

ข้อพิจารณาเพื่อออกแบบทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ กรณีศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี  
**Considerations in Design of Highway and Bridge in Large Flood Plain,  
A Case Study: Ubon Ratchathani**

โดย

สถาพร โกลา<sup>1</sup> นท แสงเทียน<sup>2</sup> กฤษณ์ ศรีวรรมาศ<sup>2</sup> และเกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย<sup>2</sup>

**บทคัดย่อ** บทความนี้ รวมข้อเสนอแนะเพื่อการปฏิบัติที่ดีในการวางแผน ออกแบบ บริหารจัดการ ทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ อย่างมีประสิทธิภาพ และยั่งยืน ที่ได้จากผลสำรวจศึกษาอุทกภัยในจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเกิดซ้ำซาก ตั้งแต่อดีต อีกทั้งสภาพภูมิประเทศ และการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ทาง และอาคารระบายน้ำ ต้องซ่อมแซม ปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเช่นกัน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และระบบข้อมูลสารสนเทศ สร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อศึกษาการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาภายใต้เหตุปัจจัย และสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อพิจารณาปัญหาในองค์รวม ผลศึกษาพบว่า ไม่มีมาตรการ หรือวิธีหนึ่งวิธีใดโดยลำพังที่จะสามารถป้องกันอุทกภัยได้ ข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบเรขาคณิต โครงสร้างทาง อาคารระบายน้ำ และส่วนประกอบอื่น ๆ คือ 1) ควรใช้ข้อมูลปัจจุบัน พิจารณาสภาพอุทกวิทยาทั้งลุ่มน้ำ แทนที่จะเป็นเฉพาะบริเวณ หรือลุ่มน้ำย่อย 2) อาจออกแบบอาคารระบายน้ำโดยใช้คาบการเกิดที่ยาวนานขึ้น 3) เลือกใช้โครงสร้างที่ประหยัด ก่อสร้างง่าย บำรุงรักษา และซ่อมแซมง่าย ประหยัด รองรับการสัญจรของพาหนะบางประเภทระหว่างอุทกภัยได้ 4) ออกแบบผิวทาง และอาคารระบายน้ำ ด้วยความพิถีพิถัน หรือมาตรการพิเศษ 5) มีมาตรการป้องกัน และบำรุงรักษาทางน้ำบริเวณที่ตั้งของอาคารระบายน้ำเป็นพิเศษ 6) พิจารณาเลือกใช้วิธีการใหม่ ๆ หรือนวัตกรรม 7) กำหนด และทบทวนคุณภาพของงบประมาณ บำรุงรักษาซ่อมแซมทาง และอาคารระบายน้ำ ตามรอบเวลา และกรณีฉุกเฉินเร่งด่วน 8) ออกแบบทาง และสะพาน โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันของผู้มีส่วนได้เสีย และ 9) ควรปรับปรุง และใช้งานแบบจำลองเพื่อเฝ้าติดตามการทำงานตามรอบเวลาที่เหมาะสม

**Abstract:** This paper connotes suggestions and recommendations for sustainable planning, design and management of highway and bridges in large flood plain which were derived following the Ubon Ratchathani flooding research project. The Three-D computer simulation model, which is based on historical hydrological and hydraulic data in conjunction to the Geographic Information System (GIS) had been developed to simulate various situations of runoff, river flow and flooding as well as to verify the alternatives. The main conclusion is that no single alternative can resolve the flooding independently, hence successful experiences of the concerned sectors are as follows. First, geometric design should be based on the up-to-date and reliable geographic information while the estimation of the runoff for hydraulic design might consider the overall flood plain or sub-basin instead of considering each catchment independently. Second, the bridges should be designed with the longer return period than normal practices to ensure and maintain the convenience of the people and motor transportation. Third, proper structural systems of bridge should be used according to their soundness, economical, ease of construction, repair or maintenance. Fourth, careful design of pavement and drainage structure might be done. Fifth, measures for maintenance of waterways surrounding the drainage structure should be established. Sixth, consider and apply new approach or innovation. Seventh, planning and management

<sup>1</sup> รองศาสตราจารย์ และคณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

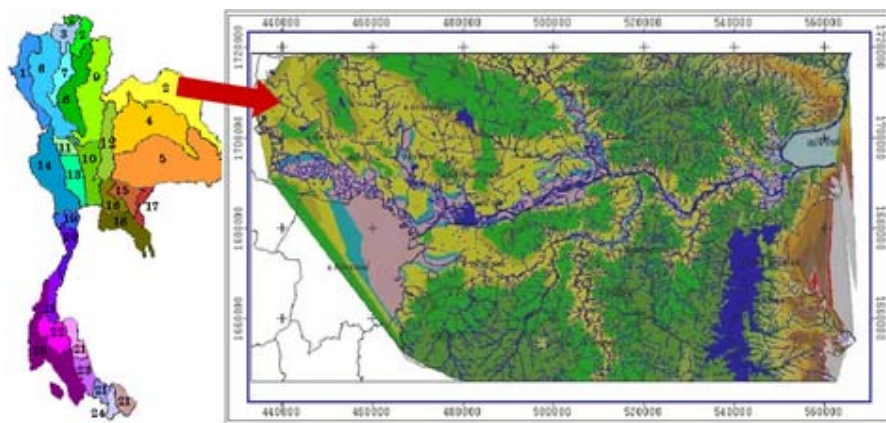
<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

