ยระหว่างตัวแปรอิสระเหล่านี้ที่มีผลต่อตัวแปรตาม ทำให้ใช้ความสัมพันธ์นี้พยากรณ์ตัวแปรตามได้
ข้อกำหนดเกี่ยวกับการวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงเส้นพหุคุณ (ศิริชัย, 2549)

1. การแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อน ε_i สำหรับทุกค่าสังเกต ควรจะมีการแจกแจงเป็นแบบปกติ (Normality) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ $E(\varepsilon_i) = 0$
2. ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน ε_i สำหรับทุกค่าสังเกตจะต้องมีความเป็นเอกภาพ (Homoscedasticity) คือมีค่าคงที่เท่ากันหมด หรือ $Var(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2$
3. ความคลาดเคลื่อนของแต่ล่ะค่าสังเกตเป็นอิสระต่อกัน (Non-Auto Correlation)
4. ตัวแปรอิสระทุกตัวแปรจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กันเอง (Multicollinearity) ซึ่งจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้มีความน่าเชื่อถือน้อยลง
5. จำนวนตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ (n) จะต้องมีจำนวนมากกว่าตัวแปรอิสระ (k)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบหรือสมการถดถอย

พิจารณาจากค่าของความคลาดเคลื่อน $S_{y.x}$ และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ R^2

$$s_y^2 = \frac{\sum(y-\bar{y})^2}{n-(k+1)} \tag{3}$$

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{y}-\bar{y})^2}{\sum(y-\bar{y})^2} \tag{4}$$

การนำค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ R^2 ของตัวแบบสมการถดถอยแบบเส้นตรงพหุคุณไปใช้ ถ้าค่า R^2 ที่ได้มีค่าสูงซึ่งแสดงว่าตัวแบบสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม Y ได้ดี แต่การเพิ่มตัวแปรอิสระในสมการถดถอยจะทำให้ R^2 มีค่าสูงขึ้น จะทำให้มีตัวแปรอิสระจำนวนมากในสมการถดถอย และอาจทำให้สมการถดถอยที่ได้ดูแย่ลง ดังนั้นจึงอาจพบว่าการเลือกรูปแบบที่มีค่า R^2 ต่ำกว่าเล็กน้อยอาจได้รูปแบบที่ดีกว่า เพื่อป้องกันปัญหานี้เราสามารถใช้ Adjusted R^2 เป็นค่าวัดรูปแบบความเหมาะสมของข้อมูล โดยนำองศาแห่งความเป็นอิสระมาพิจาณาด้วย คำนวณจากสูตร

$$Adjusted\ R^2 = 1 - \frac{\sum(y-\hat{y})^2/(n-k-1)}{\sum(y-\bar{y})^2/(n-1)} \tag{5}$$

นอกจากนี้ข้อที่ควรระมัดระวังอย่างยิ่งคือถ้าค่า Adjust R^2 สูงมากควรจะต้องตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันเองหรือไม่ ซึ่งจะเกิดปัญหาที่เรียกว่า Multicollinearity

การทดสอบสมมติฐาน

1. การทดสอบสมมติฐานสำหรับค่าคงที่ (β_0)

   เป็นการตรวจสอบว่าเส้นถดถอยควรจะมีค่าคงที่หรือความชัน (Slope) เท่ากับที่กำหนดหรือไม่ซึ่งจะเป็นการทดสอบเกี่ยวกับจุดตัดบนแกน Y ของเส้นถดถอย โดยกำหนดสมมติฐานทางสถิติดังนี้คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$H_0: \beta_0 =$ ค่าคงที่ที่กำหนด

$H_1: \beta_0 \neq$ ค่าคงที่ที่กำหนด

ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบคือ t-test

$$t = \frac{b_0 - \text{ค่าคงที่}}{S_{b_0}} \tag{6}$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า t จากตาราง ณ ระดับนัยสำคัญ $\propto$ ด้วย df = (n-k-1) หรือพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น

2. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (β_1)

เป็นการตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวคือ Xi ที่นำมาใช้ในตัวแบบสามารถนำมาใช้พยากรณ์ตัวแปรตามได้หรือไม่โดยพิจารณาจากสมการความแปรปรวน ดังนี้

$$\sum (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

หรือ

$$SST = SSR + SSE \tag{7}$$

การตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระแต่ล่ะตัวคือ xi ใช้ได้หรือไม่จะทำได้โดยการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย β_1 ซึ่งมีการทดสอบสองลักษณะดังนี้

1) การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย β_i ของตัวแปรอิสระทุกตัวพร้อมๆกันโดยกำหนดสมมติฐานทางสถิติดังนี้

H0 : $\beta 1 = \beta 2 = \cdots = \beta k = 0$

H1 : $\beta i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ตัว หรือมีอย่างน้อย *1* ตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถิติสำหรับการทดสอบคือ F-test

$$F = \frac{SSR/k}{SSE/(n-k-1)} \quad (8)$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐาน H0 เมื่อค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า F จากตารางสถิติด้วยค่า df = k และ n-k-1

2) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ β_1 ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวโดยกำหนดสมมุติฐานดังนี้

$H_0: \beta_j = 0$ หรือตัวแปรอิสระตัวที่ I ไม่มีอิทธิผลต่อตัวแปรตาม

$H_1: \beta_j \neq 0$ หรือตัวแปรอิสระตัวที่ I มีอิทธิผลต่อตัวแปรตาม

ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบคือ t-test

$$t = \frac{b_j - 0}{S_{b_j}} \quad (9)$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐาน H0 เมื่อค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดได้จากตารางสถิติด้วย df = (n-k-1) ที่ระดับนัยสำคัญ α หรือพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น ถ้ายอมรับสมมุติฐานแสดงว่า ตัวแปรอิสระตัวที่ j นั้นไม่ควรอยู่ในตัวแบบ

การเลือกสมการถดถอยที่ดีที่สุด

สมการถดถอยที่ดีที่สุด ควรเป็นสมการที่มีตัวแปรอิสระในสมการน้อยที่สุด แต่มีประสิทธิภาพในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ดีอย่างน้อยใกล้เคียงกับสมการถดถอยที่มีตัวแปรอิสระมากกว่า (ทรงศิริ, 2549) ซึ่งอาจพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณ Sy ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่า ตัวแบบสมการถดถอยที่ใช้มีความเหมาะสมดี หรือพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ R^2 ตัวแบบที่ดีอาจไม่จำเป็นต้องใช้ตัวแปรอิสระมากนัก เพราะบางครั้งการใช้ตัวแปรอิสระน้อยกว่าอาจจะอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้พอๆกันกับตัวแบบที่ใช้ตัวแปรอิสระมากกว่า ซึ่งโดยปกติแล้วถ้ามีตัวแปรอิสระมากขึ้น ย่อมจะทำให้ค่า R^2 สูงขึ้นตามไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้วย ทำให้ดูเหมือนว่า ตัวแปรอิสระเหล่านั้นมีผลต่อตัวแปรตามมาก แต่บางครั้งตัวแปรอิสระเหล่านี้ที่นำมาใช้ในตัวแบบเดียวกันเกิดมีความสัมพันธ์กันเองสูง จะส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามให้มีค่า R^2 สูงไปด้วย เรียกว่าการเกิด Multicolinearity ทำให้ค่า R^2 สูงเกินความจริงมาก กรณีนี้ควรจะเลือกใช้ตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากกว่า ดังนั้นในการเลือกสมการถดถอยที่ดีที่สุดก็คือการเลือกสมการถดถอยที่เหมาะสมกับข้อมูลและสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ตัวแปรตามได้ใกล้เคียงหรือมีความผิดพลาดน้อยที่สุด

ค่าสถิติในการเลือกรูปแบบการถดถอยที่ดีที่สุด

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นค่าที่แสดงขนาดและทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และตัวแปร X_i

2. ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์บางส่วนเป็นค่าที่แสดงขนาดและทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และตัวแปร X_i เมื่อค่าของตัวแปรอิสระ X_j และ X_k คงที่

3. ผลรวมเนื่องจากการถดถอย SSR เป็นส่วนของความผันแปรรวม รูปแบบของการถดถอยที่เหมาะสมจะเป็นรูปแบบที่มีค่า SSR สูงสุด

4. ผลรวมกำลังสองไม่เนื่องจากการถดถอย SSE หรือผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน การพิจารณาเป็นแบบเดียวกับการพิจารณา SSR แต่ในทางตรงกันข้าม รูปแบบการถดถอยที่เหมาะสมเป็นรูปแบบที่มีค่า SSE ต่ำที่สุด

5. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด R^2

6. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดที่ปรับค่าแล้ว R_a^2 รูปแบบการถดถอยที่มีจำนวนตัวแปรอิสระมากกว่าจะให้ค่าสัมประสิทธิตัวกำหนดแล้วน้อยกว่า ดังนั้นจะเลือกรูปแบบการถดถอยที่ให้ทั้ง SSE ต่ำและจำนวนตัวแปรอิสระในรูปแบบน้อย

7. ค่าสัมประสิทธิตัวกำหนดบางส่วน เป็นค่าที่แสดงสัดส่วนหรือ % ที่ตัวแปรอิสระ มีส่วนในผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนจากรูปแบบที่มีตัวแปรอิสระ Xj และ Xk อยู่แล้ว

8. ค่า VIF เป็นค่าที่ใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ รูปแบบการถดถอยที่ดีตามข้อสมมติของรูปแบบการถดถอยเป็นรูปแบบที่ตัวแปรอิสระเป็นอิสระกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการเลือกตัวแปรอิสระเพื่อให้ได้สมการถดถอยที่เหมาะสม

วิธีการคัดเลือกที่นิยมใช้กันมี 3 วิธี

1. วิธี Forward Selecttion เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าไปในตัวแบบทีละ 1 ตัว ตามลำดับของความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม เมื่อตัวแปรเข้าไปในตัวแบบแล้วจะมีการทดสอบว่าตัวแปรอิสระตัวนั้นสามารถเข้าไปในตัวแบบได้หรือไม่ จะทำจนกว่าจะไม่มีตัวแปรอิสระใดเข้าไปในสมการได้อีกจึงหยุดการคัดเลือกและถือว่าสมการที่ได้นั้นมีความเหมาะสม

2. วิธี Backward Elimination เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระออกจากตัวแบบของสมการถดถอยทีละตัวแปร โดยเริ่มจากการสร้างตัวแบบของสมการถดถอยที่รวมเอาตัวแปรอิสระทุกตัวที่กำหนดไว้แล้วเข้าในสมการให้หมด แล้วคัดเลือกตัวแปรอิสระที่ไม่ควรจะอยู่ในตัวแบบออกมาทีละตัว 1 ตัวแปร จนกระทั้งไม่มีตัวแปรถูกคัดเลือกออกจากตัวแบบอีก แสดงว่าสมการถดถอยที่ตัวแปรอิสระเหลืออยู่ในสมการนั้นเป็นสมการที่เหมาะสมแล้ว

3. วิธี Stepwise Selection เป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่ค่อนข้างจะซับซ้อนกว่าสองวิธีแรก คือ ขั้นแรกจะเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าไปในตัวแบบทีละ 1 ตัวแปร เช่นเดียวกับวิธี Forward Selection โดยพิจารณาเลือกตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรตามเข้าไปในตัวแบบก่อน แล้วจึงพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์เชิงส่วน (ความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ตัวแปรอิสระที่เข้าไปในสมการคงที่) กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าไปในตัวแบบ และพิจารณาว่าตัวแปรอิสระที่เข้าไปในสมการก่อนหน้านั้นทุกตัวควรจะอยู่ในตัวแบบหรือไม่ ถ้าไม่ควรอยู่ก็ตัดออกก่อนแล้วจึงดำเนินการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่เหมือใหม่ แต่ถ้าควรอยู่ก็ให้ดำเนินการคัดเลือกตัวแปรอิสระใหม่ได้เลย ซึ่งจะเห็นว่าวิธี Forward Selection จะไม่ทำเช่นนี้ คือตัวแปรอิสระที่เข้าไปอยู่ในตัวแบบแล้วจะไม่นำมาพิจาณาตัดออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

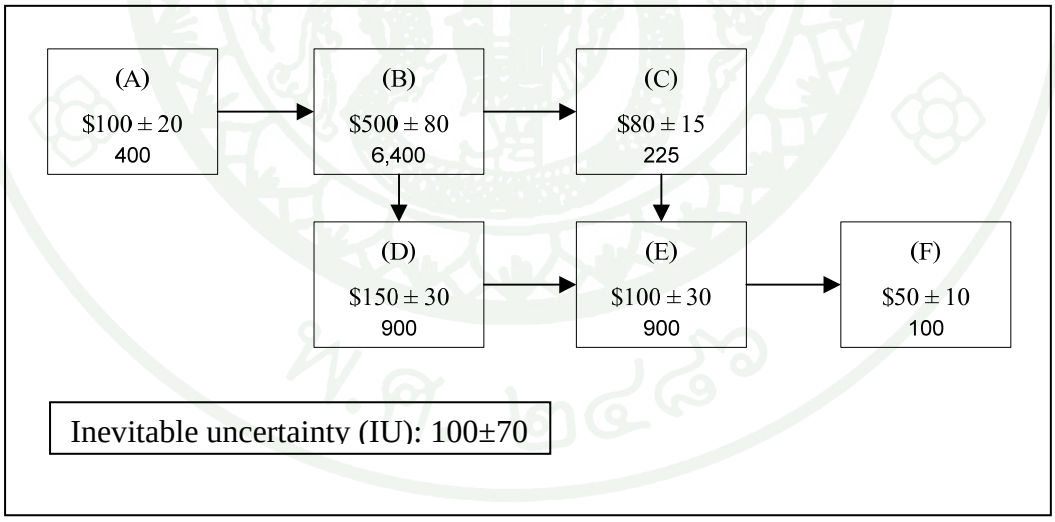
การประมาณราคาแบบต่อเนื่อง

การประมาณราคาแบบต่อเนื่อง (Successive estimating) เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในยุโรปทางตอนเหนือ ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นมาโดย Prof. Steen Lichtenberg of the Technical University of Denmark เพื่อใช้ในการประมาณราคา (Barrie and Paulson, 1992)

วิธีการนี้ใช้หลักการทางสถิติ เพื่อให้สามารถประมาณราคาได้อย่างถูกต้องแม่นยำและใช้เวลาน้อยลง โดยวิธีนี้จะคิดราคากับค่าความไม่แน่นอนในรูปของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวนของแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งถ้าองค์ประกอบอันไหนมีความไม่แน่นอนสูงก็จะต้องแตกองค์ประกอบนั้นออกมาเป็นส่วนย่อยแล้วทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะแตกองค์ประกอบต่อไปไม่ได้

<u>ตัวอย่าง</u>

ให้ประมาณราคาของโครงการที่มีข้อมูลราคาของกิจกรรมในโครงการ ดังภาพที่ 4

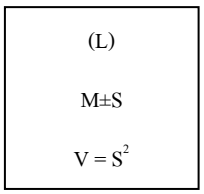


ภาพที่ 4 รายละเอียดราคา ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวนของแต่ล่ะกิจกรรมในโครงการ

ที่มา: สันติ (2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัญลักษณ์



L = ชื่อกิจกรรม

M = ราคาเฉลี่ย

S = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

V = ค่าความแปรปรวน

IU = แฟกเตอร์ที่เหนือการควบคุมของโครงการ

วิธีทำ

1. หาราคารวมของโครงการ (C_{Proj}) โดยการรวมราคาของแต่ละกิจกรรม (C_i)

   $C_{Proj} = C_A + C_B + C_C + C_D + C_E + C_F + C_{IU}$

   $= 100 + 500 + 80 + 150 + 100 + 50 + 100 = 1080$

2. คำนวณค่าความแปรปรวนรวมของโครงการ (V_{Proj})

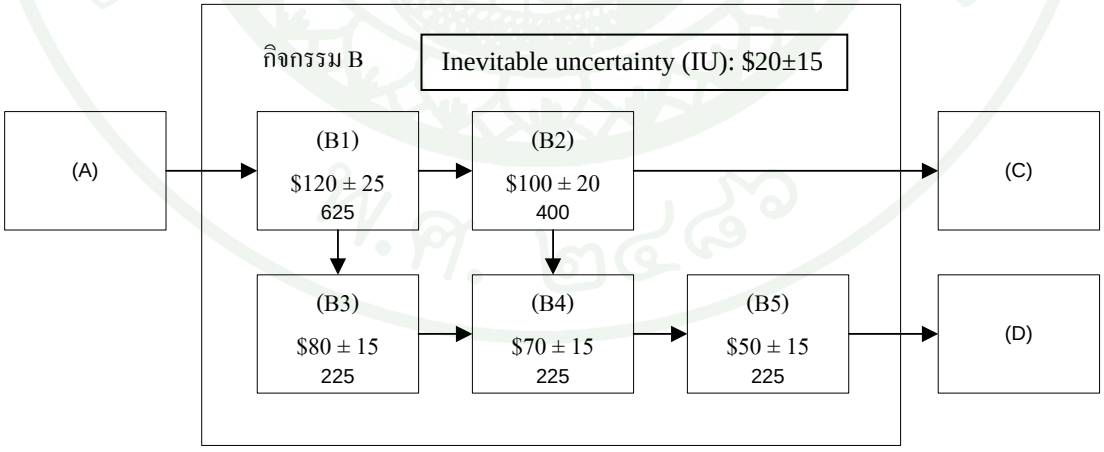
   $V_{Proj} = 20^2+80^2+15^2+30^2+30^2+10^2+70^2 = 13825$

3. คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการ (S_{Proj})

   $S_{Proj} = \sqrt{13825} = \pm 118$

   ดังนั้น ราคาประมาณของโครงการเท่ากับ 1080 ± 118

การประมาณราคาอาจประมาณได้ใหม่หากราคาที่ประมาณข้างต้นยังไม่เป็นที่พอใจ โดยเลือกกิจกรรมที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงมากที่สุดมาแตกเป็นกิจกรรมย่อยๆ ลงอีก ในตัวอย่างนี้เลือกกิจกรรม B สมมติว่ากิจกรรม B สามารถแตกย่อยได้ 5 กิจกรรม ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 รายละเอียดราคาและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกิจกรรมย่อย B

ที่มา: สันติ (2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำการคำนวณราคา ค่าความแปรปรวน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกิจกรรม B ใหม่ (C_B, V_B, S_B)

$C_B = 120 + 100 + 80 + 70 + 50 + 20 = 440$

$V_B = 25^2+20^2+15^2+15^2+15^2+15^2 = 1925$

$S_B = \sqrt{1925} = 44$

ดังนั้น กิจกรรม B จะมีราคาใหม่เท่ากับ 440 ± 44 ทำให้ราคารวมของโครงการคำนวณใหม่ได้ดังนี้

$C_{Proj} = C_A + C_B + C_C + C_D + C_E + C_F + C_{IU}$

$= 100+440+80+150+100+50+100 = 1020$

$V_{Proj} = 20^2+44^2+15^2+30^2+30^2+10^2+70^2 = 9361$

$S_{Proj} = \sqrt{9361} = \pm 97$

ดังนั้นราคาของโครงการที่คำนวณใหม่ จะเท่ากับ 1020 ± 97 และอาจคำนวณในแนวเดียวกันนี้กับกิจกรรมอื่นๆ จนกิจกรรมต่างๆ ไม่สามารถที่จะแตกเป็นกิจกรรมย่อยได้อีก

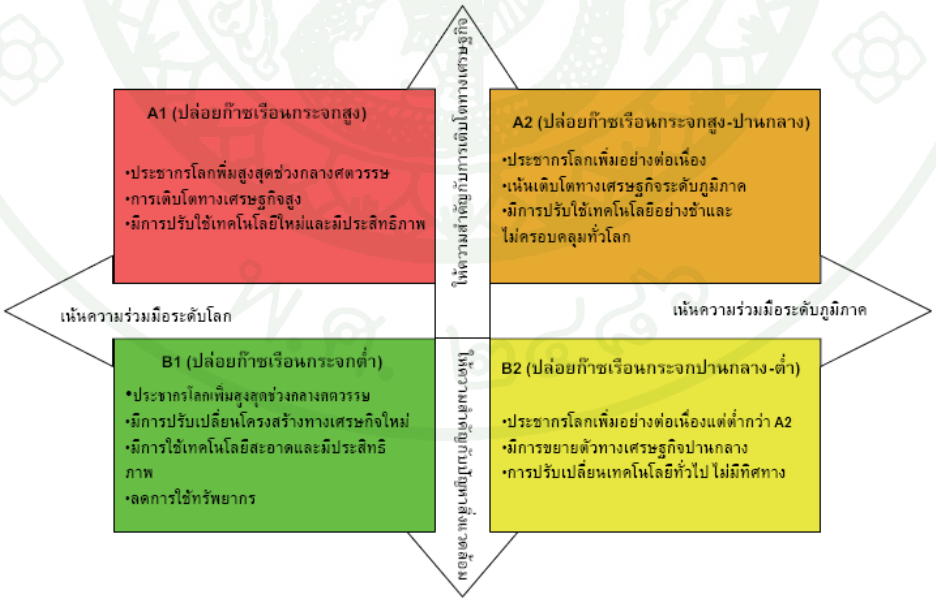
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบจำลองภูมิอากาศ

