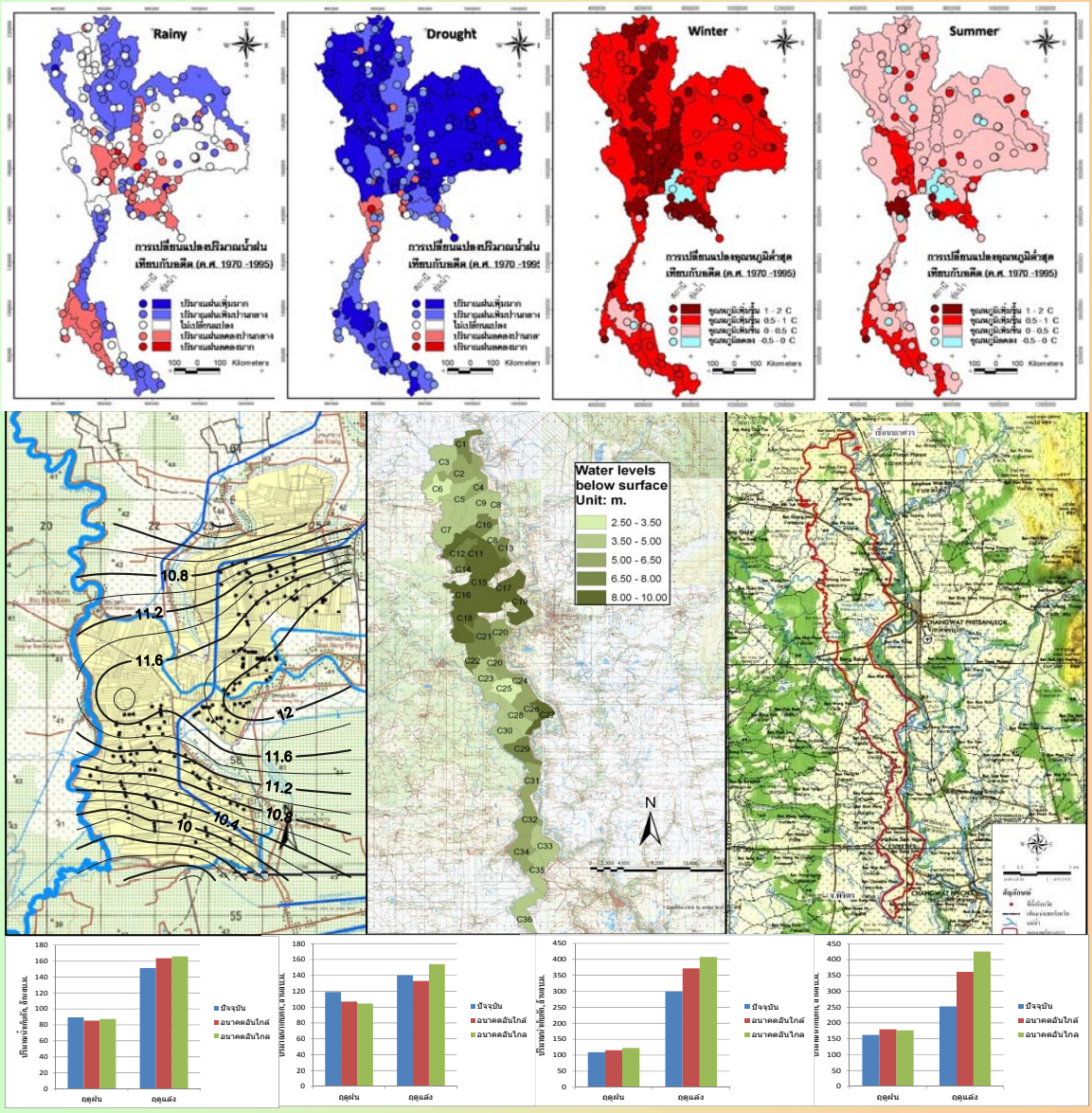
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
กับการวางแผนบริหารจัดการน้ำของไทย



รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำแหล่งน้ำ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กันยายน 2558

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
กับการวางแผนบริหารจัดการน้ำของไทย

ISBN : 978-616-551-963-2

เขียน และเรียบเรียงโดย
รองศาสตราจารย์ ดร. สุจริต คูณธนกุลวงศ์

ปีที่พิมพ์ กันยายน พ.ศ. 2558
พิมพ์ครั้งที่ 1
สงวนสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการจัดการแหล่งน้ำ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โทรศัพท์ 0-2218-6425-6 โทรสาร 0-2218-6425
เว็บไซต์ : www.waterCU.eng.chula.ac.th
อีเมลล์ : cu_wrsru@hotmail.com

คำนำ

การศึกษาวิจัยเกี่ยวการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยเริ่มมีการดำเนินการมาตั้งแต่ปี 2009 พร้อมกับการจัดทำนโยบายด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ประเทศไทยเข้าร่วมกับ UNFCC มาตลอด ทางด้านการศึกษาวิจัยผลกระทบต่อการพัฒนาและบริหารจัดการน้ำได้มีการดำเนินการร่วมกับหน่วยงานภายในประเทศ และภายใต้โครงการความร่วมมือกับหน่วยงานต่างประเทศ และผลวิจัยบางเรื่องก็มีการนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดแนวทางการดำเนินการในหน่วยงานไปในระหว่างการศึกษา

หนังสือวิชาการเล่มนี้ได้รวบรวมผลการศึกษา วิจัยที่มีมาเกี่ยวกับ สถานการณ์น้ำของไทย สภาพความมั่นคงด้านน้ำ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การศึกษาผลกระทบและความเปราะบาง แนวทางการปรับตัว แนวคิดในการพัฒนาประเทศกับการวางแผนทรัพยากร พร้อมตัวอย่างจากการศึกษาต่างๆที่มีในและต่างประเทศ เพื่อให้เข้าใจความเป็นมา ผลการศึกษาที่ได้และแนวโน้มการศึกษาด้านการวางแผน บริหารจัดการน้ำทั้งในยามปรกติและยามวิกฤติในอนาคต ภายใต้ความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีแนวโน้มจะรุนแรงมากขึ้นในอนาคต

นอกจากนี้ ยังได้สรุปประเด็นเนื้อหาจากการสอนในวิชาท่องโลกวิศวกรรม (2100111) การวางแผนและบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (2112505) วิศวกรรมเพื่อการบรรเทาภัยพิบัติทางน้ำ (2112681) การออกแบบเมืองแบบยั่งยืนต่อภัยพิบัติ (หลักสูตรร่วม DRC, Kyoto University) และการบรรยายในเรื่องที่เกี่ยวกับระบบน้ำ และพิบัติภัยทางน้ำ ผลกระทบและการวางแผนปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงด้านน้ำ ฯลฯ จากการประชุม สัมมนากับสถาบันการศึกษาและหน่วยงานต่างๆ หนังสือเล่มนี้จึงเหมาะเป็นหนังสือประกอบในวิชาดังกล่าว เพื่อเป็นความรู้พื้นฐาน เพิ่มพูนความเข้าใจ ประสบการณ์ และเพื่อนำไปสู่การศึกษา วิเคราะห์ ออกแบบระบบน้ำให้เหมาะสมยิ่งขึ้นกับสภาพและแนวคิดวางแผนในอนาคต

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือวิชาการเล่มนี้ จะมีเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ต่อภาคส่วนที่สำคัญทั้งภาคส่วนเศรษฐกิจ สังคม ภาคส่วนธุรกิจ และวงวิชาการในการเข้าใจสถานการณ์น้ำ ผลกระทบที่มี เพื่อศึกษาเตรียมพร้อมสำหรับการวางแผนปรับตัวของภาคส่วนต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย และเป็นพื้นฐานของการวิจัยของวงวิชาการเพื่อปรับปรุงการวางแผนและบริหารจัดการน้ำของไทยต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์
ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
30 กันยายน 2558

สารบัญ

			หน้า
คำนำ			
บทที่ 1		**สถานภาพน้ำของประเทศไทย**	**1-1**
	1.1	สภาพฝนการของไทย	1-1
	1.2	สถานการณ์การใช้น้ำของไทย	1-3
	1.3	การจัดหาน้ำในปัจจุบัน	1-3
	1.4	การประมาณความต้องการใช้น้ำในอนาคต	1-6
	1.5	สภาพน้ำท่วม	1-7
	1.6	สภาพภัยแล้ง	1-8
	1.7	สภาพคุณภาพน้ำ	1-10
	1.8	การจัดการน้ำผิวดินต่อปัญหาน้ำท่วม น้ำแล้ง	1-15
	1.9	การจัดการน้ำใต้ดิน	1-17
	1.10	สรุปเนื้อหา	1-22
บทที่ 2		**สถานะความมั่นคงด้านน้ำของไทย**	**2-1**
	2.1	แนวคิดจาก RIO+20 และของโลกในส่วนที่เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ	2-1
	2.2	แนวคิดการพัฒนาดัชนี	2-3
	2.3	การพัฒนาดัชนีความมั่นคงด้านทรัพยากรน้ำ	2-3
	2.4	สถานะความมั่นคงด้านน้ำของไทยในบริบทโลกเอเซียและอาเซียน	2-6
	2.5	ข้อเสนอแนะต่อการจัดการทรัพยากรน้ำของไทย	2-12
	2.6	สรุปเนื้อหา	2-13
บทที่ 3		**สภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย**	**3-1**
	3.1	การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก	3-1
	3.2	การศึกษาพฤติกรรมของสภาพภูมิอากาศของไทย	3-10
	3.3	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย	3-27
	3-4	สรุปเนื้อหา	3-36

สารบัญ

			หน้า
บทที่ 4		**การประเมินผลกระทบ และความเปราะบาง**	**4-1**
	4.1	การประเมินผลกระทบ	4-1
	4.2	ตัวอย่างการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อด้านหลักของประเทศ	4-4
	4.3	แนวทางการประเมินความเปราะบาง	4-20
	4.4	สรุปเนื้อหา	4-23
บทที่ 5		**แนวทางการปรับตัว**	**5-1**
	5.1	แนวทางการวางแผนปรับตัวระดับชาติ	5-1
	5.2	แนวทางการปรับตัวระดับโครงการ	5-10
	5.3	สรุปเนื้อหา	5-12
บทที่ 6		**กรณีตัวอย่างของการศึกษาผลกระทบ**	**6-1**
	6.1	การจัดการน้ำในโครงการชลประทาน (กรณีศึกษาจากโครงการพลายชุมพล)	6-1
	6.2	กรณีการจัดการน้ำในโครงการชลประทาน (กรณีศึกษาจากโครงการวังบัว)	6-19
	6.3	กรณีการจัดการน้ำท่วม (กรณีศึกษาของจังหวัดสุโขทัย)	6-27
	6.4	การปรับปรุงเกณฑ์การปล่อยน้ำจากเขื่อน	6-34
	6.5	สรุปเนื้อหา	6-52
บทที่ 7		**การวางแผนน้ำต่อไปในอนาคต**	**7-1**
	7.1	ขั้นตอนการวางแผนที่ผ่านมา	7-1
	7.2	การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและแนวโน้มในอนาคตของไทย	7-4
	7.3	ดัชนีปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุดที่ใช้ในการศึกษาวางแผน	7-5
	7.4	แนวคิดใหม่ของการวางแผนด้านน้ำ	7-12
	7.5	การประเมินความเสี่ยง	7-15
	7.6	การกำหนดมาตราการร่วมและลำดับการตัดสินใจ	7-17
	7.7	การประยุกต์ใช้	7-19
	7.8	สรุปเนื้อหา	7-26

สารบัญ

			หน้า
บทที่ 8		**บทสรุป**	**8-1**
	8.1	สถานการณ์น้ำ	8-1
	8.2	ความมั่นคงด้านน้ำ	8-1
	8.3	การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	8-2
	8.4	ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	8-3
	8.5	แนวทางการปรับตัว	8-3
	8.6	แนวคิดใหม่ของการวางแผนน้ำต่อไปในอนาคต	8-4
	8.7	งานวิจัยต่อไปในอนาคต	8-4
กิตติกรรมประกาศ			
เอกสารอ้างอิง			อ-1
คำถามท้ายบท			Q-1
ภาคผนวก		ก) ภาวะแล้ง 2558, วิกฤติภัยแล้ง	ก-1
		ข) บัญชีน้ำคืออะไร	ข-1
		ค) อ่างพวงคืออะไร	ค-1
		ง) ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำคืออะไร	ง-1
ประวัติผู้เขียน			

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1-1	เส้นชั้นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ปี ค.ศ. 1979 – 2006	1-2
1-2	โปรแกรมแสดงการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป	1-13
2-1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปี	2-4
2-2	ระดับความเสี่ยงของความมั่นคงทางน้ำและความหลากหลายทางชีวภาพต่อปริมาณน้ำจืด	2-5
2-3	แนวคิดดัชนีความมั่งคงทางน้ำกับการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม	2-5
2-4	เปรียบเทียบคะแนนสถานะการใช้น้ำของโลก เอเชีย อาเซียน และประเทศไทย	2-8
2-5	การกระจายของปริมาณน้ำใช้ใหม่ได้ของประเทศในโลก	2-10
2-6	การกระจายของดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของประเทศต่างๆในโลก	2-10
2-7	การกระจายของการใช้น้ำรายปีของประเทศในอาเซียน	2-11
2-8	ปริมาณน้ำใช้ต่อประชากรของประเทศในอาเซียน	2-11
2-8	ผลิตภัณฑ์มวลรวมต่อน้ำหนึ่งหน่วยของประเทศในอาเซียน	2-11
2-9	ผลิตภัณฑ์มวลรวมต่อน้ำหนึ่งหน่วยของประเทศในอาเซียน	2-12
3-1	ผลการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลง	3-2
3-2	ปัจจัยหลักทางธรรมชาติที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก	3-2
3-3	อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในรอบ 1.5 แสนปี	3-3
3-4	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนตรัสออกไซด์	3-4
3-5	ลักษณะของ IOD (Indian Ocean Dipole)	3-6
3-6	แหล่งและการหมุนเวียนความชื้น ของมรสุมฤดูร้อนในพื้นที่อาเซียน	3-6
3-7	สมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสากล	3-7
3-8	อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและกราฟแสดงการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเทียบกับปีฐาน	3-8
3-9	ผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก	3-9
3-10	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยที่สูงขึ้น	3-11
3-11	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยที่สูงขึ้น	3-11

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3-12	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยที่สูงขึ้น	3-12
3-13	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิเฉลี่ยหลังปี ค.ศ. 1995	3-13
3-14	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิสูงสุดหลังปี ค.ศ. 1995	3-13
3-15	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิต่ำสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิต่ำสุดหลังปี ค.ศ. 1995	3-14
3-16	ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995	3-14
3-17	ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995	3-15
3-18	ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995	3-15
3-19	การแบ่งกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตามลักษณะลุ่มน้ำที่มีความคล้ายคลึงกันของข้อมูล	3-16
3-20	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีของประเทศไทย	3-19
3-21	การกระจายของอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี	3-19
3-22	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995	3-21
3-23	ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูฝนและฤดูแล้ง) เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995	3-21
3-24	ตำแหน่งวัดระดับน้ำทะเล สถานีบางปะกง	3-23
3-25	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลเฉลี่ย	3-24
3-26	พฤติกรรมการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเลรายเดือนจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย	3-25
3-27	พฤติกรรมการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเลรายวันจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย	3-25
3-28	การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลรายเดือนจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย	3-26
3-29	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในประเทศไทย และผลต่างแสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต	3-28
3-30	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในประเทศไทย และผลต่างแสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต	3-29

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3-31	ระยะเวลาที่อากาศร้อนในรอบปีเฉลี่ยในประเทศไทยและผลต่างแสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต	3-29
3-32	ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยในประเทศไทย และผลต่างแสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต	3-29
3-33	ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของประเทศไทยจากแบบจำลอง MRI	3-30
3-34	เปรียบเทียบข้อมูลฝนตรวจวัดและแบบจำลองก่อนและหลังเพิ่มความละเอียดของแบบจำลอง MRI	3-31
3-35	เปรียบเทียบข้อมูลฝนตรวจวัดและแบบจำลองก่อนและหลังเพิ่มความละเอียดของแบบจำลอง PRECISE	3-32
3-36	เปรียบเทียบข้อมูลฝนตรวจวัดและแบบจำลองก่อนและหลังเพิ่มความละเอียดของแบบจำลอง CCCMA3	3-32
3-37	ปริมาณน้ำฝนและการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆของแบบจำลอง MRI	3-34
3-38	ปริมาณน้ำฝน และการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ ของแบบจำลองPRECISE	3-34
3-39	ปริมาณน้ำฝน และการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆของแบบจำลอง CCCMA3	3-35
3-40	พื้นที่ล่อแหลม (Hot Spot) ในอนาคตอันใกล้ และอนาคตระยะไกล	3-35
4-1	พื้นที่เสี่ยงจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก	4-11
4-2	พื้นที่ได้รับผลกระทบด้านดินถล่มจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง	4-12
4-3	พื้นที่เสี่ยงจากน้ำท่วมซ้ำซาก	4-15
4-4	พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบด้านน้ำท่วมจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง	4-16
4-5	พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งซ้ำซาก	4-19
4-6	พื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบด้านภัยแล้งจากสภาพเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	4-20
4-7	แนวคิดการประเมินความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	4-21
4-8	องค์ประกอบการประเมินความเปราะบางจากสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	4-21
4-9	องค์ประกอบด้านการรับผล (exposure)	4-22
4-10	ระดับของการได้รับผล (degree)	4-22

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
4-11	ความสามารถในการรับมือ (adaptive capacity)	4-23
4-12	แผนที่แสดงความล่อแหลมต่อภัยพิบัติต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่อาเซียน	4-23
5-1	ขั้นตอนการจัดทำขอบข่ายงานการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย	5-4
6-1	สภาพภูมิประเทศและบริเวณใกล้เคียง	6-3
6-2	ระดับน้ำต่ำกว่าผิวดินในอนาคตใกล้ กรณีที่ 1	6-9
6-3	ระดับน้ำต่ำกว่าผิวดินในอนาคตไกล กรณีที่ 1	6-10
6-4	ระดับน้ำต่ำกว่าผิวดินในอนาคตใกล้ กรณีที่ 2	6-11
6-5	ระดับน้ำต่ำกว่าผิวดินในอนาคตไกล กรณีที่ 2	6-12
6-6	ระดับน้ำที่ต่ำกว่าพื้นดิน ในพื้นที่ ซี18	6-13
6-7	ระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน ในพื้นที่ ซี 17	6-14
6-8	ตำแหน่งของโครงการส่งน้ำวังบัว	6-20
6-9	ระบบคลองส่งน้ำในโครงการ	6-21
6-10	ระบบรอบเวรส่งน้ำ-1 ในปีน้ำน้อย	6-21
6-11	ระบบรอบเวรส่งน้ำ-2 ในปีน้ำน้อย	6-22
6-12	สภาพน้ำท่วมในพื้นที่โครงการ ปี 2550	6-22
6-13	การเปลี่ยนแปลงสภาพอุณหภูมิในอนาคตของพื้นที่โครงการ	6-23
6-14	การเปลี่ยนแปลงของสภาพฝนรายปีในอนาคตของพื้นที่โครงการ	6-23
6-15	ความเห็นของกลุ่มต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลง และผลกระทบ	6-24
6-16	แนวทางแก้ไขต่อปัญหาน้ำแล้ง และน้ำท่วมที่ผ่านมา	6-25
6-17	สภาพการขาดแคลนน้ำในอนาคต กรณีไม่ใช้รอบเวร	6-26
6-18	สภาพการขาดแคลนน้ำในอนาคต กรณีใช้รอบเวร	6-27
6-19	ลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำยม	6-28
6-20	มาตรการบรรเทาอุทกภัยของจังหวัดสุโขทัยในปัจจุบันและมาตรการปรับตัวเพิ่มเติม	6-32
6-21	เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯ ในสภาพปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล	6-38
6-22	เปรียบเทียบความต้องการใช้น้ำชลประทานในสภาพปัจจุบัน อนาคตอันใกล้และอนาคตอันไกล	6-40

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
6-23	เปรียบเทียบปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำในปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล	6-49
6-24	เปรียบเทียบปริมาณน้ำปล่อยของอ่างเก็บน้ำในปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล	6-50
7-1	ขั้นตอนการเตรียมการศึกษา	7-2
7-2	ขั้นการการศึกษาความเป็นไปได้	7-3
7-3	ตัวอย่างวิบัติภัยตามประเภทต่างๆ	7-4
7-4	วงจรการบริหารพิบัติภัย	7-4
7-5	ผลต่างการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน RX1Day (Max 1-Day rainfall) ในอนาคตอันใกล้	7-7
7-6	ผลต่างการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน RX1Day (Max 1-Day rainfall) ในอนาคตอันไกล	7-7
7-7	ผลต่างเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน RX5Day (Max 5-Day rainfall) ในอนาคตอันใกล้	7-8
7-8	ผลต่างเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน RX5Day (Max 5-Day rainfall) ในอนาคตอันไกล	7-9
7-9	ผลต่างเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน CDD (Consecutive Dry Days) ในอนาคตอันใกล้	7-10
7-10	ผลต่างเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน CDD (Consecutive Dry Days) ในอนาคตอันไกล	7-10
7-11	ผลต่างเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน CWD (Consecutive Wet Days) ในอนาคตอันใกล้	7-11
7-12	ผลต่างเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน CWD (Consecutive Wet Days) ในอนาคตอันไกล	7-11
7-13	แนวคิดเกี่ยวกับความยั่งยืน (resilience) ในการออกแบบ	7-14
7-14	ภาพฉายอนาคตของกการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม	7-16
7-15	ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงและการปรับตัวต่อสภาพน้ำท่วม	7-16
7-16	การบริหารความเสี่ยงน้ำท่วมและระบบการวางแผน	7-17
7-17	การประเมินแนวทางต่างๆ ทั้งด้านจัดหาและผู้ใช้ในแนวทางเลือกต่างๆ	7-18
7-18	มาตรการทำทางน้ำล้นจากแม่น้ำ เหนือเมืองโฮจิมินท์เพื่อระบายออกทุ่ง	7-19

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มลุ่มน้ำหลัก	1-1
1-2	สรุปสภาพการใช้น้ำของประเทศไทย ในปี 2550	1-3
1-3	สรุปปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำบาดาลที่พัฒนาได้ของแอ่งน้ำบาดาล รายกลุ่มลุ่มน้ำของประเทศไทย	1-4
1-4	สรุปปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ขนาดกลางและขนาดเล็ก	1-5
1-5	สรุปปริมาณน้ำที่ได้รับของโครงการชลประทานจากอ่างเก็บน้ำ	1-5
1-6	สรุปปริมาณน้ำดิบที่สูบของการประปา	1-6
1-7	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญของภาคเหนือ ปี 2547	1-10
1-8	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญของภาคกลาง ปี 2547	1-11
1-9	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2547	1-11
1-10	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญของภาคตะวันออก ปี 2547	1-12
1-11	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญของภาคใต้ ปี 2547	1-12
2-1	ค่าเฉลี่ยการใช้น้ำของโลก เอเซีย อาเซียน ประเทศไทย และลำดับที่ของการใช้น้ำของประเทศไทย	2-7
2-2	คะแนนสถานะการใช้น้ำของโลก เอเซีย อาเซียน และประเทศไทย	2-8
2-3	สรุปภาพรวมจุดแข็งจุดอ่อนและศักยภาพในด้านน้ำของประเทศไทย	2-8
3-1	แนวโน้ม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดแยกตามกลุ่มพื้นที่	3-18
3-2	แนวโน้ม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝน	3-22
3-3	ผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลฝนประเทศไทยจากแบบจำลอง	3-31
3-4	ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนรายปีในภาพรวมของไทย	3-33
4-1	แนวโน้มของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำที่สำคัญในภาคอีสาน	4-3
4-2	แนวโน้มของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่เขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์	4-4
4-3	ผลผลิตข้าวนาปี	4-7
4-4	ค่าปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ในแบบจำลอง	4-10
4-5	การจัดระดับสภาวะของฝน	4-17

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-6	ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสภาพอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทย	4-21
5-1	มาตรการปรับตัวเพื่อการอนุรักษ์ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ	5-8
5-2	มาตรการปรับตัวเพื่อเผยแพร่การเปลี่ยนเทคโนโลยี	5-9
6-1	พื้นที่ชลประทานในเขตโครงการพลายชุมพล	6-2
6-2	สรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นในโครงการพลายชุมพล	6-7
6-3	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่มีต่อภาครัฐหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง	6-26
6-4	ความต้องการที่จะให้ทางภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเข้ามาช่วยเหลือ	6-31
6-5	ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสภาพอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทย	6-36
6-6	ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯ	6-37
6-7	สรุปผลการประมาณความต้องการใช้น้ำชลประทานรายฤดูในสภาพปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล	6-39
6-8	ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ	6-43
7-1	ดัชนีปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุดที่ใช้ในการศึกษา	7-5
7-2	วาระการพัฒนาของโลกภายหลัง ค.ศ 2015	7-13
7-3	ระบบบัญชีเศรษฐกิจสิ่งแวดล้อมสำหรับน้ำ ในประเทศไทย ส่วนของบัญชีเศรษฐศาสตร์	7-21
7-4	ระบบบัญชีเศรษฐกิจสิ่งแวดล้อมสำหรับน้ำ ในประเทศไทย ส่วนของบัญชีน้ำ	7-22
7-5	มูลค่าความเสียหาย และการสูญเสียทางเศรษฐกิจในแต่ละภาคการผลิต, ล้านบาท	7-24

บทที่ 1
สถานภาพน้ำของประเทศไทย

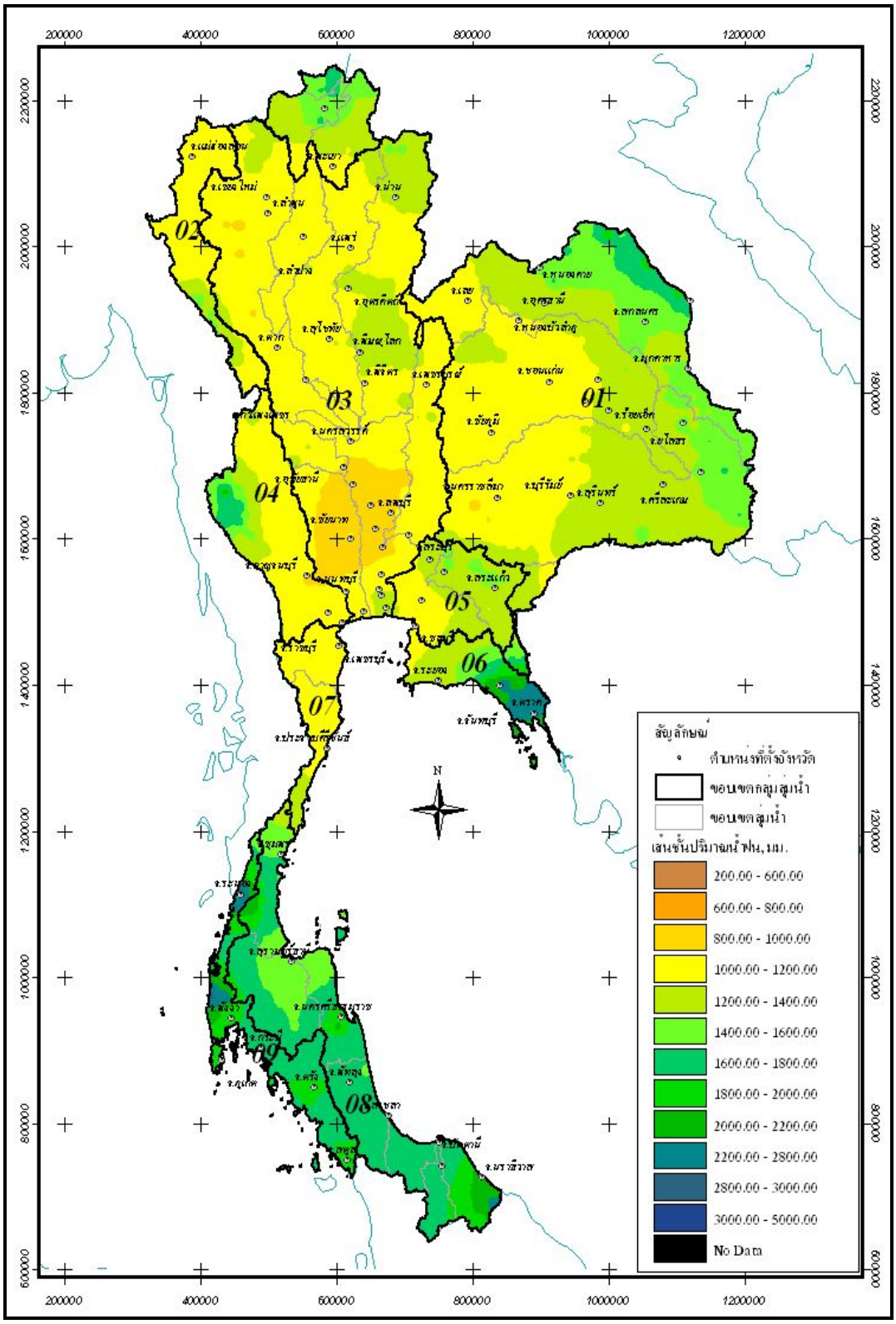
บทนี้แนะนำสภาพฝน การใช้น้ำ การจัดหาน้ำ การประมาณความต้องการใช้น้ำ และการจัดการน้ำผิวดิน นอกจากนี้ยังได้ระบุปัญหาน้ำท่วม น้ำแล้ง คุณภาพน้ำและการจัดการน้ำใต้ดิน เป็นพื้นฐานก่อนจะไปทำการวางแผนด้านน้ำและวิบัติภัยต่อไป

1.1 สภาพปริมาณฝนของไทย

ประเทศไทยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในปี ค.ศ. 1979-2006 ประมาณ 1,408.3 มม. แบ่งเป็น ฤดูฝน 1,265.3 มม. และฤดูแล้ง 143.0 มม. (สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553; สุจริตและคณะ, 2553) โดยลุ่มน้ำที่มีปริมาณฝนรายปีสูงสุด ได้แก่ ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก รองลงมาเป็นลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก และลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ตามลำดับ สำหรับรายละเอียดการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในแต่ละกลุ่มลุ่มน้ำหลัก แสดงดังตารางที่ 1-1 และเส้นชั้นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ปี ค.ศ. 1979 – 2006 แสดงได้ดังรูปที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มลุ่มน้ำหลัก

กลุ่มลุ่มน้ำ	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย, มม.												ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	รวม
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	(มม.)	(มม.)	(มม.)
1. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขง	4.4	14.1	32.8	75.8	179.7	193.8	212.0	253.2	245.6	121.7	32.1	6.6	165.8	1206.1	1371.9
2. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำสาละวิน	2.7	8.4	20.4	58.9	173.2	170.0	184.8	217.2	213.8	119.5	35.5	8.2	134.1	1078.5	1212.6
3. กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยาท่าจีน	3.6	10.8	27.8	64.8	163.3	137.5	143.1	179.7	226.1	134.7	34.0	5.4	146.4	984.5	1130.9
4. กลุ่มลุ่มน้ำแม่กลอง	5.3	13.4	34.5	73.7	168.5	163.7	180.8	205.1	243.0	173.6	41.7	5.7	174.2	1134.8	1309.0
5. กลุ่มลุ่มน้ำบางปะกง	6.9	16.8	40.3	77.1	163.1	177.0	190.0	231.5	262.1	159.8	36.7	5.5	183.3	1183.6	1366.9
6. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันออก	14.2	24.4	51.8	92.4	203.9	294.4	307.4	318.2	334.9	247.4	76.7	13.0	272.5	1706.3	1978.8
7. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก	9.1	13.4	40.5	59.7	141.0	122.4	130.2	143.0	198.3	200.9	73.5	11.3	207.5	935.7	1143.3
8. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	42.7	33.6	67.1	100.0	176.0	157.7	166.0	190.9	215.2	235.7	286.3	225.9	755.6	1141.5	1897.1
9. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	27.4	26.7	67.2	123.1	239.1	232.5	257.0	301.6	322.3	286.8	202.3	107.0	553.8	1639.3	2193.1
เฉลี่ย	12.9	17.9	42.5	80.6	178.7	183.2	196.8	226.7	251.3	186.7	91.0	43.2	288.1	1223.4	1511.5



รูปที่ 1-1 เส้นชั้นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ปี ค.ศ. 1979 – 2006

1.2 สถานการณ์การใช้น้ำของประเทศไทย

จากรายงานการจัดทำบัญชีประชาชาติที่คิดรวมต้นทุนด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยสภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2553) ได้ประเมินการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม และการเกษตร พบว่า สภาพการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ ของประเทศไทยโดยรวมในปี 2550 (ถือเป็นปีน้ำปรกติ) ประมาณ 60,414 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ปริมาณการใช้น้ำอุปโภคบริโภคโดยรวม ประมาณ 1,696.62 ล้านลบ.ม./ปี โดยที่มีการใช้น้ำอุปโภคบริโภคในเขตเทศบาล ประมาณ 890.95 ล้านลบ.ม./ปี และนอกเขตเทศบาล ประมาณ 805.67 ล้านลบ.ม./ปี ปริมาณการใช้น้ำอุตสาหกรรมโดยรวม ประมาณ 4,238.9 ล้านลบ.ม./ปี โดยที่มีการใช้น้ำในเขตนิคมอุตสาหกรรมประมาณ 216.10ล้านลบ.ม./ปี ตามลำดับ และนอกเขตนิคมอุตสาหกรรม ประมาณ 4,022.8 ล้านลบ.ม./ปี ตามลำดับ สำหรับปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรโดยรวม ประมาณ 54,478 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ปริมาณการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมในเขตชลประทาน ประมาณ 29,368.5 ล้านลบ.ม./ปี และปริมาณการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมนอกเขตชลประทานในปี พ.ศ. 2550 ประมาณ 25,110 ล้านลบ.ม./ปี สรุปได้ดังตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-2 สรุปสภาพการใช้น้ำของประเทศไทย ในปี 2550

กลุ่มลุ่มน้ำ	อุปโภคบริโภค (ล้านลบม.)	อุตสาหกรรม (ล้านลบม.)	การเกษตร (ล้านลบม.)	รวม (ล้านลบม.)
1. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขง	440.76	299.1	16,611	17,351
2. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำสาละวิน	10.14	1.6	258	270
3. กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน	902.87	2,966.30	28,551	32,420
4. กลุ่มลุ่มน้ำแม่กลอง	32.32	232.2	2,009	2,274
5. กลุ่มลุ่มน้ำบางปะกง	38.02	130	3,490	3,658
6. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันออก	61.27	427.9	950	1,439
7. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก	21.21	56.4	749	827
8. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	140.95	34.7	1,797	1,973
9. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	49.1	90.5	62	202
รวมทั้งประเทศ	**1,696.62**	**4,238.90**	**54,478**	**60,414**

1.3 การจัดหาน้ำในปัจจุบัน

จากรายงาน การจัดทำบัญชีประชาชาติที่คิดรวมต้นทุนด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยสภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2553) ได้ประเมินสภาพการจัดหาน้ำของหน่วยงานของรัฐ รัฐวิสาหกิจ และเอกชน ประกอบด้วย ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำ

ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ซึ่งดำเนินการจัดการน้ำหรือปล่อยน้ำโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และกรมชลประทาน ปริมาณน้ำที่ได้รับของโครงการชลประทานจากอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำที่ได้รับของโครงการชลประทานจากลำน้ำ ปริมาณน้ำใช้การของสระเก็บน้ำ ปริมาณน้ำดิบที่สูบของประปาภูมิภาค และประปานครหลวง

จากสภาพการจัดหาน้ำข้างต้น สรุปได้ว่า ประเทศไทยมีปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยรวมในปี พ.ศ.2550 ประมาณ 41,489 ล้านลบ.ม./ปี และมีปริมาณน้ำบาดาลที่พัฒนาได้ของแอ่งน้ำบาดาลโดยรวม 27,376 ล้านลบ.ม./ปี สรุปปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำบาดาลที่พัฒนาได้ของแอ่งน้ำบาดาล รายกลุ่มลุ่มน้ำของประเทศไทย ดังตารางที่ 1-3 ซึ่งถือว่าปริมาณน้ำที่พัฒนาของแอ่งน้ำแต่ละแอ่งคงที่ตลอดทั้งปี กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขงมีศักยภาพในการพัฒนาน้ำบาดาลสูงสุด ประมาณ 9,953 ล้านลบ.ม./ปี ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำโดยรวม 45,171 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็นขนาดใหญ่ 41,372 ล้านลบ.ม./ปี ขนาดกลาง 2,948.46 ล้านลบ.ม./ปี และขนาดเล็ก 850.10 ล้านลบ.ม./ปี ตามลำดับ โดยกลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีนเป็นกลุ่มลุ่มน้ำที่มีการจัดสรรน้ำจากอ่างเก็บน้ำสูงที่สุด สรุปปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ดังตารางที่ 1-4

ตารางที่ 1-3 สรุปปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำบาดาลที่พัฒนาได้ของแอ่งน้ำบาดาล รายกลุ่มลุ่มน้ำของประเทศไทย (ปี 2550)

กลุ่มลุ่มน้ำ	ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (ล้านลบม.)	ปริมาณน้ำบาดาลที่พัฒนาได้ของแอ่งน้ำบาดาล (ล้านลบม.)
1. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขง	7,932	9,953
2. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำสาละวิน	-	782
3. กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน	15,992	7,097
4. กลุ่มลุ่มน้ำแม่กลอง	11,326	1,720
5. กลุ่มลุ่มน้ำบางปะกง	-	1,782
6. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันออก	394	1,431
7. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก	1,426	1,089
8. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	4,419	2,132
9. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	-	1,389
รวมทั้งประเทศ	**41,489**	**27,376**

ตารางที่ 1-4 สรุปปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก

กลุ่มลุ่มน้ำ	อ่างเก็บน้ำ ขนาดใหญ่ (ล้านลบม.)	อ่างเก็บน้ำ ขนาดกลาง (ล้านลบม.)	อ่างเก็บน้ำ ขนาดเล็ก (ล้านลบม.)	รวม (ล้าน ลบม.)
1. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขง	7,390	1,866.65	554.58	9,811.23
2. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำสาละวิน	-	7.84	5	12.84
3. กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน	18,217	533.37	149.3	18,899.67
4. กลุ่มลุ่มน้ำแม่กลอง	10,242	-	16.78	10,258.78
5. กลุ่มลุ่มน้ำบางปะกง	-	112.55	15.51	128.06
6. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันออก	355	242.02	14.62	611.64
7. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก	1,276	-	35.47	1,311.47
8. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	3,891	162.94	51.65	4,105.59
9. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	-	23.08	7.2	30.28
รวมทั้งประเทศ	**41,372**	**2,948.46**	**850.1**	**45,170.56**

สำหรับปริมาณน้ำที่ได้รับของโครงการชลประทานจากอ่างเก็บน้ำโดยรวม ประมาณ 32,592 ล้านลบ.ม./ปี และปริมาณน้ำที่ได้รับของโครงการชลประทานจากลำน้ำโดยรวม ประมาณ 3,784 ล้านลบ.ม./ปี ปริมาณน้ำใช้การของสระเก็บน้ำ 177 ล้านลบ.ม./ปี สรุปปริมาณน้ำที่ได้รับของโครงการชลประทานจากอ่างเก็บน้ำดังตารางที่ 1-5

ตารางที่ 1-5 สรุปปริมาณน้ำที่ได้รับของโครงการชลประทานจากอ่างเก็บน้ำ

กลุ่มลุ่มน้ำ	อ่างเก็บน้ำ (ล้านลบม.)	ลำน้ำ (ล้าน ลบม.)	สระเก็บน้ำ (ล้านลบม.)	รวม (ล้านลบม.)
1. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขง	7,549	423.17	105.07	8,077.57
2. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำสาละวิน	12.48	13.64	0.3	26.42
3. กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน	13,531	1036.13	55.52	14,622.42
4. กลุ่มลุ่มน้ำแม่กลอง	8,703	16.47	1.1	8,720.55
5. กลุ่มลุ่มน้ำบางปะกง	332.1	1442.88	3.37	1,778.35
6. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทย	318.78	438.3	4.37	761.45
7. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทย	870	0	1.01	870.81
8. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	1,254	399.82	5.08	1,659.08
9. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	21.03	13.41	1.63	36.07
รวมทั้งประเทศ	**32,592**	**3,783.83**	**177.45**	**36,552.83**

นอกจากนี้ปริมาณน้ำดิบที่สูบของการประปาโดยรวม ประมาณ 2,453 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็นประปาส่วนภูมิภาค 875 ล้านลบ.ม./ปี และประปานครหลวง 1,579 ล้านลบ.ม./ปี ตามลำดับ สรุปปริมาณน้ำดิบที่สูบของการประปาดังตารางที่ 1-6

ตารางที่ 1-6 สรุปปริมาณน้ำดิบที่สูบของการประปา

กลุ่มลุ่มน้ำ	ประปาภูมิภาค (ล้านลบม.)	ประปานครหลวง (ล้านลบม.)	รวม (ล้านลบม.)
1. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขง	280.06	-	280.06
2. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำสาละวิน	9.57	-	9.57
3. กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน	225.4	1,578.72	1,804.12
4. กลุ่มลุ่มน้ำแม่กลอง	2.34	-	2.34
5. กลุ่มลุ่มน้ำบางปะกง	28.97	-	28.97
6. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันออก	149.61	-	149.61
7. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก	11.86	-	11.86
8. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	117.85	-	117.85
9. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	49.09	-	49.09
รวมทั้งประเทศ	**874.76**	**1,578.72**	**2,453.48**

1.4 การประมาณความต้องการใช้น้ำในอนาคต

จากการทบทวนรายงานสถานการณ์การใช้น้ำของประเทศไทย (สุจริตและคณะ, 2549) ได้มีการประเมินความต้องการใช้น้ำในอนาคต พบว่า ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดิม 3,567ลานลบ.ม.ต่อปี ในปี 2547 เป็น 4,071 ล้านลบ.ม.ต่อปี ในปี 2567 ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดิม 2,227 ล้านลบ.ม.ต่อปี ในปี 2547 เป็น 4,040 ล้านลบ.ม.ต่อปี ในปี 2567

สำหรับความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในเขตชลประทาน ได้ประเมินว่า เมื่อมีการพัฒนาโครงการชลประทานตามแผนแล้วจะทำให้พื้นที่ชลประทานโดยรวมของประเทศไทยเพิ่มขนจากเดิม 21,868,000 ไร่ ในปี 2547 เป็น 27,162,255 ไร่ ในปี 2567 ซึ่งมีความต้องการน้ำผันแปรไปตามสถานการณ์น้ำต่างๆ โดยที่ในปี 2567 กรณีที่เป็นปีน้ำมากมีความต้องการน้ำ 24,695 ล้านลบ.ม.ต่อปี กรณีปีน้ำปกติ 23,360 ล้านลบ.ม.ต่อปี กรณีปีน้ำน้อย 21,758 ล้านลบ.ม.ต่อปี ตามลำดับ ส่วนความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรนอกเขตชลประทาน จากคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย (ครอบคลุมพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศ ได้แก่ ขาวนาปี ขาวนาปรัง ข้าวโพด และอ้อย) พบว่า เมื่อมีการเพาะปลูกพืชนอกเขตชลประทานตามศักยภาพที่

พื้นที่ลุ่มน้ำสามารถรองรับได้ ทำให้พื้นที่เพาะปลกโดยรวมของประเทศไทยเพิ่มขึ้นจากเดิม 81,210,126 ไร่ ในปี 2547 เป็น 94,195,547 ไร่ ในปี 2567 ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการเพาะปลูกพืชนอกเขตชลประทานในช่วงฤดูฝน ส่วนใหญ่เป็นการทำเกษตรน้ำฝนเป็นหลัก ซึ่งในการพิจารณาความตองการน้ำของพืชในครั้งนี้จึงมุ่งพิจารณาไปที่การทำนาปรังหรือความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในฤดูแล้งเป็นหลัก ซึ่งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าพื้นที่ข้าวนาปรังเหล่านี้มีการใช้นาจากอ่างเก็บน้ำหรือสูบน้ำจากลำนาเสริมในช่วงฤดูแล้ง โดยมีความต้องการน้ำผันแปรไปตามสถานการณ์น้ำต่างๆ โดยที่ในปี 2567 กรณีที่เป็นปีน้ำมากมีความต้องการน้ำ 7,392 ล้านลบ.ม.ต่อปี กรณีปีน้ำปกติ 6,969 ล้านลบ.ม.ต่อปี กรณีปีน้ำน้อย 5,875 ล้านลบ.ม.ต่อปี ตามลำดับ

1.5 สภาพน้ำท่วม

จากรายงานการวิเคราะห์ และจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในบริเวณที่ราบภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ปี 2544 ได้กล่าวไว้ว่า “น้ำท่วม” ที่เกิดขึ้นในประเทศไทย สามารถแบ่งตามลักษณะของการเกิดได้ดังนี้

1) น้ำท่วมล้นฝั่ง เป็นน้ำท่วมที่เกิดขึ้นเป็นฤดูกาล เนื่องจากน้ำเหนือมีปริมาณมาก และ ไหลมายังท้ายน้ำ ซึ่งพื้นที่ใดอยู่ต่ำก็จะล้นฝั่งเข้าท่วมบ้านเรือนเสียหาย เช่น ในกรณีน้ำท่วมหนักเมื่อปี พ.ศ. 2538
2) น้ำท่วมชายฝั่ง เป็นน้ำท่วมที่เกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งริมทะเล ซึ่งเกิดจากพายุพัดเข้าฝั่งโดยก่อให้เกิดคลื่นขนาดใหญ่เคลื่อนตัวเข้าถล่มบ้านเรือนริมทะเล และระดับน้ำจะลดลงทันทีที่พายุผ่านไป เช่น กรณีพายุใต้ฝุ่นลินดา เมื่อปี พ.ศ. 2540 เป็นต้น
3) น้ำท่วมเมือง เป็นน้ำท่วมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่การใช้ที่ดินจากอดีตที่เป็นทุ่งนา ป่าไม้ มาเป็นพื้นที่ชุมชน ซึ่งเมื่อมีฝนตกเกิดสภาพน้ำขังที่เกิดจากข้อจำกัดทางด้านการระบายน้ำ จึงส่งผลให้เกิดน้ำสูงขึ้น เช่น ในกรณีน้ำท่วมเขตกรุงเทพมหานครในยามที่ฝนตกหนัก
4) น้ำท่วมฉับพลัน เป็นน้ำท่วมที่เกิดจากฝนตกหนัก โดยเฉพาะบริเวณที่ราบเชิงเขา ซึ่งจะส่งผลให้ระดับน้ำสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และไหลเข้าสู่พื้นที่เมือง ภายในระยะเวลาเป็นรายนาทีหรือชั่วโมง เช่น กรณีของ อ.วังชิ้น จ.แพร่ ในปี พ.ศ. 2544 น้ำท่วมเมืองจันทบุรี ในปี พ.ศ. 2542 น้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่ ในปี พ.ศ. 2543 เป็นต้น

โดยทั่วไปสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดอุทกภัย จะประกอบด้วย

1) การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน ทางรถไฟ ทำนบกั้นน้ำ สะพาน ท่อลอด ฝายทดน้ำ ประตูระบายน้ำ และอาคารระบายน้ำอื่น ๆ หากก่อสร้างไม่เหมาะสมและเพียงพอ สิ่งก่อสร้างเหล่านี้จะกลายสภาพเป็นทำนบกั้นน้ำ ทำให้เกิดน้ำท่วมขัง
2) สภาพภูมิประเทศ ได้แก่ พื้นที่ราบลุ่ม เป็นแอ่ง หรือพื้นที่ทรุดตัว พื้นที่ที่มีผลกระทบจากการขึ้นลงของน้ำทะเล และพื้นที่บริเวณที่ราบเชิงเขา

3) การใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่เกษตรกรรมไปเป็นชุมชนเมือง การบุกรุกทำลายป่าต้นน้ำ การไม่มีผังเมืองรวมระดับจังหวัดเพื่อควบคุมและวางแผนในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย การบุกรุกทางน้ำธรรมชาติหรือกีดขวางทางน้ำ
4) กฎหมายและองค์กร ได้แก่ การบังคับใช้กฎหมายไม่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการบุกรุกทางน้ำสาธารณะ และพื้นที่รับน้ำ ไม่มีองค์กรหลักดูแลรับผิดชอบในการประสานงานวางแผน ป้องกัน และบรรเทาอุทกภัย การออกเอกสารสิทธิ (โฉนดที่งอก) ซึ่งรวมถึงในกรณีเกาะกลางแม่น้ำ
5) การบริหารจัดการ ประกอบด้วย การขาดระบบคาดการณ์และระบบเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพก่อนเกิดภัย การไม่มีแผนการปฏิบัติงานที่ชัดเจนในกรณีเกิดภัย และการจัดการหลังเกิดภัยยังไม่มีผู้ให้ความสำคัญในการวางแผนและบรรเทาปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม รวมถึงข้อจำกัดในเรื่องงบประมาณและบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะด้านนี้
6) การรุกล้ำลำน้ำสาธารณะและการขาดการขุดลอกดูแลรักษา ทำให้ประสิทธิภาพการระบายน้ำลดลง ไม่สามารถระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้ทัน

1.6 สภาพภัยแล้ง

จากการทบทวนบทความภัยแล้งและมาตรการแก้ไขระยะยาว สรุปสาเหตุของภัยแล้งจากธรรมชาติ และจากมนุษย์ไว้ดังนี้

1) จากธรรมชาติ

ปีใดที่มีฝนน้อยกว่าปกติในฤดูฝน ปริมาณน้ำในฤดูแล้งถัดไปจะมีน้ำน้อยไปด้วย โดยเฉพาะระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม โดยทั่วไปฝนที่ตกในประเทศไทยก็เนื่องจากร่องมรสุม ซึ่งเป็นร่องหรือแนวที่พาดผ่านหย่อมความกดอากาศต่ำ ถ้าร่องมรสุมนี้มีกำลังแรงก็จะเกิดฝนตกหนักในแนวร่อง หรือแนวที่ลมพัดสอบเข้าหากัน ถ้าร่องมีกำลังปานกลางก็จะมีฝนในระดับปานกลาง ถ้าร่องมีกำลังอ่อนก็จะมีฝนน้อยไปด้วย อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ฝนตกหนักก็คือจากพายุหมุนซึ่งพัดผ่านเข้ามาจากมหาสมุทรแปซิฟิก หรือทะเลจีน พายุหมุนนี้เริ่มจากพายุดีเปรสชั่น พายุโซนร้อน และพายุไต้ฝุ่น ตามความแรงของลม ตามปกติจะมีพายุพัดผ่านเข้ามาโดยเฉลี่ยปีละ 3 ลูก ถ้าน้อยกว่านี้ฝนก็จะตกน้อยจนเกิดสภาวะแล้ง ถ้ามากกว่า 3 ลูก ฝนก็จะตกมากจนเกิดภาวะน้ำท่วม

ในกรณีของประเทศไทย ถ้าเกิดภาวะฝนแล้งติดต่อกัน 2-3 ปี น้ำที่เก็บไว้ในเขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ ก็ยังพอที่จะบรรเทาได้ อย่างไรก็ตามถ้าเกิดฝนตกน้อยเป็นเวลาหลายปี เช่น ในพ.ศ. 2532 – 2536 มีฝนตกน้อยเป็นเวลาติดต่อกันถึง 5 ปี ทำให้ฤดูแล้งในพ.ศ. 2537 เป็นปีภัยแล้งที่วิกฤต แม้เขื่อนใหญ่จะระบายน้ำลงมาช่วย แต่ก็ไม่เพียงพอ เพราะภาวะฝนตกน้อยทำให้เก็บ

น้ำได้น้อยไปด้วย จนน้ำเค็มในระดับอันตรายไหลเข้ามาทำความเสียหายแก่สวนผลไม้ในจังหวัดนนทบุรี และยังเลยขึ้นไปจนถึงปากคลองประปา

นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ฝนของภาคเหนือ และภาคกลาง ตั้งแต่ พ.ศ. 2503 ถึง 2540 พบว่า มีแนวโน้มของฝนรายปีลดลงในอัตราเฉลี่ย 3-4 มม.ต่อปี เป็นการเตือนว่าฝนรายปีจะค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ จนถึง 30-40 มม. ในปี 10 ปีข้างหน้า ซึ่งถ้าฝนลดลงเช่นนี้ ปริมาณน้ำท่าก็จะลดลงตามไปด้วย

2) จากมนุษย์

การตัดไม้ทำลายป่าเป็นสาเหตุหลักสำคัญของการเกิดภัยแล้ง โดยทำให้ปริมาณน้ำท่าในฤดูแล้งที่มีน้อยอยู่แล้วยิ่งลดลงไปอีก นอกจากนี้ยังทำให้ Peak discharge ของน้ำหลากสูงขึ้น และไหลมาเร็วขึ้นทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิต ทรัพย์สิน ที่อยู่อาศัย และสาธารณูปโภค จากการทบทวนรายงานการพัฒนาระบบสารสนเทศและการประชาสัมพันธ์เพื่อการบริหารจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยที่เกิดจากน้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม (สถาบันพัฒนาการชลประทาน กรมชลประทาน, 2545) ได้สรุปสภาพภัยแล้งของประเทศไทยไว้ดังนี้

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลผลิตมวลรวมมาจากภาคเกษตรกรรมกว่าร้อยละ 90 ดังนั้น ภัยที่มีความสำคัญไม่ยิ่งไปกว่าอุทกภัยน้ำท่วม คือ ภัยแล้ง ซึ่งผลกระทบต่อการเกษตรโดยเฉพาะในเรื่องของน้ำ อาจจะเกิดจากสภาวะฝนแล้ง โดยมีปริมาณฝนน้อยกว่าปกติ หรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ทำให้เกิดสภาพการขาดน้ำ จากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาเมื่อปี พ.ศ. 2522 และ 2536 ประเทศไทยประสบภัยแล้งที่รุนแรง โดยเกิดเหตุการณ์ฝนทิ้งช่วงกลางฤดูฝน เป็นเวลานาน (ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงกันยายน) มีปริมาณฝนตกน้อยกว่าปีปกติถึง 20 % และ 24 % ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่า ในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา ปริมาณฝนตกรายปีในทุกภาคของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่าอนาคตเราคงต้องเผชิญกับภัยแล้ง หากมิได้มีการแก้ไขปัญหานี้ในระยะยาวอย่างจริงจังและเร่งด่วน

อนึ่งจากการประมาณการความต้องการใช้น้ำทั้งประเทศพบว่า ในอีก 5 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2549) ซึ่งแยกเป็นกิจกรรมการใช้น้ำต่าง ๆ พบว่า ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานมีมากกว่า 50% แต่ในขณะเดียวกัน ปริมาณน้ำท่าที่สามารถควบคุมหรือเก็บกักโดยเขื่อนขนาดใหญ่และขนาดกลางทั่วประเทศที่สามารถนำไปใช้ได้มีเพียงประมาณ 20 % ของปริมาณน้ำท่าผิวดินตามธรรมชาติ ด้วยเหตุนี้ปัญหาการขาดแคลนน้ำจึงเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่ง จากพฤติกรรมการตกของฝนที่มีแนวโน้มลดลงและขีดจำกัดของปริมาณน้ำที่เก็บกักโดยเขื่อนต่าง ๆ ทั่วประเทศ ทำให้ปริมาณน้ำผิวดินที่กักเก็บโดยแหล่งน้ำมีไม่เพียงพอ ในขณะที่ความต้องการน้ำใช้ยังเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้มีการพัฒนาน้ำบาดาลมาใช้มากขึ้น โดยเฉพาะบริเวณที่ขาดแคลนน้ำผิวดิน

นอกจากนี้ จากรายงานขององค์การสหประชาชาติ ในปี 2534 ได้วิเคราะห์ความต้องการน้ำใช้ในด้านต่าง ๆ สำหรับพื้นที่ภาคกลาง ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา พบว่ามีความต้องการน้ำใช้

ในปี 2543 ประมาณ 38,000 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่ปริมาณน้ำเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ประมาณ 30,000 ล้าน ลบ.ม. ดังนั้น การบริหารและจัดการน้ำในช่วงหน้าแล้งจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง นอกจากนี้ การจัดหาและพัฒนาแหล่งน้ำยังจึงมีความจำเป็น ทั้งนี้เนื่องจากมีการขยายตัวของชุมชนเมืองและพื้นที่การเกษตรบริเวณสองฝั่งลำน้ำอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีความต้องการน้ำใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ต้องพิจารณมาตราการทั้งด้านจัดหา (supply) และใช้น้ำ (demand) ควบคู่กันไป

1.7 สภาพคุณภาพน้ำ

สภาพคุณภาพน้ำในลำน้ำหลัก พิจารณาได้จากดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป(WQI) จัดทำโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยวัดจากค่าคุณภาพน้ำ 4 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าออกซิเจนละลาย (DO) ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม(FCB)และ แอมโมเนีย (NH3) เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา จากเอกสาร ‘สถานการณ์คุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ปี 2547’ ของกรมควบคุมมลพิษ ได้สรุปคุณภาพน้ำในแม่น้ำสายสำคัญประมาณ 48 สาย และแหล่งน้ำนิ่ง 4 แหล่ง (กว๊านพะเยา บึงบอระเพ็ด หนองหาน และทะเลสาบสงขลา) ในปี 2547 โดยแบ่งตามภาคต่างๆ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 1-7 ถึง 1-11

ตารางที่ 1-7 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญของภาคเหนือ ปี 2547

แหล่งน้ำ	ประเภทแหล่งน้ำ	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญ					คุณภาพน้ำที่เป็นปัญหา
		DO (มก./ล.)	BOD (มก./ล.)	TCB (หน่วย*)	FCB (หน่วย*)	NH_3 (มก./ล.)	
ปิง	-	6.7	1.2	16,000	10,000	0.12	FCB
วัง	-	8.2	1.5	13,000	1,500	0.05	-
ยม	-	6.9	1.8	3,900	1,900	0.20	-
น่าน	-	6.5	1.3	6,000	2,600	0.20	-
กวง	-	5.4	2.2	30,000	16,800	0.47	TCB,FCB
กก	-	7.3	1.1	13,400	2,500	0.16	-
ลี้	-	6.2	1.9	3,700	1,980	0.29	-
อิง	-	6.0	1.4	900	100	0.15	-
แม่จาง	-	7.2	1.7	550	70	0.15	-
กว๊านพะเยา	-	6.1	2.3	1,600	300	0.31	-
บึงบอระเพ็ด	-	7.2	2.0	100	20	0.06	-
มาตรฐานประเภทที่ 2		≥ 6.0	≤ 1.5	≤ 5,000	≤ 1,000	≤ 0.5	คุณภาพน้ำที่เป็นปัญหา พิจารณาดังนี้ DO ต่ำกว่า 2.0 มก./ล. BOD มากกว่า 4.0 มก./ล. TCB มีค่ามากกว่า 20,000 หน่วย FCB มากกว่า 4,000 หน่วย NH_3 มากกว่า 0.5 มก./ล.
มาตรฐานประเภทที่ 3		≥ 4.0	≤ 2.0	≤ 20,000	≤ 4,000	≤ 0.5	
มาตรฐานประเภทที่ 4		≥ 2.0	≤ 4.0	-	-	≤ 0.5	

* หน่วย หมายถึง MPN / 100 มล. , ≥ หมายถึง มากกว่าหรือเท่ากับ , ≤ หมายถึง น้อยกว่าหรือเท่ากับ

DO = ค่าออกซิเจนละลาย BOD = ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ TCB = แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด

FCB = แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม NH_3 = แอมโมเนีย

(ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
http://infofile.pcd.go.th/water/Water_State47.pdf?CFID=11086197&CFTOKEN=78225093)

ตารางที่ 1-8 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญของภาคกลาง ปี 2547

แหล่งน้ำ	ประเภทแหล่งน้ำ	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญ					คุณภาพน้ำที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน
		DO (มก./ล.)	BOD (มก./ล.)	TCB (หน่วย*)	FCB (หน่วย*)	NH_3 (มก./ล.)	
เจ้าพระยาตอนบน	2	6.4	1.4	62,000	8,900	0.24	TCB,FCB
เจ้าพระยาตอนกลาง	3	4.9	2.0	16,980	2,300	0.53	NH_3
เจ้าพระยาตอนล่าง	4	3.0	3.3	65,700	50,700	0.60	HN_3
ท่าจีนตอนบน	2	4.8	1.5	15,300	4,000	0.19	DO,TCB,FCB
ท่าจีนตอนกลาง	3	1.9	2.4	50,000	4,000	0.61	DO,BOD,TCB,HN_3
ท่าจีนตอนล่าง	4	1.0	2.4	118,000	22,400	1.05	DO,HN_3
แม่กลอง	3	6.1	1.6	42,300	12,300	0.08	TCB,FCB
เพชรบุรีตอนบน	2	4.8	1.3	700	400	0.20	DO
เพชรบุรีตอนล่าง	3	5.1	1.6	18,700	10,900	0.20	FCB
แหล่งน้ำ	**ประเภทแหล่งน้ำ**	**ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญ**					**คุณภาพน้ำที่เป็นปัญหา**
		DO (มก./ล.)	BOD (มก./ล.)	TCB (หน่วย*)	FCB (หน่วย*)	NH_3 (มก./ล.)	
แควใหญ่	-	5.2	1.4	3,500	1,600	0.18	-
แควน้อย	-	6.2	1.0	3,000	800	0.12	-
ป่าสัก	-	5.8	2.4	11,300	4,500	0.17	FCB
ลพบุรี	-	3.9	2.8	29,600	3,600	0.28	TCB
น้อย	-	5.4	1.5	7,200	3,800	0.18	-
สะแกกรัง	-	5.7	1.6	3,500	600	0.16	-
ปราณบุรี	-	6.0	1.7	13,900	6,100	0.08	FCB
กุยบุรี	-	6.2	1.0	11,700	8,900	0.07	FCB
มาตรฐานประเภทที่ 2		≥ 6.0	≤ 1.5	≤ 5,000	≤ 1,000	≤ 0.5	คุณภาพน้ำที่เป็นปัญหา พิจารณาดังนี้ DO ต่ำกว่า 2.0 มก./ล. BOD มากกว่า 4.0 มก./ล. TCB มีค่ามากกว่า 20,000 หน่วย FCB มากกว่า 4,000 หน่วย NH_3 มากกว่า 0.5 มก./ล.
มาตรฐานประเภทที่ 3		≥ 4.0	≤ 2.0	≤ 20,000	≤ 4,000	≤ 0.5	
มาตรฐานประเภทที่ 4		≥ 2.0	≤ 4.0	-	-	≤ 0.5	

* หน่วย หมายถึง MPN / 100 มล. , ≥ หมายถึง มากกว่าหรือเท่ากับ , ≤ หมายถึง น้อยกว่าหรือเท่ากับ

DO = ค่าออกซิเจนละลาย BOD = ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ TCB = แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด

FCB = แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม NH_3 = แอมโมเนีย

(ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

http://infofile.pcd.go.th/water/Water_State47.pdf?CFID=11086197&CFTOKEN=78225093)

ตารางที่ 1-9 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2547

แหล่งน้ำ	ประเภทแหล่งน้ำ	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญ					คุณภาพน้ำที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน
		DO (มก./ล.)	BOD (มก./ล.)	TCB (หน่วย*)	FCB (หน่วย*)	NH_3 (มก./ล.)	
พอง	3	5.3	1.3	950	330	0.13	-
ชี	3	5.6	1.5	4,000	700	0.50	-
มูล	3	6.1	1.6	21,200	18,000	0.29	TCB,FCB
สงคราม	3	6.2	1.0	1,000	300	0.07	-
ลำตะคองตอนบน	3	5.4	2.5	50,000	20,900	0.18	BOD,TCB,FCB
ลำตะคองตอนล่าง	4	3.0	5.3	95,300	31,300	0.15	BOD
แหล่งน้ำ	**ประเภทแหล่งน้ำ**	**ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญ**					**คุณภาพน้ำที่เป็นปัญหา**
		DO (มก./ล.)	BOD (มก./ล.)	TCB (หน่วย*)	FCB (หน่วย*)	NH_3 (มก./ล.)	
ลำปาว	-	6.4	1.6	800	380	0.26	-
เสียว	-	5.8	1.6	300	200	0.11	-
เลย	-	6.1	1.1	32,600	3,700	0.13	TCB
ลูน	-	6.0	1.0	2,000	250	0.12	-
ลำชี	-	6.8	2.1	2,000	200	0.09	-
หนองหาน	-	7.1	0.8	70	15	0.13	-
มาตรฐานประเภทที่ 2		≥ 6.0	≤ 1.5	≤ 5,000	≤ 1,000	≤ 0.5	คุณภาพน้ำที่เป็นปัญหา พิจารณาดังนี้ DO ต่ำกว่า 2.0 มก./ล. BOD มากกว่า 4.0 มก./ล. TCB มีค่ามากกว่า 20,000 หน่วย FCB มากกว่า 4,000 หน่วย NH_3 มากกว่า 0.5 มก./ล.
มาตรฐานประเภทที่ 3		≥ 4.0	≤ 2.0	≤ 20,000	≤ 4,000	≤ 0.5	
มาตรฐานประเภทที่ 4		≥ 2.0	≤ 4.0	-	-	≤ 0.5	

(ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

http://infofile.pcd.go.th/water/Water_State47.pdf?CFID=11086197&CFTOKEN=78225093)

ตารางที่ 1-10 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญของภาคตะวันออก ปี 2547

แหล่งน้ำ	ประเภทแหล่งน้ำ	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญ					คุณภาพน้ำที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน
		DO (มก./ล.)	BOD (มก./ล.)	TCB (หน่วย*)	FCB (หน่วย*)	NH_3 (มก./ล.)	
บางปะกง	3	3.9	1.8	11,800	2,100	0.17	DO
ปราจีนบุรี	2	5.2	1.9	1,800	680	0.38	DO,BOD
นครนายก	3	4.2	1.7	28,500	25,500	0.38	TCB,FCB
แหล่งน้ำ	**ประเภทแหล่งน้ำ**	**ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญ**					**คุณภาพน้ำที่เป็นปัญหา**
		DO (มก./ล.)	BOD (มก./ล.)	TCB (หน่วย*)	FCB (หน่วย*)	NH_3 (มก./ล.)	
ระยอง	-	3.1	3.0	6,200	3,900	0.15	-
ประแสร์	-	3.4	3.9	110,000	16,000	0.09	TCB,FCB
พังราด	-	4.4	2.7	4,200	970	0.03	-
จันทบุรี	-	5.4	2.3	3,700	1,800	0.04	-
เวฬุ	-	4.5	1.5	170	90	0.11	-
ตราด	-	3.4	1.0	850	200	0.09	-
มาตรฐานประเภทที่ 2		$\geq$ 6.0	$\leq$ 1.5	$\leq$ 5,000	$\leq$ 1,000	$\leq$ 0.5	คุณภาพน้ำที่เป็นปัญหา พิจารณาดังนี้ DO ต่ำกว่า 2.0 มก./ล. BOD มากกว่า 4.0 มก./ล. TCB มีค่ามากกว่า 20,000 หน่วย FCB มากกว่า 4,000 หน่วย NH_3 มากกว่า 0.5 มก./ล.
มาตรฐานประเภทที่ 3		$\geq$ 4.0	$\leq$ 2.0	$\leq$ 20,000	$\leq$ 4,000	$\leq$ 0.5	
มาตรฐานประเภทที่ 4		$\geq$ 2.0	$\leq$ 4.0	-	-	$\leq$ 0.5	

* หน่วย หมายถึง MPN / 100 มล. , $\geq$ หมายถึง มากกว่าหรือเท่ากับ , $\leq$ หมายถึง น้อยกว่าหรือเท่ากับ

DO = ค่าออกซิเจนละลาย BOD = ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ TCB = แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด

FCB = แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม NH_3 = แอมโมเนีย

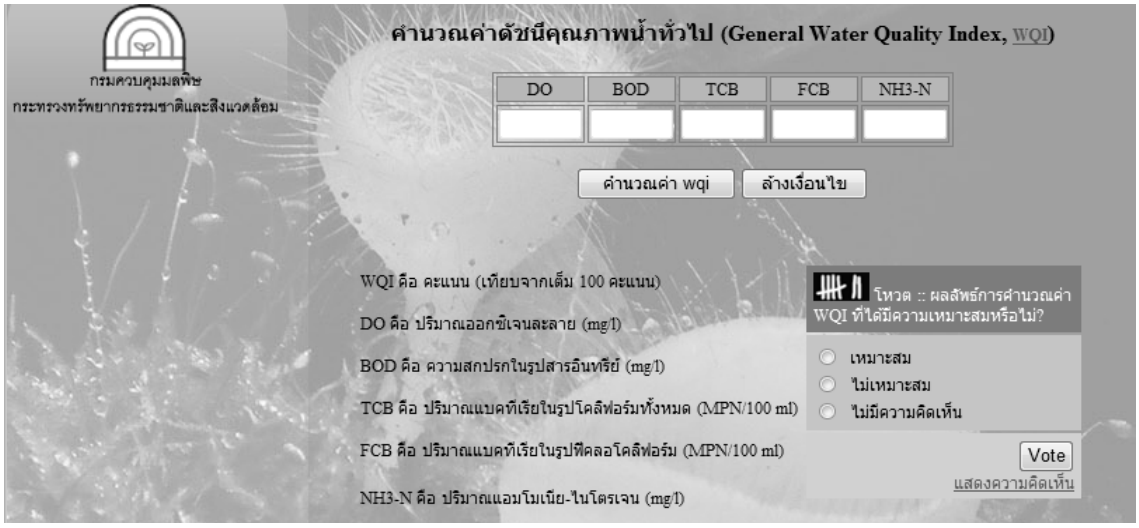
(ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
http://infofile.pcd.go.th/water/Water_State47.pdf?CFID=11086197&CFTOKEN=78225093)

ตารางที่ 1-11 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญของภาคใต้ ปี 2547

