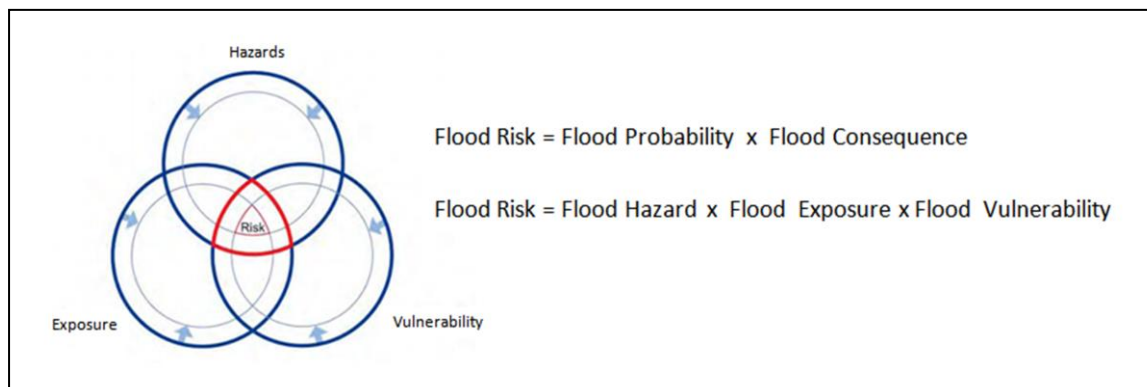


การบริหารจัดการความเสี่ยงน้ำท่วมเมือง (ประเทศไทย พ.ศ. 2554)
Flood Risk Management of Urban, 2011 Thailand

ชนาวีชร อรุณรัตน์
นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
สำนักประสานความร่วมมือระหว่างประเทศ
กรมทรัพยากรน้ำ
16 ตุลาคม 2557

บทนำ(Introduction)



รูปที่ 1 องค์ประกอบความเสี่ยงน้ำท่วม (Faulkner, 2011)

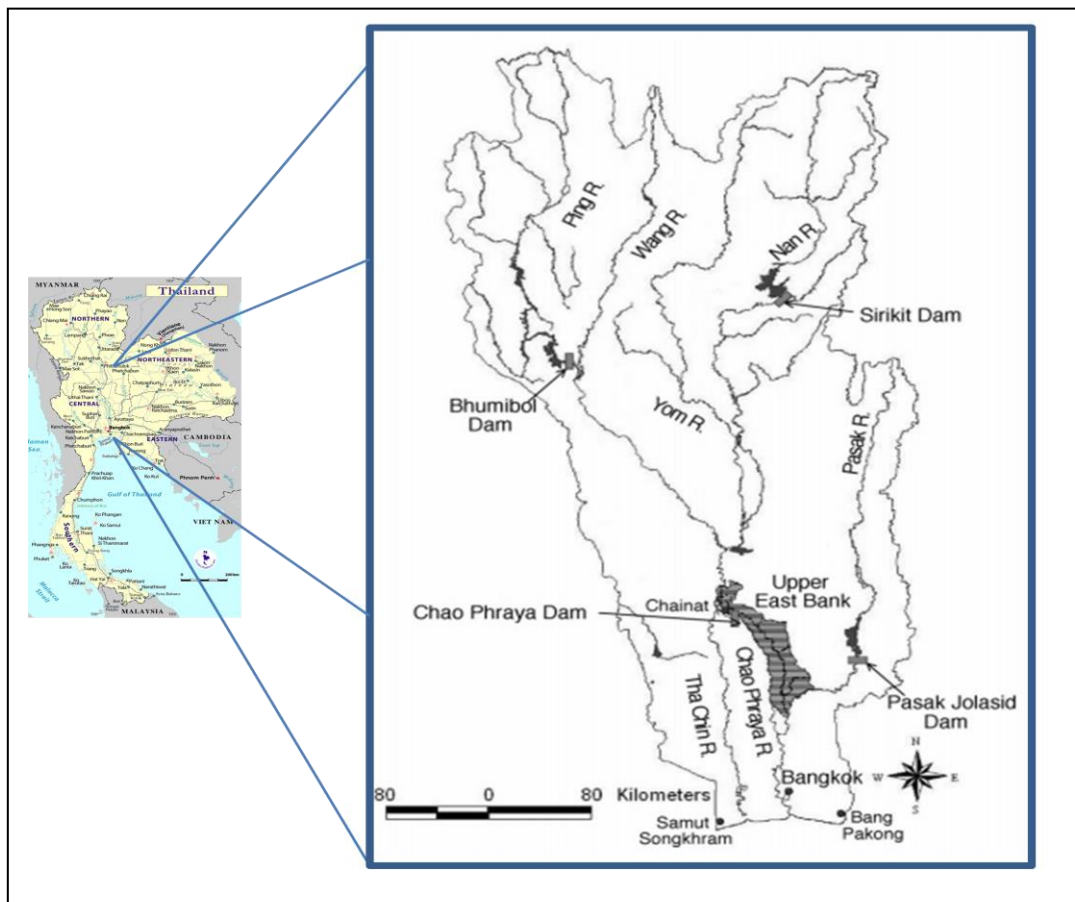
นิยามความเสี่ยงน้ำท่วม (Flood risk) สามารถพิจารณาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นไปได้ในการเกิดภัยพิบัติน้ำท่วมและความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากภัยน้ำท่วม (OPW& EHLG, 2009) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชน สิ่งแวดล้อม สิ่งก่อสร้าง และเศรษฐกิจ (European Commission, 2007) หรือในอีกด้านหนึ่ง ความเสี่ยงน้ำท่วม (Flood risk) หมายถึง ความเชื่อมโยงระหว่างความเป็นไปได้ในความสูญเสียและความเสียหายจากภัยน้ำท่วม (flood hazard) (Schanze *et al.*, 2006) การสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินจากภัยน้ำท่วมที่เกิดขึ้น (exposure) และความอ่อนแอของผู้คนและทรัพย์สินที่จะเป็นอันตรายและเสียหาย (vulnerability) (Faulkner, 2011) (APFM, 2008) โดยเมื่อพิจารณาในภาพรวม ความสัมพันธ์ของกระบวนการความเสี่ยงน้ำท่วมดังกล่าว สามารถอธิบายได้จากการเริ่มต้นของเหตุการณ์ (sources) เส้นทาง (pathway) ผู้รับผลกระทบ (receptor) และผลลัพธ์ที่ติดตามมา (consequence) (SPRC-Model)(ICE, 2001) สำหรับบทความนี้ จะนำแนวทาง SPRC-Model มาพิจารณาในการบริหารจัดการสถานการณ์น้ำท่วมในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2554

การเริ่มต้นของเหตุการณ์และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น (Sources and consequence)

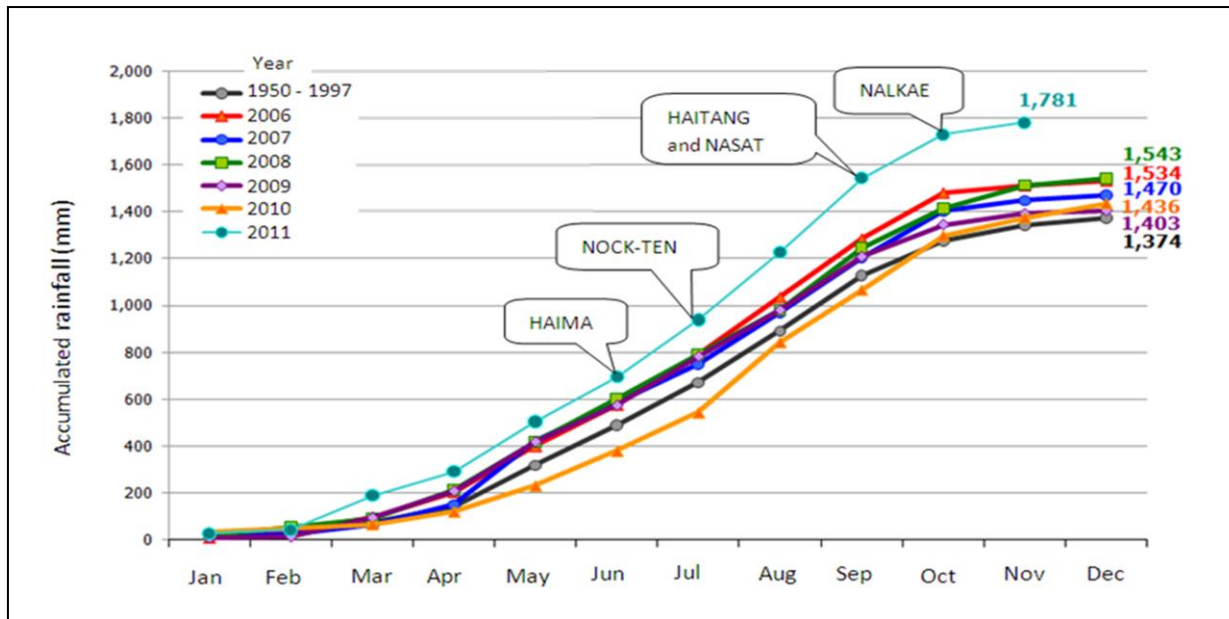
กรุงเทพมหานครฯ เป็นเมืองหลวงของประเทศไทย (Keokhumcheng, 2012) มีพื้นที่โดยประมาณ 1,569 ตารางกิโลเมตร (Babel, 2006) ปริมาณฝนตกเฉลี่ย 1,500 มิลลิเมตร น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาไหลจากภาคเหนือของประเทศไทยลงสู่พื้นที่ภาคกลาง (กรุงเทพฯ) และไหลลงสู่อ่าวไทย ประชากรอาศัยอยู่ในเมืองหลวงกรุงเทพฯ โดยประมาณ 8 ล้านคน (ข้อมูลปี พ.ศ. 2551) ในปี พ.ศ. 2554 กรุงเทพมหานครฯได้ประสบกับภัยพิบัติน้ำท่วม ความรุนแรงของน้ำท่วมได้เริ่มในเดือนกรกฎาคม โดยในภาคเหนือของประเทศไทยปริมาณน้ำจำนวนมาก