แบบจำลองภูมิอากาศ (Climate Model) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณในการลอกเลียน (Simulate) ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานในบรรยากาศ มหาสมุทร พื้นดิน และน้ำแข็ง นำไปใช้ในวัตถุประสงค์ต่างๆเช่น การศึกษาพลวัตรของภูมิอากาศ (Weather) และระบบภูมิอากาศ (Climate System) ซึ่งปัจจุบันถูกนำมาใช้ในการสร้างสภาพเหตุการณ์ภูมิอากาศในอนาคตที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ

ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศในอนาคตเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าให้กับแบบจำลองภูมิอากาศ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกอาจจะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในทิศทางต่างๆ กัน ซึ่งคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Changeหรือ IPCC) ได้กำหนดความเป็นไปได้ของการพัฒนาเป็น 4 รูปแบบหลัก (กัณฑรีย์, 2553) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตจากรายงานของ IPCC (IPCC Special Report on Emission Scenario หรือ SRES)

ที่มา: กัณฑรีย์ (2553) อ้างถึง IPCC (2001)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปแบบ A เป็นภาพจำลองที่ถูกพัฒนาโดยให้ความความสำคัญกับการเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นหลัก โดยแบ่งย่อยเป็น

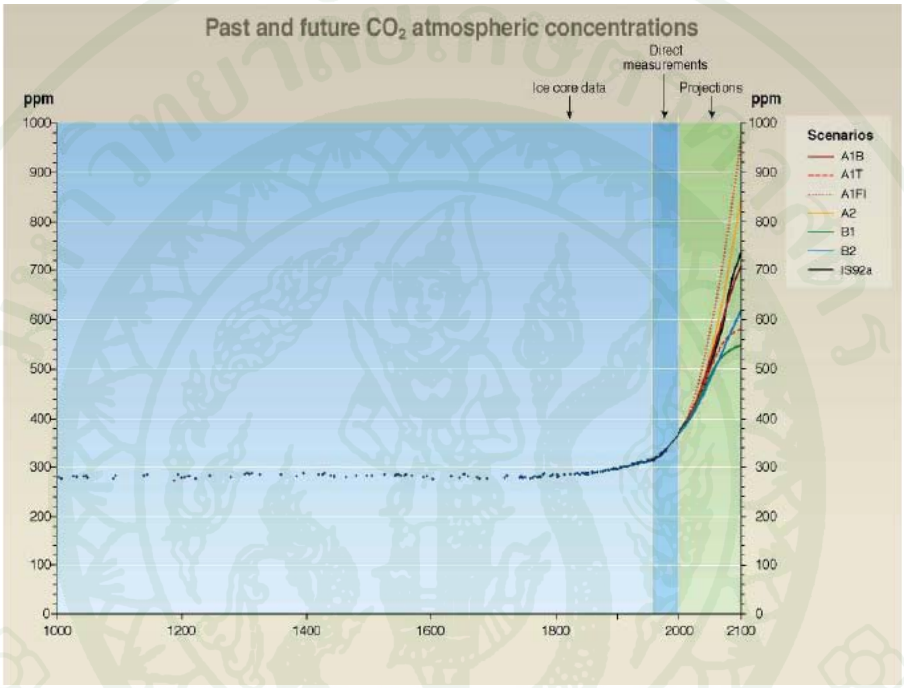
- แบบ A1 คือ ภาพจำลองที่ในอนาคตการพัฒนาจะมีการเติบโตทางเศรษฐกิจสูง จำนวนประชากรโลกสูงสุดในกึ่งศตวรรษ หลังจากนั้นจะลดลงเล็กน้อย เทคโนโลยีมีประสิทธิภาพสูง มีการพัฒนาบุคลากร มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรม ความแตกต่างของรายได้ประชาชาติระหว่างภูมิภาคลดลง นอกจากนี้ยังแยกออกเป็นภาพจำลองย่อยต่างๆ คือ
  - A1FI (Fossil intensive) เป็นรูปแบบขึ้นอยู่กับพลังงานฟอสซิล เช่น น้ำมัน ถ่านหิน
  - A1T (Non-fossil energy sources and technology) เป็นรูปแบบที่ไม่ใช้พลังงานฟอสซิลเป็น หลักแต่ใช้เทคโนโลยีอื่นๆ แทน
  - A1B (Balance of all sources) เป็นรูปแบบที่มีความสมดุลของแหล่งพลังงานที่ใช้ไม่เน้นการใช้พลังงานฟอสซิลหรือพลังงานหมุนเวียนอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่จะมีการผสมผสานระหว่างพลังงานทั้งสองแบบ
- แบบ A2 คือ ภาพจำลองที่ในอนาคตการพัฒนาของโลกจะมีความหลากหลาย มีการพึ่งพาตนเองมากขึ้นภายในภูมิภาค มีการอนุรักษ์เอกลักษณ์ท้องถิ่น จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับภูมิภาค การเติบโตทางเศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีช้ากว่าแบบอื่น และกระจายตามท้องถิ่นและภูมิภาค

รูปแบบ B เป็นภาพจำลองที่ถูกพัฒนาโดยให้ความความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าการพัฒนาแบบ A โดยแบ่งย่อยเป็น

- แบบ B1 เป็นภาพจำลองการพัฒนาโดยในอนาคต ประชากรเพิ่มสูงในตอนกึ่งกลางศตวรรษเช่นเดียวกับแบบ A1 และลดลงหลังจากนั้น แต่โครงสร้างเปลี่ยนอย่างรวดเร็วไปเป็นภาคบริการและสารสนเทศ ลดการใช้วัตถุ มีการใช้เทคโนโลยีที่สะอาด เน้นที่การแก้ปัญหาเศรษฐกิจสังคม และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในระดับนานาชาติให้มีความเสมอภาค แต่ไม่มีการนำประเด็นด้านภูมิอากาศมาเป็นแรงจูงใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- แบบ B2 เป็นภาพจำลองการพัฒนาที่เน้นการแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในระดับท้องถิ่นหรือภูมิภาค ประชากรเพิ่มขึ้นต่อเนื่องแต่น้อยกว่า A2 มีการพัฒนาเศรษฐกิจปานกลาง การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีหลากหลายและช้าลงกว่า B1 และ A1 โดยมีการปกป้องสิ่งแวดล้อม และความเสมอภาคของสังคมที่เน้นที่ท้องถิ่นและภูมิภาค



ภาพที่ 7 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศโลกตั้งแต่ ค.ศ. 1000 ถึงปัจจุบัน และปริมาณในอนาคตจากภาพจำลองการปลดปล่อย SRES scenarios แบบต่างๆ คือ A1B, A1T, A1Fl, A2, B1, B2 และ IS92a

ที่มา: กัณฑรีย์ (2553) อ้างถึง IPCC (2001)

นอกจากนั้นยังมีภาพจำลองของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เรียกว่า IS92 Scenario ซึ่งเป็นภาพจำลองที่กำหนดให้มีการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในสัดส่วนคงที่ในแต่ละปี เช่น

IS92a มีการเพิ่มขึ้นของของก๊าซเรือนกระจกปีละ 1 % (เฉพาะก๊าซเรือนกระจกและหรือละอองลอยซัลเฟต

IS92d มีการเพิ่มขึ้นของของก๊าซเรือนกระจก 0.5 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสร้างสภาพภูมิอากาศในอนาคต (Climate change scenarios) จากแบบจำลองภูมิอากาศโลก (General Circulation Models, GCMs)

ภาพเหตุการณ์ภูมิอากาศในอนาคตถูกสร้างขึ้นมาจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก หรือ General Circulation Models (GCMs) ซึ่งจะใช้ข้อมูลการถ่ายทอดพลังงานระหว่างส่วนประกอบที่สำคัญของโลก 5 ส่วนคือ บรรยากาศ (atmosphere) อุทกภาค (hydrosphere) พื้นธรณี (geosphere) ชีวภพ (biosphere) และพื้นน้ำแข็ง (cryosphere) การถ่ายทอดพลังงานความร้อนระหว่างส่วนประกอบเหล่านี้ ก็เพื่อให้เกิดความสมดุลของพลังงานโลกที่มีผลต่อสภาพภูมิอากาศและฤดูกาลในที่ต่าง ๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต การแพร่กระจาย และการสืบทอดเผ่าพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติที่ได้รับอิทธิพลจากภูมิอากาศ นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อผลผลิตการเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทย และประเทศที่กำลังพัฒนาอื่น ๆ ที่ต้องพึ่งพาน้ำฝนตามธรรมชาติในการผลิต ซึ่งเมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งขององค์ประกอบภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (ป่าไม้) ย่อมมีส่งผลกระทบต่อสมดุลของพลังงานโลก

แบบจำลองภูมิอากาศโลกในอนาคต

แบบจำลองภูมิอากาศโลกในอนาคต (GCMs) เป็นการสร้างเหตุการณ์ภูมิอากาศโลกเมื่อก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ของปัจจุบัน ซึ่งเรียกว่า double CO_2 (2 x CO_2) เหตุผลที่เลือกใช้ความเข้มข้นระดับนี้เป็นเกณฑ์ อาจเนื่องจากการประมวลผลของ GCMs มีความซับซ้อนมาก ต้องใช้ข้อมูล เวลาและทรัพยากรอื่น ๆ ในการประมวลผลมาก จึงสามารถสร้างสภาพภูมิอากาศได้เมื่อปริมาณ CO_2 มีอยู่ในระดับนี้เท่านั้น แต่ต่อมามีการพัฒนา Transient scenarios ขึ้นมาคือเมื่อปริมาณ CO_2 มีกึ่งหนึ่งของ double CO_2 GCMs ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยประเทศที่พัฒนาแล้วทั้งสิ้น ดังในตารางที่ 11 แสดงสถาบัน ชื่อของแบบจำลอง และ Scenarios ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 GCMs ของสถาบันต่างๆ

Center	Acronym	Model	SRES Scenario Runs					
Max Plan ck Institute fur Meteorologie	MPIFM	ECHAM4/0 PYC3				A2		B2
Hadley Centre for Climate Prediction and Research	HCCPR	HADCM3		A1F1		A2 A2b A2c	B1	B2 B2b
Australia's Commonwealth Scientific and industrial Research Organization	CRIRO	CRIRO-Mk2	A1			A2	B1	B2
National Center for Atmospheric Research	NCAR	NCAR-CSM				A2		
		NCAR-PSM				A2		B2
Geophysical Fluid Dynamics Research	GFDL	R3O				A2		B2
Canadian Center for Climate Modeling and Analysis	CCCma	CGCM2				A2 A2b A2c		B2 B2b B2b
Center for Climate Research Studies (CCSR) National Institute for Environmental Studies (NIES)	CCSR/ NIES	CCSR/NIES AGCM CCSR OGCM	A1	A1F1	A1T	A2	B1	B2

ที่มา: กัณฑรีย์ (2553) อ้างถึง IPCC (2001)

GCMs เป็นแบบจำลองในระดับมหภาค (Macroscale) ซึ่งจะแสดงผลในพื้นที่ขนาดใหญ่ (Global scale) เช่น 300 x 300 กิโลเมตร ทำให้ไม่เหมาะสมในการนำผลลัพธ์มาใช้วิเคราะห์ผลกระทบในระดับท้องถิ่น หรือประเทศที่ต้องการความละเอียดในเชิงพื้นที่และเวลา จึงต้องมีการลดขนาด (Downscale) ข้อมูลลงในพื้นที่ขนาดเล็ก ซึ่งสามารถทำได้โดยวิธีการทางสถิติ หรือการใช้แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค (Regional Climate Models หรือ RCMs)

RCMs จะแสดงผลในพื้นที่ที่ขนาดเล็กลง เช่น 50 x 50 หรือ 36 x 36 กิโลเมตร สามารถนำมาใช้ประเมินผลกระทบและความอ่อนไหวในระดับภูมิภาค ได้ดีกว่า GCMs ซึ่ง RCMs จะประมวลผลจากการใช้ข้อมูลจาก GCMs เป็นขอบเขต และใช้ปัจจัยที่ซับซ้อนในระดับท้องถิ่นมาประกอบ เช่น อุณหภูมิ คลื่นลม และ ฝน เป็นต้น ทำให้สามารถคาดการณ์ถึงภัยพิบัติทางภูมิอากาศที่อาจจะเกิดขึ้นในท้องถิ่นได้อย่างค่อนข้างแม่นยำ ซึ่ง GCMs ไม่สามารถใช้คาดการณ์ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Schonefeldt and Holz (2002) งานวิจัยเรื่อง Web Based Flood Information System for Urban Areas มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงผลการวิเคราะห์ของการเตือนภัยและระบบจัดการมาตรการฉุกเฉินที่ Frankfurt/Order หนึ่งในสามของพื้นที่ทดสอบของโครงการ Osiris ซึ่งโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบนวัตกรรมของการแก้ปัญหาน้ำท่วมโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการเตือนภัยต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม รวมถึงการจัดการการมาตรการป้องกันและให้ความช่วยเหลือ การเพิ่มการรับรู้ของประชาชนเกี่ยวกับความเสี่ยงของน้ำท่วม เพื่อการเตรียมความพร้อมและการบริหารจัดการสำหรับการป้องกันที่มีประสิทธิภาพในช่วงเหตุการณ์น้ำท่วม ข้อมูลที่ได้รับจากระบบจะอยู่ในรูปข้อความ ตาราง แผนภูมิ รูปภาพแผนที่ และวีดีโอนำเสนอ

Cheng *et al.* (2005) งานวิจัยเรื่อง Collaborative Web Application for Flood Control System of Reservoirs ได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับการควบคุมน้ำท่วมของระบบอ่างเก็บน้ำ เพื่อสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจ รวมทั้งการเผยแพร่ข้อมูลแบบเรียลไทม์ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการพัฒนาสภาพแวดล้อมการทำงานร่วมกันระหว่างรัฐบาลหลายๆหน่วยงานและกลุ่มผลประโยชน์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้ข้อมูล แบบจำลอง และเครื่องมือในการวิเคราะห์ร่วมกัน ติดต่อกันในสถานที่ที่แตกต่างกัน เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจ การดำเนินการจะต้องใช้ข้อมูลล่าสุด เช่น ปริมาณน้ำฝนที่ไม่คงที่ ปริมาณการไหลเข้าของน้ำและการปล่อยน้ำโดยการแจกจ่ายให้กับพื้นที่ต่างๆ ได้มาซึ่งการคาดการณ์ของระบบอ่างเก็บน้ำในการควบคุมน้ำท่วมจากหลายหน่วยงานที่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. โปรแกรม PostgreSQL
3. โปรแกรม PostGIS
4. โปรแกรม Macromedia Dreamweaver

วิธีการ

ขั้นตอนในการวิจัย ประกอบไปด้วย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาเอกสารในทางปฏิบัติเกี่ยวกับการรายงานและติดตามสถานการณ์น้ำท่วมในปัจจุบัน รวบรวม ค้นคว้าหาความต้องการของระบบจากเอกสาร หนังสือ แบบฟอร์ม ตาราง คู่มือหรือกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรายงานและติดตามสถานการณ์อุทกภัยของกรมทางหลวง และรวบรวมข้อมูลน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลอุทกภัยและความเสียหายของทางหลวงทั้งประเทศ ที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง เพื่อเป็นข้อมูลในการสนับสนุนการทำนายงบประมาณ

2. ออกแบบระบบและฐานข้อมูล

ภาพที่ 8 แสดงโครงสร้างของระบบฐานข้อมูลและโปรแกรมประยุกต์จะพัฒนาขึ้น ตารางที่ 12 สรุปรายการโปรแกรมที่ใช้พัฒนาระบบฐานข้อมูลโดยระบบ ในภาพที่ 8 มุ่งเน้นในการนำโปรแกรมสาธารณสิทธิ (Freeware) และโปรแกรมโอเพนซอสท์ (Open Source Software) มาใช้งานเพื่อลดการขาดดุลการค้าของประเทศในการจัดซื้อโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีราคาสูงจากต่างประเทศ ระบบในภาพที่ 9 มีองค์ประกอบสำคัญและรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- โปรแกรม PostgreSQL สำหรับจัดทำฐานข้อมูล GIS/MIS ของโครงการ โดยโปรแกรม PostgreSQL เป็นโปรแกรมสาธารณสิทธิที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลสำหรับการจัดเก็บและบริหารจัดการฐานข้อมูลสารสนเทศ (MIS) และฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ขนาดใหญ่ เนื่องจากโปรแกรม PostgreSQL เป็นโปรแกรมซึ่งกรมทางหลวงใช้งานในปัจจุบันจึงทำให้การเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างฐานข้อมูล GIS/MIS ของระบบอื่นๆ ของกรมทางหลวงเป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็วและไม่ก่อให้เกิดปัญหาใดๆ

- โปรแกรม PostGIS เป็นโปรแกรมเสริมที่ช่วยเพิ่มความสามารถให้โปรแกรม PostgreSQL ให้สามารถจัดเก็บและบริหารจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ภายในฐานข้อมูลได้อย่างสมบูรณ์แบบ พร้อมทั้งทำหน้าที่เชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างฐานข้อมูลในโปรแกรม PostgreSQL กับโปรแกรม GIS ทำให้การค้นหาและเรียกใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) จากโปรแกรม GIS เป็นไปอย่างสมบูรณ์และรวดเร็ว

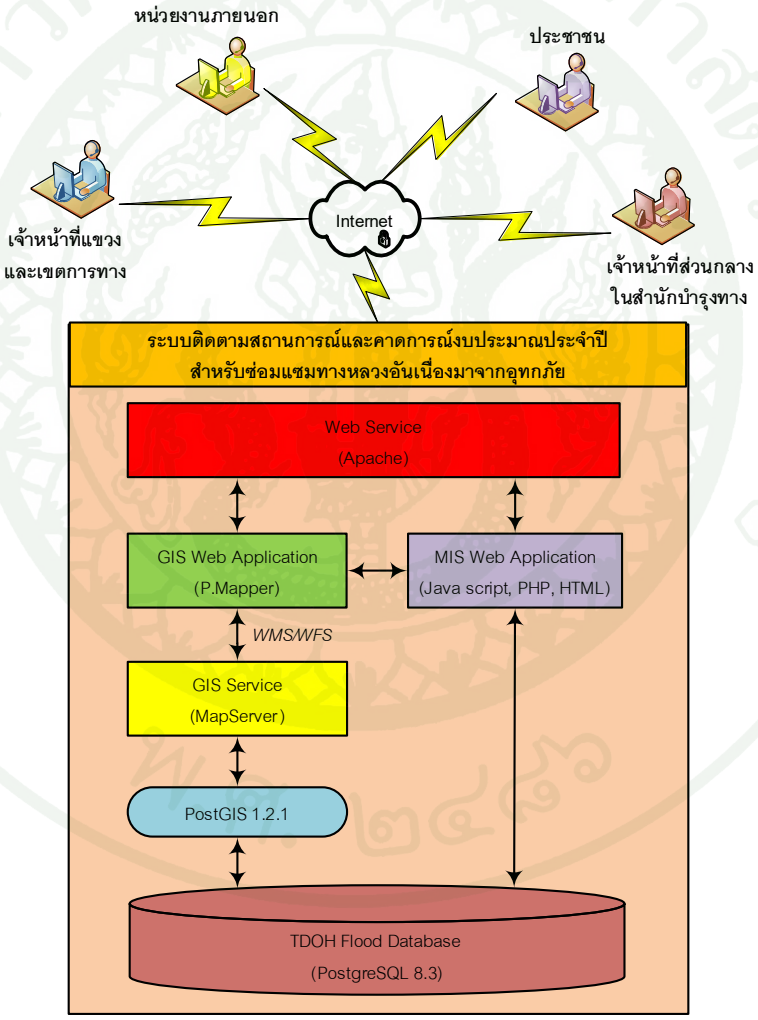
- โปรแกรม MapServer เป็นโปรแกรมสาธารณสิทธิสำหรับใช้ในการเผยแพร่ข้อมูล GIS ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยโปรแกรม MapServer จะทำหน้าที่แปลงข้อมูล GIS ที่จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล PostgreSQL ให้อยู่ในรูปแบบ Web Mapping Service (WMS) หรือ Web Feature Service (WFS) ตามมาตรฐานการเผยแพร่และแลกเปลี่ยนข้อมูลของ Open Geospatial Consortium (OGC)