แหล่งน้ำ	ประเภทแหล่งน้ำ	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญ					คุณภาพน้ำที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน
		DO (มก./ล.)	BOD (มก./ล.)	TCB (หน่วย*)	FCB (หน่วย*)	NH_3 (มก./ล.)	
ตาปีตอนบน	2	7.5	0.7	1,100	100	0.05	-
ตาปีตอนล่าง	3	5.7	1.4	15,000	3,700	0.11	-
พุมดวง	3	5.5	0.6	4,000	600	0.14	-
ปากพนัง	3	4.4	2.0	3,400	1,000	0.13	-
ปัตตานีตอนบน	2	4.2	1.1	2,000	900	0.25	DO
ปัตตานีตอนล่าง	3	4.6	1.8	9,500	1,000	0.12	-
แหล่งน้ำ	**ประเภทแหล่งน้ำ**	**ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญ**					**คุณภาพน้ำที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน**
		DO (มก./ล.)	BOD (มก./ล.)	TCB (หน่วย*)	FCB (หน่วย*)	NH_3 (มก./ล.)	
ชุมพร	-	5.6	2.1	12,400	6,900	0.16	FCB
หลังสวน	-	6.8	1.0	5,300	2,600	0.16	-
ตรัง	-	5.9	1.0	17,000	2,400	0.07	-
สายบุรี	-	6.8	0.6	2,000	1,000	0.14	-
ทะเลน้อย	-	3.3	1.9	740	300	0.07	-
ทะเลหลวง	-	5.5	2.0	2,400	1,200	0.06	-
ทะเลสาบสงขลา	-	5.0	3.0	86,800	20,500	0.77	TCB,FCB, NH_3
มาตรฐานประเภทที่ 2		$\geq$ 6.0	$\leq$ 1.5	$\leq$ 5,000	$\leq$ 1,000	$\leq$ 0.5	คุณภาพน้ำที่เป็นปัญหา พิจารณาดังนี้ DO ต่ำกว่า 2.0 มก./ล. BOD มากกว่า 4.0 มก./ล. TCB มีค่ามากกว่า 20,000 หน่วย FCB มากกว่า 4,000 หน่วย NH_3 มากกว่า 0.5 มก./ล.
มาตรฐานประเภทที่ 3		$\geq$ 4.0	$\leq$ 2.0	$\leq$ 20,000	$\leq$ 4,000	$\leq$ 0.5	
มาตรฐานประเภทที่ 4		$\geq$ 2.0	$\leq$ 4.0	-	-	$\leq$ 0.5	

(ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
http://infofile.pcd.go.th/water/Water_State47.pdf?CFID=11086197&CFTOKEN=78225093)

จากค่าคุณภาพน้ำทั้ง 4 พารามิเตอร์ ที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา จะนำมาคำนวณคะแนนคุณภาพน้ำตามโปรแกรมการคำนวณคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษจาก web site http://iwis.pcd.go.th/first_page/wqi_online.php ดังรูปที่ 1-2



รูปที่ 1-2 โปรแกรมแสดงการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (WQI) (ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ)

ตารางที่ 1-12 ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (WQI) ตามแหล่งน้ำจากภาคต่างๆ

แหล่งน้ำ	อยู่ในบริเวณจังหวัด	ค่า WQI	ระดับคะแนน
ปิง	กำแพงเพชร ตาก	57.68	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
วัง	เชียงราย	69.39	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้
ยม	สุโขทัย	63.29	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้
น่าน	น่าน	82.2	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี
กวง	เชียงใหม่	51.01	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
กก	เชียงราย	65.26	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้
ลี้	ลำพูน	70.57	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้
อิง	เชียงราย พะเยา	83.4	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี
แม่จาง	ลำปาง	75.68	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี
กว๊านพะเยา	พะเยา	60.85	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้
บึงบอระเพ็ด	นครสวรรค์	77.6	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี
เจ้าพระยาตอนบน	นครสวรรค์	56.6	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
เจ้าพระยาตอนกลาง	ลพบุรี	53.35	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
เจ้าพระยาตอนล่าง	สระบุรี	49.23	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
ท่าจีนตอนบน	อุทัยธานี ชัยนาท	67.31	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้
ท่าจีนตอนกลาง	สุพรรณบุรี	41.85	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
ท่าจีนตอนล่าง	สมุทรสาคร นครปฐม	33.6	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
แม่กลอง	ราชบุรี	59.53	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
เพชรบุรีตอนบน	เพชรบุรี	79.67	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี
เพชรบุรีตอนล่าง	ประจวบคีรีขันธ์	56.02	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
แควใหญ่	นครสวรรค์ กาญจนบุรี	63.22	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้
แควน้อย	กาญจนบุรี	79.82	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี
ป่าสัก	เลย	56.04	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
ลพบุรี	ลพบุรี	59.89	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
น้อย	ชัยนาท สิงห์บุรี	69.45	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้
สะแกกรัง	อุทัยธานี กำแพงเพชร	66.26	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้
ปราณบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	60.81	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้
กุยบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	59.36	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
พอง	ขอนแก่น	82.03	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี
ชี	มหาสารคาม	61.75	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้
มูล	บุรีรัมย์ นครราชสีมา	55.64	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม

1.8 การจัดการน้ำผิวดินต่อปัญหาน้ำท่วม น้ำแล้ง

จากการทบทวนกรอบแนวทาง มาตรการ และพื้นที่/โครงการนำร่อง การแก้ไขปัญหาอุทกภัย และแผ่นดินถล่ม (สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ, ตุลาคม 2545) สรุปมาตรการในการป้องกันและแก้ไขปัญหาไว้ดังนี้

1) มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง
   2. ปรับปรุงเกณฑ์จัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้งที่มีอยู่ในปัจจุบันและที่สร้างขึ้นใหม่
   3. การบริหารพื้นที่น้ำท่วม
      - แนะแนวการใช้ที่ดิน/กำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยจากอุทกภัย/ควบคุมการสูบน้ำบาดาล
      - เร่งรัดให้มีระบบพยากรณ์และเตือนภัยระบบการผจญอุทกภัยและระบบการบูรณะความเสียหายจากอุทกภัย
   3. การบริหารแหล่งน้ำเพื่อชะลอการไหลและเก็บกักน้ำ เช่น การปลูกป่า
2) มาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง
   1. พัฒนาแหล่งน้ำ (สร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ)
   2. ปรับปรุงสภาพลำน้ำและคันกั้นน้ำริมแม่น้ำ
   3. สร้างคันยกระดับปิดล้อมพื้นที่ชุมชน
   4. สร้างแอ่งชะลอน้ำและโครงการแก้มลิงของลุ่มน้ำ
   5. สร้างช่องทางผันน้ำท่วม

นอกจากนี้จากการทบทวน การศึกษาเกี่ยวกับ น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม (กรมทรพยากรน้ำ, 2545 และ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2546) ได้สรุปภาพรวมการบริหารจัดการสาธารณภัยภายในประเทศไว้ดังนี้

ก่อนการปฏิรูประบบราชการของประเทศที่เริ่มต้นเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2545 การบริหารจัดการสาธารณภัยในประเทศไทยค่อนข้างจะสลับซับซ้อน เนื่องจากเกี่ยวพันกับกฎหมายถึง 34 ฉบับ ภายใต้ความรับผิดชอบของส่วนราชการจำนวน 20 กรม ในจำนวน 9 กระทรวง ลักษณะของการปฏิบัติงานจะเป็นไปในรูปแบบของการประสานงานจากหลายหน่วยงานภายใต้การอำนวยการของสำนักเลขาธิการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน กรมการปกครอง และผู้ว่าราชการจังหวัด ทั้งหน่วยงานหลักและหน่วยงานที่เข้าร่วมปฏิบัติงานต่างมีภารกิจประจำของตน การเข้ามาปฏิบัติการด้านสาธารณภัยของหน่วยงานต่าง ๆ จึงเป็นเสมือนภารกิจฉุกเฉินเฉพาะกิจเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเป็นครั้งคราวไปเท่านั้น สิ่งเหล่านี้นำไปสู่อุปสรรคในการดำเนินงานซึ่งพอสรุปได้ ดังนี้

- การไม่มีองค์กรเฉพาะสำหรับรับผิดชอบด้านนี้โดยตรง ทั้งที่มีบุคลากรและทรัพยากรที่เพียงพอ จึงทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน เนื่องจากต้องทำงานในลักษณะการประสานงานระหว่างหลายหน่วยงาน

- ปัจจุบันองค์กรที่ทำหน้าที่หลักขาดบุคลากรและทรัพยากรที่มีความรู้ มีประสบการณ์ในการจัดการภาวะฉุกเฉินโดยตรง
- การปฏิบัติงานที่ผ่านมาเน้นการตั้งรับซึ่งเป็น การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า แต่ยังไม่เน้นการวิเคราะห์ความเสี่ยง และวางแผนเพื่อป้องกันในระยะยาวอย่างเป็นระบบขาดการเตรียมความพร้อม การแจ้งเตือนภัยที่ทันเหตุการณ์
- หน้าที่ความรับผิดชอบระหว่างหน่วยงานต่างๆ ซ้ำซ้อนกันทำให้เกิดความล่าช้าในการเข้าปฏิบัติงาน เนื่องจากหลายครั้งต้องมีการตกลงทำความเข้าใจกันก่อนเข้าปฏิบัติงาน
- บ่อยครั้งที่พบว่าขาดความชัดเจนในการสั่งการ และการประสานงานจากองค์กรอำนวยการ
- กฎหมาย และระเบียบปฏิบัติต่างๆ ล้าสมัย ไม่สอดคล้องเหมาะสมกับสภาพการณ์และสถานการณ์ปัจจุบัน
- ผู้เข้าปฏิบัติงานด้านนี้ยังยึดติดกับการทำตามหน้าที่เท่านั้น แต่ขาดจิตสำนึกของการเสียสละเพื่อส่วนรวมขาดการทุ่มเทอย่างจริงจัง
- ลักษณะของงานนี้เป็นงานที่มีความเสี่ยงสูงต่อชีวิต แต่ที่ผ่านมารัฐยังขาดการสร้างหลักประกันและความมั่นใจให้กับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน
- ขาดการศึกษา การติดตามและการประเมินผลอย่างต่อเนื่องจริงจัง เพื่อนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์วางแผนป้องกันบรรเทาสาธารณภัยและการฟื้นฟูบูรณะ

โดยความเป็นจริง ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่สามารถป้องกันและบรรเทาความรุนแรงหรือลดความสูญเสียลงได้ หากมีการจัดการที่ดีตั้งแต่การป้องกัน การเตรียมความพร้อม ก่อนเกิดภัย การช่วยเหลือ การบรรเทาภัยในระหว่างเกิดภัย การฟื้นฟูบูรณะ และการพัฒนาภายหลังเกิดภัย โดยองค์กรมืออาชีพรวมทั้งการศึกษา การวิเคราะห์ การวิจัยและการพัฒนาเพื่อให้ได้องค์ความรู้ในการเผชิญกับสาธารณภัยในอนาคต ดังนั้น ประเทศไทยจึงควรมีแผนยุทธศาสตร์ด้านการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (Disaster Management Plan) เป็นยุทธศาสตร์สำคัญอันดับต้นของการพัฒนาประเทศ และควรแยกเป็นบทเฉพาะในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ที่ผนวกการมีส่วนร่วมทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและประชาชน การสูญเสียทรัพยากรของประเทศจากสาธารณภัย เป็นสาเหตุสำคัญของความล่าช้าในการพัฒนาทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะในภาวะที่ทรัพยากรด้านการพัฒนามีจำกัด การเตรียมพร้อมโดยเฉพาะการป้องกันสาธารณภัยจึงเป็นความสำคัญที่ต้องได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษ ในการจัดทำแผนเพื่อบูรณาการการพัฒนาประเทศไทยให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ลดความยากจนและสร้างสมดุลของสิ่งแวดล้อม การให้ความสำคัญต่อการจัดการด้านบรรเทาสาธารณภัยในระดับรัฐบาลและในระดับสังคมโลกจะมีมากยิ่งขึ้น และโดยเฉพาะการพัฒนาที่มุ่งให้ประเทศไทยเป็นประเทศอุตสาหกรรมที่ทันสมัย รัฐบาลจำเป็นต้องมีแผนรองรับเพื่อหลีกเลี่ยงและลดผลกระทบทางลบที่จะ

เกิดต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด เนื่องจากความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมแก้ไขได้ยาก

การพัฒนาการในด้านการจัดการด้านการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยมีความก้าวหน้าแต่การระดมทรัพยากรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังขาดระบบที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งกฎหมายระเบียบที่เกี่ยวข้องยังไม่สามารถรองรับให้มีการแก้ไขปัญหาที่รุนแรงและเร่งด่วนได้ทันการณ์ ดังนั้นการเกิดสาธารณภัยขึ้นแต่ละครั้ง ประชาชนและประเทศจึงยังอาจได้รับความสูญเสียอย่างหนักต่อไปอีก จากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่า ความเสียหายส่วนหนึ่งลดลงได้มากหากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการป้องกันมีการเตรียมพร้อม มีการฝึกซ้อม มีการแจ้งเตือนอย่างจริงจัง ก่อนเกิดสาธารณภัยและเมื่อเกิดภัยขึ้นแล้ว มีระบบการระดมทรัพยากรให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ประสบภัย มักทำได้อย่างรวดเร็ว และทั่วถึงทำให้ลดการสูญเสียทั้งชีวิต และทรัพย์สินของผู้ประสบภัย และเจ้าหน้าที่ผู้ให้ความช่วยเหลือลงไปได้ การระดมทรัพยากรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังต้องการระบบการประสานที่ดี กฎหมาย ระเบียบ ที่เกี่ยวข้องกับการบรรเทาสาธารณภัยในปัจจุบัน ควรได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้อง กับการแก้ไขสถานการณ์ที่รุนแรงและเร่งด่วน แผนการป้องกันฝ่ายพลเรือนแห่งชาติควรได้รับการปรับปรุงให้สามารถนำมาปฏิบัติงานได้อย่างเป็นรูปธรรม

1.9 การจัดการน้ำใต้ดิน

จากการทบทวนโครงการจัดทำแผนแม่บทเพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2552 – 2555 (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2551) สรุปได้ว่า ในปี 2550 ประเทศไทยมีบ่อบาดาลรวมทั้งสิ้น 231,028 บ่อ มีการสูบน้ำบาดาลทั้งสิ้น 1,967.55 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็นบ่อบาดาลหน่วยงานราชการ มีจำนวนบ่อบาดาลทั้งสิ้น 200,449 บ่อ และบ่อบาดาลเอกชน 30,579 บ่อ ซึ่งประเมินได้ว่าบ่อบาดาลหน่วยงานราชการมีการสูบน้ำบาดาลทั้งสิ้น 1,014.42 ล้านลบ.ม./ปี และบ่อบาดาลเอกชน 953.12 ล้านลบ.ม./ปี สำหรับจังหวัดที่มีจำนวนบ่อบาดาล และปริมาณการสูบน้ำสูงสุด 15 อันดับ คือ จังหวัดที่เป็นเมืองหรือเขตที่มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูง ได้แก่ สมุทรสาคร สมุทรปราการ และพระนครศรีอยุธยา เป็นต้น ซึ่งจังหวัดเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นจังหวัดที่มีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมสูง ซึ่งมีความต้องการใช้น้ำบาดาล เป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยในการผลิต เช่น อุตสาหกรรมฟอกย้อม ประกอบกับในบางพื้นที่ของจังหวัด มีการจัดหาน้ำดิบเพื่ออุปโภคบริโภค เพราะการประปาส่วนภูมิภาคหรือในระดับท้องถิ่นที่ไม่สามารถกระจายไปสู่ผู้ใช้น้ำในภาคครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมได้ครอบคลุมทั่วพื้นที่ รวมไปถึงในบางจังหวัดมีการขาดแคลนแหล่งน้ำผิวดินที่เพียงพอต่อการใช้น้ำตลอดปี เช่น จังหวัดสระแก้ว และราชบุรี จึงส่งผลให้แนวโน้มการใช้น้ำบาดาลเพื่อตอบสนองความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค และอุตสาหกรรมของจังหวัดเหล่านี้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

สำหรับคุณภาพน้ำบาดาลโดยรวมของประเทศไทยอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง อยู่ที่ 7.2 ค่าเฉลี่ยของคลอไรด์ 114.3 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ยของปริมาณเหล็ก 0.8 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ยของความกระด้าง 235.6 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าเฉลี่ยของปริมาณสารละลาย 546.4 มิลลิกรัม/ลิตร

จากการทบทวนโครงการประเมินผลกระทบจากการบังคับใช้กฎหมายเกี่ยวกับการกำหนดค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลในเขตวิกฤตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2551) สรุปได้ว่าในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาในเขตท้องที่กรุงเทพมหานคร และบริเวณจังหวัดใกล้เคียง (จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดปทุมธานี จังหวัดนครปฐม จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนนทบุรีและจังหวัดสมุทรปราการ) มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เพื่อกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ อุตสาหกรรม อุปโภคบริโภค และการเกษตร ซึ่งมีปริมาณมากเกินกว่าที่ปริมาณน้ำที่ไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่างๆ ตามมาอย่างมากมาย ได้แก่ ปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดิน และปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล ในปี พ.ศ. 2538 กรมทรัพยากรธรณีจึงได้ปรับปรุงเขตวิกฤตขึ้นใหม่ตามสถานการณ์การลดลงของระดับน้ำบาดาล และอัตราการทรุดตัวของพื้นดิน และได้ประกาศเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลตามประกาศกรมทรัพยากรธรณี เมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2538 โดยได้มีการประมาณการไว้ว่า กรุงเทพฯและปริมณฑลมีอัตราการสูบที่ยอมรับได้ 1.2 ล้าน ลบ.ม. ต่อวัน ต่อมาในปี พ.ศ. 2547 ทางรัฐบาลได้มีการบังคับใช้กฎหมายในการควบคุมการใช้น้ำบาดาล ให้อยู่ในอัตราที่เหมาะสม และไม่เกินสมดุลของน้ำบาดาล โดยการใช้มาตรการจัดเก็บค่าใช้น้ำบาดาล และค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลในเขตพื้นที่วิกฤต ในปัจจุบันมีอัตราการเก็บค่าน้ำบาดาลและค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลสูงสุดอยู่ที่ลูกบาศก์เมตรละ 8.50 บาท และ 8.50 บาท ตามลำดับ ซึ่งมีราคาใกล้เคียงกับอัตราค่าน้ำประปา ส่งผลให้ผู้ใช้น้ำบาดาลในเขตบริการน้ำประปาเปลี่ยนมาใช้น้ำประปาแทนเพิ่มขึ้น ในทางกลับกันผู้ใช้น้ำหรือโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่นอกเขตบริการน้ำประปาในโซนพื้นที่วิกฤตต่ำกว่า (แต่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน) จะต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำดิบสูงขึ้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดความไม่เป็นธรรมในการจัดเก็บค่าใช้น้ำบาดาลในเขตพื้นที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้น กรมทรัพยากรน้ำบาดาล จึงเห็นควรให้มีศึกษาผลกระทบที่เกิดจากมาตรการอนุรักษ์น้ำบาดาลในเขตวิกฤติดังกล่าว เพื่อกำหนดมาตรการอนุรักษ์ที่เหมาะสมต่อไป

ผลการศึกษาจากแหล่งต่างๆ อาทิ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT, 1982) Japan International Cooperation Agency (JICA, 1995) ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2543) และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2547) มีความเห็นตรงกันว่าปัญหาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการใช้น้ำบาดาล จนทำให้ระดับน้ำในชั้นน้ำบาดาลลดลงและไม่คืนตัวนั้น จำเป็นต้องหาวิธีการเพื่อทำให้ระดับน้ำสูงขึ้น ซึ่งในทางเทคนิคอาจดำเนินการได้โดยการลดปริมาณการใช้น้ำบาดาล หรือการเติมน้ำลงไปในชั้นน้ำบาดาล หรือดำเนินการทั้ง 2 แนวทางควบคู่ไปในเวลาเดียวกัน โดยใช้หลักการที่ว่าในพื้นที่ที่ไม่จำเป็นเร่งด่วนจะใช้วิธีค่อยๆ

ลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อให้ระดับน้ำในชั้นน้ำบาดาลคืนตัวโดยไม่ต้องเติมน้ำ แต่สำหรับในพื้นที่ที่มีความจำเป็นเร่งด่วนจะใช้วิธีเติมน้ำควบคู่ไปกับการลดปริมาณการใช้น้ำบาดาล

สำหรับการศึกษาสภาพน้ำบาดาลที่ผ่านมาเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงหลังมาตรการอนุรักษ์น้ำบาดาลในเขตวิกฤตน้ำบาดาล สรุปได้ดังนี้

- ระดับน้ำบาดาล บริเวณส่วนกลางของพื้นที่ศึกษา กรุงเทพฯ สมุทรปราการ นนทบุรี นครปฐม มีระดับน้ำสูงขึ้นเนื่องจากมีการสูบน้ำบาดาลที่ลดลง เว้นแต่บริเวณสมุทรสาครและปทุมธานี มีระดับน้ำบาดาลลดต่ำลง เนื่องจากยังมีการสูบน้ำบาดาลที่มากอยู่
- อัตราการสูบน้ำบาดาล จากบ่อจดทะเบียนของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล พ.ศ. 2549 อยู่ที่ 1.27 ล้านลบ.ม./วัน ลดลง 37% จากปี พ.ศ.2546
- ความเค็มไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากปี พ.ศ. 2546
- การทรุดตัวของแผ่นดิน อัตราการทรุดตัวลดลงในช่วงปี พ.ศ. 2549-2550 ซึ่งอัตราการทรุดตัวเฉลี่ยอยู่ประมาณ 0.5 -1.0 ซ.ม./ปี

การประเมินผลกระทบจากมาตรการอนุรักษ์ สรุปผลการสำรวจผลกระทบจากมาตรการอนุรักษ์น้ำบาดาล ด้วยวิธีการใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการเยี่ยมชม ซึ่งผลการสำรวจสรุปพอสังเขปได้ว่า มีผู้ที่ใช้น้ำบาดาลในช่วงปี พ.ศ. 2547 ได้รับผลกระทบจากการปิดบ่อบาดาลประมาณร้อยละ 15 และส่วนผู้ใช้น้ำที่ขอผ่อนผันการใช้บ่อน้ำบาดาล ก็ได้รับผลกระทบจากราคาค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ผู้ใช้น้ำบาดาลรู้สึกว่าการจัดเก็บค่าอนุรักษ์น้ำไม่เป็นธรรมถึงร้อยละ 41

นอกจากนี้ ผลการศึกษามีการสรุปผลกระทบแยกออกเป็นด้านต่างๆ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ โดยสรุปได้ว่า มาตรการอนุรักษ์น้ำบาดาลส่งผลให้ระดับน้ำบาดาลยกตัวสูงขึ้น ในขณะที่แผ่นดินมีอัตราการทรุดตัวโดยรวมลดลง สำหรับผลกระทบด้านสังคมได้ชี้ให้เห็นประเด็นทางสังคมเกี่ยวกับความไม่เท่าเทียมกันได้การใช้มาตรการอนุรักษ์น้ำบาดาลของภาครัฐ ส่วนผลกระทบด้านเศรษฐกิจ พบว่า ผู้ประกอบการส่วนใหญ่สามารถแบกรับต้นทุนส่วนเพิ่มของค่าน้ำบาดาลไว้ได้ รวมทั้งการขึ้นราคาค่าน้ำยังมีส่วนผลักดันให้ผู้ประกอบการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำมากขึ้น

สำหรับผลการประเมินด้านการจัดเก็บค่าใช้และค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2549 มีการจัดเก็บรวม 1,317,321,998 บาท โดยแบ่งเป็นประเภทเกษตรกรรม 5,755,192 บาท อุปโภคบริโภค 54,046,769 บาท ธุรกิจบริการ 136,993,413 บาท และธุรกิจอุตสาหกรรม 1,120,526,624 บาท

การทบทวนในโครงการจัดทำแผนแม่บทเพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2552 – 2555 (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2551) สรุปได้ว่า ปัญหาทรัพยากรน้ำบาดาลเชิงพื้นที่ แบ่งออกเป็นปัญหาการใช้น้ำบาดาลมากเกินสมดุล เป็นผลสืบเนื่องมาจากการ

สูบน้ำบาดาลในปริมาณมาก โดยเฉพาะอย่างในเมืองใหญ่ ได้แก่ เชียงใหม่ สงขลา นครราชสีมา กรุงเทพมหานคร และขอนแก่นเป็นต้น คาดว่าผลการสูบน้ำปริมาณน้ำมากนี้จะทำให้เกิดปัญหาระดับน้ำบาดาลลดลง การทรุดตัวของแผ่นดิน และการรุกล้ำของน้ำเค็ม สำหรับปัญหาเชิงพื้นที่ที่สำคัญอีกปัญหาหนึ่ง คือ ปัญหาคุณภาพน้ำบาดาลที่เสื่อมโทรม ได้แก่ การปนเปื้อนอันเนื่องจากคุณสมบัติของชั้นน้ำ ได้แก่ การปนเปื้อนของเหล็ก การปนเปื้อนของน้ำบาดาลอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การทำฟาร์มกุ้ง การฝังกลบขยะ และการทำเหมืองแร่ ซึ่งข้อมูลปัญหาต่างๆ เหล่านี้สามารถนำไปใช้ประกอบการวางแผนแก้ไข หรือฟื้นฟูแหล่งน้ำบาดาลเชิงพื้นที่เบื้องต้นได้ สำหรับรายละเอียดของการศึกษาปัญหาน้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่ ยังคงจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป พอสรุปปัญหาทรัพยากรน้ำบาดาลเชิงพื้นที่ ได้ดังนี้

1) ปัญหาการใช้น้ำบาดาลมากเกินสมดุล
   1. ระดับน้ำบาดาลลดลง สำหรับพื้นที่ที่ได้มีการดำเนินการประเมินผลกระทบไปแล้ว ได้แก่ พื้นที่ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และบริเวณใกล้เคียง
   2. การทรุดตัวของแผ่นดิน เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล
   3. การรุกล้ำของน้ำเค็ม สำหรับพื้นที่ที่ได้มีการดำเนินการประเมินผลกระทบไปแล้ว ได้แก่ การรุกล้ำน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลจืดในแอ่งหาดใหญ่ ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
2) ปัญหาคุณภาพน้ำบาดาลที่เสื่อมโทรม
   1. คุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมตามธรรมชาติ ขึ้นอยู่กับสภาพธรณีวิทยาของชั้นน้ำบาดาล ได้แก่ พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลกระทบ ของตะกั่วและโลหะหนักในแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง
   2. คุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การปนเปื้อนของสารในชั้นน้ำบาดาลส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ตามแหล่งก่อมลพิษต่างๆ ในพื้นที่เกือบทุกภาคของประเทศไทย ได้แก่ พื้นที่ตั้งนิคมอุตสาหกรรม ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ สาเหตุของการปนเปื้อนส่วนใหญ่มาจากสารอินทรีย์ไอระเหย ของเสียจากน้ำมัน และแหล่งฝังกลบขยะมูลฝอยเทศบาล นอกจากนี้ ยังมีของเสียภาคเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม และแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แหล่งปนเปื้อนที่สำคัญๆ ได้แก่
      - การปนเปื้อนของกากของเสียจากน้ำมัน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
      - แหล่งกลบฝังขยะ ในพื้นที่ภาคกลางตอนบน
      - การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ในพื้นที่คาบสมุทรสทิงพระ และลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
      - การปนเปื้อนของน้ำบาดาลจากสารอินทรีย์ไอระเหย บริเวณนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ในพื้นที่จังหวัดระยอง และจังหวัดชลบุรี
      - การปนเปื้อนของกากของเสียจากน้ำมัน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
      - การปนเปื้อนของเสียภาคเกษตรกรรม ในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง และลุ่มน้ำท่าจีน

ทั้งนี้ในแง่ของการฟื้นฟู และอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่/ลุ่มน้ำต่างๆของประเทศไทยสามารถขยายผลต่อจากโครงการศึกษาการปนเปื้อนเหล่านี้ๆ ได้ โดยมีบางโครงการได้จัดทำแผนที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารในชั้นน้ำบาดาล เช่น พื้นที่ภาคตะวันออก และภาคกลางตอนบน เป็นต้น ควรมีการจัดทำแผนที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารพิษในชั้นน้ำบาดาลให้ครบคลุมพื้นที่เขตอุตสาหกรรมทั่วประเทศไทย

จากการทบทวนสถานการณน้ำบาดาล และสภาพปัญหาเชิงพื้นที่ ในปี 2550 ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความต้องการใช้น้ำของลุ่มน้ำในปัจจุบัน และอนาคต สรุปได้ดังนี้

1) ในภาพรวมของประเทศไทย ยังมีความต้องการใช้น้ำบาดาลในเขตพื้นที่ชนบท โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำมูล และลุ่มน้ำชี ซึ่งมีจำนวนหมู่บ้านที่ขาดแคลนน้ำทั้งอุปโภคบริโภค และการเกษตรเป็นจำนวนมาก สูงถึง 7,074 หมู่บ้าน และ 3,939 หมู่บ้าน ตามลำดับ
2) ประเทศไทยมีความต้องการใช้น้ำบาดาลเพื่อตอบสนองต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมในลุ่มน้ำเจ้าพระยา และลุ่มน้ำบางปะกง ได้แก่ กลุ่มจังหวัดกรุงเทพและปริมณฑล มีการใช้น้ำบาดาลในภาคเอกชนสูงถึง 1.1 ล้านลบ.ม.ต่อวัน (ในปี 2557 อัตราสูบน้ำบาดาลในเขตกทม และ ปริมณฑล ลดลงต่ำกว่าอัตราควบคุมแล้ว จากมาตราการอนุรักษ์ที่ออกมา) นอกจากนี้ในอนาคต ยังมีความจำเป็นต้องใช้น้ำบาดาลในเขตชนบท เพื่ออุปโภคบริโภคตามนโยบายน้ำสะอาดของรัฐ โดยเฉพาะพื้นที่นอกเขตบริการของการประปาส่วนภูมิภาคหรือนอกเขตเทศบาล
3) น้ำบาดาลสามารถใช้เป็นแหล่งน้ำเสริมในพื้นที่เกษตรกรรมในกรณีที่มีน้ำผิวดินไม่เพียงพอความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูกข้าวในช่วงฤดูแล้ง
4) มีความจำเป็นในการพัฒนาแนวทางการใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดินอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้การบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
5) มีความจำเป็นในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลที่เสื่อมโทรมลงตามธรรมชาติ เพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำสะอาดสำหรับการอุปโภคบริโภคในพื้นที่ขาดแคลนน้ำ หรือภัยแล้งซ้ำซาก
6) มีความจำเป็นในการฟื้นฟูคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การปนเปื้อนของสารในชั้นน้ำบาดาลส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ตามแหล่งก่อมลพิษต่างๆ ในพื้นที่เกือบทุกภาคของประเทศไทย ได้แก่ พื้นที่ตั้งนิคมอุตสาหกรรม ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ สาเหตุของการปนเปื้อนส่วนใหญ่มาจากสารอินทรีย์ไอระเหย ของเสียจากน้ำมันและแหล่งฝังกลบขยะมูลฝอยเทศบาล นอกจากนี้ยังมีของเสียภาคเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม และแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แหล่งปนเปื้อนที่สำคัญๆ ได้แก่
   - การปนเปื้อนของกากของเสียจากน้ำมัน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
   - แหล่งกลบฝังขยะ ในพื้นที่ภาคกลางตอนบน
   - การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ในพื้นที่คาบสมุทรสทิงพระ และลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

- การปนเปื้อนของน้ำบาดาลจากสารอินทรีย์ไอระเหย บริเวณนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน
- การปนเปื้อนของเสียภาคเกษตรกรรม ในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง และลุ่มน้ำท่าจีน

1.10 สรุปสาระ

ประเทศไทยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในปี ค.ศ. 1979-2006 ประมาณ 1,408.3 มม. แบ่งเป็น ฤดูฝน 1,265.3 มม. และฤดูแล้ง 143.0 มม. ในปี 2550 ประมาณ 60,414 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ปริมาณการใช้น้ำอุปโภคบริโภคโดยรวม ประมาณ 1,696.62 ล้านลบ.ม./ปี ปริมาณการใช้น้ำอุตสาหกรรมโดยรวม ประมาณ 4,238.9 ล้านลบ.ม./ปี ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรโดยรวม ประมาณ 54,478 ล้านลบ.ม./ปี ประเทศไทยมีปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยรวมในปี พ.ศ.2550 ประมาณ 41,489 ล้านลบ.ม./ปี และมีปริมาณน้ำบาดาลที่พัฒนาได้ของแอ่งน้ำบาดาลโดยรวม 27,376 ล้านลบ.ม./ปี

ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดิม 3,567ลานลบ.ม.ต่อปี ในปี 2547 เป็น 4,071 ล้านลบ.ม.ต่อปี ในปี 2567 ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดิม 2,227 ล้านลบ.ม.ต่อปี ในปี 2547 เป็น 4,040 ล้านลบ.ม.ต่อปี ในปี 2567 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในเขตชลประทาน ได้ประเมินว่า เมื่อมีการพัฒนาโครงการชลประทานตามแผนแล้ว จะทำให้พื้นที่ชลประทาน โดยรวมของประเทศไทย เพิ่มขึ้นจากเดิม 21,868,000 ไร่ ในปี 2547 เป็น 27,162,255 ไร่ ในปี 2567 ซึ่งมีความต้องการน้ำผันแปรไปตามสถานการณ์น้ำต่างๆ (ซึ่งจะส่งผลต่อพื้นที่เพาะปลูก) โดยที่ในปี 2567 กรณีที่เป็นปีน้ำมากมีความต้องการน้ำ 24,695 ล้านลบ.ม.ต่อปี กรณีปีน้ำปกติ 23,360 ล้านลบ.ม.ต่อปี กรณีปีน้ำน้อย 21,758 ล้านลบ.ม.ต่อปี ตามลำดับ

บทที่ 2
สถานะความมั่นคงด้านน้ำของไทย

ในการประชุม RIO+20 ที่บราซิล ได้มีการอภิปรายอย่างมากเกี่ยวกับการพัฒนาเขียวอย่างยั่งยืน เพื่อปกป้องคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยการเพิ่มรายได้และลดความยากจนในโลก ประเทศที่จะประสบความสำเร็จในการพัฒนาสีเขียวอย่างยั่งยืน จะขึ้นกับประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากรน้ำได้อย่างบูรณการ และการจัดหาน้ำและดูแลสุขอนามัยอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ ในการรับมือกับวิบัติภัยทางน้ำซึ่งมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้นในระยะหลังนี้ ได้มีการเสนอแนวคิดการอยู่กับน้ำในการวางแผนลดวิบัติภัย และรับมือกับการเปลี่ยน แปลงของสภาพภูมิอากาศของโลกไปพร้อมๆกัน

แนวคิดดัชนีความมั่นคงทางด้านทรัพยากรน้ำ เป็นหัวข้อหนึ่งที่มีการเสนอโดยธนาคารพัฒนาแห่งเอเชียเพื่อใช้ในการดูแลการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ดัชนีที่เสนอดังกล่าวประกอบด้วย ความมั่นคงของน้ำชนบท น้ำในเขตเมือง น้ำเพื่อการพัฒนา คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำ และพิบัติภัย ซึ่งจะเป็นมาตรวัดภาพรวมของการพัฒนา และดำเนินการโครงการต่างๆ ซึ่งสามารถไปใช้ควบคู่กับการวางแผนเศรษฐกิจสังคมของประเทศได้

การทบทวนตัวเลขพื้นฐานด้านประชากร ผลิตภัณฑ์มวลรวม เทียบกับ การใช้น้ำของประเทศมาเปรียบเทียบกับประเทศอื่นในโลกและในอาเซียน จะทำให้เห็นจุดแข็ง จุดอ่อนและโอกาสของสถานะการใช้น้ำของประเทศไทยในการอยู่ร่วมในประชาคมอาเซียนได้ดียิ่งขึ้น และการพัฒนาโดยใช้ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำ ควรสร้างเครื่องมือและกลไกความเชื่อมโยงกับปัจจัยและผลผลิตด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อมให้ชัดเจนเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อการกำหนดนโยบายต่างๆได้ ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (millennium sustainable growth)

บทนี้แนะนำแนวคิดของดัชนีความมั่นคงด้านน้ำ การวิเคราะห์สถานะความมั่นคงด้านน้ำของไทยเทียบกับประเทศต่างๆในโลก ซึ่งจะทำให้ทราบจุดแข็ง จุดอ่อนของไทย และนำไปสู่ข้อเสนอแนะต่อการจัดการทรัพยากรน้ำต่อไป

2.1 แนวคิดจาก RIO+20 และของโลกในส่วนที่เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ

รายงานจากการประเมินการจัดการน้ำในประเทศต่างๆ ของสหประชาชาติ พบว่าหลังปี 1992 กว่า 80 % ของประเทศในโลกได้ดำเนินการปฏิรูปปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการจัดการน้ำโดยใช้แนวคิดบูรณาการ (ตามแผนปฏิบัติการโจฮันเนสเบอก) ซึ่งทำให้ประเทศที่ปรับโครงสร้างด้านองค์กร กฎหมายและนโยบายสนับสนุน ส่งผลต่อการจัดการด้านน้ำดีขึ้น และสร้างผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคมตามมาในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม การสำรวจยังพบว่า ความเสี่ยงที่เกี่ยวกับน้ำ และการแก่งแย่งด้านทรัพยากรน้ำในช่วงที่ผ่านมาในหลายประเทศ

ก็มีเพิ่มขึ้น ความพยายามในการบูรณาการด้านการจัดการมีความก้าวหน้าทางด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน แต่ยังต้องพยายามยกระดับในด้านการประสานงานให้มากขึ้น หลายประเทศมีการพัฒนาในการหาแหล่งทุนที่หลากหลายในการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำ แต่การเก็บค่าบริการยังไม่คืบหน้ามากนัก

แนวทางการบูรณาการในการจัดการ และพัฒนาทรัพยากรน้ำยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจสีเขียว ความสำเร็จของเศรษฐกิจสีเขียวจะขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพ ความยั่งยืน การบูรณการการจัดการทรัพยากรน้ำ และการจัดหาบริการน้ำกินน้ำใช้ และบริการน้ำทิ้งอย่างเพียงพอและยั่งยืน กล่าวคือ จัดหาให้มีโอกาสเข้าถึงน้ำกินน้ำใช้และน้ำทิ้ง กำหนดให้มีเป้าหมายที่ชัดเจนในการพัฒนาระบบจัดการและกำจัดน้ำเสีย จัดทำและดำเนินการมาตราการเพื่อปรับปรุงการจัดการทรัพยากรน้ำ รวมถึงการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ให้มีการทบทวนและติดตามความคืบหน้าตามเป้าหมายสำคัญที่กำหนดโดยมีกลไกการติดตามและเครื่องมือในการรายงาน

การประชุม RIO+20 (UN, 2012) ซึ่งถือว่ามีความสำคัญต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ในยุคปัจจุบัน โดยมีวิสัยทัศน์ ในการใช้แนวคิดเศรษฐกิจสีเขียวอย่างยั่งยืน ปกป้องสุขภาพของสิ่งแวดล้อม สนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาความมั่งคั่ง โดยการเพิ่มรายได้ สนับสนุนงานที่ถูกต้อง ทำนองคลองธรรม ลดความยากจน และเสนอให้มีการกำหนดเป้าหมายต่อการจัดการทรัพยากรน้ำ (เทียบความก้าวหน้าจากที่ประชุม UNCED ในปี 1992) และจัดให้มีระบบการรายงานที่ประจักษ์และชัดเจน

แนวคิดอีกด้านหนึ่งของโลกในปัจจุบันนี้ สืบเนื่องจากแนวคิดในความพยายามที่จะแก้ปัญหาน้ำโดยเฉพาะการต่อสู้ต่ออุทกภัยที่ผ่านมา มีทั้งการใช้มาตราการด้านโครงสร้าง ไม่ใช้โครงสร้างและการจัดการ แต่ความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่คาดว่าจะมีมากขึ้น โดยเฉพาะเหตุการวิกฤติ (extreme case) ทำให้แนวคิดการสู้ดังกล่าวอาจมีข้อจำกัดทั้งในแง่งบประมาณและการยอมรับ จึงเกิดแนวคิดในการอยู่กับน้ำ (live with water) ขึ้น โดยเริ่มจากประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งเป็นประเทศที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขสู้กับน้ำมาตลอด แนวคิดดังกล่าวได้พยายามจัดระบบการป้องกันน้ำท่วมที่ยั่งยืน (Hans de Jong (2011)) โดยให้สอดคล้องกับสภาพทางธรรมชาติ การให้บริการด้านน้ำไปด้วยกัน ความพยายามที่จะแยกระบบน้ำออกไปเป็นเอกเทศ ทำให้ลดปฏิสัมพันธ์ของสังคมกับน้ำ และลดภาวะความสามารถปรับตัว (resilience) ด้านความปลอดภัยและระบบนิเวศน์ คำตอบที่ดีจึงควรเป็นระบบเปิด ที่มีคันและท่อลอดขนาดใหญ่ ที่ไม่รบกวนพลวัตรของธรรมชาติที่มีอยู่ในแต่ละวัน และต้องยกความตระหนักให้กับประชาชนในการอยู่กับน้ำและรับความเสี่ยงจากน้ำท่วม ในระบบป้องกันน้ำท่วมที่สร้างสรรค์และมีระบบคาดการณ์ในอนาคต

2.2 แนวคิดการพัฒนาดัชนี

การพัฒนาเศรษฐกิจสังคม และสิ่งแวดล้อมของโลก จากนี้ไปจะมีแนวความคิดเกี่ยวกับ เศรษฐกิจสีเขียว และการอยู่กับน้ำเข้ามาประกอบการวางแผน เพื่อตอบสนองต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจ ความแปรปรวนของธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาความยากจน ปัจจัยด้านทรัพยากรน้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาดังกล่าว (จากที่ประชุม RIO+20) โดยที่ประเทศที่มีทรัพยากรน้ำดีพอ และมีการจัดการไม่ให้แปรปรวนมากจะมีโอกาสในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมได้ดีกว่า จึงมีแนวคิดในการพัฒนาดัชนีความมั่นคงด้านทรัพยากรน้ำเพื่อใช้ในการวัดและกำกับสถานะของน้ำในภูมิภาคต่างๆ ประกอบการวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

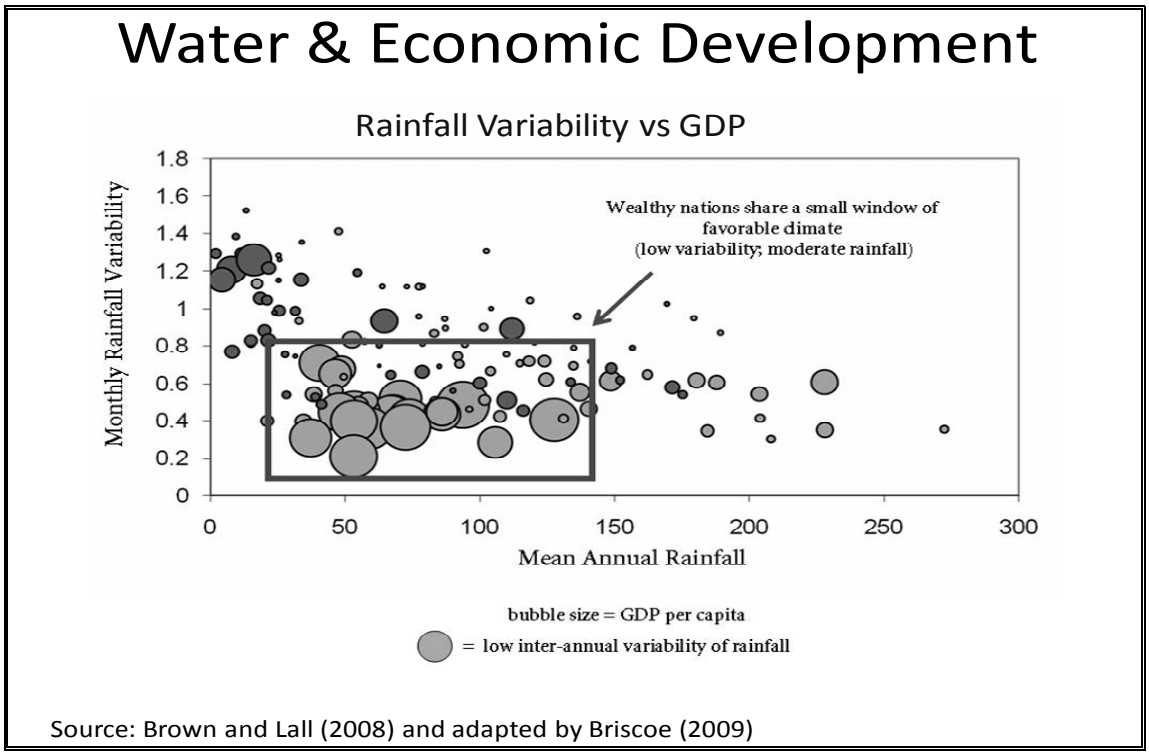
2.3 การพัฒนาดัชนีความมั่นคงด้านทรัพยากรน้ำ

การพัฒนาทรัพยากรน้ำที่ผ่านมาเริ่มจากการพัฒนาโครงการ การดำเนินการและติดตามปรับปรุงแก้ไขระบบต่างๆ โดยมุ่งหวังจะให้ประชาชน และสังคมได้รับบริการพื้นฐานในการยังชีพ และอีกส่วนหนึ่งเพื่อใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจ ในระยะหลังได้มีการนำประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมมาประกอบในการวางแผนทรัพยากรน้ำเพิ่มด้วย ตัวชี้วัดที่จะบอกถึงความเพียงพอ ความเสี่ยง และพัฒนาสู่ความมั่นคงทางด้านน้ำ มีวิวัฒนาการเพื่อจะช่วยให้เห็นสถานะของการพัฒนาจัดการทรัพยากรน้ำที่ชัดเจนยิ่งขึ้น และมีการมองจากหลายมิติมากขึ้น เช่น การกำหนดความพอเพียงของทรัพยากรน้ำทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพเพื่อสุขอนามัย การดำรงชีวิต รักษาระบบนิเวศน์ และใช้เป็นปัจจัยในการผลิต รวมทั้งเพียงพอที่จะใช้สำหรับบรรเทาความเสี่ยงอันเกิดจากน้ำที่กระทบต่อประชาชน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ (Grey and Sadoff, 2007) หรือ การนิยามให้ประชาชนทุกคนสามารถเข้าถึงน้ำที่สะอาด ปลอดภัยในปริมาณเพียงพอ โดยมีค่าใช้จ่ายในระดับราคาที่สามารถจ่ายได้ เพื่อทำให้ชีวิตมีสุขอนามัย และมีคุณภาพชีวิตที่ดี ในขณะเดียวกันสิ่งแวดล้อมก็ได้รับการปกป้องรักษา (Global Water Partnership, 2010)

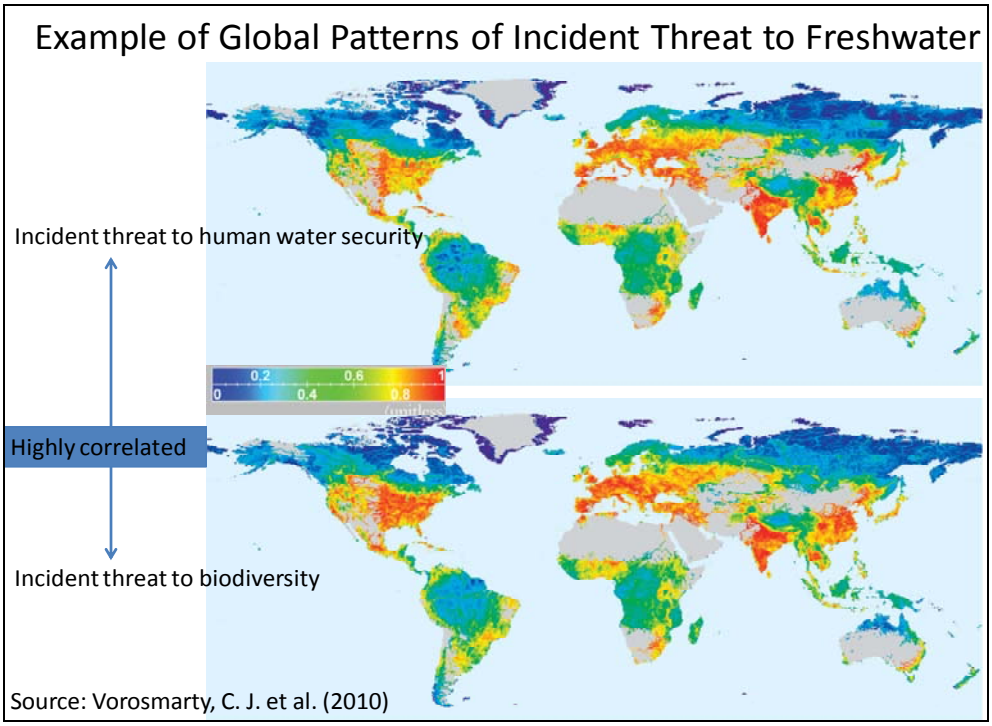
ที่ผ่านมา การประยุกต์ใช้ดัชนีทำนองนี้มีให้เห็น ในการดูปริมาณน้ำฝน ความแปรปรวนของปริมาณฝนรายเดือน กับ ผลิตภัณฑ์รวมของประเทศ (ดังรูปที่ 2-1) ซึ่งก็จะเห็นว่าถ้าประเทศมีปริมาณน้ำในปริมาณหนึ่งและความแปรปรวนน้อย จะมีแนวโน้มที่มีค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศสูงกว่าประเทศที่มีความแปรปรวนสูง หรือปริมาณน้ำมากได้ ปริมาณน้ำจืดที่ประเทศมียังส่งผลต่อความเสี่ยงของความมั่นคงของมนุษย์ และความหลากหลายทางชีวภาพได้ (ดังรูปที่ 2-2)

แต่ละประเทศยังคำนึงถึงการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมอยู่ แต่พื้นฐานที่สำคัญของการพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น องค์ประกอบทางด้านทรัพยากรน้ำยังเป็นปัจจัยหลักและสำคัญที่จะต้องมีเพื่อให้เกิดการพัฒนา และยั่งยืนได้ แนวคิดความมั่นคงทางด้านน้ำจึงได้มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้เห็นสถานะที่แท้จริงของการพัฒนาพื้นฐานดังกล่าว องค์ประกอบของความมั่นคง

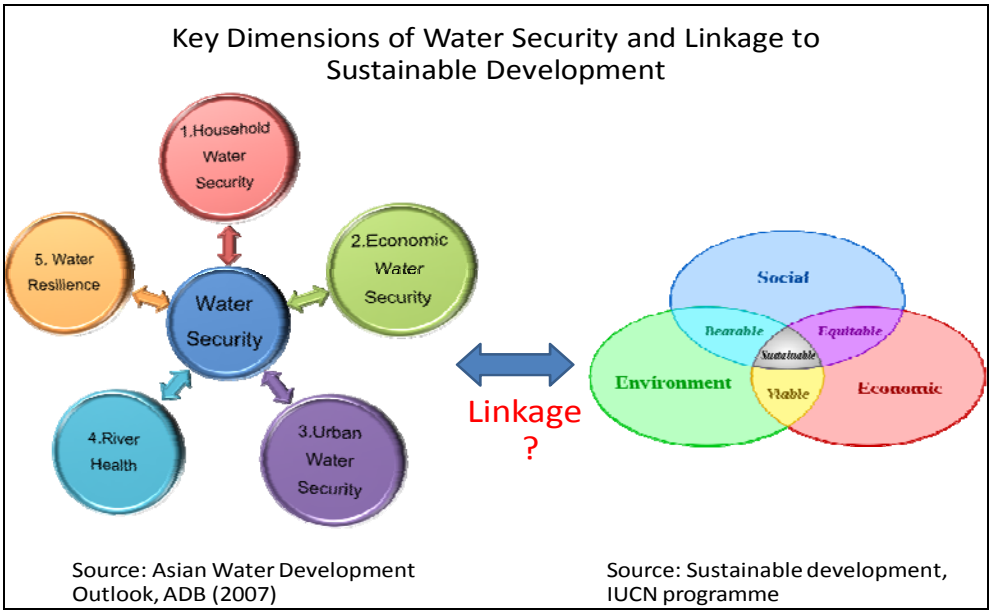
ตามที่ธนาคารพัฒนาแห่งเอเชีย ได้สรุปปัจจัยสำคัญของแนวคิดความมั่นคงทางด้านน้ำว่า มีองค์ประกอบสำคัญดังนี้ ความมั่นคงของน้ำใช้ในครัวเรือน ความมั่นคงของน้ำเพื่อเศรษฐกิจ ความมั่นคงของน้ำสำหรับเมือง ความมั่นคงของน้ำต่อสุขภาพของแม่น้ำ ความมั่นคงด้านทรัพยากรน้ำต่อความสามารถปรับตัว (ในที่นี้หมายความถึง ลดความสูญเสียและสามารถฟื้นคืนจากวิบัติภัยได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว, resilience to disaster) (ดังรูปที่ 2-3)



รูปที่ 2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปี (ซม.) ความแปรปรวนของปริมาณฝน (Coefficient of variation) และ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประเทศ (โดยสีเทาของวงกลมแสดงถึงความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปี (Inter-annual coefficient of variation) สีเทาอ่อนหมายถึงแปรปรวนน้อย และสีเทาเข้มหมายถึงแปรปรวนมาก)



รูปที่ 2-2 ระดับความเสี่ยงของความมั่นคงทางน้ำและความหลากหลายทางชีวภาพต่อปริมาณน้ำจืด (โดยระดับความเสี่ยงแสดงด้วยค่าระหว่าง 0-1 โดยค่าหนึ่งหมายถึงมีความเสี่ยงสูงมาก)



รูปที่ 2-3 แนวคิดดัชนีความมั่งคงทางน้ำกับการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม

2.4 สถานะความมั่นคงด้านน้ำของไทยในบริบทโลก เอเซีย และอาเซียน

การประเมินสถานะความมั่นคงด้านน้ำ ยึดแนวคิดดัชนีความมั่นคงด้านน้ำ เพื่อแสดงสถานะการใช้น้ำของประเทศ โดยอธิบายจาก 5 ด้าน คือ ด้านน้ำพื้นฐาน น้ำยังชีพ น้ำเพื่อพัฒนา วิบัติภัย และน้ำเพื่ออนาคต (ใช้แนวคิดของ ADB แต่ปรับตัวแปรอิงตามข้อมูลที่มีเผยแพร่จากแหล่งต่างๆที่หาได้) ผลวิเคราะห์ข้อมูลของสถานะการใช้น้ำของประเทศไทยทั้ง 5 ประเด็น ร่วมกับผลิตภาพของการใช้น้ำรวมเป็น 6 ประเด็น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสถานะการใช้น้ำ และค่าความมั่นคงด้านน้ำของประเทศอื่นๆในระดับสากล (ดังตารางที่ 2-1 และรูปที่ 2-4) และการจัดลำดับของประเทศไทยเทียบกับโลก เอเซีย และอาเซียน (ดังตารางที่ 2-2) แล้ว พบว่าประเทศไทยมีทั้งจุดแข็งและจุดอ่อนในด้านน้ำในหลายๆประเด็น ทั้งนี้จะมีผลต่อศักยภาพในการแข่งขันของไทยกับประเทศอื่นๆจากการเปิดเสรีอาเซียน (AEC) ที่จะเกิดขึ้นในปี 2558 จุดแข็งและจุดอ่อนในด้านน้ำของไทย (สุจริต และคณะ 2554, 2556; Sucharit K., et.al., 2008, 2012, 2014) มีรายละเอียดดังนี้

- จุดแข็ง
  - อัตราการเข้าถึงแหล่งน้ำดื่มที่สะอาดที่สูงมาก (ร้อยละ 98) มากกว่าอัตราการเข้าถึงแหล่งน้ำดื่มที่สะอาดของโลก เอเซีย และอาเซียน
  - อัตราประชากรที่มีการเข้าถึงแหล่งน้ำที่ถูกสุขอนามัย (Improved sanitation facility) (ร้อยละ 96) สูงกว่าอัตราเฉลี่ยโลก เอเซีย และอาเซียน
  - พื้นที่ชลประทานของไทย มีประมาณ 25% ของพื้นที่ถือครองการเกษตร (มากเป็นอันดับที่ 8 ของโลก) เปอร์เซนต์สูงกว่าพื้นที่ชลประทานทั่วโลก (19%) และอาเซียน (18%)
  - น้ำเพื่อทำประมงน้ำจืด เท่ากับ 1,385,801 ลบ.ม. ต่อคน สูงกว่าค่าเฉลี่ยของระดับโลก และค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศอาเซียน เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของไทยที่มีพื้นที่เป็นแหล่งทำประมงน้ำจืด ประมาณ 3,750 ตารางกิโลเมตร ทำให้ไทยมีผลผลิตสัตว์น้ำจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปริมาณที่สูง

- จุดอ่อน
  - ประเทศไทยมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยเท่ากับ 6,382 ลบ.ม.ต่อคนต่อปี ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลก เอเซีย และกลุ่มอาเซียน
  - สัดส่วนการใช้น้ำในภาคการเกษตร ที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยในระดับโลกมาก
  - น้ำฟรุตปรินส์ (water footprint) ในภาคเกษตรของประเทศไทยสูงเป็นอันดับ 3 ของโลก ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้น้ำที่ต่ำของประเทศ ส่งผลต่อขีดความสามารถในการแข่งขันที่ต่ำของประเทศ

- ศักยภาพในการพัฒนา
  - สัดส่วนการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรมยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในระดับโลกอยู่มาก การใช้น้ำต่อคนของไทย เท่ากับ 34 ลบ.ม. ต่อปี ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยโลก (97 ลบ.ม.) เอเซีย (60 ลบ.ม.) และกลุ่มประเทศอาเซียน (49 ลบ.ม.)
  - น้ำเพื่อผลิตพลังงานของไทย (4%) อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าพลังน้ำของโลก (ร้อยละ 31) เอเซีย (ร้อยละ 20) และอาเซียน (ร้อยละ 14)

สรุปภาพรวมจุดแข็งจุดอ่อนและศักยภาพในด้านน้ำของประเทศไทยเมื่อเทียบกับโลก เอเซีย และอาเซียน แสดงดังตารางที่ 2-3 และ แสดงคะแนนและลำดับในแต่ละด้านในรูปที่ 2-4

ตารางที่ 2-1 ค่าเฉลี่ยการใช้น้ำของโลก เอเซีย อาเซียน ประเทศไทย และลำดับที่ของการใช้น้ำของประเทศไทย

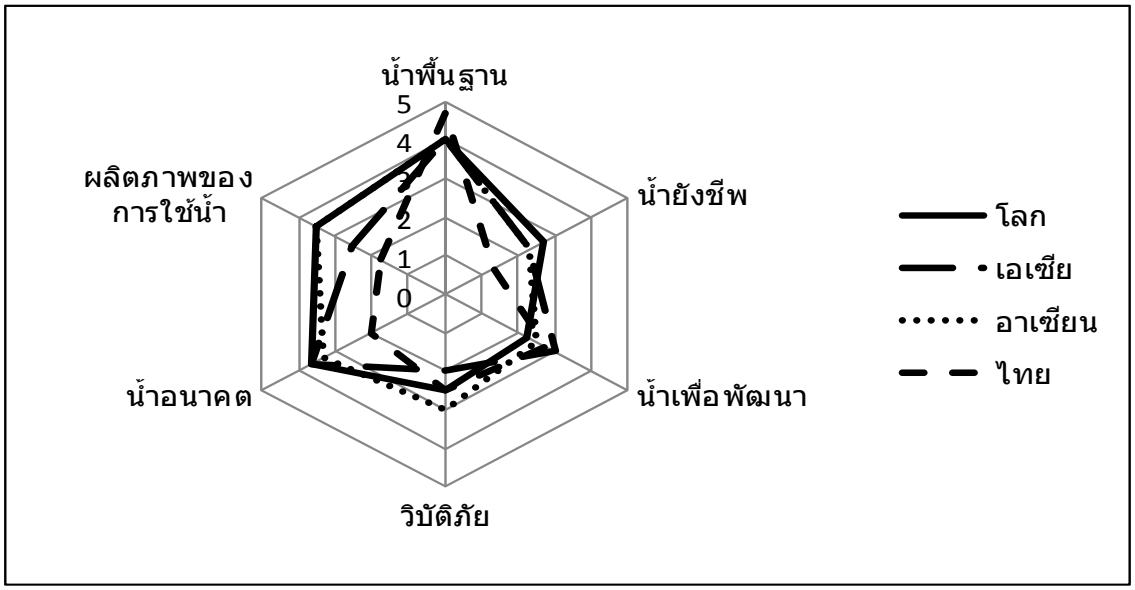
หัวข้อ	องค์ประกอบ	ระดับโลก		ระดับเอเซีย		ระดับอาเซียน		ไทย
		ค่าเฉลี่ย	ลำดับ	ค่าเฉลี่ย	ลำดับ	ค่าเฉลี่ย	ลำดับ	
น้ำพื้นฐาน	1.ปริมาณน้ำจืดที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่(ลบ.ม/.คน)	22,167	79	10,854	15	19,205	8	6,382
	2.น้ำบริโภค (ลบ.ม/.คน)	84	46	84	9	85	3	98
	3.น้ำเพื่อสุขาภิบาล (ลบ.ม/.คน)	67	15	70	6	71	2	96
น้ำยังชีพ	1.ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม/.คน)	511	12	842	9	531	7	1,391
	2.น้ำบริโภค (ลบ.ม/.คน)	84	46	84	9	85	3	98
	3.น้ำเพื่ออาหาร น้ำเกษตร (ลบ.ม/.คน)	354	159	712	7	424	1	1,322
น้ำเพื่อพัฒนา	1.พื้นที่ชลประทาน (%)	19	49	41	30	18	3	25
	2. น้ำอุตสาหกรรม (ลบ.ม/.คน)	97	68	60	18	49	4	34
	3. น้ำพลังงาน (%)	31	89	20	23	14	6	4
	4. น้ำเพื่อประมงน้ำจืด (ลบ.ม/.คน)	346,734	4	1,241,323	4	582,458	2	1,385,801
วิบัติภัย	1. น้ำท่วม (US$)	3,543,108	3	8,670,092	2	6,002,888	1	41,051,592
	2. น้ำแล้ง (US$)	1,261,531	22	1,896,770	5	239,512	2	424,300
น้ำอนาคต	1. การเพิ่มของประชากร (%)	1.3	137	1.43	38	1.31	10	0.43
	2. การเพิ่มของประชากรเมือง(%)	63	147	59	30	59	7	42
	3. ฟรุตพรินต์ (ลบ.ม/.คน)	1,338	7	1,304	2	1,697	2	2,223
ผลิตภาพของการใช้น้ำ	1.GDP (ล้าน US$)	343,530	29	445,799	7	151,224	2	318,907
	2. ผลิตภาพ (US$ /น้ำ 1 ลบ.ม)	81	132	41.3	132	117.3	6	3.6
	3. ผลิตภาพภาคเกษตร (US$ /น้ำ 1 ลบ.ม)	392	124	33.8	18	162.5	7	0.32
	4. ผลิตภาพภาคอุตสาหกรรม (US$ /น้ำ 1 ลบ.ม)	169.1	63	69.5	8	121.6	4	51.2

ตารางที่ 2-2 คะแนนสถานะการใช้น้ำของโลก เอเชีย อาเซียน และประเทศไทย

หัวข้อ	น้ำหนัก	โลก	เอเชีย	อาเซียน	ไทย
น้ำพื้นฐาน	5	4.0	4.0	4.0	4.7
น้ำยังชีพ	5	2.7	2.3	2.3	1.3
น้ำเพื่อพัฒนา	5	2.3	3.0	2.5	2.8
วิบัติภัย	5	2.5	2.0	3.0	2.5
น้ำอนาคต	5	3.7	3.7	3.3	2.0
ผลิตภาพการใช้น้ำ	5	3.5	2.5	3.5	1.8

ตารางที่ 2-3 สรุปภาพรวมจุดแข็ง จุดอ่อนและศักยภาพในด้านน้ำของประเทศไทย

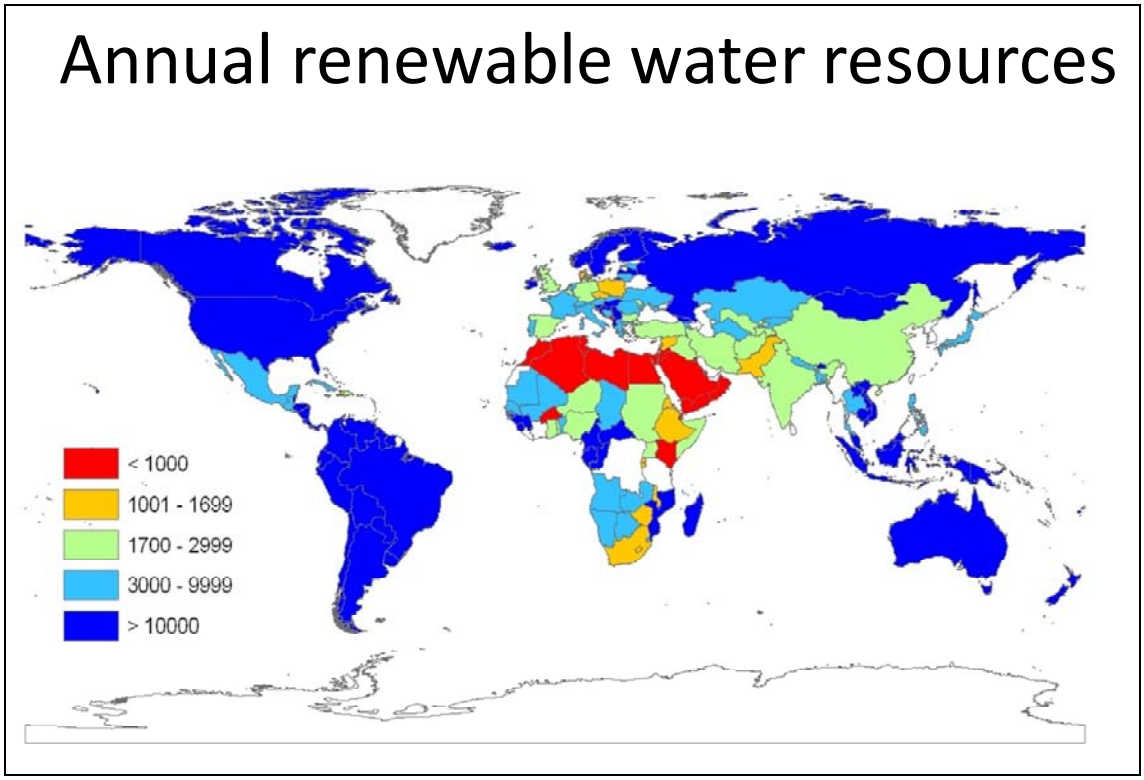
จุดแข็ง จุดอ่อนและศักยภาพในด้านน้ำของประเทศไทย		
จุดแข็ง	**จุดอ่อน**	**ศักยภาพ**
• อัตราการเข้าถึงแหล่งน้ำดื่มที่สะอาด • อัตราการเข้าถึงแหล่งน้ำที่ถูกสุขอนามัย • พื้นที่ชลประทาน • น้ำเพื่อประมงน้ำจืด	• ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย • น้ำเกษตร • water footprint	• น้ำเพื่ออุตสาหกรรม • น้ำเพื่อพลังงาน



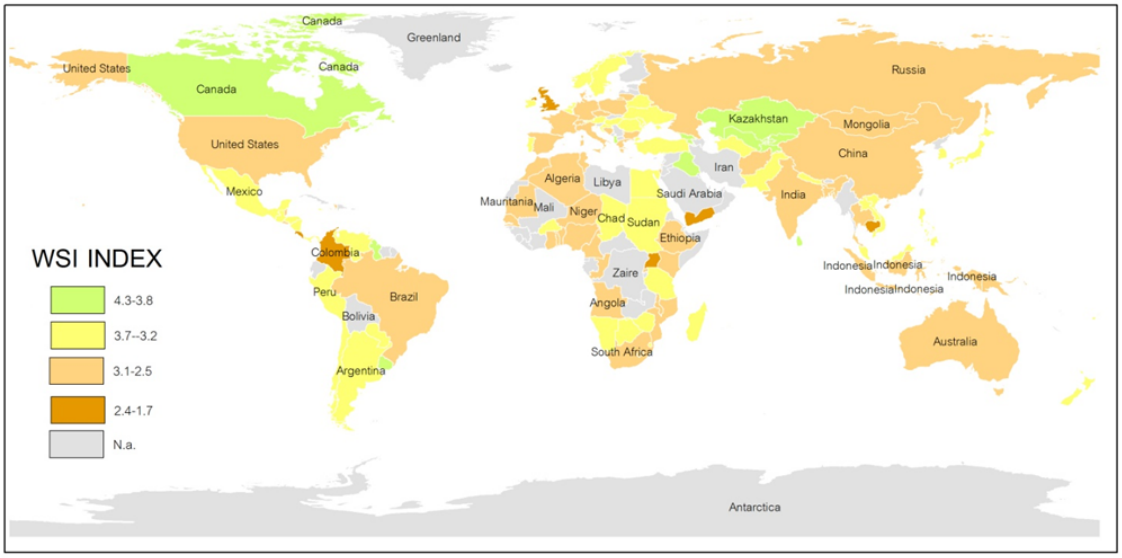
รูปที่ 2-4 เปรียบเทียบคะแนนสถานะการใช้น้ำของโลก เอเชีย อาเซียน และประเทศไทย