สถาพร โภคา นท แสงเทียน กฤษณ์ ศรีวราศ และเกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย ข้อพิจารณาเพื่อออกแบบทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ กรณีศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี การสัมมนาวิศวกรรมงานทาง และนิทรรศการ ครั้งที่ 3 “Best Practice in Highway Engineering” 5-6 มิถุนายน 2551 กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม หน้า 731– 740.

should be re-optimized periodically so that reasonable budget can be allocated to routine maintenance and emergency repair. Eighth, design and management of highway and drainage structure should be compromised among the needs of the concerned participants. Ninth, the flood model should be calibrated and use for monitoring purpose periodically.

## 2. ทัวไป

จังหวัดอุบลราชธานี ตั้งอยู่บนที่ราบสูงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลระหว่าง 120 – 150 เมตร ทิศใต้ และทิศตะวันตก จรดเทือกเขาพนมดงรัก ซึ่งเป็นขอบแอ่งโคราช ทิศเหนือ และทิศตะวันออก ติดแม่น้ำโขง จังหวัดอุบลราชธานี ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำ โขง-ชี-มูล ซึ่งเป็นลุ่มน้ำขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทย พื้นที่ของแต่ละลุ่มน้ำย่อย เท่ากับ 47,502 49,477 และ 69,701 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ (รูปที่ 1) พื้นที่ราบรับน้ำ (Flood plain) ด้านท้ายน้ำ จึงรองรับน้ำท่าปริมาณมาก ซึ่งเกิดจากปริมาณฝนรายปี ความชุกระหว่าง 1,300 ถึง 1,800 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำท่า ในบางปีสูงถึง 6,800 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ทำให้น้ำท่าเอ่อล้น และท่วมบ่าสองฝั่งแม่น้ำ ก่อนที่จะไหลลงแม่น้ำโขง จากสถิติ พบว่า เกิดอุทกภัยรุนแรงในปีพ.ศ. 2481 2493 2521 2541-2545 ซึ่งสอดคล้องกับคาบ 50 – 100 ปี



รูปที่ 1 ลุ่มน้ำ โขง ชี มูล และพื้นที่น้ำหลากในจังหวัดอุบลราชธานี

## 2 ปัญหา

ผลศึกษาพบว่า ปีที่เกิดอุทกภัย ในเขตพื้นที่ศึกษา คือ อำเภอเมืองอุบลราชธานี ระดับน้ำสูงสุดผันแปรระหว่าง +115.77 รทก. ในปี พ.ศ. 2547 (คาบ 50 ปี) และ +118 รทก. ในปี พ.ศ. 2521 (คาบ 90-100 ปี) สูงกว่าตลิ่งทั้งสองฝั่งของแม่น้ำมูล (+112.0 และ +113.0 รทก. ตามลำดับ) ทั้งนี้ แม่น้ำมูล ณ บริเวณพื้นที่ศึกษา มีความจุ รองรับปริมาณน้ำท่าได้เพียง 2,400 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยประมาณ ขณะที่ในปี พ.ศ. 2545น้ำในแม่น้ำมูล ณ สถานีตรวจวัดที่อำเภอเมือง (สถานี M7 ณ สะพานเสรีประชาธิปไตย) มีปริมาณถึง 6,800 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยประมาณ อุทกภัยครั้งนั้น ทำให้อาคารบ้านเรือน พื้นที่เกษตรกรรม ธุรกิจพาณิชยกรรม เส้นทางคมนาคม โดยเฉพาะถนนสะพานในเส้นทางหลัก เสียหาย ประชาชน และปศุสัตว์ ประสบความลำบากในการสัญจร และอพยพเคลื่อนย้าย ทั้งนี้ เพราะน้ำท่วมบ่า ครอบคลุมพื้นที่เป็นวงกว้าง เป็นเวลานาน

สถาพร โภคา นท แสงเทียน กฤษณ์ ศรีวิกรม และเกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย ข้อพิจารณาเพื่อออกแบบทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา การสัมมนาวิศวกรรมงานทาง และนิทรรศการ ครั้งที่ 3 “Best Practice in Highway Engineering” 5-6 มิถุนายน 2551 กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม หน้า 731- 740.