- โปรแกรม P.Mapper เป็นโปรแกรมแบบรหัสเปิดสำหรับใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้าน GIS ให้สามารถทำงานผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยโปรแกรม P.Mapper พัฒนาขึ้นโดยใช้เทคโนโลยี AJAX ซึ่งมีจุดเด่นคือช่วยให้การทำงานของโปรแกรมประยุกต์ด้าน GIS มีประสิทธิภาพสูงและลดภาระการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ Server ทั้งยังช่วยลดการ Reload ข้อมูลและ Refresh หน้าจอทำให้โปรแกรมมีความน่าใช้งานมากขึ้น โปรแกรม P.Mapper ยังสามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม MapServer ได้ยังมีประสิทธิภาพซึ่งจะทำให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- โปรแกรมประยุกต์ด้านสารสนเทศ (MIS) จะถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา PHP และ JavaScript ร่วมกับภาษา HTML ซึ่งเป็นวิธีการมาตรฐานในการพัฒนาระบบสารสนเทศบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

ในส่วนของ Web Service ของระบบเลือกใช้ Apache ซึ่งเป็นระบบ Web Service ที่กรมทางหลวงใช้งานอยู่ในปัจจุบัน



ภาพที่ 8 โครงสร้างของระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 รายการโปรแกรมที่ใช้พัฒนาระบบฐานข้อมูล

รายการ	ชื่อโปรแกรม
Operating System	Windows 2003 Server R2
Web Service	Apache
DBMS Software	PostgreSQL 8.3/PostGIS 1.3.5
MIS Web Application	PHP 5.2.5/Javascript/HTML
GIS Web Service	Mapserver 4.0
GIS Web Application	P.Mapper 3.2

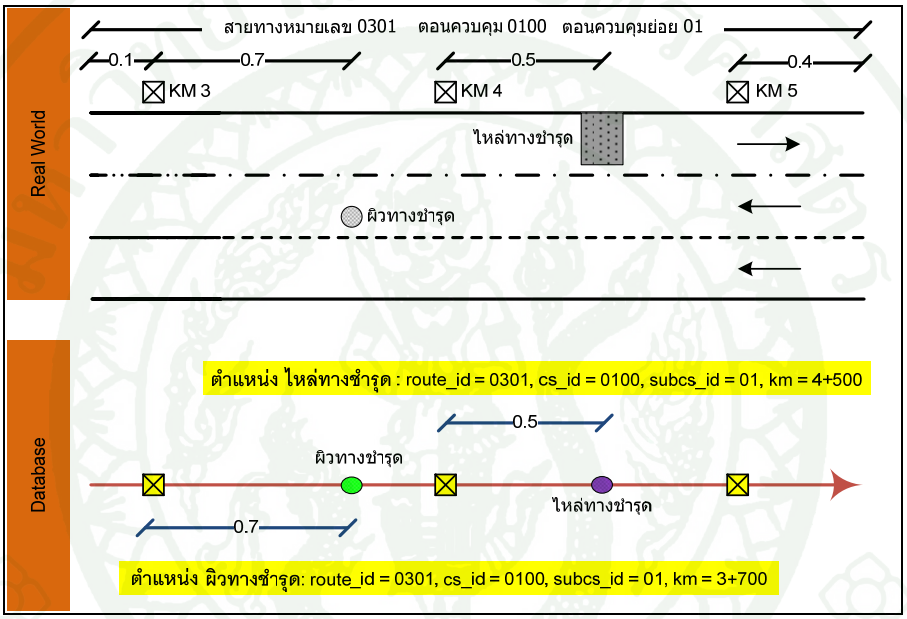
งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบฐานข้อมูลให้สอดคล้องกับความต้องการของระบบเบื้องต้น ซึ่งข้อมูลที่จัดเก็บ ได้แก่ ข้อมูลสถานการณ์น้ำท่วมสายทางและความเสียหายของสายทางโดยมีรายละเอียดตามแบบฟอร์ม 1 และแบบฟอร์ม 2 ดังภาพที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยในการออกแบบฐานข้อมูลจะคำนึงถึง Normalization ของฐานข้อมูลเป็นสำคัญ เพื่อป้องกันการเก็บข้อมูลซ้ำซ้อนและป้องกันการขัดแย้งระหว่างข้อมูล ทั้งยังจะช่วยให้การปรับเปลี่ยนข้อมูลให้เป็นปัจจุบันเป็นไปอย่างสะดวกและถูกต้อง

อีกทั้งฐานข้อมูลที่ถูกออกแบบขึ้นยังได้ทำการออกแบบให้สามารถสนับสนุนการบอกตำแหน่งในระบบอ้างอิงเชิงเส้น (Linear Referencing System: LRS) ซึ่งเป็นระบบอ้างอิงที่ได้รับความนิยมในการใช้จัดเก็บข้อมูลถนนในต่างประเทศ โดยจุดเด่นของระบบ LRS คือ 1) สามารถในการจัดเก็บข้อมูลตำแหน่งโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ซับซ้อนและมีราคาแพงเช่น Global Positioning System (GPS) และ 2) ข้อมูลตำแหน่งที่จัดเก็บโดยระบบ LRS มีความถูกต้องเชิงตรรกะ (Logical Consistency) สูงเนื่องจากระบบ LRS เป็นระบบการบอกตำแหน่งแบบสัมพัทธ์ ซึ่งบอกตำแหน่งโดยการอ้างอิงกับจุดอ้างอิงในสนาม ทั้งนี้ตำแหน่งของข้อมูลความเสียหายจะซ้อนทับพอดีบนแนวเส้นทางหลวง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างเช่น การบอกตำแหน่งของรอยแตกบนถนนในระบบ LRS จะประกอบด้วยข้อมูลตำแหน่ง 4 ส่วนคือ

1. หมายเลขถนนและหมายเลขตอนควบคุมที่รอยแตกเกิดขึ้น
2. จุดอ้างอิงในสนามซึ่งอาจเป็นจุดเริ่มต้นของตอนควบคุม
3. ระยะทางตามแนวถนนที่วัดจากจุดอ้างอิงในสนามถึงตำแหน่งของรอยแตก
4. ทิศทางในการวัดระยะทาง อาทิเช่น ตามแนวถนนมุ่งหน้าทางทิศเหนือ เป็นต้น



ภาพที่ 9 ตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูลความเสียหายในฐานข้อมูล

3. ศึกษาแนวทางในการคาดการณ์งบประมาณประจำปีสำหรับซ่อมแซมความเสียหายของทางหลวง

ขั้นตอนในการคาดการณ์งบประมาณประจำปีสำหรับซ่อมแซมความเสียหายของทางหลวงนั้น ได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

3.1 การคาดการณ์จำนวนอุทกภัยรายปี

การคาดการณ์จำนวนอุทกภัยรายปีนั้น ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลน้ำฝน(ภาพที่ 10) และข้อมูลอุทกภัยและความเสียหายของสายทาง (ตารางที่ 13) มาวิเคราะห์หาสมการถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) โดยใช้โปรแกรม SPSS เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (ตัวแปรอิสระ) กับจำนวนเหตุการณ์อุทกภัยที่เกิดขึ้น (ตัวแปรตาม) โดยมีรูปแบบความสัมพันธ์ คือ

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad , i = 1,2,\ldots,n \qquad (10)$$

เมื่อ Y_i คือ จำนวนเหตุการณ์อุทกภัย(NF)

$X_{i1}, X_{i2}, \ldots, X_{ik}$ คือ ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน

$\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_k$ คือ พารามิเตอร์

ε_i คือ ความคาดเคลื่อนของค่าสังเกตที่ i

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2			ปริมาณฝน(มิลลิเมตร)									
3			รายชั่วโมง									
4												
5				เวลาทำการตรวจ								
6	ที่	รหัสสถานี-สถานี-จังหวัด	วันที่	100	400	700	1000	1300	1600	1900	2200	รวม
7	1	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/1/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
8	2	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/2/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
9	3	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/3/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
10	4	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/4/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
11	5	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/5/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
12	6	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/6/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
13	7	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/7/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
14	8	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/8/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
15	9	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/9/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
16	10	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/10/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
17	11	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/11/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
18	12	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/12/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
19	13	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/13/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
20	14	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/14/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
21	15	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/15/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
22	16	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/16/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
23	17	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/17/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
24	18	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/18/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
25	19	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/19/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-
26	20	300201-แม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน	1/20/2005	0	0	0	0	0	0	0	0	-

ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 แสดงตัวอย่างข้อมูลอุกทกภัยและความเสียหายความเสียหายของทางหลวง

ปี	หมายเลขทางหลวง	ตอนควบคุม	ตอนย่อย	ชื่อตอน	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)	ความเสียหาย	ระดับน้ำ (ซม.)	งานจราจรผ่านได้	งานกลับสู่สภาพเดิม
2538	4013	0200	01	ปากพนัง-ท่าพญา-หัวไทร	7.900	8.400	0.500	ผิวทางไหล่ทางชำรุดเล็กน้อย	20	0	0
2538	4015	0201	01	ลานสกา-จันดี	14.700	14.900	0.200	ผิวทางไหล่ทางชำรุดเล็กน้อย	10	0	0
2538	4015	0100	01	บ.ตาล-ลานสกา	7.350	7.500	0.150	สะพานชำรุดกม.7+433 1แห่ง	15-30	320,000	4,000,000
2538	4015	0100	01	บ.ตาล-ลานสกา	9.500	9.700	0.200	ผิวทางไหล่ทางชำรุด	10	6,000	0
2538	4103	0100	01	นาพรุ-ปากพูน	2.050	2.500	0.450	ผิวทางไหล่ทางชำรุด	5	9,600	0
2538	4186	0100	01	แยก 4140(โรงเหล็ก)-ปากลง	13.600	13.900	0.300	ผิวทางไหล่ทางชำรุดเล็กน้อย	40	0	0
2538	4189	0100	n	แยก 4016(ท่าพุด)-กม. 17+100	5.850	5.920	0.070	ท่อ คสล.ขาดที่ กม. 5+928	30-40	70,000	0

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 การคาดการณ์งบประมาณซ่อมแซมความเสียหาย

การคาดการณ์งบประมาณซ่อมแซมความเสียหายจะใช้เทคนิคการประมาณราคาแบบต่อเนื่อง (Successive Estimating) เป็นวิธีการประมาณราคาโดยใช้หลักสถิติ โดยจะคิดราคากับความไม่แน่นอนในรูปของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ประมาณราคาเฉลี่ยต่อครั้งของการเกิดอุทกภัย จากข้อมูลอุทกภัยและความเสียหายของสายทางในอดีต (ตารางที่ 13) โดยได้ประมาณราคาออกเป็นสองส่วนคือ คือส่วนแรกคือเพื่อให้การจราจรผ่านได้ (UT ± ST) และส่วนที่สองคือเพื่อซ่อมแซมความเสียหายให้กลับคืนสู่สภาพเดิม (UT ± SR) เมื่อทราบจำนวนเหตุการณ์อุทกภัยประจำปีที่เกิดขึ้น (NF) (สมการที่10) จะสามารถคาดการณ์งบประมาณประจำปีที่ใช้สำหรับซ่อมแซมทางหลวงได้ ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$TC = NF[PT(UT \pm ST)] + NF\sum_{i=1}^{N}[PD_{(i)}(UR_{(i)} \pm SR_{(i)})] \quad (11)$$

เมื่อ TC = งบประมาณคาดการณ์ประจำปีสำหรับซ่อมแซมความเสียหายของทางหลวงทั้งหมดอันเนื่องมาจากภาวะน้ำท่วม

NF = จำนวนเหตุการณ์อุทกภัยคาดการณ์ที่เกิดขึ้น (จากสมการที่ 1)

PT = ความน่าจะเป็นใช้งบประมาณงานจราจรผ่านได้

UT = ราคาต่อครั้งของงานจราจรผ่านได้

ST = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของราคาต่อครั้งของงานจราจรผ่านได้

$PD_{(i)}$ = ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความเสียหายแบบ (i)

$UR_{(i)}$ = ราคาซ่อมแซมต่อครั้งสำหรับความเสียหายแบบ (i)

$SR_{(i)}$ = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของราคาซ่อมแซมต่อครั้งสำหรับซ่อมแซมความเสียหาย แบบ (i)

3.3 การคาดการณ์งบประมาณประจำปีสำหรับซ่อมแซมทางหลวงในอนาคต

การคาดการณ์งบประมาณซ่อมแซมทางหลวงประจำปีในอนาคต กรมทางหลวงสามารถเอาค่าจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (General Circulation Models, GCMs) ซึ่งเป็นข้อมูลทางด้านเทคนิคในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาใช้ในคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคต เพื่อนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนมาใช้ทำนายจำนวนเหตุการณ์อุทกภัยรายปี (NF) ในสมการที่ (10) หลังจากนั้นเอาจำนวนการเกิดอุทกภัยที่ได้มาคำนวณค่างบประมาณคาดการณ์ประจำปี (TC) จากสมการที่ (11)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. พัฒนาโปรแกรมประยุกต์

ภาพที่ 11 แสดงแนวทางการทำงานของระบบติดตามสถานการณ์และคาดการณ์งบประมาณซ่อมแซมทางหลวงอันเนื่องมาจากอุทกภัย โดยระบบที่จัดทำขึ้นมีความสามารถดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 สนับสนุนการนำเข้า สืบค้น และติดตามข้อมูลสถานการณ์น้ำท่วมสายทางและความเสียหายของสายทางแบบเป็นปัจจุบัน

4.1.1 ในระหว่างน้ำท่วมสายทาง เจ้าหน้าที่แขวงการทางทำการรายงานสถานการณ์น้ำท่วมรายวันผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยเจ้าหน้าที่แขวงการทางรายงานข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1.1.1 ข้อมูลตำแหน่งการเกิดน้ำท่วมผ่านระบบอ้างอิงเชิงเส้น(Linear Referencing System) โดยการระบุหมายเลขสายทาง หมายเลขตอนควบคุม หมายเลขตอนควบคุมย่อย และหลักกิโลเมตรเริ่มต้นและสิ้นสุดของการเกิดน้ำท่วม

4.1.1.2 ข้อมูลระดับความสูงของการท่วมรายวัน

4.1.1.3 ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวของภาวะน้ำท่วมในแต่ละวัน

4.1.1.4 สามารถเชื่อมต่อระบบ CCTV เพื่อสามารถนำเสนอภาพเหตุการณ์แบบ Real Time

4.1.2 กรณีทางหลวงได้รับความเสียหายจากภาวะน้ำท่วม เจ้าหน้าที่แขวงการทางรายงานข้อมูลความเสียหายที่เกิดขึ้นผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยข้อมูลที่ควรรายงานประกอบด้วย

4.1.2.1 ข้อมูลประเภทและขอบเขตความเสียหายของทางหลวง

4.1.2.2 ในเหตุการณ์น้ำท่วมหนึ่งครั้งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อสายทางมากกว่าหนึ่งประเภท เช่น ทั้งผิวทางและไหล่ทางได้รับความเสียหายจากภาวะน้ำท่วม

4.2 สามารถสรุปสภาพน้ำท่วมและความเสียหายของทางหลวงตามพื้นที่และช่วงเวลาที่ผู้ใช้กำหนด

4.2.1 ตามหมายเลขตอนควบคุมย่อย หมายเลขทางหลวง แขวงการทาง และสำนักทางหลวง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.3 สามารถสรุปผลข้อมูลทางสถิติระบุความซ้ำซากของปัญหาทั้งในเชิงพื้นที่และตามประเภทความเสียหาย

4.3.1 ตามหมายเลขตอนควบคุมย่อย หมายเลขทางหลวง แขวงการทาง และสำนักทางหลวง

4.4 การแสดงผลในรูปของแผนที่ GIS แสดงตำแหน่งน้ำท่วมและความเสียหายของทางหลวงและข้อมูลเหตุการณ์อื่นๆ ตามช่วงเวลาและเงื่อนไขที่ผู้ใช้กำหนด

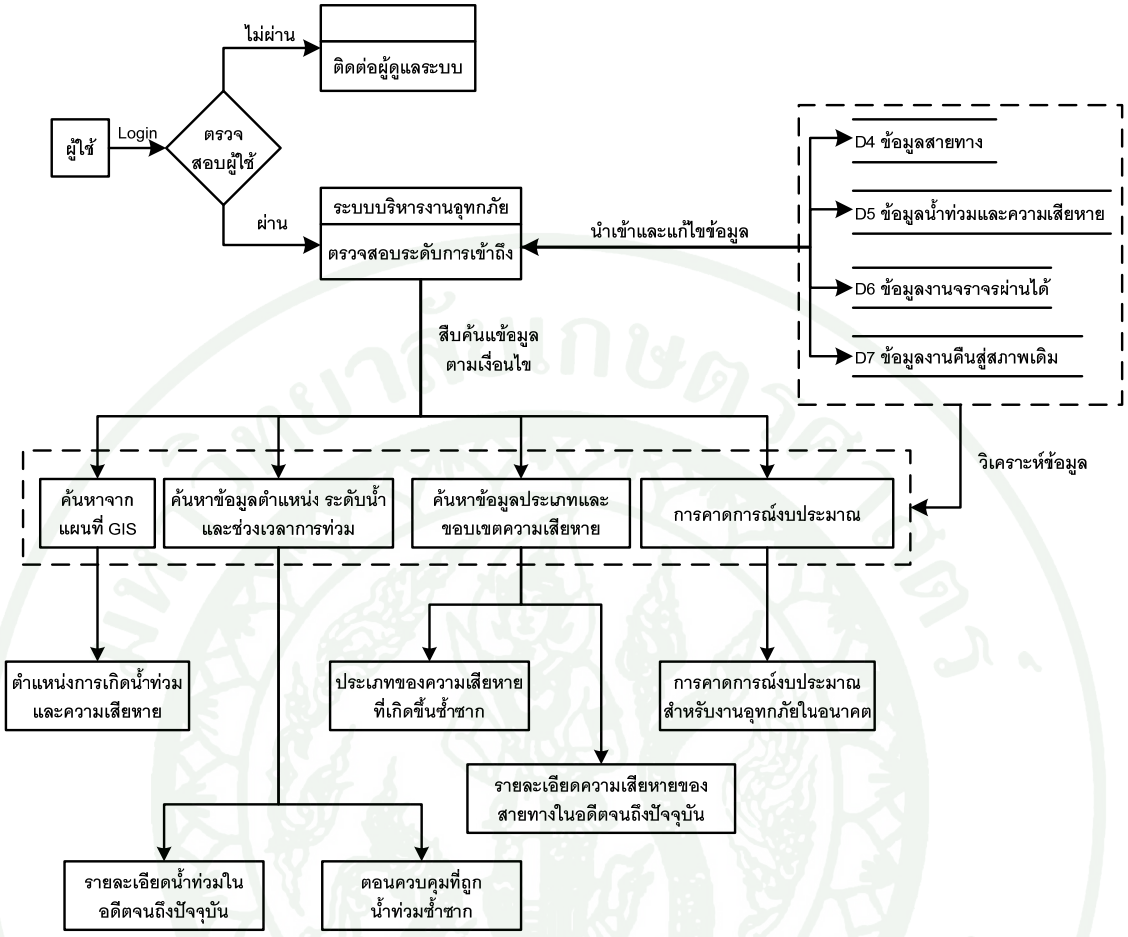
4.4.1 แสดงการกระจายของทางหลวงที่ได้รับผลกระทบจากภาวะน้ำท่วม

4.4.2 สามารถเผยแพร่ข้อมูลน้ำท่วมถนนให้แก่ประชาชนเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการเลือกเส้นทางในภาวะน้ำท่วม

4.4.3 สามารถบันทึกเส้นทางเลี่ยงที่แนะนำในกรณีที่ทางหลวงมีน้ำท่วมสูงหรือได้รับความเสียหาย

4.5 สามารถคาดการณ์งบประมาณซ่อมแซมความเสียหายจากอุทกภัยที่ใช้ในปีถัดไปได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 แสดงแนวทางการทำงานของระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยระบบที่จัดทำขึ้นได้แบ่งระดับผู้ใช้งานออกเป็น 4 กลุ่มดังรายละเอียดในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การแบ่งระดับผู้ใช้งาน

กลุ่มผู้ใช้งาน	การนำเข้าและแก้ไขข้อมูล	การสืบค้นข้อมูล
เจ้าหน้าที่ส่วนกลาง ในสำนักบำรุงทาง	นำเข้าและแก้ไขข้อมูล ได้ทั่วประเทศ	สืบค้นข้อมูลได้ทั้งหมด
เจ้าหน้าที่ เขตการทาง	นำเข้าและแก้ไขข้อมูล ในเขตของตนเอง	สืบค้นข้อมูลได้ทั้งหมด
เจ้าหน้าที่ แขวงการทาง	นำเข้าและแก้ไขข้อมูล ในแขวงของตนเอง	สืบค้นข้อมูลได้ทั้งหมด
หน่วยงานภายนอก	ไม่สามารถนำเข้าและแก้ไขข้อมูล	สืบค้นข้อมูลได้จำกัด