การประเมินปริมาณทรัพยากรน้ำที่แต่ละประเทศมีในโลก ใช้ปริมาณน้ำท่าที่หารด้วยจำนวนประชากรในประเทศนั้น ซึ่งเรียกว่า ปริมาณน้ำใช้ใหม่ได้ (renewable water resources) ดังรูปที่ 2-5 และถ้าปริมาณน้ำใช้ใหม่ได้ต่อปีของประเทศใดมีตัวเลขที่ต่ำกว่า 1700 แสดงว่า เข้าสู่ภาวะขาดแคลนน้ำ จากรูปที่ 2-5 จะเห็นว่าประเทศไทยยังอยู่ในสภาพน้ำไม่ขาดแคลน เทียบกับประเทศในอาเซียนแล้ว ใกล้เคียงกับประเทศฟิลิปปินส์ แต่ยังมีน้อยกว่าหลายประเทศในอาเซียน ถ้าพิจารณาจำนวนประชากรแล้ว ประเทศไทยอยู่ในลำดับที่ 4 รองจากประเทศอินโดนิเซีย ฟิลิปปินส์และเวียตนาม ถ้าพิจารณาจากปริมาณน้ำใช้รวมทั้งปี ประเทศไทยอยู่ในลำดับ 2 รองจากประเทศอินโดนิเซีย (รูปที่ 2-7) แต่ถ้าพิจารณาปริมาณการใช้น้ำต่อประชากร ประเทศไทยเป็นประเทศที่ใช้น้ำมากเป็นอันดับหนึ่ง และมีประเทศเวียตนามรองลงมา (รูปที่ 2-8) ซึ่งการใช้น้ำส่วนใหญ่อยู่ในภาคเกษตร เมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์มวลรวมต่อปริมาณการใช้น้ำ (รูปที่ 2-9) ประเทศไทยอยู่ในลำดับ 2 รองจากประเทศอินโดนิเซีย

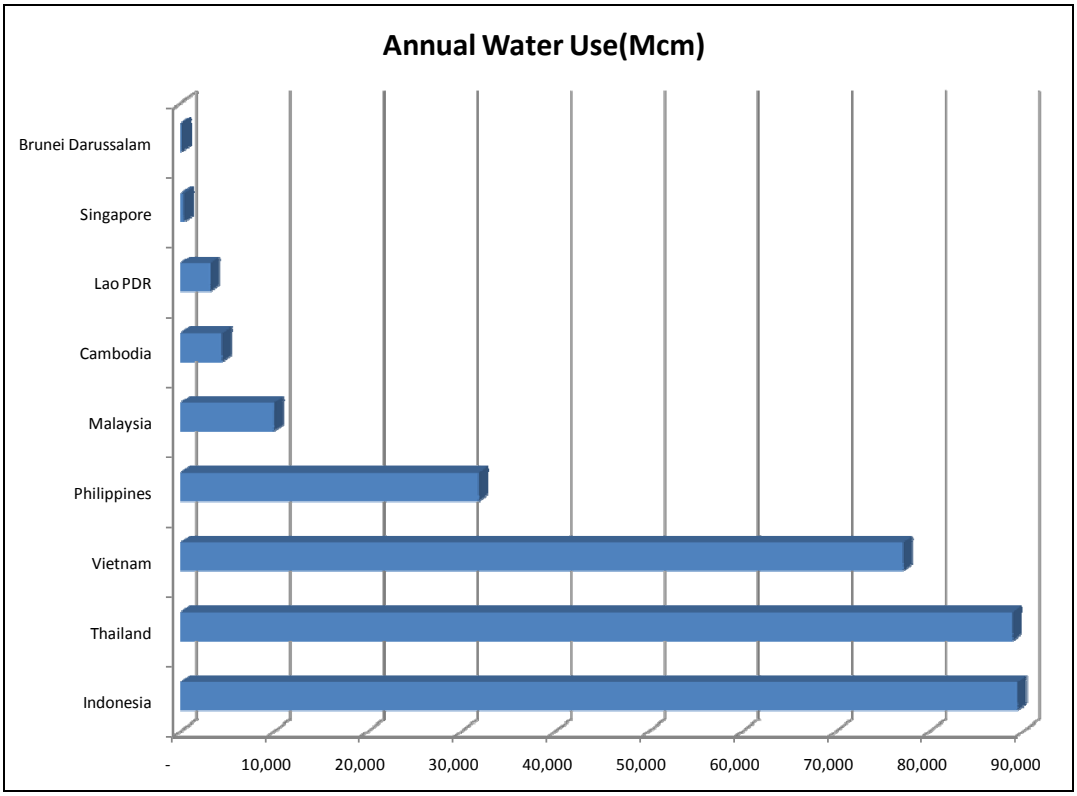
จากข้อมูลดังกล่าว ทำให้เห็นชัดว่า เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นในอาเซียน ประเทศไทยเราเริ่มมีข้อจำกัดทางทรัพยากรน้ำ มีการใช้น้ำต่อประชากรมาก โดยเฉพาะในภาคเกษตร ขณะที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมยังมีประสิทธิภาพต่ำเมื่อดูจากปริมาณการใช้น้ำ ประเทศที่มีปัจจัยดีกว่าในอนาคตโดยสัมพัทธ์จะเป็นประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และเวียตนาม ถ้าจะเพิ่มศักยภาพในการพัฒนาโดยมองจากปัจจัยด้านทรัพยากรน้ำ ประเทศไทยต้องเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกัก เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ เลือกผลิตภัณฑ์ในการผลิตโดยเฉพาะภาคเกษตร และ/หรือต้องหันไปลงทุนในประเทศที่มีศักยภาพด้านทรัพยากรน้ำที่ดีกว่า



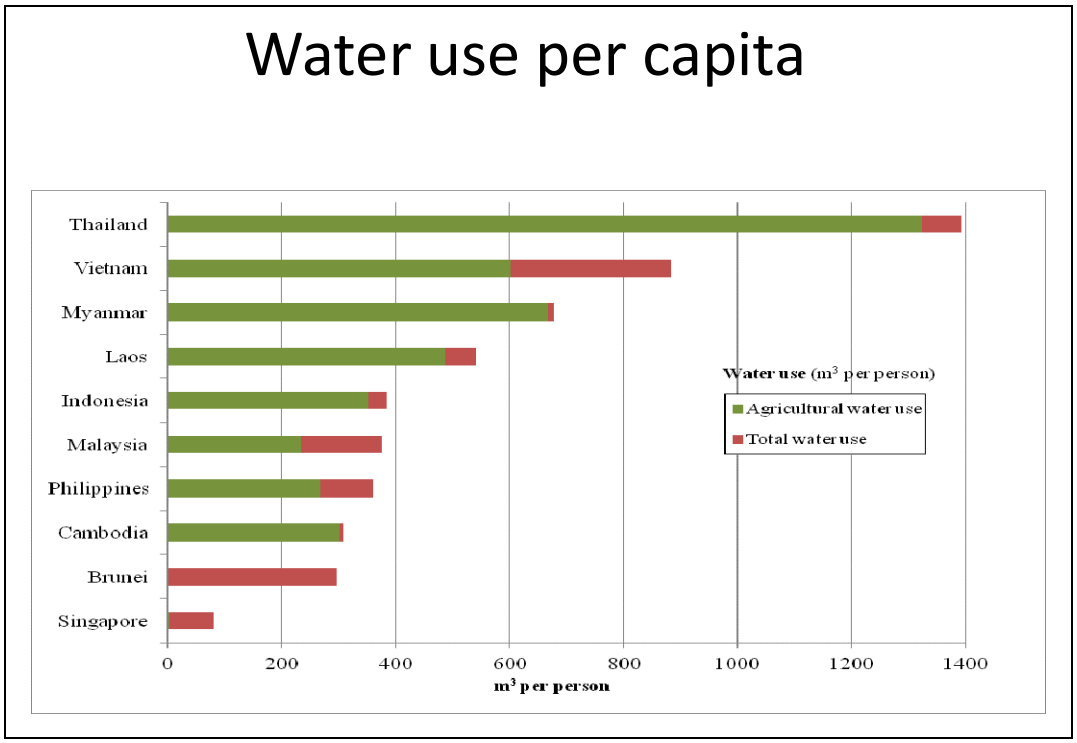
รูปที่ 2-5 การกระจายของปริมาณน้ำใช้ใหม่ได้ของประเทศในโลก
(ที่มา: Maggie Black and Jannet King, 2009)



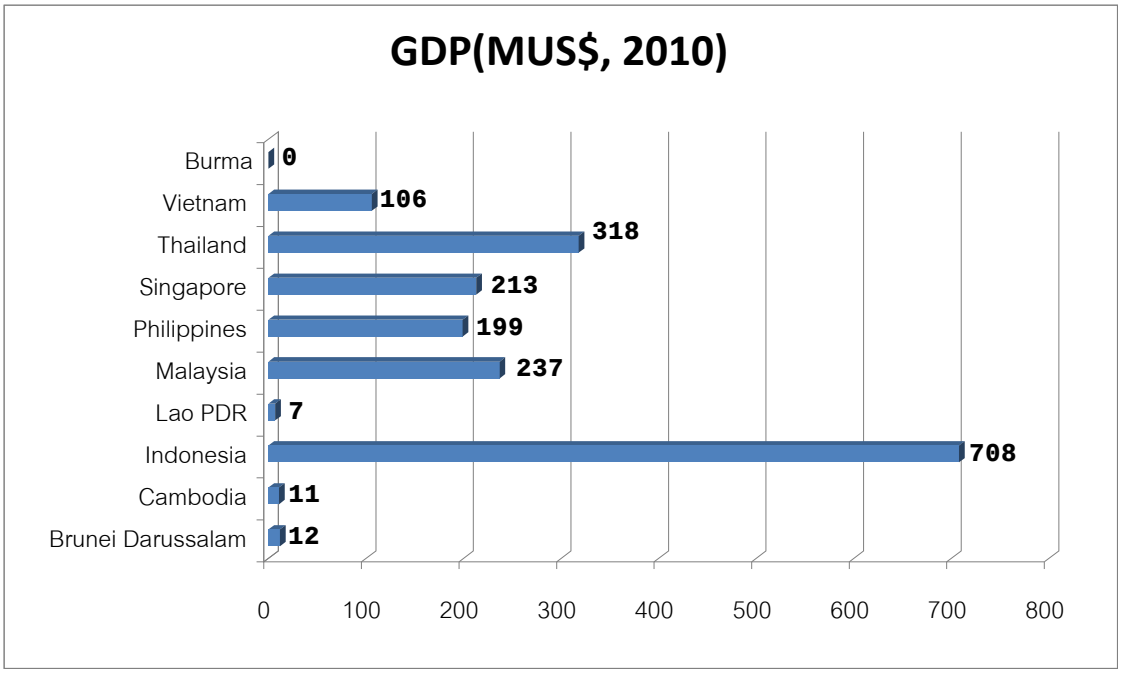
รูปที่ 2-6 การกระจายของดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของประเทศต่าง ๆในโลก
(ที่มา: Sucharit K., et. al., 2014)



รูปที่ 2-7 การกระจายของการใช้น้ำรายปีของประเทศในอาเซียน



รูปที่ 2-8 ปริมาณน้ำใช้ต่อประชากรของประเทศในอาเซียน



(หน่วย : ล้านเหรียญสหรัฐต่อ ลบ.ม ปี 2010)

รูปที่ 2-9 ผลิตภัณฑ์มวลรวมต่อน้ำหนึ่งหน่วยของประเทศในอาเซียน

2. 5 ข้อเสนอแนะต่อการจัดการทรัพยากรน้ำของไทย

จากภาพรวมสถานะการใช้น้ำและความมั่นคงด้านน้ำของประเทศไทยดังที่กล่าวมา นำมาสู่ข้อเสนอแนะต่อการจัดการทรัพยากรน้ำ โดยเฉพาะเมื่อมองโอกาสในการพัฒนาภาคส่วนต่างๆ จากนี้ไปในอนาคต โดยการปรับการใช้น้ำในภาคต่างๆ ดังนี้

- ภาคเกษตรกรรม
  - เนื่องจากเป็นภาคส่วนที่ใช้น้ำมากที่สุดของประเทศ ถ้าความต้องการใช้น้ำในภาคส่วนอื่นมีมากขึ้น จำต้องมีมาตรการปรับตัว เพื่อให้ใช้น้ำที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพื่อควบคุม หรือ ลดการใช้น้ำลง และปรับโครงสร้างการใช้น้ำให้สอดคล้องกับการเติบโตด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ และลดความขัดแย้งในการแย่งชิงทรัพยากรน้ำในอนาคต
  - ควรปรับแหล่งเพาะปลูกและชนิดของพืช ให้เหมาะสมกับศักยภาพน้ำดิบในแต่ละพื้นที่
  - ควรพิจารณาหาแหล่งปลูกอื่น) กรณีที่ต้องการผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น แต่ขาดศักยภาพด้านน้ำดิบ
- ภาคอุตสาหกรรม
  - รณรงค์ การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ในภาคอุตสาหกรรม
  - กำหนดแหล่งผลิตให้เหมาะสมกับศักยภาพในพื้นที่

- เข้าร่วมในกระบวนการจัดสรรน้ำให้เป็นธรรมทางสังคม และเพิ่มศักยภาพการหาและจัดสรรน้ำเพิ่มเพื่อรองรับการเติบโตทั้งภาคการผลิต และบริการ

- ภาคครัวเรือน อุปโภค บริโภค
  - ใช้กลไกการบริหารเชิงเอกชน (demand sided, corporatization etc.) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการน้ำในภาคนี้ให้มากขึ้น
  - การลดความสูญเสียน้ำในระบบประปา ทั้งในระบบการส่งน้ำ และระบบการจ่ายน้ำก่อนไปถึงผู้ใช้ประโยชน์
  - การรณรงค์ให้เกิดการประหยัดน้ำ โดยการสร้างจิตสำนึกประชาสัมพันธ์ และการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาประยุกต์ใช้ (เช่น smart city)

- ภาพรวม

เนื้อหาบทนี้เป็นการเริ่มนำแนวความคิด ด้านความมั่นคงด้านทรัพยากรน้ำมาใช้ในการวิเคราะห์ ประเมิน จุดแข็ง จุดอ่อนเพื่อใช้ในการวางแผนจัดการทรัพยากรน้ำในอนาคต ถ้าการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมของประเทศ ยังมีแนวโน้มการเติบโต (โดยเฉพาะแบบก้าวกระโดด) จะต้องพิจารณาปรับโครงสร้างการใช้น้ำรองรับอนาคต เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นในอาเซียน ประเทศไทยเราเริ่มมีข้อจำกัดทางทรัพยากรน้ำ มีการใช้น้ำต่อประชากรมาก โดยเฉพาะในภาคเกษตร ขณะที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมยังมีประสิทธิภาพต่ำเมื่อดูจากปริมาณการใช้น้ำ ประเทศที่มีปัจจัยดีกว่าในอนาคตโดยสัมพัทธ์จะเป็นประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และเวียตนาม ถ้าจะเพิ่มศักยภาพในการพัฒนาโดยมองจากปัจจัยด้านทรัพยากรน้ำ ประเทศไทยต้องเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกัก เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ เลือกผลิตภัณฑ์ในการผลิตโดยเฉพาะภาคเกษตร และ/ หรือต้องหันไปลงทุนในประเทศที่มีศักยภาพด้านทรัพยากรน้ำทีดีกว่า

การนำแนวคิดหรือนโยบายเกี่ยวกับเศรษฐกิจสีเขียว หรืออยู่กับน้ำ มาใช้ในการบริหารจัดการน้ำ การรับมือ หรือปรับตัวต่อวิบัติภัย การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในไทย ฯลฯ โดยใช้ค่าดัชนีความมั่นคงด้านทรัพยกรน้ำเป็นตัวกำกับ จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาเครื่องมือ (ทั้งด้านกายภาพ ร่วมกับเศรฐกิจและสังคม) ที่มีความสัมพันธ์ของมาตรการให้เข้ากับผลผลิตที่จะได้จากแนวคิดหรือนโยบายดังกล่าวให้ชัดเจน ซึ่งจะทำให้การดำเนินการตามนโยบายมีความชัดเจนและเชื่อมั่นมากขึ้น และยังสามารถใช้สร้างสภาพแวดล้อมของการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ในผู้ที่เกี่ยวข้อง

2.6 สรุปเนื้อหา

เนื้อหาบทนี้ ทำให้เห็นสถานะการใช้น้ำและความมั่นคงด้านน้ำของประเทศไทยเมื่อเปรียบเทียบกับบรรดาประเทศต่างๆในโลกประเทศไทยมีจุดเด่นมากในเรื่องของการเข้าถึงแหล่งน้ำดื่มที่สะอาด และแหล่งน้ำที่ถูกสุขอนามัยที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยในระดับสากลมาก เพราะได้ลงทุนด้านนี้ไปมากในช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ประเทศไทยก็มีสถานะการใช้น้ำในอีกหลายด้านที่ต่ำ

บทที่ 3

สภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย

บทนี้แนะนำสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในโลก การเปลี่ยนแปลงและการแปรปรวนสภาพภูมิอากาศของไทยที่ผ่านมาและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยต่อไปในอนาคต

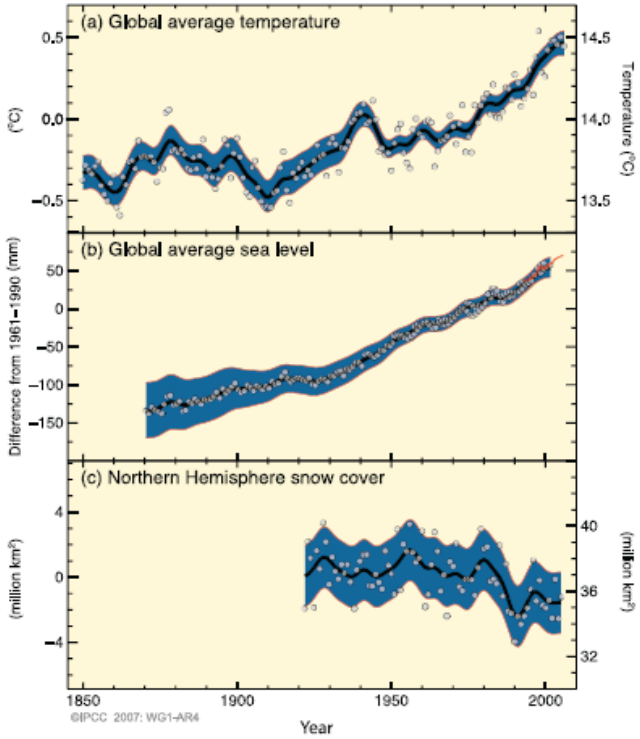
3.1 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (Global Climate Change) หมายถึง สถานการณ์ที่สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ใด ๆ มีการเปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างจากเดิมเป็นช่วงเวลานาน(ไม่ต่ำกว่า ๓๐ ปี)หรืออย่างถาวร ไม่ว่าจะเป็นแนวโน้มของสภาพอากาศ ค่าเฉลี่ย ค่าการแกว่ง เป็นต้น ดังจะเห็นได้จากข้อมูลสภาพอากาศที่มีการตรวจวัดด้วยเครื่องมือต่าง ๆ จากหลาย ๆ พื้นที่ในโลก เช่น อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกทั้งบนพื้นดินและในทะเล ที่มีค่าสูงขึ้นถึงประมาณ 0.6 องศาเซลเซียสในศตวรรษที่ผ่านมา ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น 9 ถึง 20 เซนติเมตร หรือแม้แต่การที่น้ำแข็งขั้วโลกและเทือกเขาสูงในหลาย ๆแห่งมีการหลอมละลายอย่างรวดเร็วขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนั้นเทียบกับค่าเฉลี่ยของข้อมูล ณ ปีฐาน จำนวน 30 ปี (ค.ศ. 1961 ถึง ค.ศ. 1990) ดังแสดงในรูปที่ 3-1 (IPCC, 2007)

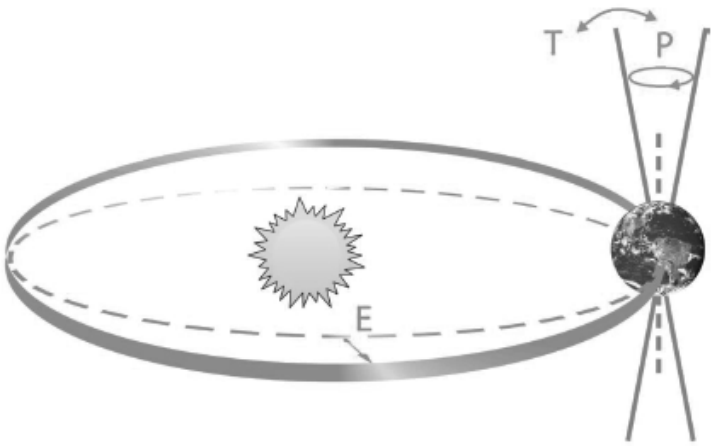
ในความเป็นจริงแล้ว การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่มีระยะเวลายาวนานนี้ ได้เคยเกิดขึ้นมาแล้วในอดีต โดยการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติของ 3 ปัจจัยหลัก (Imbrie, 1986; ธนวัฒน์ 2550) ได้แก่ (1) วงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงขนาดความรี ด้วยคาบการเกิดเฉลี่ยประมาณ 1 แสนปี (2) การส่ายของแกนหมุนของโลกในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ด้วยคาบเฉลี่ยประมาณ 2 หมื่นปี และ (3) การเปลี่ยนองศาของแกนหมุนของโลกระหว่าง 22.6-24.2 องศา ด้วยคาบเฉลี่ยประมาณ 4 หมื่นปี (ดังแสดงในรูปที่ 3-2) ปัจจัยทั้งสามดังกล่าวทำให้พื้นที่ต่าง ๆในโลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์เปลี่ยนไป และส่งผลให้สภาพภูมิอากาศของโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วยดังกราฟของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่แสดงในรูปที่ 3-3 ในช่วงระยะเวลา 1.6 แสนปีที่ผ่านมา ซึ่งจะเห็นได้ว่า สภาวะที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงสุดครั้งล่าสุดเกิดเมื่อประมาณ 1.2 แสนปีก่อนจากอิทธิพลต่าง ๆ ข้างต้น นอกจากนี้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอื่น ๆ เช่น ภูเขาไฟระเบิดก็สามารถส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของโลกได้เช่นกัน

หากปัจจัยหลักทั้ง 3 เป็นเหตุผลหลักในการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศของโลก อุณหภูมิโดยเฉลี่ยในช่วงเวลาปัจจุบันน่าจะลดลงตามลูกศรเส้นประ ในรูปที่ 3-3 อย่างไรก็ดีจะเห็นว่า อุณหภูมิของโลกในปัจจุบันกลับมีแนวโน้มที่สูงขึ้นมากกว่าในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งแสดงให้เห็นว่า

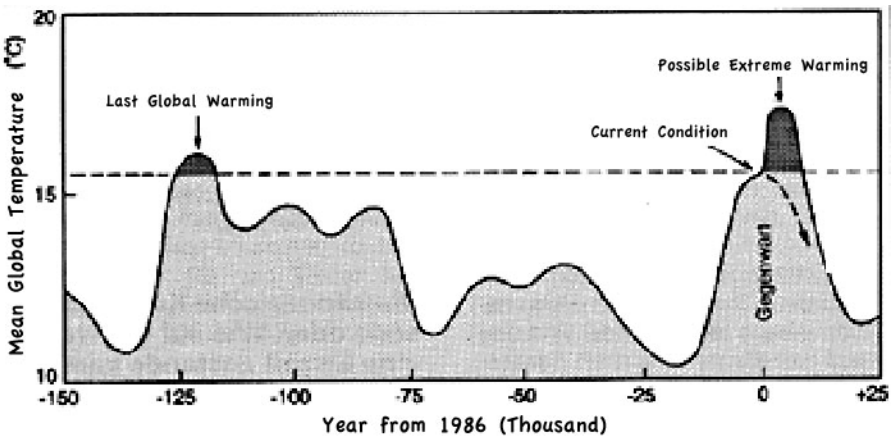
การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศของโลกในปัจจุบันจึงไม่น่าจะเกิดจากเหตุผลทางธรรมชาติที่ได้กล่าวไปแล้ว



รูปที่ 3-1 ผลการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลง (a) อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของโลก (b) ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยของโลก และ (c) ปริมาณหิมะที่ปกคลุมขั้วโลกเหนือ ขนาดการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของปีฐาน (ค.ศ. 1961-1990) เส้นทึบสีดำแสดงค่าเฉลี่ยราย 10 ปี จุดสีฟ้าแสดงข้อมูลรายปี และพื้นที่แรเงาสีน้ำเงินแสดงความแปรปรวนของข้อมูล (ที่มา: IPCC, 2007)



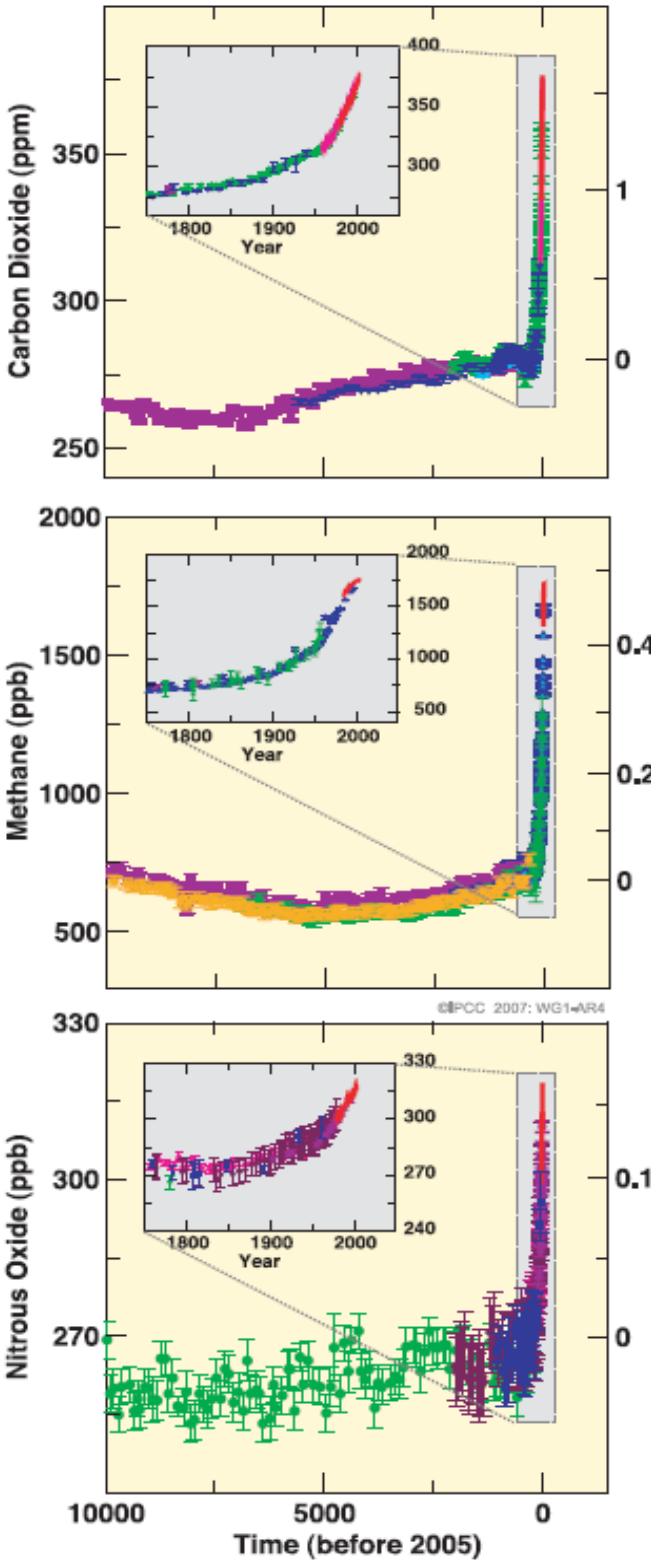
รูปที่ 3-2 ปัจจัยหลักทางธรรมชาติที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ได้แก่การเปลี่ยนวงโคจรของโลก (E) การส่ายของแกนหมุนของโลก (P) และการเปลี่ยนองศาของแกนหมุนของโลก (T) (ที่มา: IPCC, 2007)



รูปที่ 3-3 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในรอบ 1.5 แสนปี ซึ่งแสดงภาวะโลกร้อนครั้งล่าสุดเมื่อประมาณ 1.2 แสนปีก่อนจากอิทธิพลทางธรรมชาติ และความเป็นไปได้ที่จะเกิดภาวะโลกร้อนในปัจจุบันที่อุณหภูมิเฉลี่ยจะสูงกว่าที่เคยเป็นมา
(ที่มา: ปรับปรุงจาก Imbrie J. and K. P. Imbrie, 1986)

จากข้อมูลการศึกษาวิจัยที่มีอยู่อย่างมากมายในปัจจุบันระบุว่าสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นน่าจะเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) และฝุ่นละอองในบรรยากาศ (Aerosol) รวมถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้สมดุลของพลังงานที่โลกได้รับมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย (IPCC, 2007) จากรายงานของศูนย์ประสานงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ได้สรุปว่าสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นเกิดจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมนุษย์เป็นหลักตั้งแต่ก่อนยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมและเพิ่มขึ้นมากถึงร้อยละ 70 ในระหว่างช่วงปี ค.ศ. 1970-2004 โดยก๊าซที่มีผลกระทบมากที่สุดได้แก่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) รองลงมาได้แก่ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงของก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวได้แสดงไว้ในรูปที่ 3-4 ซึ่งการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ น่าจะเกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นแหล่งพลังงานหลักของมนุษย์ในปัจจุบัน

นอกจากนี้รายงานของ IPCC (2007) ได้แสดงข้อมูลที่เชื่อถือได้ว่า หากไม่มีมาตรการในการป้องกัน และตระหนักถึงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกแล้ว การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมนุษย์ยังคงเพิ่มขึ้นถึง 25-90% ในระหว่างปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2030 ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นนี้จะทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นไปอีกมาก และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในศตวรรษหน้าที่หนักกว่าที่ได้เคยประมาณการเอาไว้ก่อนหน้านี้ ซึ่งจะส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในโลกใบนี้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้



รูปที่ 3-4 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (หน่วยในล้านหน่วย, บน) ก๊าซมีเทน (หน่วยในพันล้านหน่วย, กลาง) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (หน่วยในพันล้านหน่วย, ล่าง) โดยเฉลี่ยของโลกในชั้นบรรยากาศ พิจารณาจากข้อมูล 10,000 ปีที่ผ่านมาโดยการศึกษาก้อนน้ำแข็งที่ขั้วโลก (ที่มา: IPCC, 2007)

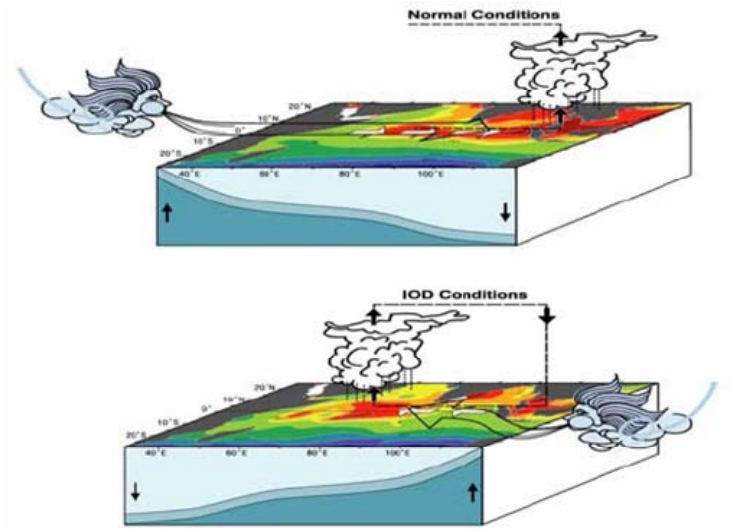
3.1.1 การเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศของโลก

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก (Global Climate Change) มีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศของโลก (Global Climate Variability) ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจากสภาพเดิมในระยะเวลาอันสั้น ดังตัวอย่างของ ปรากฏการณ์เอลนิโญ่ (El Nino) ที่อุณหภูมิของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ และปรากฏการณ์ลานีญา (La Nina) ที่อุณหภูมิของอากาศและผิวทะเลเฉลี่ยของมหาสมุทรแปซิฟิกลดลงต่ำกว่าปกติ หรือ SOI ซึ่งเป็นความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของทิศตะวันตกและตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก หรือ IOD ซึ่งเป็นความแตกต่างของอุณหภูมิทางด้านตะวันตก และตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งจะมีผลต่อการเคลื่อนไหวของมวลน้ำจากฟ้าสู่พื้นดินในประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 3-5 รูปที่ 3-6 เป็นผลมาการตรวจวัดไอโซโทปของฝนที่ตกมาในภูมิภาคตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งพบว่า ฝนในประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากทั้งมหาสมุทรอินเดียและแปซิกฟิก (ทะเลจีนใต้) เมื่อปรากฏการณ์โลกร้อนส่งผลให้สภาพภูมิอากาศในพื้นที่แถบมหาสมุทรแปซิฟิกมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยปรากฏการณ์เอลนิโญ่ ที่มวลอากาศบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกตินี้ ทำให้เกิดการก่อตัวของเมฆบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรซึ่งปกติเมฆฝนเหล่านี้จะก่อตัวบริเวณทิศตะวันตกของมหาสมุทร ลักษณะเช่นนี้ทำให้ฝนมีแนวโน้มที่จะตกบริเวณตอนกลางและตะวันออกของมหาสมุทรแทน และส่งผลให้สภาพอากาศในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (รวมไทย) และทวีปออสเตรเลียแห้งแล้งขึ้น เป็นสาเหตุของการเกิดภัยแล้งและไฟป่าในภูมิภาคดังกล่าว ส่วนในทวีปอเมริกาฝั่งตะวันตกก็จะเกิดฝนตกหนักกว่าปกติ ในทางตรงกันข้ามปรากฏการณ์ลานีญาที่อุณหภูมิของอากาศและผิวทะเลเฉลี่ยของมหาสมุทรแปซิฟิกลดลงส่งผลให้เกิดฝนตกหนักกว่าปกติในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอุทกภัยได้ (NOAA, 2007) ปรากฏการดังกล่าวนี้ แม้ว่าจะเป็นความแปรปรวนของสภาพอากาศโลกที่สามารถเกิดขึ้นได้เป็นปกติในภูมิภาคดังกล่าว แต่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ส่งผลให้ลักษณะของความแปรปรวนมีการเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีความถี่ในการเกิดสูงขึ้น และมีความรุนแรงมากขึ้น และมีแนวโน้มว่าพฤติกรรมดังกล่าวจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างถาวรและมีนัยสำคัญ (Karl et.al., 1995; IPCC, 2007)

ข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้นำเข้าในแบบจำลองภูมิอากาศโลก (GCMs) คือ ข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ซึ่งคาดการณ์โดยการสร้าง Emission Scenarios แต่การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตมีความไม่แน่นอนสูง เนื่องจากขึ้นอยู่กับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การเติบโตของประชากรและเทคโนโลยีในอนาคต ดังนั้นจึงมีการสร้าง Emission Scenarios เป็น 4 แบบหลักๆ (IPCC SRES) ดังแสดงในรูปที่ 3-7 ตามลักษณะการพัฒนา การถ่ายทอดเทคโนโลยี และความร่วมมือระหว่างสังคมโลกดังนี้

A Scenarios (ตระกูล A)	เป็นการพัฒนาที่มุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจเป็นหลัก (More economic)
B Scenarios (ตระกูล B)	เป็นการพัฒนาที่พิจารณาสิ่งแวดล้อม (More environmental)
1 Scenarios (สายพันธุ์ 1)	เป็นการพัฒนาที่มีความร่วมมือระหว่างประเทศ มีการถ่ายทอดเทคโนโลยี (More global)
2 Scenarios (สายพันธุ์ 2)	เป็นความร่วมมือระหว่างภูมิภาค (More regional)

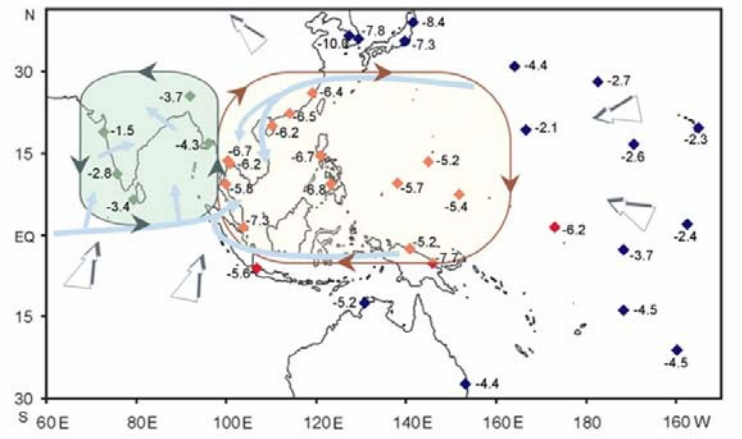
นอกจากนี้มี Scenarios A1F1 คือ ใช้พลังงานฟอสซิลอย่างเข้มข้น A1T มีเทคโนโลยีด้านพลังงานหมุนเวียนทันสมัย และ A1B ซึ่งเป็นการพัฒนาดูแลสิ่งแวดล้อมและมีความร่วมมือระหว่างโลกและภูมิภาคอย่างสมดุล (กัณฑรีย์ บุญประกอบ, 2007; IPPC, 2007)



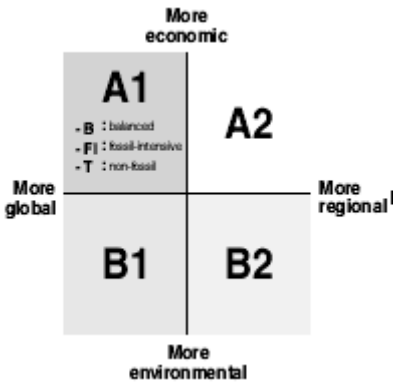
Negative IOD

Positive IOD

รูปที่ 3-5 ลักษณะของ IOD (Indian Ocean Dipole) (ที่มา: Yamagata (2008))



รูปที่ 3-6 แหล่งและการหมุนเวียนความชื้น ของมรสุมฤดูร้อนในพื้นที่อาเซียน (ที่มา: Türker KURTTAS, 2010)



รูปที่ 3-7 สมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสากล (IPCC SRES) (ที่มา: IPCC, 2001)

การกำหนดสมมุติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสากล หรือที่เรียกว่า SRES (The IPCC Special Report on Emission Scenarios) ในรายการประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกครั้งที่สาม (the IPCC Third Assessment Report, TAR) กำหนดให้มีสมมุติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังต่อไปนี้

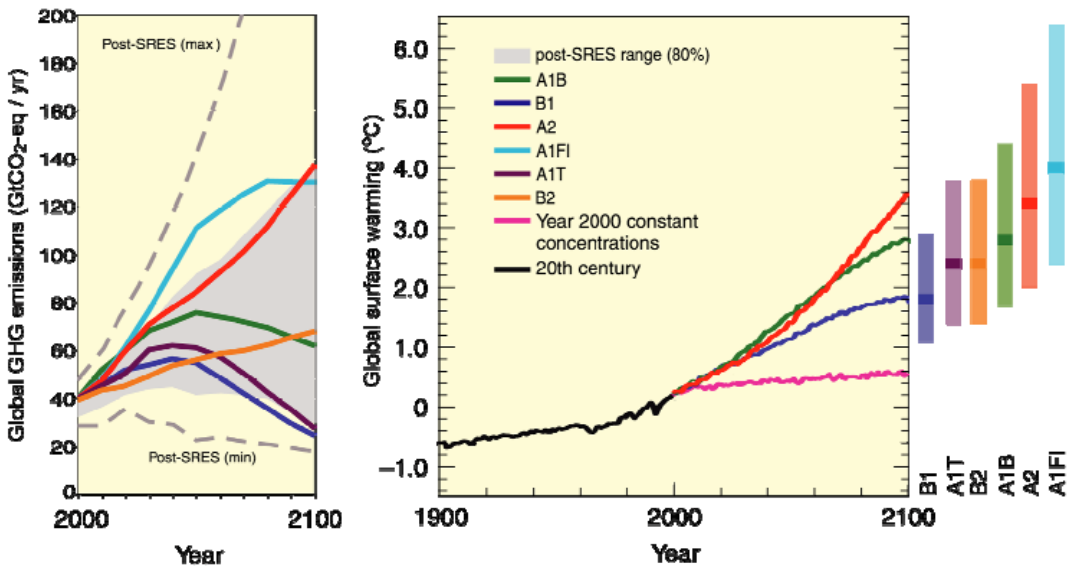
- สมมุติฐาน A1: เป็นสมมุติฐานที่เกี่ยวข้องกับโลกอนาคตที่มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณปี ค.ศ. 2050 และลดลง มีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่อย่างรวดเร็วและหลากหลาย โดยทุกประเทศมีความร่วมมือกันและช่องว่างของรายได้ลดลง สมมุติฐาน A1 นี้แบ่งออกเป็น 3 สมมุติฐานย่อยตามเทคโนโลยีสำคัญ คือ สมมุติฐาน A1F1 เน้นการใช้พลังงานจากฟอสซิล เช่น น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ สมมุติฐาน A1T เน้นการใช้พลังงานอื่นที่ไม่ใช่พลังงานจากฟอสซิล เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม เป็นต้น และ A1B มีการใช้พลังงานที่สมดุลระหว่างแบบที่ใช้และไม่ใช้ฟอสซิล

- สมมุติฐาน A2: เป็นสมมุติฐานของโลกอนาคตที่มีความแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคซึ่งมีนโยบายและแนวทางเป็นของตัวเอง ประชากรของโลกมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ระบบเศรษฐกิจและรายได้มีความแตกต่างกันมากในแต่ละภูมิภาค รวมทั้งความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะช้ากว่าสมมุติฐานอื่นๆ

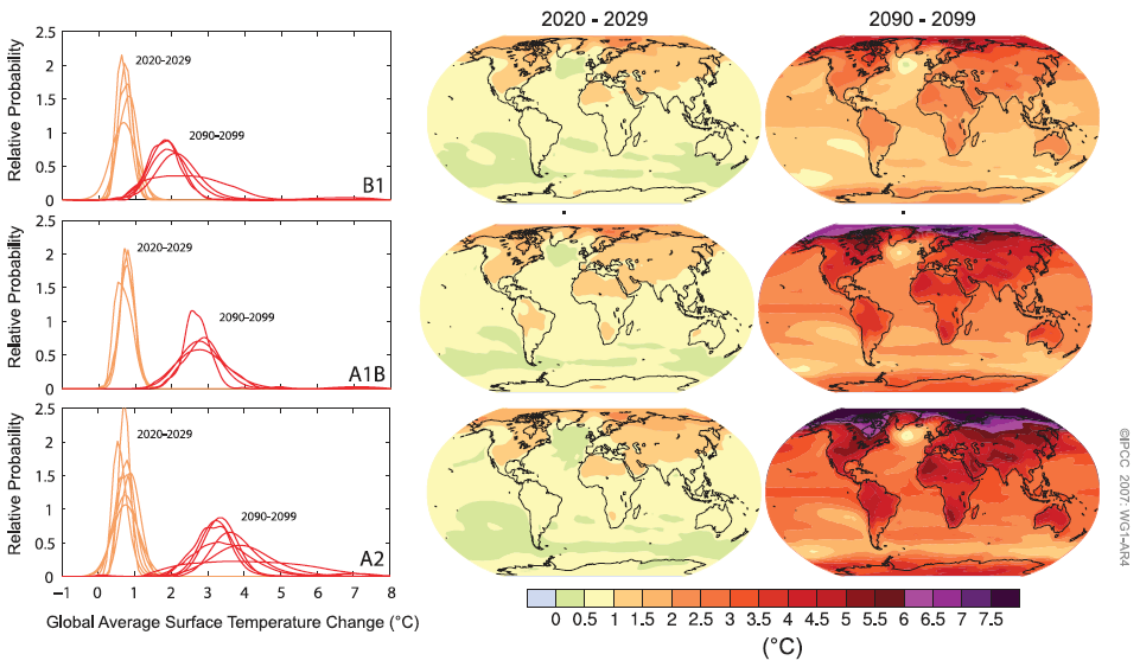
- สมมุติฐาน B1: แสดงโลกอนาคตที่ประเทศและประชากรในโลกมีความร่วมมือกันอย่างดี จำนวนประชากรของโลกจะเพิ่มขึ้นและสูงสุดในช่วงกลางศตวรรษและลดลงดั่งเช่นกรณี A1 แต่ระบบเศรษฐกิจและเทคโนโลยีของทุกภูมิภาคมีลักษณะสอดคล้องกัน และเน้นการพัฒนาที่เป็นมิตรกับสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นสมมุติฐานที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่นๆ

- สมมุติฐาน B2: เป็นลักษณะของสังคมและความเป็นอยู่ ระบบเศรษฐกิจและสังคมที่แตกต่างกันตามแต่ละภูมิภาคของโลก ประชากรของโลกมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องแต่น้อยกว่ากรณี A2 มีความเจริญทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยีที่ช้ากว่าและหลากหลายน้อยกว่าสมมุติฐาน A1 และ B1 แต่ดีกว่า A2 สมมุติฐานนี้มีความพยายามในการที่จะรักษาสภาพแวดล้อมแต่จะแตกต่างกันตามนโยบายของแต่ละประเทศหรือภูมิภาค

จากสมมุติฐานที่ได้กำหนดไว้ ศูนย์ประสานงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกได้ทำการรวบรวมผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกจากแบบจำลอง GCMs ต่างๆ และสรุปผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกโดยเฉลี่ยได้ตามรูปที่ 3-8 โดยรูปที่ 3-8 (ซ้าย) แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาและรูปที่ 3-8 (ขวา) แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกตามสมมุติฐานต่างๆ โดยแถบสีแสดงผลการพยากรณ์ที่น่าจะเป็นไปได้ร้อยละ 80 จากขอบเขตผลการพยากรณ์ทั้งหมด และเส้นทึบแสดงค่าเฉลี่ยในแต่ละสมมติฐาน และรูปที่ 3-9 แสดงตัวอย่างผลการพยากรณ์อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในภูมิภาคต่างๆ จากค่าเฉลี่ยของแบบจำลอง GCM ที่คำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมหาสมุทรและบรรยากาศ หรือ AOGCM (Atmosphere Ocean General Circulation Model) เปรียบเทียบระหว่างปี ค.ศ. 2020-2029 และปี ค.ศ. 2090-2099 ตามสมมุติฐาน B1, A1B, และ A2 ตามลำดับ



รูปที่ 3-8 อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ซ้าย) และกราฟแสดงการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเทียบกับปีฐาน (ค.ศ. 1980-1999) ตามสมมุติฐาน SRES ต่างๆ (ขวา)



ที่มา: IPCC, 2007

รูปที่ 3-9 ผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในปี ค.ศ. 2020-2029 และ ค.ศ. 2090-2099 เทียบกับปีฐาน (ค.ศ. 1980-1999) ตามสมมุติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (SRES) B1 A1B และ A2 ตามลำดับ ในรูปการกระจายของความน่าจะเป็น (ซ้าย) และรูปแบบแผนที่ (ขวา)

ผลการพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCM นี้ มีความน่าเชื่อถือค่อนข้างสูงสำหรับสภาพอากาศของโลกโดยรวมที่ความละเอียดต่ำเมื่อกำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้ ทั้งนี้ความน่าเชื่อถือของแบบจำลองนี้ สืบเนื่องจากแบบจำลองดังกล่าวได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องโดยมีการใช้ความสัมพันธ์และสมการทางฟิสิกส์ที่ซับซ้อนในเรื่องของการถ่ายเทมวล พลังงาน และโมเมนตัม รวมทั้งใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ได้มีการกลั่นกลองความถูกต้องและมีความสมบูรณ์ (ที่ความละเอียดของแบบจำลองค่อนข้างหยาบ) นอกจากนี้แบบจำลองเหล่านี้ยังได้มีการปรับแก้และตรวจสอบจากข้อมูลปีฐานที่สมบูรณ์ รวมทั้งได้ผ่านการทดสอบจากการจำลองสภาพภูมิอากาศในศตวรรษปัจจุบันด้วยข้อมูลในอดีตเมื่อหลายพันปีก่อนซึ่งได้จากการศึกษาคาร์บอนในแท่งน้ำแข็ง ดังนั้นหากสมมุติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความถูกต้อง แบบจำลอง GCM น่าที่จะให้ผลการพยากรณ์ในระดับโลกที่มีความน่าเชื่อถือด้วยเช่นกัน ทั้งนี้มีข้อสังเกตว่า ผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง GCM ของตัวแปรต่างๆ กันก็มีความน่าเชื่อถือไม่เท่ากัน เช่น อุณหภูมิจะมีความน่าเชื่อถือมากกว่าปริมาณน้ำฝน หรือการระเหย เป็นต้น

อย่างไรก็ดีแม้ว่าผลการพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCM จะมีความน่าเชื่อถือ แต่ข้อมูลที่ได้มักมีความละเอียดอยู่ในระดับต่ำ กล่าวคือมีความละเอียดประมาณ 200 x 200 ตารางกิโลเมตรหรือหยาบกว่า ด้วยเหตุนี้เมื่อนำผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง GCM มาใช้กับการศึกษาระดับภูมิภาคจึงทำให้มีความคลาดเคลื่อนสูง ข้อจำกัดของการพยากรณ์ที่ความละเอียดสูงเกิดโดยมากเกิดจาก (1) ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันที่ไม่สามารถการคำนวณ

สมการที่สลับซับซ้อนและมีจำนวนตัวแปรมากๆ ได้ (2) ข้อมูลสภาพอากาศที่ความละเอียดสูงและมีความถูกต้องในทั่วทุกภูมิภาคยังไม่สามารถหาได้เพียงพอเพื่อการปรับแก้และตรวจสอบข้อมูล และ (3) ข้อจำกัดถึงความซับซ้อนของสภาพอากาศที่ความละเอียดสูงที่ยังไม่สามารถเข้าใจและจำลองได้อย่างถูกต้อง เช่น ฟิสิกส์ของเมฆและความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆในระดับย่อย เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้จึงควรให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ หากจะนำผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง GCM มาใช้เพื่อการศึกษาผลกระทบที่ความละเอียดสูง เช่นในระดับภูมิภาค ระดับประเทศ หรือระดับลุ่มน้ำ เป็นต้น โดยในการศึกษาที่ความละเอียดดังกล่าวจำเป็นจะต้องเพิ่มความละเอียดของข้อมูล (Downscale) ด้วยความระมัดระวัง ซึ่งแนวทางการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสามารถทำได้โดยการใช้แบบจำลองสภาพอากาศระดับภูมิภาค (Regional Circulation Model, RCM) หรือใช้เทคนิคการเพิ่มความละเอียดข้อมูลเชิงสถิติ (Statistical Downscale Model) เป็นต้น

3.2 การศึกษาพฤติกรรมของสภาพภูมิอากาศของไทย

ในบทนี้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย อันได้แก่อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนรายเดือน ที่ได้จากสถานีตรวจวัดใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย จะถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาพฤติกรรมต่างๆ อันได้แก่ (1) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลรายปีจากอดีตถึงปัจจุบันด้วยสมการสหสัมพันธ์เชิงเส้น (2) การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนและลักษณะของฤดูกาล ด้วยการเปรียบเทียบในอดีตและปัจจุบัน และ (3) คาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลง ด้วยการใช้เทคนิคเวฟเล็ต (Wavelet) โดยจะทำการสรุปพฤติกรรมที่มีความสำคัญลงบนแผนที่ เพื่อแสดงการกระจายตัวของพฤติกรรมดังกล่าวเชิงพื้นที่ ใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย นอกจากนี้ยังได้ศึกษาพฤติกรรมของระดับน้ำทะเลเบื้องต้น เพื่อช่วยสนับสนุนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการศึกษาดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าพฤติกรรมที่สำคัญเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากในอดีตหรือไม่ (Chatdarong, V., et.al., 2009)

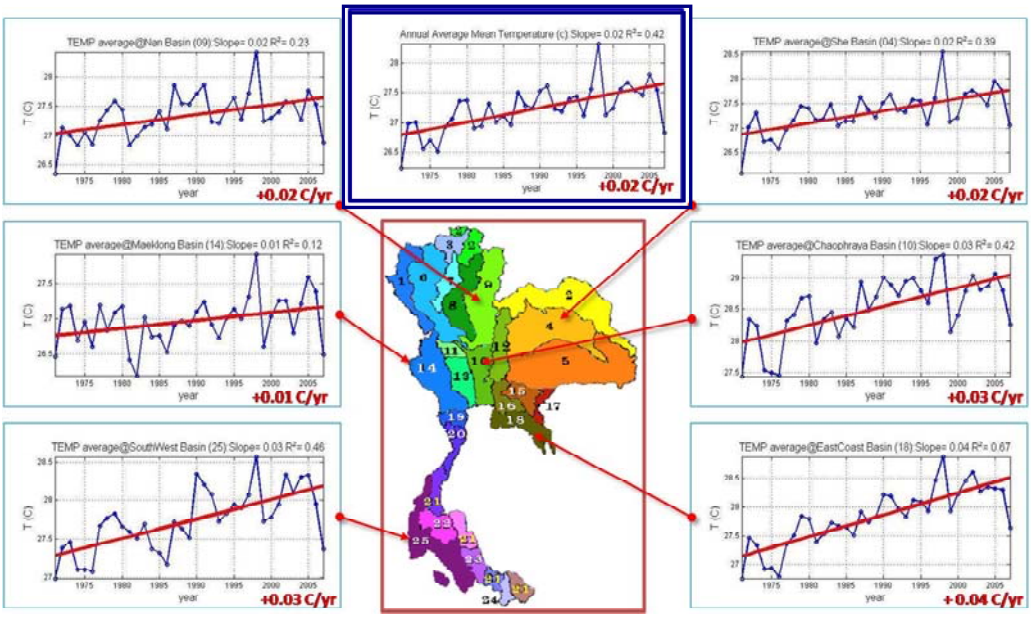
3.2.1 พฤติกรรมของข้อมูลสภาพภูมิอากาศในไทย

การศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย ประกอบด้วยข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย

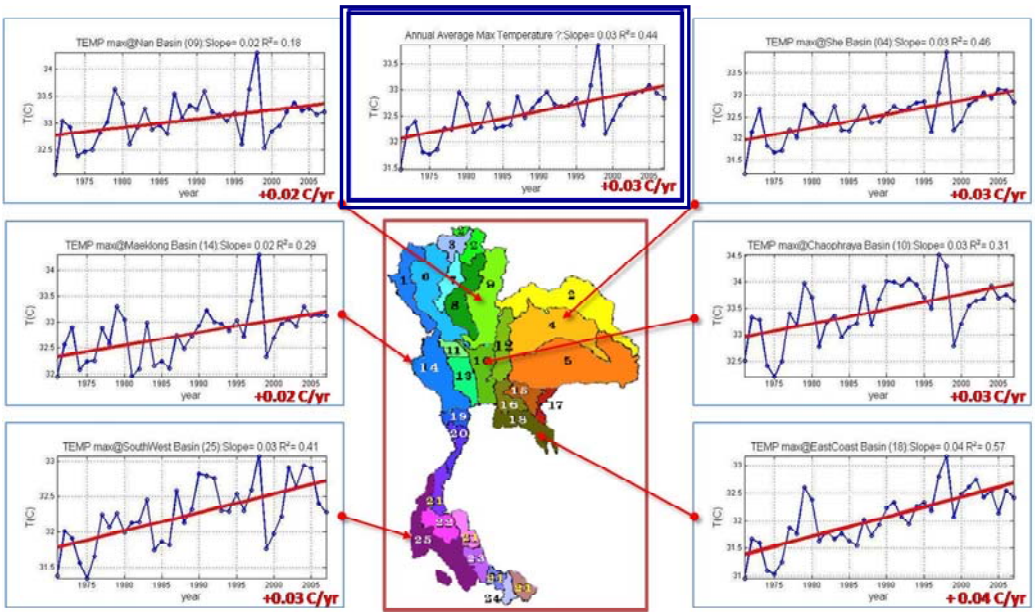
1) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในไทย

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศรายปี อันได้แก่อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และต่ำสุดเฉลี่ยของประเทศไทยในช่วงเวลา 40 ปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 ถึง 2007) มีแนวโน้มสูงขึ้นเกือบในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 3-10 ถึง 3-12 โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศที่ประมาณ 0.01 – 0.04 $^{\circ}$C ต่อปี มีเพียงลุ่มน้ำแม่กลองและลุ่มน้ำบางปะกงที่มีอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิน้อยกว่า 0.02 $^{\circ}$C ต่อปี และ

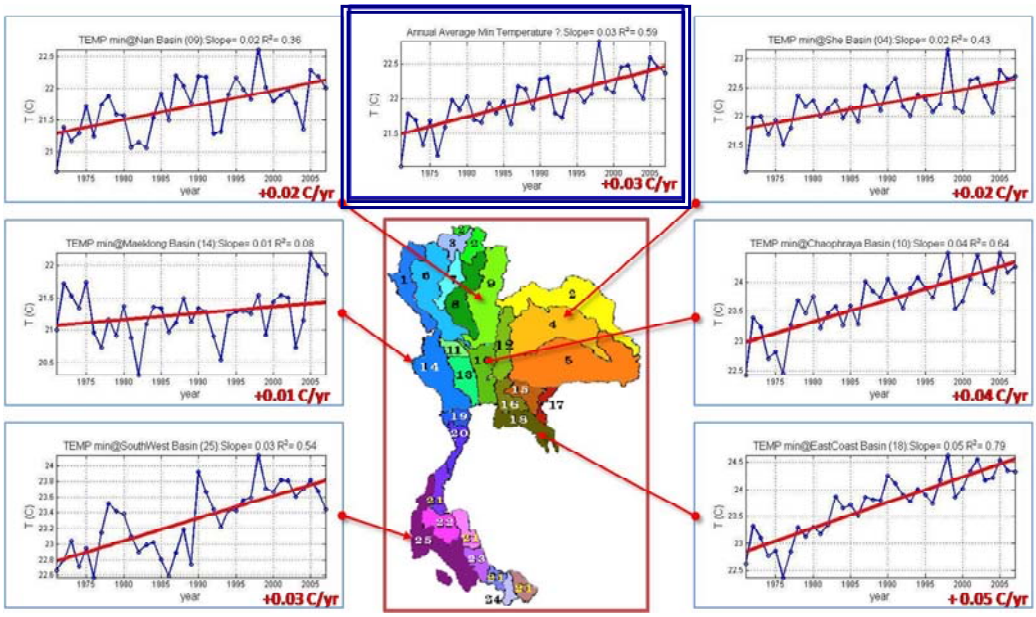
อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยอยู่ที่ประมาณ +0.02 °C ต่อปี ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิสูงสุดของประเทศไทยมีอัตราการเพิ่มขึ้นประมาณ +0.03 °C ต่อปี



รูปที่ 3-10 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของไทยที่สูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบ) ประมาณ 0.02 °C ต่อปี



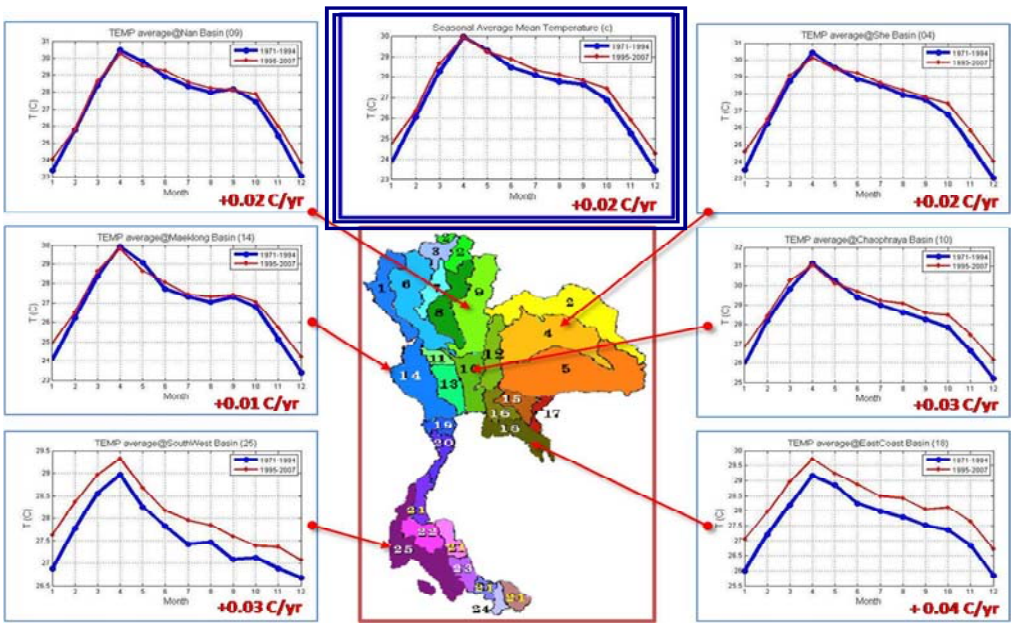
รูปที่ 3-11 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีของไทยที่สูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบ) ประมาณ 0.03 °C ต่อปี



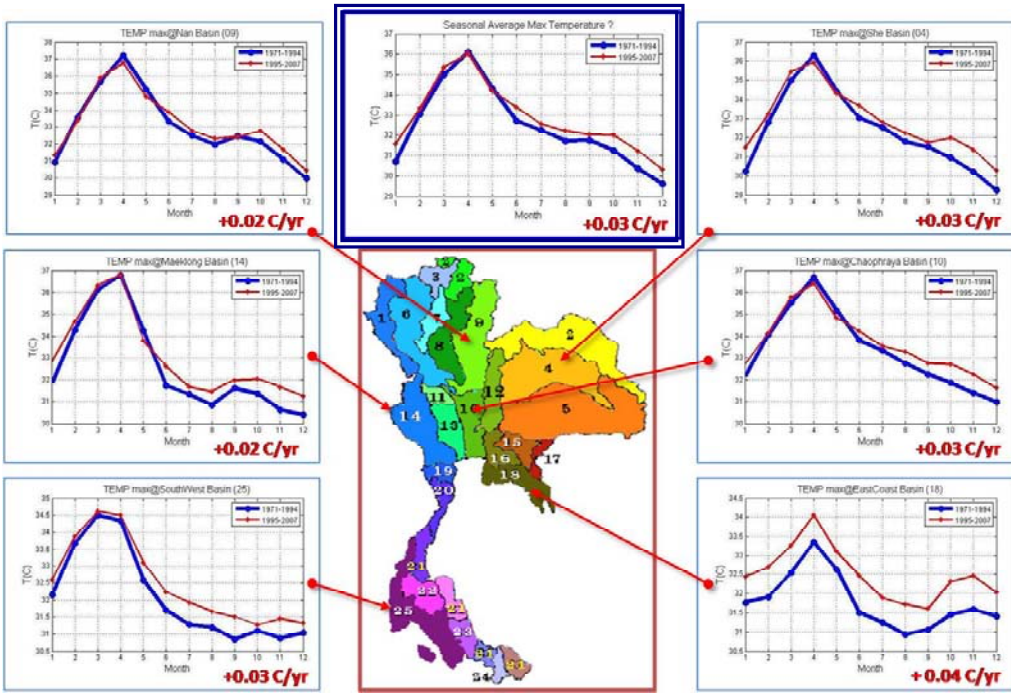
รูปที่ 3-12 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีของไทยที่สูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบ) ประมาณ 0.03 °C ต่อปี

2) การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนและการเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลในประเทศไทย

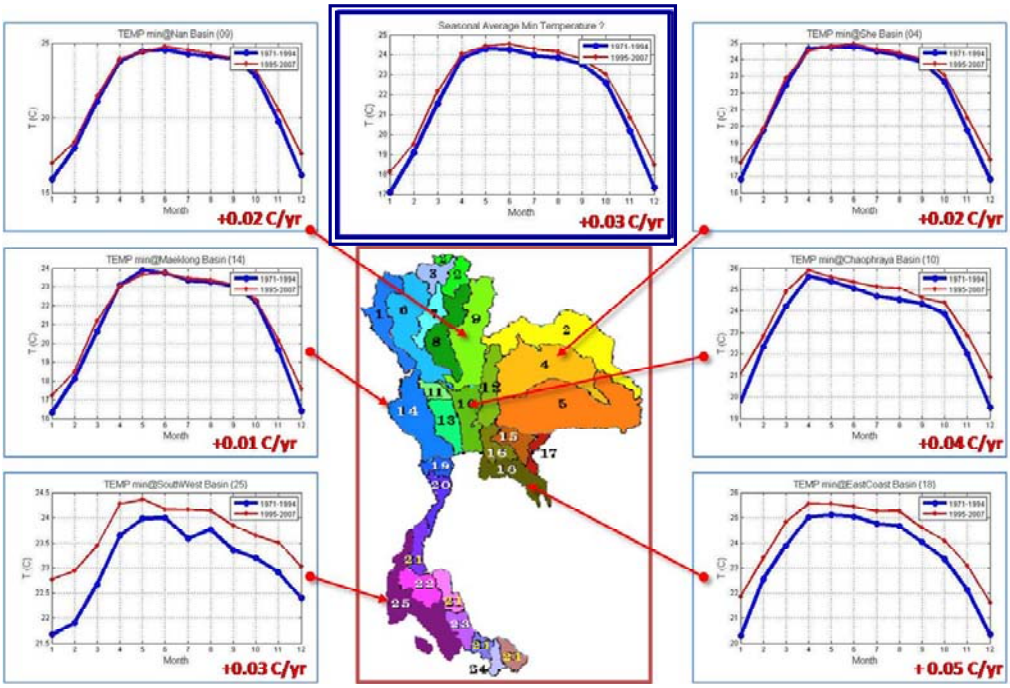
จากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุดของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1971 – 1994 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาอุณหภูมิเฉลี่ยในทุกเดือนและในทุกพื้นที่ของประเทศไทยมีค่าสูงขึ้น ดังรูปที่ 3-13 ถึง 3-15 ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิรายปีที่ได้กล่าวไปแล้ว และพบว่ามีรูปแบบการเปลี่ยนแปลง 2 รูปแบบที่ชัดเจน แบบแรกอุณหภูมิสูงในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว แบบที่สองสูงทั้งปี โดยในภาคเหนือมักจะเพิ่มขึ้นในฤดูฝนและฤดูหนาว ส่วนฤดูร้อนโดยเฉพาะเดือนเมษายนนั้น อุณหภูมิเฉลี่ยในปัจจุบันไม่ได้สูงขึ้นมากนัก ผิดกับพื้นที่ในภาคตะวันออกและทางภาคใต้ที่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะเกิดขึ้นในทุกเดือนตลอดทั้งปี แสดงดังรูปที่ 3-16 ถึง 3-18



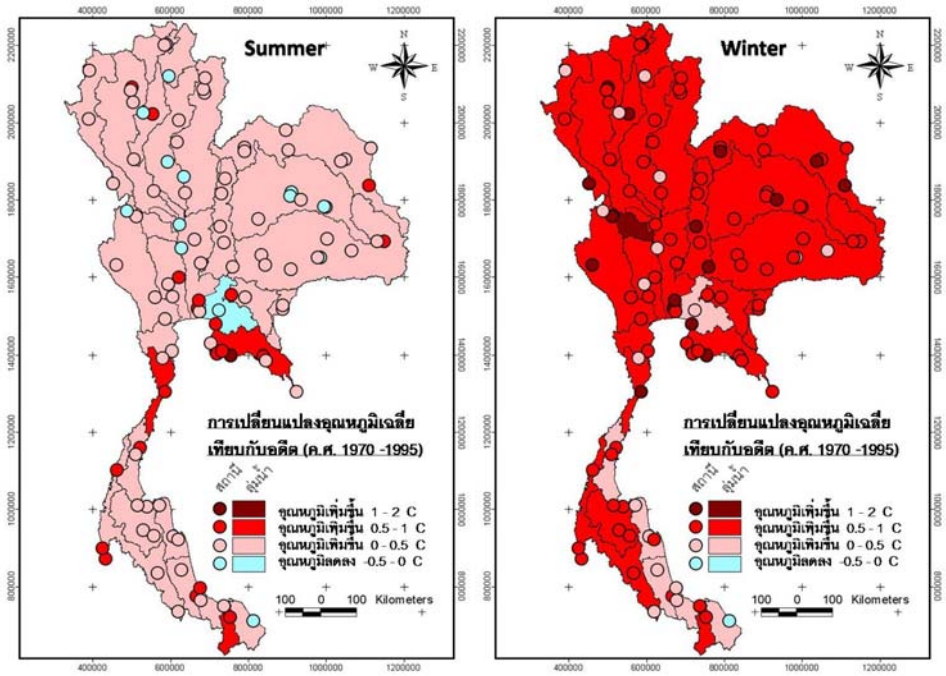
รูปที่ 3-13 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิเฉลี่ยหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบสีน้ำเงินแสดงค่าเฉลี่ยของไทย



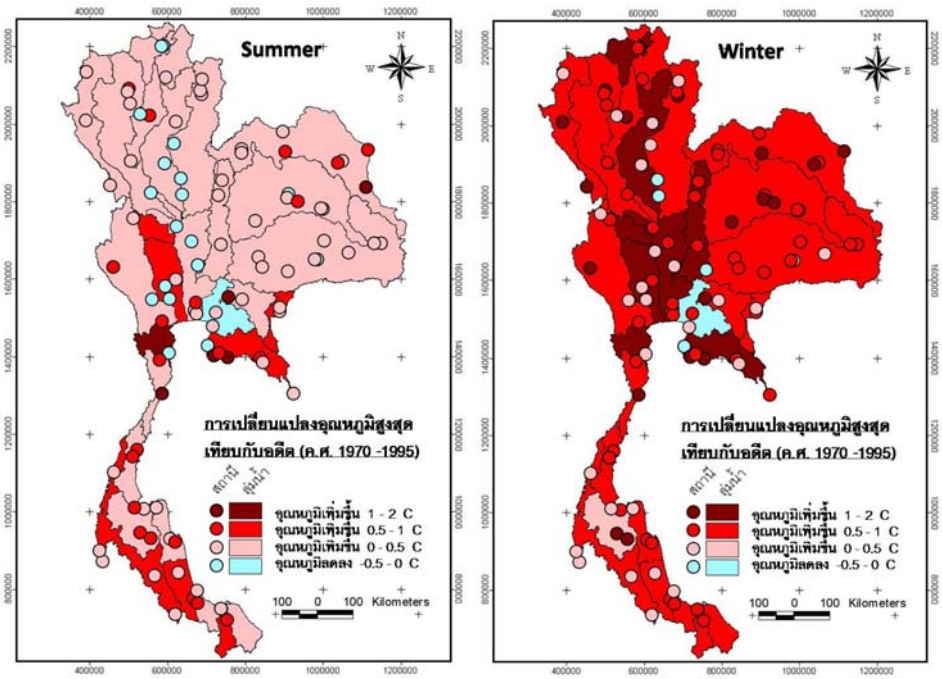
รูปที่ 3-14 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิสูงสุดหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบสีน้ำเงินแสดงค่าเฉลี่ยของไทย