ได้ไหลลงสู่ที่ราบลุ่มภาคกลางซึ่งเป็นพื้นที่ปลายน้ำ ในเดือนกันยายน (Koontanakulvong,2012) มากกว่า 3.5 ล้านครัวเรือนได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติดังกล่าว มียอดผู้เสียชีวิตจำนวน 657 คน (HAII,2012) นิคมอุตสาหกรรมหลายนิคมได้ถูกน้ำท่วม (Komori *et al.*,2012) โดย World Bank ได้ประมาณความสูญเสียทางเศรษฐกิจถึง 1.4 ล้านล้านบาท หรือประมาณ 45.7 พันล้านเหรียญสหรัฐ (AON Benfield, 2012) ซึ่งจากภัยพิบัติดังกล่าวได้ประเมินว่าเป็นภัยธรรมชาติที่ร้ายแรงอันดับที่ 4 ของโลก ในปี พ.ศ. 2554

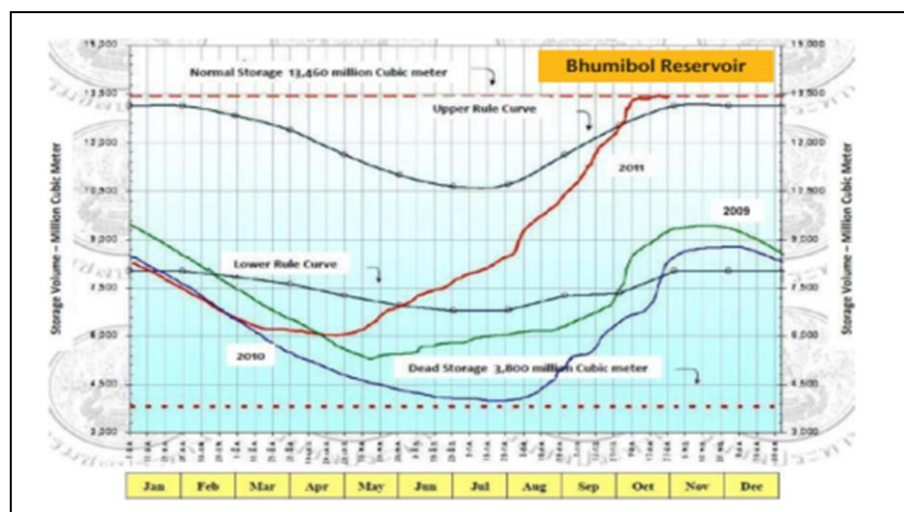
จากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและปรากฏการณ์ลานีญา(La Niña) ได้ส่งผลให้เกิดฝนตกก่อนฤดู ปริมาณน้ำฝนสะสมที่ตกสูงมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์จากค่าเฉลี่ยปกติ (HAII,2013) พร้อมทั้งการเกิดพายุไต้ฝุ่น ซึ่งพัดเข้าสู่ประเทศไทยจำนวน 5 ลูก ในช่วงระหว่างต้นเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม คือ ไทพม่า (24 มิถุนายน) นกเตน (30 กรกฎาคม-3 สิงหาคม) ไทถาง (28 กันยายน) เนสาด (30 กันยายน-1 ตุลาคม) และนาลแก (6 ตุลาคม) (AON Benfield,2012) ปริมาณน้ำฝนตกเฉลี่ย 1,781 มิลลิเมตร มีปริมาณสูงมากกว่าปริมาณฝนตกเฉลี่ยใน 5 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ. 2549-2553) น้ำปริมาณมากได้ไหลลงสู่เขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ ส่งผลให้ปริมาณน้ำกักเก็บในเขื่อนสูงมากกว่าระดับการกักเก็บสูงสุดที่กำหนด (HAII,2012) น้ำจากเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ได้ปล่อยลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา (AON Benfield, 2012) ปริมาณน้ำสูงสุด ณ สถานีชลประทาน C2 ซึ่งอยู่ตอนบนของเขื่อนเจ้าพระยา วัดได้ 4,686 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (HAII,2013) โดยจากการศึกษาของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเขื่อนเจ้าพระยาที่มีปริมาณมากกว่า 4,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สามารถที่จะทำให้เกิดน้ำท่วมอย่างวิกฤตในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศ โดยพิจารณาในรอบการเกิดน้ำท่วมซ้ำ (return periods) มากกว่า 10 ปี (Wutwanich,2012)



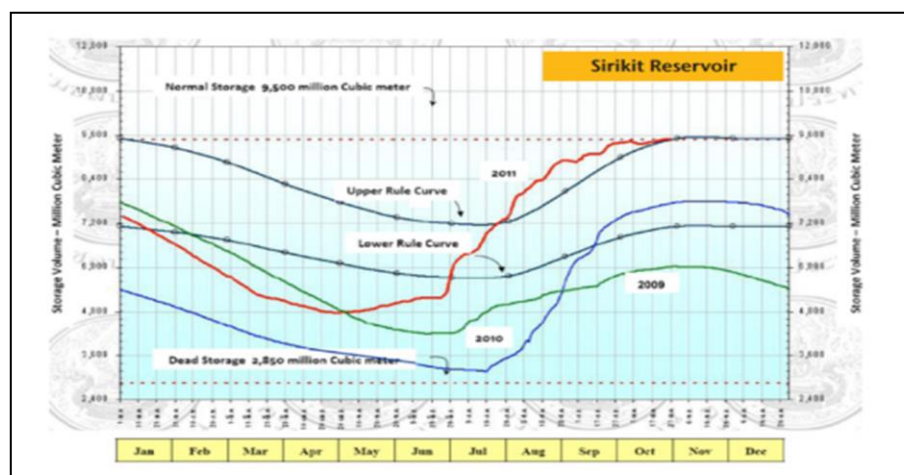
รูปที่ 2 ภาพแสดงเส้นทางแม่น้ำและเขื่อนในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา (Ueda *et al.*,2005)



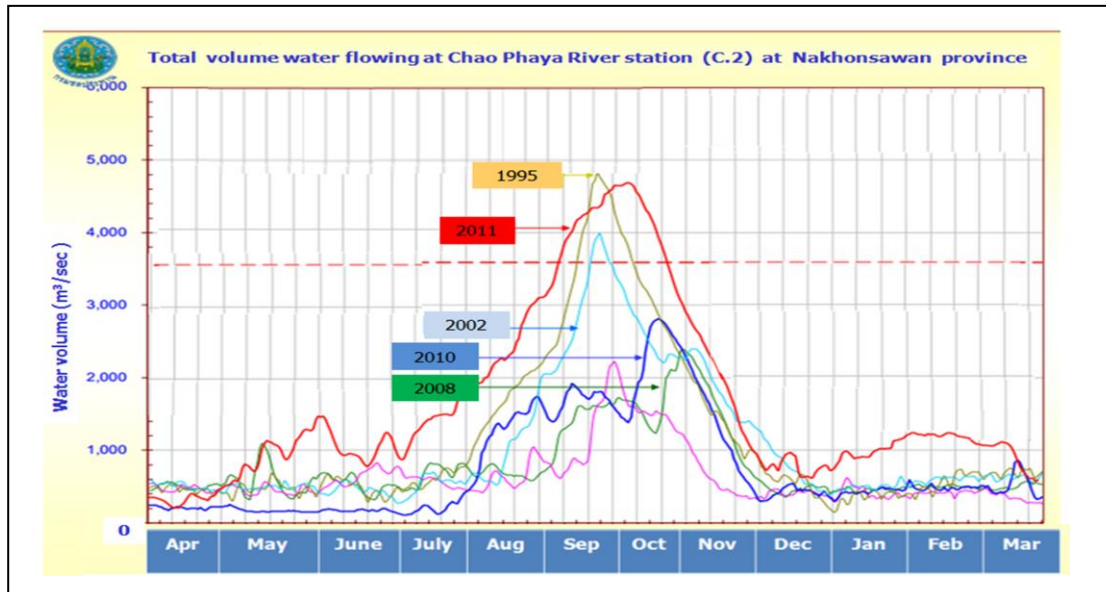
รูปที่ 3 ภาพแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ปี พ.ศ. 2554 เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 5 ปี ย้อนหลัง (HAI,2013)