5. ทดสอบและปรับแก้โปรแกรม

ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการทดสอบและปรับแก้โปรแกรมเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการออกแบบและเขียนโปรแกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

1. การออกแบบระบบและฐานข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบฐานข้อมูลให้สอดคล้องกับความต้องการของการใช้งาน โดยในการออกแบบฐานข้อมูล ผู้วิจัยได้คำนึงถึง Normalization ของฐานข้อมูลเป็นสำคัญเพื่อป้องกันการเก็บข้อมูลซ้ำซ้อนและป้องกันการขัดแย้งระหว่างข้อมูล ทั้งยังจะช่วยให้การปรับเปลี่ยนข้อมูลให้เป็นปัจจุบันเป็นไปอย่างสะดวกและถูกต้อง

ตาราง centerline ในภาพที่ 12 จัดเก็บข้อมูลตอนควบคุมของกรมทางหลวง โดยตาราง centerline สามารถเชื่อมโยงกับตาราง division ผ่านทาง district_code เพื่อแสดงขอบเขตความรับผิดชอบของแขวงการทางและสำนักทางหลวง ตาราง centerline ยังจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) แสดงเส้นแนวศูนย์กลางสายทาง (highway centerline)

ข้อมูลขอบเขตตำบล (ตาราง tumbol) ขอบเขตอำเภอ (ตาราง amphoe) และขอบเขตจังหวัด (ตาราง province) เชื่อมโยงกับตาราง centerline ในลักษณะของความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (spatial relationship) ซึ่งจะช่วยให้สามารถระบุได้ว่าตอนควบคุมใดอยู่ภายใต้ขอบเขตตำบล อำเภอ และจังหวัดใด ทั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อกรมทางหลวงในกรณีที่ต้องการสรุปข้อมูลตามขอบเขตการปกครอง อนึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอพจนานุกรมฐานข้อมูล (Data Dictionary) โดยละเอียดทั้งหมดในภาคผนวก ก

ภาพที่ 13 จัดเก็บข้อมูลการเกิดอุทกภัยและความเสียหายของสายทาง โดยแบ่งการจัดเก็บข้อมูลออกเป็น 4 ส่วนคือ ตาราง flood_event ตาราง flood_data ตาราง detour และตาราง damage โดยตาราง flood_event จัดเก็บข้อมูลตำแหน่งการเกิดน้ำท่วม วันที่น้ำเริ่มท่วมและวันที่น้ำลด รวมถึงข้อมูลความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการเกิดน้ำท่วม ตาราง flood_data จัดเก็บข้อมูลระดับความสูงของการท่วมรายวัน รวมถึงรูปภาพ ไฟล์ vdo และสถานะของการจราจรในแต่ละวัน ตาราง detour จัดเก็บเส้นทางเลี่ยง และตาราง damage จัดเก็บข้อมูลความเสียหายของสายทางโดยจัดเก็บทั้งประเภทของความเสียหาย ขอบเขตของเขตความเสียหาย และหน่วยวัดของความเสียหาย โดย

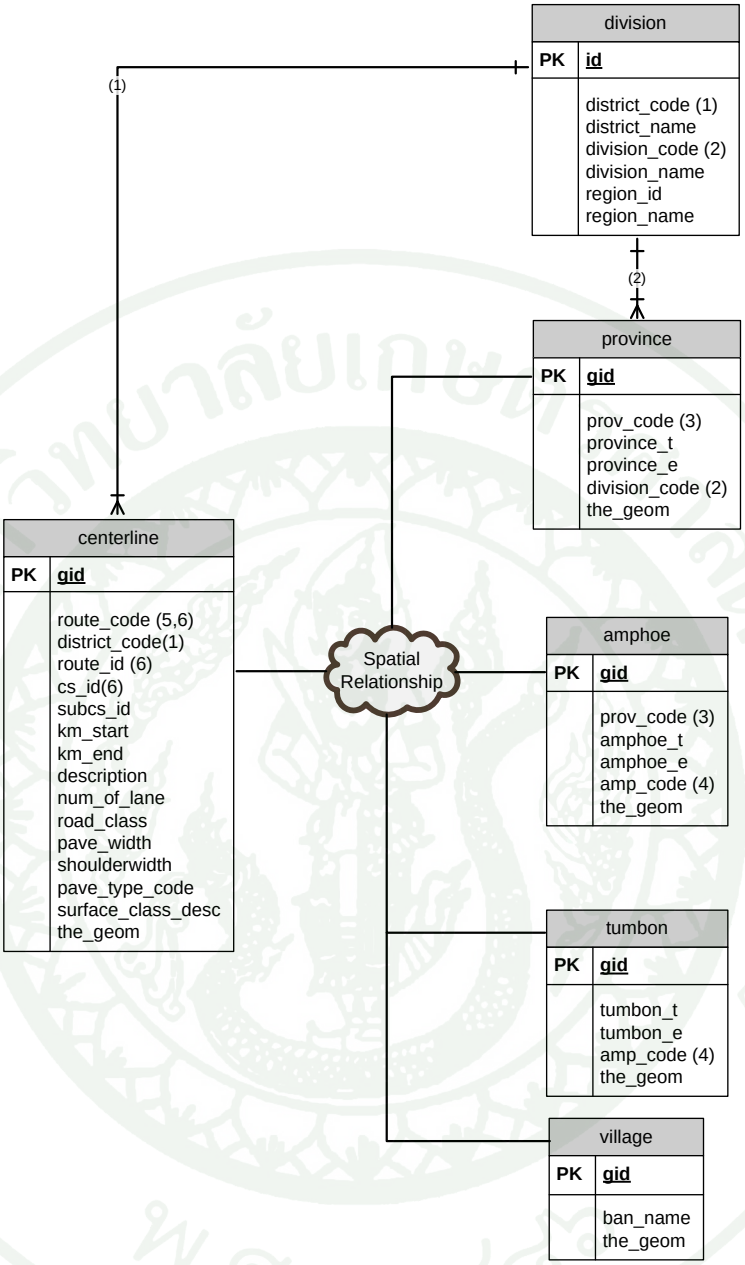
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตาราง damage มีความสัมพันธ์แบบ many-to-one กับตาราง flood_event เพราะในหนึ่งเหตุการณ์น้ำท่วมอาจมีความเสียหายหลายประเภทเกิดขึ้นกับสายทาง

ตาราง event_other ในภาพที่ 14 จัดเก็บข้อมูลเหตุการณ์อื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นนอกเหนือจากความเสียหายที่เกิดจากเหตุการณ์อุทกภัย อาทิเช่น ต้นไม้ล้มปิดทับผิวจราจร ถนนกำลังก่อสร้าง เป็นต้น

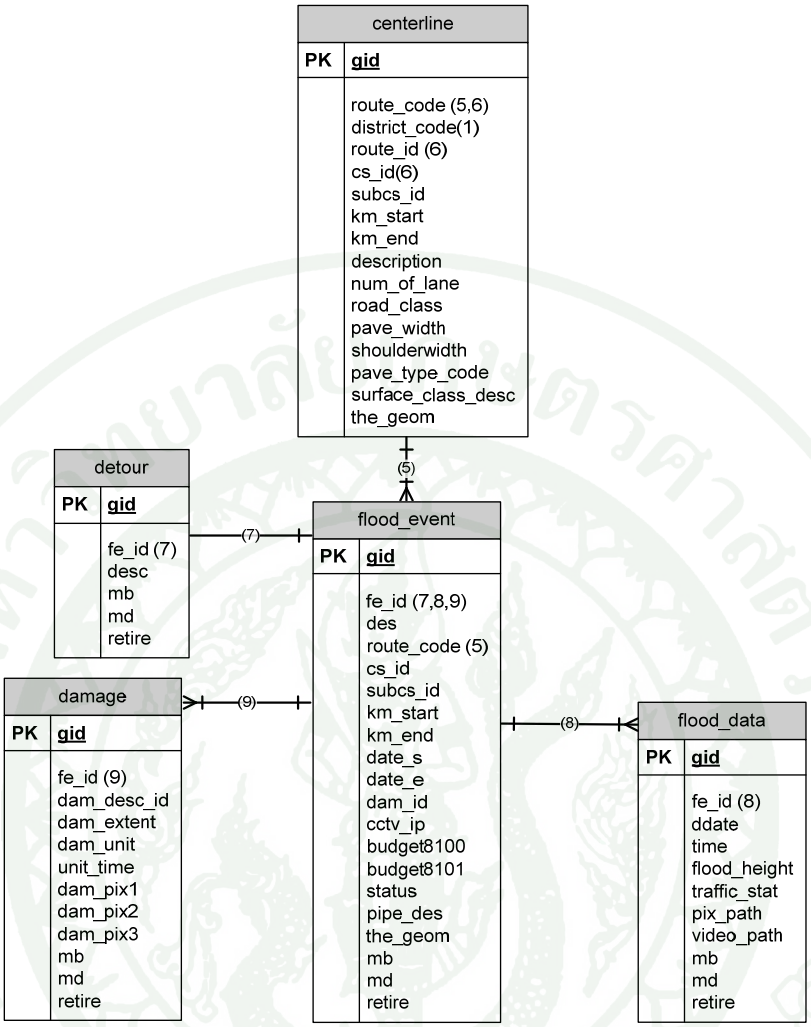
ภาพที่ 15 แสดงแผนภาพ ER Diagram ที่เชื่อมโยงข้อมูลแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน โดยฐานข้อมูลใน ภาพที่ 15 ได้ผ่านการตรวจสอบ Normalization สามขั้นตอน (3rd Normal Form) ตามหลักวิชาการในการออกแบบฐานข้อมูล แผนภาพ ER Diagram ที่ได้จัดทำขึ้นเป็นแบบจำลองกายภาพ (Physical Data Model) ของฐานข้อมูลซึ่งแสดงรายละเอียดข้อมูลที่จะถูกบันทึกในแต่ละตาราง อาทิเช่น ชื่อสดมภ์ (Field name) Primary key และ Foreign Key รวมถึงประเภทความสัมพันธ์ระหว่างตาราง แผนภาพ ER Diagram เปรียบได้กับพิมพ์เขียวของอาคารซึ่งใช้อ้างอิงในการจัดทำฐานข้อมูลโครงการในขั้นตอนต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

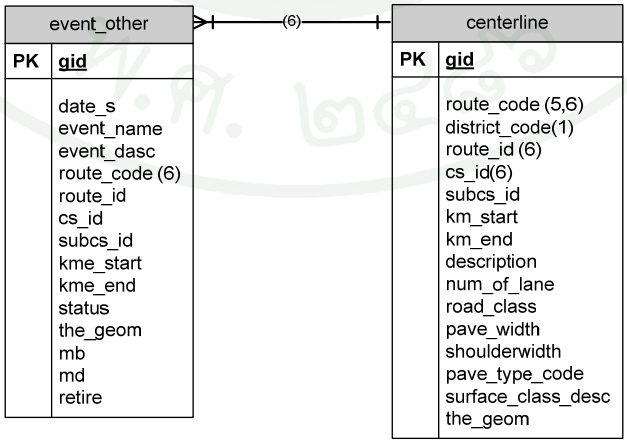


ภาพที่ 12 ข้อมูลขอบเขตความรับผิดชอบของแขวงการทางและสำนักงานบำรุงทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

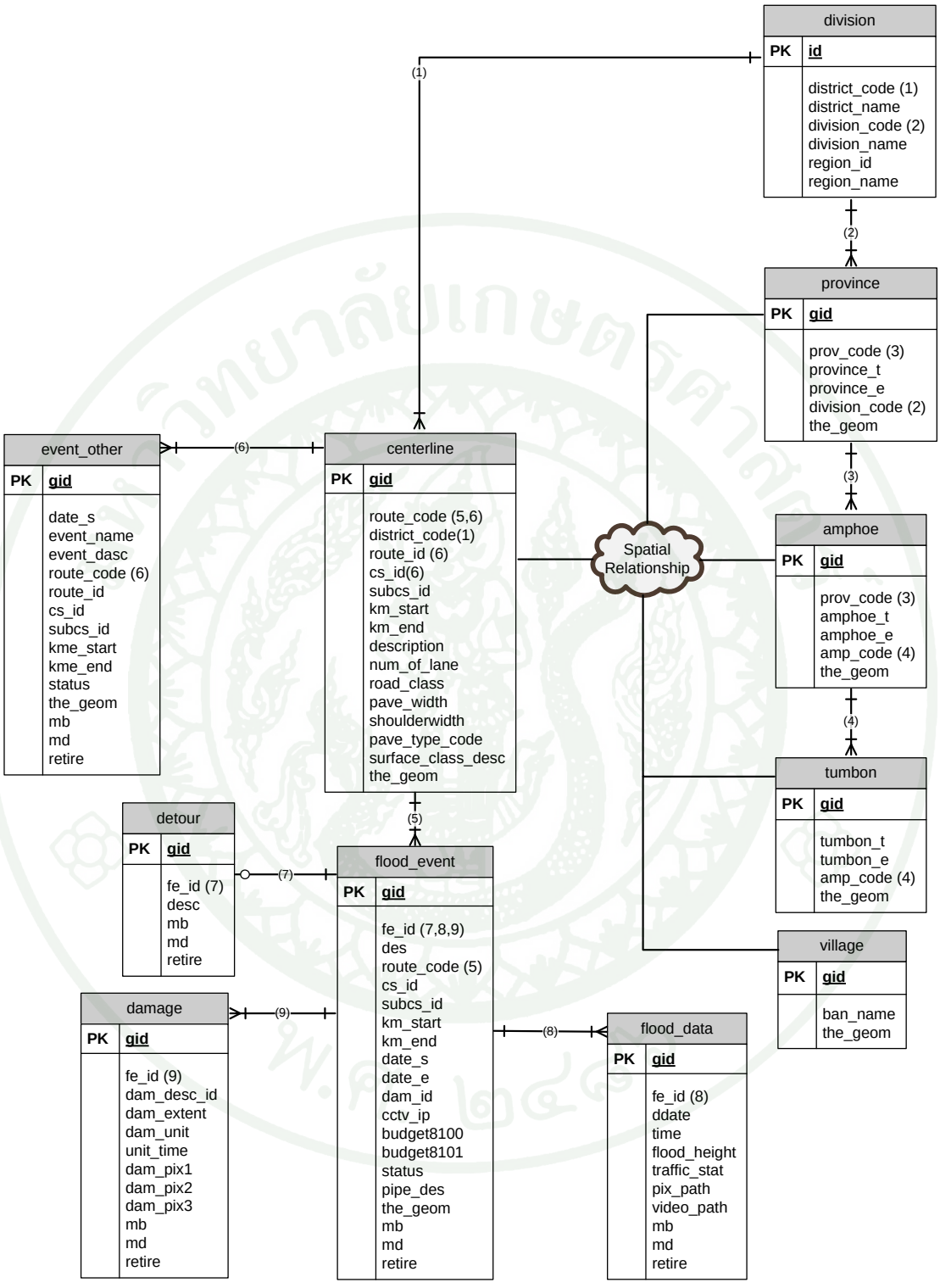


ภาพที่ 13 ข้อมูลอุทกภัยและความเสียหายของสายทาง



ภาพที่ 14 ข้อมูลเหตุการณ์อื่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 ฐานข้อมูลรวมของระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การแบ่งระดับการใช้งานของผู้ใช้

ในภาพที่ 16 สรุปการแบ่งระดับผู้ใช้งานของระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) โดยระดับการเข้าถึงในการใช้งานจะแบ่งระดับเป็นสีได้ 3 สี คือ 1. สีฟ้า ทุกหน่วยงานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ 3. สีเขียว หน่วยงานที่สืบค้นได้ คือ สำนักทางหลวงและแขวงการทางโดยสามารถสืบค้นได้เฉพาะเขตความรับผิดชอบของตัวเอง ส่วนผู้ดูแลระบบและสำนักบริหารบำรุงทางสามารถสืบค้นข้อมูลได้ทั้งหมด 4. สีแดง สืบค้นได้เฉพาะผู้ดูแลระบบและสำนักบริหารบำรุงทางเท่านั้น โดยมีรายละเอียดของระดับการเข้าถึงแบ่งตามหน่วยงานได้ดังต่อไปนี้

1. หน่วยงานภายนอก

หน่วยงานภายนอกหรือประชาชนทั่วไปสามารถเฉพาะดูข้อมูล GIS ประกอบด้วยข้อมูลขอบเขตจังหวัด อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน สายทาง ตำแหน่งแม่น้ำ และตำแหน่งที่เกิดเหตุการณ์อุทกภัย

2. สำนักทางหลวงและแขวงการทาง

หน่วยงานดังกล่าวสามารถทำการสืบค้น นำเข้าและแก้ไข โดยสามารถทำการสืบค้นข้อมูลได้ตาม สถานี จังหวัด สำนักทางหลวง แม่น้ำ และสามารถทำการสืบค้นข้อมูลสายทาง โดยในการสืบค้นข้อมูลสามารถสืบค้นได้ตาม สำนักทางหลวง จังหวัด หมู่บ้าน คำสำคัญ ซึ่งในการสืบค้นสามารถแสดงรายละเอียดโครงสร้างทางและประวัติการท่วมของสายทางนั้นได้ นอกจากนั้นยังสามารถสืบค้น นำเข้าและแก้ไข ข้อมูลอุทกภัย โดยสามารถสืบค้นข้อมูลอุทกภัย ตามช่วงเวลา จังหวัด สำนักทางหลวง สรุปสถานการณ์อุทกภัยปัจจุบันได้ และยังสามารถดูรายละเอียดข้อมูลอุทกภัยโดยจะมีข้อมูลระดับน้ำรายวัน ความเสียหาย งบประมาณที่ใช้เบื้องต้น โดยในการสืบค้นข้อมูล การนำเข้าและแก้ไขนี้จะสามารถกระทำได้เฉพาะขอบเขตที่ตัวเองรับผิดชอบเท่านั้น

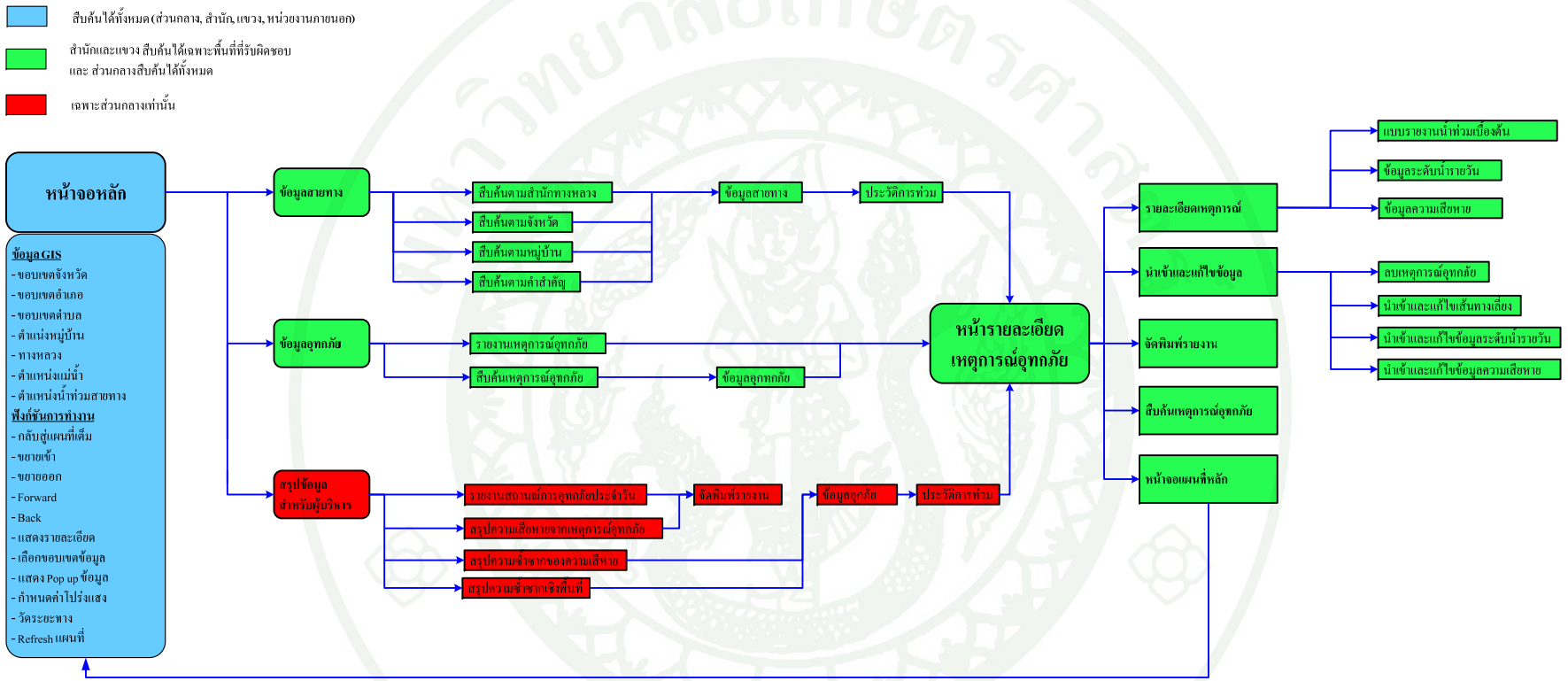
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. สำนักบริหารบำรุงทางและผู้ดูแลระบบ