เนื่องจากสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ (Large flood plain) ประมาณมูลค่าความเสียหายและสูญเสียทางเศรษฐกิจ ราว 1,000 ล้านบาท มีรายงานว่า ทางหลวง 259 สายทาง สะพาน 41 แห่ง ชำรุดเสียหาย (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 สภาพน้ำท่วมในจังหวัดอุบลราชธานี ในพ.ศ.2545 ถนน สะพานชำรุดเสียหาย และอุปสรรคในการคมนาคมสัญจร

### 3. การแก้ไขปัญหาเร่งด่วน

มาตรการแก้ไขปัญหาระดับเร่งด่วนเฉพาะหน้า ที่ได้กระทำภายใต้งบประมาณจำกัดคือ การยกระดับก่อสร้างของถนนเลี้ยงเมืองฝั่งตะวันตก (รูปที่ 3: 1) ให้มีระดับก่อสร้างเท่ากับ +116 รทก. โดยประมาณ เพื่อสายทางดังกล่าวพ้นระดับน้ำท่วม หรือจะยังใช้สัญจรได้ แม้ระดับน้ำจะสูงกว่าที่ได้คาดคะเนไว้ และเปลี่ยนผิวไหล่ทางแอสฟัลต์เป็นคอนกรีต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการกัดเซาะ และทางเลี้ยงเมืองฝั่งตะวันออก (รูปที่ 3: 2) ก็ได้ยกระดับก่อสร้างของทาง และยกระดับระดับสะพานให้สอดคล้องกับระดับของทาง พร้อม ๆ กับการขยายช่องเปิดของอาคารระบายน้ำ เช่น ขยายช่วงสะพาน หรือเพิ่มท่อลอดชนิดเหลี่ยม มาตรการเร่งด่วนเฉพาะหน้าที่กล่าวนี้ สามารถรองรับอุทกภัยในคาบ 50 ปี ได้ หากแต่ก็ยังไม่สามารถรองรับอุทกภัยสูงสุดตามสถิติที่คาบ 90-100 ปี

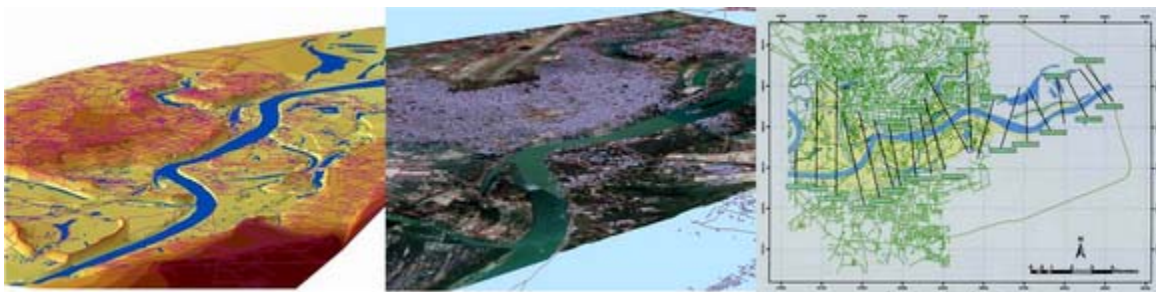


รูปที่ 3 ทางเลี้ยง และสะพานเมืองฝั่งตะวันออก และตะวันตก

สถาพร โภคา นท แสงเทียน กฤษณ์ ศรีวิกรม และเกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย ข้อพิจารณาเพื่อออกแบบทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ กรณีศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี การสัมมนาวิศวกรรมงานทาง และนิทรรศการ ครั้งที่ 3 “Best Practice in Highway Engineering” 5-6 มิถุนายน 2551 กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม หน้า 731– 740.

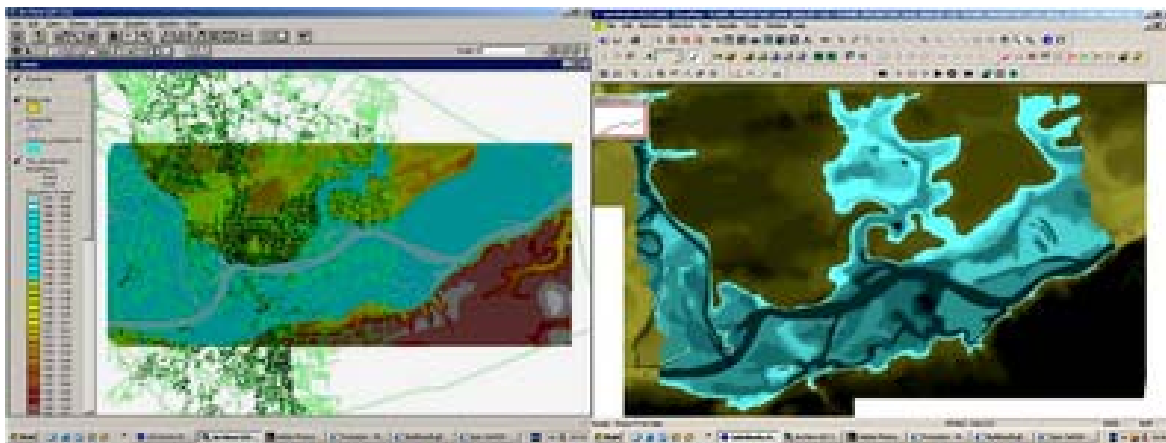
#### 4. โครงการศึกษาอุทกภัยจังหวัดอุบลราชธานี แบบจำลอง ขอบเขต และผลศึกษา