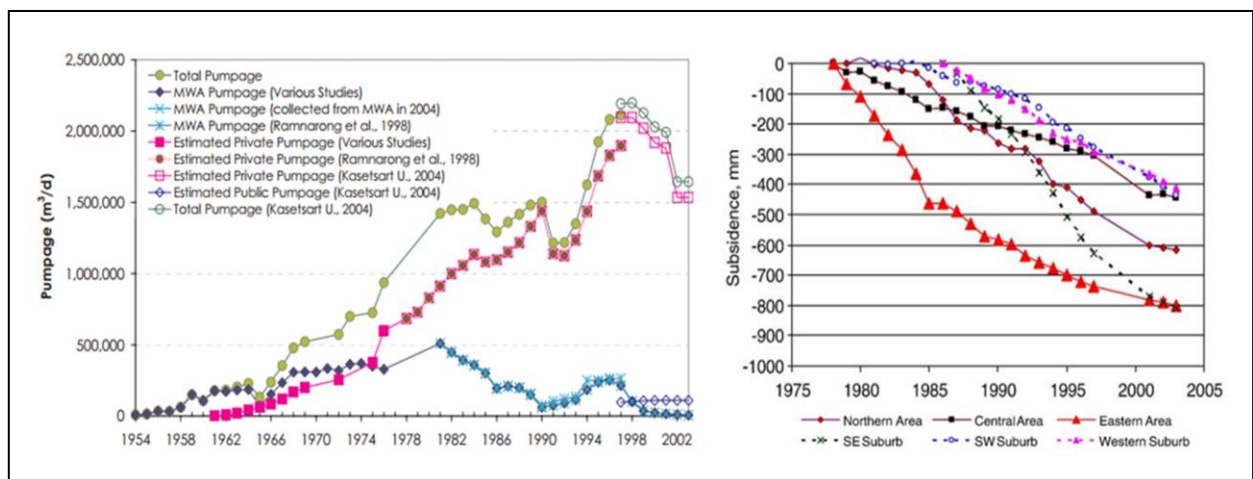
รูปที่ 4 ภาพแสดงปริมาณน้ำกักเก็บรายเดือนในเขื่อนภูมิพล ปี พ.ศ. 2557 (AON Benfield,2012)



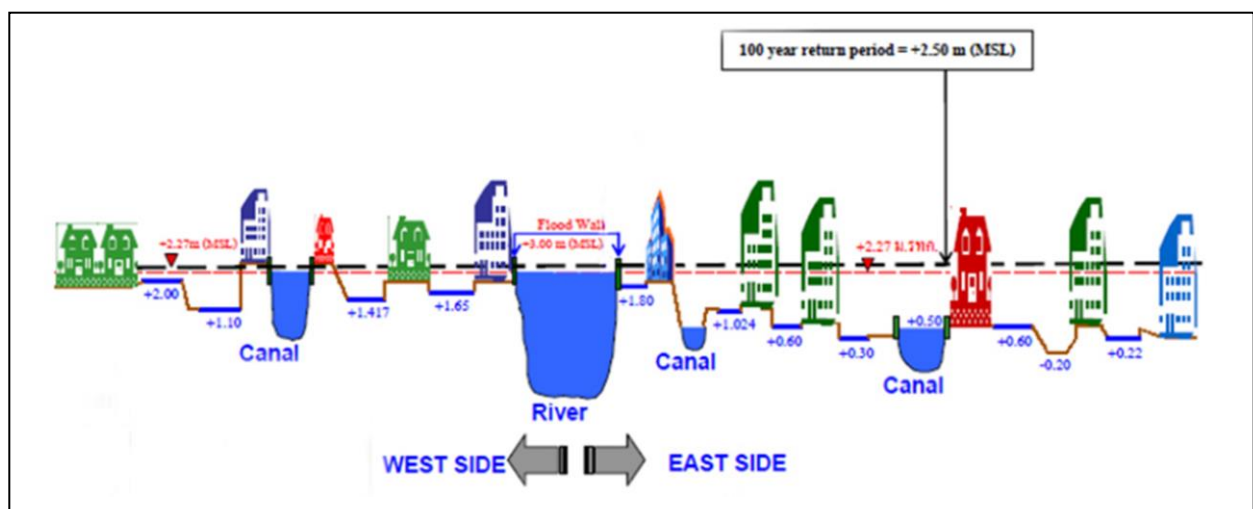
รูปที่ 5 ภาพแสดงปริมาณน้ำกักเก็บรายเดือนในเขื่อนสิริกิติ์ ปี พ.ศ. 2557 (AON Benfield,2012)



รูปที่ 6 ภาพแสดงปริมาณน้ำรายเดือน ณ สถานีชลประทาน C.2 ปี พ.ศ. 2554 (HAII,2013)



รูปที่ 7 ภาพแสดงปริมาณน้ำที่สูบและการทรุดตัวของกรุงเทพมหานคร (IGES,2008) (Phien-wej *et al.*,2006)

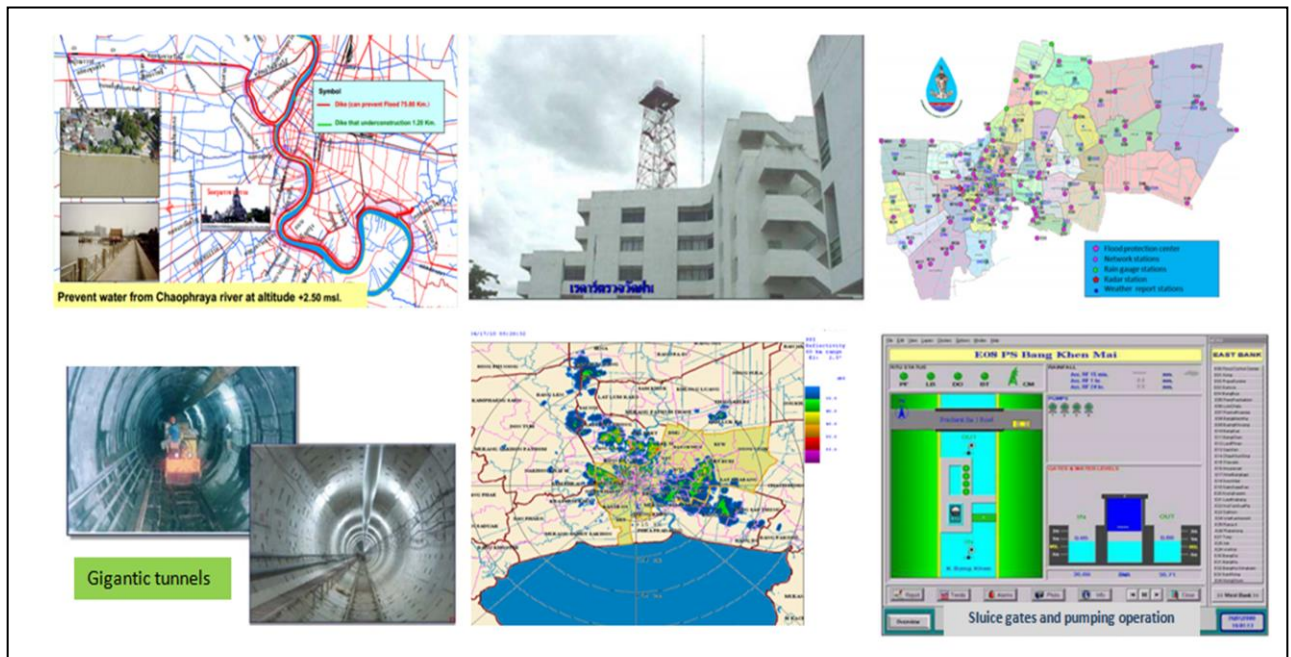


รูปที่ 8 ภาพตัดขวางพื้นที่กรุงเทพมหานคร และการทรุดตัวของพื้นที่ (AHND,2011)