สำหรับสำนักบริหารบำรุงทางและและผู้ดูแลระบบสามารถสืบค้นข้อมูล แก้ไขข้อมูลของทุกหน่วยงานที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นได้ และยังสามารถดูข้อมูลสรุปสายทางตามจังหวัด ซึ่งจะสามารถดูรายละเอียดประวัติการท่วมของสายทางนั้นได้ และสามารถดูข้อมูลสรุปความซ้ำซากตามความเสียหาย ความซ้ำซากเชิงพื้นที่ได้

อนึ่งในส่วนของข้อมูลสายทางและข้อมูล GIS ไม่สามารถแก้ไขได้โดยผู้ใช้ระดับใดๆ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่นำมาจากฐานข้อมูลกลาง ดังนั้นในการแก้ไขในส่วนนี้จะต้องแก้ไขที่ฐานข้อมูลกลางเพื่อป้องกันการขัดแย้งกันระหว่างฐานข้อมูลของระบบที่พัฒนาขึ้นกับฐานข้อมูลกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



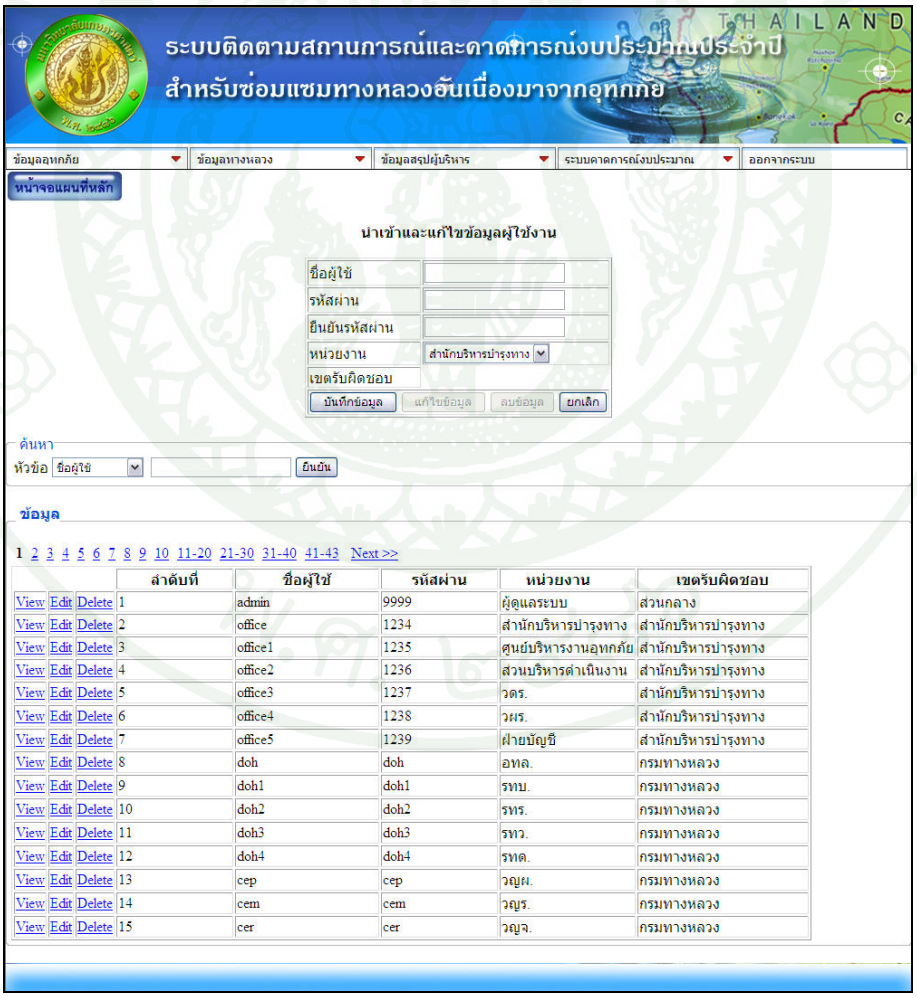
ภาพที่ 16 แผนภาพระดับการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้แต่ละระดับ

2. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับการรายงานและติดตามเหตุการณ์อุทกภัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อรองรับการรายงานข้อมูลและติดตามสถานการณ์น้ำท่วมทางหลวง ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการทำงานดังนี้

2.1 การสร้างบัญชีผู้ใช้งาน

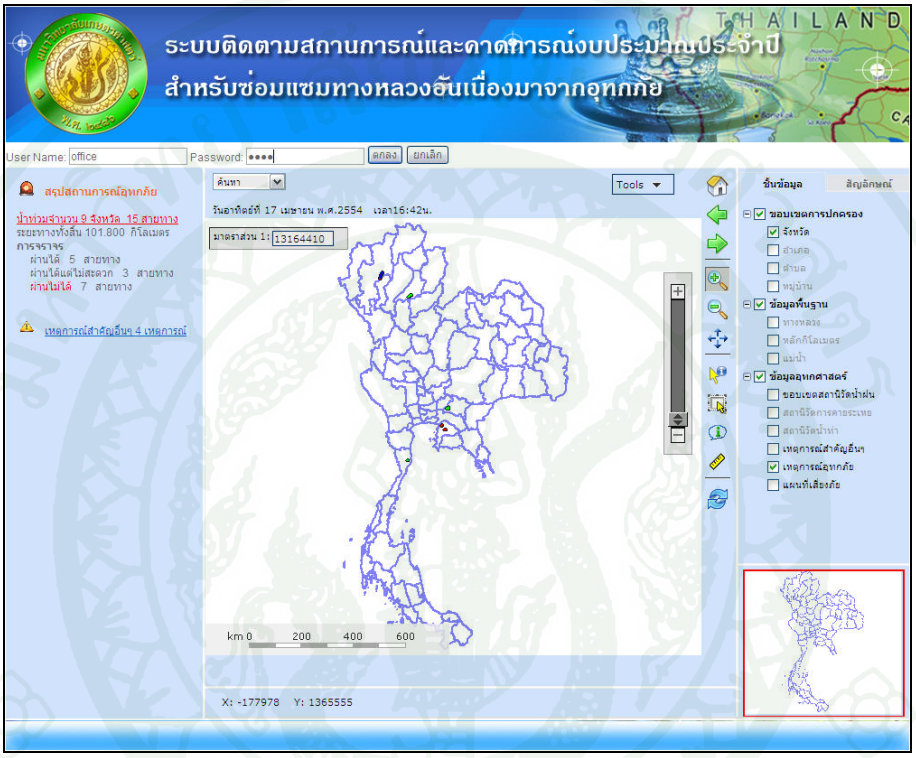
ภาพที่ 17 แสดงการนำเข้าและแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานโดยผ่านผู้ดูแลระบบ โดยนำเข้าข้อมูลได้แก่ ชื่อผู้ใช้งาน รหัสผ่าน ยืนยันรหัสผ่าน หน่วยงาน และเขตที่รับผิดชอบของผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าใช้ระบบ



ภาพที่ 17 หน้าจอแสดงการนำเข้าและแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน

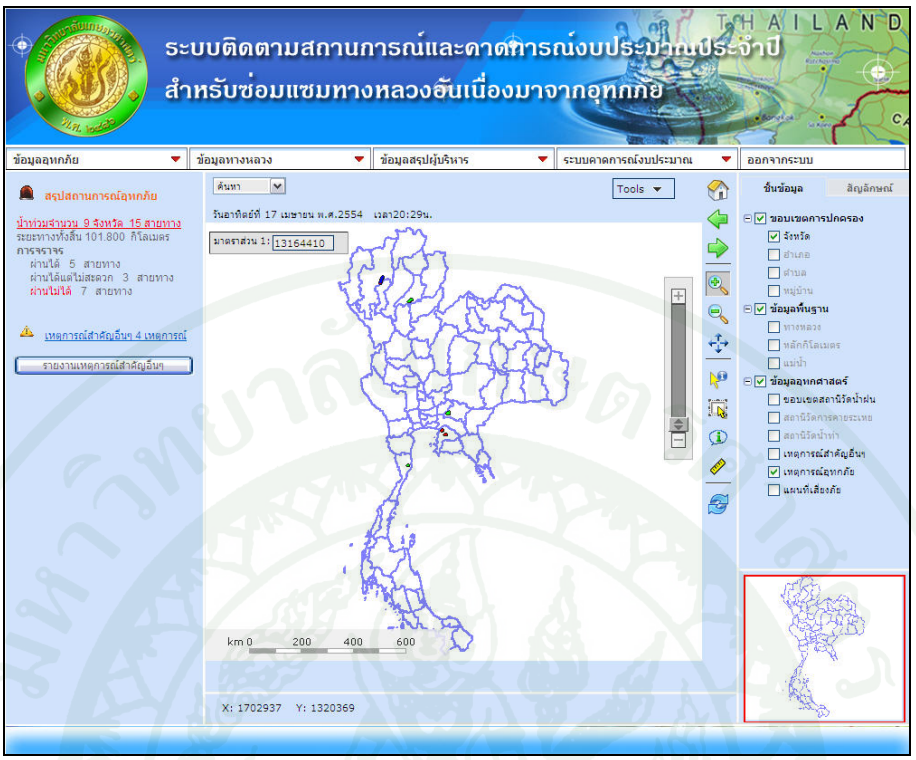
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อมีบัญชีผู้ใช้งานในระบบแล้ว ผู้ใช้งานจึงสามารถนำชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านนำมากรอกลงในหน้าจอหลักของระบบหน้าล๊อกอินดังภาพที่ 18 เมื่อชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านถูกต้องแล้วระบบจึงแสดงหน้าจอหลักของระบบที่มีเมนูเพิ่มขึ้นมาดังภาพที่ 19 เพื่อให้สามารถเข้าใช้งานในส่วนต่างๆได้



ภาพที่ 18 หน้าจอแผนหลักของระบบก่อนล็อกอิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

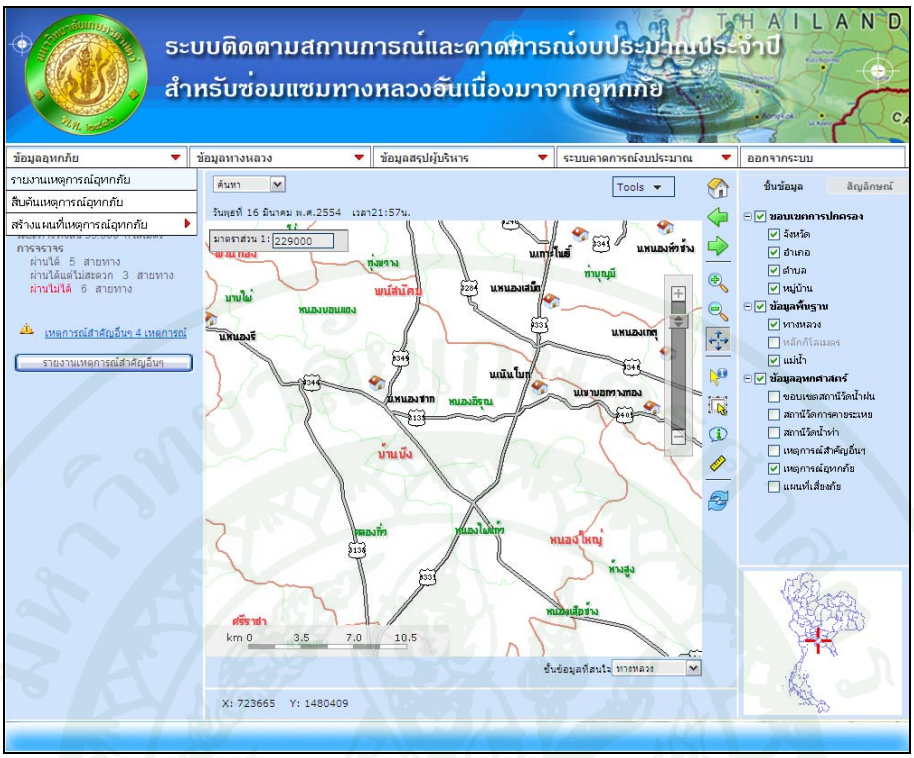


ภาพที่ 19 หน้าจอแผนหลักของระบบหลังล็อกอิน

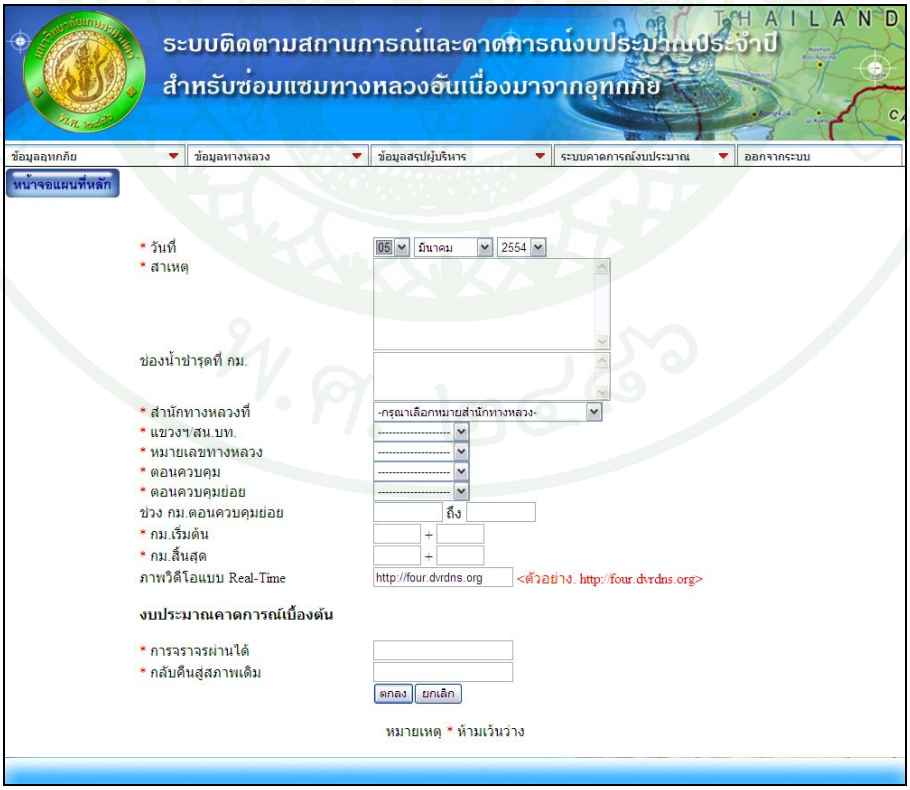
2.2 การนำเข้าและแก้ไขข้อมูลอุทกภัย

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการพัฒนาระบบให้สามารถนำเข้าข้อมูลตำแหน่งการเกิดน้ำท่วม การรายงานระดับน้ำและสถานการณ์จราจรรายวัน ความเสียหายของทางหลวง เส้นทางเลี่ยงที่แนะนำ และงบประมาณซ่อมแซมที่ต้องการเบื้องต้น ดังแสดงในภาพที่ 20 ถึง 30 โดยในเบื้องต้นเมื่อเกิดภาวะน้ำท่วมสายทาง เจ้าหน้าที่แขวงการทางผู้รับผิดชอบจะต้องทำการรายงานตำแหน่งการเกิดน้ำท่วมโดยทำการเลือกเมนูข้อมูลอุทกภัยดังภาพที่ 20 หลังจากนั้นระบบจะแสดงหน้าจอการนำเข้าข้อมูลอุทกภัย (ภาพที่ 21) โดยผู้ใช้จะต้องทำการบันทึกข้อมูลวันที่การเกิดอุทกภัย รายละเอียดความเสียหาย สำนักทางหลวงและแขวงการทางที่รับผิดชอบ หมายเลขทางหลวงและหมายเลขตอนควบคุม กิโลเมตรเริ่มต้นและกิโลเมตรสิ้นสุดของการเกิดอุทกภัย URL ของกล้อง CCTV รวมถึงข้อมูลการของบประมาณเบื้องต้นสำหรับงานจราจรผ่านได้และงานกลับคืนสู่สภาพเดิม เมื่อผู้ใช้กดตกลงเพื่อทำการบันทึกข้อมูลระบบจะทำการคำนวณตำแหน่งการเกิดน้ำท่วมโดยใช้หลักการของระบบอ้างอิงเชิงเส้น (Linear Referencing System)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 แสดงหน้าจอหลักของการรายงานเหตุการณ์น้ำท่วม



ภาพที่ 21 หน้าจอแสดงรายละเอียดข้อมูลในการรายงานน้ำท่วม

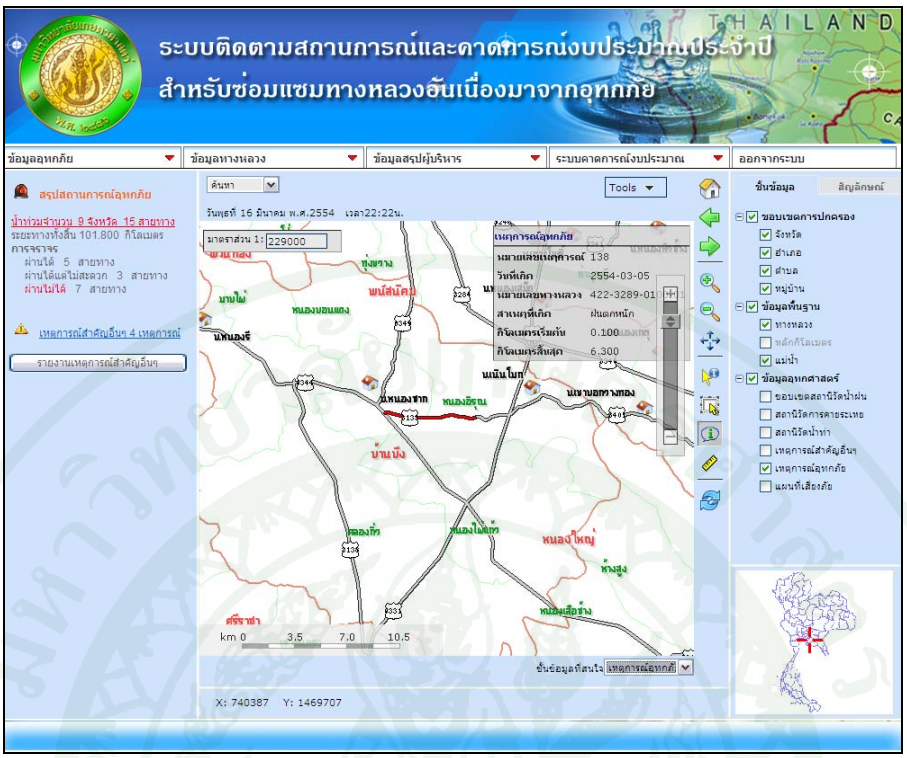
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 22 แสดงหน้าจอรายละเอียดข้อมูลของเหตุการณ์น้ำท่วมที่บันทึกลงไป ซึ่งผู้ใช้จะสามารถเพิ่มข้อมูลการสำรวจรายวันโดยเข้าไปที่เมนูนำเข้าและแก้ไขข้อมูลดังภาพที่ 24 จากนั้นเข้าไปที่ลิ้งนำเข้าและแก้ไขข้อมูลระดับน้ำรายวัน โดยผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลวันที่ เวลา ระดับความสูงของน้ำ สภาพการจราจร และสามารถนำเข้ารูปภาพและวีดิโอที่ถ่ายจากสนามได้ เมื่อได้ทำการรายงานสภาพจราจรจากการนำเข้าและแก้ไขข้อมูลระดับน้ำ (ภาพที่ 25) ตำแหน่งเหตุการณ์อุทกภัยที่บันทึกลงไปจะปรากฏเป็นเส้นบนแผนที่ GIS ดังภาพที่ 23