ในปี พ.ศ. 2545 จังหวัดอุบลราชธานี ประสงค์จะบูรณาการแก้ไขปัญหาอุทกภัยซ้ำซากอย่างยั่งยืน ได้ให้กรมชลประทาน และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ร่วมกันดำเนินโครงการสำรวจศึกษา เพื่อกำหนดมาตรการแก้ไขปัญหาน้ำ โดยใช้งบประมาณแผ่นดิน 4.9 ล้านบาทงานสำคัญคือ สำรวจ และสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาสภาพการเกิดอุทกภัยในภาพรวมของกลุ่มน้ำมูล ตั้งแต่ต้นน้ำ จนไหลบรรจบแม่น้ำโขง ซึ่งมีลำน้ำสาขาต่าง ๆ รวมอยู่ด้วย (โดยกรมชลประทาน) และการสำรวจ สร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสามมิติ ร่วมกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geo - Informatic System-GIS) เพื่อจำลอง สภาพ ศึกษา และคาดคะเนอุทกภัย น้ำท่าในแม่น้ำมูล และพื้นที่น้ำหลากบริเวณอำเภอเมืองอุบลราชธานี ซึ่งเป็นพื้นที่เศรษฐกิจ ภายใต้เหตุปัจจัย และสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อพิจารณาปัญหาในองค์รวม (โดยมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี) กระบวนสร้างแบบจำลองอาศัยข้อมูลอุทกวิทยา (อาทิ ฝน น้ำท่า และระดับน้ำที่สถานีตรวจวัด ตลอดลำน้ำ) ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ แสดงสภาพภูมิประเทศ พื้นที่น้ำหลาก ภาคตัดขวางของแม่น้ำ อาคารระบายน้ำ และสิ่งปลูกสร้าง อาทิ สะพาน (รูปที่ 4) แบบจำลองใช้ข้อมูลดังกล่าว และสถิติ ปรับแก้ สอบเทียบ (Calibrate and verify) พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องแก่การไหล จนกระทั่งแม่นยำ น่าเชื่อถือ ภายหลังได้ใช้แบบจำลองทดสอบข้อเสนอ หรือมาตรการป้องกันแก้ไขอุทกภัย พบว่า ไม่มีมาตรการ หรือวิธีหนึ่งวิธีใดโดยลำพังที่จะสามารถป้องกันอุทกภัยได้ หรืออีกนัยหนึ่งคือ การป้องกันบรรเทาอุทกภัยจะต้องบูรณาการมาตรการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างพื้นที่น้ำท่วมที่ระดับ +116 รทก



รูปที่ 4 ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และแบบจำลองคณิตศาสตร์

สถาพร โภคา นท แสงเทียน กฤษณ์ ศรีวราศ และเกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย ข้อพิจารณาเพื่อออกแบบทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ กรณีศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี การสัมมนาวิศวกรรมงานทาง และนิทรรศการ ครั้งที่ 3 “Best Practice in Highway Engineering” 5-6 มิถุนายน 2551 กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม หน้า 731– 740.



รูปที่ 5 ตัวอย่างผลลัพธ์จากแบบจำลองแสดงพื้นที่น้ำท่วมที่ระดับ +116 รทก

## 6. การวางแผน ออกแบบ บำรุงรักษา ถนน และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่

ผลสำรวจความเสียหายเนื่องจากอุทกภัย และ โครงการศึกษาอุทกภัยในจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งอยู่ในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ สามารถรวบรวมข้อเสนอแนะเพื่อการปฏิบัติที่ดี ในการวางแผน ออกแบบ บริหารจัดการ ทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ อย่างมีประสิทธิภาพ และยั่งยืนดังกล่าวเป็นลำดับดังนี้