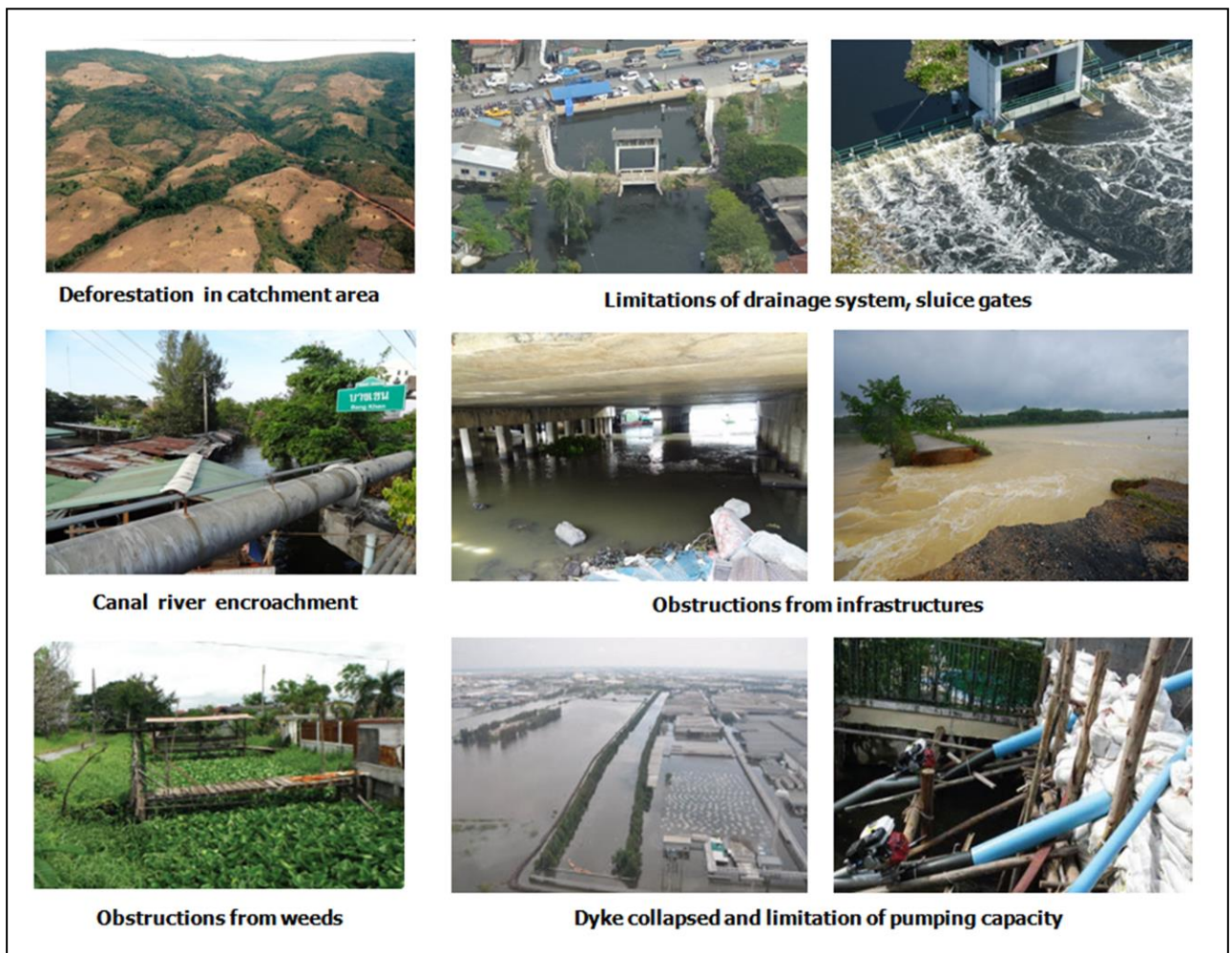
การป้องกันน้ำท่วม (เส้นทางและผู้รับผลกระทบ) Flood protection (pathway and receptor)

กรุงเทพมหานครฯ ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินทรุดตัวมากกว่า 35 ปี (Phien-wej *et al.*, 2006) จากการสูบน้ำบาดาลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการอุปโภค-บริโภคและการอุตสาหกรรมในพื้นที่กรุงเทพมหานครฯ และจังหวัดใกล้เคียง โดยการสูบน้ำบาดาลได้เริ่มต้นมาตั้งแต่ พ.ศ. 2493 ในปี 2518 ปริมาณน้ำบาดาลได้ถูกสูบเพิ่มขึ้นถึง 937,000 m³/d (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน) เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2497 ซึ่งมีปริมาณการสูบน้ำบาดาลโดยประมาณ 8,360 m³/d (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน) และในปี พ.ศ. 2540 ปริมาณการสูบน้ำได้เพิ่มสูงสุด โดยมีปริมาณการสูบน้ำต่อวันถึง 2.2 ล้านลูกบาศก์เมตร (IGES, 2006) และจากการสูบน้ำบาดาลไปใช้ในปริมาณมากในระยะเวลามากกว่า 30 ปี หลายพื้นที่ในกรุงเทพได้เกิดการทรุดตัวลงที่เล็กน้อย และมีค่าเฉลี่ยการทรุดตัวโดยประมาณ 50 เซนติเมตร (Phien-wej *et al.*, 2006) จากผลลัพธ์ดังกล่าว ส่งผลให้กรุงเทพมหานครฯ เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมและการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลที่มีผลต่อน้ำท่วมเมือง (Babel *et al.*, 2006) พื้นที่กรุงเทพมหานครฯ ที่ทรุดตัวลงได้นำไปสู่การลดลงของประสิทธิภาพการระบายน้ำตามธรรมชาติและการเพิ่มความเสี่ยงภัยน้ำท่วม (Phien-wej *et al.*, 2006) ในปี พ.ศ. 2527 ได้มีการดำเนินการในการป้องกัน น้ำท่วมเมือง โดยมีพื้นที่รองรับน้ำท่วม(polder areas) และก่อสร้างคันกันน้ำ (The King's Dike) ความยาว 72 กิโลเมตรในพื้นที่ฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานครฯ (BMA, 2013) โดยพิจารณาการป้องกันน้ำท่วมในรอบการเกิดน้ำท่วมซ้ำ (return periods) 100 ปี (Sapphaisal, 2004) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันคันกันน้ำ (The King's Dike) ได้ทรุดตัวลงจาก 3.00 m (เมตร) เป็น 2.5 m (เมตร) เนื่องจากผลกระทบจากแผ่นดินทรุดตัว (BMA, 2013) 158 สถานีสูบน้ำได้ถูกติดตั้งภายในพื้นที่รับน้ำ (BMA, 2011) ซึ่งมีความสามารถที่จะระบายน้ำ ได้ 1,531 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (Somboon, 2013) พร้อมทั้งมีพื้นที่ชะลอน้ำ (retention ponds) 20 แห่งสามารถกักเก็บน้ำได้โดยประมาณ 6.74 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถรองรับน้ำจากการเกิดฝนก่อนฤดูกลและการลดระดับของปริมาณน้ำท่า (runoff) ไหลลงสู่เมือง รวมทั้ง 7 อุโมงค์ยักษ์ (gigantic tunnels) ได้ถูกติดตั้งในการสนับสนุนการเพิ่มการระบายน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและการบรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วมในเขตพื้นที่เมือง (BMA, 2012)

อย่างไรก็ตาม จากการพัฒนาและการขยายตัวอย่างรวดเร็วของเมืองได้นำไปสู่ความเสี่ยงภัยน้ำท่วมเพิ่มขึ้น การขาดการวางแผนการใช้ที่ดินและการบังคับใช้กฎหมายที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พื้นที่ระบายน้ำได้ถูกแทนที่ด้วยพื้นที่คอนกรีต การลดลงของประสิทธิภาพการระบายน้ำจากการขยายของเมืองและการปิดกั้นทางระบาย (BMA, 2013) รวมทั้งพื้นที่แม่น้ำและคูคลองได้ถูกรุกล้ำ การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน ขวางทางน้ำ ลักษณะของแม่น้ำและคูคลองที่คดเคี้ยว ไม่มีการขุดลอกและมีวัชพืชในแม่น้ำ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการการไหลและการระบายน้ำลดลง (ONWFMP, 2012) และจากประสิทธิภาพการระบายน้ำโดยประมาณ 420 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน (The Nation, 2011) ไม่เพียงพอต่อการบริหารจัดการมวลน้ำมหาศาลที่ไหลจากภาคเหนือลงสู่กรุงเทพฯ (ONWFMP, 2012) การก่อสร้างคันกันน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วมรอบการเกิดน้ำท่วมซ้ำ (return periods) 25 ปี ตลอดสองฝั่งลำน้ำเจ้าพระยาตอนล่างได้ส่งผลให้มีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นและมีอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาสูงกรุงเทพฯ อย่างรวดเร็ว (Sapphaisal, 2004) จากสถานการณ์น้ำท่วม ในปี พ.ศ. 2554 ส่งผลให้ปริมาณน้ำมีจำนวนมากว่าความสามารถในการควบคุมได้จากระบบการชลประทาน การควบคุมทิศทางการไหลของน้ำเป็นไปด้วยความยากลำบากและส่งผลให้คันกันน้ำและประตูน้ำพังเสียหาย รวมถึงพื้นที่เศรษฐกิจและพื้นที่ในหลายจังหวัดถูกน้ำท่วมอย่างมาก (ONWFMP, 2012)