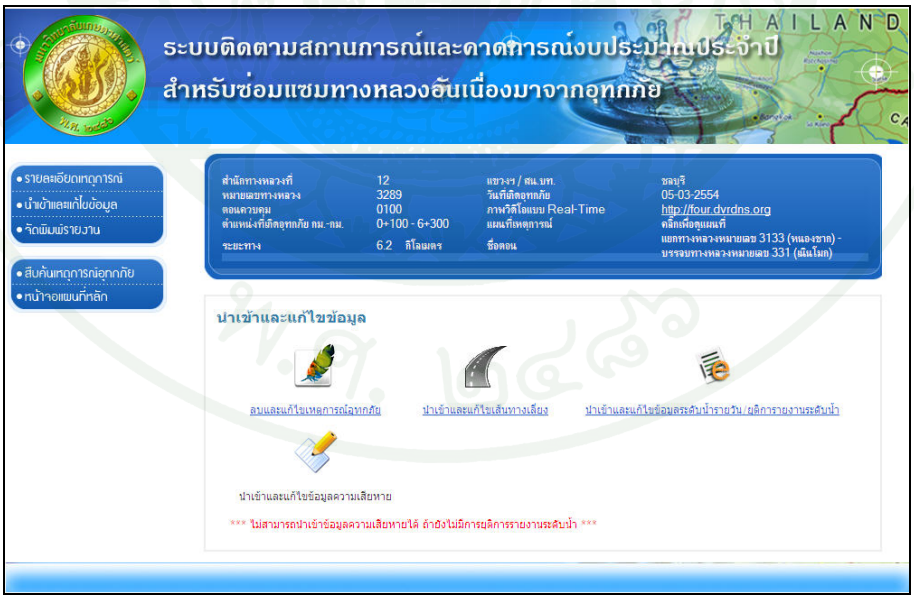
ภาพที่ 25 แสดงข้อมูลรายวันทั้งหมดที่ได้รับการรายงานผ่านหน้าจอในภาพที่ 26 โดยผู้ใช้สามารถเลือกดูภาพและไฟล์วิดิโอโดยการคลิ๊กบนชื่อไฟล์นั้นๆ และสามารนำเข้าข้อมูลเส้นทางเลี่ยงได้โดยเข้าไปที่ลิ้งนำเข้าและแก้ไขเส้นทางเลี่ยง โดยผู้ใช้สามารถบันทึกรายละเอียดเส้นทางเลี่ยงได้ดังภาพที่ 27 คลิ๊กที่ช่องเส้นทางเลี่ยงจะสามารถแสดงรายละเอียดขึ้นมาได้

ภาพที่ 22 หน้าจอแสดงรายละเอียดข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

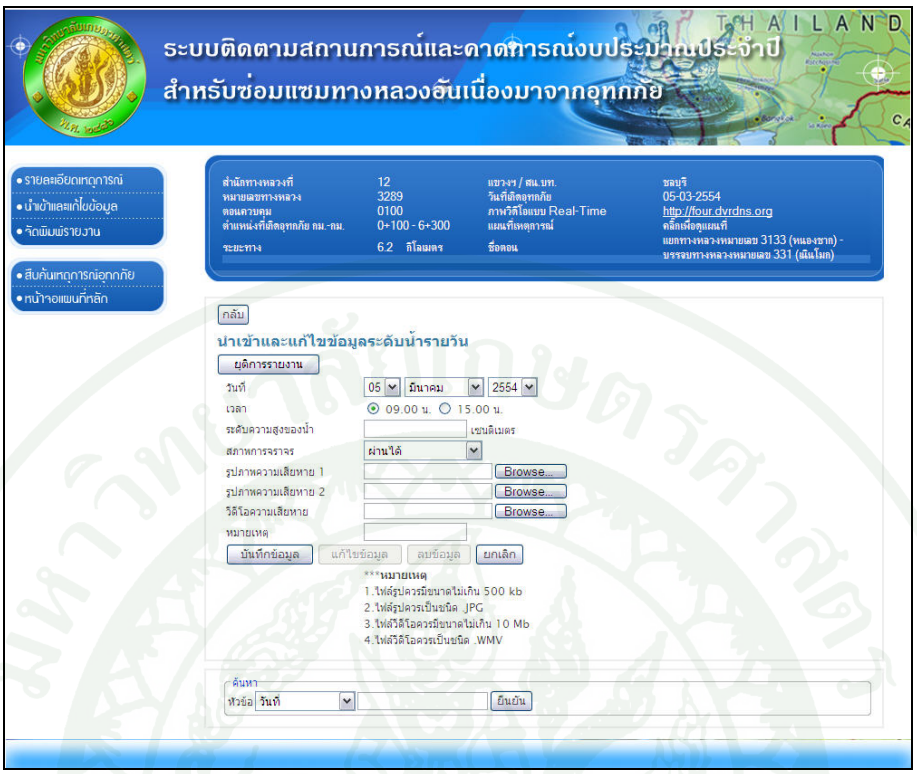


ภาพที่ 23 หน้าจอแสดงทางหลวงที่ถูกน้ำท่วมบนแผนที่ GIS



ภาพที่ 24 หน้าจอนำเข้าและแก้ไขข้อมูล

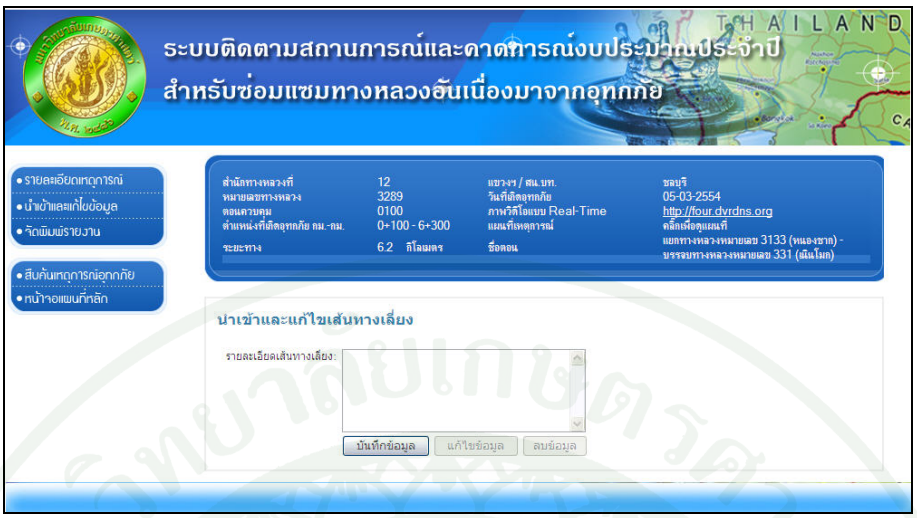
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 25 หน้าจอแสดงรายละเอียดการรายงานข้อมูลระดับน้ำรายวัน

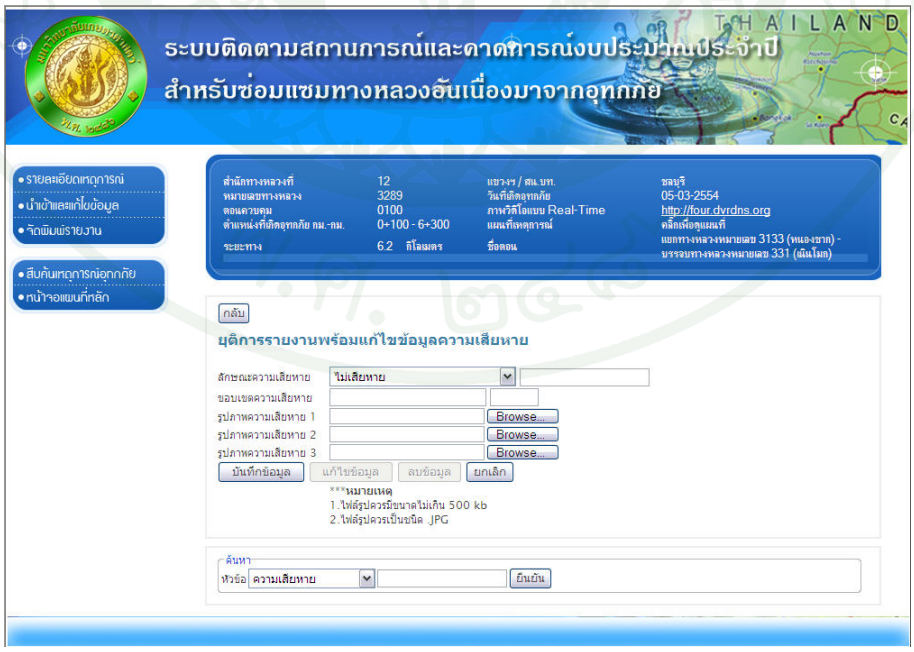
ภาพที่ 26 หน้าจอแสดงตารางข้อมูลสำรวจระดับน้ำรายวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 27 หน้าจอแสดงรายละเอียดการรายงานข้อมูลเส้นทางเลี่ยง

ภาพที่ 28 แสดงหน้าจอรายระเอียดการรายงานข้อมูลความเสียหายโดยผู้ใช้จะต้องยุติการรายงานระดับก่อน (ภาพที่ 25) จึงจะสามารถรายงานความเสียหายได้ ผู้ใช้จะต้องรายงาน ชนิดความเสียหาย ขอบเขตความเสียหายและรูปภาพแสดงความเสียหาย และสามารถดูข้อมูลรายละเอียดของความเสียหายที่เกิดขึ้น โดยทำการเลือกที่ดูข้อมูลความเสียหายและสามารถดูภาพความเสียหายโดยการคลิกบนชื่อไฟล์นั้นๆแล้วระบบจะทำการแสดงภาพความเสียหาย

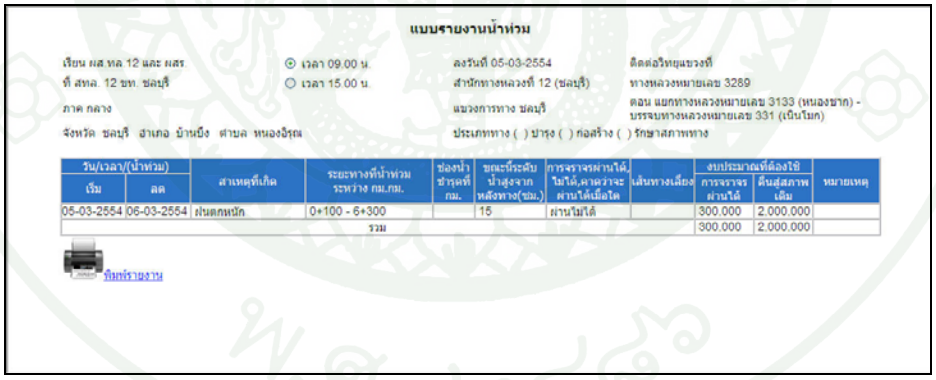


ภาพที่ 28 หน้าจอการายงานความเสียหาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 29 แสดงตัวอย่างภาพเหตุการณ์ผ่านกล้อง CCTV โดยคลิ๊กมาจากชื่อลิ้งในรายละเอียดเหตุการณ์อุทกภัย

ภาพที่ 29 หน้าจอแสดงตัวอย่างภาพเหตุการณ์ผ่านกล้อง CCTV



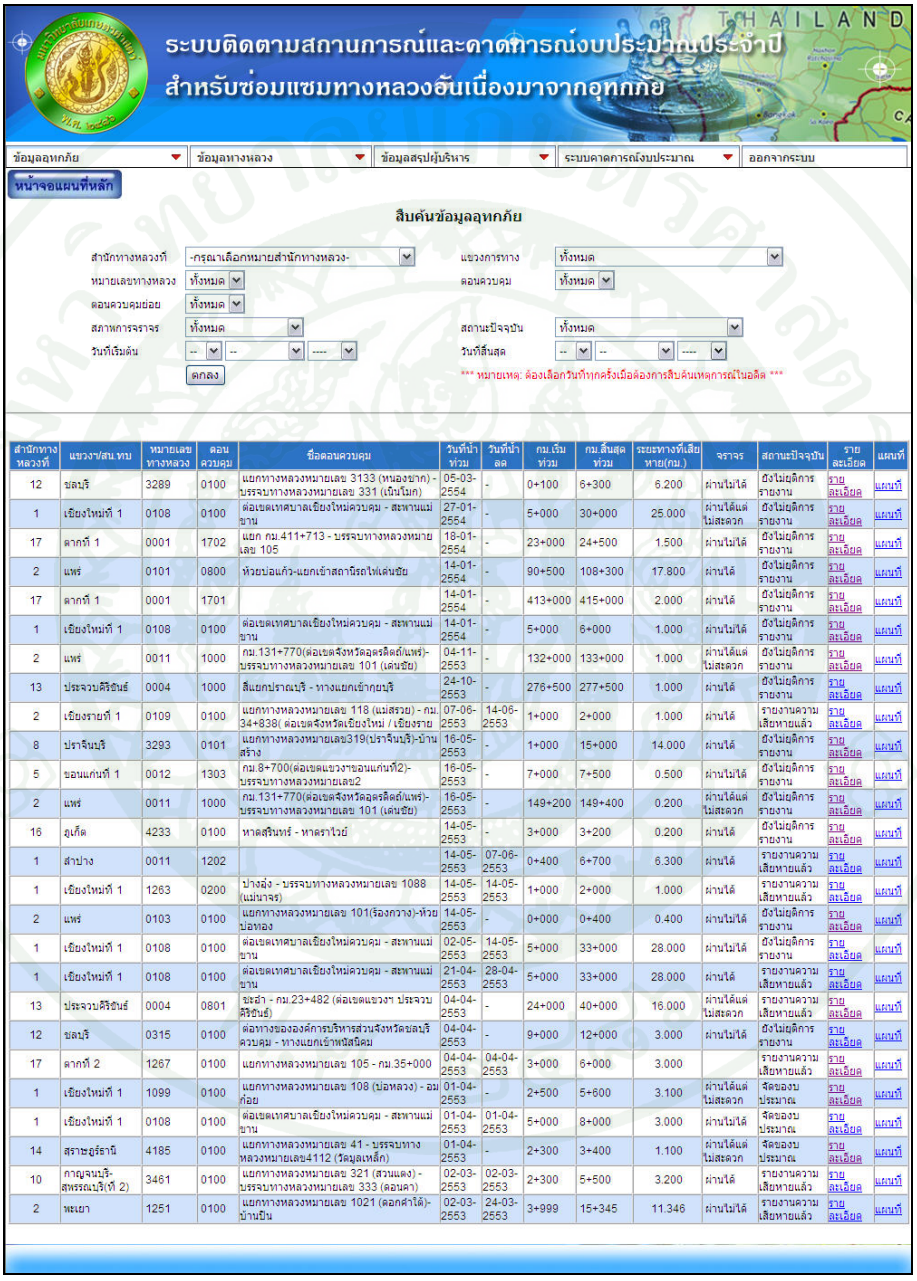
ภาพที่ 30 แบบฟอร์มรายงานน้ำท่วม 1

2.3 การสืบค้นข้อมูลอุทกภัย

ภาพที่ 31 แสดงวิธีการสืบค้นข้อมูลอุทกภัยตามเงื่อนไขในรูปแบบต่างๆ ซึ่งผู้ใช้สามารถสืบค้นได้ตามสำนักทาง แขวงการทาง หมายเลขถนน ตอนควบคุม ประเภทความเสียหาย สถานะของการจราจร (ผ่านได้, ผ่านได้ไม่สะดวก, ผ่านไม่ได้) สถานะปัจจุบันของเหตุการณ์ว่าอยู่ในขั้นตอนไหน ซึ่งแบ่งเป็น 2 สถานะได้แก่ 1.ยังไม่ยุติการรายงาน(ระดับน้ำ) 2.รายงานความเสียหาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แล้ว และช่วงเวลาที่สนใจ จากนั้นข้อมูลรายละเอียดที่ได้จากการค้นหานั้น สามารถเลือกดูรายละเอียดของเหตุการณ์ของแต่ละสายทางได้โดยคลิ๊กที่รายละเอียด แล้วระบบจะทำการแสดงข้อมูลอัตโนมัติ

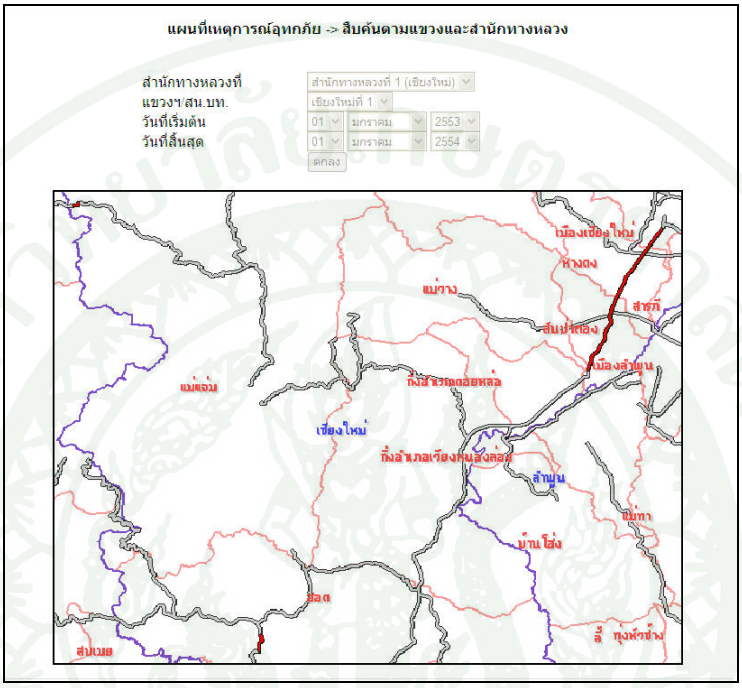


สำนักทางหลวงที่	แขวง/สน.ทล	หมายเลขทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	วันที่นำส่วน	วันที่นำลง	กม.เริ่มส่วน	กม.สิ้นสุดส่วน	ระยะทางที่เสียหาย(กม.)	จราจร	สถานะปัจจุบัน	รายละเอียด	แผนที่
12	ชลบุรี	3289	0100	แยกทางหลวงหมายเลข 3133 (หนองชาก) - บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 (เนินโมก)	05-03-2554	-	0+100	6+300	6.200	ผ่านไม่ได้	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
1	เชียงใหม่ที่ 1	0108	0100	ต่อเขตเทศบาลเชียงใหม่ควบคุม - สะพานแม่ขาน	27-01-2554	-	5+000	30+000	25.000	ผ่านได้แต่ไม่สะดวก	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
17	ตากที่ 1	0001	1702	แยก กม.411+713 - บรรจบทางหลวงหมายเลข 105	18-01-2554	-	23+000	24+500	1.500	ผ่านไม่ได้	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
2	แพร่	0101	0800	ห้วยบ่อแก้ว-แยกเข้าสถานีรถไฟเด่นชัย	14-01-2554	-	90+500	108+300	17.800	ผ่านได้	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
17	ตากที่ 1	0001	1701		14-01-2554	-	413+000	415+000	2.000	ผ่านได้	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
1	เชียงใหม่ที่ 1	0108	0100	ต่อเขตเทศบาลเชียงใหม่ควบคุม - สะพานแม่ขาน	14-01-2554	-	5+000	6+000	1.000	ผ่านไม่ได้	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
2	แพร่	0011	1000	กม.131+770(ต่อเขตจังหวัดอุตรดิตถ์/แพร่)-บรรจบทางหลวงหมายเลข 101 (เด่นชัย)	04-11-2553	-	132+000	133+000	1.000	ผ่านได้แต่ไม่สะดวก	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
13	ประจวบคีรีขันธ์	0004	1000	สี่แยกปราณบุรี - ทางแยกเข้ากุยบุรี	24-10-2553	-	276+500	277+500	1.000	ผ่านได้	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
2	เชียงราย ที่ 1	0109	0100	แยกทางหลวงหมายเลข 118 (แม่สรวย) - กม.34+838(ต่อเขตจังหวัดเชียงใหม่ / เชียงราย	07-06-2553	14-06-2553	1+000	2+000	1.000	ผ่านได้	รายงานความเสียหายแล้ว	รายละเอียด	แผนที่
8	ปราจีนบุรี	3293	0101	แยกทางหลวงหมายเลข319(ปราจีนบุรี)-บ้านสร้าง	16-05-2553	-	1+000	15+000	14.000	ผ่านได้	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
5	ขอนแก่นที่ 1	0012	1303	กม.8+700(ต่อเขตแขวงฯขอนแก่นที่2)-บรรจบทางหลวงหมายเลข2	16-05-2553	-	7+000	7+500	0.500	ผ่านไม่ได้	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
2	แพร่	0011	1000	กม.131+770(ต่อเขตจังหวัดอุตรดิตถ์/แพร่)-บรรจบทางหลวงหมายเลข 101 (เด่นชัย)	16-05-2553	-	149+200	149+400	0.200	ผ่านได้แต่ไม่สะดวก	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
16	อุบล์	4233	0100	หาดสิรินทร์ - หาดราไวย์	14-05-2553	-	3+000	3+200	0.200	ผ่านได้	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
1	ลำปาง	0011	1202		14-05-2553	07-06-2553	0+400	6+700	6.300	ผ่านได้	รายงานความเสียหายแล้ว	รายละเอียด	แผนที่
1	เชียงใหม่ที่ 1	1263	0200	ป่าบงลุ่ง - บรรจบทางหลวงหมายเลข 1088 (แม่มาจร)	14-05-2553	14-05-2553	1+000	2+000	1.000	ผ่านได้	รายงานความเสียหายแล้ว	รายละเอียด	แผนที่
2	แพร่	0103	0100	แยกทางหลวงหมายเลข 101(ร้องกวาง)-ห้วยบ่อทอง	14-05-2553	-	0+000	0+400	0.400	ผ่านไม่ได้	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
1	เชียงใหม่ที่ 1	0108	0100	ต่อเขตเทศบาลเชียงใหม่ควบคุม - สะพานแม่ขาน	02-05-2553	14-05-2553	5+000	33+000	28.000	ผ่านไม่ได้	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
1	เชียงใหม่ที่ 1	0108	0100	ต่อเขตเทศบาลเชียงใหม่ควบคุม - สะพานแม่ขาน	21-04-2553	28-04-2553	5+000	33+000	28.000	ผ่านได้	รายงานความเสียหายแล้ว	รายละเอียด	แผนที่
13	ประจวบคีรีขันธ์	0004	0801	ชะอำ - กม.23+482 (ต่อเขตแขวงฯ ประจวบคีรีขันธ์)	04-04-2553	-	24+000	40+000	16.000	ผ่านได้แต่ไม่สะดวก	รายงานความเสียหายแล้ว	รายละเอียด	แผนที่
12	ชลบุรี	0315	0100	ต่อทางขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี ควบคุม - ทางแยกเข้าพนัสนิคม	04-04-2553	-	9+000	12+000	3.000	ผ่านไม่ได้	ยังไม่ยุติการรายงาน	รายละเอียด	แผนที่
17	ตากที่ 2	1267	0100	แยกทางหลวงหมายเลข 105 - กม.35+000	04-04-2553	04-04-2553	3+000	6+000	3.000		รายงานความเสียหายแล้ว	รายละเอียด	แผนที่
1	เชียงใหม่ที่ 1	1099	0100	แยกทางหลวงหมายเลข 108 (บ่อหลวง) - อมก๋อย	01-04-2553	-	2+500	5+600	3.100	ผ่านได้แต่ไม่สะดวก	จัดของบประมาณ	รายละเอียด	แผนที่
1	เชียงใหม่ที่ 1	0108	0100	ต่อเขตเทศบาลเชียงใหม่ควบคุม - สะพานแม่ขาน	01-04-2553	01-04-2553	5+000	8+000	3.000	ผ่านไม่ได้	จัดของบประมาณ	รายละเอียด	แผนที่
14	สราษฎร์ธานี	4185	0100	แยกทางหลวงหมายเลข 41 - บรรจบทางหลวงหมายเลข4112 (วัดมุเหล็ก)	01-04-2553	-	2+300	3+400	1.100	ผ่านได้แต่ไม่สะดวก	จัดของบประมาณ	รายละเอียด	แผนที่
10	กาญจนบุรี-สุพรรณบุรี(ที่ 2)	3461	0100	แยกทางหลวงหมายเลข 321 (สวนแตง) - บรรจบทางหลวงหมายเลข 333 (ดอนคา)	02-03-2553	02-03-2553	2+300	5+500	3.200	ผ่านได้	รายงานความเสียหายแล้ว	รายละเอียด	แผนที่
2	พะเยา	1251	0100	แยกทางหลวงหมายเลข 1021 (ดอกคำใต้)-บ้านปิน	02-03-2553	24-03-2553	3+999	15+345	11.346	ผ่านไม่ได้	รายงานความเสียหายแล้ว	รายละเอียด	แผนที่