6.1 การออกแบบเรขาคณิต (โดยเฉพาะการกำหนดแนว และระดับก่อสร้าง) และอาคารระบายน้ำควรอาศัยข้อมูลปัจจุบัน โดยเฉพาะสภาพภูมิประเทศ และการใช้ที่ดิน ซึ่งเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว หากไม่แล้ว อาจต้องสิ้นเปลืองงบประมาณซ่อมแซมแก้ไข หรือปรับปรุงถนน และสะพาน ซึ่งเสียหายเพราะอุทกภัยอยู่เนื่อง ๆ กลับกัน การกำหนดระดับก่อสร้าง และออกแบบอาคารระบายน้ำโดยใช้ข้อมูลที่ไม่เป็นปัจจุบัน อาจเป็นอุปสรรคขัดขวางการไหลของน้ำท่า หรือทำให้น้ำท่วมเอ่อพื้นที่ต้นน้ำ ผลจากกรณีศึกษาแสดงว่า การออกแบบอาคารระบายน้ำสำหรับถนนในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ ควรใช้แบบจำลองที่พิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำ หรือลุ่มน้ำย่อย แทนที่จะพิจารณา เฉพาะพื้นที่รับน้ำ (Catchment area) ณ บริเวณปากทางอาคารระบายน้ำ ควรบูรณาการงานออกแบบทาง และอาคารระบายน้ำกับงานอื่น ๆ โดยเฉพาะการวางแผนป้องกันบรรเทาอุทกภัย

6.2 อาคารระบายน้ำขนาดใหญ่ หรืออยู่บนสายทางหลัก ควรพิจารณาออกแบบให้รองรับปริมาณน้ำ ด้วยคาบที่ยาวนานขึ้น อาทิ ไม่ต่ำกว่า 50 ปี อย่างไรก็ตาม ไม่ควรกำหนดคาบที่ยาวนานกว่าอายุของโครงสร้าง หรืออาคารระบายน้ำ เพราะจะสิ้นเปลือง นอกจากปริมาณการไหล และระดับน้ำสูงสุด ควรออกแบบ หรือมีมาตรการควบคุมความเร็วของกระแส น้ำ โดยระหว่างเกิดอุทกภัย ที่ระดับน้ำท่วมถนน หรือสะพาน ยวดยานพาหนะบางประเภทก็ยังพอจะสัญจรได้บ้าง

6.3 ควรเลือกระบบโครงสร้างสะพาน หรืออาคารระบายน้ำอื่น ๆ รวมทั้งส่วนประกอบโครงสร้าง โดยคำนึงถึงระบบที่เป็นมาตรฐานปฏิบัติ เหมาะสมคุ้นเคยกับแรงงาน เครื่องจักร หรือเทคโนโลยีของผู้ก่อสร้างท้องถิ่น ก่อสร้างง่าย ซ่อมแซมง่าย

สถาพร โภคา นท แสงเทียน กฤษณ์ ศรีวราศ และเกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย ข้อพิจารณาเพื่อออกแบบทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ กรณีศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี การสัมมนาวิศวกรรมงานทาง และนิทรรศการ ครั้งที่ 3 “Best Practice in Highway Engineering” 5-6 มิถุนายน 2551 กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม หน้า 731– 740.