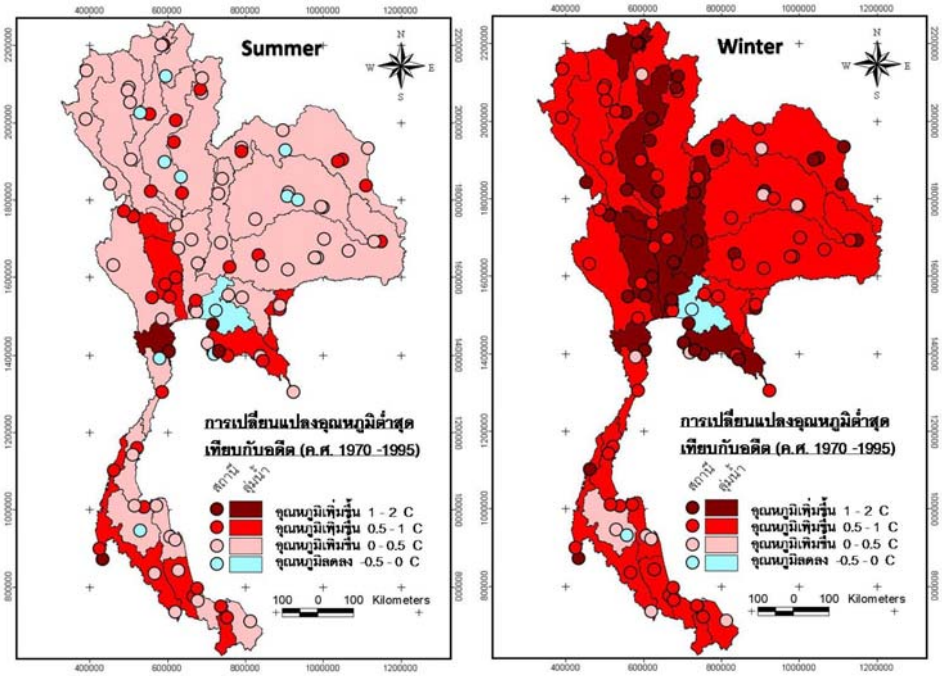
รูปที่ 3-15 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิต่ำสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิต่ำสุดหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบสีน้ำเงินแสดงค่าเฉลี่ยของไทย



รูปที่ 3-16 ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของไทย



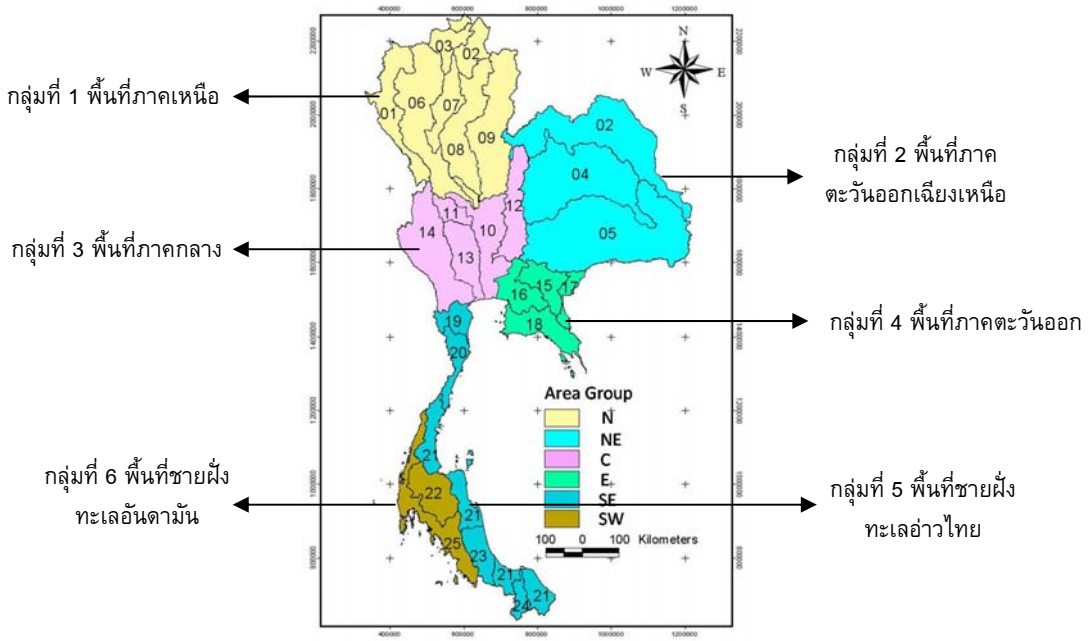
รูปที่ 3-17 ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด ก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของไทย



รูปที่ 3-18 ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุด ก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของไทย

3) สรุปลักษณะพฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ยแบ่งตามลักษณะกลุ่มพื้นที่

จากการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมการเกิดซ้ำของอุณหภูมิดังหัวข้อที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้จัดกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตามลักษณะพื้นที่และความคล้ายคลึงของข้อมูลออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย และกลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน แสดงดังรูปที่ 3-19



รูปที่ 3-19 การแบ่งกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตามลักษณะลุ่มน้ำที่มีความคล้ายคลึงกันของข้อมูล

ผลการวิเคราะห์แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของอุณหภูมิที่แสดงความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในช่วงปัจจุบัน (ปี ค.ศ. 1995-2005) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต (ก่อนปี ค.ศ. 1995) โดยแสดงในรูปของสัญลักษณ์ เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนมากขึ้น แสดงดังตารางที่ 3-1 โดยพบว่าแนวโน้มอุณหภูมิสูงขึ้นในทุกกลุ่มพื้นที่ แต่มีการกระจายอยู่ในระดับปานกลาง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดพบว่าโดยส่วนใหญ่ฤดูหนาวอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจากอดีตมากกว่าฤดูร้อน ส่วนพื้นที่ภาคตะวันออกพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตทั้ง 2 ฤดู ส่วนพฤติกรรมความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีมีการเปลี่ยนแปลงโดยรวมมีความสำคัญมากในทุกพื้นที่ ความชัดเจนของฤดูกาลลดลงจากในอดีต ยกเว้นกลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก พื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย และพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันที่อุณหภูมิสูงสุดมีความสำคัญของพฤติกรรมในระดับปานกลาง

3.2.2 พฤติกรรมของข้อมูลน้ำฝนรายเดือนในไทย

1) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำฝนในไทย

การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำฝนรายเดือนของประเทศไทยในช่วงเวลา 40 ปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 ถึง 2007) มีแนวโน้มลดลงเกือบในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 3-20 และ 3-21 โดยมีอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศที่ประมาณ -0.51 – -8.89 มิลลิเมตรต่อปี มีเพียงลุ่มน้ำน่านที่มีอัตราการเพิ่มของปริมาณน้ำฝนประมาณ +1.46 มิลลิเมตรต่อปี และปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงประมาณ -0.51 มิลลิเมตรต่อปี โดยการกระจายตัวของฝนจะแตกต่างต่างกันตามพื้นที่ ซึ่งบริเวณพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือลุ่มน้ำโขงและลุ่มน้ำมูล และภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝน ส่วนพื้นที่อื่น ๆ มีแนวโน้มลดลง โดยพื้นที่ที่ควรมีการเฝ้าระวังคือลุ่มน้ำท่าจีน ลุ่มน้ำโตนเลสาป และลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกซึ่งเป็นที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา คือระยองและชลบุรี แต่ทั้งนี้หากพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลกับแนวโน้มการประมาณ ซึ่งหาได้จากค่า R^2 ของสมการการถดถอยเชิงเส้น (Coefficient of Determination) แล้ว พบว่าข้อมูลมีการกระจายมากเกินกว่าที่จะแสดงได้ด้วยสมการเส้นตรง ทำให้ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คำนวณได้ไม่น่าเชื่อถือ โดยมีค่า R^2 โดยรวมทั้งประเทศอยู่ในช่วง 0 – 0.2 เท่านั้น แต่ทั้งนี้ผลการศึกษาก็ทำให้รู้ถึงแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงของข้อมูล

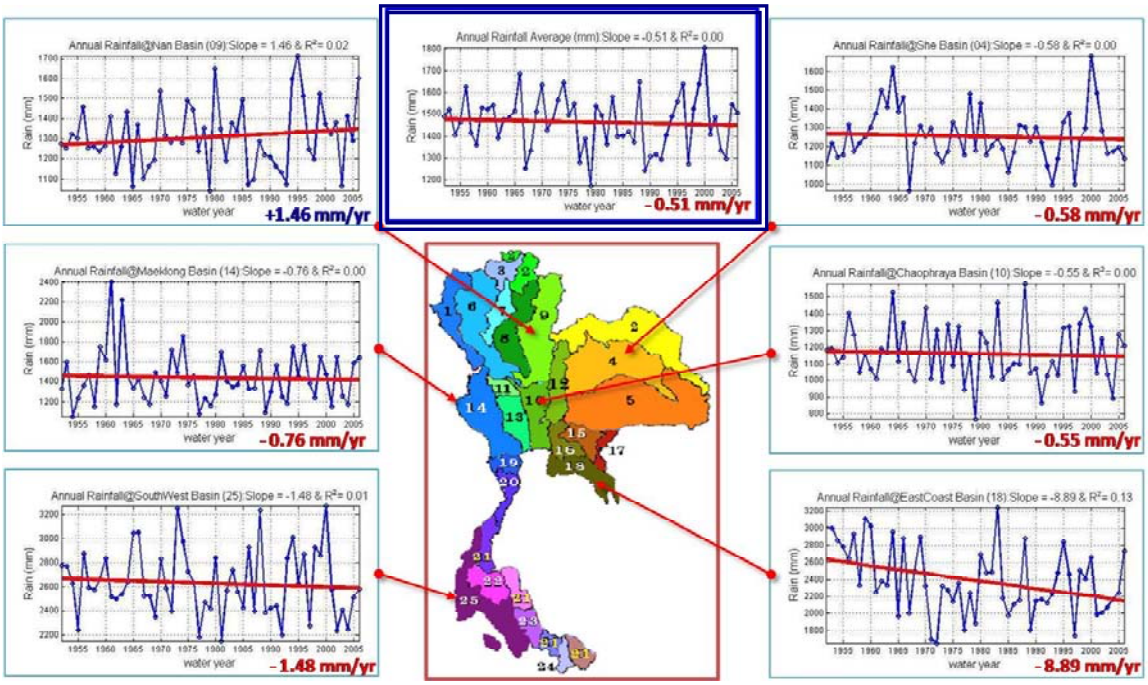
ตารางที่ 3-1 แนวโน้ม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดแยกตามกลุ่มพื้นที่ (ข้อมูลปี ค.ศ. 1971-2007)

พฤติกรรม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 5	กลุ่ม 6
1. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายปี						
- อุณหภูมิเฉลี่ย - อัตราการเปลี่ยนแปลง	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- การกระจาย R^2	◘	◘	◘	◘	◘	◘
- อุณหภูมิสูงสุด - อัตราการเปลี่ยนแปลง	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- การกระจาย R^2	◘	◘	◘	◘	◘	■
- อุณหภูมิต่ำสุด - อัตราการเปลี่ยนแปลง	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- การกระจาย R^2	◘	■	◘	◘	◘	◘
2. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน						
- อุณหภูมิเฉลี่ย - ฤดูร้อน	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- ฤดูหนาว	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑	↑↑
- อุณหภูมิต่ำสุด - ฤดูร้อน	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- ฤดูหนาว	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑
- อุณหภูมิต่ำสุด - ฤดูร้อน	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- ฤดูหนาว	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑↑	↑
3. พฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี มีความชัดเจนในปัจจุบันลดลงเมื่อเทียบกับอดีต						
- อุณหภูมิเฉลี่ย	⦿	⦿	⦿	⦿	⦿	○
- อุณหภูมิสูงสุด	⦿	⦿	⦿	○	○	○
- อุณหภูมิต่ำสุด	⦿	⦿	⦿	○	⦿	⦿

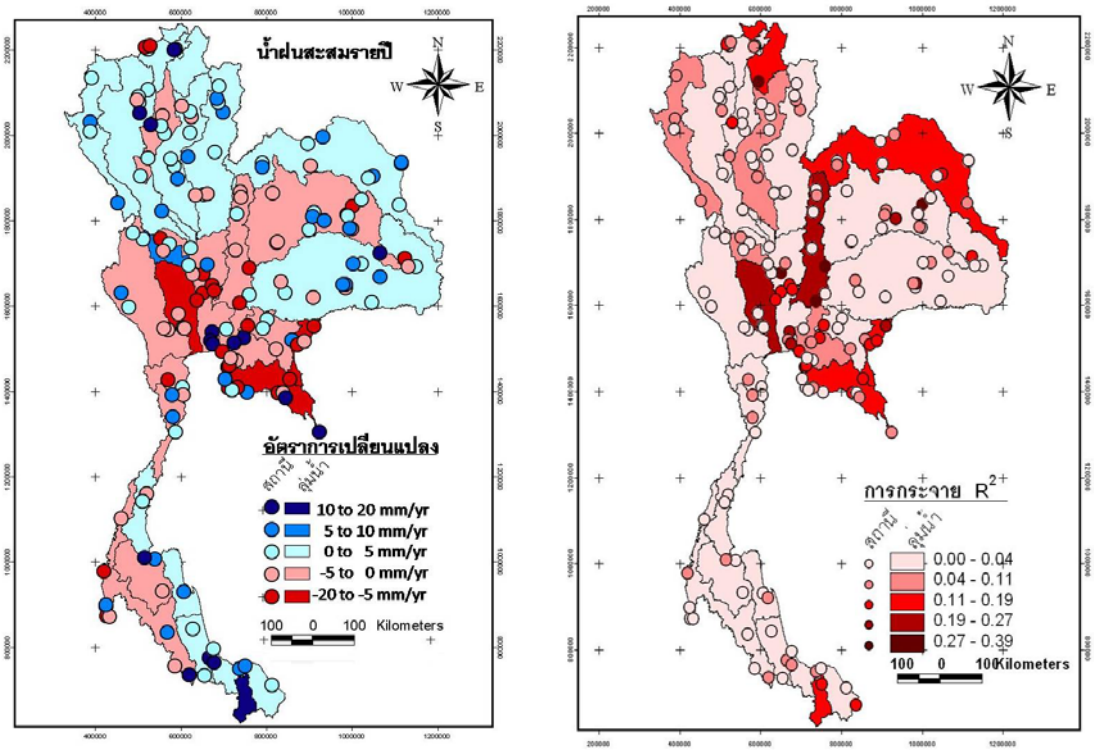
หมายเหตุ:

- สัญลักษณ์แสดงถึงอุณหภูมิดังนี้
  ↑↑ เพิ่มขึ้นมาก ↑ เพิ่มขึ้น ● เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือคงที่ ↓ ลดลง ↓↓ลดลงมาก
- สัญลักษณ์แสดงการกระจาย หรือค่า R^2 ■ มาก ◘ ปานกลาง □ น้อย
- ความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันลดลงจากอดีต
  ⦿ สำคัญมาก ○ สำคัญปานกลาง △ สำคัญน้อย

กลุ่ม 1 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ
กลุ่ม 2 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
กลุ่ม 3 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง
กลุ่ม 4 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก
กลุ่ม 5 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย
กลุ่ม 6 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน



รูปที่ 3-20 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีของไทย ซึ่งมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบสีน้ำเงิน) ลดลงประมาณ -0.51 มล.ม./ปี



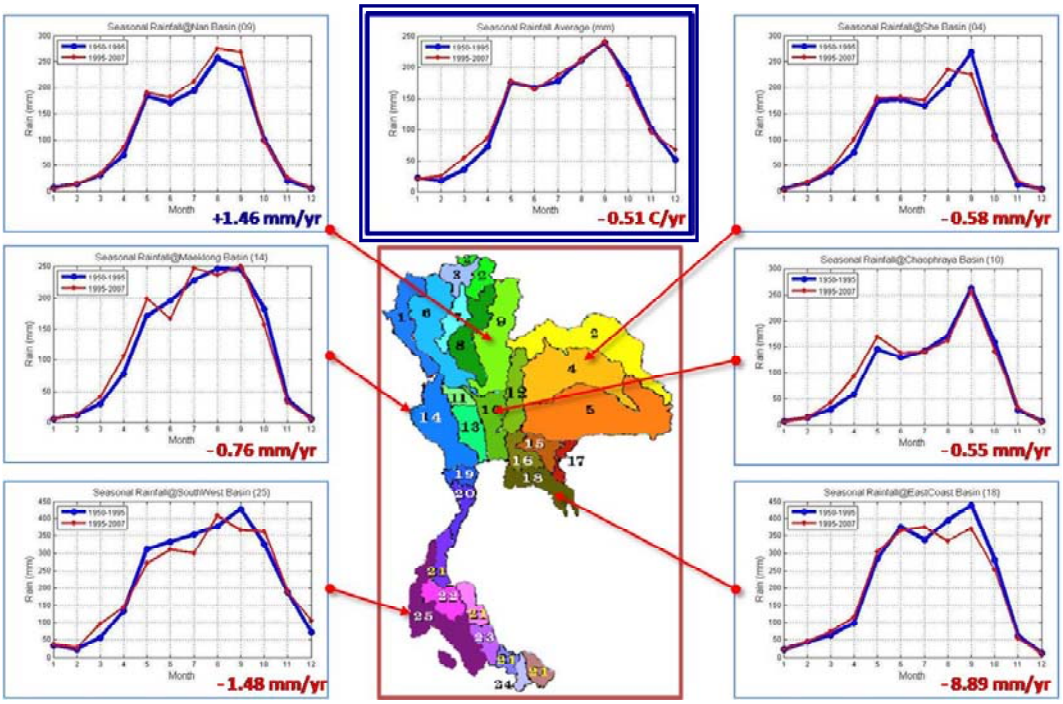
รูปที่ 3-21 การกระจายของอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย

2) การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและการเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลของข้อมูลน้ำฝนในไทย

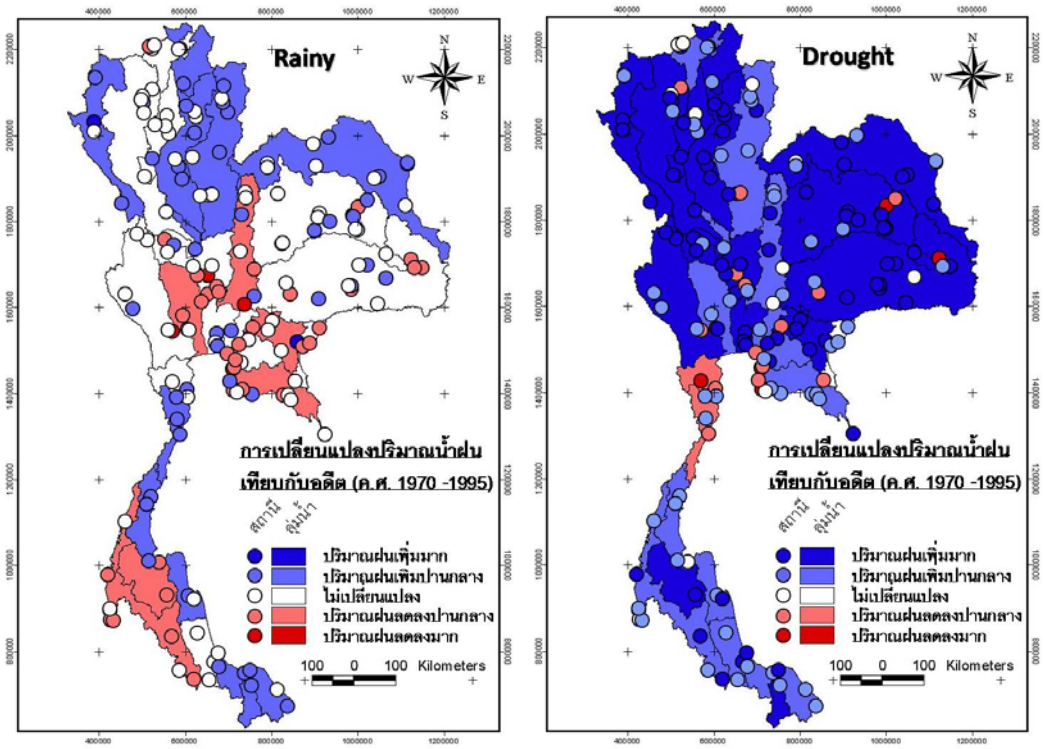
จากการเปรียบเทียบลักษณะฤดูกาลของปริมาณฝนของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 1995 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 พบว่าในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาปริมาณฝนเฉลี่ยในทุกเดือนและเกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทยมีค่าลดลง ดังรูปที่ 3-22 ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีที่ได้กล่าวไปแล้ว แต่มีข้อสังเกตว่าช่วงฤดูร้อนมีแนวโน้มของฝนที่เพิ่มขึ้น และปริมาณฝนในฤดูฝนมีแนวโน้มลดลง ดังรูปที่ 3-23 ยกเว้นในบางลุ่มน้ำเช่นลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำประจวบคีรีขันธ์ และลุ่มน้ำปัตตานี

3) สรุปลักษณะพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝน

จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนดังหัวข้อที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้จัดกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตามลักษณะพื้นที่และความคล้ายคลึงของข้อมูลออกเป็น 6 กลุ่มเช่นเดียวกับการศึกษาอุณหภูมิ โดยได้แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝนที่แสดงความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในช่วงปัจจุบัน (ปี ค.ศ. 1995-2005) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต (ก่อนปี ค.ศ. 1995) โดยแสดงในรูปของสัญลักษณ์ เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนมากขึ้น แสดงดังตารางที่ 3-2 โดยสรุปภาพรวมเชิงพื้นที่พบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนลดลงในทุกกลุ่มพื้นที่ ยกเว้นกลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยที่มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ดีแนวโน้มดังกล่าวมีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำเนื่องจากมีการกระจายของข้อมูลค่อนข้างสูง และการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนพบว่าในฤดูฝนพื้นที่กลุ่มที่ 1 ภาคเหนือ และกลุ่ม 5 ภาคใต้ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นจากอดีต กลุ่ม 4 ภาคตะวันออก และกลุ่ม 6 ภาคใต้ชายฝั่งทะเลอันดามันมีปริมาณฝนลดลง ส่วนกลุ่มพื้นที่ที่ 2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่ม 3 ภาคกลาง มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือคงที่ แต่ในฤดูแล้งกลับพบว่าเกือบทุกกลุ่มพื้นที่มีปริมาณฝนเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่ 2 จะเพิ่มขึ้นมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ ส่วนกลุ่ม 5 ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือคงที่ โดยภาพรวมแสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลงไปจากในอดีตได้ค่อนข้างชัดเจน นอกจากนี้พบว่าพฤติกรรมความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี ในกลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันมีระดับความสำคัญมาก แสดงถึงความชัดเจนของฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตค่อนข้างมาก ส่วนกลุ่ม 1 2 3 และ 4 มีความสำคัญของพฤติกรรมในระดับปานกลาง และกลุ่ม 5 มีความสำคัญของพฤติกรรมค่อนข้างน้อย



รูปที่ 3-22 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบสีน้ำเงินแสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย



รูปที่ 3-23 ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูฝนและฤดูแล้ง) เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย

ตารางที่ 3-2 แนวโน้ม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝน แยกตามกลุ่มพื้นที่ (ข้อมูลปี ค.ศ. 1952-2007)

พฤติกรรม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 5	กลุ่ม 6
1. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายปี						
- อัตราการเปลี่ยนแปลง	●	●	↓	↓	↑	↓
- การกระจาย R^2	□	□	□	□	□	□
2. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน						
- ฤดูฝน	↑	●	●	↓	↑	↓
- ฤดูแล้ง	↑	↑↑	↑	↑	●	↑
3. พฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ย - คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในช่วงปัจจุบันลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต	○	○	○	○	△	⦿

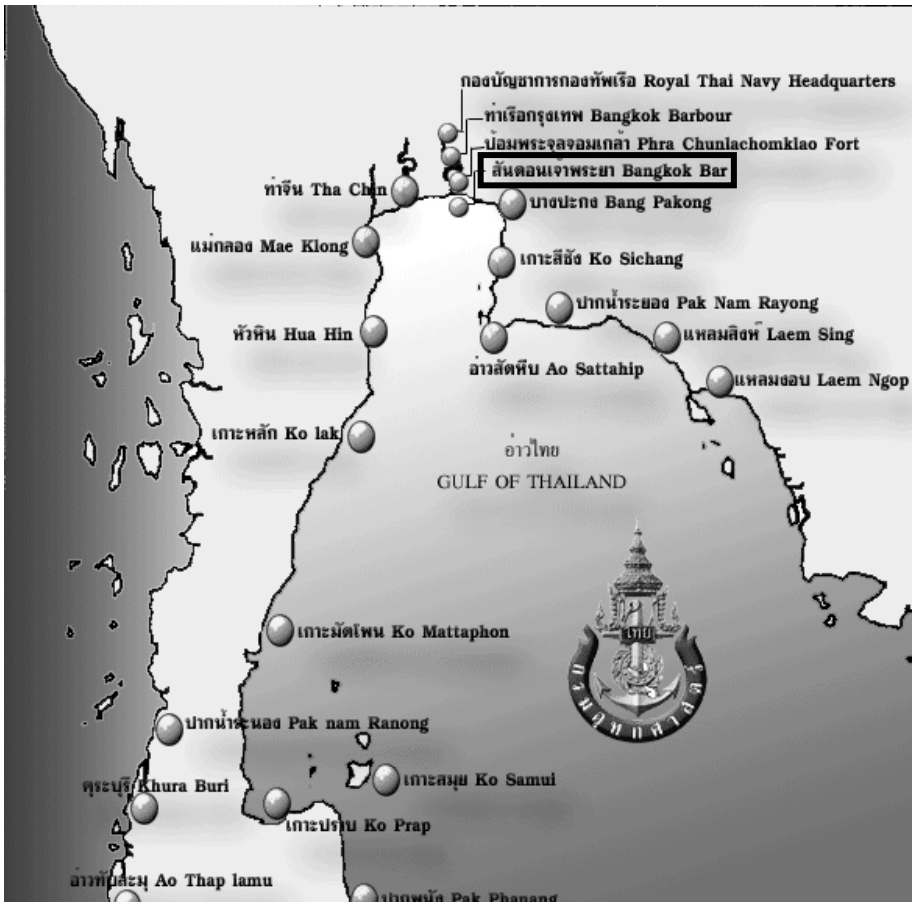
หมายเหตุ:

- สัญลักษณ์แสดงถึงอุณหภูมิดังนี้
  ↑↑ เพิ่มขึ้นมาก ↑ เพิ่มขึ้น ● เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือคงที่ ↓ ลดลง ↓↓ลดลงมาก
- สัญลักษณ์แสดงการกระจาย หรือค่า R^2 ■ มาก ◘ ปานกลาง □ น้อย
- ความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันลดลงจากอดีต
  ⦿ สำคัญมาก ○ สำคัญปานกลาง △ สำคัญน้อย

กลุ่ม 1 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ
กลุ่ม 2 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
กลุ่ม 3 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง
กลุ่ม 4 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก
กลุ่ม 5 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย
กลุ่ม 6 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน

3.2.3 พฤติกรรมของข้อมูลระดับน้ำทะเลในไทย

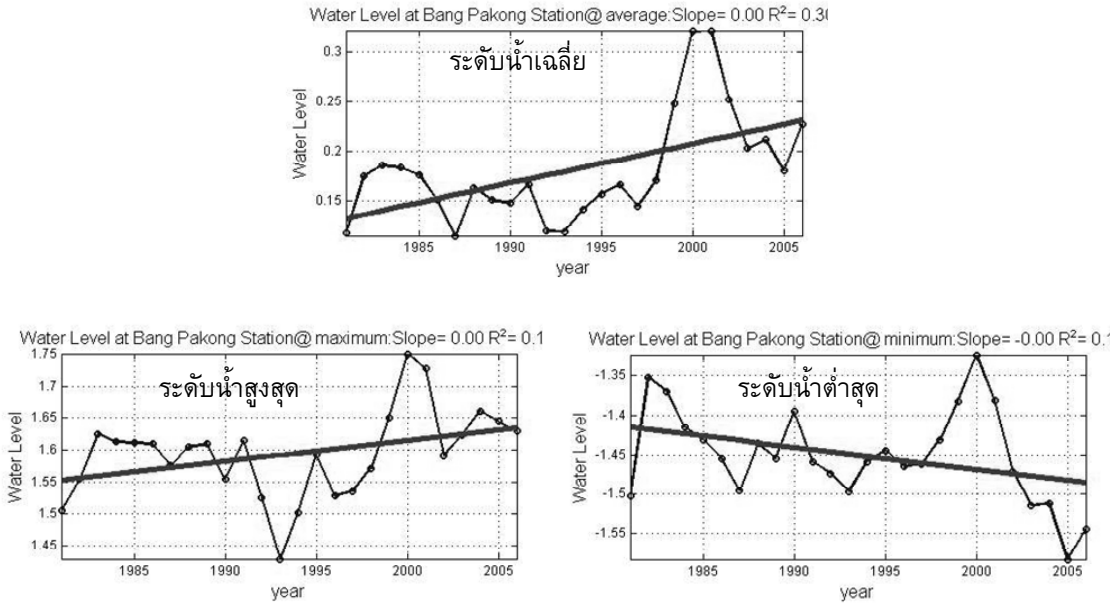
จากการศึกษาข้อมูลอุณหภูมิ น้ำฝน และน้ำท่าของประเทศไทยในหัวข้อที่ผ่านมา ทำให้ทราบว่าสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งต่ออุณหภูมิ น้ำฝน และน้ำท่า แต่ข้อมูลอีกตัวแปรหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผลการศึกษาต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศชัดเจนยิ่งขึ้นได้แก่ ข้อมูลระดับน้ำทะเล เนื่องจากการศึกษาของ IPCC ได้ให้ความสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล และมีการคาดการณ์ไปยังอนาคตต่อระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นในหัวข้อนี้จะศึกษาถึงระดับน้ำทะเลของประเทศไทยเบื้องต้นถึงการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยศึกษาจากข้อมูลระดับน้ำทะเลของกรมอุทกศาสตร์ ที่สถานีบางปะกงแสดงตำแหน่งสถานีดังรูปที่ 3-24 (ข้อมูลที่ใช้ยังไม่ได้ปรับแก้ค่าระดับจากการทรุดตัวของเสาระดับและการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกหลังเหตุการณ์สึนามิ) (สุจริต, 2552) ระยะหลังมีการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมช่วยในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอ่าวไทยโดยมีการปรับระดับการทรุดตัวของหมุด (Itti et.al., 2011)



รูปที่ 3-24 ตำแหน่งวัดระดับน้ำทะเล สถานีบางปะกง (ในกรอบ) ของกรมอุทกศาสตร์
ที่มา: กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (http://www.navy.mi.th)

1) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลระดับน้ำทะเลในไทย

การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลระดับน้ำทะเลรายปีของสถานีบางปะกง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981 ถึง 2006 พบว่าค่าเฉลี่ย และค่าระดับน้ำสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่ระดับน้ำทะเลต่ำสุดมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ดีแนวโน้มดังกล่าวมีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำเนื่องจากข้อมูลมีการกระจายสูง เห็นได้จาก R^2 ที่ต่ำ โดยพบว่าในปี 2000 ระดับน้ำทะเลทั้งระดับน้ำเฉลี่ย ระดับสูงสุด และระดับต่ำสุดมีค่าสูงสุดในรอบ 25 ปี ที่ผ่านมา ดังแสดงในรูปที่ 3-25



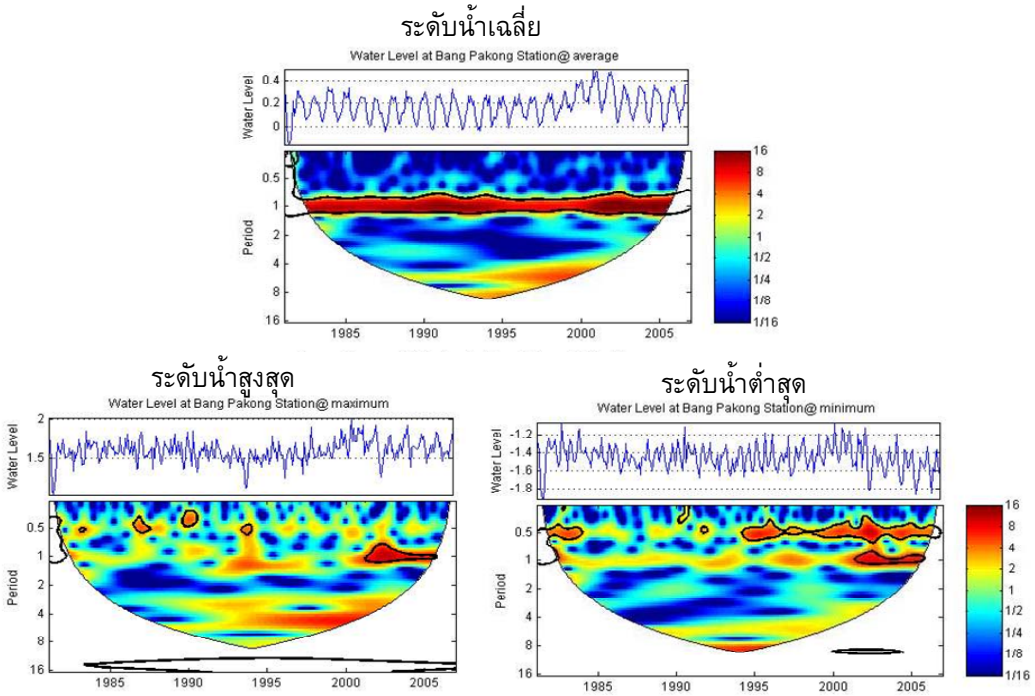
รูปที่ 3-25 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลเฉลี่ย (รูปบน) ระดับสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง

2) พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลระดับน้ำทะเลในประเทศไทย

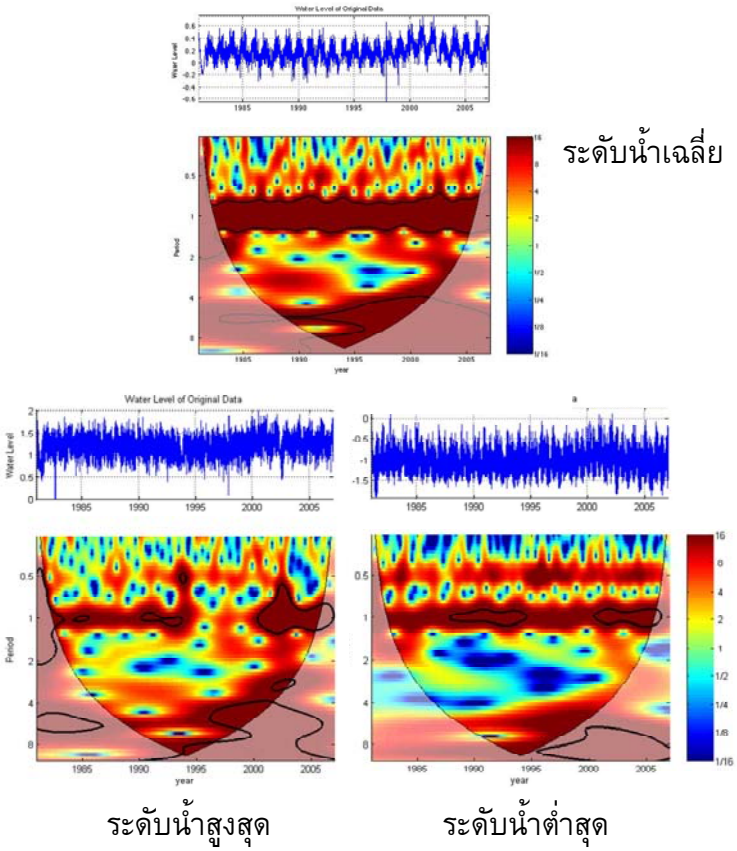
พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเล จะพิจารณาจากแอมพลิจูดของเวฟเล็ตที่แปลงมาจากข้อมูลระดับน้ำรายเดือนและรายวันของสถานีบางปะกง ที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี ดังแสดงในรูปที่ 3-26 และ 3-27 โดยสีแดงเข้มแสดงความสำคัญที่มากหรือเกิดพฤติกรรมดังกล่าวอย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยระดับน้ำทะเลรายเดือน พบว่ามีคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี ชัดเจน โดยหลังปี 1995 พฤติกรรมมีความรุนแรงลดลง และเริ่มเด่นชัดมากขึ้นกว่าในอดีตประมาณหลังปี 2000 ซึ่งสังเกตได้จากความกว้างของแกนที่คาบการเกิดที่ 1 ปี ส่วนพฤติกรรมของระดับน้ำสูงสุดและระดับน้ำต่ำสุดจะไม่พบพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีเด่นชัดเช่นค่าเฉลี่ย แต่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลที่รุนแรงมากขึ้นกว่าในอดีตตั้งแต่หลังปี 2000 นอกจากนี้ยังพบคาบการเกิดซ้ำที่ 0.5 ปี ในข้อมูลระดับน้ำต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยรายเดือนในรูปที่ 3-26 หลังปี 1995 เป็นต้นมา

3) การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลรายเดือนในประเทศไทย

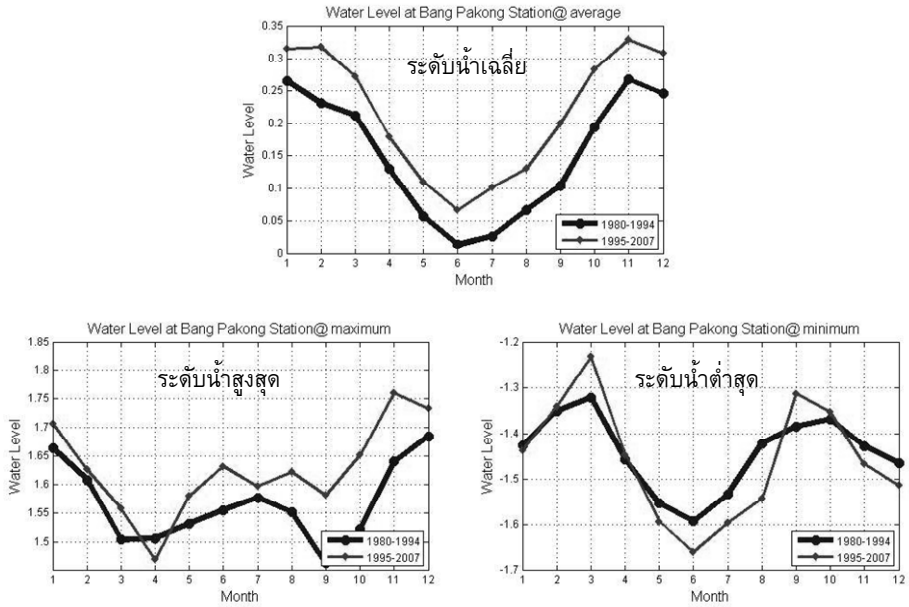
จากการเปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของระดับน้ำทะเลสถานีบางปะกงของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1981 – 1995 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาค่าเฉลี่ยของระดับน้ำทะเลในทุกเดือนมีค่าสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล ระดับน้ำสูงสุดจะมีค่าจะมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นในเดือนเมษายน โดยจะเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญในช่วงฤดูฝน ส่วนระดับน้ำต่ำสุดโดยรวมจะมีค่าต่ำกว่าอดีต ยกเว้นในเดือนมีนาคม กันยายน และตุลาคม ดังแสดงในรูปที่ 3-28



รูปที่ 3-26 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเลรายเดือนจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง



รูปที่ 3-27 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเลรายวันจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง



รูปที่ 3-28 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลรายเดือนจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง

3.2.4 สรุปพฤติกรรมของสภาพภูมิอากาศของไทย

สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ในแง่ของคาบการเกิดซ้ำและความรุนแรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยพฤติกรรมที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การที่ฤดูกาลหรือคาบการเกิดซ้ำของเหตุการณ์ที่ 1 ปี มีความชัดเจนลดลงมากจากปกติ ส่วนภูมิอากาศมีพฤติกรรมของคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 4 ปี หรือเกิดความแปรปรวนที่รุนแรงในช่วง ค.ศ. 1995 – 2000 ขณะที่ปริมาณน้ำฝนมีคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปี

จากผลการศึกษาน่าจะเป็นเหตุให้เชื่อได้ว่าสภาพอากาศของประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 แล้ว ปริมาณฝน เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990

จากข้อมูลของระดับน้ำทะเลรายเดือนของสถานีบางปะกง พบว่าระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจากพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี เห็นได้ชัดว่ามีความรุนแรงของพฤติกรรมเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่หลังปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมา ซึ่งควรมีการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับระดับน้ำทะเลต่อไป (โดยเฉพาะการตรวจสอบการทรุดตัวของเสาวัดระดับ)

3.3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย

1) การศึกษาที่ผ่านมา

ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA START RC) ได้ศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำและการเกษตรในพื้นที่ที่อาศัยน้ำฝน ตลอดจนการประเมินภาวะเสี่ยงต่อความเดือดร้อน และแนวทางการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศในอนาคตของเกษตรกรในพื้นที่ของกลุ่มประเทศในเขตลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง สรุปว่าทิศทางและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยในอนาคต จะเปลี่ยนแปลงไปในทางที่มีฝนมากขึ้นในเกือบทุกภาคของประเทศไทย ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในประเทศไทยจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก อาจเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลงประมาณ 1-2ºC แต่การเปลี่ยนแปลงในเชิงของอุณหภูมิที่สำคัญประการหนึ่งคือ จำนวนวันที่อากาศเย็นในรอบปีจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด และในทางกลับกัน จำนวนวันที่อากาศร้อนในรอบปีก็จะเพิ่มขึ้นมากเช่นกัน (ตามรายงานนี้ยึดเกณฑ์ว่า วันที่อากาศเย็นคือ วันที่มีอุณหภูมิต่ำสุดต่ำกว่า 15ºC และ วันที่อากาศร้อนคือ วันที่มีอุณหภูมิสูงสุดเกินกว่า 33ºC) ซึ่งหากจะกล่าวในอีกนัยหนึ่งก็คือ แม้ว่าประเทศไทยโดยเฉลี่ยแล้วจะไม่ร้อนขึ้นมากนัก แต่จะร้อนนานขึ้นกว่าเดิมมาก โดยที่ฤดูร้อนจะยาวขึ้นกว่าเดิมอย่างเห็นได้ชัด และฤดูหนาวในประเทศไทยจะหดสั้นลง อีกประเด็นหนึ่งที่มีความสำคัญก็คือ ความแปรปรวนหรือความแตกต่างระหว่างฤดูต่อฤดู หรือในระหว่างปีต่อปีก็อาจเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน (Chinvanno and Snidvongs, 2007, Suppakorn C., 2009)

เจียมใจ เครือสุวรรณ และคณะ (2550) ได้จำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทยด้วยแบบจำลองภูมิอากาศ MM5 โดยจำลองสภาพภูมิอากาศ อาทิเช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม ปริมาณฝน ความดัน เป็นต้น ในปีฐาน 1961-1990 แล้วเปรียบเทียบผลกับข้อมูลตรวจวัด และจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียงล่วงหน้า

กัณฑรีย์ บุญประกอบ และคณะ (2550) สร้างภาพจำลองของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตในประเทศไทย โดยการย่อส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลกจากแบบจำลองGFDL-R30 ในพื้นที่ประเทศไทย และจัดทำข้อมูลภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทยภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์จำลองและวิเคราะห์แปลผลข้อมูลที่ได้

สิรินทรเทพ เต้าประยูร (2550) ได้ศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค RegCM3 สำหรับประเทศไทย โดยประยุกต์ใช้และศึกษาความเหมาะสมของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค RegCM3 สำหรับประเทศไทย และศึกษาสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงภายใต้สถานการณ์จำลองในอนาคตของ IPCC โดยเน้นที่ อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเป็นหลัก

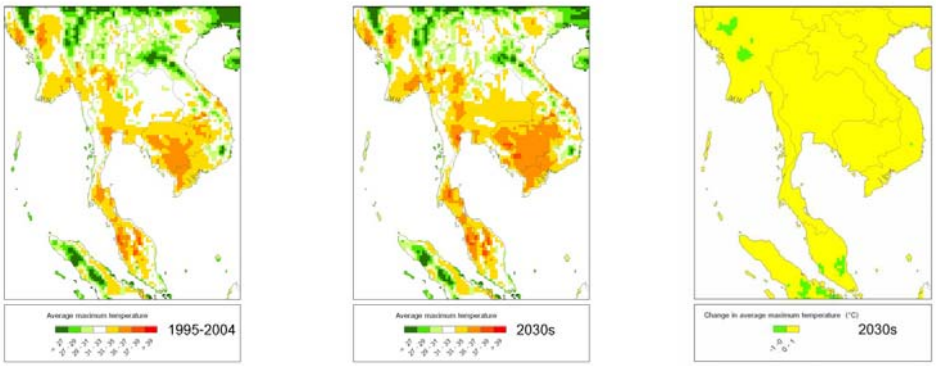
ดุษฎี ศุขวัฒน์ (2009) ได้ทดสอบและปรับปรุงแบบจำลอง Weather Research and Forecasting (WRF) ในการคาดหมายการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย เพื่อให้ได้ภาพจำลองภูมิอากาศประเทศไทยโดยใช้แบบจำลอง WRF ที่มีการปรับปรุงตัวแปรเสริมสำหรับเมฆให้เหมาะสมสำหรับการคาดหมายภูมิอากาศ ของประเทศไทย

ธชณัฐ ภัทรสถาพรกุล (2550) ได้ศึกษาความแปรปรวนของสภาพอากาศของประเทศไทยอันเนื่องมาจากความผิดสภาพทางสมุทรศาสตร์ เพื่ออธิบายความเชื่อมโยงของปรากฏการณ์ Indian Ocean Dipole ที่มีต่อปริมาณและการกระจายน้ำฝนของประเทศไทย

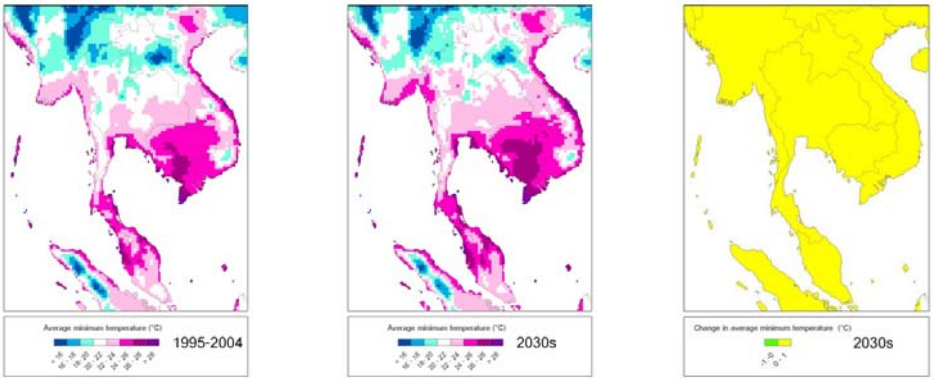
2) ผลการศึกษาที่ผ่านมา

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในประเทศไทยในระยะเวลาประมาณ 20 ปีข้างหน้า มีความแตกต่างกันบ้างในระหว่างแบบจำลองภูมิอากาศที่ใช้ กรณีใช้ข้อมูลแบบจำลอง Precise คาดว่าไม่เปลี่ยนแปลงไปจากช่วงปัจจุบันมากนัก ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย หรืออุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ทั้งนี้คาดว่าแนวโน้มอุณหภูมิที่สูงขึ้นไม่น่าสูงกว่า 1ºC แต่เริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่ กล่าวคือ ภาคกลางในเขตลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและภาคอีสานตอนล่างเริ่มแสดงแนวโน้มที่จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น (ดูการเปลียนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยได้จากรูปที่3-29 (แบบจำลอง Precise) และ รูปที่ 3-33 (แบบจำลอง MRI))

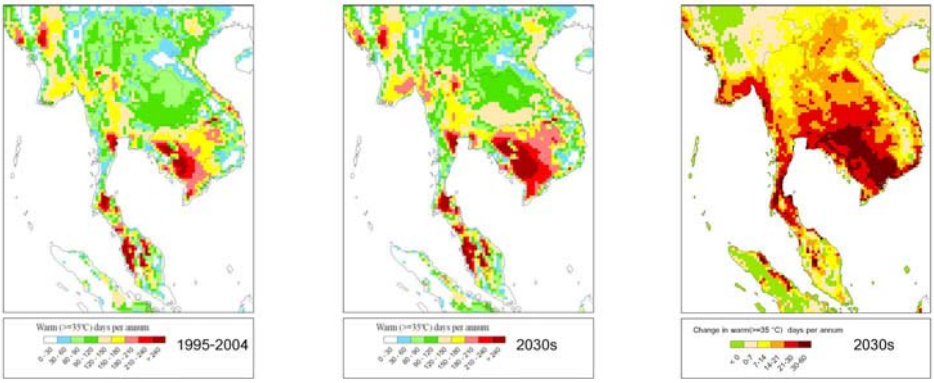
อย่างไรก็ดี แม้ว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยแล้วจะสูงขึ้นไม่มากนัก แต่ระยะเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปีจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัด โดยจำนวนวันที่มีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับหรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสนั้น เพิ่มสูงขึ้น 1-2 สัปดาห์ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคกลางตอนบน ส่วนภาคกลางตอนล่างและภาคอีสานตอนบนนั้นจะมีระยะเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปียาวนานกว่าปัจจุบันประมาณ 2 สัปดาห์ถึง 1 เดือน และหลายพื้นที่ในภาคอีสานตอนล่างและภาคใต้อาจยาวนานขึ้นมากกว่า 1 เดือน



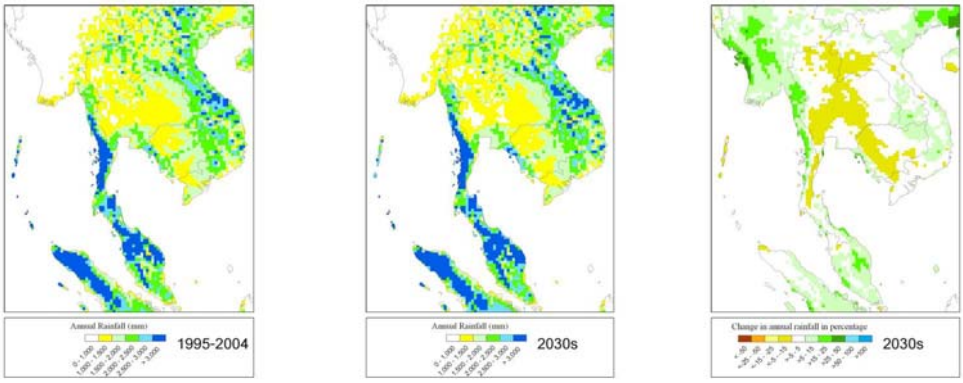
รูปที่ 3-29* อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในประเทศไทย และผลต่างแสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต



รูปที่ 3-30* อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในประเทศไทย และผลต่างแสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต



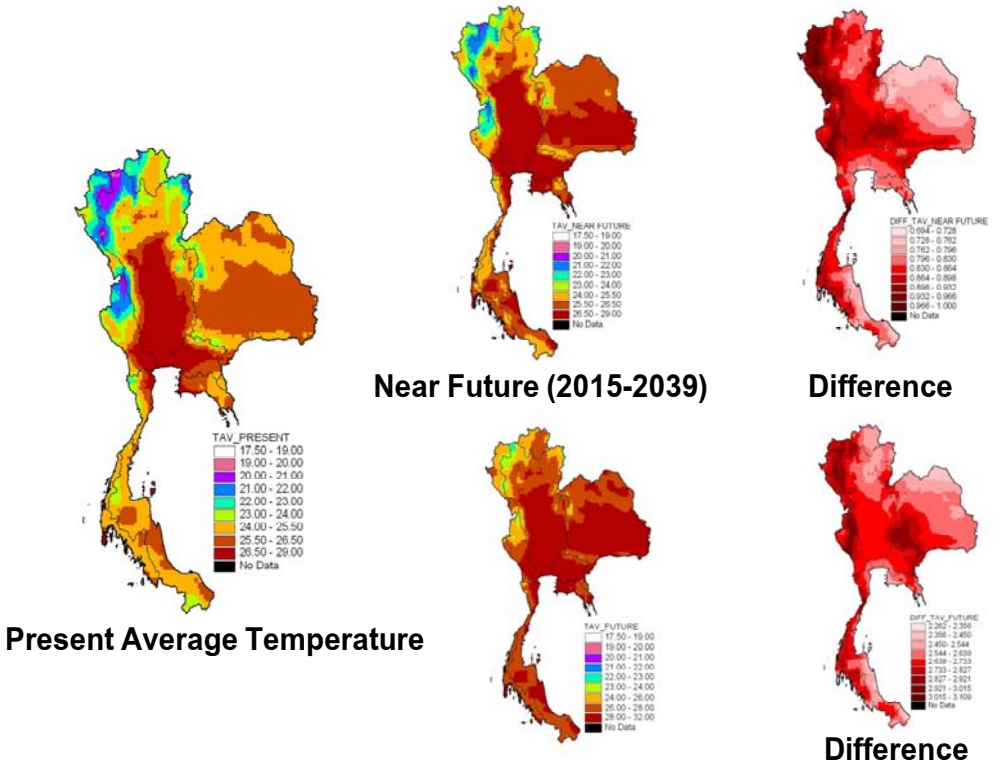
รูปที่3-31* ระยะเวลาที่อากาศร้อนในรอบปีเฉลี่ยในประเทศไทยและผลต่างแสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต



รูปที่ 3-32* ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยในประเทศไทย และผลต่างแสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

(* ที่มา: SEA START)

<u>หมายเหตุ</u>: การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตโดยพิจารณาจากสถานการณ์จำลองนี้ จำเป็นต้องพิจารณาผลการคาดการณ์จากการจำลองสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อที่จะได้คำนึงถึงความไม่แน่นอนอันเกิดจากแบบจำลองได้มากขึ้น ขณะเดียวกันการพิจารณาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในหลายแง่มุมด้วย ซึ่งผลการศึกษาโดยสรุปข้างต้นมีวัตถุประสงค์เพียงเพื่อให้เกิดความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในแนวทางหนึ่งแต่พอสังเขปเท่านั้น



รูปที่ 3-33 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของประเทศไทยจากแบบจำลอง MRI (AR4)

แม้ว่าผลสรุปการคำนวณ แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของภาวะโลกร้อน ต่อแนวโน้มที่ปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นในประเทศไทยในระยะยาว แต่ในระยะ 2-3 ทศวรรษข้างหน้านี้จะมีความผันผวนอยู่ ทั้งนี้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในประเทศไทยในช่วงเวลาประมาณ 20 ปีข้างหน้านี้มีแนวโน้มลดลงในหลายพื้นที่ในประเทศไทย โดยเฉพาะพื้นที่ภาคกลางและบางส่วนของภาคอีสานและภาคเหนือ รวมทั้งชายทะเลภาคใต้ตอนบนฝั่งตะวันออก

3) เปรียบเทียบข้อมูลฝนรายปีจากแบบจำลองต่าง ๆ (หลังปรับแก้)

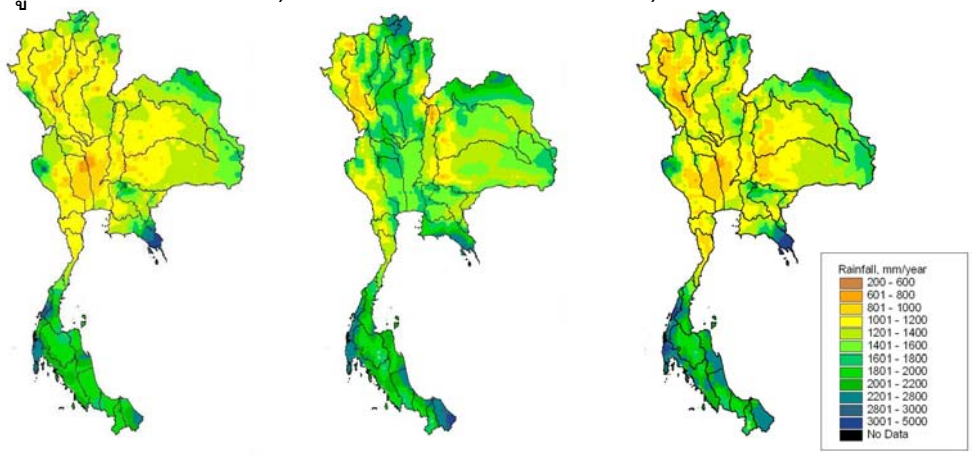
การศึกษาเพื่อดูผลกระทบอาจเริ่มจากการศึกษาเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศของโลกที่มี เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยจากแบบจำลอง 3 ประเทศ(คือ ญี่ปุ่น แคนาดา และอังกฤษ)ที่มีอยู่เป็นการเปรียบเทียบดูแนวโน้มและลักษณะ (ที่เหมือนและต่างกันตามเงื่อนไข เทคนิค และความละเอียดของการจำลอง) (Sucharit K., et. al., 2010) ในการ ศึกษา ผลหลังจากการเพิ่มความละเอียดข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ (ฝน) จากแบบจำลอง MRIประเทศญี่ปุ่น แบบจำลอง PRECISE ECHAM4 ของหน่วยงาน START ประเทศไทย และแบบจำลอง CCCMA3 ประเทศแคนาดา ในช่วงปี 1979 – 2006 ซึ่งพบว่าการเพิ่มความละเอียดของแบบจำลองสามารถลดค่า RMSE (Root mean square root error) ลงได้ โดยที่ ผลการจากการเพิ่มความละเอียดของแบบจำลอง MRI สามารถลด RMSE อยู่ในช่วง 9.15% – 17.53% แบบจำลอง PRECISE ECHAM4 สามารถลด RMSE อยู่

ในช่วง 3.84% – 23.40% และแบบจำลอง CCCMA3 สามารถลด RMSE อยู่ในช่วง 8.68% – 14.07% ผลการเพิ่มความละเอียดของแบบจำลองทั้งสามในภาพรวมของประเทศไทยได้ ดังตารางที่ 3-3 การเปรียบเทียบข้อมูลตรวจวัดข้อมูลฝนรายปีกับแบบจำลองก่อนและหลังเพิ่มความละเอียดของแบบจำลองดังรูปที่ 3-34 – 3-36 ซึ่งเปรียบเทียบผลการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลตรวจวัด (Observed) แบบจำลองก่อนเพิ่มความละเอียดข้อมูล และแบบจำลองหลังเพิ่มความละเอียดของข้อมูล จะเห็นได้ว่าแบบจำลอง ที่เพิ่มความละเอียดของข้อมูลแล้ว ทั้ง 3 แบบจำลองมีลักษณะเส้นชั้นความสูงของปริมาณน้ำฝนรายปีใกล้เคียงกับข้อมูลตรวจวัด จะแตกต่างกันบ้างในบางภูมิภาค ทั้งนี้แบบจำลอง MRI มีสภาพฝนที่ใกล้เคียงกับข้อมูลตรวจวัดมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากความละเอียดของแบบจำลอง MRI ที่มีความละเอียดมากกว่าแบบจำลองอื่นๆ และให้ค่าความสัมพันธ์ของข้อมูล (R^2) ที่สูงกว่าแบบจำลองอื่นๆ

ตารางที่ 3-3 ผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลฝนประเทศไทยจากแบบจำลองต่างๆ

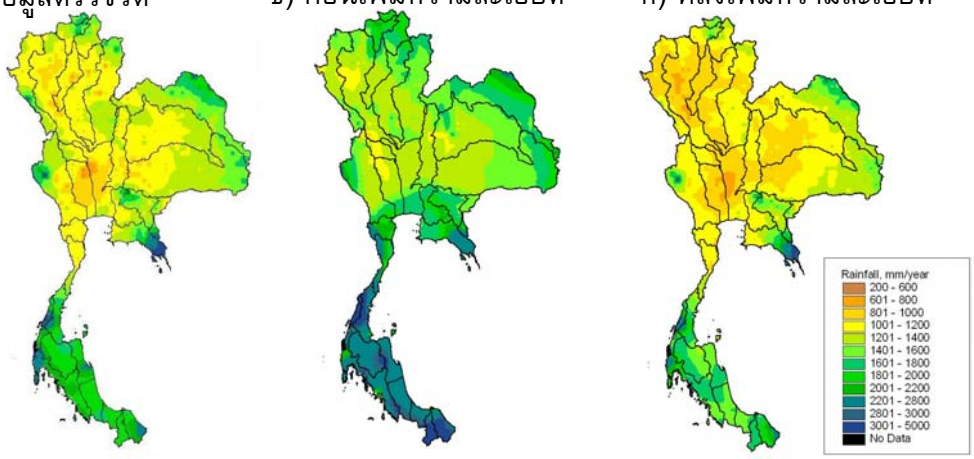
แบบจำลอง		Before Downscale		After Downscale			
		R^2	RMSE	R^2	%Diff	RMSE	%Diff
MRI	ค่ามากที่สุด	0.71	461.00	0.71	0.00	380.20	-17.53
	ค่าต่ำสุด	0.12	56.23	0.12	0.00	51.08	-9.15
	ค่าเฉลี่ย	0.46	96.69	0.46	0.00	84.42	-12.69
PRECISE	ค่ามากที่สุด	0.68	459.36	0.68	0.00	441.71	-3.84
	ค่าต่ำสุด	0.00	66.52	0.00	0.00	59.51	-10.53
	ค่าเฉลี่ย	0.38	123.49	0.38	0.00	94.59	-23.40
CCCMA3	ค่ามากที่สุด	0.62	509.17	0.62	0.00	437.53	-14.07
	ค่าต่ำสุด	0.00	66.24	0.00	0.00	64.87	-2.07
	ค่าเฉลี่ย	0.37	109.14	0.37	0.00	99.66	-8.68

ก) ข้อมูลตรวจวัด ข) ก่อนเพิ่มความละเอียด ค) หลังเพิ่มความละเอียด



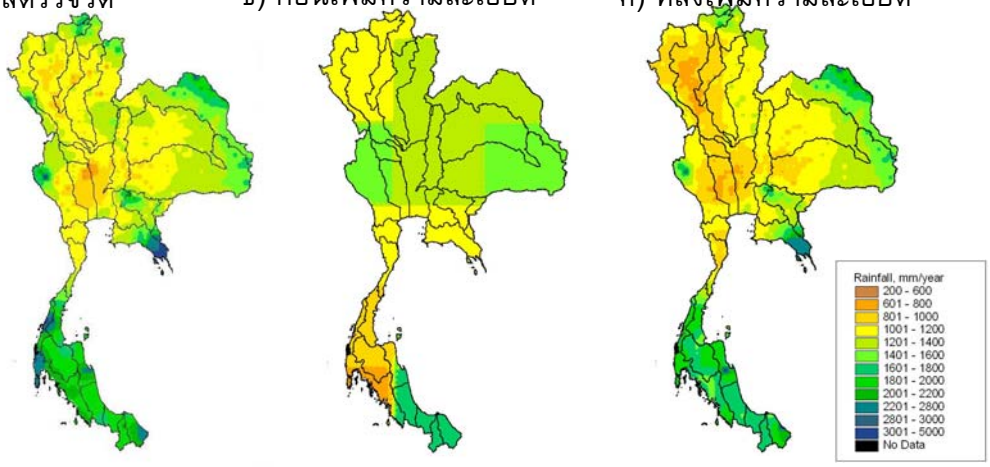
รูปที่ 3-34 เปรียบเทียบข้อมูลฝนตรวจวัดและแบบจำลองก่อนและหลังเพิ่มความละเอียดของแบบจำลอง MRI

ก) ข้อมูลตรวจวัด ข) ก่อนเพิ่มความละเอียด ค) หลังเพิ่มความละเอียด



รูปที่ 3-35 เปรียบเทียบข้อมูลฝนตรวจวัดและแบบจำลองก่อนและหลังเพิ่มความละเอียดของแบบจำลอง PRECISE

ก) ข้อมูลตรวจวัด ข) ก่อนเพิ่มความละเอียด ค) หลังเพิ่มความละเอียด



รูปที่ 3-36 เปรียบเทียบข้อมูลฝนตรวจวัดและแบบจำลองก่อนและหลังเพิ่มความละเอียดของแบบจำลอง CCCMA3

4) การวิเคราะห์ และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงทางสภาพอุทกวิทยาในอนาคต

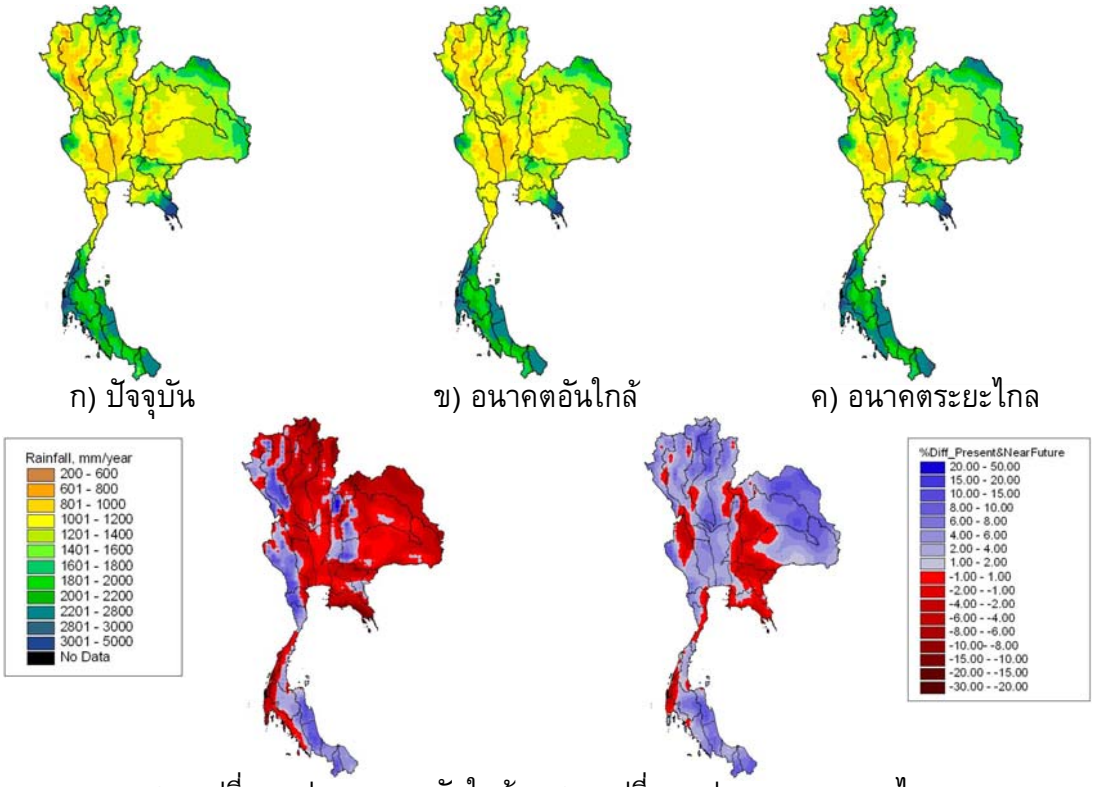
จากการวิเคราะห์ และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงทางสภาพอุทกวิทยาในอนาคต โดยการหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2015 - 2039) และอนาคตระยะไกล (ค.ศ.2075 - 2099) ซึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มทั้งเพิ่มขึ้น และลดลงในแต่ละภูมิภาคในแบบจำลองต่างๆมีทั้งไปในทิศทางเดียวกัน และแตกต่างกันบ้างในบางพื้นที่ โดยที่ในอันอนาคตอันใกล้แบบจำลองส่วนใหญ่ได้พยากรณ์ว่า ในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ฝั่งตะวันตกจะมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ภาคอื่นๆ เช่น ภาคตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในอนาคตระยะไกล แบบจำลองส่วนใหญ่

พยากรณ์ว่าทุกภาคของประเทศไทยจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นแบบจำลอง CCCMA3 พยากรณ์ว่าในภาคใต้มีแนวโน้มลดลง ซึ่งได้มีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในภาพรวมของประเทศไทย ดังตารางที่ 3-4 แสดงปริมาณน้ำฝน และการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในพื้นที่ลุ่มน้ำต่าง ๆของแบบจำลองต่าง ๆ ดังรูปที่ 3-37 – 3-39

ตารางที่ 3-4 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนรายปีในภาพรวมของประเทศไทย

แบบจำลอง		ข้อมูลตรวจวัด (มม.)	ปัจจุบัน (มม.)	อนาคตอันใกล้ (มม.)	% เพิ่มขึ้น	%ลดลง	อนาคตระยะไกล (มม.)	% เพิ่มขึ้น	% ลดลง
MRI	ค่าสูงที่สุด	4,870	5,270	4,614	38.35	-0.01	5,081	13.15	-0.01
	ค่าต่ำสุด	533	551	603	0.01	-19.18	593	0.07	-8.57
	ค่าเฉลี่ย	1,370	1,429	1,414	4.89	-3.85	1,481	5.01	-2.25
PRECISE	ค่าสูงที่สุด	4,870	4,507	4,542	19.81	-0.01	5,031	53.24	-1.85
	ค่าต่ำสุด	533	626	620	0.01	-8.1	726	0.37	-2.26
	ค่าเฉลี่ย	1,370	1,207	1,228	2.39	-1.10	1,429	18.27	-2.06
CCCMA3	ค่าสูงที่สุด	4,870	3,828	3,557	3.92	-0.20	3,649	11.53	-2.46
	ค่าต่ำสุด	533	571	585	0.07	-9.92	601	2.40	-7.43
	ค่าเฉลี่ย	1,370	1,249	1,249	2.31	-3.18	1,288	6.06	-4.70