ภาพที่ 31 หน้าจอการสืบค้นเหตุการณ์อุทกภัย

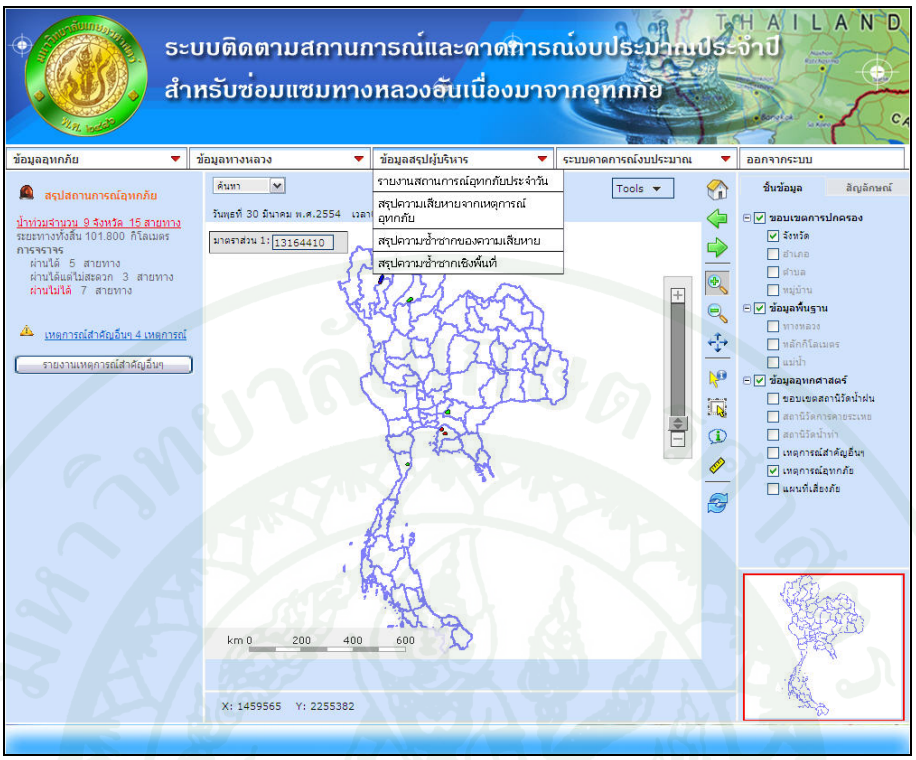
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 32 แสดงแผนที่เหตุการณ์อุทกภัย ตามเงื่อนไขและช่วงเวลาที่ผู้ใช้กำหนด โดยสามารถสืบค้นได้ตามหน่วยงานของกรมทางหลวง ตามขอบเขตการปกครอง และสืบค้นตามช่วงเวลาที่กำหนด



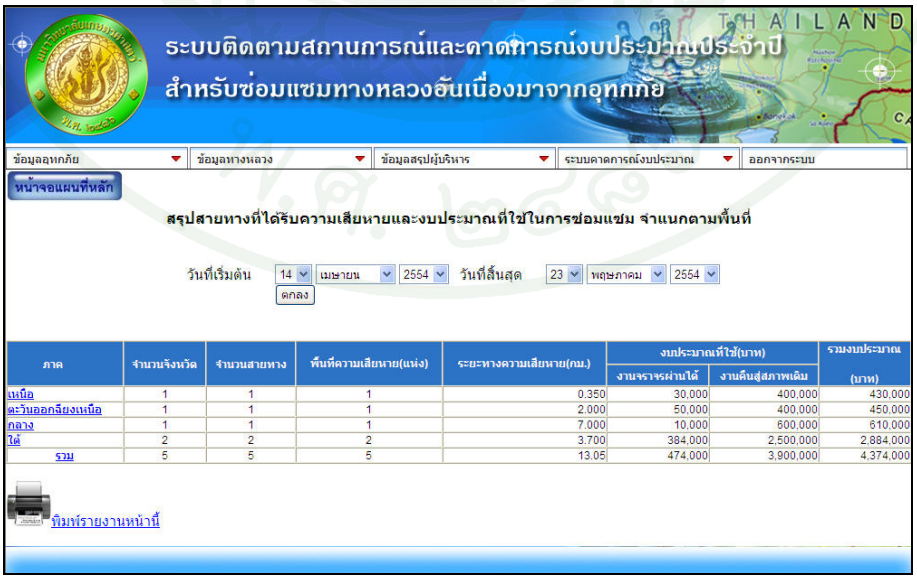
ภาพที่ 32 แสดงผลในรูปของแผนที่ GIS ตามเงื่อนไขและช่วงเวลาที่ผู้ใช้กำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 33 หน้าจอหลักแสดงการสืบค้นข้อมูลสรุปผู้บริหาร

ภาพที่ 34 เป็นหน้าจอหน้าจอแสดงสรุปสายทางที่ได้รับความเสียหายและงบประมาณที่ใช้ในการซ่อมแซมประมาณเบื้องต้น โดยเข้ามาจากเมนูข้อมูลสรุปผู้บริหารดังภาพที่ 33



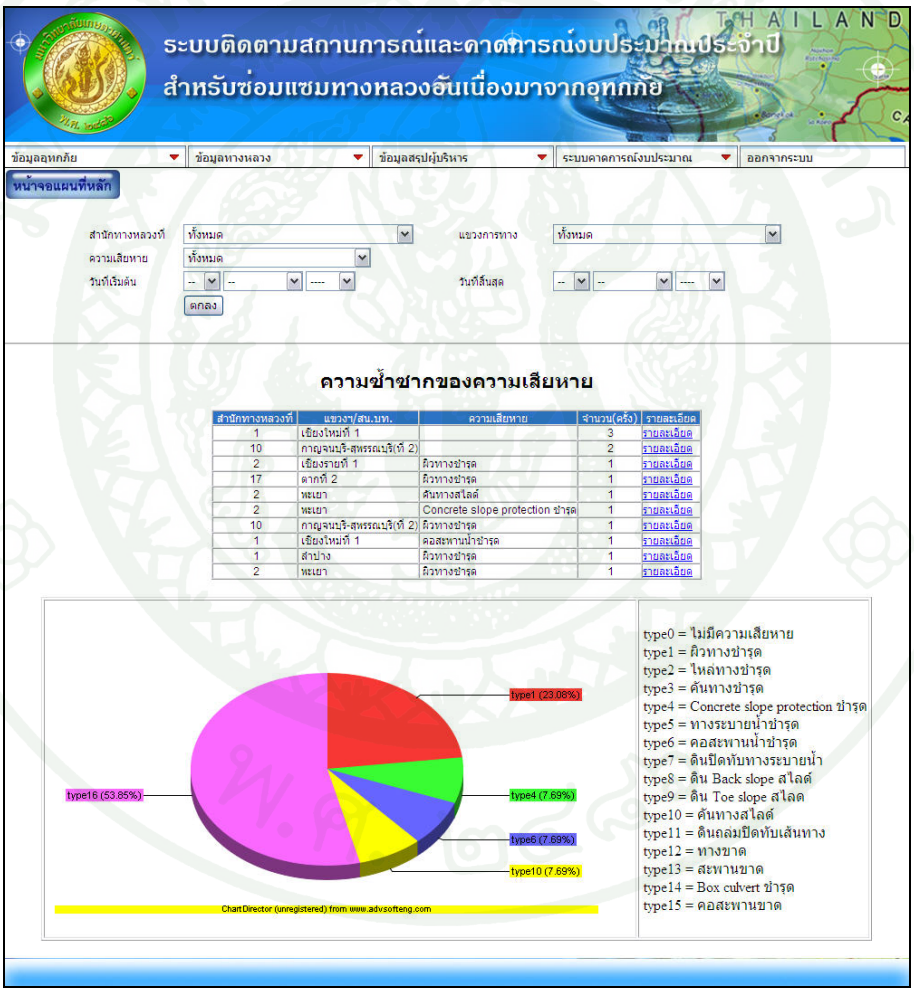
ภาพที่ 34 หน้าจอแสดงสรุปสายทางที่ได้รับความเสียหายและงบประมาณที่ใช้ในการซ่อมแซม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 35 หน้าจอแสดงรายงานสถานการณ์อุทกภัยประจำวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 36 แสดงหน้าจอสืบค้นข้อมูลความซ้ำซากของความเสียหาย โดยเข้ามาจากเมนูข้อมูลสรุปผู้บริหารดังภาพที่ 33 โดยจะแสดงข้อมูลว่าสายทางที่เกิดน้ำท่วมนั้นเกิดความเสียหายเป็นแบบใด เป็นจำนวนกี่ครั้ง โดยสามารถทำการสืบค้นตามสำนักทางหลวง แขวงการทาง หมายเลขถนนหมายเลขตอนควบคุม ประเภทความเสียหายและช่วงเวลาที่สนใจ จากนั้นข้อมูลรายละเอียดที่ได้จากการค้นหานั้นสามารถเลือกดูรายละเอียดว่าในแต่ละจำนวนครั้งที่เกิดอุทกภัยนั้นมีเส้นทางใดอยู่บ้าง จากนั้นข้อมูลรายละเอียดที่ได้จากการค้นหานั้นสามารถเลือกดูรายละเอียดของเหตุการณ์ของแต่ละสายทางได้โดยคลิ๊กที่รายละเอียด แล้วระบบจะทำการแสดงข้อมูลอัตโนมัติ



ภาพที่ 36 หน้าจอแสดงความซ้ำซากของความเสียหาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 37 แสดงหน้าจอสืบค้นข้อมูลความซ้ำซากของการเกิดอุทกภัย โดยเข้ามาจากเมนูข้อมูลสรุปผู้บริหารดังภาพที่ 33 โดยจะแสดงข้อมูลว่าสายทางใดเกิดน้ำท่วมเป็นจำนวนกี่ครั้ง สายทางใดเกิดน้ำท่วมมากที่สุด โดยสามารถทำการสืบค้นตามสำนักทางหลวง แขวงการทาง หมายเลขถนนหมายเลขตอนควบคุมและช่วงเวลาที่สนใจ จากนั้นข้อมูลรายละเอียดที่ได้จากการค้นหานั้นสามารถเลือกดูรายละเอียดว่าในแต่ละจำนวนครั้งที่เกิดอุทกภัยนั้นมีเส้นทางใดอยู่บ้าง ข้อมูลรายละเอียดที่ได้จากการค้นหานั้นสามารถเลือกดูรายละเอียดของเหตุการณ์ของแต่ละสายทางได้โดยคลิ๊กที่รายละเอียด แล้วระบบจะทำการแสดงข้อมูลอัตโนมัติ

สำนักทางหลวงที่	แขวงฯ/สน.บท.	หมายเลขถนน	ตอนควบคุม	ตอนควบคุมย่อย	ชื่อตอนควบคุม	จำนวนครั้งที่น้ำท่วม	รายละเอียด
1	เชียงใหม่ที่ 1	0108	0100	01	ต่อเขตเทศบาลเชียงใหม่ควบคุม - สะพานแม่ขาน	5	รายละเอียด
12	จันทบุรี	3322	0100	05	แยกทางหลวงหมายเลข 3 (เนินสูง) - บรรจบทางหลวงหมายเลข 3 (ห้วยสะท้อน)	1	รายละเอียด
17	ตากที่ 1	0001	1701	01		1	รายละเอียด
2	แพร่	0103	0100	01	แยกทางหลวงหมายเลข 101(ร้องกวาง)-ห้วยป่อทอง	1	รายละเอียด
17	ตากที่ 1	0001	1702	01	แยก กม.411+713 - บรรจบทางหลวงหมายเลข 105	1	รายละเอียด
1	ลำปาง	0011	1202	02		1	รายละเอียด
1	เชียงใหม่ที่ 1	1099	0100	01	แยกทางหลวงหมายเลข 108 (บ่อหลวง) - อมก๋อย	1	รายละเอียด
17	ตากที่ 2	1267	0100	01	แยกทางหลวงหมายเลข 105 - กม.35+000	1	รายละเอียด
13	ประจวบคีรีขันธ์	0004	1000	04	สี่แยกปราณบุรี - ทางแยกเข้าหุยบุรี	1	รายละเอียด
1	เชียงใหม่ที่ 2	1269	0100	01	แยกทางหลวงหมายเลข 121 (ทางดง) -สะเมิง	1	รายละเอียด
2	พะเยา	1251	0100	01	แยกทางหลวงหมายเลข 1021 (ดอกคำใต้)-บ้านปิน	1	รายละเอียด
14	สุราษฎร์ธานี	4185	0100	01	แยกทางหลวงหมายเลข 41 - บรรจบทางหลวงหมายเลข4112 (วัดมูลเหล็ก)	1	รายละเอียด
1	เชียงใหม่ที่ 1	1263	0200	01	ปางอ่อง - บรรจบทางหลวงหมายเลข 1088 (แม่นาจร)	1	รายละเอียด
13	ประจวบคีรีขันธ์	0004	0801	01	ชะอำ - กม.23+482 (ต่อเขตแขวงฯ ประจวบคีรีขันธ์)	1	รายละเอียด
2	แพร่	0011	1000	02	กม.131+770(ต่อเขตจังหวัดอุตรดิตถ์(แพร่)-บรรจบทางหลวงหมายเลข 101 (เด่นชัย)	1	รายละเอียด
2	แพร่	0101	0800	01	ห้วยป่อแก้ว-แยกเข้าสถานีรถไฟเด่นชัย	1	รายละเอียด
12	ชลบุรี	0315	0100	04	ต่อทางขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรีควบคุม - ทางแยกเข้าพนัสนิคม	1	รายละเอียด
10	กาญจนบุรี-สพรรณบุรี(ที่ 2)	3461	0100	01	แยกทางหลวงหมายเลข 321 (สวนแตง) - บรรจบทางหลวงหมายเลข 333 (ดอนคา)	1	รายละเอียด
5	ขอนแก่นที่ 1	0012	1303	01	กม.8+700(ต่อเขตแขวงฯขอนแก่นที่2)-บรรจบทางหลวงหมายเลข2	1	รายละเอียด
2	แพร่	0011	1000	01	กม.131+770(ต่อเขตจังหวัดอุตรดิตถ์(แพร่)-บรรจบทางหลวงหมายเลข 101 (เด่นชัย)	1	รายละเอียด
16	ภูเก็ต	4233	0100	03	หาดสุรินทร์ - หาดราไวย์	1	รายละเอียด
8	ปราจีนบุรี	3293	0101	01	แยกทางหลวงหมายเลข319(ปราจีนบุรี)-บ้านสร้าง	1	รายละเอียด
12	ชลบุรี	3289	0100	01	แยกทางหลวงหมายเลข 3133 (หนองชาก) - บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 (เนินโมก)	1	รายละเอียด
2	เชียงรายที่ 1	0109	0100	01	แยกทางหลวงหมายเลข 118 (แม่สรวย) - กม. 34+838(ต่อเขตจังหวัดเชียงใหม่ / เชียงราย	1	รายละเอียด

ภาพที่ 37 หน้าจอแสดงความซ้ำซากของการเกิดอุทกภัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ระบบคาดการณ์งบประมาณซ่อมแซมทางหลวง

3.1 การคาดการณ์จำนวนเหตุการณ์อุทกภัยรายปี

งานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 3 ตัวขึ้นไป โดยมีตัวแปรหนึ่งคือตัวแปรตาม ตัวแปรอื่นๆเป็นตัวแปรอิสระซึ่งมีตั้งแต่สองตัวขึ้นไป โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ในการวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (ตัวแปรอิสระ) กับจำนวนเหตุการณ์อุทกภัยประจำปี (ตัวแปรตาม) ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้น ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลอุทกภัยและความเสียหายของสายทางของกรมทางหลวงย้อนหลัง 14 ปี โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบขั้นตอน (Stepwise Method) เป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการทีละตัวแปร เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญเป็น 0.10 และการคัดตัวแปรออกจากตัวแบบใช้ระดับนัยสำคัญ 0.15

การทดสอบสมมุติฐาน จะพิจารณาจากค่าสถิติทดสอบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ถ้าระดับนัยสำคัญของแต่ล่ะตัวแปรอิสระมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (Sig < 0.10) จะสรุปว่าตัวแปรอิสระแต่ล่ะตัวของตัวแบบนั้นมีความสัมพันธ์กับจำนวนการเหตุการณ์อุทกภัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 สรุปตัวแบบของสมการถดถอยพหุคูณและการทดสอบนัยสำคัญด้วยค่า F-test