หรือสะพาน ประหยัดค่าใช้จ่าย อาทิ ใช้ระบบแผ่นพื้น หรือคานตงรูปตัวทีคอนกรีตเสริมเหล็ก (RC slab type or Tee section) ความยาวช่วง 5-10 เมตร หรือคานสะพานคอนกรีตอัดแรงรูปหน้าตัดอย่างง่าย และความยาวช่วงปกติ อาทิ คานกล่อง กลวง หรือคานรูปตัวไอ (PC box or I-girder) ความยาวช่วงระหว่าง 25-25 เมตร เป็นต้น ควรเลือกระบบโครงสร้างส่วนล่าง (Sub-structures ได้แก่ คานขวาง เสา หรือตอม่อ) คอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งสามารถแก้ไขปรับปรุงได้สะดวก ตอม่อเดี่ยว ตอม่อคู่ หรือตอม่อดับ ซึ่งอยู่บนฐานรากร่วม ต่างก็เหมาะสมที่จะเลือกใช้ได้ตามควร (รูปที่ 6) หากใช้ฐานรากร่วม แม้จะสามารถ หลีกเลียง หรือควบคุมการทรุดตัวต่างระดับได้ แต่พึงระวังการกัดเซาะ โดยเฉพาะพื้นที่น้ำหลากในจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งโดยธรรมชาติส่วนใหญ่ดินเป็นทรายมวลละเอียด หรือทรายแป้ง (Silt) หนา 1-2 เมตร มีลักษณะหลวม ถูกกัดเซาะ และพังทลายง่าย (Loose, erodible and collapsible) ลึกลงไป ที่ระดับ 2-5 เมตร มักพบชั้นดินลูกรัง (Laterite) ปะปน โดยอาจหนาถึง 1.5 เมตร ลึกลงไปที่ระดับ 5-6 เมตร เป็นชั้นทราย หรือกรวด มีแรงแบกทานสูง ดินประเภทนี้ มักมีคุณสมบัติคือ ดินชั้นบน มีค่า Plasticity ต่ำ มีกำลังก่อนขังต่ำ และทรุดตัว แม้ถูกบดอัดจนแน่น แต่ก็อาจถูกกัดเซาะ หรือพัดพาโดยน้ำท่า หรือน้ำใต้ดิน (Seepage) อีกทั้งปริมาณน้ำในดินอาจทำให้แรงเสียดทานระหว่างอนุภาคดินลดลงได้ถึงร้อยละ 20 ซึ่งหากเลือกใช้ฐานรากตื้น หรือฐานรากวางบนดิน ก็จะเสียหายได้ ดังนั้น ฐานรากวางบนเสาเข็มจึงเหมาะสมกว่าฐานรากแผ่ โดยกำหนดให้ปลายเสาเข็ม วางบนชั้นทรายที่หนา และแข็งแรง ซึ่งโดยทั่วไปจะลึกระหว่าง 8-12 เมตรจากระดับผิวดิน ทั้งนี้ หากใช้เสาเข็มตอก ควรเลือกใช้เสาเข็มหน้าตัดทึบตัน และขนาดใหญ่พอควร เช่น เสาเข็มรูปหน้าตัดสี่เหลี่ยมขนาด 0.40x0.40 เมตรขึ้นไป อาจเสริม เหล็กเจาะนำที่ปลายเสาเข็ม (Steel shoe) และพิธีพิถันในการกำหนดจำนวน Blow count และเลือกใช้สมการคำนวณการ ตอกเสาเข็ม หากมีเสาเข็มเอียง (Batter pile) ในฐานรากของตอม่อต้นกลาง หรือดับกลาง ก็จะเพิ่มกำลังต้านทานแรงด้านข้าง และฐานรากดังกล่าวหากอยู่เหนือระดับดิน ยังจำเป็นที่จะต้องปรับมิให้ด้านการไหลของน้ำ เช่น โค้งมน หรือเรียวยาว (Round or bullet) อาจมีแผง (Skirt) ป้องกันการกัดเซาะของกระแสไหลวน (รูปที่ 7) ราวสะพาน ควรเลือกชนิดที่มีช่องเปิด ให้น้ำไหล ผ่านได้สะดวก (รูปที่ 8) ช่องรับน้ำ (Inlet) และท่อตั้ง (Downspout) ควรถี่ หรือมีขนาดโต กว่าปกติ เลือกใช้แกรงคักตะกอน ที่ทนทาน และบำรุงรักษาง่าย การเพิ่มช่องเปิด (Opening) ของอาคารระบายน้ำ อาจเลือกใช้วิธีอย่างง่าย เช่น ก่อสร้างท่อ เหลี่ยม (Box culvert) ที่ใกล้เชิงสะพานทั้งสองด้าน ซึ่งจะประหยัด และสะดวกกว่าการเพิ่มจำนวนช่วงสะพาน (รูปที่ 8)



รูปที่ 6 ตัวอย่างระบบโครงสร้างส่วนบน และส่วนล่าง ซึ่งก่อสร้าง และปรับปรุงซ่อมแซมได้สะดวก

สถาพร โภคา นท แสงเทียน กฤษณ์ ศรีวรมาศ และเกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย ข้อพิจารณาเพื่อออกแบบทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ วิทยาลัยฯ จังหวัดอุบลราชธานี การสัมมนาวิศวกรรมงานทาง และนิทรรศการ ครั้งที่ 3 “Best Practice in Highway Engineering” 5-6 มิถุนายน 2551 กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม หน้า 731– 740.



รูปที่ 7 ตัวอย่างรูปหน้าตัด และส่วนประกอบเสาเข็มตอก



รูปที่ 8 ตัวอย่างราวสะพาน และระบบระบายน้ำที่เหมาะสมจะรองรับอุทกภัย

6.4 การออกแบบผิวทางในพื้นที่น้ำหลาก ควรคำนึงถึงทั้งวัสดุ และ โครงสร้างชั้นทางที่ทึบน้ำเป็นพิเศษ ขณะเดียวกันจะต้องคำนึงถึงการระบายน้ำ โดยเฉพาะน้ำใต้ดิน อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับกรณีศึกษา พบว่า การปรับปรุงคุณภาพของวัสดุชั้นรองพื้นทาง หรือพื้นทางด้วยพอร์ตแลนด์ซีเมนต์ (Cement-bounded macadam) ได้ผลดีทั้งเพิ่มความแข็งแรง และทึบน้ำ ส่วนผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดต่าง ๆ แม้เสียรูป หรือหลุดร่อน เมื่อถูกน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน แต่ก็ซ่อมแซมง่ายกว่าผิวทางคอนกรีต อีกทั้งสามารถนำวัสดุผิวทางเหล่านั้นเวียนกลับใช้ (Re-cycling) ได้ การคำนวณออกแบบสะพาน หรืออาคารระบายน้ำอื่น ที่เสี่ยงอุทกภัยในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ ยังคงคำนึงถึงปริมาณจราจร และน้ำหนักจราจรดังเช่นกรณีปกติ แต่ควรพิจารณาแรงบางประเภทเป็นกรณีพิเศษ อาทิ แรงเนื่องจากการไหล (Stream flow) แรงดัน หรือแรงยกตัวของกระแสน้ำ (Uplift or buoyancy) แรงกระแทกด้านข้าง (Log force) แรงดันดิน (Earth pressure) เป็นต้น นอกจากนี้ ควรกำหนดสูงเพิ่มระยะพื้นน้ำ (Freeboard - รูปที่ 9)