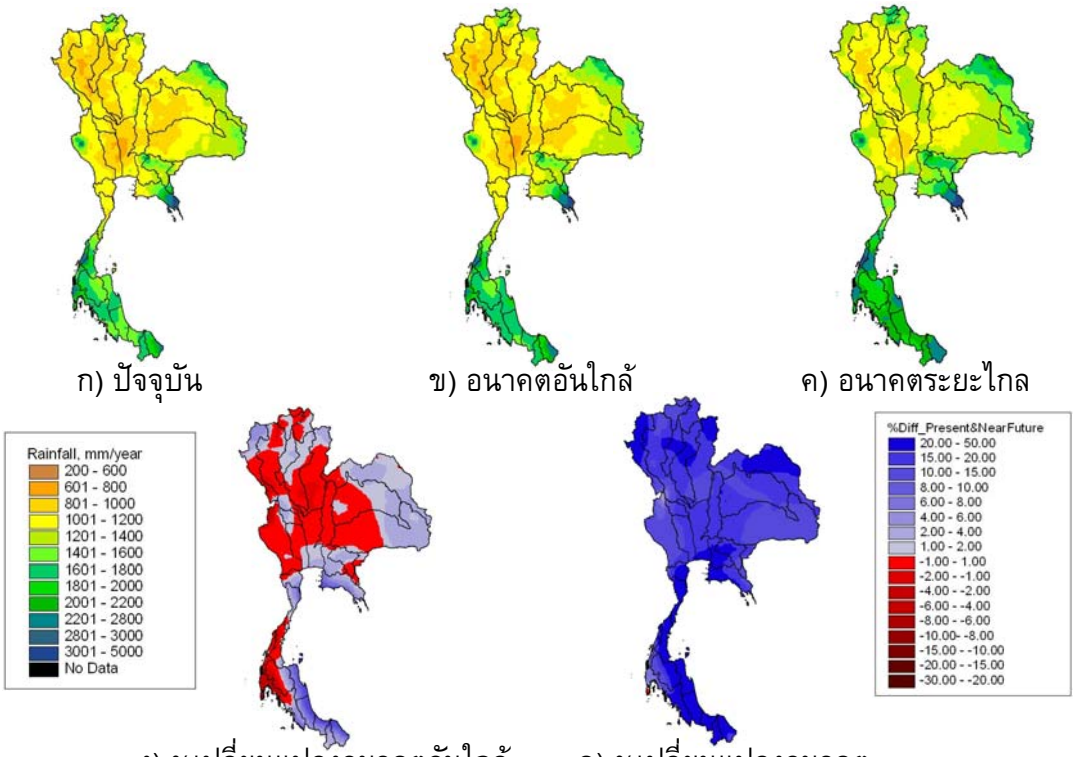
เมื่อการนำเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนรายปีของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลองมาซ้อนทับกัน จะทำให้ทราบถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคตว่าพื้นที่ใดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพื่อหาพื้นที่ที่เป็น Hot Spot ซึ่งในการนำมาซ้อนทับนี้ได้พิจารณาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นหรือลดลงตั้งแต่ 1% ขึ้นไป ในขณะที่นำมาซ้อนทับกันยังพบอีกว่าในบางพื้นที่มีแนวโน้มต่างกัน คือ มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง (ซึ่งยังไม่สามารถระบุได้ว่าในพื้นที่นั้นมีแนวโน้มเป็นอย่างไร) สำหรับพื้นที่ล่อแหลม (Hot Spot) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และลดลงในอนาคตอันใกล้ และอนาคตระยะไกลแสดงได้ดังรูปที่ 3-40



ก) ปัจจุบัน ข) อนาคตอันใกล้ ค) อนาคตระยะไกล

ค) %เปลี่ยนแปลงอนาคตอันใกล้ ง) %เปลี่ยนแปลงอนาคตระยะไกล

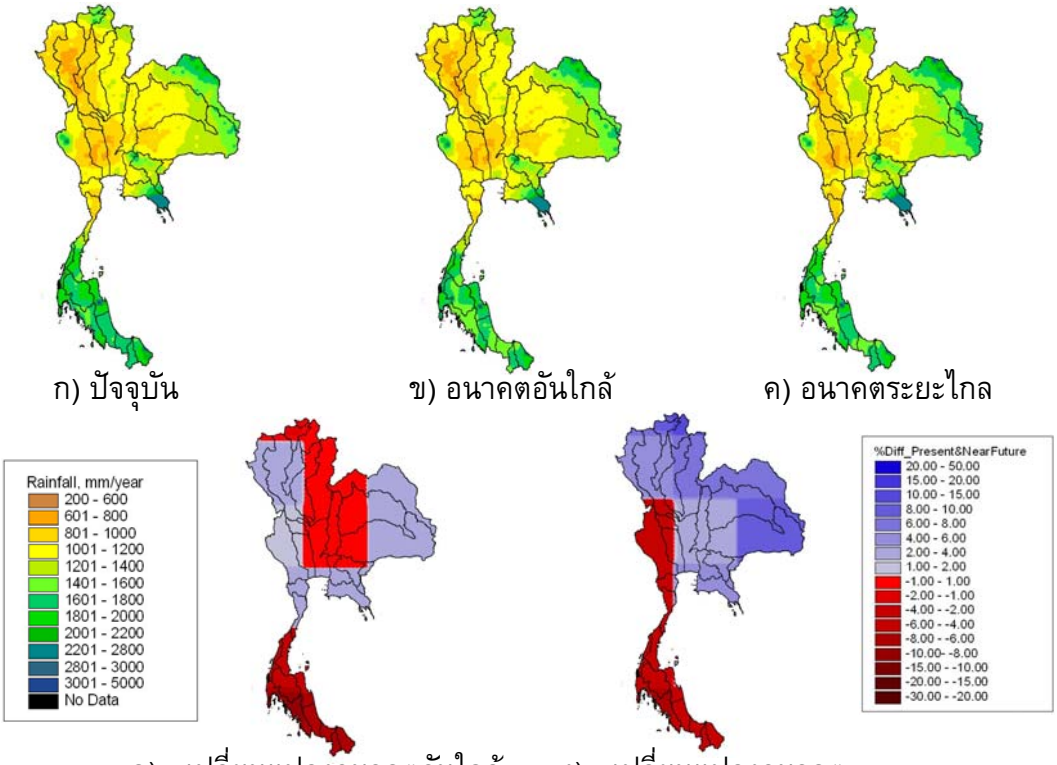
รูปที่ 3-37 ปริมาณน้ำฝนและการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆของแบบจำลอง MRI



ก) ปัจจุบัน ข) อนาคตอันใกล้ ค) อนาคตระยะไกล

ง) %เปลี่ยนแปลงอนาคตอันใกล้ ค) %เปลี่ยนแปลงอนาคต

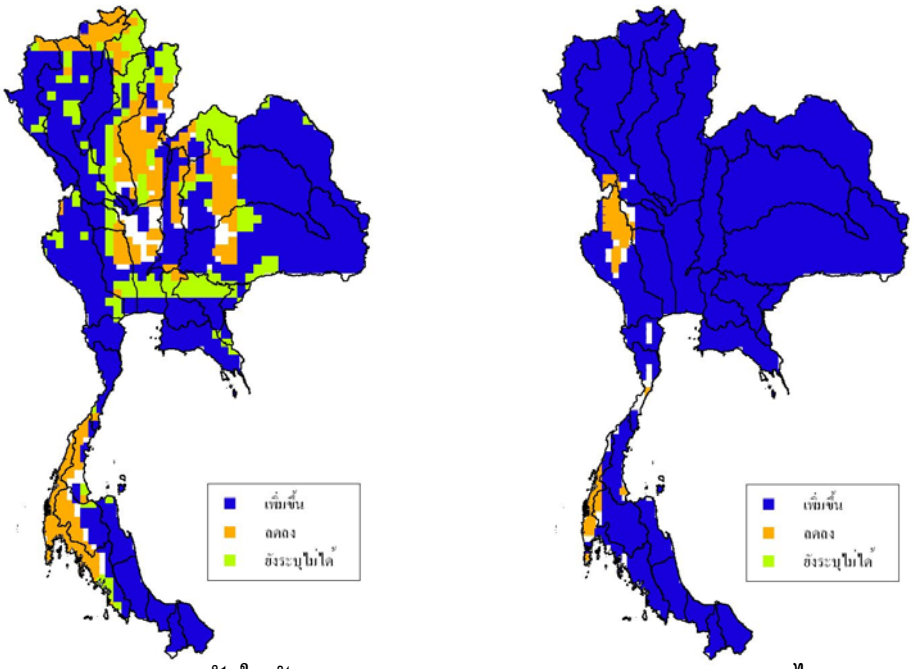
รูปที่ 3-38 ปริมาณน้ำฝน และการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ ของแบบจำลอง PRECISE



ก) ปัจจุบัน ข) อนาคตอันใกล้ ค) อนาคตระยะไกล

ค) %เปลี่ยนแปลงอนาคตอันใกล้ ง) %เปลี่ยนแปลงอนาคต

รูปที่ 3-39 ปริมาณน้ำฝน และการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในพื้นที่ลุ่มน้ำต่าง ๆของแบบจำลอง CCCMA3



ก) อนาคตอันใกล้ ข) อนาคตระยะไกล

รูปที่ 3-40 พื้นที่ล่อแหลม (Hot Spot) ในอนาคตอันใกล้ และอนาคตระยะไกล

จากข้อมูลวัดจริงพบว่า อุณหภูมิของประเทศไทยมีแนวโน้มอุ่นขึ้นจากอดีต และจากข้อมูลแบบจำลองภูมิอากาศต่างๆของโลก สามารถสรุปแนวโน้มอุณหภูมิประเทศไทยว่าจะอุ่นขึ้นต่อไป ปริมาณฝนจากนี้ไป มีแนวโน้มลดลงในช่วงอนาคตใกล้และ มากขึ้นในช่วงอนาคตไกล ความรุนแรงของฝนมีมากขึ้น

ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองภูมิอากาศโลกของ Precise, MRI, CCCMA3 (จากรายงาน AR4) โดยวิธีเพิ่มความละเอียดเดียวกัน ให้ค่าไปในทำนองเดียวกัน ยกเว้นบริเวณชายฝั่งทะเล แบบจำลอง MRI ให้ค่าชัดเจนกว่า เนื่องจากความละเอียดของขนาดการคำนวณมากกว่า

พื้นที่ที่จะมีปริมาณฝนน้อยลงในช่วงอนาคตอันใกล้จะอยู่บริเวณลุ่มน้ำน่าน ภาคกลาง ตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออก และด้านตะวันตกของภาคใต้

พื้นที่ที่จะมีปริมาณฝนน้อยลงในช่วงอนาคตไกล จะอยู่บริเวณด้านตะวันตก ลุ่มน้ำป่าสัก ตะวันออก เพชรบุรี ระนอง

3.4 สรุปเนื้อหา

สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ในแง่ของคาบการเกิดซ้ำและความรุนแรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยพฤติกรรมที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การที่ฤดูกาลหรือคาบการเกิดซ้ำของเหตุการณ์ที่ 1 ปี มีความชัดเจนลดลงมากจากปกติ ส่วนภูมิอากาศมีพฤติกรรมของคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 4 ปี หรือเกิดความแปรปรวนที่รุนแรงในช่วง ค.ศ. 1995 – 2000 ขณะที่ปริมาณน้ำฝนมีคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปี จากผลการศึกษาน่าจะเป็นเหตุให้เชื่อได้ว่าสภาพอากาศของประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 แล้ว ปริมาณฝน เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 จากข้อมูลของระดับน้ำทะเลรายเดือนของสถานีบางปะกง พบว่าระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจากพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี เห็นได้ชัดว่ามีความรุนแรงของพฤติกรรมเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่หลังปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมา (โดยยังไม่ได้พิจารณาการทรุดตัวของเสาวัดระดับ)

ผลการวิเคราะห์ และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงทางสภาพอุทกวิทยาในอนาคต โดยการหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2015 - 2039) และอนาคตระยะไกล (ค.ศ.2075 - 2099) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มทั้งเพิ่มขึ้น และลดลงในแต่ละภูมิภาค โดยในอนาคตอันใกล้แบบจำลองส่วนใหญ่ได้พยากรณ์ว่า ในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ฝั่งตะวันตกจะมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ภาคอื่นๆ เช่นภาคตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในอนาคตระยะไกลแบบจำลองส่วนใหญ่พยากรณ์ว่าทุกภาคของประเทศไทยจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นแบบจำลอง CCCMA3 พยากรณ์ว่าในภาคใต้มีแนวโน้มลดลง

บทที่ 4
การประเมินผลกระทบ และความเปราะบาง

บทนี้เสนอแนวทางการประเมินผลกระทบ และผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนต่อประเทศไทย ทั้งทางด้านเกษตรและทรัพยากรน้ำ (น้ำท่วม ดินถล่ม ภัยแล้ง) รวมทั้งการประเมินความเปราะบาง โดยมีตัวอย่างของอาเซียน

4.1 แนวทางการประเมินผลกระทบ

4.1.1 การประเมินผลกระทบ

องค์ความรู้ในปัจจุบัน ด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ซึ่งรวมถึงการขาดความเท่าเทียมกันของข้อมูลเพื่อใช้อ้างอิงในแต่ละภูมิภาค ที่อาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของการคาดการณ์ผลกระทบดังกล่าว การประเมินและคาดการณ์ผลกระทบอันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจึงมักมีการจัดอันดับความรุนแรงหรือความเป็นไปได้ที่จะเกิดผลกระทบดังกล่าว[1]

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศนั้นเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ และใช้เวลานานกว่าที่จะเป็นที่สังเกตได้ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศนั้นมีความแปรปรวนอยู่แล้วตามธรรมชาติ ดังนั้นการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศนั้นจึงจำเป็นต้องมองไปในอนาคตระยะยาว ซึ่งเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ยังไม่สามารถทำการพยากรณ์สภาพอากาศอนาคตระยะยาวได้ อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงของสภาพเศรษฐกิจและสังคมตลอดจนเทคโนโลยีในอนาคตก็ส่งผลให้เกิดความไม่แน่นอนถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ดังนั้น แนวทางหนึ่งในการทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาวก็คือการศึกษาโดยการจำลอง

---

[1] อาทิเช่น ที่คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ได้มีการจัดอันดับความน่าเชื่อถือและความเป็นไปได้ของการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ดังนี้

Description of confidence:	
Very high confidence	At least 9 out of 10 chance of being correct
High confidence	About 8 out of 10 chance
Medium confidence	About 5 out of 10 chance
Low confidence	About 2 out of 10 chance
Very low confidence	Less than 1 out of 10 chance
Description of likelihood:	
Virtually certain	>99% probability of occurrence
Very likely	90 to 99% probability
Likely	66 to 90% probability
About as likely as not	33 to 66% probability
Unlikely	10 to 33% probability
Very unlikely	1 to 10% probability
Exceptionally unlikely	<1% probability

สถานการณ์อนาคตขึ้นภายใต้สมมติฐานหรือเงื่อนไขที่กำหนดขึ้นบางประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมมติฐานในเรื่องการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะมุ่งหาผลกระทบต่อภาคที่คาดว่าจะมีผลกระทบมาก 5 ด้าน คือ ด้านทรัพยากรน้ำ (ภาวะน้ำท่วม ภาวะน้ำแล้ง ภาวะขาดน้ำความเพียงของน้ำอุปโภคบริโภค คุณภาพน้ำ) ด้านเกษตร (อัตราการให้ผลผลิต คุณภาพดิน ประสิทธิภาพของการผลิต ความมั่นคงทางอาหาร) ด้านสุขภาพ (ความเครียดจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น โรคภัยใหม่ๆ ความเป็นพิษที่เพิ่มขึ้น) ด้านทางทะเล (ระดับน้ำทะเล พายุ ไต้ฝุ่น การเลี้ยงสัตว์น้ำ โครงสร้างพื้นฐาน พื้นที่ชุ่มชื้น) ด้านนิเวศน์วิทยา(ไฟป่า การลดของพันธ์พืชและสัตว์)

จากการประเมินผลการศึกษาในปัจจุบันถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของอุณหภูมิพื้นผิวโลกที่สูงขึ้นกับผลกระทบในวงกว้างจากการสังเกตการณ์สรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหรือภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นกำลังส่งผลกระทบในวงกว้างต่อระบบทั้งทางกายภาพและชีวภาพของประชาคมโลก รวมถึงประเทศไทย อย่างมีนัยสำคัญ ระบบธรรมชาติกำลังได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในเขตต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงของหิมะ น้ำแข็ง และพื้นดินที่จับเป็นน้ำแข็ง รวมถึงระบบนิเวศขั้วโลก การละลายของน้ำแข็งขั้วโลกและการเพิ่มขึ้นของน้ำไหลบ่าหน้าดินที่เกิดจากการละลายอย่างรวดเร็วของหิมะ การเปลี่ยนแปลงของความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศทางทะเลและการอพยพของทรัพยากรสัตว์น้ำ และการที่มหาสมุทรมีความเป็นกรดมากขึ้น เป็นต้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดขึ้นยังส่งผลกระทบอื่นๆ ต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางเศรษฐกิจและสังคม ไม่ว่าจะเป็น ผลกระทบต่อภาคการเกษตรและการจัดการทรัพยากรป่าไม้ การเกิดภัยพิบัติธรรมชาติที่มีความถี่และความรุนแรงมากขึ้น การระบาดของแมลง ผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์ทั้งจากคลื่นความร้อน การเกิดภูมิแพ้ และโรคระบาดที่มีแมลงเป็นพาหะ รวมถึงผลกระทบต่อการประกอบกิจกรรมของมนุษย์ การโยกย้ายถิ่นฐานและการประกอบอาชีพ ซึ่งผลกระทบเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เป็นความท้าทายที่สำคัญในมิติของการพัฒนาประเทศ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศตามธรรมชาติ การเกษตรเพื่อผลิตอาหารของมนุษย์ สุขภาพอนามัย ตลอดจนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม อาจมีความรุนแรงแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ/ภาคส่วนตามสภาพทางภูมิศาสตร์และปัจจัยเกื้อหนุนอื่นๆ โดยมีตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญ คือ ปริมาณฝน อุณหภูมิ และปริมาณแสงแดด การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศคือการเปลี่ยนแปลงปริมาณและความถี่ของตัวแปรดังกล่าว

4.1.2 ผลกระทบจากภาวะโลกร้อนต่อประเทศไทย

สำหรับประเทศไทย การศึกษาด้านผลกระทบมีการกล่าวถึงมาตั้งแต่ปี 2523 แต่เป็นการทบทวนการศึกษาที่มีในต่างประเทศ ประเทศไทยมีการจัดทำรายงานสภาพการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศ (Communication Report) ที่จัดส่งกับ UNFCC การศึกษาวิจัยที่เป็นระบบเพิ่งเริ่มในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา ทั้งทางด้านแบบจำลอง ผลกระทบ และ

เงื่อนไขการเจรจาต่อการประชุมระหว่างประเทศเกี่ยวกับการลดก๊าซเรือนกระจก จนพัฒนามาเป็นการศึกษาแผนแม่บทด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของชาติ ด้านที่มีการศึกษาผลกระทบมีด้านอุทกวิทยา การเกษตร วิบัติภัย พลังงาน ป่าไม้ ทรัพยากรพื้นพิภพ ในที่นี้จะขอกล่าวโดยย่อผลกระทบทางด้านน้ำและการเกษตร

4.1.3 การทบทวนการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการจัดการน้ำ

การศึกษาผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศต่อด้านต่างๆในไทย มีการดำเนินการในช่วงปี 2540-2550 ในด้านต่างๆ เช่น ด้านเกษตร (เกริก, 2532; อรรถชัยและคณะ, 2547) ด้านทรัพยากร (เจษฎา, 2544) ด้านสภาวะอากาศ (ธนวัฒน์, 2550) ด้านน้ำ (สุจริต และคณะ 2552, 2553; จุฬา 2010) ตัวอย่างงานที่ดำเนินการมีผลดังนี้

ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA START RC) ได้ทำการวิเคราะห์ถึงปริมาณน้ำท่าในอนาคตของลุ่มน้ำสำคัญในภาคอีสาน ได้แก่ น้ำสงคราม และน้ำชี-มูล ภายใต้สภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ CCAM และวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยา Variable Infiltration Capacity (VIC) (Southeast Asia START Regional Center, 2007) ได้ผลสรุปซึ่งแสดงให้เห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนระหว่างปีต่อปีที่เพิ่มสูงขึ้นดังนี้คือ

ตารางที่ 4-1 แนวโน้มของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำที่สำคัญในภาคอีสาน ประเทศไทย (ที่มา : START, 2549)

ลุ่มน้ำ	ปริมาณน้ำในปีฝนมาก จากสถานการณ์จำลองสภาพภูมิอากาศภายใต้สภาวะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีความเข้มข้นต่างกัน			ปริมาณน้ำในปีฝนน้อย จากสถานการณ์จำลองสภาพภูมิอากาศภายใต้สภาวะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีความเข้มข้นต่างกัน		
	ปีฐาน: CO2 = 360 ppm (ล้าน ลบ.ม.)	สภาพอากาศเมื่อ CO2 = 540 ppm (การเปลี่ยนแปลงเป็น % จากปีฐาน)	สภาพอากาศเมื่อ CO2 =720 ppm (การเปลี่ยนแปลงเป็น % จากปีฐาน)	ปีฐาน: CO2 = 360 ppm (ล้าน ลบ.ม.)	สภาพอากาศเมื่อ CO2 = 540 ppm (การเปลี่ยนแปลงเป็น % จากปีฐาน)	สภาพอากาศเมื่อ CO2 = 720 ppm (การเปลี่ยนแปลงเป็น % จากปีฐาน)
		(อนาคตประมาณ 40 ปี)	(อนาคตประมาณ 70 ปี)		(อนาคตประมาณ 40 ปี)	(อนาคตประมาณ 70 ปี)
น้ำสงคราม	12,270	6.34%	7.41%	11,750	7.18	24.98
น้ำชี	6,423	+12.73%	+21.27%	7,788	-10.24	+14.43
น้ำมูล	18,645	+10.02%	+34.06%	21,232	-15.01	+15.39

อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยาและคณะ(2002) ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ (The Impact of Climate Change on the inflow of Bhumipol and Sirikit Reservoir) โดยศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนเหนือ โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศในอนาคตจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ CCAM climate model และวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยา Variable Infiltration Capacity (VIC) และได้ผลสรุปถึงปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ที่อาจเปลี่ยนแปลงไปภายใต้สภาพภูมิอากาศในอนาคตที่ได้รับผลกระทบจากภาวะโลกร้อนดังนี้ คือ

เจษฎา เตชะมหาสรานนท์ (2544) การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและวิวัฒนาการการใช้ที่ดินต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไม้และปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยใช้แบบจำลอง ECHAM 4 และ HadCAM 2 เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและฝนในพื้นที่ พบว่าในอนาคต (พ.ศ. 2613-2642) ปริมาณน้ำฝนจะมีแนวโน้มสูงขึ้นจากปีฐาน (พ.ศ.2504-2533) ประมาณ 13-15% และเมื่อนำไปคำนวณปริมาณน้ำท่า พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 4-7% ของปีฐาน

ตารางที่ 4-2 แนวโน้มของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่เขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ (ที่มา : START, 2549)

	สภาพอากาศในปีฐานหรือปัจจุบัน	สภาพอากาศในอนาคตเมื่อ CO2 เพิ่มขึ้น 1.5 เท่า (อนาคตประมาณ 40 ปี)	สภาพอากาศในอนาคตเมื่อ CO2 เพิ่มขึ้น 2 เท่า (อนาคตประมาณ 70 ปี)
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ (ส่วนในล้านส่วน)	360	540	720
ช่วงปีโดยประมาณของสถานการณ์จำลอง (ตาม IPCC A1FI emission scenario)	1980-1989	2040-2049	2066-2075
ปริมาณน้ำท่าทั้งหมดที่ไหลเข้าสู่เขื่อนภูมิพล (ล้านลูกบาศก์เมตร)	2,712-3,080	2,041-2,079	2,987-3,594
ปริมาณน้ำท่าทั้งหมดที่ไหลเข้าสู่เขื่อนสิริกิติ์ (ล้านลูกบาศก์เมตร)	4,677-5,083	4,670-5,107	5,131-6,475

4.2 ตัวอย่างการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อด้านหลักของประเทศ

4.2.1 ผลกระทบต่อพื้นที่การผลิตพืชไร่หลัก (ที่ใช้เป็นอาหาร และแหล่งพลังงาน)

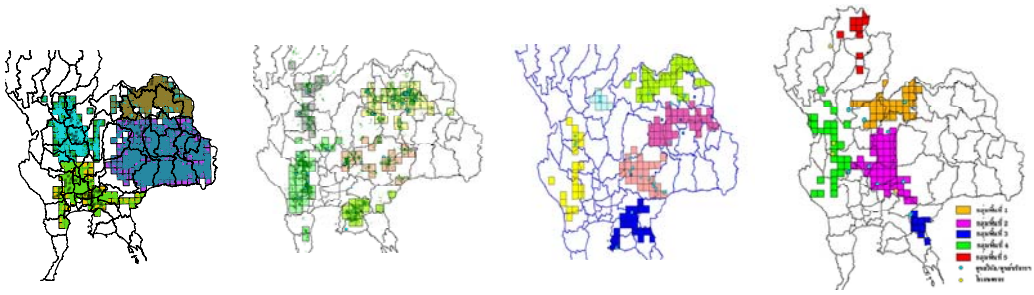
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเปลี่ยนแปลงในเรื่องของปริมาณและการกระจายตัวของฝน ตลอดจนอุณหภูมิที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงในเชิงฤดูกาลต่างๆ ย่อมส่งผลโดยตรงต่อการเกษตรใน

ประเทศไทย ผลผลิตพืชไร่สำคัญซึ่งมีบทบาทอย่างมากต่อความมั่นคงทางอาหารและพลังงานซึ่งจะขอยกมาเป็นตัวอย่างเบื้องต้นเพื่อชี้ให้เห็นถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อประเด็นดังกล่าว ได้แก่ ข้าว อ้อย และ มันสำปะหลัง (เกริก, 2532 ; อรรถชัยและคณะ, 2547)

อย่างไรก็ดี การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ และใช้เวลานานกว่าจะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน ซึ่งในห้วงเวลาดังกล่าว ระบบการผลิตพืชไร่ต่างๆ ในประเทศไทยก็อาจเปลี่ยนแปลงไปภายใต้แรงขับดันทางด้านเศรษฐกิจและสังคมอื่นๆ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดคือ การเปลี่ยนแปลงของขนาดพื้นที่เพาะปลูก ดังนั้นการประเมินถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงต้องทำการประเมินภายใต้สถานการณ์อนาคตจำลองที่พื้นที่เพาะปลูกในประเทศไทยในอนาคตมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน และหากจะพิจารณาจากอีกมุมมองหนึ่ง การวิเคราะห์ถึงผลผลิตการเกษตรในอนาคตภายใต้สถานการณ์อนาคตจำลองนี้ ก็ยังเป็นการบ่งชี้ถึงขีดความสามารถ ในการพัฒนาภายใต้เป้าหมายที่กำหนดขึ้นด้วย

การวิเคราะห์ผลผลิต ข้าว อ้อย และ มันสำปะหลังในอนาคตนี้ เป็นการมองอนาคตออกไปอีก 20-30 ปีข้างหน้า และวิเคราะห์ผลผลิตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามที่ได้คำนวณขึ้นดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น และพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกในอนาคตภายใต้สมมุติฐานที่ว่ารูปแบบพื้นที่เพาะปลูกในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ จะยังคงรูปแบบเดิม แต่พื้นที่ในภาคอีสานจะเปลี่ยนแปลงได้มาก ดังนั้นการจัดทำภาพฉายอนาคตของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกในการศึกษานี้จะเน้นการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำชี – มูล ซึ่งมีพื้นที่รวมประมาณ 96.7 ล้านไร่ โดยแบ่งเป็นพื้นที่ป่าประมาณ 21 ล้านไร่ พื้นที่เกษตรประมาณ 67.8 ล้านไร่ สิ่งก่อสร้าง, ที่อยู่อาศัย หรือ ย่านชุมชนประมาณ 3.8 ล้านไร่ ทะเลสาบ, อ่างเก็บน้ำ, พื้นที่ชุมน้ำประมาณ 1.9 ล้านไร่ และพื้นที่อื่นๆ อีกประมาณ 2 ล้านไร่ และเน้นการวิเคราะห์ไปที่พื้นที่ปลูกพืชไร่นาหลัก 4 ชนิด คือ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และ ข้าวโพด โดยรายงานสรุปนี้จะเน้นผลผลิตอนาคต ข้าว อ้อย และ มันสำปะหลัง แต่เพียง 3 ชนิด

พื้นที่เพาะปลูกตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (Business as Usual – BAU) ถือเป็นข้อมูลเบื้องต้นของการวิเคราะห์พื้นที่ โดยถือว่า พื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ในปัจจุบันมีการใช้พื้นที่อย่างเหมาะสม ตามความรู้และประสบการณ์ของเกษตรกรเอง เสมือนผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาระดับหนึ่งแล้ว ว่าเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตพืชดังกล่าวได้จริง การประเมินปริมาณผลผลิตพืชไร่นาในอนาคตตามพื้นที่ดังที่ยังคงเป็นไปตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้เป็นการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อให้เข้าใจถึงความอ่อนไหว (sensitivity) และการเปิดรับต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (exposure) เป็นหลัก และแม้ว่าพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่นาหลักดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาปีต่อปีโดยมีแรงขับดันจากราคาของผลผลิตในฤดูกาลที่ผ่านมาก็ตาม แต่โดยเฉลี่ยแล้วอาจจัดได้ว่ามีการกระจายตัวดังนี้



ข้าว **อ้อย** **มันสำปะหลัง** **ข้าวโพด**

การกระจายตัวพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจสำคัญในปัจจุบัน (ที่มา: SEA START)

การคาดการณ์ผลผลิตในอนาคตนี้ ดำเนินการโดยการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ DSSAT ทำการคำนวณผลผลิตที่น่าจะเป็นขึ้นจากข้อมูลทางด้านพันธุกรรม รูปแบบการบริหารจัดการแปลงเพาะปลูกที่นิยมใช้กันเป็นมาตรฐานในปัจจุบัน และข้อมูลดินจากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน ส่วนข้อมูลสภาพอากาศนั้นยึดตามข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ และทำการประเมินผลผลิตในอนาคตร่วมกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่ได้กำหนดและวิเคราะห์ขึ้น โดยในขั้นต้นนี้ เพียงพิจารณาพืชพลังงานที่เป็นพืชไร่ที่นำไปผลิต ethanol เป็นหลัก โดยที่ยังไม่ได้พิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงการผลิตของพืชพลังงานหลักอีกชนิดหนึ่งคือปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการผลิต bio-diesel โดยที่ปัจจุบันนี้มีพื้นที่ปลูกในภาคใต้เป็นหลัก แต่ก็มีแนวโน้มที่จะขยายไปปลูกในพื้นที่อื่น โดยเฉพาะพื้นที่ภาคอีสาน

ผลกระทบที่คาดว่าจะมี (ในแง่ผลผลิตเชิงพื้นที่ โอกาส ความเสี่ยง)

ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดจากสภาพภูมิอากาศในอนาคตต่อพืชหลักของประเทศสรุปได้ดังนี้

1) ผลกระทบที่คาดว่าจะมีต่อการผลิตข้าว

ข้าวเป็นพืชอาหารสำคัญของประชากรไทยและประชากรโลกมากกว่าร้อยละ 50 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความมั่นคงทางอาหารและความมั่นคงของระบบสังคมเศรษฐกิจ

มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และปาล์มน้ำมัน เป็นพืชในห่วงโซ่อาหารประชากรไทยและเริ่มมีบทบาทในด้านการเป็นพืชพลังงานในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา ในภาวะโลกร้อนการผลิตพืชเหล่านี้อาจจะส่งผลกระทบต่อการทรัพยากรที่ดิน แรงงาน น้ำ และองค์ความรู้ในการผลิตพืชอาหารสำคัญของไทย

ในบทนี้ประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับการผลิตพืชหลัก คือข้าวอย่างเดียว ในระหว่างปี พ.ศ. 2543-2552 (ปีฐาน) เป็นตัวอย่างการประเมินผลกระทบด้านเกษตร

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตเฉลี่ยของข้าวนาปีจากการคำนวณของแบบจำลองในแต่ละแหล่งปลูกทั่วประเทศ ในช่วงปี 2543-2552 (ค.ศ. 2000-2009),

พ.ศ. 2553-2562 (ค.ศ. 2010-2019) และ พ.ศ. 2563-2572 (ค.ศ. 2020-2029) สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 4-3)

- **ช่วง 10 ปีแรก คือระหว่างปี พ.ศ. 2543-2552** ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวจากการผลิตขั้นศักยภาพและการผลิตแบบอาศัยชลประทานจัดการธาตุอาหารอย่างดีให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกันและเป็นผลผลิตค่อนข้างมาก เมื่อทำการจำลองการผลิตแบบอาศัยน้ำฝนและไม่มีการเติมธาตุอาหารแบบจำลองคำนวณผลผลิตเฉลี่ย (466±152 กิโลกรัมต่อไร่) อยู่ในระดับใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวที่มีการรายงานโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (451±141 กิโลกรัมต่อไร่) พื้นที่ร้อยละ 58 ได้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ในช่วง 320-480 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- **ช่วง 10-20 ปี ระยะใกล้ คือระหว่างปี พ.ศ. 2553-2562 (ค.ศ. 2010-2019)** แบบจำลองคำนวณผลผลิตข้าวนาปีได้ในลักษณะเดียวกับช่วงเวลาปี พ.ศ. 2543-2552 กล่าวคือ ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวจากการผลิตขั้นศักยภาพและการผลิตแบบอาศัยชลประทานจัดการธาตุอาหารอย่างดีให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกันและเป็นผลผลิตค่อนข้างมาก เมื่อทำการจำลองการผลิตแบบอาศัยน้ำฝนและไม่มีการเติมธาตุอาหารแบบจำลองคำนวณผลผลิตเฉลี่ย (470±154 กิโลกรัมต่อไร่)
- **ช่วง 20-30 ปี ระยะกลาง คือระหว่างปี พ.ศ. 2553-2562 (ค.ศ. 2020-2029)** แบบจำลองคำนวณผลผลิตข้าวนาปีได้ในลักษณะเดียวกับช่วงเวลาปี พ.ศ. 2543-2552 และปี พ.ศ. 2553-2562 กล่าวคือ ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวจากการผลิตขั้นศักยภาพและการผลิตแบบอาศัยชลประทานจัดการธาตุอาหารอย่างดีให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกันและเป็นผลผลิตค่อนข้างมากเมื่อทำการจำลองการผลิตแบบอาศัยน้ำฝนและไม่มีการเติมธาตุอาหารแบบจำลองคำนวณผลผลิตเฉลี่ย (476±155 กิโลกรัมต่อไร่) สูงกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2543-2562

ตารางที่ 4-3 ผลผลิตข้าวนาปี (กิโลกรัมต่อไร่) จากการคำนวณของแบบจำลองใน 3 ระดับการผลิตช่วงเวลา ปี พ.ศ. 2543-2572 (ค.ศ. 2000-2029)

	2543-2552	2553-2562	2563-2572
	การผลิตขั้นศักยภาพ		
ค่าเฉลี่ย	1,384	1,380	1,372
ค่าเบี่ยงเบน	127	118	129
	การผลิตอาศัยชลประทานจัดการธาตุอาหารอย่างดี		
ค่าเฉลี่ย	1,331	936	1,316
ค่าเบี่ยงเบน	125	103	130
	การผลิตอาศัยน้ำฝน และไม่มีการเติมธาตุอาหาร		
ค่าเฉลี่ย	466	470	476
ค่าเบี่ยงเบน	152	154	155

4.2.2 ผลกระทบต่อพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ดินถล่ม และภัยแล้ง

ปัญหาพิบัติภัยจากน้ำเป็นประเด็นที่โลกให้ความสนใจ เนื่องจากในระยะหลังมีเหตุการณ์รุนแรงและส่งผลเสียหายเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศในภูมิภาคเอเชีย สำหรับประเทศไทยก็เช่นกัน มีความถี่ของการเกิดพิบัติภัยทางน้ำมากขึ้นในระยะ ๕ ปีที่ผ่านมา จึงมีการศึกษาว่า ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแล้ว โอกาสเกิด ความถี่ และพื้นที่ที่จะเกิดภัยพิบัติจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร วิธีการประเมินจะใช้ฐานข้อมูลพื้นที่ (หมู่บ้าน) ที่ประสบภัยอยู่แล้วเป็นฐาน แล้วประเมินความรุนแรงของฝนที่จะเกิดในอนาคตว่า มากขึ้น น้อยลงอย่างไร ในแต่ละพื้นที่ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงแต่ละด้าน เพื่อประเมินว่า ผลกระทบจะเพิ่ม หรือลดลงมากเพียงใด และแบ่งระดับของความเสี่ยง เพื่อจัดกลุ่มความเสี่ยงในระดับต่างๆ (สภาพัฒน์, 2553) โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1) แนวทางการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัย

1.1 ทบทวน

ทบทวนและศึกษาประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสภาพอุทกวิทยา น้ำท่วม ภัยแล้ง และดินถล่ม ทั้งในแง่ของโอกาส และความเสี่ยงในเชิงพื้นที่จากรายงานหรือโครงการศึกษาวิจัยที่ได้มีการดำเนินการไปแล้วจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรน้ำ และกรมพัฒนาที่ดิน เป็นต้น โดยพิจารณาร่วมกับผลการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศและอุทกวิทยาในอนาคต

1.2 การประเมินผลกระทบ

การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสภาพอุทกวิทยา น้ำท่วม ภัยแล้ง และดินถล่ม สามารถประเมินได้จากการเปลี่ยนแปลงของ

- ปริมาณฝนสูงสุด 1 วัน ต่อพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
- ปริมาณฝนสูงสุด 1 วัน 2 วัน และ 3 วัน ต่อพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม
- จำนวนวันที่ฝนไม่ตก (Consecutive dry days) และระดับสภาวะของฝน เทียบกับพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งซ้ำซาก

2) การทบทวนพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ดินถล่ม และภัยแล้ง

2.1 พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่ม

จากการทบทวนรายงาน “การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่มในประเทศไทย” กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2549 โดยรายละเอียดข้อมูลและแหล่งที่มามีดังนี้

- แผนที่กลุ่มชุดดิน กรมพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000
- แผนที่การใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000
- แผนที่ธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี มาตราส่วน 1:250,000

- ข้อมูลแบบจำลองความสูง (DEM) จาก ESRI ประเทศไทย
- ข้อมูลแผนที่ลุ่มน้ำ มาตราส่วน 1:50,000
- ข้อมูลแผนที่หมู่บ้าน กรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000

สำหรับวิธีการสร้างแผนที่พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่มใช้ข้อมูลจากหลายส่วนเช่น ข้อมูลแผนที่ชุดดิน, ข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน, ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา, ข้อมูลแบบจำลองความสูง (Dem), ข้อมูลแผนที่ลุ่มน้ำและข้อมูลแผนที่หมู่บ้าน ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView และแบบจำลอง SINMAP โดยมีขั้นตอนดังนี้

Step 1. นำข้อมูลชุดดิน (มาตราส่วน 1:50,000) จำนวน 62 กลุ่มชุดดิน มาจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มหลักคือ กลุ่มดินตื้น(ชุดดินที่ 25 45 46 47 48 49 51 52 และ 61 และกลุ่มดินลึก (กลุ่มชุดดินที่เหลือทั้งหมดยกเว้นชุดดินที่ 62)

Step 2. นำข้อมูลแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน (มาตราส่วน 1:50,000) มาจัดกลุ่มเป็น พื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์และส่วนป่า, ป่าไม้เสื่อมโทรม, พื้นที่เกษตร, ทุ่งหญ้าและพื้นที่อื่นๆ

Step 3. นำแผนที่จากข้อ 1 มาซ้อนทับกับแผนที่ในข้อ 2 จะได้แผนที่ของลักษณะดินและพืชแต่ละพื้นที่ จากนั้นนำแผนที่ลุ่มน้ำมาซ้อนทับเพื่อแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นลุ่มน้ำย่อย 255 ลุ่มน้ำ

Step 4. นำแผนที่จากข้อ 3 ที่แบ่งออกเป็นลุ่มน้ำย่อยแล้ว มาแปลงข้อมูลเป็นแผนที่แบบ raster ความละเอียด 30 ม. พร้อมทั้งใส่ข้อมูลตามตารางที่ 4-4 เพื่อหาค่าแรงยึดของรากพืชกับดิน (C) มุมของดินที่ทำกับชั้นหิน (Phil, ϕ)

Step 5. นำโปรแกรม ArcView ร่วมกับแบบจำลอง SINMAP วิเคราะห์ข้อมูลแบบจำลองความสูง (DEM) เพื่อหาค่าความลาดเท (Slope) และทิศทางการไหลของน้ำ (Flow direction) และพื้นที่รับน้ำย่อย(contributing area) รายลุ่มน้ำจนครบทั้ง 255 ลุ่มน้ำ

Step 6. นำข้อมูลแผนที่ที่ได้ทั้งหมดวิเคราะห์หา Stability index และแบ่งพื้นที่เสี่ยงออกเป็น 3 ระดับคือ

- ค่า SI > 1 , พื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มหรือเกิดน้อย
- ค่า 1.0 – SI – 0.5 , พื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มปานกลาง
- ค่า SI < 0.5 , พื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มสูง

ตารางที่ 4-4 ค่าปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ในแบบจำลอง (ที่มา: Pack et al., 1998 a, b)

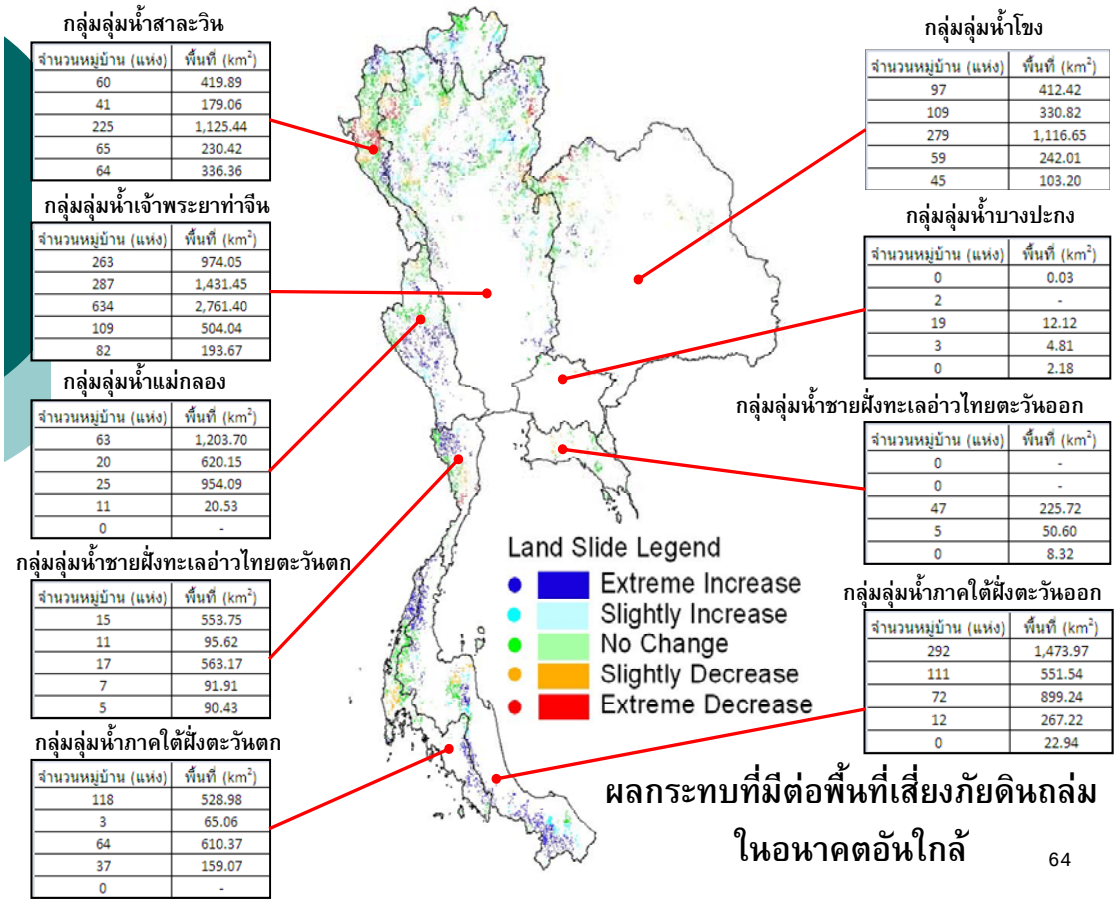
ลักษณะดิน	ชนิดพืช	สัดส่วนแรงยึดของดินและรากพืชกับน้ำหนักถ่วงของดิน ©		มุมของดินที่ทำกับชั้ หินพื้น (Phil, ∅)		สัดส่วนการไหลของน้ำลงใต้ดินกับไหลผ่านผิวดิน(T/R)	
		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ดินตื้นผสมก้อนหิน	ป่าไม้	0.0	0.1	39	45	2000	3000
ดินตื้นผสมก้อนหิน	ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่เกษตรทุ่งหญ้า	0.0	0.1	39	45	2000	3000
ดินลึก	ป่าไม้	0.0	0.35	35	39	1500	2000
ดินลึก	ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่เกษตรทุ่งหญ้า	0.0	0.25	35	39	1500	2000

จากข้อมูลพื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากของแต่ละภูมิภาคมารวมกัน พบว่ามีหมู่บ้านที่มีความเสี่ยงทั้งสิ้น 581 หมู่บ้าน 42 จังหวัด แสดงพื้นที่เสี่ยงจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากดังรูปที่ 4-1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ภาคกลางและภาคตะวันตก มีจำนวนทั้งสิ้น 21 หมู่บ้าน 12 ตำบล 7 อำเภอ 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี, ประจวบคีรีขันธ์, เพชรบุรี, ราชบุรี และสุพรรณบุรี หรือคิดเป็นจำนวน 0.13 % จากจำนวนหมู่บ้านทั้งหมดในภาคกลางและภาคตะวันตก
- ภาคตะวันออก มีจำนวนทั้งสิ้น 27 หมู่บ้าน 17 ตำบล 12 อำเภอ 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรี, ระยอง, ตราด และจันทบุรี หรือคิดเป็นจำนวน 0.65 % จากจำนวนหมู่บ้านทั้งหมดในภาคตะวันออก
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวนทั้งสิ้น 20 หมู่บ้าน 14 ตำบล 7 อำเภอ 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชัยภูมิ, เลย, อุดรธานี และหนองคาย หรือคิดเป็นจำนวน 0.06 % จากจำนวนหมู่บ้านทั้งหมดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- ภาคใต้ มีจำนวนทั้งสิ้น 111 หมู่บ้าน 78 ตำบล 47 อำเภอ 14 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกระบี่, ชุมพร, ตรัง, นครศรีธรรมราช, นราธิวาส, ปัตตานี, พังงา, พัทลุง, ภูเก็ต, ยะลา, ระนอง, สงขลา, สตูลและสุราษฎร์ธานี หรือคิดเป็นจำนวน 1.33 % จากจำนวนหมู่บ้านทั้งหมดในภาคใต้
- ภาคเหนือ มีจำนวนทั้งสิ้น 402 หมู่บ้าน 205 ตำบล 91 อำเภอ 15 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร, เชียงราย, เชียงใหม่, ตาก, น่าน, พะเยา, พิษณุโลก, เพชรบูรณ์, แพร่, แม่ฮ่องสอน, ลำปาง, ลำพูน, สุโขทัย, อุตรดิตถ์ และอุทัยธานี หรือคิดเป็นจำนวน 2.61 % จากจำนวนหมู่บ้านทั้งหมดในภาคเหนือ

รูปที่ 4-1 พื้นที่เสี่ยงจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก (ที่มา : สถาบันวิจัยเพื่อการป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย กรมพัฒนาที่ดิน)

ผลการการเปลี่ยนแปลงของฝนสูงสุดรายวันจะส่งผลทำให้โอกาสการเกิดดินถล่มเปลี่ยนแปลง การศึกษาได้นำผลวิเคราะห์ข้อมูลฝนสูงสุดรายวัน(ที่เปอร์เซนต์ไตร์ 90) มาเปรียบเทียบจากอดีต อนาคตใกล้ และอนาคตไกล เพื่อหาความเปลี่ยนแปลงจากข้อมูลในอดีต แยกเป็นกลุ่มเปลี่ยนแปลง มาก (มากกว่า 10 %) มากเล็กน้อย (ระหว่าง 0 ถึง 9 %) ไม่เปลี่ยนแปลง น้อยลงเล็กน้อย (ระหว่าง – 0 ถึง – 9 %) และลดลง (มากกว่า – 10 %) จะพบว่าหมู่บ้านที่มีแนวโน้มจะประสบภัยมากขึ้น ไม่เปลี่ยนแปลง และลดลงกระจายตามภูมิภาคต่างๆได้ดังรูปที่ 4-2 โดยจะมีหมู่บ้านที่คาดว่าจะมีโอกาสเกิดดินถล่มมากขึ้นถึง 904 หมู่บ้าน โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือ และภาคใต้



รูปที่ 4-2 พื้นที่ได้รับผลกระทบด้านดินถล่มจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง

2.2 พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก

จากการทบทวนรายงาน "การศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากประเทศไทย" กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 โดยรายละเอียดข้อมูลและแหล่งที่มามีดังนี้

- ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมที่ดำเนินการโดยกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2547
- ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมที่ดำเนินการโดยกรมชลประทาน
- แผนที่การใช้ที่ดินระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2545 มาตราส่วน 1:50,000 กรมพัฒนาที่ดิน
- แผนที่กลุ่มชุดดินมาตราส่วน 1:50,000 กรมพัฒนาที่ดิน
- แผนที่ขอบเขตการปกครองระดับตำบล กรมพัฒนาที่ดิน
- แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 กรมแผนที่ทหาร
- แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมสีผสม ต่างระบบ จากดาวเทียม LANDSAT 5-TM และภาพถ่ายดาวเทียม RADARSAT-1 จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และภาพถ่ายดาวเทียม TERRA MODIS ที่อยู่ในรูปเชิงตัวเลข (digital) ช่วงคลื่นที่ 1 และ 2 จาก U .S. Geological Survey (http://www.edcdaac.usgs.gov)

สำหรับวิธีการสร้างแผนที่พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากใช้ข้อมูลจากหลายส่วนเช่น ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำ, ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วม, แผนที่การใช้ที่ดิน, แผนที่กลุ่มชุดดิน, แผนที่ขอบเขตการปกครองระดับตำบล, แผนที่ภูมิประเทศ, แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมสีผสม-ต่างระบบจากดาวเทียม LANDSAT 5-TM, ภาพถ่ายดาวเทียม RADARSAT-1 และภาพถ่ายดาวเทียม TERRA MODIS ที่อยู่ในรูปเชิงตัวเลข (digital) ช่วงคลื่นที่ 1 และ 2 ร่วมกับโปรแกรมคิมพิวเตอร์ ARC/INFO และ ArcView โดยมีขั้นตอนดังนี้

Step 1. นำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เช่น แผนที่การใช้ที่ดินระดับจังหวัด แผนที่ขอบเขตการปกครองระดับตำบล แผนที่กลุ่มชุดดิน โดยใช้โปรแกรม ARC/INFO และ ArcView โดยใช้พิกัดอ้างอิงนำเข้าแบบ Universal Transverse Mercator (UTM)

Step 2. กำหนดขอบเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง จากข้อมูลกลุ่มชุดดิน

Step 3. วิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม โดยการจำแนกพื้นที่น้ำท่วม จากภาพถ่ายดาวเทียม MODIS ใน 9 ช่วงเวลา ในช่วงเวลา 3 ปี โดยพิจารณาจากค่า Digital Number (DN) เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม และทำการแปลงข้อมูลจากข้อมูลราสเตอร์ (Raster) เป็นเวกเตอร์ (Vector) เพื่อใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่

Step 4. ตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมสีผสม ต่างระบบ RADARSAT-1 และ LANDSAT5- TM

Step 5. วิเคราะห์ข้อมูลประวัติอุทกภัยในประเทศไทย และ แปลงข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่โดยยึดขอบเขตการปกครองระดับตำบลเป็นฐาน

Step 6. วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดและจำแนกชั้นการเกิดน้ำท่วมซ้ำซาก

Step 7. จัดทำแผนที่พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากประเทศไทย

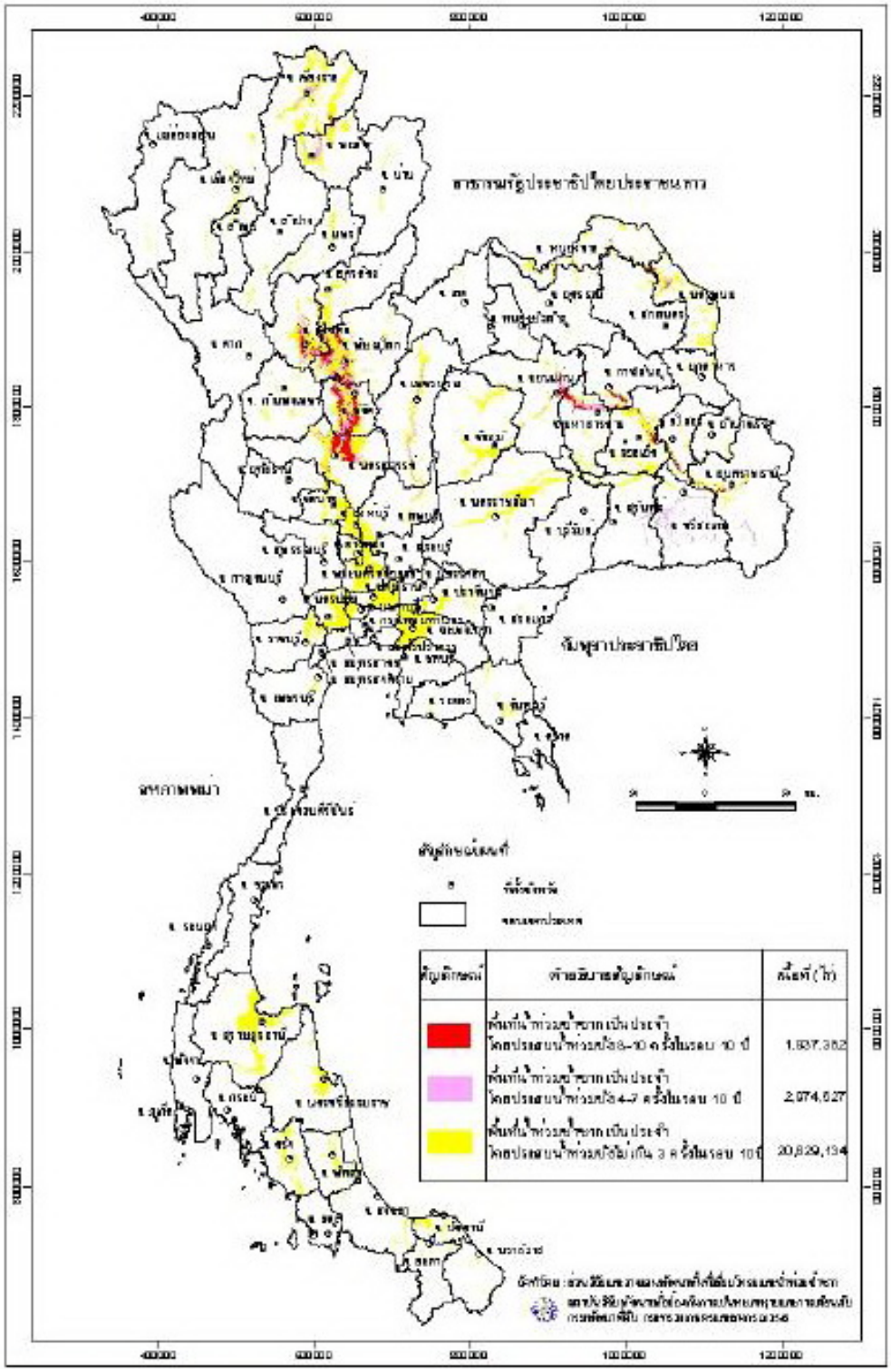
จากข้อมูลขอบเขตและระดับการเกิดน้ำท่วมซ้ำซาก ผ่านการวิเคราะห์จากขอบเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมซ้ำซาก และข้อมูลดาวเทียมที่ทำการแปลความหมายเฉพาะบริเวณที่เกิดน้ำท่วม มาซ้อนทับกัน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แสดงพื้นที่เสี่ยงจากน้ำท่วมซ้ำซากเป็นประจำดังรูปที่ 4-3 สามารถจัดกลุ่มระดับความ รุนแรงในการเกิดน้ำท่วมซ้ำซากเป็น 3 กลุ่ม มีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มที่ 1 พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากเป็นประจำโดยประสบน้ำท่วมขัง 8-10 ครั้งในรอบ 10 ปี และเสี่ยงสูงต่อการลงทุนพัฒนาทางการเกษตร มีจำนวนทั้งสิ้น 20 จังหวัด มีเนื้อที่ 1,937,352 ไร่ หรือร้อยละ 0.60 ของพื้นที่ทั้งประเทศ พื้นที่ในเขตนี้ส่วนใหญ่อยู่บริเวณภาคเหนือ มีเนื้อที่ 1,335,923 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ 600,177 ไร่ และภาคกลาง มีเนื้อที่ 1,252 ไร่ ตามลำดับ

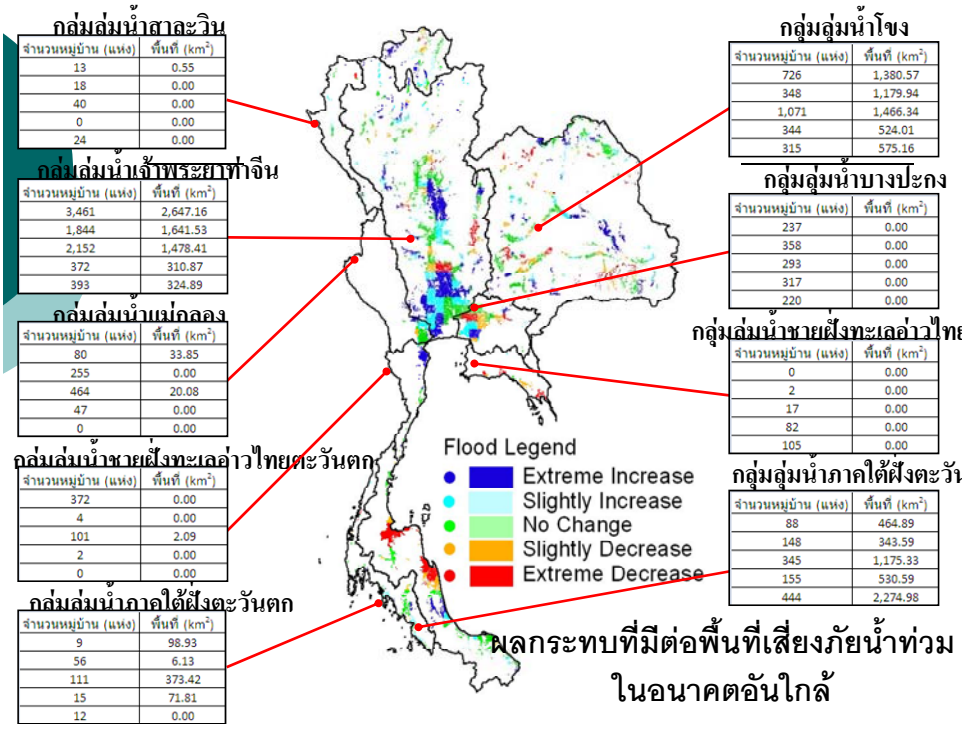
กลุ่มที่ 2 พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากเป็นประจำโดยประสบน้ำท่วมขัง 4-7 ครั้งในรอบ 10 ปี และเสี่ยงปานกลางต่อการลงทุนพัฒนาทางการเกษตร มีจำนวนทั้งสิ้น 23 จังหวัด มีเนื้อที่ 2,974,527 ไร่ หรือร้อยละ 0.93 ของพื้นที่ทั้งประเทศ พื้นที่ในเขตนี้ส่วนใหญ่อยู่บริเวณภาคเหนือ มีเนื้อที่ 1,772,433 ไร่ ภาคะวันออกเฉียงเหนือมีเนื้อที่ 1,180,845 ไร่ และภาคกลาง มีเนื้อที่ 21,249 ไร่ ตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากเป็นประจำโดยประสบน้ำท่วมขังไม่เกิน 3 ครั้งในรอบ 10 ปี และเสี่ยงต่ำต่อการลงทุนพัฒนาทางการเกษตร มีจำนวนทั้งสิ้น 70 จังหวัด มีเนื้อที่ 20,629,134 ไร่ หรือร้อยละ 6.43 ของพื้นที่ทั้งประเทศ พื้นที่ในเขตนี้พบกระจายอยู่ทั่วไปทุกภาค บริเวณภาคเหนือ มีเนื้อที่ 6,677,276 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ 5,216,912 ไร่ ภาคกลาง มีเนื้อที่ 4,129,982 ไร่ ภาคใต้ มีเนื้อที่ 2,791,448 ไร่ และภาคตะวันออก มีเนื้อที่ 1,813,516 ไร่ ตามลำดับ

เมื่อนำข้อมูลฝนรายวันสูงสุดราย 3 วันและ 5 วัน มาวิเคราะห์ และนำค่าที่เปอร์เซนต์ไตร์ที่ 90 มาเทียบกับข้อมูลในช่วงที่ผ่านมา จะพบว่า มีหมู่บ้านที่มีโอกาสเกิดภาวะน้ำท่วม (พิจารณาจากข้อมูลฝนราย 3 วันสูงสุด) ทั้งมากขึ้น และลดลงกระจายตามพื้นที่ดังรูปที่ 4-4 ซึ่งหมู่บ้านที่คาดว่าจะมีภัยน้ำท่วมมากขึ้นมาถึง 3014 หมู่บ้าน และเกิดขึ้นมากในพื้นที่ภาคกลางและตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 4-3 พื้นที่เสี่ยงจากน้ำท่วมซ้ำซาก (ที่มา : สถาบันวิจัยเพื่อการป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย กรมพัฒนาที่ดิน)



รูปที่ 4-4 พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบด้านน้ำท่วมจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง

2.3 พื้นที่แล้งซ้ำซาก

จากการทบทวนรายงาน "แนวทางการพัฒนาพื้นที่แล้งซ้ำซากเพื่อการเกษตร" กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2548 สำหรับการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่แล้งซ้ำซากของประเทศไทยใช้ข้อมูลจากหลายส่วน เช่น ปริมาณน้ำฝนรายปี, การอุ้มน้ำของดิน, พื้นที่ในเขตชลประทาน, พื้นที่ป่าไม้ และการสังเคราะห์ฝนเฉลี่ยปีล่าสุดด้วยวิธี IDW ผ่านโปรแกรม ArcView โดยมีขั้นตอนดังนี้

Step 1. สังเคราะห์ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยทั้งประเทศ ในคาบเวลา 30 ปี

Step 2. กำหนดขอบเขตพื้นที่การอุ้มน้ำของดิน จากคุณสมบัติทางกายภาพของดิน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ อนุภาคทราย (sand) อนุภาคซิลท์(silt) และอนุภาคดินเหนียว (clay) ซึ่งมีผลต่อความชื้นในดิน และเป็นประโยชน์ต่อการใช้น้ำของพืช

Step 3. กำหนดขอบเขตพื้นที่ในเขตชลประทาน ซึ่งพื้นที่ที่มีการสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ ฝาย เพื่อกักเก็บน้ำ ไว้ใช้ เมื่อเกิดสภาวะความแห้งแล้ง จะมีการปล่อยน้ำ เข้าสู่ระบบคลองส่งน้ำต่างๆ เพื่อบรรเทาสภาวะความแห้งแล้ง

Step 4. กำหนดขอบเขตพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่นำมาพิจารณา โดยพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่อุดมสมบูรณ์ มีความชุ่มชื้น เป็นกลไกสำคัญในการรักษาความชุ่มชื้นของดิน

Step 5. การแปลงข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute data) เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data)ทำการแปลงข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute data) เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่(spatial data) ได้แก่ แผนที่ปริมาณน้ำฝน ของปี พ.ศ.2518-2547 โดยใช้ Model Builder ด้วยวิธี IDW ของโปรแกรม Arc View

Step 6. เปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำฝนรายปีของแต่ละปี (พ.ศ.2518-2547) กับปริมาณน้ำฝนรายปีในคาบเวลา 30 ปีที่ผ่านการสังเคราะห์ด้วยวิธี IDW ของโปรแกรม Arc View โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ของฝนที่แตกต่างจากค่าปกติ (ค่าเฉลี่ยคาบ 30 ปี) ของแต่ละสถานีเป็นเกณฑ์ ในการเปรียบเทียบสภาวะฝนของแต่ละปี สภาวะของฝนแบ่งดังนี้

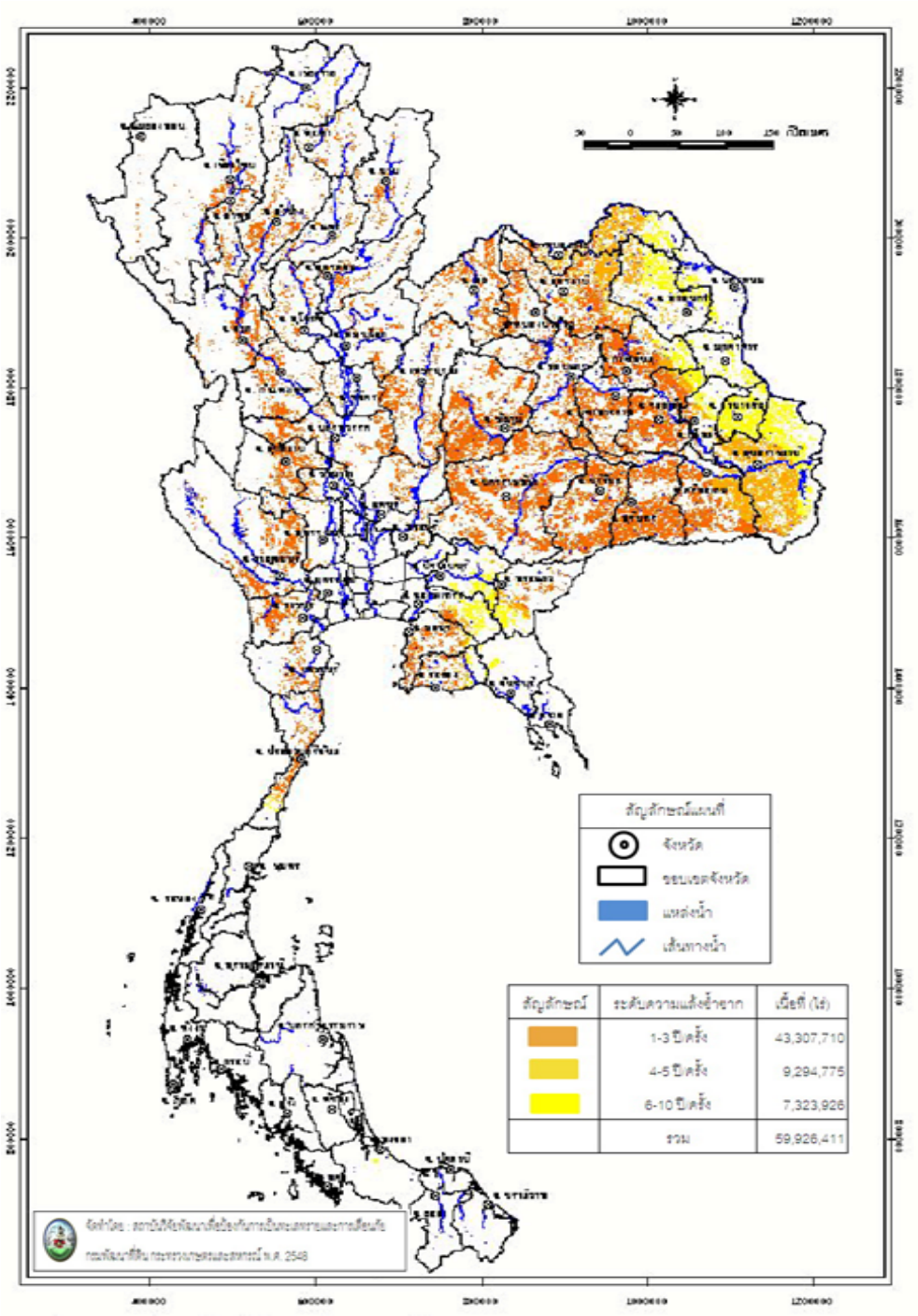
ตารางที่ 4-5 การจัดระดับสภาวะของฝน (ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา)

สภาวะฝน	ปริมาณฝนรายปี
แล้งจัด	ต่ำกว่าปกติเกินกว่า 25.0 %
แล้ง	ต่ำกว่าปกติ 15.1- 25.0%
ค่อนข้างแล้ง	ต่ำกว่าปกติ 5.1- 15.0%
ปกติ	สูงหรือต่ำกว่าปกติไม่เกิน 5.0 %
ค่อนข้างดี	สูงกว่าปกติ 5.1 – 15.0 %
ดี	สูงกว่าปกติ 15.1 – 25.0 %
ดีมาก	สูงกว่าปกติเกินกว่า 25.0 %

จากเกณฑ์ดังกล่าวนำมาพิจารณาระดับสภาวะฝนของภาคต่าง ๆ ในรอบ 30 ปี (พ.ศ. 2518 - 2547) พบว่าภาคเหนือมีฝนค่อนข้างแล้งถึงแล้งเป็นเวลา 11 ปีภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีฝนค่อนข้างแล้งถึงแล้ง เป็นเวลา 10 ปี ภาคกลางมีฝนค่อนข้างแล้งถึงแล้งจัด เป็นเวลา 10 ปี ภาคตะวันออกมีฝนค่อนข้างแล้ง ถึงแล้ง เป็นเวลา 10 ปี ภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีฝนค่อนข้างแล้งถึงแล้งจัด เป็นเวลา 13 ปีภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีฝนค่อนข้างแล้งถึงแล้ง เป็นเวลา 10 ปี