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0.530[a]	0.281	0.221	460.792	0.281	4.682	1	12	0.051
2	0.739[b]	0.546	0.463	382.478	0.265	6.417	1	11	0.028
3	0.818[c]	0.67	0.57	342.148	0.124	3.746	1	10	0.082
4	0.879[d]	0.773	0.672	298.746	0.104	4.117	1	9	0.073

a. Predictors: (Constant), R_APR

b. Predictors: (Constant), R_APR, R_SEP

c. Predictors: (Constant), R_APR, R_SEP, R_MAY

d. Predictors: (Constant), R_APR, R_SEP, R_MAY, R_JUL

e. Dependent Variable: NF

จากตารางที่ 15 พบว่ามีตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปรที่ถูกเลือกเข้าสมการได้แก่ ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเมษายน (R_APR) ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนกันยายน (R_SEP), ปริมาณน้ำฝนรายสะสมรายเดือนพฤษภาคม (R_MAY) และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนกรกฎาคม (R_JUL) ค่าสถิติทดสอบ F (Sig. F < 0.10) สรุปได้ว่าตัวแปรอิสระที่นำเข้ามีความสัมพันธ์กับจำนวนเหตุการณ์อุทกภัย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงพหุคูณ (R) เท่ากับ 0.879 มีอิทธิพลต่อการอธิบายความแปรปรวนของจำนวนการเกิดอุทกภัยรายปีได้ร้อยละ 67.20 (Adjusted R2 = 0.672)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	994144.936	1	994144.936	4.682	.051[a]
	Residual	2547950.279	12	212329.19		
	Total	3542095.214	13			
2	Regression	1932914.371	2	966457.186	6.606	.013[b]
	Residual	1609180.843	11	146289.168		
	Total	3542095.214	13			
3	Regression	2371443.228	3	790481.076	6.752	.009[c]
	Residual	1170651.986	10	117065.199		
	Total	3542095.214	13			
4	Regression	2738855.214	4	684713.804	7.672	.006[d]
	Residual	803240	9	89248.889		
	Total	3542095.214	13			

a. Predictors: (Constant), R_APR

b. Predictors: (Constant), R_APR, R_SEP

c. Predictors: (Constant), R_APR, R_SEP, R_MAY

d. Predictors: (Constant), R_APR, R_SEP, R_MAY, R_JUL

e. Dependent Variable: NF

จากตารางที่ 16 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนในตัวแบบที่ 4 พบว่า จำนวนเหตุการณ์อุทกภัย มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับตัวแปรอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (sig < 0.10)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์และการทดสอบนัยสำคัญด้วยค่า t-test

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	-4484.049	1242.917		-3.608	.006
R_APR	4.586	2.049	.403	2.239	.052
R_SEP	11.263	2.855	.664	3.946	.003
R_MAY	5.803	2.159	.527	2.688	.025
R_JUL	6.690	3.297	.343	2.029	.073

จากตารางที่ 17 พบว่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนกันยายน (R_SEP) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลสูงสุดในการพยากรณ์ ตามด้วยปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนกรกฎาคม (R_JUL) ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนพฤษภาคม (R_MAY) และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเมษายน (R_ARP) ตามลำดับ ค่าสถิติทดสอบ t (Sig < 0.10) แสดงตัวแปรอิสระแต่ละตัวสามารถนำมาใช้ในการทำนายจำนวนเหตุการณ์อุทกภัยได้

ตารางที่ 18 แสดงผลการวิเคราะห์การเกิดปัญหา Multicollinearity

Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
APR	0.776	1.288
SEP	0.891	1.122
MAY	0.656	1.523
JUL	0.882	1.133

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 เป็นการวิเคราะห์ผลการเกิดปัญหา Multicollinearity ระหว่างตัวแปรอิสระ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ นอกเหนือจากการที่พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แล้ว ยังพิจารณาได้จาก ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวน (Variance Inflation: VIF) ซึ่งจะต้องไม่สูงเกินกว่า 10 หรือพิจารณาจากค่า Tolerance ต้องไม่ต่ำกว่า 0.20 จึงจะถือได้ว่าไม่เกิดปัญหา Multicollinearity

จากผลการวิเคราะห์สามารถเขียนเป็นสมการพยากรณ์จำนวนเหตุการณ์อุทกภัยรายปีได้ดังนี้

$$NF = 4.586R_ARP + 5.803R_MAY + 6.69R_JUL + 11.263R_SEP - 4484.049 \quad (12)$$

เมื่อ NF = จำนวนเหตุการณ์อุทกภัยคาดการณ์ที่เกิดขึ้น
R_ARP = ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเมษายน
R_MAY = ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนพฤษภาคม
R_JUL = ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนกรกฎาคม
R_SEP = ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนกันยายน

3.2 การคาดการณ์งบประมาณความเสียหายโดยวิธีการประมาณราคาแบบต่อเนื่อง (Successive Estimating)

การประมาณราคาแบบต่อเนื่อง เป็นวิธีที่ใช้ในการประมาณราคาโดยใช้หลักการทางสถิติ เพื่อให้สามารถประมาณราคาได้อย่างถูกต้องแม่นยำและใช้เวลาน้อยลง โดยจะคิดราคากับค่าความไม่แน่นอนในรูปของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการข้างต้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากข้อมูลอุทกภัยและความเสียหายของทางหลวงในอดีต 14 ปี โดยหาความน่าจะเป็นและราคาต่อครั้งในการซ่อมแซมความเสียหายแต่ละประเภทที่เกิดขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 19 และตารางที่ 20

ตารางที่ 19 แสดงความน่าจะเป็นและราคาต่อครั้งของงานจราจรผ่านได้

ความน่าจะเป็น	ค่าเฉลี่ย (บาท)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(บาท)
32.693%	106,292.57	94,048.24

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 แสดงความน่าจะเป็นและราคาซ่อมแซมต่อครั้งของประเภทความเสียหาย

หมายเลข	รายละเอียดความเสียหาย	จำนวนครั้งที่เกิด	ความน่าจะเป็น	ค่าเฉลี่ย (บาท)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บาท)
0	ไม่เสียหาย	588	3.2576%	0	0
1	ผิวทางชำรุด	452	2.5042%	1,225,386.43	1,568,725.85
2	ไหล่ทางชำรุด	160	0.8864%	838,081.25	2,574,178.40
3	คันทางชำรุด	954	5.2853%	958,053.39	1,258,929.22
4	ทางระบายน้ำชำรุด	95	0.5263%	641,798.91	706,551.45
5	คอสะพานชำรุด	452	2.5042%	548,500.60	755,922.30
6	ดินปิดทับทางระบายน้ำ	74	0.4100%	111,390.00	163,367.06
7	ดินหลังทางสไลด์	1,297	7.1856%	670,974.90	957,443.43
8	คันทางสไลด์	562	3.1136%	704,582.22	1,041,330.48
9	ดินถล่มปิดทับเส้นทาง	1,376	7.6233%	1,056,345.25	1,189,005.92
10	ทางขาด	94	0.5208%	2,605,124.29	4,072,078.79
11	ท่อเหลี่ยมชำรุด	377	2.0886%	359,075.74	463,297.02
12	คอสะพานขาด	212	1.1745%	1,008,953.39	2,132,301.16
13	ผิวทางชำรุด,ไหล่ทางชำรุด	7,720	42.7701%	1,583,285.99	2,150,738.22
14	ผิวทางชำรุด,คันทางชำรุด	52	0.2881%	1,573,333.64	2,375,270.90
15	ไหล่ทางชำรุด, คันทางชำรุด	214	1.1856%	3,019,900.00	3,443,723.07
16	คันทางชำรุด, ท่อเหลี่ยมชำรุด	34	0.1884%	256,550.00	402,614.43
17	ความเสียหายอื่นๆ	3,337	18.4875%	1,034,443.72	1,700,121.53
	รวม	18,050	100.00%		

ข้อมูลในตารางที่ 19 และตารางที่ 20 การคำนวณราคาเฉลี่ยต่อครั้ง จะไม่นำข้อมูลที่ต่ำกว่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 (P_5) และสูงกว่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 (P_{95}) มาใช้ในการคำนวณ เนื่องจากต้องการกรองข้อมูลซึ่งอาจเกิดจากความผิดพลาดในระหว่างการนำข้อมูลเข้าจากการป้อนข้อมูลของผู้ใช้ หรือข้อมูลที่มีการแกว่งสูง ออกจากการคำนวณราคา

จากข้อมูลราคาเฉลี่ยต่อครั้งของการเกิดอุทกภัยข้างต้น สามารถคำนวณงบประมาณคาดการณ์รายปีได้จากสมการที่ 11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 การคาดการณ์งบประมาณในอนาคต

การคาดการณ์งบประมาณซ่อมแซมทางหลวงประจำปีในอนาคต กรมทางหลวงสามารถเอาค่าจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (General Circulation Models, GCMs) ซึ่งเป็นข้อมูลทางด้านเทคนิคในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาใช้ในคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคต เพื่อนำข้อมูลมาใช้ทำนายจำนวนเหตุการณ์อุทกภัยรายปี (NF) ในสมการที่ (1) หลังจากนั้นเอาจำนวนการเกิดอุทกภัยที่ได้มาคำนวณค่างบประมาณคาดการณ์ประจำปี (TC) จากสมการที่ (2)

วิจารณ์

งานวิจัยนี้ไม่สามารถหาราคาความเสียหายต่อหน่วยได้เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่นำมาใช้ ไม่ได้ระบุถึงขอบเขตความเสียหายที่เกิดขึ้น จำเป็นต้องคิดเป็นราคาซ่อมแซมต่อครั้งของความเสียหาย ส่งผลให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าค่อนข้างสูง และในการเปรียบเทียบงบประมาณที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลองกับงบประมาณที่ใช้จริงในอดีตที่ผ่านมาพบว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่มาก อาจเกิดจากข้อมูลงบประมาณที่ใช้ไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เนื่องจากมีข้อมูลเป็นจำนวนมากที่ไม่ได้ทำการบันทึก อาจเนื่องมาจากไม่ได้รับงบประมาณ หรืองบประมาณซ่อมแซมมีจำกัด ทำให้บางสายทางไม่ได้รับการซ่อมแซมเป็นเหตุให้ต้องเลื่อนไปทำในปีงบประมาณถัดไป หรือเข้าไปอยู่ในส่วนของงบประมาณซ่อมบำรุงปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ระบบติดตามสถานการณ์และคาดการณ์งบประมาณประจำปีสำหรับซ่อมแซมทางหลวงอันเนื่องมาจากอุทกภัย สามารถนำเข้า สืบค้น และติดตามข้อมูลสถานการณ์อุทกภัยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สามารถสรุปสถานการณ์น้ำท่วมและความเสียหายของทางหลวงตามพื้นที่และช่วงเวลาที่กำหนด เป็นข้อมูลช่วยสนับสนุนให้เจ้าหน้าที่และผู้บริหารของกรมทางหลวงสามารถตัดสินใจแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้เป็นอย่างดี อีกทั้งข้อมูลที่ได้จากการรายงานยังเป็นข้อมูลสะสมที่นำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับคาดการณ์งบประมาณประจำปีโดยใช้หลักการทางสถิติ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะนำไปใช้สนับสนุนการของบประมาณสำหรับซ่อมแซมทางหลวงจากส่วนกลาง เพื่อให้กรมทางหลวงสามารถจัดเตรียมงบประมาณให้เพียงพอกับสถานการณ์และซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงที ทำให้ประชาชนที่ใช้ทางหลวงได้รับความสะดวกสบาย อีกทั้งยกระดับการบริการข้อมูลแก่ประชาชน โดยประชาชนสามารถตรวจสอบเส้นทางน้ำท่วมผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต วางแผนการเดินทางล่วงหน้าเพื่อความปลอดภัยในการเดินทางได้

นอกจากนี้ข้อมูลสถิติการเกิดน้ำท่วมและความเสียหายของทางหลวงที่ถูกเก็บรวบรวมในระบบยังเป็นประโยชน์ในการวางแผนป้องกันและแก้ไขปัญหาในระยะยาว จากการตรวจสอบความซ้ำซากของปัญหาในรูปแบบของความเสียหายและตำแหน่งที่เกิดขึ้น เพื่อลดความเสียหายของชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณนั้น ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับจำนวนการเกิดเหตุการณ์อุทกภัยไม่ได้มีเพียงปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว หากมีข้อมูลอื่นๆที่มีอิทธิผลในการสนับสนุนการทำนาย อาทีเช่น สภาพโครงสร้างของทางหลวง ชนิดของผิวทาง และสภาพภูมิประเทศ เป็นต้น จะทำให้สมการมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น อีกทั้งค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดของแบบจำลองสำหรับทำนายโอกาสการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมจากปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนมีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งหากมีข้อมูลมากขึ้นและข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นอาจมีการปรับค่าระดับนัยสำคัญใหม่สำหรับงานวิจัยอื่นๆในอนาคต

นอกจากนี้ระบบที่พัฒนาขึ้น ได้เพิ่มการบันทึกข้อมูลขอบเขตของความเสียหายที่เกิดขึ้นหลังน้ำลด ซึ่งในอดีตไม่ได้ทำการจัดเก็บ หากข้อมูลสะสมที่ได้รับการบันทึกจากระบบมากขึ้น มีความครบถ้วนและถูกต้องสมบูรณ์ จะช่วยเพิ่มความแม่นยำให้กับการประมาณราคางบประมาณที่ใช้สำหรับซ่อมแซมความเสียหาย ส่งผลให้การคาดการณ์งบประมาณประจำปีสำหรับซ่อมแซมความเสียหายมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2551. **ข้อมูลปริมาณน้ำฝน.** (Microsoft Excel)

ทรงศิริ แต้มสมบัติ. 2548. **การวิเคราะห์การถดถอย.** พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2549. **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์.** พิมพ์ครั้งที่ 16. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศิริลักษณ์ โรจนกิจอำนวย. 2549. **ระบบฐานข้อมูล.** ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง. 2548. **คู่มือการปฏิบัติงานของกรมทางหลวงกรณีเกิดภัยพิบัติ.** สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง,กรุงเทพฯ.

_____. 2551. **ข้อมูลอุทกภัยและความเสียหายของทางหลวง.** (Microsoft Excel)

_____. 2551. **รายงานขั้นสุดท้าย โครงการศึกษาและพัฒนาระบบบริหารงานอุทกภัยของกรมทางหลวง.**

สันติ ชินานุวัติวงศ์. 2549. **วิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ.** ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กัณฑรีย์ บุญประกอบ. 2553. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ, น. 15-31. ใน อำนาจ ชิดไธสงค์. บรรณาธิการ. **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย (Thailand Climate Change Information) เล่มที่ 2 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิอากาศในอนาคต.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

Barrie, Donald S. and Boyd C. Paulson. 1992. **Professional Construction Management.** McGraw-Hill Inc, New York.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Cheng, Chun-tian, K.W. Chau, Gang Li and Xiang-Yang Li. 2005. Collaborative Web Application for Flood Control System of Reservoirs. **APWeb 2005, LNCS 3399:** 364 – 374.

Schonefeldt, K. and K.-P. Holz. 2002. **Web base Flood Information System for Urban Areas.** Conference. ICH**.**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พจนานุกรมฐานข้อมูล (Data Dictionary)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 รายละเอียดของตาราง amphoe

Table Name : amphoe

Feature Class : Polygon Feature

Description : ข้อมูลอำเภอ

Codes	Description
prov_code	หมายเลขจังหวัด
amphoe_t	ชื่ออำเภอภาษาไทย
amphoe_e	ชื่ออำเภอภาษาอังกฤษ
amp_code	หมายเลขอำเภอ
the_geom	ข้อมูล GIS

ตารางผนวกที่ 2 รายละเอียดของตาราง centerline

Table Name : centerline

Table Type : Line Feature

Description : ข้อมูลคุณสมบัติของทางหลวง

Codes	Description
route_code	Route Code : DIVISION_CODE+ROUTE_ID+ CS_ID+ SUBCS_ID (xx+xxx+xxx+xx)
district_code	หมายเลขแขวงการทาง
route_id	หมายเลขสายทาง
cs_id	หมายเลขตอนควบคุม
subcs_id	หมายเลขตอนควบคุมย่อย
km_start	กิโลเมตรเริ่มต้น
km_end	กิโลเมตรสิ้นสุด
description	ชื่อทางหลวง
num_of_lane	จำนวนเลน
road_class	ประเภทของทางหลวง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

Codes	Description
pave_width	ความกว้างของผิวทาง
shoulderwidth	ความกว้างของไหล่ทาง
pave_type_code	ประเภทของผิวทาง
surface_class_desc	ชนิดของผิวทาง
the_geom	ข้อมูล GIS

ตารางผนวกที่ 3 รายละเอียดของตาราง damage

Table Name : damage

Table Type : Data Table

Description : ข้อมูลรายละเอียดความเสียหาย

Codes	Description
dam_id	หมายเลขของความเสียหาย
dam_desc_id	รหัสของความเสียหาย
dam_extent	ขอบเขตของความเสียหาย
dam_unit	หน่วยของความเสียหาย
unit_time	ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อม
dam_pix1	รูปภาพความเสียหาย1
dam_pix2	รูปภาพความเสียหาย2
dam_pix3	รูปภาพความเสียหาย3
mb	ชื่อผู้นำเข้าหรือแก้ไขข้อมูล
md	วันที่และเวลาที่นำเข้าหรือแก้ไขข้อมูล
retire	สถานะของการใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 รายละเอียดของตาราง detour

Table Name : detour

Table Type : Data Table

Description : ข้อมูลรายละเอียดเส้นทางเลี่ยง

Codes	Description
fe_id	หมายเลขเหตุการณ์อุทกภัย
desc	รายละเอียดเส้นทางเลี่ยง
mb	ชื่อผู้นำเข้าหรือแก้ไขข้อมูล
md	วันที่และเวลาที่นำเข้าหรือแก้ไขข้อมูล
retire	สถานะของการใช้งาน

ตารางผนวกที่ 5 รายละเอียดของตาราง division

Table Name : division

Table Type : Data Table

Description : ข้อมูลเขตความรับผิดชอบของสำนักทางหลวง

Codes	Description
district_code	หมายเลขแขวงการทาง
district_name	ชื่อแขวงการทาง
division_code	หมายเลขสำนักทางหลวง
division_name	ชื่อสำนักทางหลวง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 รายระเอียดของตาราง flood_event

Table Name : flood_event

Feature Class : Line Feature

Description : ข้อมูลเหตุการณ์อุทกภัย

Codes	Description
fe_id	หมายเลขเหตุการณ์น้ำท่วม
route_code	Route Code : DIVISION_CODE+ROUTE_ID+ CS_ID+ SUBCS_ID (xx+xxx+xxx+xx)
route_id	หมายเลขสายทาง
cs_id	หมายเลขตอนควบคุม
subcs_id	หมายเลขตอนควบคุมย่อย
km_start	กิโลเมตรเริ่มต้น
km_end	กิโลเมตรสิ้นสุด
date_s	วันที่เกิดเหตุการณ์
date_e	วันที่สิ้นสุดเหตุการณ์
dam_id	ชนิดของความเสียหาย
cctv_ip	หมายเลข IP address กล้อง cctv
Codes	Description
budget8100	งบประมาณงานกลับคืนสู่สภาพเดิมเบื้องต้น
budget8101	งบประมาณงานจราจรผ่านได้เบื้องต้น
status	สถานะภาพปัจจุบันของเหตุการณ์
the_geom	ข้อมูล GIS
mb	ชื่อผู้นำเข้าหรือแก้ไขข้อมูล
md	วันที่และเวลาที่นำเข้าหรือแก้ไขข้อมูล
retire	สถานะการใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 รายละเอียดของตาราง flood_data

Table Name : flood_data

Table Type : Data Table

Description : ข้อมูลน้ำท่วม

Codes	Description
fe_id	หมายเลขเหตุการณ์น้ำท่วม
ddate	วันที่ทำการสำรวจ
ttime	เวลาที่ทำการสำรวจ
flood_height	ระดับความสูงของน้ำ (เซนติเมตร)
traffic_stat	สถานการณ์จราจร
pix_path1	รูปภาพความเสียหาย1
pix_path2	รูปภาพความเสียหาย2
video_path	ภาพเคลื่อนไหวแสดงความเสียหาย
mb	ชื่อผู้นำเข้าหรือแก้ไขข้อมูล
md	วันที่และเวลาที่นำเข้าหรือแก้ไขข้อมูล
retire	สถานะการใช้งาน

ตารางผนวกที่ 8 รายละเอียดของตาราง province

Table Name : province

Feature Class : Polygon Feature

Description : ข้อมูลจังหวัด

Codes	Description
prov_code	หมายเลขจังหวัด
province_t	ชื่อจังหวัดภาษาไทย
province_e	ชื่อจังหวัดภาษาอังกฤษ
division_code	หมายเลขสำนักทางหลวง
the_geom	ข้อมูล GIS

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 9 แสดงรายละเอียดของตาราง river

Table Name : River

Feature Class : Line Feature

Description : ข้อมูลแม่น้ำ

Codes	Description
river_id	หมายเลขแม่น้ำ
river_name	ชื่อแม่น้ำ
the_geom	ข้อมูล GIS

ตารางผนวกที่ 10 แสดงรายละเอียดของตาราง tumbon

Table Name : tumbon

Feature Class : Polygon Feature

Description : ข้อมูลตำบล

Codes	Description
tumbon	ชื่อตำบลภาษาไทย
tumbon_e	ชื่อตำบลภาษาอังกฤษ
amp_code	หลายเลขอำเภอ
the_geom	ข้อมูล GIS

ตารางผนวกที่ 11 แสดงรายละเอียดของตาราง village

Table Name : village

Feature Class : Polygon Feature

Description : ข้อมูลหมู่บ้าน

Codes	Description
ban_name	ชื่อหมู่บ้าน
The_geom	ข้อมูล GIS

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายอัมรินทร์ ตั้งสุขสันต์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 22 มกราคม 2528
สถานที่เกิด	ประจวบคีรีขันธ์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2550 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ) โยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์