6.5 มีมาตรการป้องกัน และบำรุงรักษาทางน้ำบริเวณที่ตั้งของอาคารระบายน้ำเป็นพิเศษ เช่น ออกแบบโดยควบคุมสภาพการไหล และความเร็วของกระแสน้ำที่ปราศจากการกัดเซาะ เหมาะสมในการพาตะกอน ไม่จำเป็นต้องขุดลอก หรือบำรุงรักษา (Sediment transport and maintenance free) ระบบป้องกันลาด เช่น ที่บริเวณคอสะพาน หรือริมตลิ่งด้านคันน้ำ หรือท้ายน้ำ ทั้งนี้ ควรเลือกชนิด หรือระบบที่ราคาประหยัด บำรุงรักษา หรือซ่อมแซมง่าย อาทิ ปรับความลาดให้เหมาะสม ไม่น้อยกว่า 1:2 ถึง 1:3 ปลูกหญ้าป้องกันลาด หรือหินเรียงยาแนว (Sodding or mortar rip-rap - รูปที่ 9)

6.6 พิจารณาใช้วิธีการใหม่ ๆ หรือนวัตกรรม โดยคำนึงถึงความประหยัด ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการใช้งาน ระหว่างอุทกภัย ค่าบำรุงรักษา หรือซ่อมแซม อาทิ คัน หรือร่องดักขยะ หรือตะกอน (Debris or sediment fence or trap)

สถาพร โภคา นท แสงเทียน กฤษณ์ ศรีวิกรม และเกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย ข้อพิจารณาเพื่อออกแบบทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ ภูมิศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี การสัมมนาวิศวกรรมงานทาง และนิทรรศการ ครั้งที่ 3 “Best Practice in Highway Engineering” 5-6 มิถุนายน 2551 กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม หน้า 731– 740.

ภายในเขตทาง หรือที่ขอบไหล่ทาง โดยมีลักษณะกึ่งถาวร อาทิ คันดิน (Dike) กระจอบทราย หรือร่องซุด (Ditch) บานนวัตกรรม หรือ ระบบ เช่น Gabion หรือแผ่นใยสังเคราะห์ (Geo-textile or membrane) น่าสนใจ มีประสิทธิภาพสูง แต่ราคาแพง ควรใช้เฉพาะเท่าที่จำเป็น ทุกระบบที่เลือกใช้จะต้องพิจารณาการลดแรงดัน หรือระบายน้ำใต้ดิน (อาทิ Weep hole or perforate pipe system - รูปที่ 9)

6.7 ควรใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ และข้อมูลสารสนเทศ เป็นเครื่องมือกำหนดคุณภาพ (Optimize) ในการบริหารจัดการทาง และอาคารระบายน้ำ โดยเฉพาะการเตรียม หรือจัดสรรงบประมาณสำหรับบำรุงรักษาตามรอบเวลา หรือซ่อมแซมในกรณีฉุกเฉินเร่งด่วน

6.8 ออกแบบเรขาคณิต และอาคารระบายน้ำ โดยเฉพาะการกำหนดแนว และระดับก่อสร้าง โดยคำนึงถึงความต้องการ และข้อจำกัด (Needs and constraints) ของผู้มีส่วนได้เสียทุกฝ่าย อาทิ ผู้มีที่อยู่อาศัย หรือพื้นที่เกษตรกรรมสองข้างทาง ต้นน้ำ ทำนน้ำ การป้องกันบรรเทาอุทกภัยของหน่วยงานอื่น ๆ และความสะดวกสบายในการเข้าออก เพื่อใช้ทาง การสัญจรปกติ หรือการประกอบอาชีพ ในฤดูกาลอื่น ๆ อาทิ หากระดับก่อสร้างทางสูงเกินไป อาจมีผลดีที่คันทางสามารถป้องกันน้ำท่าไหลหลาก หรือท่วมบ่า แต่กลับกัน ย่อมเป็นอุปสรรคต่อการสัญจร หรือดำรงชีวิตประจำวันของผู้คน ในบ้านเรือน หรือพื้นที่เกษตรกรรมดังกล่าว