พื้นที่แล้งซ้ำซาก สามารถกำหนดได้โดยพิจารณาจากปัจจัยน้ำฝน, ความถี่ของการเกิดสภาวะฝนแล้ง, ความสามารถการอุ้มน้ำของดิน, สภาพพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่ที่ได้รับน้ำชลประทาน แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งซ้ำซาก ดังรูปที่ 4-5 สามารถแบ่งระดับความแล้งซ้ำซากเป็น 3 ระดับ และมีรายละเอียดดังนี้

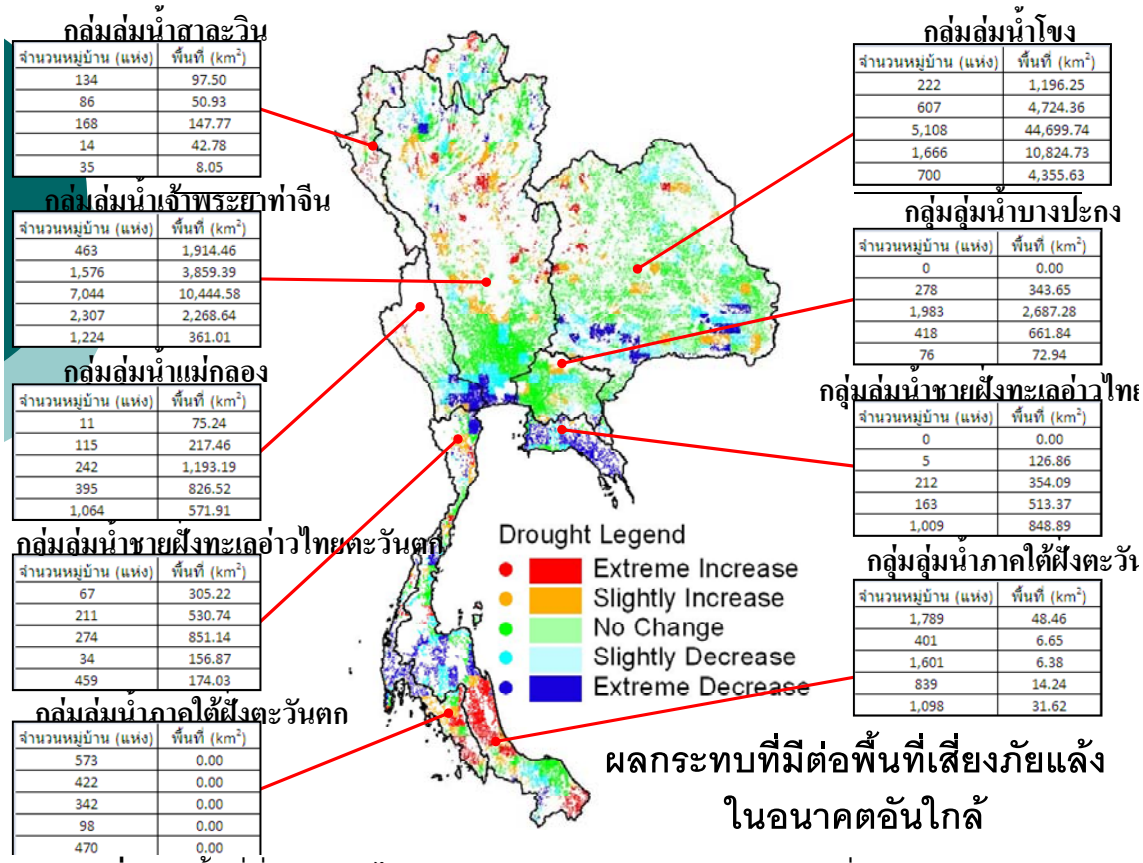
1. พื้นที่แล้งซ้ำซาก เกิดซ้ำ 1-3 ปี ต่อครั้ง มีทั้งสิ้น 61 จังหวัด มีเนื้อที่ประมาณ 43,307,710 ไร่ พบมากที่สุด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ 26,572,673 ไร่ รองลงมาได้แก่ ภาคเหนือ มีเนื้อที่10,519,595 ไร่ ภาคกลาง มีเนื้อที่ 4,755,300 ไร่ และภาคตะวันออก มีเนื้อที่ 1,460,142 ไร่ จังหวัดที่
2. พื้นที่แล้งซ้ำซาก เกิดซ้ำ 4-5 ปีต่อครั้ง มีทั้งสิ้น 22 จังหวัด มีเนื้อที่ประมาณ 9,294,775 ไร่ พบมากที่สุด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ 8,385,481 ไร่ รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออก มีเนื้อที่760,930 ไร่ ภาคเหนือ มีเนื้อที่ 77,994 ไร่ ภาคกลาง มีเนื้อที่ 69,652 ไร่และภาคใต้ มีเนื้อที่ 718 ไร่
3. พื้นที่แล้งซ้ำซาก เกิดซ้ำ 6-10 ปีต่อครั้ง มีทั้งสิ้น 21 จังหวัด มีเนื้อที่ประมาณ 7,323,926 ไร่ พบมากที่สุด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ 5,708,256 ไร่ รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออก มีเนื้อที่1,433,361 ไร่ ภาคกลาง มีเนื้อที่ 84,565 ไร่ ภาคใต้ มีเนื้อที่ 66,556 ไร่ และภาคเหนือ มีเนื้อที่ 31,188 ไร่



ที่มา : สถาบันวิจัยเพื่อการป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย กรมพัฒนาที่ดิน

รูปที่ 4-5 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งซ้ำซาก

การวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนวันฝนไม่ตกสะสมที่เปอร์เซนต์ไตร์ที่ 90 จะแสดงถึงโอกาสเกิดภาวะแล้ง เมื่อเปรียบเทียบจากข้อมูลที่บันทึกจากอดีต พื้นที่ที่คาดว่าจะได้ผลกระทบทางด้านภัยแล้ง (เมื่อพิจารณาจากจำนวนฝนไม่ตกสะสม) จะมีทั้งเพิ่มและลด กระจายตามพื้นที่ดังรูปที่ 4-6 โดยมีหมู่บ้านที่คาดว่าจะมีภัยแล้งมากขึ้นกว่า 3,427 หมู่บ้าน โดยอยู่ในพื้นที่ภาคใต้และภาคกลางตอนบน



รูปที่ 4-6 พื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบด้านภัยแล้งจากสภาพเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

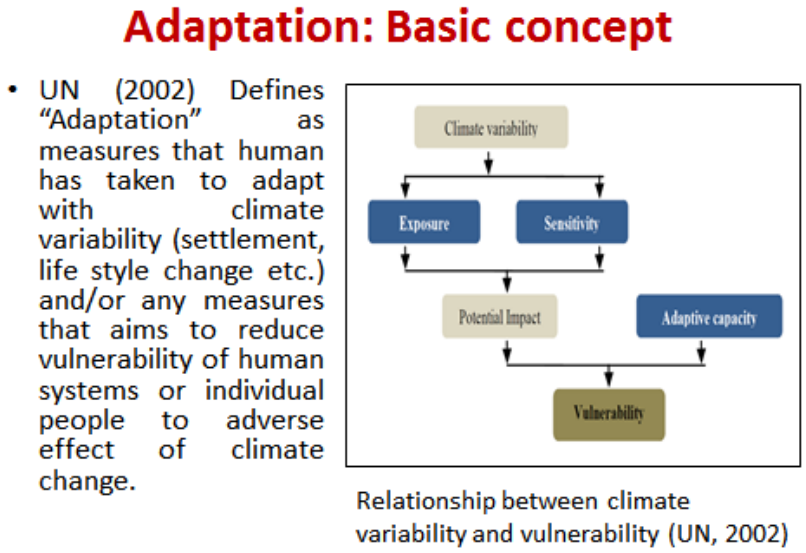
ผลการวิเคราะห์นี้ทำให้พื้นที่ที่ประสบภัยแล้งอยู่แล้ว มีความรุนแรงมากขึ้นและเนื่องจากความรุนแรงของฝนมีมากขึ้น ก็จะทำให้เกิดภาวะความเสี่ยงของการเกิดแผ่นดินถล่มและน้ำท่วมมากขึ้นได้โดยมีความเสี่ยงและผลกระทบที่ต่างกันในแต่ละพื้นที่

ปัจจุบัน กรมป้องกันภัย มียุทธศาสตร์ในการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยอยู่เพื่อเตรียมพร้อมรับภัยที่จะมี ทั้งก่อน ระหว่าง และภายหลังเกิดภัย หรือแผนที่เสี่ยงภัยทั้งด้านดินถล่ม น้ำท่วมและภัยแล้ง เป็นการจัดทำภายใต้ข้อมูลที่เกิดขึ้นมาในอดีต มาทำการวิเคราะห์ แต่ยังมิได้นำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาพิจารณาประกอบในการจัดทำแผน

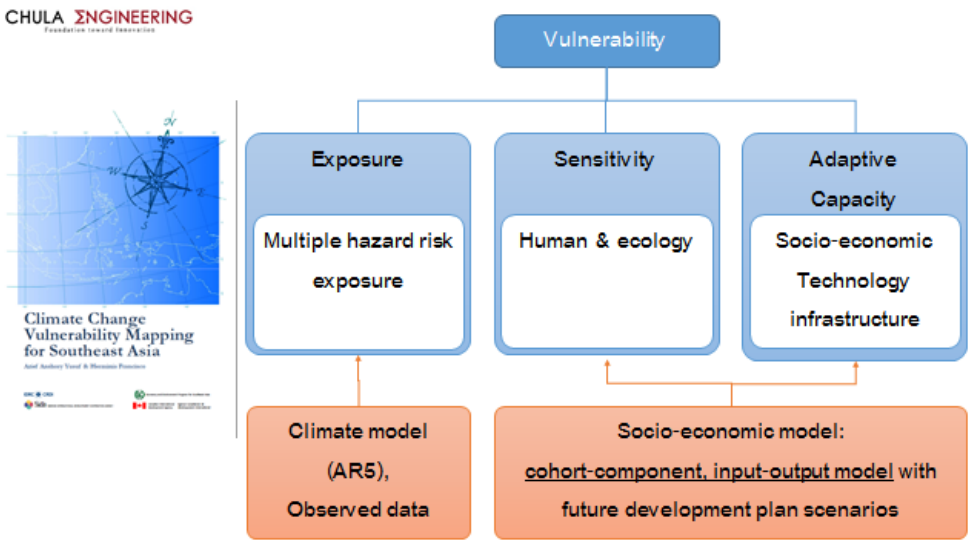
4.3 แนวทางการประเมินความเปราะบาง

การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะหลัง ได้เพิ่มองค์ประกอบของการประเมินเพิ่มเติม โดยคำนึงถึงด้านผู้รับผลกระทบเพิ่ม เรียกเป็นการประเมินความเปราะบาง (รูปที่ 4-7) ซึ่งจะมีด้านที่พิจารณาสองด้านใหญ่ คือ ด้านผลกระทบ (potential impact) และด้านความสามารถรับมือ (Adaptive Capacity) ในส่วนของด้านผลกระทบจะพิจารณาประเด็นของการรับผล (exposure :ผลกระทบที่ได้รับ เช่น น้ำท่วม น้ำแล้ง) และความไว(sensitvity : ด้านมนุษย์และecology เช่น ความหนาแน่นประชากร ลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่อนุรักษ์ เป็นต้น) ซึ่งจะส่งผลต่อความเสียหายที่มากขึ้นหรือน้อยลง อีกด้าน

ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่อนุรักษ์ เป็นต้น) ซึ่งจะส่งผลต่อความเสียหายที่มากขึ้นหรือน้อยลง อีกด้านหนึ่งจะเป็นด้านของผู้ได้รับผลกระทบเรียกเป็น ความสามารถในการปรับตัว (adaptive capacity เช่น อายุ รายได้เฉลี่ย การรับรู้ปัญหา เป็นต้น) ซึ่งเมื่อมาประเมินก็จะทำให้สามารถหาค่าความเปราะบาง (vulnerability .ดังรูปที่ 4-8) ต่อการได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดียิ่งขึ้น



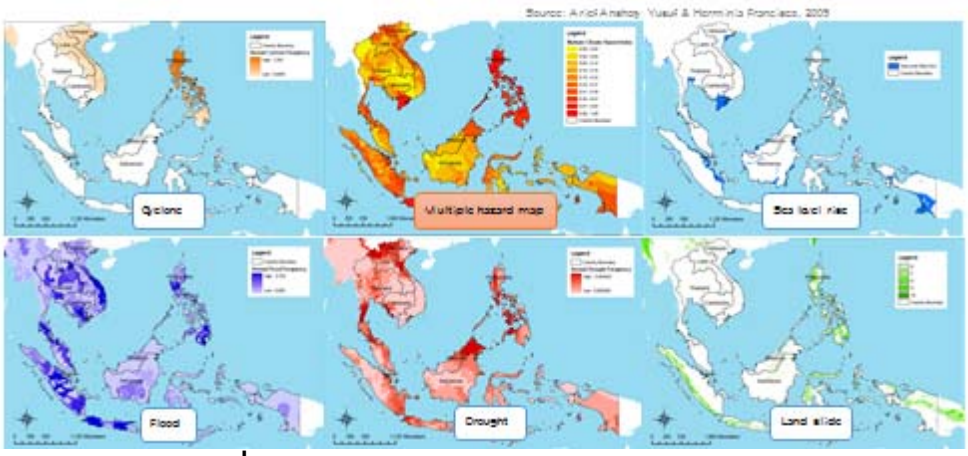
รูปที่ 4-7 แนวคิดการประเมินความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



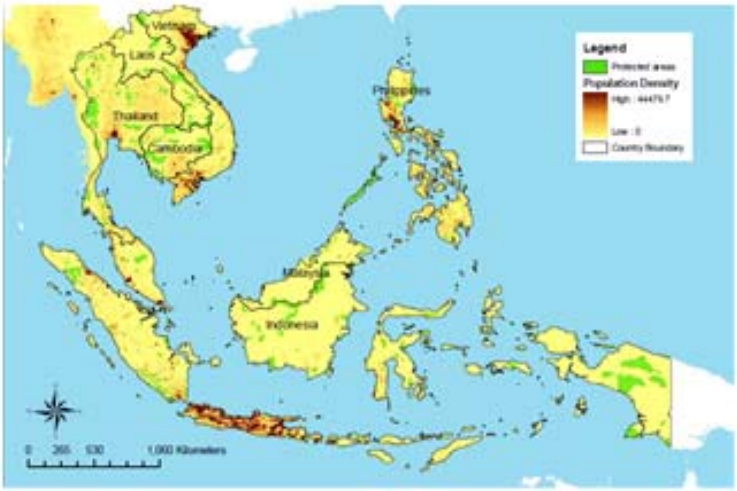
รูปที่ 4-8 องค์ประกอบการประเมินความเปราะบางจากสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในการศึกษาความเปราะบางของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านภัยพิบัติของอาเซียน ได้มีการจัดทำแผนที่ความเปราะบางขึ้น (Arief Anshory Yusuf, el.al., 2009) ตามแนวคิดดังกล่าว และได้เลือกตัวแปรในแต่ละด้านดังนี้ ด้านการรับผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ใช้ข้อมูล ของไต้ฝุ่น น้ำท่วม น้ำแล้ง ดินถล่ม การขึ้นของระดับน้ำทะเล มาพิจารณา

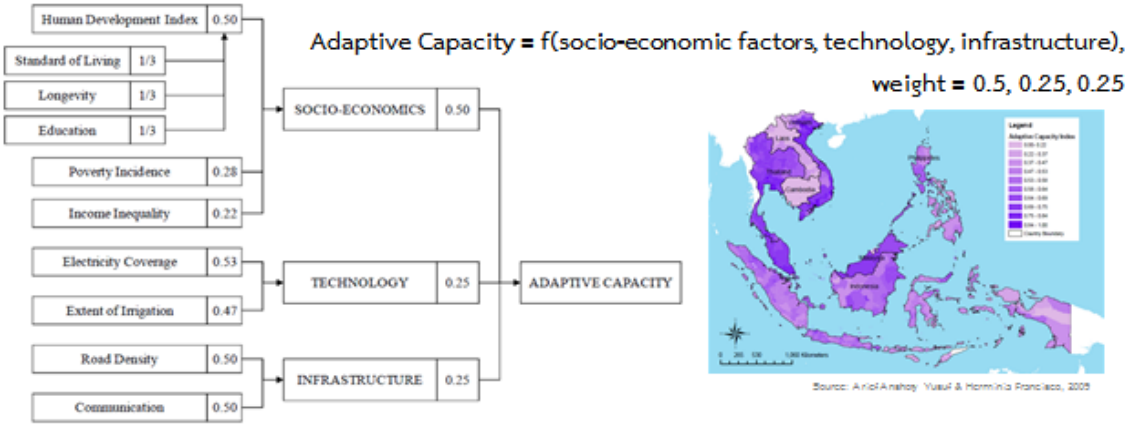
โดยให้น้ำหนักเท่ากัน (น้ำหนัก 0.2 เท่ากัน ดังรูปที่ 4-9) ด้านความไวของการได้รับผล (sensitivities) จะพิจารณาจากข้อมูล ประชากรและพื้นที่ป่า (ตัวละ 0.5 ดังรูปที่ 4-10) ด้านความสามารถในการรับมือได้นำข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม (น้ำหนัก 0.5 ประกอบด้วย ดัชนีการพัฒนาของมนุษย์ ดัชนีความจน ความไม่เท่าเทียมทางรายได้) ข้อมูลด้านเทคโนโลยี (น้ำหนัก 0.25 ประกอบด้วยการใช้ไฟฟ้า พื้นที่ชลประทาน) ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐาน (น้ำหนัก 0.25 ประกอบด้วย ความหนาแน่นของถนน ระบบสื่อสาร ดังรูปที่ 4-11)ในระดับจังหวัดของแต่ละประเทศมาทำการวิเคราะห์ ตามน้ำหนักที่ระบุ ก็จะได้ภาพแผนที่แสดงความเปราะบางของภัยพิบัติต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่อาเซียน ดังรูปที่ 4-12 ซึ่งก็ใช้แผนที่ดังกล่าวเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาวางแผนการรับมือ หรือ การปรับตัวในแต่ละพื้นที่ได้ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งก็มีการประยุกต์ใช้แนวคิดดังกล่าวในการประเมินความเปราะบางของด้านสำคัญของไทยอยู่ (สุจริตและคณะ, 2558)



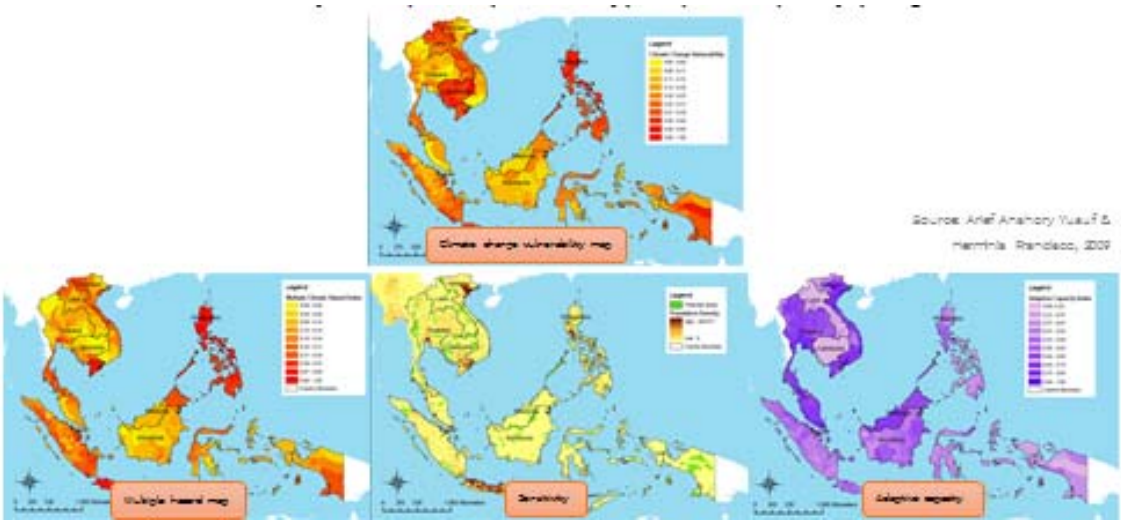
รูปที่ 4-9 องค์ประกอบด้านการรับผล (exposure)



รูปที่ 4-10 ระดับของความไวของการรับผล (degree)



รูปที่ 4-11 ความสามารถในการรับมือ (adaptive capacity)



รูปที่ 4-12 แผนที่แสดงความเปราะบางต่อภัยพิบัติต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่อาเซียน

4.4 สรุปเนื้อหา

การประเมินผลการศึกษาในปัจจุบันถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของอุณหภูมิพื้นผิวโลกที่สูงขึ้นกับผลกระทบในวงกว้างจากการสังเกตการณ์สรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหรือภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นกำลังส่งผลกระทบในวงกว้างต่อระบบทั้งทางกายภาพและชีวภาพของประชาคมโลก รวมถึงประเทศไทย อย่างมีนัยสำคัญ

การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะหลัง ได้เพิ่มองค์ประกอบของการประเมินเพิ่มเติม โดยคำนึงถึงด้านผู้รับผลกระทบเพิ่ม เรียกเป็นการประเมินความเปราะบาง ผลการประเมินความเปราะบางจะช่วยในการวางแผนหามาตรการปรับตัวได้ดียิ่งขึ้น ในบทนี้ได้ยกตัวอย่างการประเมินความเปราะบางของประเทศในภูมิภาคอาเซียนเป็นตัวอย่างไว้

บทที่ 5
แนวทางการปรับตัว

บทนี้เสนอแนวทางการวางแผนการปรับตัวทั้งระดับชาติ และระดับโครงการ ซึ่งจะมีขั้นตอนและตัวอย่างกลยุทธ มาตรากรที่จะใช้

5.1 แนวทางการวางแผนปรับตัวระดับชาติ

1. ขอบข่ายงาน

ขอบข่ายงานการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย (National Adaptation Framework, NAF, สุจริต และคณะ, 2558) ดังรูปที่ 5-1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การรวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูล ความรู้ และวิเคราะห์จากหลายแหล่งและวิธีการ ดังนี้ 1) การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิผล แผนยุทธศาสตร์และรายงานการศึกษา 2) การระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและนักวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ 3) การสัมภาษณ์หน่วยงานราชการซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบวางแผนและกำหนดนโยบายที่สัมพันธ์กับภาคส่วนที่สำคัญ

2) การกำหนดภาคส่วนหลักใช้วิธีการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกเบื้องต้น จากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความสำคัญของแต่ละภาคส่วนและในแต่ละองค์กร (institutional mapping) โดยพิจารณาตัวแปรด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เช่น ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (Gross domestic product, GDP) จำนวนประชากรที่เกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์กับทรัพยากรธรรมชาติ หลังจากนั้นทำการตรวจทานผลการสังเคราะห์กับผู้เชี่ยวชาญ, นักวิจัยและหน่วยงานราชการที่รับผิดชอบเพื่อความถูกต้องและได้รับการยอมรับจากภาคส่วนทางนโยบายที่เกี่ยวข้อง เมื่อได้ภาคส่วนหลักสำคัญที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว ทำการจำแนกและวิเคราะห์ความเปราะบางและการปรับตัวในรายละเอียดของแต่ละภาคส่วน หน่วยงานที่รับผิดชอบ และแผนนโยบายที่เกี่ยวข้อง ยกตัวอย่างเช่น ภาคเกษตร
   - พืชหลักด้านเศรษฐกิจและสังคมที่มีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด เป็นต้น
   - หน่วยงานที่รับผิดชอบเชิงนโยบายการปรับตัวของพืชเหล่านี้ ได้แก่ กรมการข้าว กรมวิชาการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน
   - ตรวจสอบแผนยุทธศาสตร์ของแต่ละกรม ที่เกี่ยวข้องถึงผลกระทบ และการปรับตัวจากสภาวะการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ความเชื่อมโยงของ

แผนในแต่ละหน่วยงานหรือกระทรวง งานวิจัยและพัฒนาหรือโครงการที่ได้ดำเนินการไปแล้วหรือวางแผนจัดทำในอนาคต

3) การวิเคราะห์เป้าหมาย ศักยภาพ ช่องว่าง และนโยบายในการปรับตัว หลังจากทราบภาคส่วนที่สำคัญ ที่ได้รับผลกระทบ และมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงองค์ประกอบรายละเอียดในแต่ละภาคส่วน คณะทำงานได้ทำ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายของแต่ละภาคส่วนในความรับผิดชอบของแต่ละกรมว่า ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต
   - เป้าหมายดังกล่าวได้รับผลกระทบอย่างไร
   - ทรัพยากรและองค์ความรู้ที่มีอยู่สามารถบรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้หรือไม่
   - ช่องว่างระหว่างเป้าหมายและสิ่งที่กรมมีอยู่คืออะไร
   - กรมต้องการอะไรหรือนโยบายการปรับตัวอย่างไรจึงจะไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

4) การพัฒนาขอบข่ายงานการปรับตัว (NAF) ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญดังนี้
   - ยุทธศาสตร์หลักที่บรรจุการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศลงในแผนและนโยบายของหน่วยงาน
   - แผนของภาคส่วนที่สำคัญต่อการพัฒนา และความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
   - แผนที่นำทาง (Roadmap) ที่มีการกำหนดเวลาในแต่ละขั้นตอนและหลักชัยของกิจกรรม (Milestone) เพื่อการติดตามความคืบหน้าของงานที่ทำ
   - ผู้ที่เกี่ยวข้องกับนโยบายด้านการปรับตัว
   - ข้อเสนอแนะ สำหรับการจัดทำแผน การปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย (National Adaptation Plan, NAP) พร้อมยุทธศาสตร์ที่สำคัญต่อการพัฒนาแผนปรับตัวในภาคส่วนที่สำคัญ

2. องค์ประกอบหลักในการจัดทำแผนปรับตัวแห่งชาติ

องค์ประกอบหลักในกระบวนการจัดทำแผนปรับตัวแห่งชาติ (อ้างอิงจาก the annex to decision 5/CP.17, UNFCC, 2013, 2014) ระบุไว้เป็น 4 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

A. การจัดเตรียมงานพื้นฐานและการระบุช่องว่างที่มี (Laying the groundwork and addressing gaps)

B. การจัดเตรียมองค์ประกอบต่างๆ (Preparatory elements)

C. การเตรียมกลยุทธ์การดำเนินการ (Implementation strategies)

D. การจัดระบบรายงาน การติดตาม และการทบทวน (Reporting, monitoring and review)

โดยมีขั้นตอนดำเนินงานโดยสังเขป ดังนี้

A. การจัดเตรียมงานพื้นฐานและการระบุช่องว่างที่มีจะมีขั้นตอน ดังนี้

1. การริเริ่มและเริ่มดำเนินการกระบวนการปรับตัว
2. การสำรวจข้อมูล ความรู้ที่มี : การหาข้อมูลที่มีด้านผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ ความล่อแหลม การปรับตัว พร้อมทั้งประเมินช่องว่าง และความต้องการเพื่อให้เกิดสภาพการทำงานได้ต่อกระบวนการปรับตัว
3. ระบุความสามารถที่ขาด และจุดอ่อนที่มีในการดำเนินการกระบวนการปรับตัว
4. ประเมินอย่างเป็นระบบและเป็นระยะต่อความต้องการในการพัฒนาและความล่อแหลมจากสภาพภูมิอากาศ

B. การจัดเตรียมองค์ประกอบต่าง ๆ

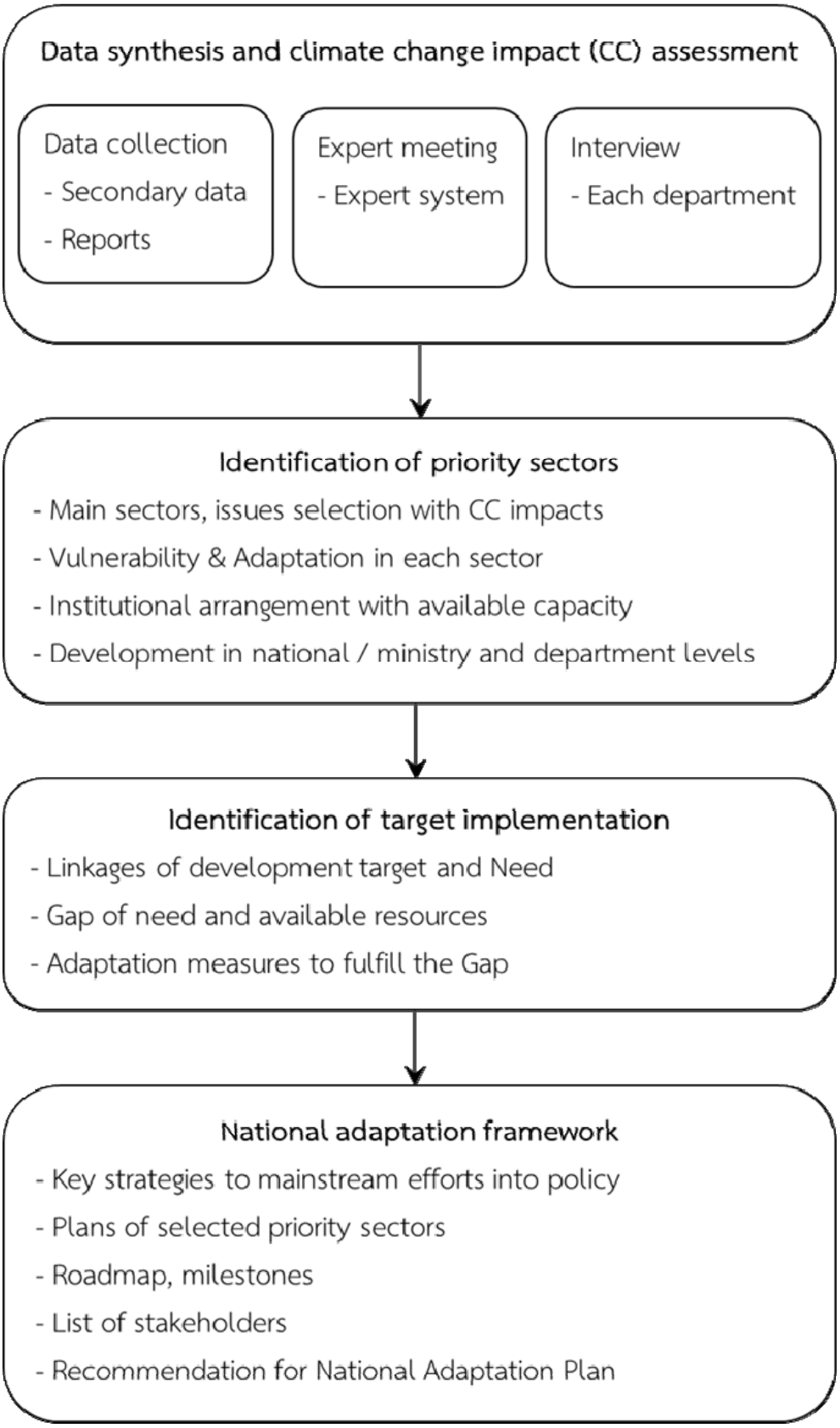
1. การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศปัจจุบันและอนาคต ในทางเลือกการพัฒนาแบบต่างๆ (scenarios)
2. ประเมินความล่อแหลมจากสภาพภูมิอากาศ และระบุทางเลือกในการปรับตัวในรายกลุ่ม (sector), ภูมิภาค (subnational), ระดับประเทศ (national) และระดับอื่นที่เหมาะสม (เช่น ระดับชุมชนที่อาจได้รับผลกระทบรุนแรง)
3. ทบทวนและประเมินผลจากทางเลือกในการปรับตัวในทางเลือกต่างๆ
4. รวบรวม และสื่อสารรายงานการปรับตัวแห่งชาติ
5. บูรณาการแผนการปรับตัวเข้ากับแผนพัฒนาประเทศ หรือแผนพัฒนาภูมิภาค หรือแผนพัฒนารายกลุ่ม

C. การเตรียมกลยุทธ์การดำเนินการ

1. จัดลำดับความสำคัญในการปรับตัวในการวางแผนระดับประเทศ
2. พัฒนากลยุทธ์การดำเนินการการปรับตัวระดับชาติ (ในระยะยาว)
3. ยกระดับความสามารถในการวางแผนและดำเนินการในการปรับตัว
4. ส่งเสริมการประสานงานและผลักดันร่วม (synergy) ในระดับภูมิภาค และกับข้อตกลงด้านสิ่งแวดล้อมในระดับนานาชาติ

D. การจัดระบบรายงาน การติดตาม และการทบทวน

1. ติดตามกระบวนการปรับตัว (NAP process)
2. ทบทวนกระบวนการปรับตัว และประเมินความก้าวหน้า ประสิทธิผล และช่องว่างที่มี
3. ปรับปรุงแผนปรับตัวแห่งชาติให้ทันสมัยเป็นระยะๆ
4. รณรงค์ให้ความรู้ด้านกระบวนการปรับตัว การรายงานความก้าวหน้า และประสิทธิผลเป็นระยะ



รูปที่ 5-1 ขั้นตอนการจัดทำขอบข่ายงานการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย (ที่มา:National Adaptation Framework, NAF)

3. กลไก 10 ประการที่สำคัญในกระบวนการปรับตัว (อ้างอิง UNFCCC, 2014)

ในการดำเนินการกระบวนการปรับตัวมีกลไกสำคัญ 10 ประการที่ควรคำนึงถึง

1) ควรมีกลไกช่วยรัฐบาลแสดงความเป็นผู้นำและประสานงานในความพยายามของการปรับตัวในทุกระดับ ขณะเดียวกันก็เป็นกลไกเชื่อมต่อกับกลไกระดับภูมิภาคและนานาชาติ

2) ควรมีกลไกในการเก็บ รวบรวม จัดทำ เผยแพร่ ข้อมูลสารสนเทศ ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับการพัฒนาด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนการวางแผนและดำเนินการด้านปรับตัว

3) ระบุและรายงานช่องว่างและความต้องการทางด้านความสามารถเพื่อให้การออกแบบและดำเนินการด้านปรับตัวประสบความสำเร็จ

4) ประเมินข้อต่อและความจำเป็นด้านการพัฒนางานสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงเพื่อสนับสนุนการบูรณาการการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงเข้ากับการวางแผนระดับประเทศ ภูมิภาค และภาคส่วน (ผ่านนโยบาย โครงการ และแผนงาน)

5) วิเคราะห์ข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศและประเมินความล่อแหลมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และระบุทางเลือกของรูปแบบการปรับตัวทั้งในภาคส่วน ระดับภูมิภาค ประเทศ และระดับอื่นที่จำเป็น

6) ประเมินทางเลือกการปรับตัวเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจต่อการวางแผนการลงทุนเพื่อการปรับตัว และการวางแผนเพื่อพัฒนา

7) ส่งเสริมและสนับสนุนในการจัดลำดับความสำคัญของการปรับตัวในการวางแผนระดับประเทศ

8) สนับสนุนการดำเนินการปรับตัวในทุกระดับผ่านนโยบาย โครงการ และแผนงานที่จำเป็น โดยคำนึงถึงโอกาสในการทำงานร่วม (synergy)

9) สนับสนุน การติดตาม ทบทวน และปรับปรุงแผนการปรับตัวให้ทันสมัยเป็นระยะๆ เพื่อให้มั่นใจว่ามีความก้าวหน้า และมีประสิทธิผลจากความพยายามปรับตัว รวมทั้งแสดงการประเมินช่องว่างที่ยังมี

10) ประสานงาน การรายงานและการจัดกิจกรรมส่งเสริมในกระบวนการปรับตัวสู่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งในระดับประเทศ และนานาชาติ พร้อมรายงานต่อองค์กรนานาชาติที่รับผิดชอบ

ในการดำเนินการวางแผนจัดทำรายงานแผนการปรับตัวแห่งชาติ จึงควรคำนึงถึงการพัฒนากลไกดังกล่าวเสริมในการวางแผนและดำเนินการปรับตัวไปด้วย

4 มาตราการปรับตัวทั่วไป

การศึกษาทบทวนการกำหนดมาตรการปรับตัวของประเทศต่างๆในโลก ทั้งยุโรป สหรัฐ ยุโรปและเอเชียในระยะ๑๐ปีที่ผ่านมา จะพิจารณามาตรการลดผลกระทบไปพร้อมๆกับมาตราการการปรับตัวไปด้วย

การศึกษาโดยทั่วไป มักจะเริ่มจากการจัดทำ flood map, impact map และ risk map เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณามาตราการในแต่ละพื้นที่

เกณฑ์การพิจารณาว่าจะดำเนินการอย่างไร จะพิจารณา เกณฑ์การป้องกันที่มีอยู่เดิม (เช่น การออกแบบป้องน้ำท่วมที่คาบปีเท่าไร) ผลกระทบจากภาวะสภาพภูมิอากาศของโลกจะมีผลทำให้ความเสี่ยงต่อความปลอดภัยมากขึ้นหรือไม่ และเกิดผลกระทบอย่างไร ทั้งสององค์ประกอบจะนำมาพิจารณาในการกำหนดมาตรการปรับตัว

กรณีที่ค่าความเสี่ยงส่งผลทำให้ภาวะความปลอดภัยที่กำหนดไว้ ลดลงต่ำกว่าเกณฑ์ ก็มีแนวโน้มจะต้องใช้มาตราการเชิงโครงสร้างเข้าช่วย (ทั้งในแง่ก่อสร้างใหม่ หรือ ปรับปรุงอาคารดัม) แต่ถ้ายังอยู่ในความเสี่ยงที่รับได้ ก็ใช้มาตรการไม่ใช้โครงสร้างเข้าช่วย

ตัวอย่างของการใช้มาตรการเชิงโครงสร้าง เช่น การสร้างเขื่อนกั้นปากแม่น้ำ การสร้างกำแพงกันน้ำท่วม

ตัวอย่างการใช้มาตรการปรับปรุง เป็นการซ่อมแซมปรับปรุงโครงสร้างเดิมให้มีความแข็งแรง รับความเสี่ยงได้มากขึ้นเป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่ายกว่า การก่อสร้างอาคารใหม่

การกำหนดมาตราการ ยังควรพิจารณาตามลักษณะพื้นที่ และลุ่มน้ำ เพราะจะส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน และการใช้เอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกันได้ เช่น การสร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อกันน้ำท่วม จะสามารถใช้กันตะกอน ใช้เป็นแหล่งน้ำในช่วงหน้าแล้งได้

การใช้เทคโนโลยีทางสารสนเทศเป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่ควรนำมาใช้รวมทั้งเทคโนโลยีการทำนาย เช่น การควบคุมการเปิดปิดอาคารเป็นกลุ่ม เพื่อย้ายความเสี่ยง และการเก็บกักน้ำไปในพื้นที่ที่ทำได้ ในภาวะต่างๆ เช่น ในระดับบุคคล สามารถใช้ระบบ SMS /GIS มาช่วยเตือนภัย เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการเตรียมการ

นอกนั้นควรนำระบบประกันภัยมาช่วยในการลดผลกระทบด้านวิบัติภัยด้วย พร้อมกับการจัดทำ แผนที่เสี่ยงภัย (risk map)

United Nations Environment Program (UNEP,1998) ได้กำหนดแนวทางการปรับตัว การวางแผนและจัดการด้านแหล่งน้ำมาตรฐานไว้ ประกอบด้วยมาตราการดังนี้

1) การปรับตัวของน้ำต้นทุน ประกอบด้วย

1.1) การปรับปรุงโครงสร้างทางชลศาสตร์ที่มีอยู่เดิม

ก) กรณีอัตราการไหลลดลงหรือการสูญเสีย

- การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่ตั้ง และความสูงของอาคารรับน้ำ
- การดาดคลองคอนกรีต
- การใช้ท่อน้ำปิดแทนทางน้ำเปิด
- การรวมระบบอ่างเก็บน้ำแบบแยกเข้าเป็นระบบเดียว
- การใช้วิธีการเติมน้ำใต้ดินเพื่อลดการระเหย

ข) กรณีปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้น

- การยกระดับความสูงของเขื่อน
- การติดตั้งเทอร์ไบน์เพิ่มมากขึ้น
- การเพิ่มขนาดคลอง
- การขุดลอกตะกอนจากอ่างเก็บน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกัก

1.2) การก่อสร้างโครงสร้างใหม่

- อ่างเก็บน้ำ
- โรงไฟฟ้าพลังน้ำ
- ระบบส่งน้ำ
- กลุ่มบ่อบาดาล
- การส่งถ่ายน้ำข้ามลุ่มน้ำ

1.3) ทางเลือกการจัดการแหล่งน้ำต้นทุนในปัจจุบัน

- การเปลี่ยนกติกาการควบคุมน้ำ (operating rules) ของอ่างเก็บน้ำ
- การใช้น้ำร่วมระหว่างน้ำผิวดิน และใต้ดิน
- การจัดลำดับความสำคัญในการปล่อยน้ำ
- การบูรณการระบบการดำเนินการเขื่อน
- การประสานความร่วมมือกันระหว่างอุปทาน และอุปสงค์

2) การปรับตัวต่อความต้องการน้ำ ประกอบด้วย

2.1) การอนุรักษ์และปรับปรุงประสิทธิภาพ แสดงดังตารางที่ 5-1

2.2) การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี แสดงดังตารางที่ 5-2

2.3) การใช้กลไกราคา/ตลาดเป็นแรงผลักดันในการควบคุม

2.4) การใช้น้ำซ้ำ เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ

ตารางที่ 5-1 มาตรการปรับตัวเพื่อการอนุรักษ์ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ

ประเภทการใช้น้ำ	มาตรการ
อุปโภคบริโภค	การใช้สุขภัณฑ์ใช้น้ำน้อย การใช้น้ำซ้ำจากน้ำในการทำครัว ใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ การซ่อมแซมท่อที่รั่วซึม ร้านบริการล้างรถควรใช้น้ำรีไซเคิล การเก็บน้ำฝนไว้ใช้สำหรับน้ำอุปโภค
การเกษตร	การชลประทานในเวลากลางคืน การดาดคลองคอนกรีต การแนะนำให้ใช้ท่อน้ำปิด การปรับปรุงวิธีตรวจวัดน้ำสูญเสียและใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้น้ำระบายซ้ำ การใช้น้ำที่บำบัดแล้ว การควบคุม และจัดการระบบการจ่ายน้ำ
อุตสาหกรรม	การใช้น้ำซ้ำจากน้ำที่มีคุณภาพพอที่จะยอมรับได้ การรีไซเคิลน้ำ
พลังงาน	การรักษาระดับน้ำต่ำสุดเพื่อลดอัตราการระเหย การปรับเปลี่ยนการปล่อยน้ำใช้สอดคล้องกับการใช้น้ำประเภทอื่นๆ การปิดโรงไฟฟ้าในกรณีที่อัตราการไหลต่ำ การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าร่วม

ตารางที่ 5-2 มาตรการปรับตัวเพื่อเผยแพร่การเปลี่ยนเทคโนโลยี

ประเภทการใช้น้ำ	มาตรการ
อุปโภคบริโภค	การใช้สุขภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ การใช้เครื่องมือเกี่ยวกับน้ำที่มีประสิทธิภาพ การเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ การใช้น้ำประปา 2 ระบบ (น้ำที่กินได้ กับน้ำที่กินไม่ได้) การใช้น้ำรีไซเคิลจากน้ำที่กินไม่ได้
การเกษตร	การเพาะปลูกพืชใช้น้ำน้อย การเพาะปลูกพืชที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง การประยุกต์ใช้การชลประทานแบบหยด แบบสเปรย์ ใช้พลังงานน้อย การปลูกพืชทนความเค็มสามารถใช้น้ำจากการระบายได้ การก่อสร้างสถานีบำบัดน้ำเสีย
อุตสาหกรรม	การใช้วิธีทำความสะอาดแบบแห้ง การใช้ระบบหล่อเย็นหมุนเวียนแบบปิด การออกแบบโรงงานให้ใช้น้ำซ้ำ และรีไซเคิลในตัวเอง ยกระดับสินค้าหัตถกรรม
พลังงาน	ก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ และสถานีโรงไฟฟ้าเพิ่มเติม การใช้ระดับน้ำต่ำในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแม่น้ำ เพิ่มประสิทธิภาพการปั่นไฟของเทอร์ไบน์ หาทางเลือกอื่นๆในระบบหล่อเย็น สร้างสระน้ำเพื่อพักน้ำ หอพักน้ำแบบเปียก และแห้ง

5 มาตราการปรับตัวทางด้านทรัพยากรน้ำ

ในระยะหลัง การกำหนดมาตรการปรับตัวทางด้านทรัพยากรน้ำโดยภาพรวม (ในที่นี้หมายถึง ภาวะดินถล่ม น้ำท่วม และภัยแล้ง) จะพิจารณามาตราการร่วมระหว่างน้ำท่วม ดินถล่ม และน้ำแล้ง เพื่อความปลอดภัยและความมั่นคงของชีวิต ในลักษณะการออกแบบอย่างยั่งยืน (resilient design) และพิจารณาความเสี่ยง (risk management) ประกอบโดยจัดหามาตรการโครงสร้างในการป้องกันดินถล่ม และจัดหาน้ำดิบ มีเกณฑ์การใช้ที่ดินและการวางผังเมือง เพื่อไม่ให้ใช้ที่ดินในพื้นที่อันตรายปรับปรุงความตระหนักต่อการป้องกันภัยดินถล่ม โดยมีระบบเตือนภัยและการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัย แบบ real time มีกลไกการแลกเปลี่ยนสารสนเทศและคู่มือการหนีภัย ควบคู่กัน เพราะ มาตราการหนึ่งใด คงไม่สามารถบรรลุเป้าหมายการช่วยเหลือได้ ต้องบูรณการมาตรการข้างต้นหลายๆรูปแบบ และหลายๆระดับเข้าด้วยกัน

ทางด้านน้ำท่วม ถ้างบประมาณจำกัด(ไม่สามารถสร้างเขื่อนเพิ่ม แนวป้องกันน้ำท่วม การขยายหน้าตัดลำน้ำ) ก็อาจใช้มาตรการระบบเตือนภัย การกำหนดอาคารพื้นยกสูงหนีภัยน้ำท่วม การปรับปรุงอาคารที่มีอยู่ (เพราะเก่า) การปรับปรุงถนน เพิ่มระดับกันน้ำท่วม ปรับปรุงระบบทำนาย และการปรับปรุงกฎการดำเนินงานควรทบทวนขั้นตอนการประเมินมาตราการที่มีและการปรับนโยบายต่อการตัดสินใจ

ด้านดินถล่ม จะโยงกับประเด็นตะกอน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อท้ายน้ำอาคารดักตะกอน การขุดลอก การปล่อยน้ำไล่ตะกอนที่เหมาะสม ควรพิจารณาไปพร้อมกับการพิจารณาผลกระทบต่อท้ายน้ำ และแผนการใช้ที่ดิน การวางผังเมืองให้เหมาะสม (โดยใช้แนวคิดการพัฒนาเมืองแบบใช้คาร์บอนต่ำ มีการปรับตัวต่อภาวะภัยธรรมชาติ มีม่านต้นไม้เพื่อสร้างความเขียว มีพื้นที่น้ำและสีเขียวที่เหมาะสม ใช้พลังงานธรรมชาติ ประหยัดน้ำ มีการลงทุนเชิงกลยุทธต่อมาตราการป้องกันและใช้มาตราการที่ยืดหยุ่นตามสภาพพื้นที่และภาวะทางเศรษฐกิจและสังคม) ด้านน้ำแล้ง เสริมการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิผล การจัดการน้ำทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ การจัดการความเสี่ยง (ในภาวะวิกฤติ) การปรับตัวต่อความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีระบบเก็กกักสำรอง บ่อเติมน้ำ ฝายชะลอน้ำท่า พื้นที่ซึมน้ำ

ด้านชลประทาน การปล่อยน้ำเพื่อการชลประทานเมื่อพิจารณาจากฝนทั้งอนาคตใกล้และอนาคตไกลแล้ว ควรทบทวนเกณฑ์การปล่อยน้ำ การเริ่มฤดูเพาะปลูก การสร้างสระเก็บกักน้ำเสริม การปรับตัวของเกษตรในอนาคตใกล้ในฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำที่ลดลง ดังนั้นควรจะกักเก็บน้ำสำรองไว้ในบ่อยืมหรือคลองระบายเพื่อจะช่วยบรรเทาในฤดูแล้ง แต่จากการศึกษาฤดูแล้งในอนาคตใกล้และอนาคตไกลพบว่าปริมาณฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ถ้ามีการควบคุมพื้นที่เพาะปลูกให้เป็นไปตามสภาวะน้ำต้นทุน จะไม่กระทบต่อการใช้น้ำเพื่อการเกษตรและระดับน้ำบาดาลเท่าที่ควร ยังคงสามารถสูบขึ้นมาใช้ได้ตามปกติ โดยเจ้าหน้าที่กรมชลประทาน ควรจะปล่อยน้ำให้น้อยลงอันผลมาจากปริมาณฝนที่มากทั้งในหน้าแล้ง

5.2 แนวทางการปรับตัวระดับโครงการ

แนวคิดในการปรับตัวระดับโครงการจะใช้แนวคิดการจัดการความเสี่ยง (Risk Management) โดยใช้มาตรการปรับตัวให้เข้ากับน้ำท่วม United Nation Environment Program (UNEP) ได้กำหนดแนวทางการปรับตัวให้สอดคล้องกับหลักการจัดการที่ราบลุ่มน้ำท่วม (Floodplain management) ซึ่งมีนิยามคือ การจัดการกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ในเขตพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากอย่างเหมาะสมสามารถลดความเสียหายกับสาธารณูปโภคพื้นฐานที่มีอยู่ในปัจจุบันและช่วยลดความเสียหายที่จะเพิ่มขึ้นได้ในอนาคต หลักอย่างหนึ่งคือ การออกมาตรการทางผังเมืองเพื่อห้ามไม่ให้มีการพัฒนาใดๆ ในเขตพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากเพิ่มเติมและป้องกันความเสียหายโครงสร้างที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ดังกล่าว (Flood proofing) หรือเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินในรูปแบบอื่นๆที่จะช่วยลดความเสียหายได้ มาตรการจัดการที่ราบลุ่มน้ำท่วมแบ่งออกได้เป็นสองประเภทหลัก คือ 1) มาตรการแบบใช้โครงสร้าง (Structural measures) และ 2) มาตรการแบบไม่

ใช้โครงสร้าง (Non-structural measures) (สุจริตและคณะ, 2555; Sucharit K., et.al., 2012, 2014)

1. มาตรการแบบใช้โครงสร้าง (Structural measures)

เป็นมาตรการที่ใช้การก่อสร้างโครงสร้างทางชลศาสตร์ ด้วยจุดประสงค์อย่างหนึ่งคือ การบรรเทาอุทกภัย ในเชิงของการลดปริมาณน้ำที่จะไหลหลากผ่านพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วม และการช่วยลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นให้เบาบางลง ตัวอย่างของมาตรการดังกล่าวแสดงดังต่อไปนี้ (UN, 1998)

- การก่อสร้างเขื่อน, อ่างเก็บน้ำ, อาคารบังคับน้ำ, ช่องทางระบายน้ำจากพายุฝน และคันดินกั้นน้ำ เป็นต้น
- การบำรุงรักษา, ตรวจสอบ และซ่อมแซมโครงสร้างทางชลศาสตร์สำหรับการบรรเทาอุทกภัย
- ปรับปรุงอาคารใหม่และที่มีอยู่ในพื้นที่มาแต่เดิมให้ทนทานต่ออุทกภัยและลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นต่ออาคารดังกล่าว (Flood proofing)
- บังคับใช้มาตรฐานและเทศบัญญัติเกี่ยวกับอาคารอย่างเคร่งครัด

2. มาตรการแบบไม่ใช้โครงสร้าง (Non-structural measures)

มาตรการชนิดนี้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมซึ่งยังไม่มีการพัฒนาไปมากนัก และถือว่าเป็นมาตรการเสริมกับการใช้โครงสร้างในการจัดการอุทกภัยสำหรับพื้นที่ๆกำลังเริ่มพัฒนาอีกด้วย จุดเด่นของมาตรการประเภทนี้คือ การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในการจัดการอุทกภัย ลดความเสียหายอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ตัวอย่างของมาตรการดังกล่าว คือ

- การวางแผนการใช้ที่ดิน (Land-use planning)
- การจัดสรรพื้นที่ในเขตน้ำท่วมซ้ำซาก (Zoning of flood-prone lands)
- การพัฒนาพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากใหม่ (Redevelopment of flood-prone areas)
- การชดเชยค่าเสียหายและมาตรการจูงใจอื่นๆ (Compensation and incentives)
- การประกันภัยน้ำท่วม (Flood insurance)

ขั้นตอนการดำเนินงาน จะเริ่มจากการศึกษาสภาพน้ำ (ท่วม) วิเคราะห์ข้อมูลสภาพน้ำท่วมในอดีต (ปริมาณฝน อัตราน้ำหลาก) รวบรวมข้อมูลความเสียหายที่เกิดขึ้น ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลน้ำหลาก กับความเสียหาย (โดยการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางอุทกวิทยาของปริมาณฝน อัตราน้ำหลาก ความเสียหายในอดีต) ทำการประเมินมาตรการตามแผนที่มีปัจจุบัน (ถ้ามี) วิเคราะห์ความคุ้มทุนของการลงทุนกับผลประโยชน์ที่เกิดขึ้น (หรือความเสียหายที่ลดลง) ทางเศรษฐศาสตร์ จากนั้นจะนำสภาพภูมิอากาศในอนาคตมาพิจารณาหาผลกระทบที่แตกต่าง และประเมินมาตรการปัจจุบันว่า ยังสามารถรองรับต่อปริมาณน้ำหลากในอนาคตได้หรือไม่ ถ้าได้ ก็แสดงว่า มาตราการที่มีอยู่สามารถรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตได้ ถ้าไม่ได้ ก็หมายความว่า พื้นที่มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น (เช่นต่อภาวะน้ำท่วม) ก็จำเป็นต้องพิจารณามาตราการเสริม (ทั้งด้านใช้โครงสร้างและไม่ใช้

โครงสร้าง) เพื่อสร้างความยั่งยืน (resilient: ลดความเสียหายก่อนเกิดเหตุ ฟื้นกลับได้เร็วหลังเกิดเหตุการณ์) เพิ่มเติม และทำการประเมินความเสี่ยงที่ลดลงกับมาตรการต่างๆ และการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนเพิ่มกับผลประโยชน์ที่ได้ (หรือ ความเสียหายที่ลดลง) การศึกษาควรทำการสำรวจภาวะทางสังคมต่อความสามารถในการรับมือ (adaptive capacity) ของชุมชนในพื้นที่ประกอบการกำหนดมาตราการด้วย เนื่องจากสภาพการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศมีความไม่แน่นอน จึงอาจจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศหลายแหล่งทำการเปรียบเทียบ และเป็นข้อมูลของความมีโอกาสเกิดในอนาคต การพิจารณาเลือกมาตราการจึงต้องคำนึงถึงความเหมาะสม ความคุ้มทุนประกอบเพิ่ม (จากการพิจารณาโครงการตามแนวทางปรกติ) และการยอมรับความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นประกอบด้วย

ตัวอย่างของการประเมินผลกระทบและผลจากมาตราการปรับตัวทางด้านการจัดการน้ำ สามารถดูได้จากกรณีศึกษาในบทที่ 6

5.3 สรุปเนื้อหา

แนวทางการวางแผนปรับตัวระดับชาติจะประกอบด้วย ขอบข่าย องค์ประกอบหลัก กลไกที่ใช้ ในส่วนมาตรการจะมีทั้งลักษณะทั่วไป และเฉพาะด้านเช่นด้านทรัพยากรน้ำ ในระดับโครงการ ใช้แนวคิดการจัดการความเสี่ยง โดยจะเลือกมาตรการที่ใช้โครงสร้างและไม่ใช้โครงสร้าง ตามระดับความเสี่ยง เพื่อช่วยลดความเสียหายลงได้

บทที่ 6
กรณีตัวอย่างของการศึกษาผลกระทบ

บทนี้เสนอกรณีตัวอย่างของการศึกษาผลกระทบและแนวทางการปรับตัว โดยใช้โครงการชลประทาน (แบบเต็มรูปแบบ(intensive) และไม่เต็มรูปแบบ(extensive)) การออกแบบระบบบรรเทาน้ำท่วม (กรณีสุโขทัย) และ การปรับปรุงเกณฑ์การปล่อยน้ำจากเขื่อนเป็นตัวอย่าง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการวิจัยร่วมกับกรมชลประทาน (Chulalongkorn, 2010-13) และชุดโครงการวิจัยของจุฬา (สุจริต และคณะ 2555-56) ซึ่งจะยกตัวอย่างบางโครงการมาเสนอในที่นี้

6.1 การจัดการน้ำในโครงการชลประทาน (กรณีศึกษาจากโครงการพลายชุมพล)

การศึกษาผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศต่อสภาพน้ำชลประทานหมายถึง การจัดรรน้ำ การส่งน้ำ และการกำหนดรอบเวรส่งน้ำ และน้ำบาดาล ซึ่งหมายถึง ระดับน้ำบาดาล ปริมาณการสูบน้ำ ปริมาณเก็บกัก ได้เลือกพื้นที่โครงการชลประทานพลายชุมพลเป็นพื้นที่ที่มีการศึกษามาก่อน และพื้นที่เหนือน้ำของโครงการมีแนวโน้มของการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Chulalongkorn, 2010; Sucharit K., et.al, 2015)

6.1.1 สภาพโครงการชลประทานพลายชุมพล

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ตั้งอยู่ที่พิกัด 47 QPU 288557 ระวางแผนที่ 5042 IV ของแผนที่กรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ในเขตบ้านจูงนาง เลขที่ 204 หมู่ที่ 8 ตำบลท่าทอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก มีพื้นที่โครงการทั้งหมด 273,000 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ชลประทาน 218,000 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่อำเภอพรหมพิราม อำเภอเมือง อำเภอบางระกำ และอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก และพื้นที่อำเภอสามง่าม และอำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร โดยพื้นที่โครงการฯ เริ่มที่คลองส่งน้ำสายใหญ่ กม.0+045 ในเขตตำบลมะต้อง อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก ยาวลงมาทางด้านใต้เลียบไปตามฝั่งขวาของคลองส่งน้ำสายใหญ่ จนถึงกม. 80+000 ส่วนทางด้านทิศตะวันตกนั้นติดกับลำน้ำธรรมชาติตลอดแนว โดยเริ่มจากเหนือสุดของโครงการฯ ติดกับคลองวังมะขาม คลองเมม คลองบางแก้ว ลงมาทางใต้ ตามลำดับ ต่อจากนั้นจะติดกับแม่น้ำยมเรื่อยลงมาและสิ้นสุดพื้นที่โครงการที่ตำบลรังนก อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร ซึ่งเป็นบริเวณที่ติดต่อกับพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี

6.1.2 สภาพภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศของโครงการฯ ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มอยู่ระหว่างแม่น้ำยมและแม่น้ำน่าน โดยมีความลาดเทของพื้นที่จากทิศเหนือลงไปทางทิศใต้ และจากทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตก สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เหมาะแก่การเพาะปลูกมากและเป็นย่านเกษตรกรรมที่สำคัญที่สุดของจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดพิจิตร ดังแสดงสภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ดังรูปที่ 6-1

6.1.3 สภาพการจัดสรรน้ำ

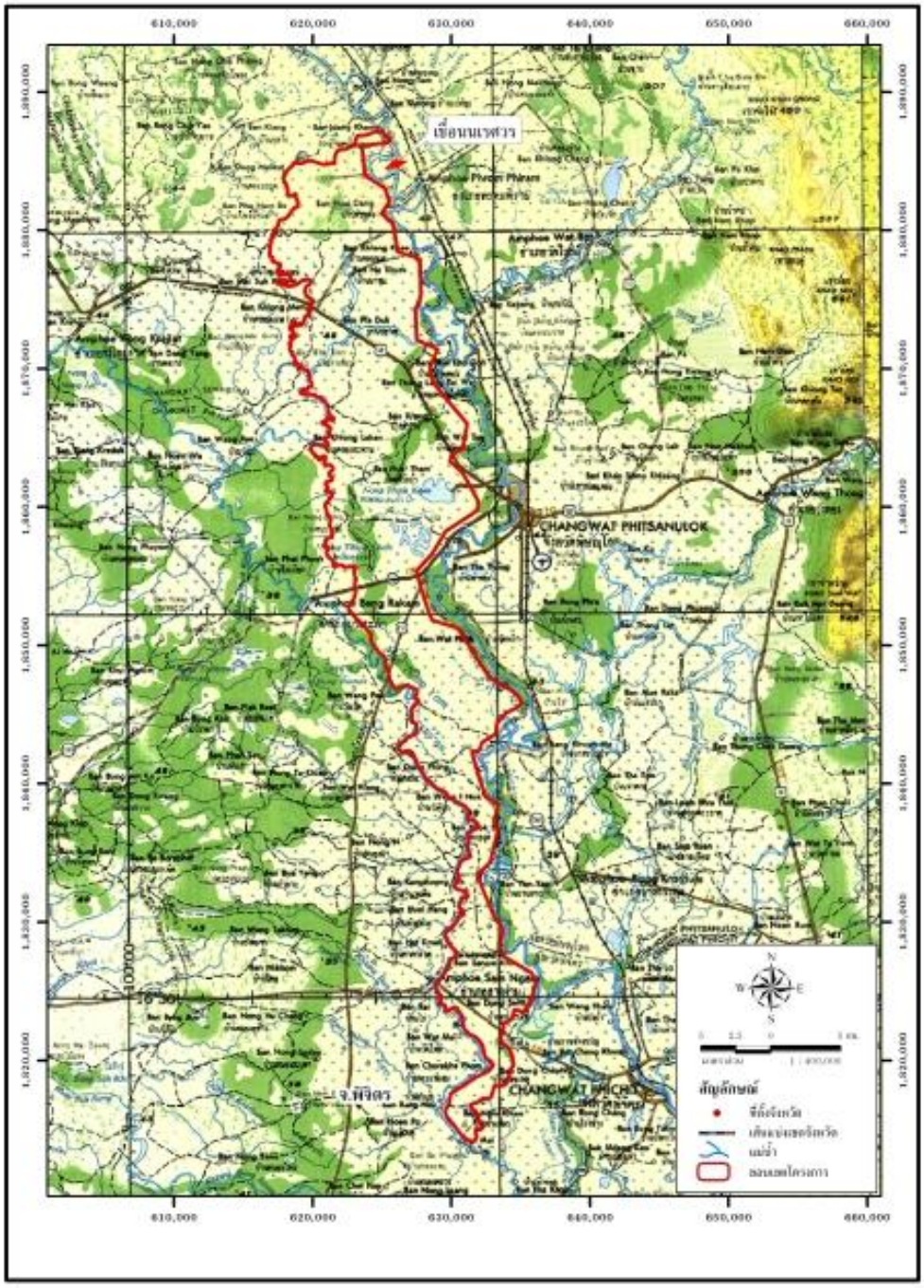
โครงการฯ พลายชุมพล นับเป็นหนึ่งในโครงการชลประทานพิษณุโลกซึ่งเป็นโครงการชลประทานขนาดใหญ่ มีรายละเอียดขอบเขตโครงการ และมีลักษณะโครงการที่สำคัญ โครงการฯ ได้แบ่งพื้นที่การส่งน้ำออกเป็น 3 ฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 และฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 โดยมีรายละเอียดขอบเขตพื้นที่ความรับผิดชอบ ดังตารางที่ 6-1

6.1.4 การบริหารจัดการน้ำ

การบริหารจัดการน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล เป็นการบริหารจัดการน้ำร่วมกันกับโครงการฯ ต่างๆ ภายใต้โครงการชลประทานพิษณุโลก ซึ่งมีโครงการรวมกันทั้งสิ้น 4 โครงการ ได้แก่ โครงการ ส่งน้ำและบำรุงรักษาทุ่งสาน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว

ตารางที่ 6-1 พื้นที่ชลประทานในเขตโครงการพลายชุมพล

ฝ่าย	พื้นที่ความรับผิดชอบ (ไร่)	
	พื้นที่โครงการ	พื้นที่ชลประทาน
ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1	98,200	78,600
ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2	96,500	77,300
ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3	78,300	62,100
รวม	273,000	218,000



รูปที่ 6-1 สภาพภูมิประเทศและบริเวณใกล้เคียง

6.1.5 หลักเกณฑ์การจัดสรรน้ำ

การจัดสรรน้ำของโครงการชลประทานพิษณุโลกจะดำเนินการโดยฝ่ายจัดสรรน้ำของสำนักชลประทานที่ 3 ร่วมกับการระบายน้ำจากเขื่อนสิริกิติ์ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) มีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. การจัดสรรน้ำฤดูนาปี : เนื่องจากปริมาณน้ำตามธรรมชาติในลุ่มน้ำน่าน ช่วงท้ายเขื่อนสิริกิติ์ถึงเขื่อนทดน้ำนเรศวรยังมีจำนวนมาก รวมทั้งมีปริมาณฝนตกลงโดยตรงบนพื้นที่เพาะปลูกอย่างเพียงพอ ดังนั้นโครงการชลประทานจะทำการเพาะปลูกได้จนเต็มพื้นที่

ความต้องการของเกษตรกร การจัดสรรน้ำผ่านระบบชลประทานจะมีเฉพาะในช่วงที่เกิดภาวะฝนทิ้งช่วง ปัญหาในด้านการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมจะมีความสำคัญมากกว่าในด้านการจัดสรรน้ำ

2. การจัดสรรน้ำในฤดูนาปรัง : หลังจากสิ้นสุดฤดูฝนและการทำนาปีแล้ว ประมาณปลายเดือนพฤศจิกายนของทุกปีจะทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำต้นทุนที่เก็บกักได้ในเขื่อนสิริกิติ์ ดังนั้น การจัดสรรน้ำเพื่อทำนาปรังของโครงการจะเริ่มดำเนินการเพื่อให้ทันเวลากับการเริ่มต้นฤดูนาปรังประมาณเดือนกุมภาพันธ์

- ฝ่ายจัดสรรน้ำ สำนักชลประทานที่ 3 ร่วมกับโครงการชลประทาน 4 โครงการจะร่วมกันกำหนดขนาดพื้นที่เพาะปลูก และปริมาณความต้องการใช้น้ำของแต่ละโครงการขึ้นโดยมีขนาดพื้นที่ประมาณ 30 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ของแต่ละโครงการฯ โดยการหมุนเวียนพื้นที่เป้าหมายภายในโครงการฯ ของแต่ละฤดู นาปรังเพื่อให้เกษตรกรได้ทำนาปรังอย่างทั่วถึงกันและเป็นธรรม
- สำนักชลประทานที่ 3 จะร่วมกับส่วนจัดสรรน้ำ สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน พิจารณากำหนดพื้นที่เป้าหมายของโครงการฯ พิษณุโลกร่วมกับโครงการฯ เจ้าพระยา ให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำต้นทุนในเขื่อนสิริกิติ์ เพื่อใช้เป็นแผนการระบายน้ำประจำฤดูกาลร่วมกับ กฟผ.
- โครงการชลประทานทั้ง 4 โครงการ จะทำการประชาสัมพันธ์ขนาดของพื้นที่เพาะปลูก เป้าหมายให้เกษตรกรได้รับทราบก่อนเริ่มฤดูนาปรังเพื่อให้เกษตรกรในแต่ละพื้นที่ได้ทำการเตรียมตัวในการ เพาะปลูก และช่วยเหลือตัวเองให้มากที่สุดสำหรับพื้นที่เพาะปลูกนอกเป้าหมาย
- ฤดูการทำนาปรังของโครงการฯ พิษณุโลก สำหรับพื้นที่เพาะปลูกเป้าหมายจะเริ่มต้นประมาณเดือนกุมภาพันธ์ โครงการชลประทานจะส่งน้ำผ่านระบบคลองสายใหญ่ สายซอยไปให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกตามแผนจัดสรรน้ำที่ได้กำหนดไว้แล้ว สำหรับพื้นที่นอกเป้าหมายเกษตรกรจะเริ่มต้นการเพาะปลูกก่อนฤดูกาลและพยายามสูบน้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด โดยโครงการจะทำการช่วยเหลือบ้างเป็นครั้งคราว โดยส่งน้ำมาให้เกษตรกรสูบจากคลองส่งน้ำเอง
- การจัดสรรน้ำระหว่างโครงการชลประทานทั้ง 4 แห่ง ได้มีการประสานงานกันระหว่างฤดูส่งน้ำนาปรัง โดยการจัดตั้งเป็นคณะทำงานจัดสรรน้ำเขตโครงการฯ พิษณุโลก เพื่อร่วมประสานงานกันและรับทราบปัญหาการส่งน้ำที่เกิดขึ้นระหว่างโครงการทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันเหตุการณ์

ดังนั้น จากแนวทางการจัดสรรน้ำของโครงการฯ พิษณุโลก พบว่า ขนาดพื้นที่เพาะปลูกในฤดูนาปีและนาปรังจะมีขนาดพื้นที่เพาะปลูกใกล้เคียงกันเสมอ โดยมีพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละฤดูกาลประมาณ 500,000 ถึง 600,000 ไร่ สำหรับปริมาณน้ำที่ได้รับจัดสรรผ่านอาคารปากคลองส่งน้ำสายใหญ่จะอยู่ในช่วงระหว่าง 800 ถึง 1,000 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี

เนื่องจากปริมาณน้ำผิวดินในบางปีไม่พอต่อความต้องการใช้น้ำของเกษตรกร ในพื้นที่โครงการพลายชุมพล เกษตรกรจึงมีการพัฒนาบ่อน้ำบาดาล (ระดับตื้น) ขึ้นใช้เป็นจำนวนมาก เพื่อเป็นแหล่งน้ำสำรองกรณีฝนทิ้งช่วง หรือ ปีที่น้ำในอ่างเก็บน้ำมีน้อย

ผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปย่อมส่งผลต่อความต้องการใช้น้ำ การจัดสรรน้ำผิวดินที่มี สภาพน้ำบาดาล (ปริมาณการสูบ ระดับน้ำ ปริมาณเก็บกักใต้ดิน) ในการศึกษาครั้งนี้ จึงจำลองสภาพการใช้น้ำบาดาลในกรณีต่างๆ โดยใช้สภาพภูมิอากาศในอนาคตเป็นเกณฑ์