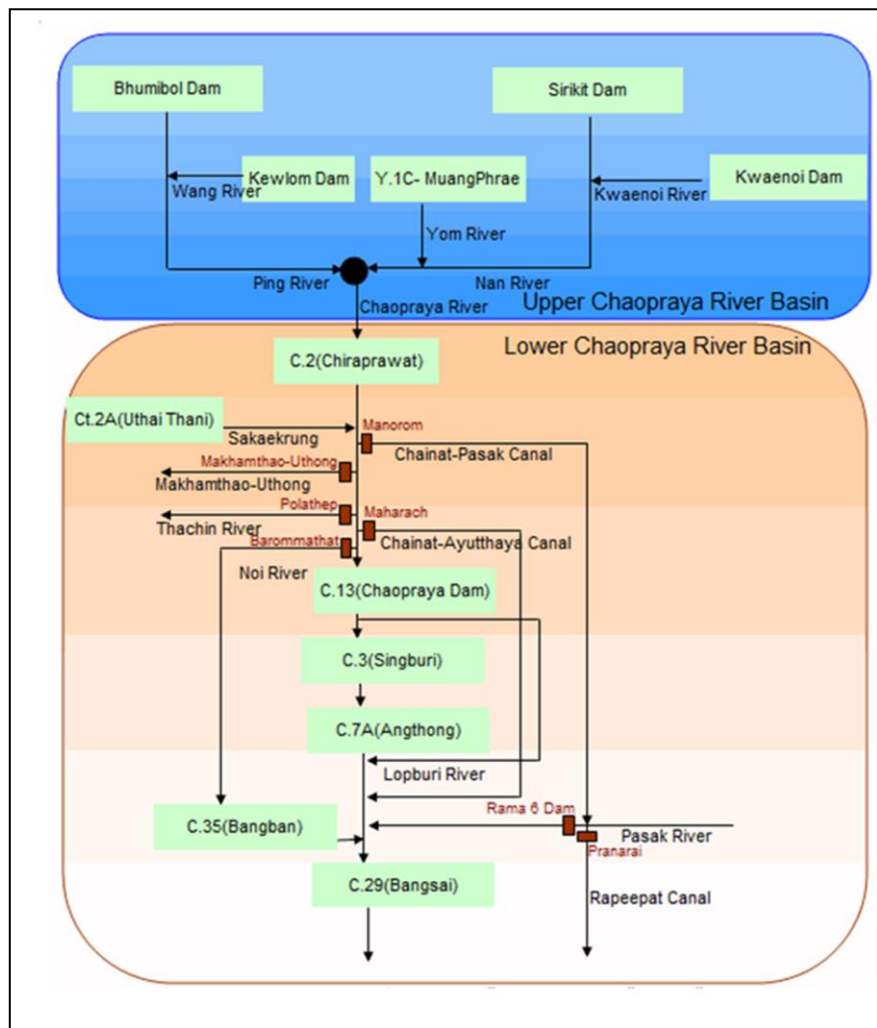
รูปที่ 9 ภาพแสดงระบบป้องกันน้ำท่วมของกรุงเทพมหานครฯ (BMA,2012) (BMA,2013)



รูปที่ 10 ข้อจำกัดในการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยน้ำท่วม (ONWFMP,2012) (Apichart,2012)

การพยากรณ์น้ำท่วมและการเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้า (Flood forecasting and early warnings)

ในปัจจุบันระบบบริหารจัดการภัยน้ำท่วมของประเทศไทย ประกอบด้วยการติดตามตรวจสอบ (monitoring) การเตือนภัยล่วงหน้า (early warnings) และการอพยพ (evacuation) โดยมีหน่วยงานที่ทำงานเกี่ยวกับภัยน้ำท่วมหลายหน่วยงาน (DDPM,2012) กรมอุตุนิยมวิทยา มีภารกิจเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบสภาพอากาศ โดยผ่านระบบโทรมาตร (telemetry systems) สถานีวัดน้ำฝน (rain gauges) และสถานีเรดาร์ (radar stations) (Sapphaisal,2004) สามารถคาดการณ์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศได้ล่วงหน้า 7 วัน (DDPM, 2012) สำหรับการควบคุมและบริหารจัดการเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำ 2 เขื่อนหลักของประเทศไทย คือ เขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ ดำเนินการโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT) พร้อมทั้งการควบคุมปริมาณน้ำจัดสรรให้กับการชลประทาน การปล่อยน้ำของเขื่อนรายเดือนนั้น จะสอดคล้องกับระดับน้ำควบคุม (rule cure) (Sapphaisal,2004) โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT) จะประสานการทำงานร่วมกันกับกรมชลประทาน (RID) (Tebakari *et al.*,2012) ในส่วนการติดตามตรวจสอบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ การบริหารจัดการน้ำท่าในแม่น้ำทั่วประเทศ และการกำหนดปริมาณน้ำชลประทานสำหรับการเกษตรกรรมเป็นภารกิจของกรมชลประทาน (RID) (Sapphaisal,2004)



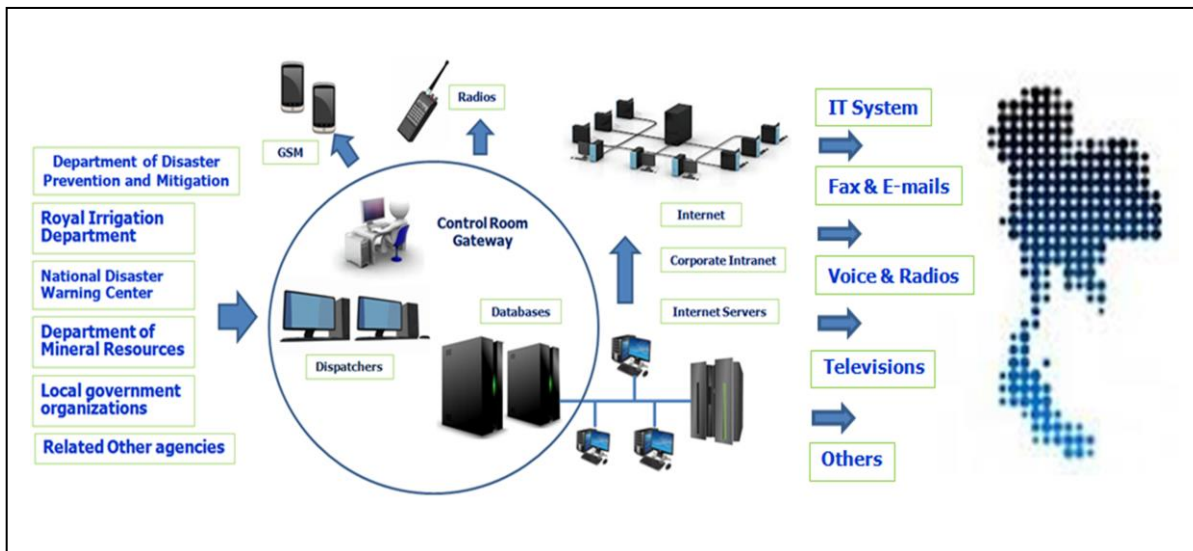
รูปที่ 11 ภาพแสดงแผนผังการไหล สถานีวัดน้ำ และประตูน้ำ กลุ่มน้ำเจ้าพระยา(HAI,2013)

Flooding situations	Total water volume at Chao Phaya Dam (m ³ /sec)	Return Periods
No flooding	< 2,500	2
Moderate flooding	2,500 – 3,500	3-5
Serious flooding	3,500 – 4,500	6-10
Extremely severe flooding	> 4,500	> 10

รูปที่ 12 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์น้ำท่วมและปริมาณน้ำ เขื่อนเจ้าพระยา (Wutwanich,2012)