6.9 ควรปรับปรุงแบบจำลอง ข้อมูลอุทกวิทยา และข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยเฉพาะสภาพภูมิประเทศ สิ่งปลูกสร้าง และการใช้ที่ดินในพื้นที่น้ำหลาก ตามรอบเวลาที่เหมาะสม อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง เพื่อมั่นใจว่า ทาง และอาคารระบายน้ำ อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานเสมอ และเป็นเครื่องมือในการวางแผน บริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ ดังกล่าวข้างต้น



สถาพร โภคา นท แสงเทียน กฤษณ์ ศรีวรมาศ และเกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย ข้อพิจารณาเพื่อออกแบบทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ กรณีศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี การสัมมนาวิศวกรรมงานทาง และนิทรรศการ ครั้งที่ 3 “Best Practice in Highway Engineering” 5-6 มิถุนายน 2551 กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม หน้า 731– 740.



รูปที่ 9 ตัวอย่างวัสดุโครงสร้างทาง ปรับปรุงทางน้ำ ป้องกันลาด ระบายน้ำได้ดิน ร่อง หรือคันค้ำกษะ หรือตะกอน

## 7. สรุป

กรณีศึกษา โครงการสำรวจศึกษาอุทกภัยในจังหวัดอุบลราชธานี สรุปว่า การวางแผนออกแบบ และบำรุงรักษาทาง สะพาน หรืออาคารระบายน้ำอื่น ๆ ในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ จำต้องบูรณาการกับงานอื่น ๆ โดยเฉพาะการวางแผนป้องกันบรรเทาอุทกภัยสภาพภูมิประเทศ และการใช้ที่ดินซึ่งเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จำต้องอาศัยวิธี หรือนวัตกรรม แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ร่วมกับข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพยิ่งในการจำลอง ศึกษา และคาดคะเนอุทกภัยภายใต้สภาพเงื่อนไขต่าง ๆ ผลสำรวจศึกษา รวบรวมเป็นข้อพิจารณาในการออกแบบทาง และอาคารระบายน้ำ ซึ่งสามารถปรับใช้ได้กับทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากอื่น ๆ เพราะอยู่บนพื้นฐานของความประหยัด สะดวก และยั่งยืน ทั้งนี้ แบบจำลองคณิตศาสตร์ และสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จำต้องปรับปรุงให้ทันสมัยเสมอ และควรใช้แบบจำลองคำนวณ และคาดคะเนอุทกภัยเสมอตามรอบเวลา เพื่อสามารถวางแผนบำรุงรักษา หรือบูรณะฟื้นฟูทาง และอาคารระบายน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 8. อ้างอิง

1. BHOKHA S., Housing Policy and Strategy to Remove People and Communities from Flood Plain in Ubon Ratchathani, Proc. *CIB 2004 Symposium*, 17-18 Nov. 2004, Bangkok.
2. BHOKHA S. and SANGTIAN S. and KAEWKULCHAI G. and KUNTIYAWICHAI K., FUTURE PARADIGM and Approaches for Sustainable Planning, Design and Management of Bridge in Flood Plain, A

สถาพร โภคา นท แสงเทียน กฤษณ์ ศรีวิกรม และเกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย ข้อพิจารณาเพื่อออกแบบทาง และอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากขนาดใหญ่ กรณีศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี การสัมมนาวิศวกรรมงานทาง และนิทรรศการ ครั้งที่ 3 “Best Practice in Highway Engineering” 5-6 มิถุนายน 2551 กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม หน้า 731– 740.

Case Study: Bridge in Ubonratchathani, Thailand, Proc. The Tenth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering & Construction (EASEC-7) Asian Institute of Technology, Bangkok, 3-5 August 2006.

3. SANGTIAN N. and SRIWORRAMAS K. and JAENSIRISAK S. and BHOKHA S. Concerned Aspects in Large Drainage Project: A Case Study of the Mun River Bypass Project in Thailand, Proc. *ASCE: World Environment and Water Resource Congress 2006*, 21-25 may 2006.
4. Ubonratchathani University (2004) *Flood Modeling and Resolution: Ubon Ratchathani Province*, Final report, Ubonratchathani University.
5. Ubon Ratchathani Province (2003) *Summary of Situations and Supports according to Flooding Report*, Ubon Ratchathani Province pp.1 – 9.
6. Ubon Ratchathani Province (2002) *Executive Summary: Agricultural Area Affected from Flooding Report*. Ubon Ratchathani Province, pp. 1 – 20.

## 9 กิติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณจังหวัดอุบลราชธานี หน่วยราชการ โดยเฉพาะกรมชลประทาน สำนักทางหลวงที่ 7 ที่เอื้อเฟื้อข้อมูล และร่วมโครงการสำรวจศึกษา จนแล้วเสร็จ และประสบผลสำเร็จด้วยดี