6.1.6 ผลกระทบที่จะเกิด

จากข้อมูลแบบจำลองสภาพอากาศของ MRI GCM ซึ่งมีการเพิ่มความละเอียดแล้ว พบว่า สภาพฝนในลุ่มน้ำน่านในอนาคตใกล้ (2015-2039) จะมีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย 30 ปีที่ผ่านมา ขณะที่ปริมาณฝนในอนาคตไกล (2075-2099) จะมีปริมาณฝนที่มากขึ้น ในแง่ฤดูกาลแล้ว ปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนจะลดลง แต่เพิ่มขึ้นในช่วงหน้าแล้ง

เนื่องจากปริมาณฝนในช่วงอนาคตใกล้จะลดลงส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสิริกิตต์จะน้อยลง ซึ่งจะส่งผลต่อสภาพขาดแคลนน้ำจะมากขึ้น และจะมีปริมาณมากขึ้นในช่วงอนาคตไกล นอกจากนี้รูปแบบการตกของฝนก็เปลี่ยนไป โดยปริมาณฝนจะมาล่าขึ้นโดยเฉพาะในเดือน กรกฎาคม ขณะที่ความต้องการใช้น้ำชลประทานจะมีมากขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่อุ่นขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในพื้นที่ศึกษา ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิในพื้นที่โครงการพลายชุม ผลส่งผลให้เกิดอุณหภูมิที่สูงขึ้นในอนาคตใกล้และอนาคตไกล อันด้วยเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นนั้นส่งผลกระทบต่อ ปริมาณฝน ความต้องการใช้น้ำของพื้นที่ชลประทาน และการจัดการบริหารเขื่อนสิริกิตและเขื่อนภูมิพลในการจัดสรรน้ำในช่วงฤดูแล้งซึ่งจากการศึกษาพบว่าปัญหาผลกระทบดังกล่าวส่งผลให้ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีลดในอนาคตใกล้ แต่ในทางกลับกันปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีในอนาคตไกลมีแนวโน้มสูงขึ้น ผลของอุณหภูมิที่อุ่นขึ้น ทำให้ความต้องการใช้น้ำของพืชมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง จากการศึกษาซึ่งเปลี่ยนแปลงผลของอุณหภูมิโดยกำหนดให้ค่าระเหยคงที่ (ให้เท่ากับค่าเฉลี่ยรายเดือนของอดีต) กับค่าระเหยเปลี่ยนแปลง (ให้เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิรายเดือนที่ประมาณการในอนาคต) พบว่าทั้ง 2 วิธีนี้ให้ผลของปริมาณความต้องการน้ำของพืชที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนโดยผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะส่งผลให้ความต้องการน้ำของพืชมากกว่าประมาณ 7% หรือ ประมาณ 50 ล้าน ลบ.ม./ปี (สำหรับโครงการชลประทานพลายชุมพล)ทั้งอนาคตใกล้และอนาคตไกล

จากการศึกษาสภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่พลายชุมพลพบว่า ส่วนใหญ่จะปลูกข้าว และส่งผลให้การเติมน้ำสู่ชั้นน้ำบาดาลส่วนล่างจะขึ้นอยู่กับปริมาณฝนและการใช้ที่ดินเป็นหลัก ซึ่งผลมีความสอดคล้องกับปริมาณฝนคืออัตราการเติมน้ำในอนาคตใกล้จะลดลง ส่วนในอนาคตไกลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากอดีตเพียงเล็กน้อย ถึงแม้ว่าปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญก็ตามการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ส่งผลต่ออัตราการใช้น้ำบาดาลและระดับน้ำบาดาล จะเห็นได้ว่าปริมาณการสูบน้ำบาดาลสูงขึ้นจากอดีตทั้งอนาคตใกล้และอนาคตไกล ผลการศึกษาระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษากลับสูงขึ้นในฤดูฝน แต่ในฤดูแล้งจะลดลง

เนื่องจากปริมาณการสูบน้ำบาดาลมากขึ้นในอนานคตใกล้ ส่วนระดับน้ำบาดาลในอนาคตไกลมีความแตกต่างจากอดีตไม่มากนัก ในช่วง 50 -70 ซม. (บนเงื่อนไขว่าระดับน้ำในแม่น้ำคงที่ตลอดทุกช่วงเวลา) และจากสมดุลน้ำบาดาลพบว่า ระดับน้ำบาดาลมีผลต่อการเติมน้ำในฤดูฝนและฤดูแล้ง แสดงให้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงพื้นที่กักเก็บของชั้นน้ำบาดาลส่วนบน โดยส่วนใหญ่การเปลี่ยนแปลงปริมาณกักเก็บสูงขึ้นทำให้ทราบได้ว่ามีการเติมน้ำและระดับน้ำบาดาลสูงขึ้น ซึ่งผลสอดคล้องกับการเติมน้ำบาดาลจากแม่น้ำทั้งในอนาคตใกล้ ส่วนระดับน้ำบาดาลในอนาคตไกลมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากปริมาณฝนเพิ่มมากขึ้น และการเติมน้ำมากขึ้นส่งผลให้อัตราการสูบลดลงทำให้ปริมาณกักเก็บเพิ่มสูงขึ้น จึงส่งผลกระทบต่อระดับน้ำบาดาล ฝนอนาคตไกลนั้นน้อยสามารถสรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ดังตารางที่ 6-2

ถ้าเราพิจารณาลงรายละเอียดตามพื้นที่ เพื่อพิจารณาผลกระทบรายฤดู จะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน และเป็นวิธีที่เหมาะสมมากกว่า เนื่องจากเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจของเจ้าหน้าที่กรมชลประทานในการจัดสรรน้ำให้กับพื้นที่พลายชุมพล ซึ่งจากภาพรวมอุณหภูมิของพื้นที่สูงขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณฝนในฤดูฝนมีแนวโน้มลดลงทั้งในอนาคตใกล้และอนาคตไกลในทางกลับกัน ฤดูแล้งปริมาณฝนจะเพิ่มมากขึ้นทั้งอนาคตใกล้และอนาคตไกล ซึ่งปริมาณที่เพิ่มละลดนั้นไม่มีนัยสำคัญ เนื่องจากปริมาณที่เพิ่มขึ้นและลดลงไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยรายฤดูในอดีตมากนัก ส่งผลให้ความต้องการน้ำของพืชฤดูฝนลดลงประมาณ 2% – 5% เนื่องจากค่าการระเหยอ้างอิง (ETP)ในฤดูฝนมีค่าลดลงแต่ในทางกลับกันค่าการระเหยอ้างอิง (ETp) ในฤดูแล้งกลับเพิ่มมากขึ้นและพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้นตามไปด้วยทั้งอนาคตใกล้และอนาคตไกล แต่ในฤดูแล้งความต้องการน้ำของพืชเพิ่มสูงขึ้น ถึงแม้ว่าปริมาณฝนจะมากขึ้นก็ตาม แต่ปัจจัยหลักมาจากพื้นที่เกษตรกรรมที่จะเพิ่มขึ้นประมาณ 17 % แปรผันตามเงื่อนไขปริมาณน้ำผิวดินที่มากขึ้น จากความต้องการน้ำรายฤดูดังกล่าวส่งผลกระทบต่อการใช้น้ำบาดาล ซึ่งอัตราการเติมน้ำรายฤดูจะลดลงในฤดูฝนและเพิ่มมากขึ้นในฤดูแล้งทั้งอนาคตใกล้และอนาคตไกล ทำให้อัตราการสูบน้ำในฤดูฝนลดลงเนื่องจากความต้องการใช้น้ำของพืชลดลงและพื้นที่เกษตรกรรมลดลงอีกด้วย ในทางกลับกันอัตราการสูบน้ำในแล้งเพิ่มมากขึ้นโดยมีสาเหตุหลัก ๆ มาจากพื้นที่เกษตรกรรมที่ในฤดูแล้งเพิ่มมากขึ้น อัตราการสูบน้ำบาดาลในฤดูแล้งของอนาคตใกล้จะเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ระดับน้ำบาดาลลดลงและปริมาณกักเก็บมีแนวโน้มลดลงอีกด้วย แต่ระดับน้ำบาดาลอนาคตไกลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยในช่วงประมาณ 15-25 ซม. ในฤดูฝนปริมาณการสูบน้ำบาดาลลดน้อยลงส่งผลให้ระดับน้ำบาดาลและการเปลี่ยนแปลงปริมาณกักเก็บเพิ่มสูงขึ้นทั้งอนาคตใกล้และอนาคตไกล ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการกักเก็บของน้ำบาดาลจะส่งผลกระทบหลักต่อระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้นทั้งในอนาคตใกล้และอนาคตไกล สรุปได้ดังตารางที่ 6-2

ตารางที่ 6-2 สรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นในโครงการพลายชุมพล

พารามิเตอร์		ปัจจุบัน		อนาคตใกล้			อนาคตไกล		
		ค่าเฉลี่ย	P90	ค่าเฉลี่ย	P90	แนวโน้ม	ค่าเฉลี่ย	P90	แนวโน้ม
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	รายปี	28.2	28.6	29.2	29.8	↗	31.4	31.7	↗
ฝน (มม.)	รายปี	1,193.3	1,504.4	1,187.3	1,201.0	↘	1,309.3	1,314.8	↗
	ฤดูฝน	1,069.4	1,364.2	945.8	1,203.1	↘	1,054.0	1,128.5	↘
	ฤดูแล้ง	123.5	129.7	241.5	265.2	↗	255.4	276.5	↗
ความต้องการใช้น้ำ (1) (ล้าน ลบ.ม.)	รายปี	697.2	729.5	792.1	830.9	↗	753.0	845.5	↗
	ฤดูฝน	652.3	695.4	646.7	735.5	↘	620.0	689.8	↘
	ฤดูแล้ง	44.9	68.2	145.4	165.3	↗	133.0	154.4	↗
ความต้องการใช้น้ำ (2) (ล้าน ลบ.ม.)	รายปี	697.2	729.5	741.4	821.3	↗	700.4	844.9	↗
	ฤดูฝน	652.3	695.4	630.3	674.5	↘	613.1	645.9	↘
	ฤดูแล้ง	44.9	68.2	181.7	220.1	↗	170.3	216.8	↗
อัตราการเติมน้ำ (มม.)	รายปี	109.5	137.6	103.6	113.1	↘	115.1	123.7	↗
	ฤดูฝน	101.7	127.2	89.0	96.3	↘	99.2	106.1	↘
	ฤดูแล้ง	7.9	12.6	14.6	19.1	↗	15.9	21.9	↗
อัตราการสูบ (1) (ล้าน ลบ.ม.)	รายปี	52.4	68.42	56.1	64.1	↗	50.8	72.7	↘
	ฤดูฝน	41.7	57.24	36.9	53.1	↘	33.1	48.6	↘
	ฤดูแล้ง	13.7	26.41	19.2	24.8	↗	17.7	30.7	↗
อัตราการสูบ (2) (ล้าน ลบ.ม.)	รายปี	52.4	68.42	55.3	75.4	↗	59.1	82.1	↗
	ฤดูฝน	41.7	57.24	31.8	45.3	↘	28.5	39.5	↘
	ฤดูแล้ง	13.7	26.41	23.5	35.3	↗	30.6	40.5	↗
ระดับน้ำบาดาล (1) (เมตร รทก.)	รายปี	34.04	36.07	33.77	35.81	↘	34.62	36.67	↗
	ฤดูฝน	34.28	36.38	34.59	36.69	↗	34.64	36.72	↗
	ฤดูแล้ง	34.25	36.22	33.68	36.15	↘	34.59	36.60	↗
ระดับน้ำบาดาล (2) (เมตร รทก.)	รายปี	34.19	36.27	33.79	36.07	↘	34.35	36.31	↗
	ฤดูฝน	34.28	36.41	34.53	36.66	↗	34.46	36.48	↗
	ฤดูแล้ง	34.25	36.31	33.73	36.12	↘	34.42	36.33	↗
การเปลี่ยนแปลงปริมาณกักเก็บ (ล้าน ลบ.ม./เดือน)	รายปี	-2.27	2.60	-2.87	2.91	↘	-0.59	0.23	↗
	ฤดูฝน	-0.59	4.65	-0.51	-0.04	↗	-0.48	-0.08	↗
	ฤดูแล้ง	-3.95	-0.12	-4.12	-1.25	↘	-0.79	0.05	↗

หมายเหตุ P90 หมายความว่า ตัวเลขที่ค่า percentile 90

6.1.7 แนวทางการปรับตัว

จากผลการศึกษาของ โครงการพลายชุมผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกข้อมูลฝนจากแบบจำลอง MRI-GCM เป็นค่าความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะเกิดขึ้น ดังนั้นการที่จะนำไปใช้จะต้องเข้าใจรูปแบบ และแหล่งข้อมูลที่ใช้อ้างอิงเพื่อจะนำไปบริหารจัดการกับพื้นที่โครงการชลประทานต่าง ๆ สำหรับการศึกษานี้พบว่า จะต้องบริหารการจัดการน้ำชลประทานในฤดูแล้งให้มากขึ้นกว่าในอดีต เนื่องจากเหตุผลหลายประการดังนี้ ปริมาณฝนมีแนวโน้มจะตกบริเวณหน้าเขื่อนหรือพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนล่าง และฝนตกบริเวณท้ายเขื่อนน้อยลง ส่วนความต้องการน้ำของพืชมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในฤดูแล้ง ตามปริมาณฝนที่จะมากขึ้น แต่เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นเพียง 2-4 องศาเซลเซียส ความต้องการน้ำของพืชจะเพิ่มขึ้นประมาณ 15-30 ล้าน ลบ.ม. ดังนั้นการจัดสรรน้ำ จะต้องส่งไปให้พอเพียงกับความต้องการน้ำของพืช ที่มีปริมาณมากกว่าความต้องการน้ำของพืช ส่งผลให้ความขาดแคลนน้ำในพื้นที่โครงการมากขึ้นในฤดูแล้ง จากปัญหาการขาด

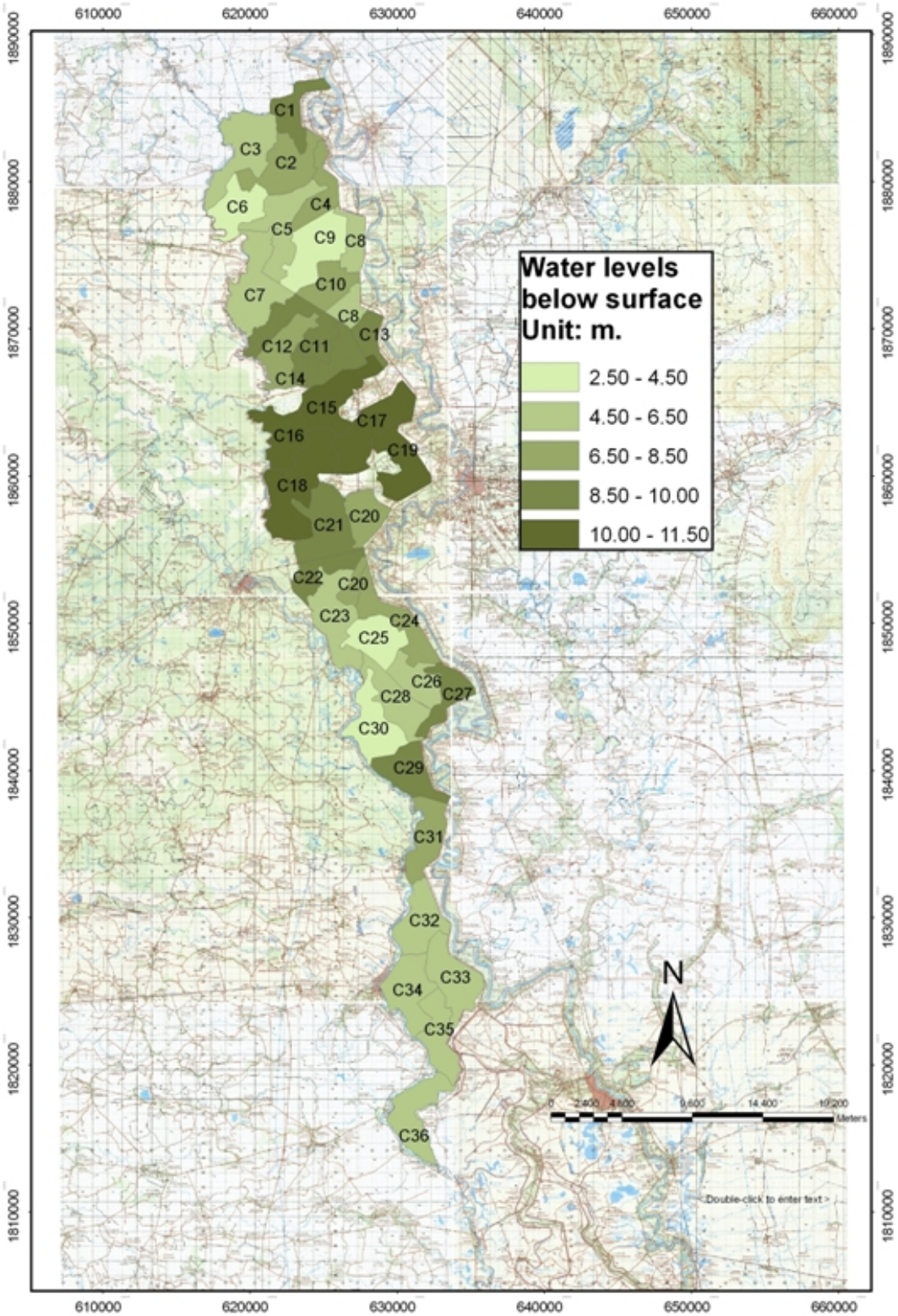
แคลนดังกล่าว ทางเจ้าหน้าที่กรมชลประทานและเกษตรกรจึงจำเป็นต้องหาปริมาณน้ำที่ขาดแคลนมาทดแทนส่วนที่ขาดไปจากการเพาะปลูกพืช สำหรับการศึกษานี้ได้เสนอนวทางการใช้น้ำร่วมระหว่างน้ำผิวดินกับน้ำชลประทาน จาก 2 แหล่ง คือ บ่อยืมและบ่อน้ำบาดาล

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำขาดแคลนของพื้นที่โครงการพลายชุมพลแล้วพบว่าปริมาณน้ำที่ใช้จากน้ำบาดาลในอนาคตใกล้ จะมี 1 ปีที่เปิดการวิกฤตอย่างมากและส่งผลให้ระดับน้ำบาดาลลดต่ำลง ส่งผลให้บ่อบาดาลที่เกษตรกรได้ขุดไว้ไม่สามารถสูบน้ำบาดาลนำมาใช้ได้ (ระดับน้ำต่ำกว่าระดับผิวดิน 10 เมตร) ส่วนในอนาคตไกลถึงแม้ว่าปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่โครงการจะเพิ่มมากขึ้นก็ตาม แต่ปริมาณการใช้น้ำบาดาลยังมีการแปรปรวนในช่วงเวลาหลาย ๆ ปี แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ช่วงเวลาอนาคตไกลระดับน้ำบาดาลยังไม่ลดต่ำลงกว่าระดับผิวดิน 10 เมตร ตลอดช่วง 25 ปี ดังนั้นยังไม่มีความจำเป็นที่จะต้องขุดบ่อบาดาลให้ลึกลงไปกว่าเดิมทั้ง 2 ช่วงเวลาคือ อนาคตใกล้และอนาคตไกลเหมือนอย่างในอดีต แต่ถ้าหากไม่สามารถควบคุมพื้นที่เพาะปลูก โดยยังคงมีการเพาะปลูกเต็มพื้นที่ทั้งหน้าฝนและหน้าแล้ง จะมีแนวโน้มโอกาสการลดลงของระดับน้ำบาดาลในพื้นที่มากขึ้นและอาจจะต้องเพิ่มความลึกของบ่อบาดาลตื้นอีกด้วย

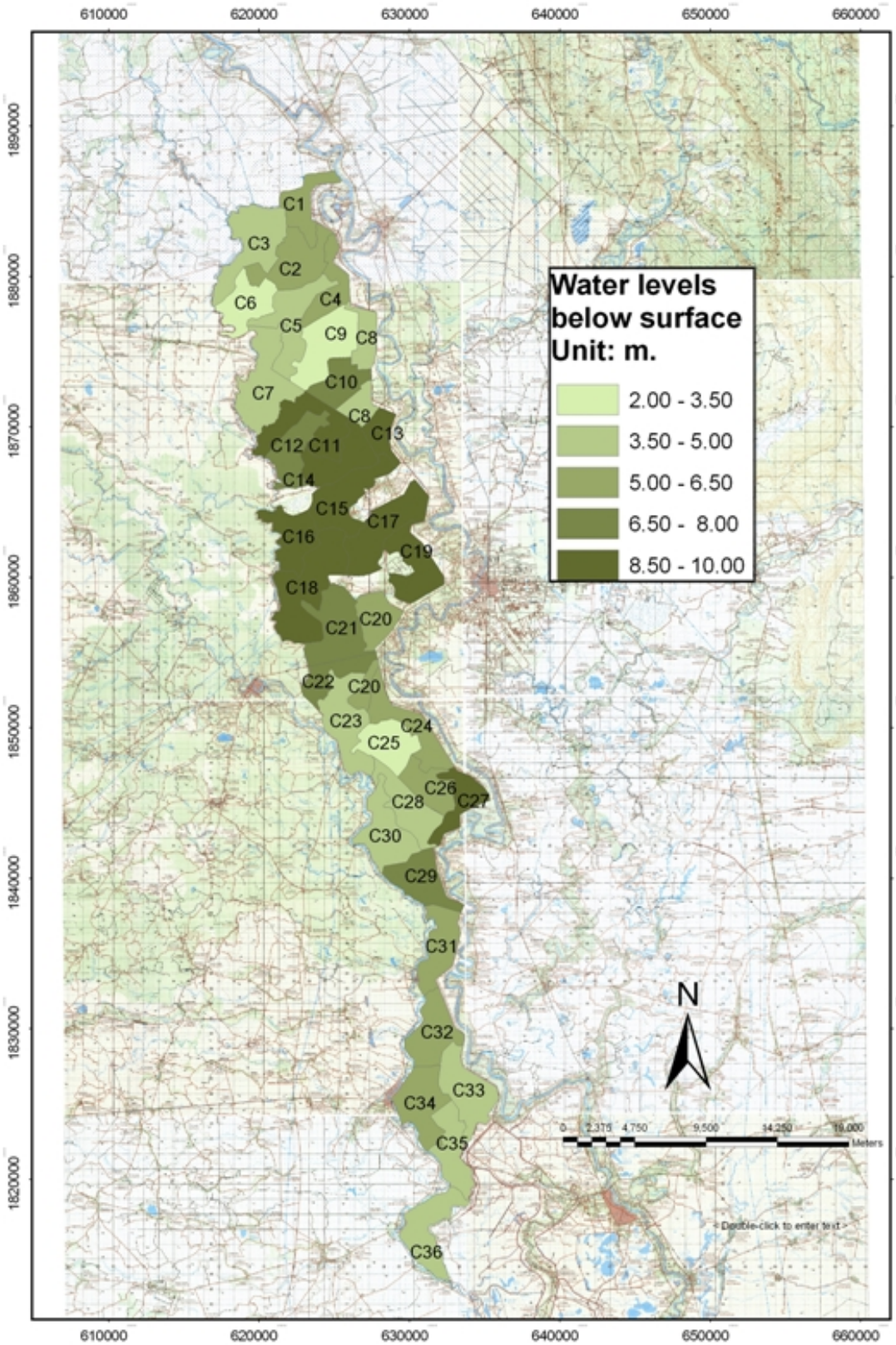
6.1.8 ด้านน้ำบาดาล

เมื่อพิจารณาผลกระทบ ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกพบว่า ส่งผลต่อการกระจายตัวของฝนในพื้นที่โครงการพลายชุมพลมีผลต่อการเติมน้ำให้แก่ชั้นน้ำบาดาลซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาและเทียบกับศักยภาพน้ำบาดาลของพื้นที่ (Chulalongkorn, 2009) การศึกษาพบว่า เมื่อนำระดับน้ำบาดาลหักออกจากความสูงของภูมิประเทศจะได้ระดับน้ำที่ต่ำกว่าพื้นดิน และในพื้นที่ศึกษานั้นมีการขุดบ่อบาดาลแบบตื้นจำนวนมาก ซึ่งความลึกส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 6 -10 เมตร จากผิวดิน จากรูปทั้ง 2 กรณีที่ ที่ได้แสดงระดับน้ำที่ต่ำกว่าระดับผิวดินนั้น จากการศึกษาพบว่ามีการใช้น้ำบาดาลมากในโซนที่ 2 และ 3 เนื่องจากน้ำชลประทานไม่เพียงพอ เกษตรกรจึงนำน้ำจากแหล่งอื่นเข้ามาช่วนในพื้นที่เช่น น้ำบาดาล คลองระบาย หรือ บ่อยืมเป็นต้น ซึ่งในอนาคตใกล้จะเห็นได้ว่า ระดับน้ำบาดาลจะต่ำกว่าระดับของบ่อบาดาล (มากกว่า 10 เมตร จากผิวดิน) จึงจะมีปัญหาในการสูบน้ำขึ้นมาใช้ (ดังรูปที่ 6-2 ถึง 6-5) แต่ในอนาคตไกลนั้น ปริมาณฝนมากขึ้นซึ่งจะสอดคล้องกับปริมาณการใช้น้ำบาดาลจะเห็นได้ว่าระดับน้ำบาดาลในอนาคตไกลมีระดับที่สูงขึ้นในโซนที่ 1 ส่วนโซนที่ 2 และ 3 ระดับน้ำต่ำสุดยังสามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ในการเกษตรได้เนื่องจากระดับพื้นที่ในโซนที่ 2 และ 3 เป็นพื้นที่ลุ่มจึงทำให้ระดับน้ำบาดาลไม่แตกต่างกันมากนัก

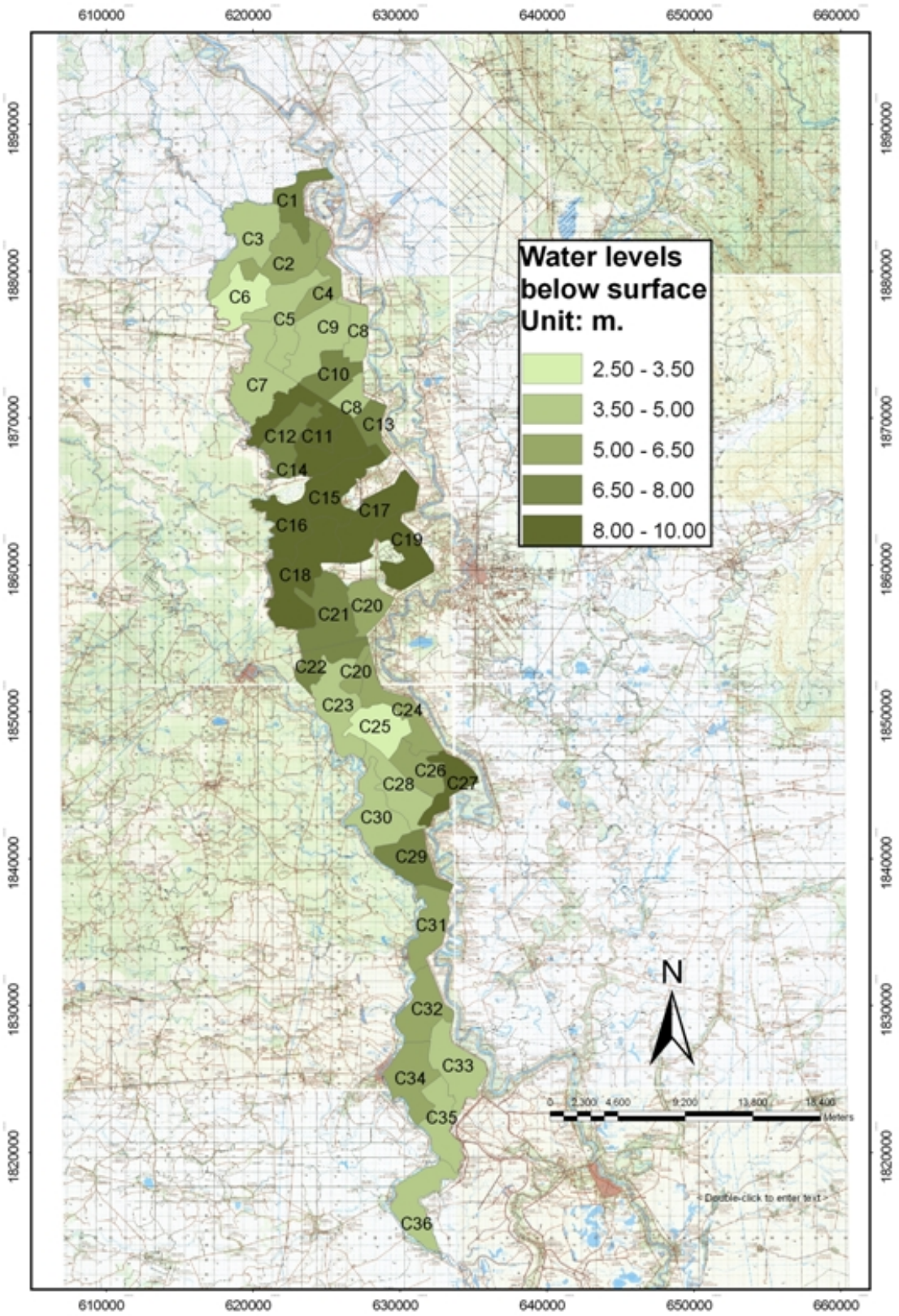
ในกรณีที่ 2 (ใช้อุณหภูมิคงที่ตามอดีต) นั้นผลที่ได้จะสอดคล้องกับกรณีที่ 1 (ใช้อุณหภูมิแปรผันตามอนาคต) แต่ยังคงมีบางพื้นที่ ที่ระดับน้ำแตกต่างกันกับกรณีที่ 1 นอกจากนี้แต่ในการศึกษาพบว่า ถ้าสามารถควบคุมพื้นที่เพาะปลูกให้แปรผันตามสถานการณ์น้ำ จะส่งผลเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นคือ เกษตรกรสามารถยังคงใช้น้ำบาดาลในระดับ 0-10 เมตร ดังรูปที่ 6-6 และ 6-7 ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่เกิดในพื้นที่โซน 2 และ 3



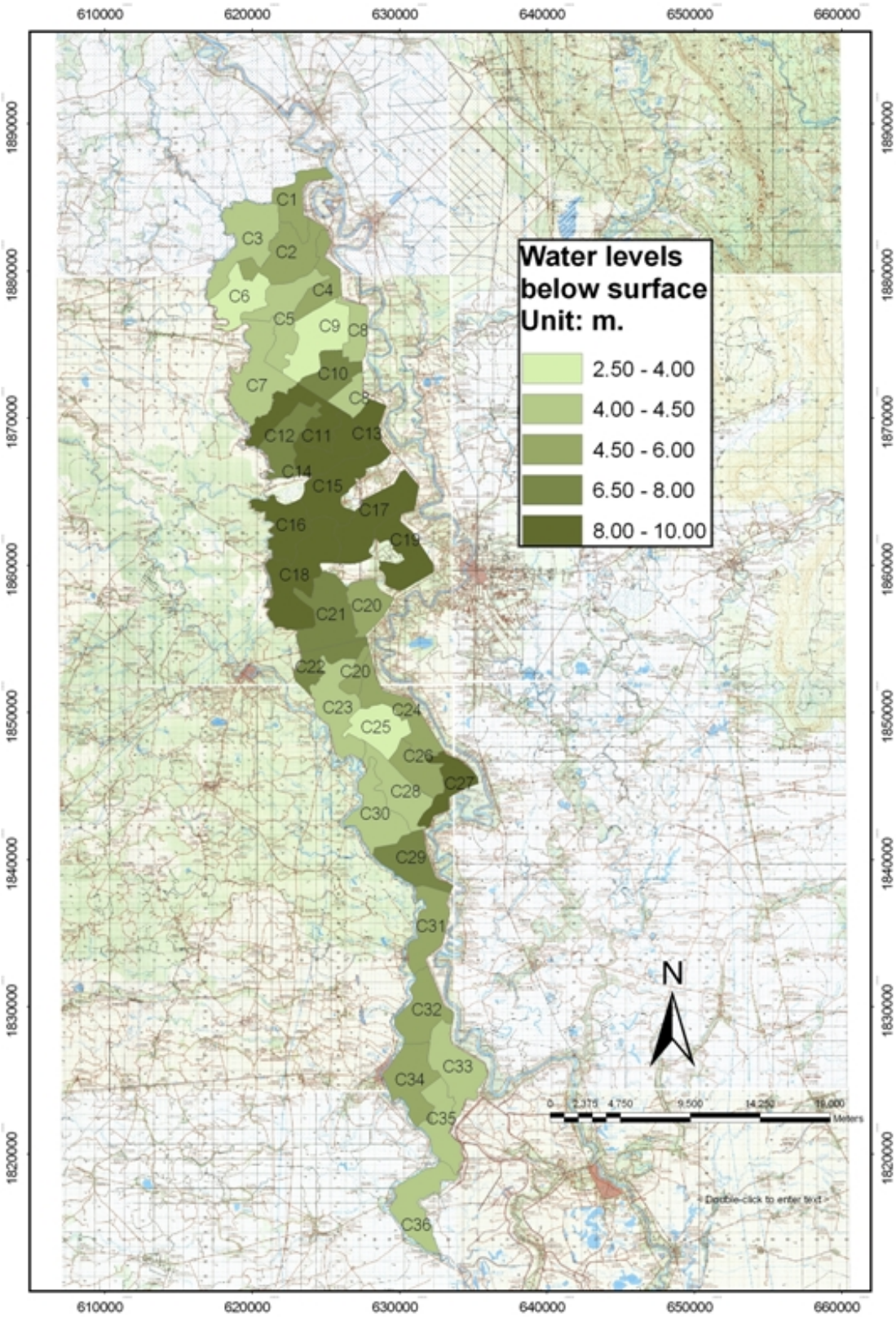
รูปที่ 6-2 ระดับน้ำต่ำกว่าผิวดินในอนาคตใกล้ กรณีที่ 1



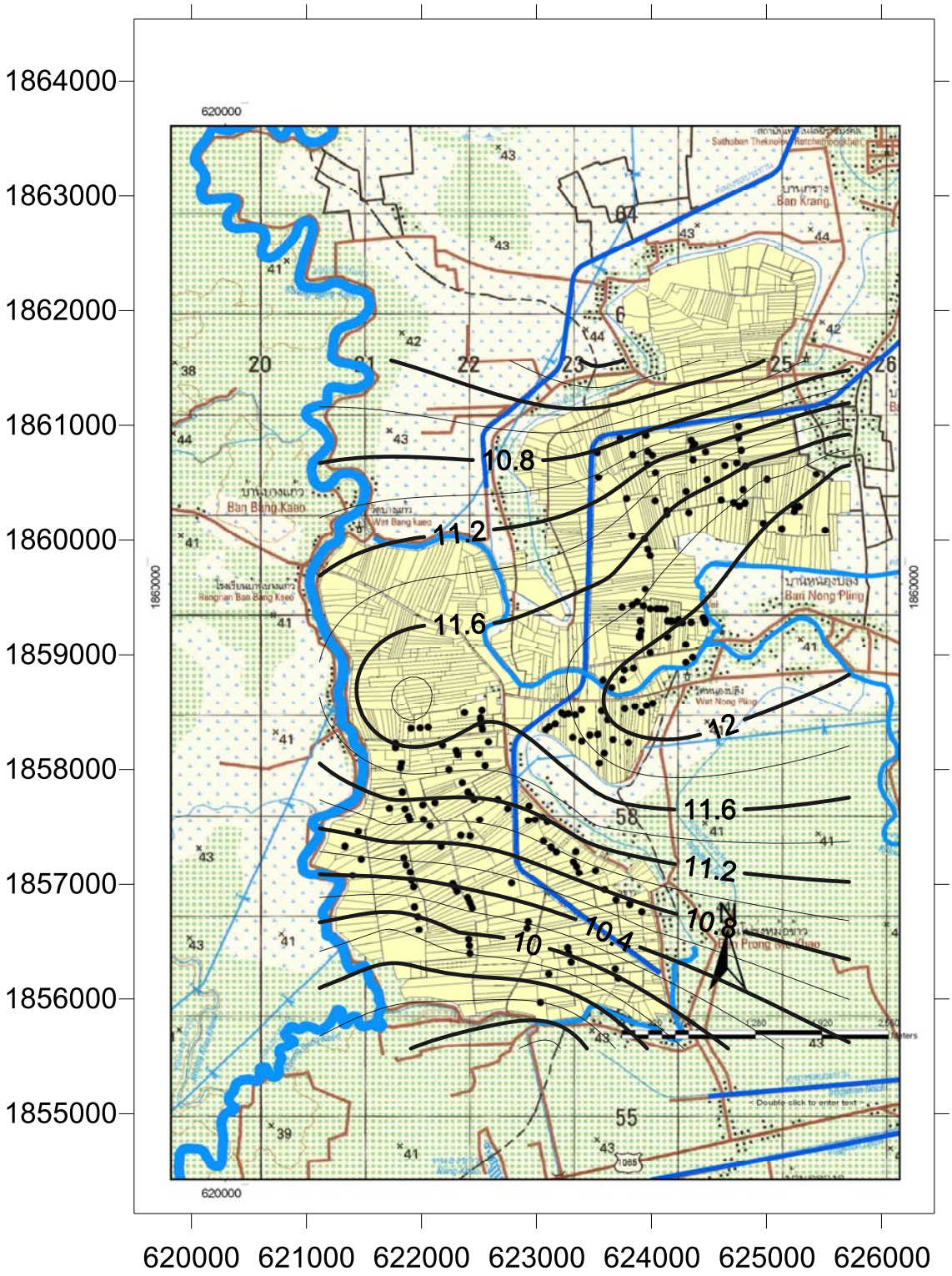
รูปที่ 6-3 ระดับน้ำต่ำกว่าผิวดินในอนาคตไกล กรณีที่ 1



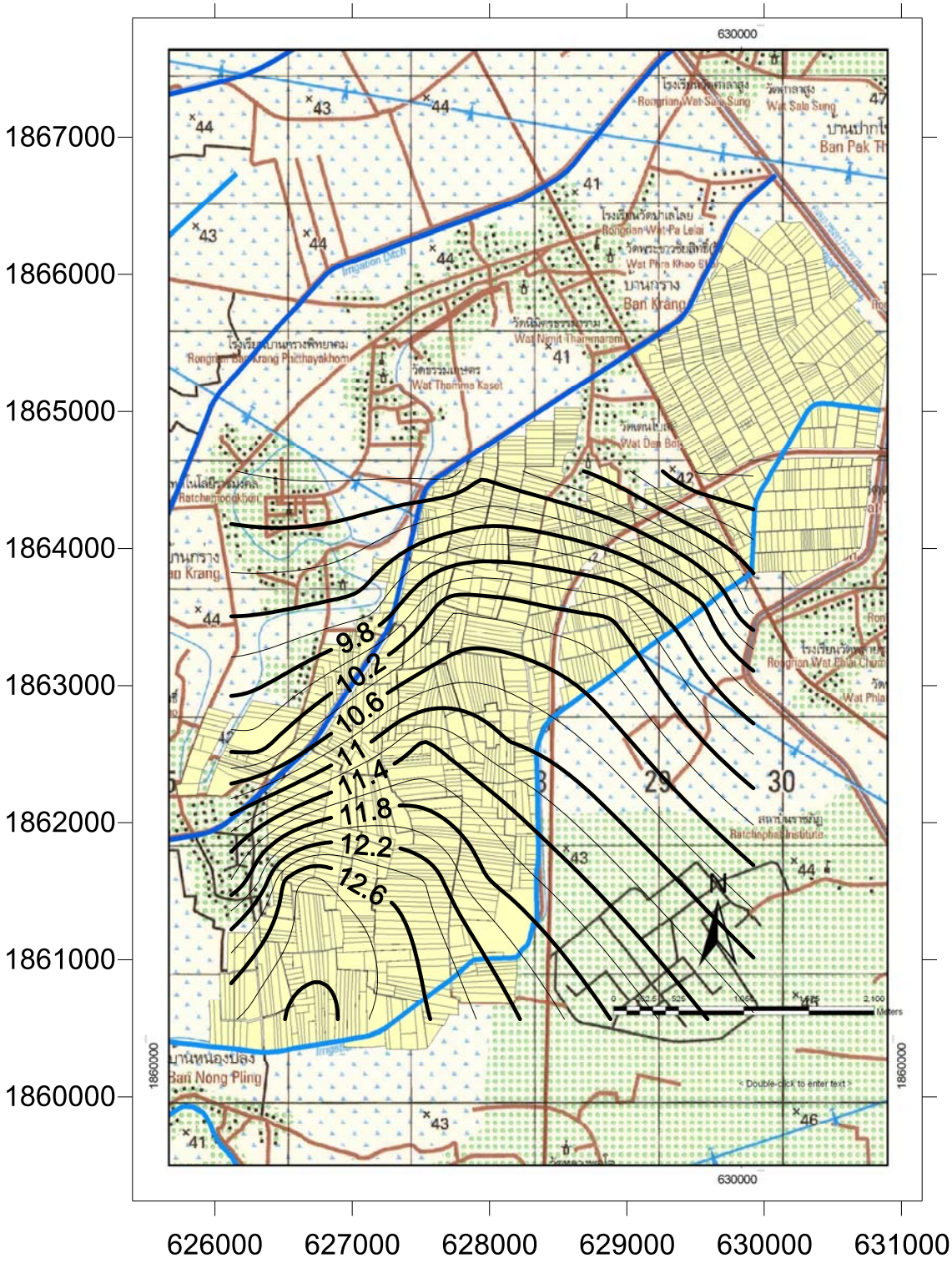
รูปที่ 6-4 ระดับน้ำต่ำกว่าผิวดินในอนาคตใกล้ กรณีที่ 2



รูปที่ 6-5 ระดับน้ำต่ำกว่าผิวดินในอนาคตไกล กรณีที่ 2



รูปที่ 6-6 ระดับน้ำที่ต่ำกว่าพื้นดิน ในพื้นที่ ซี18

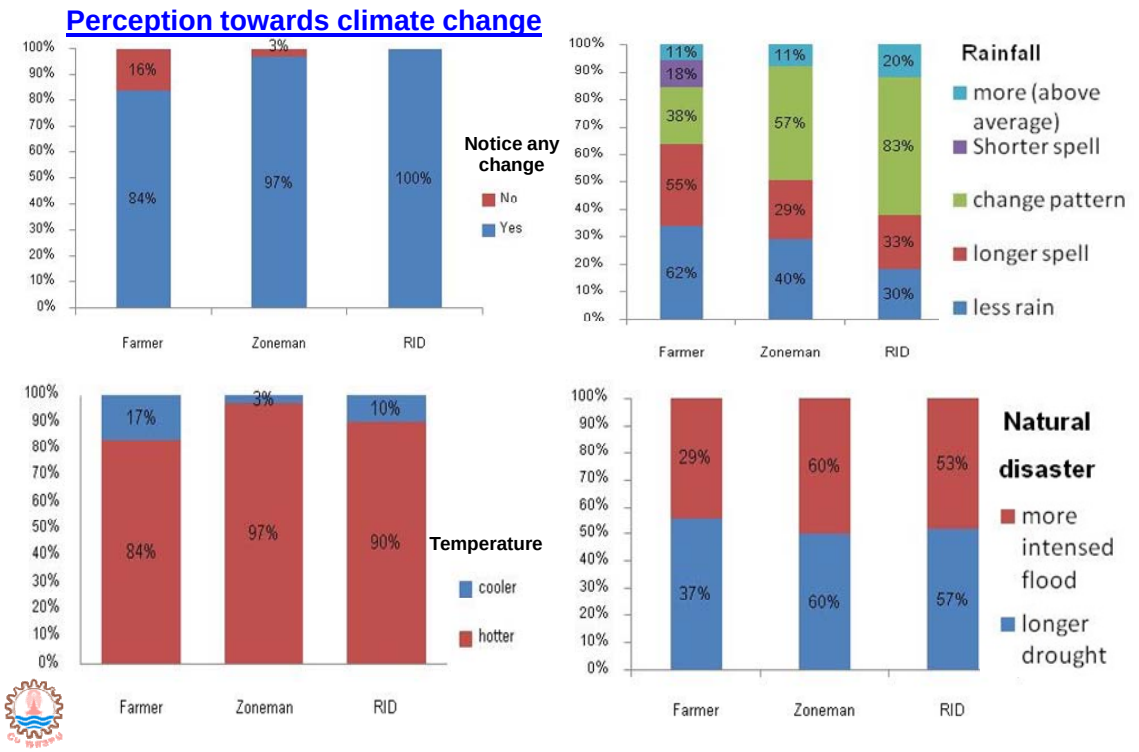


รูปที่ 6-7 ระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน ในพื้นที่ ซี 17

6.1.9 ผลการศึกษาทัศนะคติของชุมชน

การศึกษาด้านผลกระทบควรพิจารณาด้านของผู้รับผลประกอบด้วย โดยเฉพาะเกษตรกรและผู้บริหารอาคารชลประทาน การศึกษาเกี่ยวกับทิศนคติ การรับรู้ต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และแนวคิดในการแก้ไข หรือปรับตัวจากสภาพการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ได้มีการดำเนินการในพื้นที่โครงการชลประทานพลายชุมพล จังหวัดพิษณุโลก

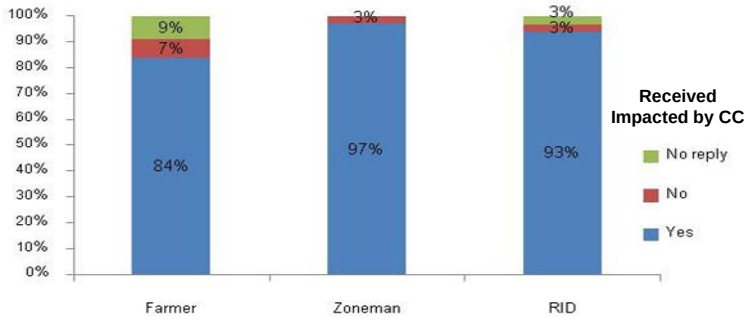
การศึกษาด้านทัศนะคติต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาดำเนินการโดยมีการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการและจัดทำแบบสอบถามกว่า 100 ชุดต่อชาวนาในเขตโครงการชลประทานพลายชุมพล (ทั้งโซน 1 2 และ 3) ในแง่ ความเห็นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบที่ประสบ และความเห็นต่อการปรับตัว



ผลการสำรวจเกี่ยวกับการรับรู้ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้งเจ้าหน้าที่กรมชลประทาน โซนแมน (ผู้ควบคุมการปล่อยน้ำ) และชาวนา รู้สึกต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่สูงขึ้น มีปริมาณฝนน้อยลง และช่วงเวลาฝนทิ้งช่วงนานขึ้น และเมื่อฝนตกจะมีความรุนแรงมากขึ้น

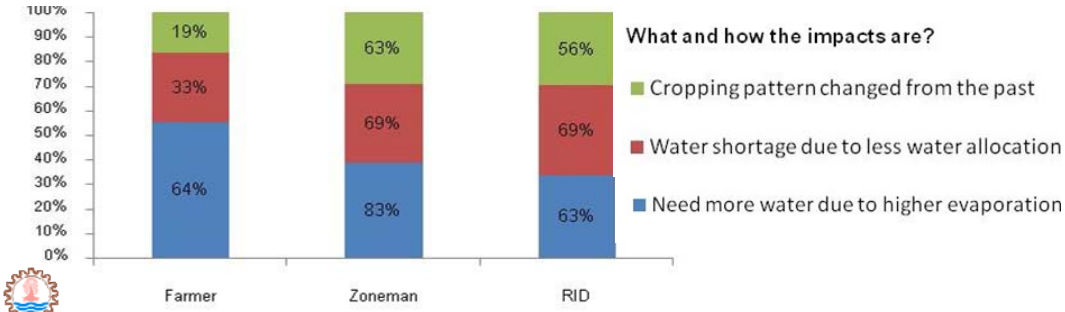
Interview Data Analysis

Impacts towards agricultural area



Lower Yield (a tang : 10 kg)

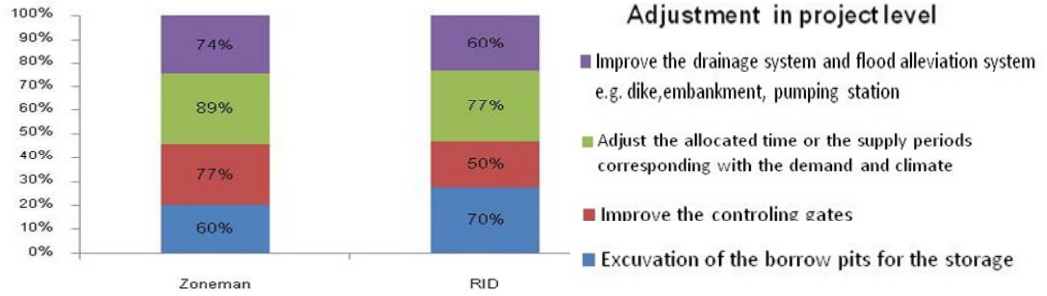
Lower Yield	Average (tang/rai)
Past data	83
Present data	69

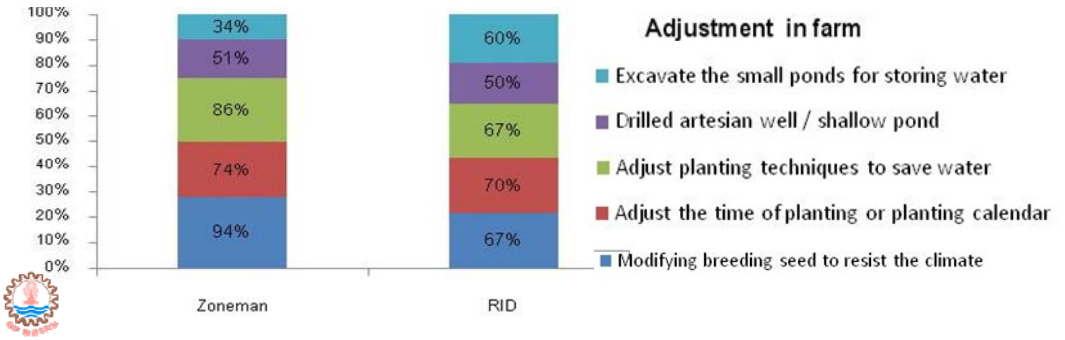


ทุกฝ่ายรับรู้ต่อผลกระทบที่เกิดขึ้น และผลกระทบที่เห็นได้ชัดคือ รอบเวรการปลูกพืชเปลี่ยนไป การระเหยของน้ำมากขึ้น และมีภาวะการขาดแคลนน้ำมากขึ้น เนื่องจากได้รับการจัดสรรน้ำน้อยลง นอกนั้น ชาวนายังมีความรู้สึกว่า ปริมาณข้าวที่ได้ต่อพื้นที่ลดลง

Interview Data Analysis

Adaptation attitude





ผลสำรวจด้านการปรับตัว แสดงว่า ชาวนาส่วนใหญ่จะพยายามใช้น้ำให้น้อยลงเมื่อเกิดสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ขณะที่ชาวนาในโซน 1 จะใช้น้ำจากคลองระบายชดเชย (55 %) ลดระดับเก็บกักน้ำในท้องนา (18 %) ชาวนาในโซน 2 จะลดระดับน้ำเก็กกักในท้องนา (24%) และใช้น้ำจากคลองระบายชดเชย (19%) ขณะที่ชาวนาในเขต 3 จะลดระดับน้ำเก็กกัก (42%) ใช้น้ำจากคลองระบายชดเชย (26%) ซึ่งแสดงให้เห็นความแตกต่างจากทัศนะคติ และสภาพทางภูมิประเทศ นอกจากนี้ ชาวนาส่วนใหญ่ยังแสดงการหาทางออกอื่น เช่น การเปลี่ยนพันธุ์ข้าวที่ใช้น้ำน้อย (65%) การปรับช่วงเวลาปลูกข้าวให้เหมาะสม (50%) การใช้พันธุ์ข้าวที่ทนน้ำท่วม (34%) เปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นที่ใช้น้ำน้อย (23%) และการเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นที่ทนน้ำท่วม (12%) ในแนวทางอื่น ชาวนาจะเข้าร่วมประชุมกลุ่มผู้ใชน้ำ (เพื่อกำหนดตารางการปลูกข้าว) (69%) ใช้บ่อน้ำตื้นชดเชย (58%) ใช้น้ำจากคลองระบาย (37%) ขุดบ่อน้ำตื้นเพิ่ม (32%) ปรับปรุงบ่อยืมข้างแปลงนา (26%)

ชาวนาต้องการให้หน่วยงานราชการช่วยหาทางบรรเทาผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง โดย รณรงค์สร้างจิตสำนึก (61%) โครงการปลูกป่าเพิ่มรายได้ราษฎร (45%) ส่งเสริมกิจกรรมลดคาร์บอนไดออกไซด์ (37%) และปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่ลดมีเทน (33%) นอกจากชาวนาแล้ว ทางโครงการยังได้สำรวจทัศนะคติของ จนท. กรมชลประทาน (สำนัก 3) เกี่ยวกับทัศนคติ ผลกระทบต่อชลประทานและเกษตรกรรม เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น การแกว่งตัวของภูมิอากาศในอนาคต และโรคพืช ซึ่งเจ้าหน้าที่กรมชลประทานและโซนแมนได้ให้ข้อคิดเห็นให้มีการวิจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง และถ่ายทอดข้อมูลและความรู้ต่อชาวนา ใช้ประโยชน์จากข้อมูลและความรู้ที่วิจัยได้ในการวางแผนและจัดการด้านน้ำ เช่น การปล่อยน้ำ การจัดปฏิทินปลูกพืช การปรับพื้นที่ให้มีสระน้ำสำรองเป็นต้น

6.1.10 แนวทางการปรับตัวจากกรณีศึกษา

จากผลการศึกษาผลกระทบทั้งด้านน้ำผิวดิน น้ำบาดาล และทัศนคติของเกษตรกรจะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่รู้สึกถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในช่วงปีที่ผ่านมา แต่อาจยังไม่แน่ใจในการดำเนินการเพื่อลดผลกระทบนั้น แนวโน้มเกษตรกรและผู้บริหารอาคารจะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป โดยใช้อาคาร และเทคนิคการบริหารเข้าช่วย ซึ่งการปรับตัวอาจแบ่งเป็นงานระดับลุ่มน้ำ ระดับโครงการ และระดับแปลงนาได้

เนื่องจากแนวโน้มฝนจะมีการแกว่งตัวที่มากขึ้น และปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนจะลดลงและเพิ่มในช่วงหน้าแล้งในอนาคต มาตรการปรับตัวควรพิจารณาประเด็นต่อไปนี้

<u>การปรับตัวในระดับลุ่มน้ำ</u>

- การปรับการบริหารอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปตามปีน้ำ ควบคู่กับ การควบคุมด้านความต้องการ
- ส่งเสริมให้มีการเพิ่มความจุเก็กกักน้ำรองรับการแกว่งตัวของสภาพภูมิอากาศ เช่น การเสริมความสูงเขื่อน การสร้าง check dam

<u>การปรับตัวระดับโครงการ</u>

- ปรับปรุงบ่อยื่มเพื่อเพิ่มปริมาตรเก็กกักน้ำ
- ปรับปรุงอาคารบังคับน้ำ เพื่อการจัดการน้ำที่ดีขึ้น
- ปรับการจัดสรรน้ำให้เหมาะกับความต้องการจริงและสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไป
- ปรับปรุงระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม โดยเพิ่มคัน และสถานีสูบน้ำ

<u>การปรับตัวระดับแปลงนา</u>

- ปรับพันธุ์ข้าวให้เหมาะกับสภาพภูมิอากาศใหม่
- ปรับตารางการปลูกพืช
- ปรับเทคนิคการปลูกพืช
- ขุดสระน้ำขนาดเล็กระดับแปลงนาเป็นน้ำสำรอง

6.1.11 ข้อสรุปเบื้องต้นจากกรณีศึกษา

จากตัวอย่างกรณีศึกษาโครงการชลประทานพลายชุมพล พบว่า สภาพอากาศในอนาคตมีการเปลียนแปลง และมีการแกว่งตัวมากขึ้น ขณะที่ความต้องการใช้น้ำก็มีแนวโน้มมากขึ้นตามสภาพการเติบโตของเศรษฐกิจและสังคม ทำให้การจัดการน้ำจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อให้เข้ากับสภาพความต้องการและศักยภาพใหม่

- แนวทางหนึ่งของการปรับตัว คือ การปรับกฏเกณฑ์การปล่อยน้ำให้เหมาะกับสภาพของฝนที่มีรูปแบบเปลี่ยนแปลงไป ผลการปรับกฏเกณฑ์การบริหารอ่างเก็บน้ำให้เหมาะตามสภาพปีน้ำจะส่งผลต่อการลดปริมาณน้ำขาดแคลน
- อีกแนวทางหนึ่งคือ การปรับตารางการปลูกพืชให้เหมาะกับรูปแบบฝนที่เปลี่ยนแปลงไป ผลการปรับตารางปลูกพืชให้เร็วขึ้น ๒ อาทิตย์ ทำให้การขาดแคลนน้ำในฤดูฝนลดลง 5 % และหน้าแล้ง ลดลง 30% นอกนั้นจะเป็นการควบคุมพื้นที่เพาะปลูกให้เป็นไปตามสภาพน้ำต้นทุน ซึ่งถ้าไม่สามารถทำได้ ก็จะทำให้ความต้องการน้ำมากขึ้น ส่งผลให้มีการสูบน้ำบาดาลมาช่วยในแปลงนามากขึ้น ทำให้ ระดับน้ำบาดาล และปริมาณเก็บกักจะลดลง
- การปรับตัวจำเป็นต้องประเมินผลกระทบ ทั้งในเชิงปริมาณและตำแหน่ง และควรบูรณาการให้ดำเนินการทั้งระดับลุ่มน้ำ โครงการและพื้นที่ ในเวลาเดียวกัน ตามขนาดของผลกระทบ
- การถ่ายทอดความรู้และเทคนิคการปรับตัวให้กับชาวนาทำให้ชาวนาเข้าใจ และสามารถเตรียมปรับตัวได้ดียิ่งขึ้น

จะเห็นว่า การศึกษาวิจัยเพื่อให้เข้าใจเป็นความรู้ใหม่เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเงื่อนไขเริ่มต้นของการศึกษาผลกระทบ และการปรับตัว การถ่ายทอดความรู้และข้อมูลดังกล่าวสู่หน่วยงาน ชุมชน จะเป็นสิ่งที่นำไปสู่การประเมินผลกระทบที่เป็นระบบและเหมาะสมตามสภาพความรุนแรงและกำลังทางเศรษฐกิจที่มี

6.2 กรณีการจัดการน้ำในโครงการชลประทาน (กรณีศึกษาจากโครงการวังบัว)

โครงการส่งน้ำวังบัว เป็นส่วนหนึ่งของโครงการชลประทาน จังหวัดกำแพงเพชร (ขึ้นกับสำนักงานชลประทานที่ 4) ตั้งอยู่ที่จังหวัดกำแพงเพชร มีพื้นที่ชลประทานดูแลประมาณ 280,000 ไร่ เป็นโครงการชลประทานแบบไม่เต็มรูปแบบ (ไม่มีระบบคลองส่ง คลองระบาย ใช้การปรับปรุงคลองธรรมชาติเดิม และมีประตูกั้นน้ำเพื่อยกระดับน้ำ และชาวบ้านอาจใช้สูบน้ำเข้านา) รับน้ำจากแม่น้ำปิงโดยมีฝายในลำน้ำปิงคอยยกระดับน้ำและมีประตูน้ำที่ปากคลองรับน้ำจากแม่น้ำปิง ส่งมายังอำเภอไทรงาน อำเภอบึงสามัคคี ปลายทางส่งน้ำออกมาที่จังหวัดพิจิตร (ดังตำแหน่งโครงการในรูปที่ 6-8) มีโครงข่ายของคลองส่งน้ำจากแม่น้ำปิงถึงพื้นที่จังหวัดพิจัตร ดังรูปที่ 6-9

โดยปรกติโครงการส่งน้ำวังบัว จะได้รับโควต้าน้ำตามสภาวะน้ำของเขื่อนภูมิพลรายปีขึ้นกับว่า น้ำในเขื่อนจะมีเท่าไรในต้นฤดูแล้ง หลังจากได้รับการจัดสรรแล้ว ทางโครงการก็จะพิจารณาจัดระบบปันน้ำให้ในพื้นที่ตามความจำเป็นในปีน้ำมาก หรือปีน้ำปรกติ จะปล่อยให้มีน้ำไหลตลอดทุกคลอง แต่จะมีนายเวรน้ำคอยปิดเปิดประตูในแต่ละช่วง เพื่อยกระดับน้ำและให้ชาวนาสูบน้ำขึ้นแปลงเอง แต่ในช่วงแล้งจัด ก็จะมีระบบรอบเวรน้ำกำหนดเวลาที่จะปล่อยน้ำในแต่ละคลอง (ดังรูปที่ 6-10 และ 6-11) โดยที่คลองหลัก MC และ 1L-MC ซึ่งเป็นคลองยาวจะได้รับน้ำตลอดเวลา (ภายในเส้นคลองจะมีการสลับรอบเวรได้รับน้ำเป็นช่วงๆ) แต่คลอง 1R-MC และ 2R-MC, 3R-MC จะได้รับน้ำทุกๆ 7 วัน สลับกัน เพื่อให้เกิดการกระจายน้ำที่ดีขึ้น

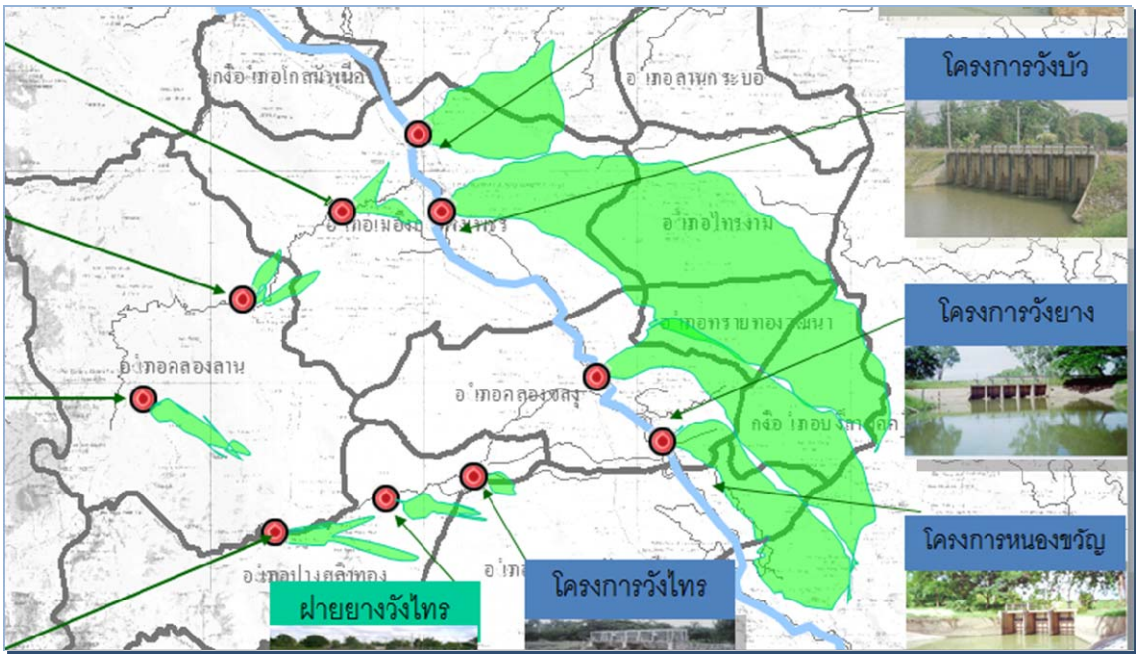
ในช่วงน้ำท่วม ซึ่งจะได้รับน้ำฝนในพื้นที่ น้ำหลากจากพื้นที่ตะวันตกจากพื้นที่และจากแม่น้ำปิง ก็จะรับน้ำบางส่วนเพื่อแบ่งเบาภาระของแม่น้ำปิง เข้าพื้นที่และระบายออกทางจังหวัดพิจิตร ก็จะมีการแจ้งเพื่อให้ปิดระบบคลองซอย และมีระบบเครื่องสูบน้ำช่วยระบายน้ำออกจากพื้นที่ (รูปที่ 6-10)

เนื่องจากการศึกษาผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ทั้งในแง่อุณหภูมิและปริมาณฝนในอนาคต (รูปที่ 6-12 และ 6-13) ซึ่งอุณหภูมิมีแนวโน้มสูงขึ้น ปริมาณฝนในบางพื้นที่มีแนวโน้มลดลง กอรปกับพื้นที่เหนือเขื่อนก็มีโอกาสฝนน้อยลง ทำให้โอกาสน้ำต้นทุนจะมีน้อยลงจำต้องหามาตราการรองรับ

ในการดำเนินการศึกษาผลกระทบและการปรับตัวในโครงการวังบัว (Chulalongkorn,2011) ได้ทำการประชุมกลุ่มย่อย ทั้งจากภาครัฐ และประชาชน เพื่อสอบถามความคิดเห็น ต้องจากผลกระทบที่ผ่านมา ผลที่คาดว่าจะเกิดในอนาคตถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามคาด และความเห็นต่อแนวทางการแก้ไข โดยเลือกชาวนาจากพื้นที่ต้น กลาง ปลายน้ำ (ดังรูปที่ 6-9) ผลการสำรวจพบว่า ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องส่วนใหญ่เห็นของการเปลี่ยนแปลง

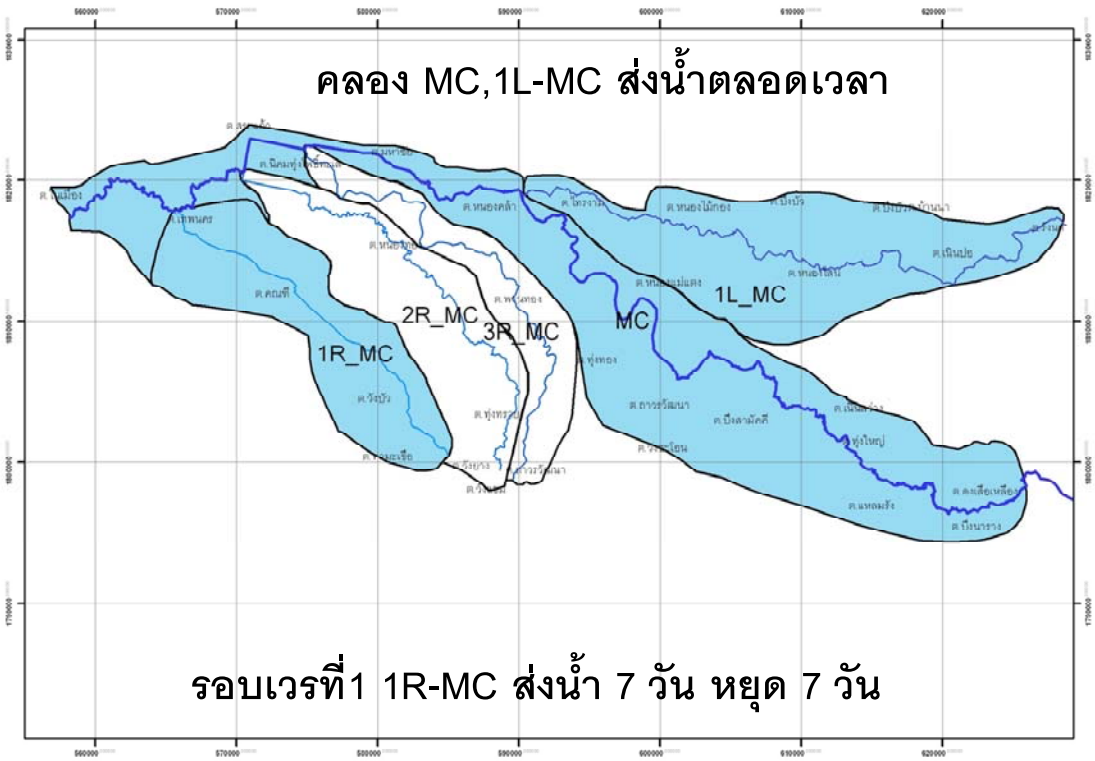
สภาพภูมิอากาศในช่วงที่ผ่านมา และเห็นผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ การขาดแคลนน้ำ ส่งผลให้เกิดผลเสียหายต่อพื้นที่เกษตรกรรม (รูปที่ 6-15) ทางแก้ไขที่ผ่านมาจะใช้การปรับพื้นที่เพาะปลูก และใช้น้ำบ่อสำรองที่มี (กรณีน้ำแล้ง) และการปรับปรุงระบบระบายน้ำและคันป้องกันน้ำท่วม (กรณีน้ำท่วม) ดังรูปที่ 6-16 ข้อเสนอต่อหน่วยงานรัฐก็อยากให้มีการจัดรอบเวรน้ำ แนะนำพันธุ์ข้าวที่ใช้น้ำน้อย และการเพิ่มประตูน้ำเพื่อเพิ่มการควบคุมน้ำได้ดีขึ้น (ตารางที่ 6-3)

การศึกษาการปรับตัวในโครงการนี้ได้นำผลการสำรวจความเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และเลือกประเด็นการจัดรอบเวรเพื่อดูผลกระทบและอาจใช้เป็นมาตรการหนึ่งในการปรับตัวในอนาคตได้ การศึกษาได้ทำการจำลองสภาพการส่งน้ำในภาวะอดีตที่ผ่านมา เพื่อให้เทียบกับปัญหาของการขาดแคลนน้ำให้ใกล้เคียงกับสภาพจริง จากนั้นก็ทำการจำลองสภาพในอนาคตโดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศในอนาคต ก็จะทำให้เห็นสภาพการขาดแคลนน้ำในอนาคตได้ ทั้งกรณีไม่ใช้รอบเวร (ดังรูปที่ 6-17) และกรณีใช้รอบเวร (รูปที่ 6-18) ซึ่งก็จะเห็นว่า โดยรวมสภาพการขาดแคลนน้ำจะมากขึ้น เนื่องจากสภาพอุณหภูมิและปริมาณฝน และการจัดรอบเวรจะช่วยลดภาระการขาดแคลนน้ำได้ แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อแก้ปัญหาระยะยาว จำเป็นต้องพิจารณาการหาแหล่งเก็บกักน้ำ (ทั้งแบบปรกติและแบบฉุกเฉิน) การเพิ่มประตูน้ำ เพื่อเพิ่มความสามารถในการเก็บกักและควบคุมน้ำ และ การปรับพื้นที่เพาะปลูก และเลือกพันธุ์ข้าวให้เหมาะสมกับสภาพอากาศในปีนั้นๆ ก็จะเป็นมาตรการปรับตัวเสริม และลดความเสี่ยงต่อการเสียหายได้