ด้วยสถานีวัดน้ำฝน ระบบโทรมาตร และระบบ SCADA พร้อมด้วยสถานีหลักในการเก็บข้อมูลน้ำจาก Remote Terminal Units (RTUs) และจากการควบคุมประตูน้ำบานเลื่อน (sluice gates) ในพื้นที่ กรมชลประทาน สามารถพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วม (RID,2009) ด้วยการติดตามตรวจสอบปริมาณน้ำจากภาคเหนือที่ไหลลงสู่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำในแม่น้ำกับปริมาณการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล (Sapphaisal,2004) โดยปริมาณน้ำที่ไหลจากลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน ซึ่งมีค่าระหว่าง 3,500 – 4,500 CMS (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) จะทำให้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมตลิ่งแม่น้ำและเกิดน้ำท่วมขั้นรุนแรง และกรณีน้ำท่วมขั้นวิกฤตจะมีปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเขื่อนเจ้าพระยามากกว่า 4,500 (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) (Wutwanich,2012) ปริมาณน้ำดังกล่าวอาจจะทำให้เกิดการพังของคันกั้นน้ำในบางพื้นที่ตลอดลำน้ำเจ้าพระยาและส่งผลกระทบต่อระบบป้องกันน้ำท่วมกรุงเทพมหานครฯ โดยกรมชลประทานสามารถส่งข้อมูลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการประกาศภาวะน้ำท่วมล่วงหน้าก่อน 3 – 7 วัน เพื่อเตรียมการรับมือกับน้ำท่วม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่กรุงเทพฯ และพื้นที่ใกล้เคียง (Sapphaisal,2004) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากมีสถานีวัดน้ำฝนและสถานีวัดน้ำท่าที่ไม่ครอบคลุมในบางพื้นที่ทำให้เกิดข้อจำกัดการพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วม การคาดการณ์ที่ไม่เพียงพอของภาวะน้ำท่วม ในบางกรณีอาจเนื่องจากฝนที่ตกหนัก ทำให้การติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีต้นน้ำอาจจะขาดหายในบางช่วงขณะ ส่งผลให้การเตือนภัยล่วงหน้าต่อจังหวัดและอำเภอในด้านท้ายน้ำอาจจะไม่มีประสิทธิภาพ พื้นที่บางพื้นที่อาจได้รับผลกระทบและชาวบ้านอาจจะไม่ทราบถึงระดับความรุนแรงของภัยน้ำท่วมทำให้การเตรียมการไม่เพียงพอต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น กรณีการเกิดน้ำหลากท่วมเมือง การพยากรณ์ภัยน้ำท่วมจะต้องพิจารณาถึงอิทธิพลของการเพิ่มขึ้นและลดลงของระดับน้ำทะเล ทำให้การพยากรณ์ระดับน้ำท่วมในเมืองอาจจะคลาดเคลื่อนได้ (Maneewong,2009)

สำหรับการเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันและการเกิดดินโคลนถล่มในพื้นที่ลาดชัน จะติดตามตรวจสอบโดยกรมทรัพยากรธรณี กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจะรับผิดชอบในการแจ้งเตือนภัยพิบัติระดับประเทศ จังหวัด อำเภอและในระดับหมู่บ้าน โดยจะรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ ข้างต้นและดำเนินการประกาศแจ้งเตือนเกี่ยวกับสถานการณ์น้ำท่วมผ่านสารสนเทศต่างๆ เช่น โทรศัพท์ วิทยุ ข้อความทางโทรศัพท์ (SMS) และอินเทอร์เน็ต (DDPM,2012) อย่างไรก็ตาม สำหรับการบริหารจัดการน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2554 นั้น เนื่องจากมีข้อจำกัดในการคาดการณ์และการวิเคราะห์สถานการณ์น้ำท่วม ข้อมูลเกี่ยวข้องกับภัยพิบัติน้ำท่วมได้ถูกบริหารจัดการจากหน่วยงานภาครัฐหลายหน่วยงาน ส่งผลให้การบริหารจัดการภัยพิบัติดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอและการเตือนภัยน้ำท่วมไม่ชัดเจนต่อประชาชน (World Bank,2012)



รูปที่ 13 การเชื่อมโยงและเครือข่ายระบบการเตือนภัยธรรมชาติของประเทศไทย (DDPM,2012)

แผนการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยน้ำท่วม (Flood risk management plans)

การบริหารจัดการความเสี่ยงภัยน้ำท่วม นั้น จะพิจารณาครอบคลุมในเรื่องความเสี่ยงภัยน้ำท่วมการวิเคราะห์สาเหตุอย่างต่อเนื่อง การประเมินผลกระทบที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ รวมทั้งการพิจารณามาตรการในการบรรเทาความเสียหายที่เกิดขึ้นโดยจากความเสี่ยงภัยน้ำท่วมดังกล่าว(Schanze,2006) Directive 2000/60/EC ซึ่งเป็นกฎข้อบังคับของสหภาพยุโรป ได้กล่าวถึง แผนการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยน้ำท่วม ซึ่งให้ความสำคัญต่อการป้องกัน ความปลอดภัย และความพร้อมในการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำหรือในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา (European Commission, 2007) โดยวัตถุประสงค์ในการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยน้ำท่วม คือ การลดความเสี่ยงที่สามารถรับได้ (Tingsanchali, 2011) และลดผลกระทบในการสูญเสียชีวิตและเศรษฐกิจ จากแนวทาง SPRC-Model ที่ได้ถูกนำมาประยุกต์ในการพิจารณาการเริ่มต้นของเหตุการณ์ (Sources) นั้น จะพบว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ (Climate change) มีอิทธิพลต่อการจำนวนการเกิดของพายุฝนและมีแนวโน้มที่จะรุนแรงมากขึ้น รวมถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ ลุ่มน้ำเจ้าพระยา (Prajamwong & Suppataratam,2009) ประเด็นถัดมา จะเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการเขื่อนโดยตามทฤษฎีนั้น เขื่อนจะออกแบบให้ทำหน้าที่ในการควบคุมระดับน้ำในแม่น้ำและบรรเทาภัยน้ำท่วม อย่างไรก็ตาม การบริหารจัดการเพื่อควบคุมระดับน้ำในเขื่อนตามที่ออกแบบและให้สอดคล้องกับความปลอดภัยของตัวเขื่อนนั้น อาจจะเป็นข้อจำกัดในกรณีมีปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนมากกว่าปริมาณความจุของเขื่อนสูงสุด ซึ่งจะนำไปสู่ความเสี่ยงภัยน้ำท่วม (Faulkner, 2011) รวมถึงการตัดไม้ทำลายป่าต้นน้ำตอนบนของลุ่มน้ำเจ้าพระยา จะส่งผลให้ระดับการไหลของน้ำเพิ่มขึ้นและเกิดการสะสมตะกอนในแม่น้ำ (Hungspreug,2000) ดังนั้น การจัดทำแผนการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยน้ำท่วม ควรจะพิจารณาในเรื่องประสิทธิภาพและการวิเคราะห์การประเมินการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในรอบ 50 – 100 ปี (HR Wallingford,2007) และการบริหารจัดการน้ำในเขื่อน จะต้องพิจารณาในด้านความปลอดภัยของเขื่อน และการปรับระดับน้ำที่ควบคุม (rule cure) ให้เหมาะสมและสอดคล้อง (Prajamwong & Suppataratam, 2009) มีการวิเคราะห์อย่างรอบด้านในมาตรฐานทางเทคนิคและอุทกวิทยาในการดำเนินงานและการบำรุงรักษาเขื่อนซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการดำเนินการตามกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องอย่างเข้มงวด การจัดทำแผนปฏิบัติการฉุกเฉิน และระบบเตือนภัยล่วงหน้า เพื่อลดความเสี่ยงน้ำท่วม (Hildén et al., 2012) รวมถึงการฟื้นฟูและการอนุรักษ์พื้นที่ป่าต้นน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ (Koontanakulvong,2012)

เมื่อพิจารณาเส้นทางและผู้รับผลกระทบ (pathway and receptor) ความเสี่ยงภัยน้ำท่วม ในพื้นที่ กรุงเทพมหานครฯ นอกเหนือจากภาวะแผ่นดินทรุดแล้ว การเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวของเมืองได้นำไปสู่การลดประสิทธิภาพความสามารถในการระบายน้ำของเมือง (APFM,2008) และการเพิ่มขึ้นของการกีดขวางการไหลของน้ำในลำน้ำ เช่น การรुकล้าลำน้ำโดยการก่อสร้างที่อยู่อาศัย (ONWFMP,2012) ซึ่งเพิ่มโอกาสในการเสี่ยงภัยน้ำท่วม และเพิ่มระดับปริมาณการไหลของน้ำในเมืองมากขึ้น (APFM,2008) การจัดทำแผนการพัฒนาเมืองควรพิจารณาการก่อสร้างสิ่งก่อสร้างในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (HR Wallingford,2007) แผนที่น้ำท่วม (Flood maps) เป็นสิ่งที่จำเป็นในการบริหารจัดการความเสี่ยงน้ำท่วม (Keokhumcheng *et al.*,2012) และช่วยลดความเสี่ยงภัยจากการบ่งชี้หรือกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมเฉพาะและจำแนกการใช้ประโยชน์การใช้พื้นที่ เช่น หลีกเลี่ยงการพัฒนาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงภัยน้ำท่วม การพัฒนาพื้นที่รองรับน้ำในกรณีเกิดเหตุน้ำท่วม หรือการยอมรับในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อภัยน้ำท่วม รวมถึงการจัดทำมาตรการในการลดผลกระทบในพื้นที่ดังกล่าว (OPW & EHLG, 2009) สำหรับแผนการบริหารจัดการความเสี่ยงน้ำท่วมควรประกอบด้วยแผนที่พื้นที่เสี่ยงอันตรายน้ำท่วม (flood hazard maps) ซึ่งจะแสดงพื้นที่ที่มีความเป็นไปได้ของการเกิดสถานการณ์น้ำท่วมในอนาคต ระดับความรุนแรง แนวโน้มความเสียหาย รวมถึงการกำหนดมาตรการในการควบคุมการใช้ที่ดิน ในส่วนแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (flood risk maps) จะแสดงขอบเขตผลกระทบและความเสียหายในหลายลักษณะของเหตุการณ์ภัยน้ำท่วม (different scenarios) (EXCIMAP, 2007) สำหรับการจัดทำมาตรการเชิงโครงสร้างควรให้ความสนใจในการก่อสร้างแหล่งกักเก็บน้ำและแหล่งรองรับน้ำในพื้นที่ต้นน้ำและการพัฒนาระบบการระบายน้ำในเขตพื้นที่เมือง (Prajamwong & Suppataratarn,2009) การทบทวนการปรับปรุงให้มีความทันสมัย และการเคร่งครัดการใช้กฎหมายเป็นสิ่งจำเป็น (Tingsanchali,2011)

ในปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลต่อความไม่แน่นอนทางอุทกวิทยาซึ่งเกี่ยวข้องกับการบริหารความเสี่ยงภัยน้ำท่วม (WHO,2009) ประสิทธิภาพที่ไม่เพียงพอของระบบพยากรณ์และการเตือนภัยจะเพิ่มความเสี่ยงภัยน้ำท่วมในเขตพื้นที่เมือง (Koontanakulvong,2012) ระบบการพยากรณ์น้ำท่วมจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการบริหารจัดการความเสี่ยงน้ำท่วม (Duivendijk,2006) การสร้างแบบจำลองน้ำท่วมพื้นที่เสี่ยงที่พิจารณาระดับความสูงของน้ำ (depth) ช่วงระยะเวลาในการเกิดภัยน้ำท่วม (duration of flooding) และความเร็วในการเกิดน้ำท่วม โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนและการไหลของน้ำจากแม่น้ำ จะทำให้สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ความเสี่ยงที่เหลืออยู่ (residual risks) (HR Wallingford,2007) ระบบคาดการณ์ที่เชื่อถือได้เป็นเกณฑ์หลักสำหรับระบบเตือนภัยเพื่อป้องกันและลดการสูญเสียของชีวิตและความเสียหายทางเศรษฐกิจ (APFM,2008) การจัดทำนโยบายด้านภัยพิบัติและการกำหนดบทบาทขององค์กรควรจะดำเนินการอย่างชัดเจน (Tingsanchali, 2011) ซึ่งควรจะต้องพิจารณาในการพัฒนาความสามารถขององค์กรและการจัดสรรงบประมาณที่เพียงพอในการจัดทำแผนบริหารความเสี่ยงน้ำท่วม และการบริหารจัดการองค์กร Top-down and bottom-up approaches (APFM,2008) ด้วยการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนและท้องถิ่นพร้อมทั้งการเผยแพร่ข้อมูล ให้การศึกษาและการฝึกอบรมเกี่ยวกับความเสี่ยงน้ำท่วมต่อสาธารณะ (APFM,2012)

สรุป (Conclusion)

จากการประยุกต์แนวคิด SPRC-Model ได้นำเสนอปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเสี่ยงภัยน้ำท่วมในพื้นที่ต้นน้ำและปลายน้ำ ระบบการพยากรณ์และการบริหารจัดการที่เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการบริหารจัดการความเสี่ยงน้ำท่วมเมือง เป็นที่ชัดเจนแล้วว่ามาตรการป้องกันน้ำท่วมในหลายด้านได้ถูกนำมาดำเนินการในช่วงระหว่างเกิดภัยพิบัติน้ำท่วมกรุงเทพมหานครฯ ในปี พ.ศ. 2554 อย่างไรก็ตามการจัดทำแผนบริหารความเสี่ยงน้ำท่วมยังคงเป็นสิ่งที่จำเป็นทั้งในพื้นที่ต้นน้ำและปลายน้ำ ไม่เพียงแต่การได้รับประโยชน์จากการจัดทำแผนที่น้ำท่วม (flood hazard maps, flood risk maps) การมีแบบจำลองและระบบบริหารจัดการข้อมูลที่เชื่อถือได้ และระบบการเตือนภัยที่ประสิทธิภาพเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการเข้มงวดในด้านกฎหมาย ข้อบังคับ การอนุรักษ์พื้นที่รับน้ำ (catchment areas) การควบคุมการใช้ที่ดิน การมีส่วนร่วมของประชาชนจากการจัดทำนโยบายที่เห็นผลได้อย่างชัดเจนด้วยการบูรณาการการทำงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งการส่งเสริมการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน จะนำไปสู่การลดความเป็นไปได้และ/หรือผลกระทบของความเสี่ยงภัยน้ำท่วมในอนาคตของพื้นที่เมือง

เอกสารอ้างอิง (References)

- AON Benfield. (2012), *2011 Thailand Flood Event Recap Report*, Impact Forecasting LLC, Chicago, Aon Corporation retrieve from : <http://www.aon.com/risk-services/thought-leadership/property-matters/storm-window.jsp>
- Apichart,A. (2012), *Overview of Thailand Flooding 2011 PowerPoint slides*, Rapid Flood Management Assessment, Office of the National Economic and Social Development Board, International Knowledge Sharing Forum on Flood Management Organized, 19-20 January ,Grand Ballroom, Sukhothai Hotel, retrieve from : www.nesdb.go.th/.../flood/Rapid%20Flood%20Manage
- Asia Human Network Databank (AHND), (2011, January). *Flood Mitigation and Management in Bangkok Metropolitan Area (Bangkok)* [PowerPoint slides], Flood and Storm Surge Control Training, Asia Human Network Databank, retrieve from : <http://www.asianhumannet.org/english/db/index.html>
- Associated Programme of Flood Management, (APFM). (2008). *Urban flood risk management, A Tool for Integrated Flood Management*, World Meteorological Organization (WMO), Global Water Partnership(GWP), Associated Programme of Flood Management, (APFM), Technical Document No.11, Flood Management Tool Series, WMO/GWP, retrieve from : http://www.apfm.info/pdf/ifm_tools/Tools_Urban_Flood_Risk_Management.pdf

Associated Programme of Flood Management, (APFM). (2012). *Urban Flood Management in a Changing Climate*, World Meteorological Organization (WMO), Global Water Partnership(GWP), Associated Programme of Flood Management, (APFM),APFM Technical Document No.19, Integrated Flood Management Tool Series, WMO/GWP, retrieve from : http://www.apfm.info/pdf/ifm_tools/Tools_FM_in_a_changing_climate.pdf

Babel,M,S.,Gupta,D,A.,&Domingo,N,D.(2006).*Land Subsidence: A Consequence of Groundwater Over-Exploitation in Bangkok, Thailand*.International Review for Environmental StrategiesVol. 6, No. 2,307 – 328

Bangkok Metropolitan Administration.(2011). *Action plans of flood prevention and management in Bangkok 2011 (in Thai)*, Department of Drainage and Sewerage, Bangkok Metropolitan Administration, Thailand retrieve from : http://dds.bangkok.go.th/News_dds/magazine/plan54/Plan_DDS%202554.pdf

Bangkok Metropolitan Administration.(2012).*Action plans of flood prevention and management in Bangkok 2012 (in Thai)*,Department of Drainage and Sewerage, Bangkok Metropolitan Administration, Thailand retrieve from : http://dds.bangkok.go.th/News_dds/magazine/plan54/Plan_DDS%202554.pdf

Bangkok Metropolitan Administration.(2013),*Action plans of flood prevention and management in Bangkok2013 (in Thai)*, Department of Drainage and Sewerage, Bangkok Metropolitan Administration, Thailand retrieved from: http://dds.bangkok.go.th/News_dds/magazine/Plan56/plan56.pdf

Department of Disaster Prevention and Mitigation (DDPM).(2012). *Early warning system in Thailand (in Thai)*, Disaster Prevention Measures Bureau, Department of Disaster Prevention and Mitigation, Thailand, retrieved from : <http://www.openbase.in.th/node/14984>

Duivendijk,V. (2006). The systematic approach to flooding problems, Journal of Irrigation and Drainage, 55, S55 – S74, DOI: 10.1002/ird.253, retrieved from : onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ird.253/pdf

European Commission.(2007). *Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks*. Official Journal of the European Communities, L,288(6.11), 2007.

European Exchange Circle on Flood Mapping, (EXCIMAP).(2007). *Handbook on good practices for flood mapping in Europe*, Endorsed by Water Directors, 29-30 November 2007.European Exchange Circle on Flood Mapping, retrieved from : http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/flood_atlas/pdf/handbook_goodpractice.pdf

Faulkner,B. (2011), *Kosovo Flood Risk Management Framework*, An Action Plan for Policy, Procedures and Coordination, Water Task Force, Office of the Prime Minister-Kosovo, retrieve from : http://www.kryeministri-ks.net/tfu/repository/docs/110421_Kosovo_Flood_Management_Framework.pdf

Hildén,M., Dankers,R., Kjeldsen,T., Hannaford,J., Kuhlicke,C., Kuusisto,E., Makropoulos,C., Deltares,A., Alterra,F., Ludwig,J., &Deltares,H. (2012). *Floods – vulnerability, risks and management - a joint report of ETC CCA and ICM*, ETC CCA/ICM Joint Technical Paper 2/2012, European Environment Agency, European Topic Centre on Climate, Change, Impacts Vulnerability and Adaptation, the European Topic Centre on Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation (ETC CCA), UNTO TAPIO, FINLAND, retrieved from : http://cca.eionet.europa.eu/docs/TP_2-2012

HR Wallingford. (2007). *Guide for preparation of flood risk management schemes*, Funded by the European Investment Bank, Wallingford, HR Wallingford Group Ltd, retrieved from : http://www.eib.org/attachments/strategies/flood_risk_management_guide_en.pdf

Hungspreug, S., Khao-uppatum, W., &Thanopanuwat, S. (2000, December).*Flood management in Chao Phraya river basin*. In Proceedings of the International Conference: The Chao Phraya Delta: Historical Development, Dynamics and Challenges of Thailand's Rice Bowl, retrieved from : http://std.cpc.ku.ac.th/delta/conf/Acrobat/Papers_Eng/Volume%201/Wirat%20RID.pdf

Hydro and Agro Informatics Institution. (2012). *2011 Thailand Flood Executive Summary*, impacts, Hydro and Agro Informatics Institution, retrieved from : <http://www.thaiwater.net/web/index.php/ourworks2554/379-2011flood-summary.html>

Hydro and Agro Informatics Institution. (2013). *Great flood event in 2011, factors of flooding in Thailand (in Thai)*, retrieved form <http://www.thaiwater.net/current/flood54.html>

Institute for Global Environmental Strategies (IGES). (2008). *Sustainable Groundwater Management in Asian Cities, a summary report of Research on Sustainable Water Management in Asia*, Kanagawan, Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan.

Keokhumcheng, Y., Tingsanchali,T.,&Clemente,R,C.(2012). *Flood risk assessment in the region surrounding the Bangkok Suvarnabhumi Airport*, Journal of Water International, Vol. 37, No. 3, 201-217, <http://dx.doi.org/10.1080/02508060.2012.687868>

Komori,D.,Nakamura,S.,Kiguchi,M.,Nishijima,A.,Yamazaki,D.,Suzuki,S.,Kawasaki,A.,Oki,K.,&Oki,T. (2012). *Characteristics of the 2011 Chao Phaya River flood in Central Thailand*, Hydrological Research Letters 6, 41 – 46 Doi:10.3178/HRL.6.41, retrieved from : https://www.jstage.jst.go.jp/article/hrl/6/0/6_0_41/_pdf

Koontanakulvong,S. (2012). *Thailand Flood 2011-Cause and Future Management System*, Faculty of Engineering, Chulalongkorn university, Bangkok, Thailand, retrieved from : <http://freedownloadb.com/pdf/thailand-floods-2011--41490255.html>

Maneewong, M. (2009).*Flood protection and disaster mitigation plan in eastern area of Bangkok(in Thai)*, Water Management division, Royal Irrigation Department, retrieved from: http://kmcenter.rid.go.th/kmc11/file/file_work/k2_4.pdf

Office of the National Water and Flood Management Policy (ONWFMP). (2012), *What happened in 2011? (in Thai)*, Guideline of water resources management , Office of the National Water and Flood Management Policy, retrieved from : <http://www.waterforthai.go.th/managewater-3/>

Onodera,S., Saito,M., Sawano,M., Hosono,T., Taniguchi,M., Shimada,J., Umezawa,Y., Lubis,R,F., Buapeng,S.,&Delinom,R. (2008), *Effects of intensive urbanization on the intrusion of shallow groundwater into deep groundwater: Examples from Bangkok and Jakarta*, Journal of Science of the Total Environment 404, 401-410. doi:10.1016/j.scitotenv.2008.08.003

Phanthuna,N., Detchdecha, S.,&Ravichai,C. (2012). *Novel Water Level Sensing for the Canals in Bangkok (in Thai)*, Rajamangala University of TechnologyPhraNakhon (RMUTP) Research Journal, vol 6, No.1, retrieved from : <http://tci-thaijo.org/index.php/RMUTP/article/view/4504>

Phien-wej,N., Giao,P,H.,&Nutalaya,P.(2006). *Land subsidence in Bangkok,Thailand*, Journal of Engineering Geology, 82 , 187–201, doi:10.1016/j.enggeo.2005.10.004, retrieved from : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013795205002693>

Prajamwong, S., &Suppataratarn, P. (2009).*Integrated: Flood Mitigation Management in the Lower Chao Phraya River Basin*, In Expert Group Meeting on Innovative Strategies Towards Flood Resilient Cities in Asia-Pacific 2009 MEETING DOCUMENTS. retrieved from: http://www.unescap.org/idd/events/2009_EGM-DRR/Thailand-TMD-Sampan-Innovative-Strategies-for-Effective-Urban-Flood-Management.pdf

Royal Irrigation Department. (2009). *Telemetry system network and prevention and mitigation of flood disasters (in Thai)*, Water Management division, Royal Irrigation Department, retrieved from: http://kmcenter.rid.go.th/kmc11/file/file_work/scada.pdf

Sapphaisal,C. (2004), *Chao Phaya Hydrodynamic Flow Measures, Royal Initiate project, Final report* (in Thai), Royal Irrigation Department, Office of the Royal Development Project Board, and Thailand Research Fund (TRF)

Schanze,J.,Zeman,E.,&Marsalek,J.(2006), *Flood risk Management, Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures*, NATO Science Series, IV Earth and Environmental Sciences, Vol 67, Dordrecht, Springer, Public Diplomacy Division, NATO, Springer

Somboon,V. (2013). *Flood Protection In Bangkok*, Department Of Drainage And Sewerage, Bangkok Metropolitan Administration, Expert Group Meeting on Innovative Strategies Towards Flood Resilient Cities in Asia-Pacific, 21-23 July 2009 Bangkok, Thailand retrieved from : http://www.unescap.org/idd/events/2009_EGM-DRR/

Tebakari, T., Yoshitani, J., &Suvanpimol, P. (2012). *Impact of large scale reservoir operation on flow regime in the Chao Phraya River basin, Thailand*, Hydrological Processes, 26, 2411–2420, DOI: 10.1002/hyp.9345, retrieved from : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hyp.9345/full>

Tingsanchali, T.(2012). *Urban flood disaster management*, Journal of Procedia Engineering 32, 25-37, doi:10.1016/j.proeng.2012.01.1233,dretieved from : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812012647>

Tingsanchali, T. (2011, August).*Flood disaster and risk management*, In Invited Paper, Proceedings, 1st EIT International conference on water resources engineering, Petchaburi, Thailand, 15-24 retrieved from: http://eitwre2011.fiet.kmutt.ac.th/theme_en/3IV_E.pdf

The Office of Public Works (OPW).,&Department of Environment, Heritage and Local Government (EHLG). (2009), *The Planning System and Flood Risk Management*, Dublin, Government Publications sale Office, OPW & Environment, Heritage and Local Government retrieve from : <http://www.flooding.ie/en/media/The%20Planning%20System%20and%20Flood%20Risk%20Management.PDF>

The Institution of Civil Engineering.(2001), *Learning to live with rivers, Final Report of The Institution of Civil Engineering's President Commission*, London, Institution of Civil Engineers, retrieved from : <http://www.ice.org.uk/Information-resources/Document-Library/Learning-to-live-with-rivers>

The Nation. (2011). *Flood drainage to complete in December*, National, Thailand, retrieved from: <http://www.nationmultimedia.com/national/Flood-drainage-to-complete-in-December-30168608.html>

The Office of Public Works (OPW), & Department of Environment, Heritage and Local Government. (2008), *The Planning System and Flood Risk Management*, Consultation Draft Guidelines for Planning authorities, Dublin, Government Publications sale Office, OPW & Environment, Heritage and Local Government

The World Bank. (2012). *Thai flood 2011, Rapid Assessment for Resilient Recovery and Reconstruction Planning*, Bangkok, The World Bank, retrieved from : <https://www.gfdr.org/node/1187>

Ueda, T., Ogawa, S., Shioda, K., Arulvijitskul, P., Klinkhachorn, P., Chompradit, C., & Punyachom, A. (2005). *Water management planning and operation in the Upper East Bank of the Chao Phraya Delta*, Technical Report of the National Institute for Rural Engineering, (203), 155-193, retrieved from : http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/203-14.pdf

World Meteorological Organization (WMO). (2009). *Integrated Flood Management Concept Paper*, WHO-No 1047, Associated Programme on Flood Management, World Meteorological Organization, The Global Water partnership, Geneva 2, World Meteorological Organization, retrieved from : www.unwater.org/downloads/concept_paper_e.pdf

Wutwanich, W. (2012). *Flood forecasting in Thailand (in Thai) [PowerPoint slides]*, Faculty of Engineering faculty, Kampanasan Campus Kasetsart University, retrieved from : kuservice.ku.ac.th/cms_joomla/.../138/KUseminar25may%201.pdf and kuservice.ku.ac.th/cms_joomla/.../138/KUseminar25may%202.pdf