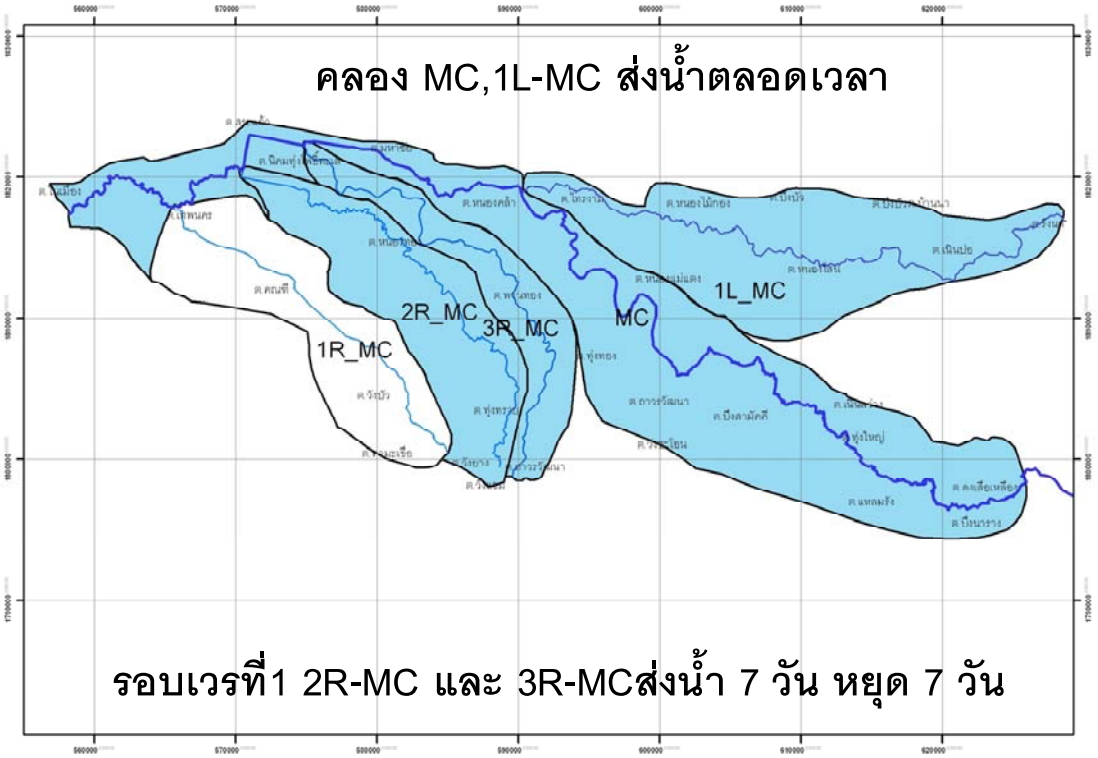


รูปที่ 6-8 ตำแหน่งของโครงการส่งน้ำวังบัว (ในโครงการชลประทานกำแพงเพชร)

รูปที่ 6-9 ระบบคลองส่งน้ำในโครงการ

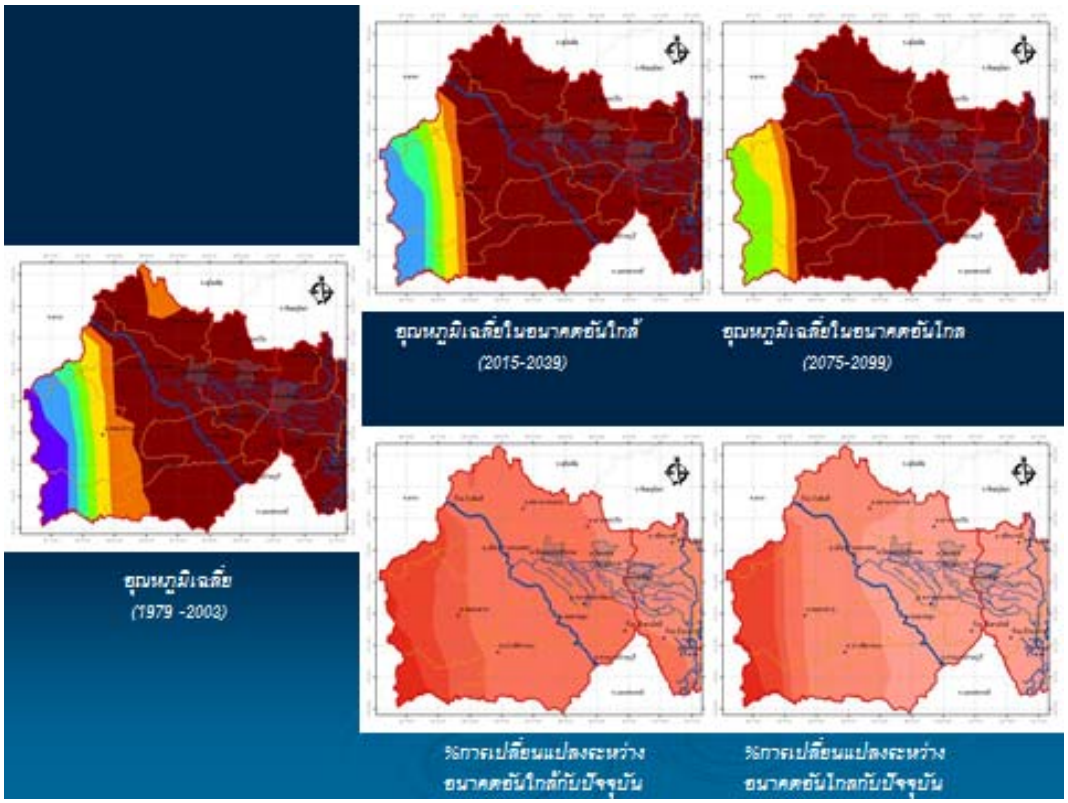


รูปที่ 6-10 ระบบรอบเวรส่งน้ำ-1 ในปีน้ำน้อย

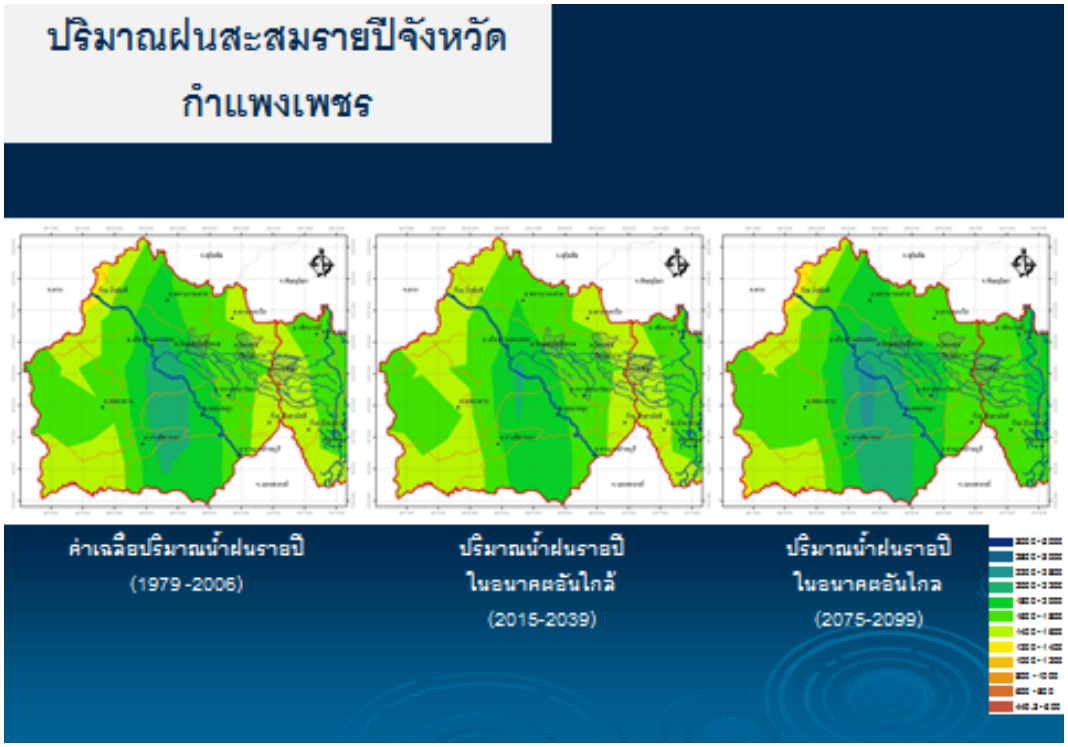


รูปที่ 6-11 ระบบรอบเวรส่งน้ำ-2 ในปีน้ำน้อย

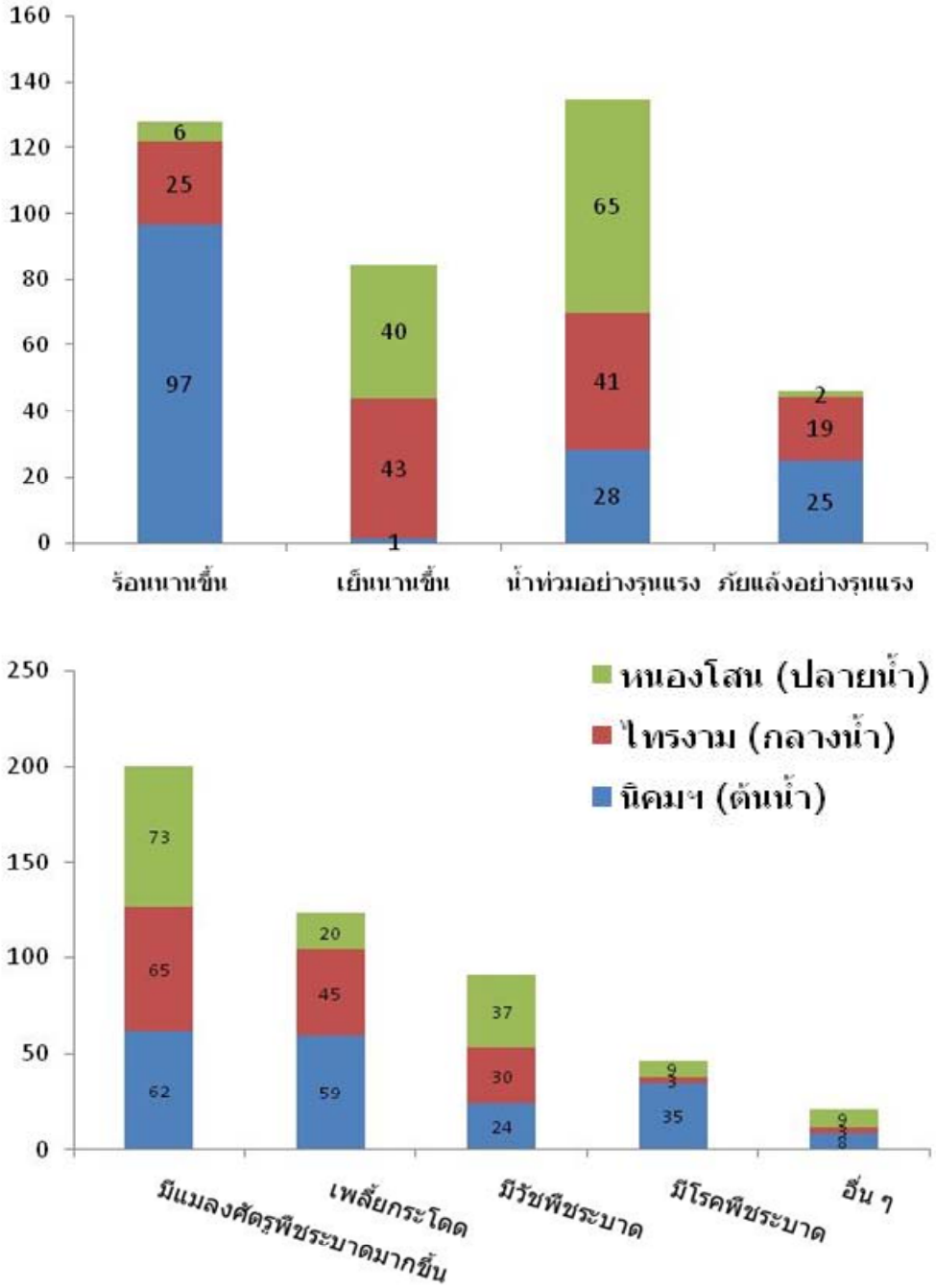
รูปที่ 6-12 สภาพน้ำท่วมในพื้นที่โครงการ ปี 2550



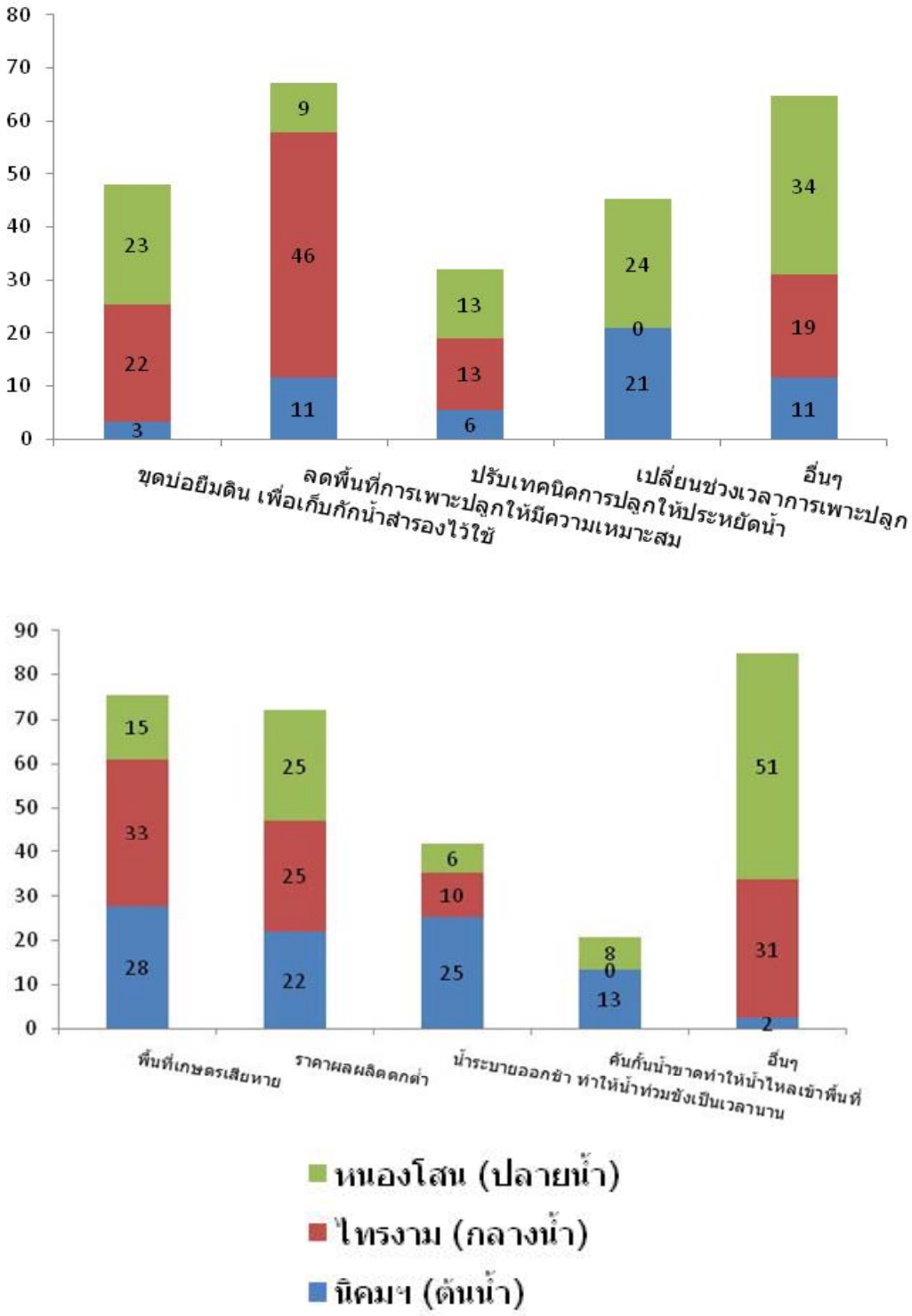
รูปที่ 6-13 การเปลี่ยนแปลงสภาพอุณหภูมิในอนาคตของพื้นที่โครงการ



รูปที่ 6-14 การเปลี่ยนแปลงของสภาพฝนรายปีในอนาคตของพื้นที่โครงการ



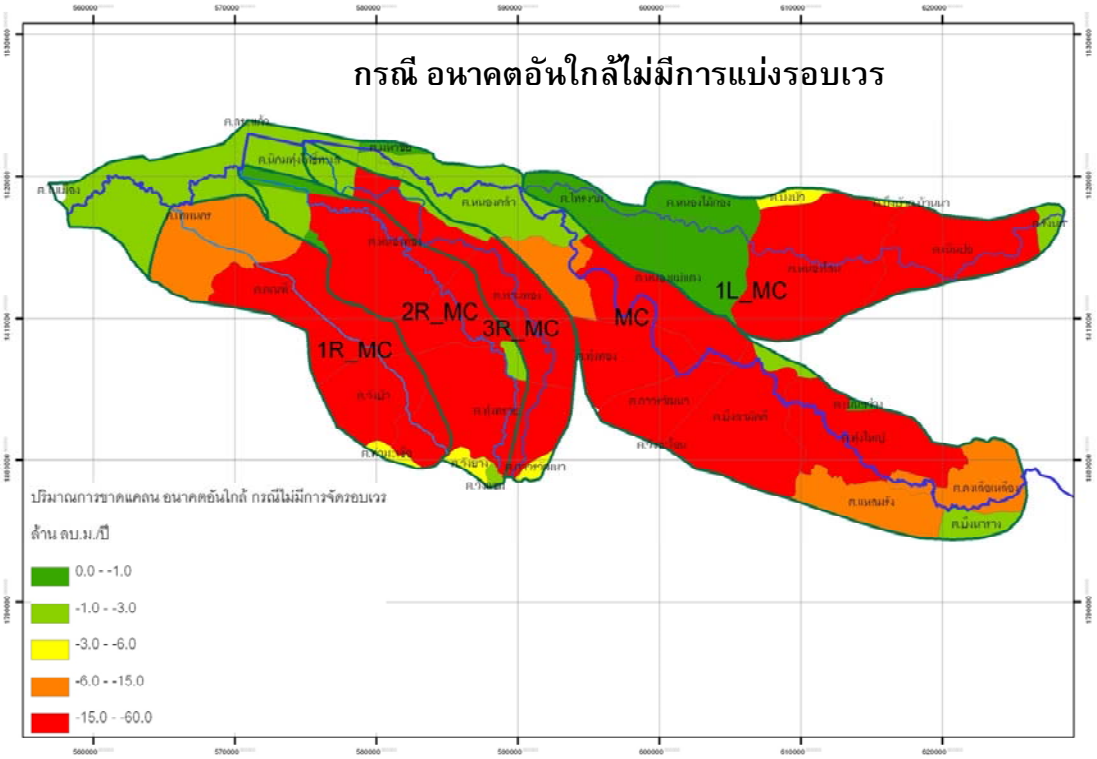
รูปที่ 6-15 ความเห็นของกลุ่มต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลง และผลกระทบ



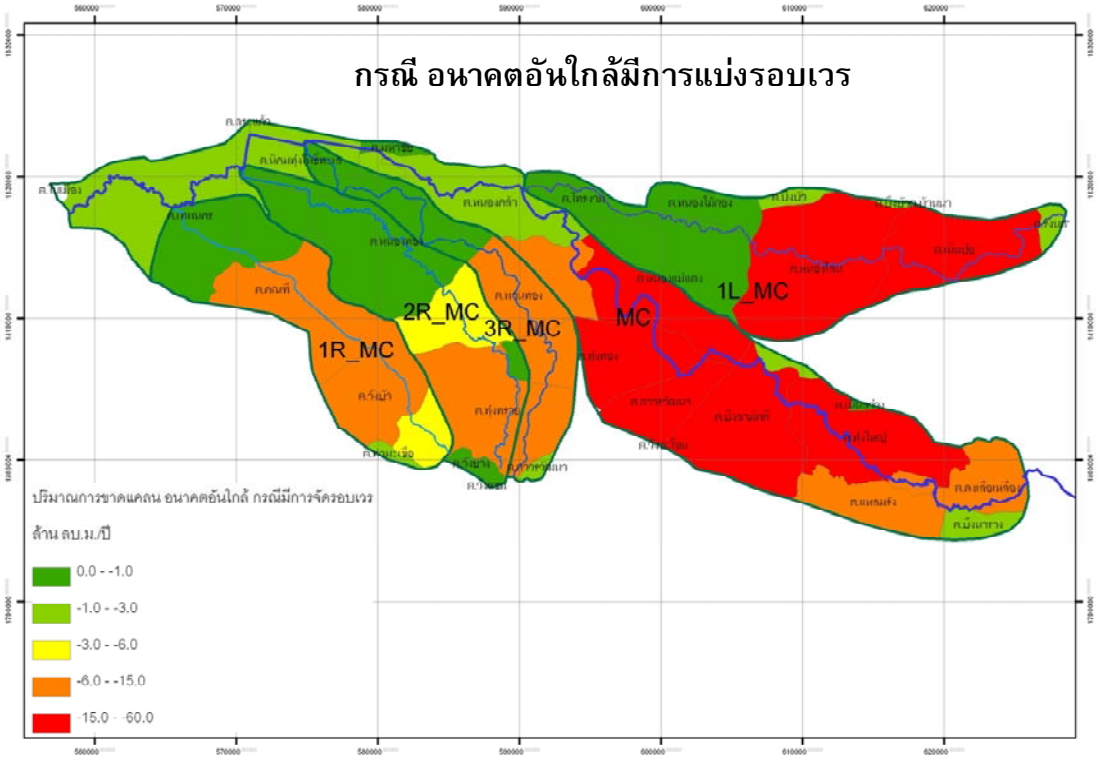
รูปที่ 6-16 แนวทางแก้ไขต่อปัญหาน้ำแล้ง และน้ำท่วมที่ผ่านมา

ตารางที่ 6-3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่มีต่อภาครัฐหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

	จำนวนคำตอบ	%
1) ปรับเวลาหรือปฏิทินการปลูกพืชในพื้นที่	5	83
2) ส่งเสริมให้ปลูกข้าวพันธุ์ใหม่ที่ใช้น้ำน้อย	6	100
3) แจกจ่ายเมล็ดพันธุ์ หรือ จัดหาปุ๋ยราคาถูก	5	83
4) ประกาศเตือนภัยล่วงหน้า	6	100
5) จัดหาที่ดินเพื่อสร้างประตูกั้นน้ำเพิ่มขึ้น	6	100
6) จ่ายค่าชดเชย ช่วยเหลือเกษตรกร	6	100
7) จัดทำระบบประกันความเสียหาย	3	50
8) มีวงเงินประกันความเสียหายของทรัพย์สินที่ชัดเจน และเป็นธรรม	4	67
9) อื่นๆ ระบุ (มาตรการที่ท่านเห็นว่าดีที่สุด) - ออกกฎหมายข้อบังคับให้ชัดเจนและอยู่ในระบบ	1	17



รูปที่ 6-17 สภาพการขาดแคลนน้ำในอนาคต กรณีไม่ใช้รอบเวร

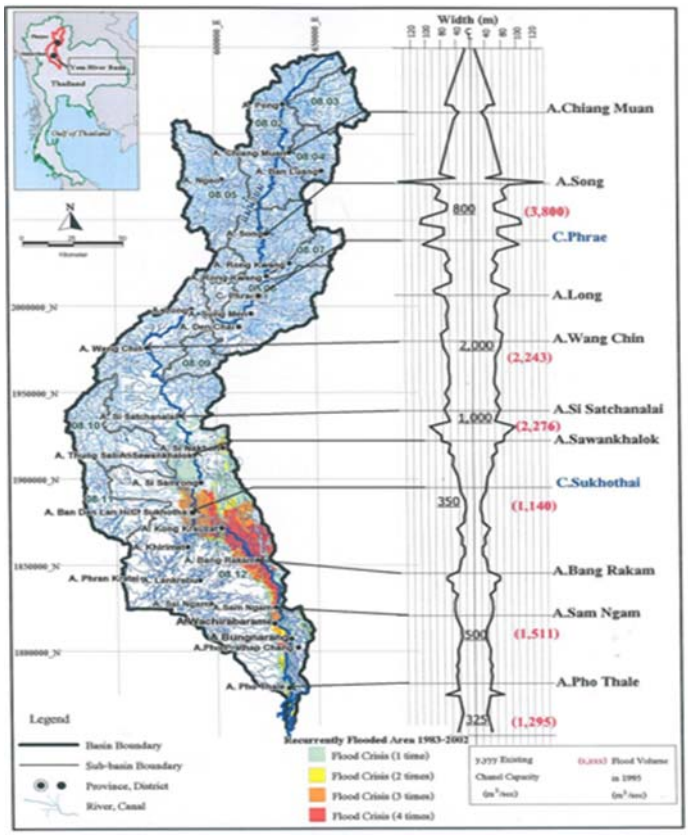


รูปที่ 6-18 สภาพการขาดแคลนน้ำในอนาคต กรณีใช้รอบเวร

6.3 กรณีการจัดการน้ำท่วม (กรณีศึกษาของจังหวัดสุโขทัย)

6.3.1 การเกิดอุทกภัยในลุ่มน้ำยมและจังหวัดสุโขทัย

ลุ่มน้ำยมเกิดปัญหาอุทกภัยขึ้นเกือบทุกปี ซึ่งสาเหตุหลักเกิดจากฝนที่ตกในพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำ หรือปริมาณการไหลในลำน้ำมากจนล้นตลิ่ง แต่ความรุนแรงของเหตุการณ์จะเพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของชุมชน การเปลี่ยนแปลงสภาพลำน้ำ การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานต่างๆที่กีดขวางการไหลของลำน้ำ เป็นต้น โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2538 2545 2549 และ 2554 ได้เกิดปัญหาอุทกภัยอย่างรุนแรงในพื้นที่ลุ่มน้ำยม ตั้งแต่อำเภอศรีสัชนาลัย อำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมือง อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก อำเภอสามง่าม อำเภอโพธิ์ประทับช้าง อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร จนถึงบางส่วนของอำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์



รูปที่ 6-19 ลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำยม

จากรายงาน การศึกษาแผนรวมของการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำยม โดยกรมชลประทาน ในปี พ.ศ. 2544 ได้สรุปสาเหตุที่ลำน้ำยมเอ่อล้นตลิ่ง และสร้างความเสียหายต่อประชาชนผู้ทำการเกษตร และอยู่อาศัยในแหล่งชุมชนเมือง เป็นอย่างยิ่ง ไว้ดังนี้

1. ฝนตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบน ทำให้ปริมาณน้ำไหลมาด้วยอัตราที่มากเกินกว่าความจุของลำน้ำจะรับไหว
2. ในพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำยมในปัจจุบันพบว่าบางช่วงของลำน้ำตื้นเขิน มีตะกอนทรายเป็นจำนวนมาก ทำให้ความสามารถในการระบายน้ำลดลง ทำให้ระบายน้ำได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ประกอบกับข้อจำกัดทางกายภาพของลำน้ำที่มีขนาดเล็ก ตั้งแต่พื้นที่อำเภอศรีสำโรงถึงอำเภอสามง่าม
3. การบุกรุกทำการเกษตร และปลูกสร้างบ้านเรือนอยู่อาศัยริมบริเวณแม่น้ำ และริมตลิ่ง ทำให้ลำน้ำมีขนาดเล็กลง
4. พื้นที่ป่าไม้ต้นน้ำถูกตัดทำลายไปมาก เมื่อฝนตกหนัก ปริมาณน้ำจะไหลหลากสู่ลำน้ำยมมากและเร็วขึ้น

สำหรับสภาพปัญหาอุทกภัยในจังหวัดสุโขทัย พอสรุปได้ว่า โดยทั่วไปพบว่า ถ้าฝนตกหนักบริเวณพื้นที่จังหวัดพะเยา และจังหวัดแพร่ ซึ่งเป็นจังหวัดต้นลุ่มแม่น้ำยม ปริมาณน้ำจะไหลลงสู่ลำน้ำยมจำนวนมาก อย่างไรก็ดีในช่วงตอนเหนือของจังหวัดสุโขทัยในบริเวณอำเภอศรีสัชนาลัย ความจุของลำน้ำจะอยู่ที่ 2,500 ลบ.ม./วินาที และค่อยๆมีขนาดเล็กลงในอำเภอสวรรคโลก

อยู่ที่ 1,137 ลบ.ม./วินาที อำเภอศรีสำโรง 800 ลบ.ม./วินาที และอำเภอเมือง 563 ลบ.ม./วินาที เมื่อปริมาณน้ำในตอนเหนือไหลเข้าสู่จังหวัดสุโขทัยเกินกว่าความจุของลำน้ำในแต่ละช่วงแล้ว ปริมาณน้ำส่วนเกินก็จะไหลล้นเข้าท่วมพื้นที่สองฝั่งของลุ่มน้ำยม จากสถิติพบว่าแม่น้ำยมจะล้นตลิ่งทุกปี โดยเฉพาะพื้นที่อำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมือง และอำเภอกงไกรลาศ (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2554)

บริเวณอำเภอสวรรคโลกใต้สถานี Y.3A จะมีคลองธรรมชาติที่รับน้ำจากแม่น้ำสายหลักและเชื่อมโยงกับคลองระบายน้ำซึ่งคือแม่น้ำยมสายเก่า ได้แก่ คลองหนองปลาหมอ มีความจุเท่ากับ 15 ลบ.ม./วินาที บริเวณอำเภอศรีสำโรงในช่วงต้นและท้ายสถานี Y.33 มีคลองธรรมชาติอีก 6 สาย มีความสามารถระบายน้ำออกสองฝั่งลำน้ำยมเท่ากับ 58 ลบ.ม./วินาที และคลองธรรมชาติบริเวณอำเภอเมือง อีก 11 สาย ด้วยความสามารถระบายน้ำเท่ากับ 153 ลบ.ม./วินาที อย่างไรก็ดี ในสภาพพื้นที่จริงพบว่าบางช่วงคลองเหล่านี้ มีสภาพแคบแล็กจากการบุกรุกและเจริญเติบโตของวัชพืช ทำให้คลองบางสายน้ำไม่สามารถไหลผ่านได้สะดวก นอกจากนี้ในปัจจุบันได้มีการก่อสร้างคันกั้นน้ำริมตลิ่งแม่น้ำยมสองฝั่งในช่วงอำเภอเมืองไม่ให้น้ำไหลล้นตลิ่ง ทำให้ปริมาณน้ำในลำน้ำสายหลักสูงขึ้น หากคันกั้นน้ำในตำแหน่งใดต่ำหรือไม่แข็งแรง น้ำจะล้นข้าม กัดเซาะฐานรากและไหลเข้าไปในท่อลอด สร้างความเสียหายต่อโครงสร้างของคันกั้นน้ำ เข้าท่วมชุมชนริมฝั่งลำน้ำอย่างรวดเร็วและรุนแรง

6.3.2 แนวทางการบรรเทาสภาพน้ำท่วม

กรมชลประทานจึงได้จัดทำมาตรการบรรเทาอุทกภัย(Flood mitigation measures) ซึ่งได้บรรจุแผนการนี้ไว้ในนามของ แผนรวมการแก้ไขปัญหาอุทกภัยลุ่มน้ำยม – ลุ่มน้ำน่าน ซึ่งทั้งหมดเป็นมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วย 5 แนวทาง ได้แก่ 1) การก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ 2) การพัฒนาพื้นที่แก้มลิง 3) การขุดลอกลำน้ำและคลองผันน้ำ 4) การผันน้ำข้ามลุ่มน้ำ และ 5) การก่อสร้างและปรับปรุงประตูระบายน้ำ โดยมีโครงการระดับลุ่มน้ำที่อยู่ในแผนดำเนินงานของหน่วยงานและที่มีศักยภาพในการบรรเทาอุทกภัยลำน้ำยมและลำน้ำน่าน รวมทั้งสิ้น 33 โครงการ ประกอบด้วยโครงการที่กำลังดำเนินการหรือดำเนินการก่อสร้างแล้ว 11 โครงการ และโครงการศักยภาพที่ยังไม่ได้ดำเนินการ 22 โครงการ

6.3.3 ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

พื้นที่อุทกภัยของจังหวัดสุโขทัยในอนาคตจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากการจำลองพบว่า ค่าจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศที่ใช้ให้ค่าต่างกันอยู่ (สุจริต และคณะ, 2555, 2556; ปฏิญญา, 2557) ดังนี้

1) พื้นที่การเกิดอุทกภัยมีแนวโน้มลดลงจากปัจจุบัน ในช่วงอนาคตอันใกล้และอนาคตอันไกลในแบบจำลองภูมิอากาศโลก MRI และ CSIRO-MK3.5 แต่จะเพิ่มขึ้นสำหรับแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM5

2) แบบจำลอง MRI-AGCM 3.1S เมื่อพิจารณาอัตราการไหลสูงสุดผ่านสถานี Y.14 ที่คาบการเกิดซ้ำ ตั้งแต่ 5 ปี จนถึง 100 ปี พบว่าในช่วงอนาคตอันใกล้ พื้นที่อุทกภัยของจังหวัดสุโขทัยตั้งแต่สถานี Y.14 จนจรดสถานี Y.17 จะลดลงระหว่าง 19.16%-19.44% จากปัจจุบัน

แบบจำลอง ECHAM5 เมื่อพิจารณาอัตราการไหลสูงสุดผ่านสถานี Y.14 ที่คาบการเกิดซ้ำ ตั้งแต่ 5 ปี จนถึง 100 ปี พบว่าในช่วงอนาคตอันใกล้ พื้นที่อุทกภัยของจังหวัดสุโขทัยตั้งแต่สถานี Y.14 จนจรดสถานี Y.17 จะเพิ่มขึ้นระหว่าง 5.78%-14.45% จากปัจจุบัน

แบบจำลอง CSIRO-MK3.5 เมื่อพิจารณาอัตราการไหลสูงสุดผ่านสถานี Y.14 ที่คาบการเกิดซ้ำ ตั้งแต่ 5 ปี จนถึง 100 ปี พบว่าในช่วงอนาคตอันใกล้ พื้นที่อุทกภัยของจังหวัดสุโขทัยตั้งแต่สถานี Y.14 จนจรดสถานี Y.17 จะลดลงระหว่าง 2.43%-11.24% จากปัจจุบัน

3) แบบจำลอง MRI-AGCM 3.1S เมื่อพิจารณาอัตราการไหลสูงสุดผ่านสถานี Y.14 ที่คาบการเกิดซ้ำ ตั้งแต่ 5 ปี จนถึง 100 ปี พบว่าในช่วงอนาคตอันไกล พื้นที่อุทกภัยของจังหวัดสุโขทัยตั้งแต่สถานี Y.14 จนจรดสถานี Y.17 จะลดลงระหว่าง 20.00%-23.91% จากปัจจุบัน

โดยสรุป แบบจำลอง ECHAM5 และ CSIRO เมื่อพิจารณาอัตราการไหลสูงสุดผ่านสถานี Y.14 ที่คาบการเกิดซ้ำ ตั้งแต่ 5 ปี จนถึง 100 ปี พบว่าในช่วงอนาคตอันใกล้ พื้นที่อุทกภัยของจังหวัดสุโขทัยตั้งแต่สถานี Y.14 จนจรดสถานี Y.17 <u>จะเพิ่มขึ้น</u>ระหว่าง 8.88%-25.86% จากปัจจุบัน

6.3.4 ผลการสำรวจชุมชน

ก่อนการกำหนดมาตราการปรับตัว มีการสำรวจข้อคิดเห็นจากชุมชนในพื้นที่เพื่อดูผลกระทบ ความสามารถในการรับมือ และความต้องการจากภาครัฐประกอบการกำหนดแนวทางและมาตราการปรับตัว

ผลจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรในเขตเมืองถึงการวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ข้อมูลที่ต้องการทราบและรับรู้มากที่สุดคือ การวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถทำนายความรุนแรงของการเกิดอุทกภัยได้ สามารถทำนายพื้นที่ที่จะเกิดอุทกภัยได้ และสามารถทำนายระยะเวลาก่อนเกิดอุทกภัยได้ คิดเป็นร้อยละ 32 30 และ 27 ตามลำดับ ที่เหลือสามารถทราบปัญหาภายนอกที่จะทำให้เกิดอุทกภัยได้

ผลจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรนอกเขตเมืองถึงการวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ข้อมูลที่ต้องการทราบและรับรู้มากที่สุดคือ สามารถทำนายระยะเวลาก่อนเกิดอุทกภัยได้ สามารถทำนายพื้นที่ที่จะเกิดอุทกภัยได้ สามารถทำนายความรุนแรงของการเกิดอุทกภัยได้ และสามารถทราบปัญหาภายนอกที่จะทำให้เกิดอุทกภัยได้ คิดเป็นร้อยละ 29 24 19 และ 19 ตามลำดับ ที่เหลือไม่แสดงความคิดเห็น

ผลสำรวจภาคสนามต่อความต้องการให้ภาครัฐมาช่วย สรุปดังตารางที่ 6-4 ซึ่งจะใช้ประกอบในการกำหนดมาตรการปรับตัวได้ต่อไป

ตารางที่ 6-4 ความต้องการที่จะให้ทางภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเข้ามาช่วยเหลือ

ความต้องการ	พื้นที่ศึกษา	อันดับที่ 1	อันดับที่ 2	อันดับที่ 3
ด้านความช่วยเหลือ	กลุ่มพื้นที่ในเขตเมืองสุโขทัย	ประกาศเตือนภัยล่วงหน้า	จัดทำแผนช่วยเหลือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	สูบน้ำช่วยเหลือ
	กลุ่มพื้นที่นอกเขตเมืองสุโขทัย	จัดทำแผนช่วยเหลือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	จัดเจ้าหน้าที่ดูแลผู้ที่ได้รับความเดือดร้อนอย่างทั่วถึง	ประกาศเตือนภัยล่วงหน้า
ด้านก่อสร้าง	กลุ่มพื้นที่ในเขตเมืองสุโขทัย	สร้างแนวป้องกันน้ำ	จัดหงบประมาณสร้างประตูกั้นน้ำเพิ่มขึ้น	จัดหาที่ดินและงบประมาณเพื่อสร้างแก้มลิง
	กลุ่มพื้นที่นอกเขตเมืองสุโขทัย	สร้างแนวป้องกันน้ำ	จ่ายค่าชดเชย ช่วยเหลือเกษตรกร	จัดหาที่ดินและงบประมาณเพื่อสร้างแก้มลิง
ด้านเศรษฐศาสตร์	กลุ่มพื้นที่ในเขตเมืองสุโขทัย	จ่ายค่าชดเชยความเสียหายมากขึ้น	จัดสรรงบประมาณเข้ามาช่วยเหลือมากขึ้น	ช่วยเหลือในเรื่องอาชีพ
	กลุ่มพื้นที่นอกเขตเมืองสุโขทัย	จัดหาปุ๋ยราคาถูก	จัดสรรงบประมาณเข้ามาช่วยเหลือมากขึ้น	สนับสนุนเรื่องค่าเชื้อเพลิง (สูบน้ำ)

6.3.5 แนวทางการปรับตัว

นอกจากนี้มาตรการบรรเทา และลดความเสียหายจากอุทกภัยโดยไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (Non-Structural measures) ก็เป็นสิ่งที่จำเป็นเช่นกันและจะต้องทำควบคู่ไปกับมาตรการเชิงโครงสร้าง ซึ่งในที่นี้มาตรการดังกล่าวอาจสรุปได้เป็นสองแนวทาง กล่าวคือ

1) แนวทางการบรรเทา และลดความเสียหายจากน้ำท่วม โดยไม่ใช้สิ่งก่อสร้างจะเกี่ยวข้องกับด้านการบริหารจัดการ โดยได้เสนอแนวทางไว้ประกอบด้วย การกำหนดรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อรองรับการวางแผนบรรเทาอุทกภัยที่เกิดขึ้นทั้งในบริเวณพื้นที่ชุมชนเมืองและในบริเวณพื้นที่การเกษตรและชนบท และการวางแผนการใช้ประโยชน์จากน้ำหลากทั้งการเก็บกักน้ำหลากเพื่อการเกษตรกรรม การเก็บกักน้ำหลากเพื่อการประมง และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของเกษตรกรเพื่อลดความเสี่ยงในกรณีช่วงน้ำหลาก อาทิเช่น การหยุดการปลูกพืชในช่วงเวลาน้ำหลากอยู่เป็นประจำ และหันมาปลูกพืชใหม่เมื่อหมดฤดูน้ำหลากแล้ว เป็นต้น

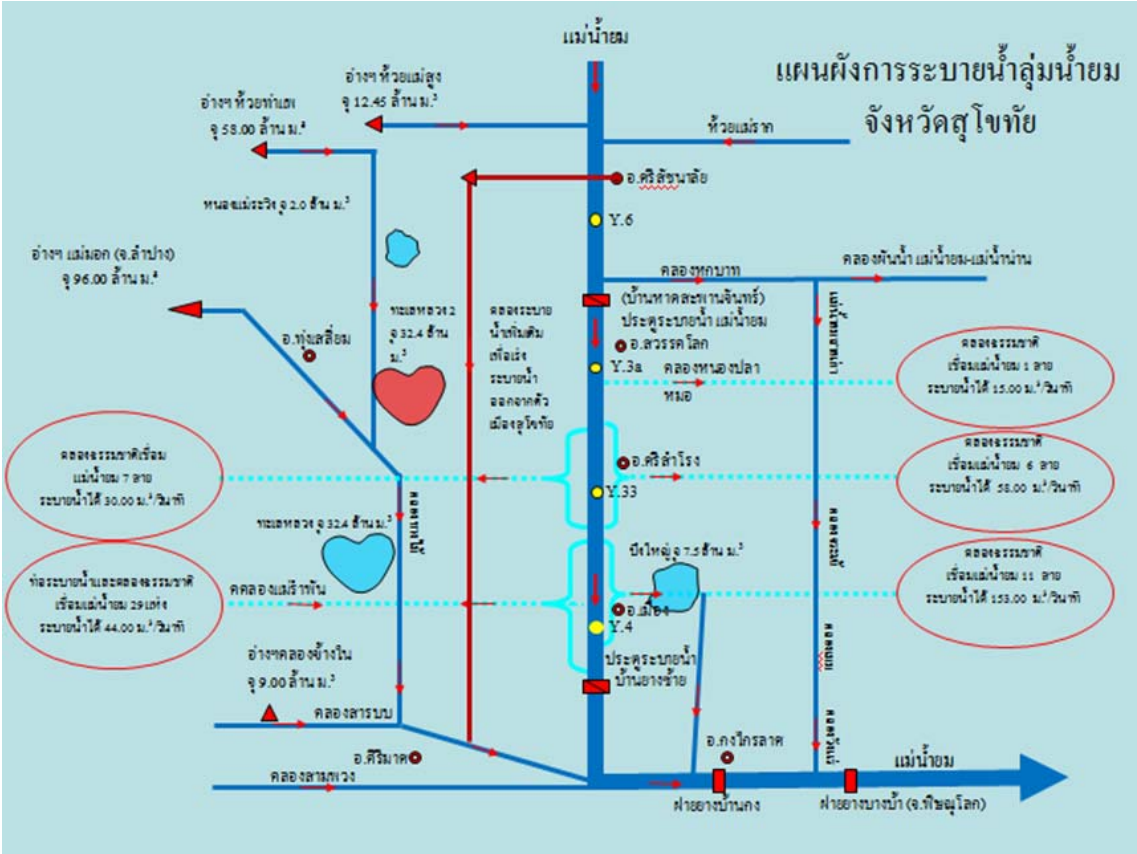
2) มาตรการในการบริหารจัดการน้ำหลากที่มีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผลจำเป็นจะต้องมีระบบโทรมาตร เพื่อการพยากรณ์น้ำ และเตือนภัยในลุ่มน้ำยม-ลุ่มน้ำน่าน จึงเสนอให้เร่งดำเนินการวางระบบ และติดตั้งระบบโทรมาตรลุ่มน้ำเจ้าพระยาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสำนักชลประทานที่ 3 ที่รับผิดชอบในพื้นที่ลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำน่าน โดยมีสถานีสนามจำนวนทั้งสิ้น 15 สถานี และสถานีหลักย่อยตั้งอยู่ที่สำนักชลประทานที่ 3 จังหวัดพิษณุโลก

เมื่อนำข้อเสนอทั้งสองมาพิจารณากำหนดมาตรการปรับตัวต่อสภาพอุทกภัย (flood adaptation measures) ซึ่งได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาจากต่างประเทศ จากแนวคิดของภาครัฐคือกรมชลประทาน และจากการรวบรวมสำรวจความคิดเห็นเบื้องต้นจากชาวบ้านในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย โดยมาตรการทั้งหมดอาจแบ่งออกได้อย่างง่ายเป็น มาตรการที่ใช้โครงสร้างและมาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้าง ผลของมาตรการปรับตัวที่เสนอในการประเมินผลด้วยแบบจำลองสรุปพอสังเขปดังต่อไปนี้

1) มาตรการแบบใช้โครงสร้าง ในการศึกษาครั้งนี้ได้เชื่อมโยงถึงรูปแบบการผันน้ำเลี่ยงเขตเศรษฐกิจจังหวัดสุโขทัยในปัจจุบันว่าใช้เกณฑ์จากอัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ย 30 ปี ไม่ได้ใช้ระดับของความเสี่ยงเป็นปัจจัยตัดสิน ซึ่งได้เสนอเป็นข้อแนะนำในการปรับเปลี่ยนไว้ โดยใช้เกณฑ์ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดผ่านสถานีวัดน้ำ Y.20 ที่คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี

2) มาตรการแบบไม่ใช้โครงสร้าง ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกวิธีการใช้ทุ่งน้ำหลาก (floodplains) สองฝั่งของลุ่มน้ำยม เพื่อชะลอปริมาณน้ำสูงสุดและลดผลกระทบของอุทกภัยต่อพื้นที่ชุมชนเมือง และเขตเศรษฐกิจอื่นๆที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำยมสายหลัก

3) มาตรการปรับตัวแบบผสมผสาน คือการนำมาตรการแบบใช้โครงสร้างและไม่ใช้โครงสร้างมาใช้บรรเทาสภาพอุทกภัยในช่วงอนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล



รูปที่ 6-20 มาตรการบรรเทาอุทกภัยของจังหวัดสุโขทัยในปัจจุบันและมาตรการปรับตัวเพิ่มเติม

6.3.6 ผลของมาตรการการปรับตัว

ผลของการใช้มาตรการปรับตัวพบว่ามาตรการปรับตัวแบบผสมผสานของแบบจำลอง MRIสามารถลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 2.25-2.32 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 2.16-2.17 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล ในสถานี Y.3A ส่วนสถานี Y.33 พบว่าจะลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 2.15-2.17 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 1.99-2.07 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล หากแยกพิจารณาจะพบว่ามาตรการปรับปรุงการผันน้ำ จะช่วยลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 1.35-1.39 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 1.29-1.30 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล ณ สถานี Y.3A ส่วนสถานี Y.33 พบว่ามาตรการปรับปรุงการผันน้ำ จะช่วยลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 1.17-1.27 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 1.22-1.31 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล ส่วนมาตรการทุ่งน้ำหลากพบว่าจะช่วยลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 0.90-0.93 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 0.86-0.87 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล ณ สถานี Y.3A ส่วนสถานี Y.33 พบว่ามาตรการทุ่งน้ำหลากจะช่วยลดระดับน้ำสูงสุดได้ 0.86-0.87 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 0.84-0.87 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล

ผลของการใช้มาตรการปรับตัวพบว่ามาตรการปรับตัวแบบผสมผสานของแบบจำลอง ECHAM5สามารถลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 2.07-2.12 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 1.86-2.18 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล ในสถานี Y.3A ส่วนสถานี Y.33 พบว่าจะลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 1.95-2.12 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 2.04-2.19 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล หากแยกพิจารณาจะพบว่ามาตรการปรับปรุงการผันน้ำ จะช่วยลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 1.20-1.22 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 1.12-1.31 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล ณ สถานี Y.3A ส่วนสถานี Y.33 พบว่ามาตรการปรับปรุงการผันน้ำ จะช่วยลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 1.17-1.27 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 1.22-1.31 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล ส่วนมาตรการทุ่งน้ำหลากพบว่าจะช่วยลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 0.87-0.89 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 0.74-0.87 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล ณ สถานี Y.3A ส่วนสถานี Y.33 พบว่ามาตรการทุ่งน้ำหลากจะช่วยลดระดับน้ำสูงสุดได้ 0.78-0.85 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 0.81-0.87 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล

ผลของการใช้มาตรการปรับตัวพบว่ามาตรการปรับตัวแบบผสมผสานของแบบจำลอง CSIROสามารถลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 2.16 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 2.16-2.17 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล ในสถานี Y.3A ส่วนสถานี Y.33 พบว่าจะลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 1.79-2.10 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 1.84-2.07 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล หากแยกพิจารณาจะพบว่ามาตรการปรับปรุงการผันน้ำ จะช่วยลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 1.34 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 1.30 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล ณ สถานี Y.3A ส่วนสถานี Y.33 พบว่ามาตรการปรับปรุงการผันน้ำ จะช่วยลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 1.11-1.30 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 1.11-1.31 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล ส่วนมาตรการทุ่งน้ำหลากพบว่าจะช่วยลดระดับน้ำสูงสุดลงได้ 0.82 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 0.86-0.87 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล ณ สถานี Y.3A ส่วนสถานี Y.33 พบว่ามาตรการทุ่งน้ำหลากจะช่วยลดระดับน้ำสูงสุดได้ 0.68-0.80 ม. ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 0.74-0.83 ม. ในช่วงอนาคตอันไกล

หลังการใช้มาตรการปรับตัวต่อสภาพอุทกภัยแล้ว ยังพบว่าสภาพอุทกภัยยังคงเกิดขึ้นอยู่ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- สภาพอุทกภัยหลังมาตรการปรับตัวของแบบจำลอง MRI จะเกิดขึ้นตั้งแต่คาบการเกิดซ้ำ 30 ปีขึ้นไป ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 25 ปีขึ้นไป ในช่วงอนาคตอันไกล ณ สถานี Y.3A ส่วนสถานี Y.33 พบว่าสภาพอุทกภัยจะเกิดขึ้นตั้งแต่คาบการเกิดซ้ำ 50 ปีขึ้นไป ทั้งในช่วงอนาคตอันใกล้และอนาคตอันไกล
- สภาพอุทกภัยหลังมาตรการปรับตัวของแบบจำลอง ECHAM5 พบว่าจะยังเกิดตั้งแต่คาบการเกิดซ้ำ 11 ปี ขึ้นไป ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 10 ปีขึ้นไป ในช่วงอนาคตอันไกล ณ สถานี Y.3A ส่วนสถานี Y.33 พบว่าสภาพอุทกภัยจะเกิดขึ้นตั้งแต่คาบการเกิดซ้ำ 50 ปีขึ้นไป ในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 30 ปีขึ้นไป ในช่วงอนาคตอันไกล
- สภาพอุทกภัยหลังมาตรการปรับตัวของแบบจำลอง CSIRO–MK3.5 พบว่าสามารถลดสภาพอุทกภัยในสถานี Y.3A ตั้งแต่คาบการเกิดซ้ำมากกว่า 50 ปี ส่วนคาบการเกิดซ้ำที่ต่ำลงไปจะไม่เกิดน้ำล้นตลิ่ง ส่วนสถานี Y.33 จะเริ่มเกิดอุทกภัยที่คาบการเกิดซ้ำ 10 ปีขึ้นไป เช่นเดียวกับก่อนใช้มาตรการปรับตัว แต่ระดับน้ำล้นตลิ่งจะลดลงเทียบกับสภาวะก่อนปรับตัว ส่วนช่วงอนาคตอันไกลพบว่าสถานี Y.3A จะเริ่มเกิดอุทกภัยตั้งแต่คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี เพิ่มขึ้นจากสภาวะคาดการณ์ปกติที่ 10 ปี ส่วนสถานี Y.33 จะเริ่มเกิดอุทกภัยตั้งแต่คาบการเกิดซ้ำ 25 ปี เช่นเดียวกับสภาวะก่อนการปรับตัว แต่ระดับน้ำล้นตลิ่งจะลดลงเช่นกัน

โดยสรุป มาตรการปรับตัวต่ออุทกภัย ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก สามารถลดความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ลงได้อย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะปัจจุบัน กล่าวคือที่คาบการเกิดซ้ำเดียวกันหลังใช้มาตรการปรับตัว สภาพอุทกภัยที่เกิดขึ้นในพื้นที่สถานี Y.3A (อำเภอสวรรคโลก) และสถานี Y.33 (อ. ศรีสำโรง) จะมีแนวโน้มลดลงหรือหมดไป อย่างไรก็ตามที่คาบการเกิดซ้ำสูงๆ (50-100 ปี) ซึ่งพบว่ายังเกิดอุทกภัยอยู่ มาตรการปรับตัวที่ควรดำเนินการเพิ่มเติม ได้แก่ การปรับปรุงมาตรการเตือนภัยอุทกภัย การสื่อสารภัยพิบัติให้กับชาวบ้าน เพื่อช่วยสนับสนุนเพิ่มเติมต่อการปรับตัวต่อสภาพอุทกภัยในกรอบของการบริหารความเสี่ยง

6.4 กรณีการปรับปรุงเกณฑ์การปล่อยน้ำจากเขื่อน

การศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกต่อการบริหารอ่างเก็บน้ำหลัก โดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจาก MRI-GCM (AR4, scenario A1B) ในการประเมินผลกระทบจากเกณฑ์การปล่อยน้ำแบบทั่วไป(ตามเกณฑ์ข้อมูลอุทกวิทยาเฉลี่ย ๓๐ ปี) และแบบจัดการน้ำท่วม(ใช้เกณฑ์ข้อมูลอุทกวิทยาของปี 2011 ด้วย) ของอ่างเก็บน้ำหลักของประเทศ (Chulalongkorn, 2013; สุจริต และคณะ, 2555)

6.4.1 วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อสภาพอุทกวิทยาของอ่างเก็บน้ำ
- เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำหลักของประเทศไทย

6.4.2 วิธีการดำเนินการ

- รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากสถานีตรวจวัด และจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก MRI GCM ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 – 2555 ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน
- รวบรวมข้อมูลอุทกวิทยาของอ่างเก็บน้ำหลักของประเทศไทยจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตและกรมชลประทาน ตั้งแต่ที่มีการก่อสร้างจนถึง ค.ศ. 2012 ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำเก็บกัก และปริมาณน้ำปล่อย
- รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความต้องการใช้น้ำชลประทาน ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูก ปฏิทิน
- การเพาะปลูก อัตราการคายระเหยของพืช และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว
- เพิ่มความละเอียดของข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก MRI GCM ด้วยวิธี Hybrid method
- วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลสภาพภูมิอากาศของอ่างเก็บน้ำหลัก ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน
- วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน และน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯ ในแต่ละเดือน สำหรับใช้คาดการณ์ปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในอนาคต
- คาดการณ์ปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯ ในอนาคตอันใกล้ (ค.ศ. 2015 – 2039) และอนาคตอันไกล (ค.ศ.2075 – 2099)
- ประมาณความต้องการใช้น้ำชลประทานของพื้นที่ชลประทานภายใต้การจัดสรรจากอ่างเก็บน้ำหลักในสภาพปัจจุบัน (ค.ศ. 1979 – 2012) อนาคตอันใกล้(ค.ศ. 2015 – 2039) และอนาคตอันไกล (ค.ศ.2075 – 2099)
- วิเคราะห์สมดุลน้ำของอ่างเก็บน้ำหลักโดยใช้เงื่อนไขการบริหารอ่างฯแบบทั่วไป และบริหาร
- เพื่อจัดการน้ำท่วม ในสภาพปัจจุบัน (ค.ศ. 1979 – 2012) อนาคตอันใกล้(ค.ศ. 2015 – 2039) และอนาคตอันไกล (ค.ศ.2075 – 2099)

6.4.3 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสภาพอุตุ-อุทกวิทยา

ในการศึกษาผลกระทบ จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต่อสภาพอุทกวิทยาและความต้องการน้ำชลประทานหลักได้พิจารณาถึงสภาพภูมิอากาศในช่วงที่ผ่านมา (พ.ศ. 2522 – 2555 หรือ ค.ศ. 1979 – 2012)สภาพภูมิอากาศโลกในอนาคตอันใกล้ (พ.ศ. 2558 – 2582 หรือ ค.ศ. 2015 – 2039)และอนาคตอันไกล (พ.ศ. 2618 – 2642 หรือ ค.ศ. 2075 – 2099) เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำจากข้อมูลน้ำฝน และประมาณความต้องการน้ำชลประทานจากข้อมูลอุณหภูมิสูง และอุณหภูมิต่ำสุดต่อไป สำหรับข้อมูลสภาพภูมิอากาศในช่วงที่ผ่านมา ได้รวบรวมข้อมูล จากสถานีตรวจวัดอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา และสถานีวัดน้ำฝนจากกรมชลประทาน ส่วนข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอนาคต ได้รวบรวมจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก MRI GCM จากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีความละเอียดของขนาดกริด 25 X 25 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิอากาศที่สำคัญ ๆที่ใช้ประกอบการศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย ทั้งนี้ข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกมีความละเอียดอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งไม่สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ในระดับลุ่มน้ำได้โดยตรง ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลแบบจำลอง GCM สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 6-5

ตารางที่ 6-5 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสภาพอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทย

สภาพอุตุนิยมวิทยา	ปัจจุบัน	อนาคตอันใกล้	อนาคตอันไกล
อุณหภูมิสูงสุด (^{o}C)	32.94	เพิ่มขึ้น 1.18	เพิ่มขึ้น 3.75
อุณหภูมิต่ำสุด (^{o}C)	23.26	เพิ่มขึ้น 1.38	เพิ่มขึ้น 4.67
อุณหภูมิเฉลี่ย (^{o}C)	28.1	เพิ่มขึ้น 1.07	เพิ่มขึ้น 3.52
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (มม.)	1,143	ลดลง 0.35%	เพิ่มขึ้น 4.35

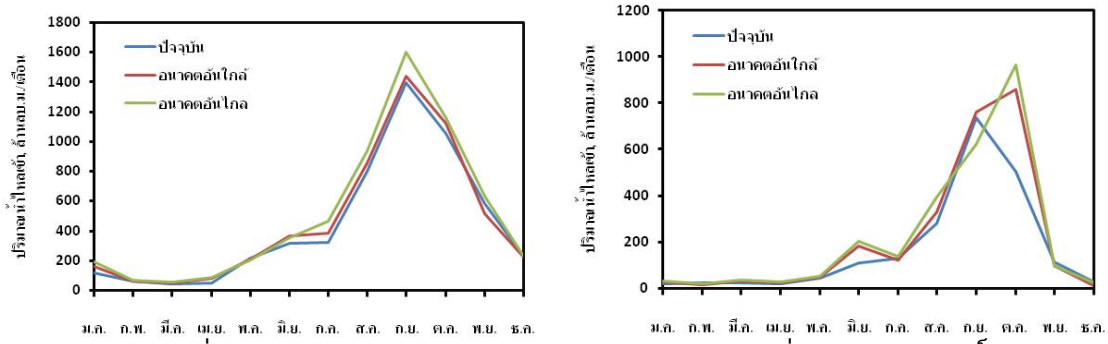
จากผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯรายเดือน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 19 สำหรับการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในช่วงที่ผ่านมา อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกลของเขื่อนภูมิพล เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล เขื่อนอุบลรัตน์ และเขื่อนปราณบุรี แสดงดังรูปที่ 6-21

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯ รายฤดู พบว่า ในอนาคตอันใกล้ เขื่อนภูมิพลมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงจากสภาพปัจจุบันไม่มากนัก โดยในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยลดลงเพียงร้อยละ 1.35 และฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 2.28 ขณะที่รายปีมีแนวโน้มลดลงเพียงร้อยละ 0.64 ส่วนในอนาคตอันไกล เขื่อนภูมิพลมีปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯรายปีเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.11 ทั้งฤดูฝน และฤดูแล้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.13 และ 16.27 ตามลำดับ สำหรับอ่างเก็บน้ำอื่นๆ ที่

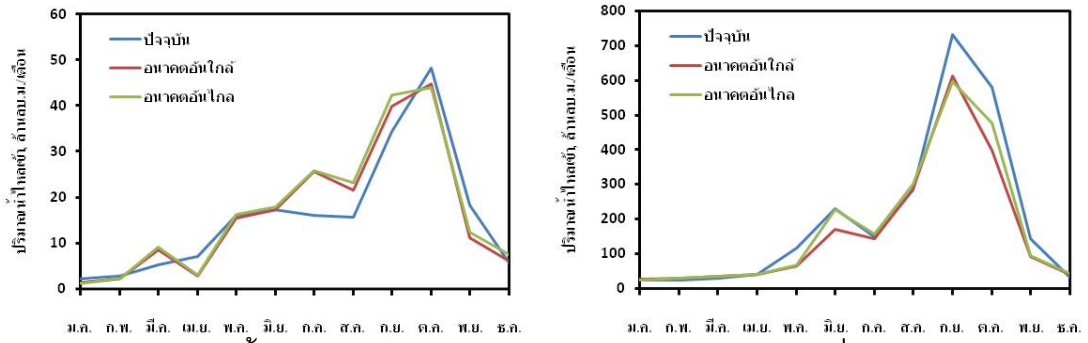
มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯ อย่างมีนัยสำคัญ พบว่า ในอนาคตอันใกล้ เขื่อนอุบลรัตน์มีปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯรายปีลดลงร้อยละ 24.33 ทั้งฤดูฝน และฤดูแล้งมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 25.46 และ 16.16 ตามลำดับ และเขื่อนปราณบุรีมีปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯรายปีเพิ่มขึ้น 19.60 โดยที่ฤดูฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 31.38 และฤดูแล้งมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 26.79 ส่วนในอนาคตอันไกล เขื่อนอุบลรัตน์มีปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯรายปีลดลงร้อยละ 18.41 ทั้งฤดูฝน และฤดูแล้งมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 18.96 และ 14.45 ตามลำดับ และเขื่อนปราณบุรีมีปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯรายปีเพิ่มขึ้น 33.07 โดยที่ฤดูฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 48.33 และฤดูแล้งมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 27.07

ตารางที่ 6-6 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯ

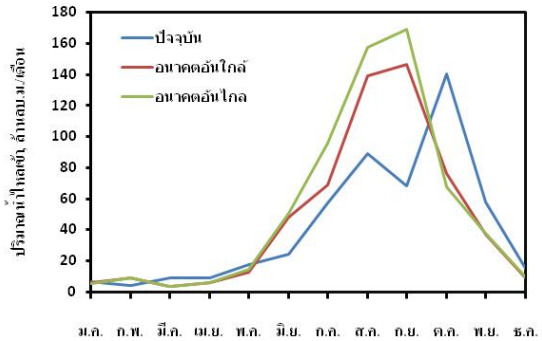
อ่างเก็บน้ำ	สภาพปัจจุบัน (ล้านลบ.ม.)			อนาคตอันใกล้ (ล้านลบ.ม.)			อนาคตอันไกล (ล้านลบ.ม.)		
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม
1. ภาคเหนือ									
- ภูมิพล	4,435.23	1,074.72	5,509.95	4,375.23	1,099.20	5,474.43	4,707.24	1,249.61	5,956.85
% ผลต่างเทียบกับปัจจุบัน				-1.35	2.28	-0.64	6.13	16.27	8.11
2. ภาคกลาง									
- ป่าสักชลสิทธิ์	2,184.96	244.98	2,429.94	2,306.20	213.40	2,519.60	2,365.54	220.43	2,585.97
% ผลต่างเทียบกับปัจจุบัน				5.55	-12.89	3.69	8.26	-10.02	6.42
3. ภาคตะวันออก									
- หนองปลาไหล	154.48	43.80	198.28	164.41	32.02	196.43	169.57	34.94	204.51
% ผลต่างเทียบกับปัจจุบัน				6.43	-26.89	-0.93	9.77	-20.23	3.14
4. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ									
- อุบลรัตน์	2,247.66	313.09	2,560.75	1,675.30	262.49	1,937.79	1,821.47	267.83	2,089.29
% ผลต่างเทียบกับปัจจุบัน				-25.46	-16.16	-24.33	-18.96	-14.45	-18.41
5. ภาคใต้									
- ปราณบุรี	374.04	94.94	468.98	491.41	69.51	560.92	554.82	69.24	624.06
% ผลต่างเทียบกับปัจจุบัน				31.38	-26.79	19.60	48.33	-27.07	33.07



ก) เขื่อนภูมิพล ข) เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์



ค) อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล ง) เขื่อนอุบลรัตน์



จ) เขื่อนปราณบุรี

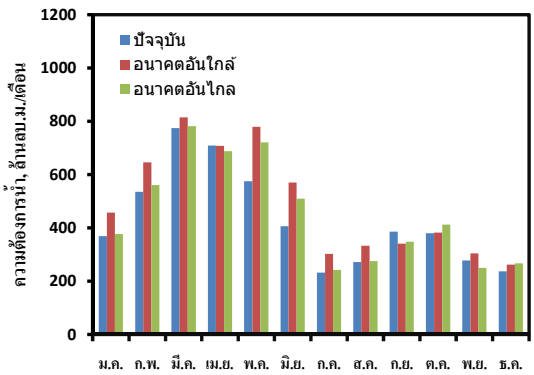
รูปที่ 6-21 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯ ในสภาพปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล

จากผลการวิเคราะห์ ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของอ่างเก็บน้ำ รายฤดู สามารถสรุปผลการประมาณความต้องการใช้น้ำชลประทานรายเดือนในสภาพปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกลได้ ดังตารางที่ 6-7 ซึ่งในการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำชลประทานในครั้งนี้ได้นำสถิติพื้นที่ชลประทานในช่วง 10 ปี (ปี พ.ศ. 2541 – 2550) มาพิจารณาประกอบการคำนวณด้วย โดยกำหนดให้พื้นที่เพาะปลูกแปรผันตามปริมาณน้ำต้นทุนของอ่างเก็บน้ำ หรือปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในฤดูกาลก่อนหน้าการเพาะปลูก โดยแบ่งพื้นที่การเพาะปลูกออกเป็นปีน้ำมาก (ค่าเฉลี่ย + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ปีน้ำปานกลาง (ค่าเฉลี่ย) และปีน้ำน้อย

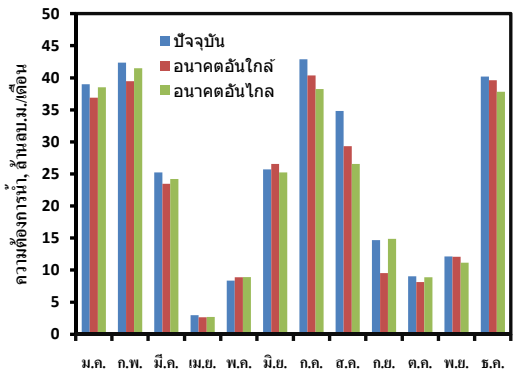
(ค่าเฉลี่ย - ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) แสดงรายละเอียดของพื้นที่ชลประทานในฤดูฝน และฤดูแล้งตามปีน้ำ สำหรับการเปรียบเทียบปริมาณความต้องการใช้น้ำชลประทานในช่วงที่ผ่านมา อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกลของเขื่อนภูมิพล เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล เขื่อนอุบลรัตน์ และเขื่อนปราณบุรี แสดงดังรูปที่ 6-22 พบว่า ปริมาณน้ำความต้องการน้ำชลประทานในฤดูฝนของโครงการชลประทานส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลง แม้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งส่งผลทำให้ค่าอัตราการคายระเหยของพืชสูงตามไปด้วย ประกอบกับพื้นที่ชลประทานมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยของฝนเป็นสำคัญ เช่น ปริมาณน้ำฝนมีปริมาณสูงขึ้นกว่าปัจจุบันก็มีผลต่อค่าปริมาณน้ำฝนใช้การ ซึ่งส่งผลทำให้ปริมาณน้ำชลประทานมีแนวโน้มลดลง ซึ่งค่าอัตราการคายระเหยที่เพิ่มขึ้นนั้น มีผลต่อปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำฝน ส่วนปริมาณความต้องการน้ำชลประทานในฤดูแล้งมีแนวโน้มผันผวน แต่อย่างไรก็ตามในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่พื้นที่เพาะปลูกมีมากกว่าปริมาณน้ำชลประทานที่สามารถจัดสรรได้

ตารางที่ 6-7 สรุปผลการประมาณความต้องการใช้น้ำชลประทานรายฤดูในสภาพ ปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล

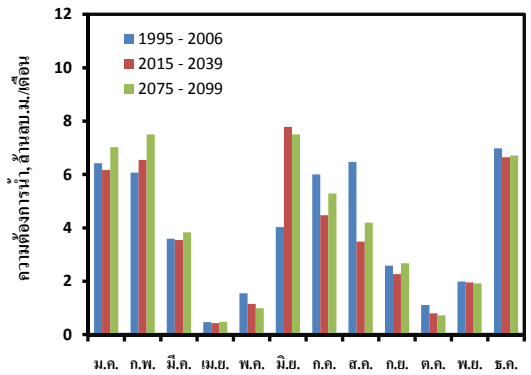
อ่างเก็บน้ำ	สภาพปัจจุบัน (ล้านลบ.ม.)			อนาคตอันใกล้ (ล้านลบ.ม.)			หมายเหตุ	อนาคตอันไกล (ล้านลบ.ม.)			หมายเหตุ
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม	
1. ภาคเหนือ											
- ภูมิพล	2,249.59	2,900.28	5,149.87	3,004.99	3,720.91	6,725.90	ปริมาณน้ำฝนเพิ่ม	2,637.59	3,392.48	6,030.07	ปริมาณน้ำฝนเพิ่ม
%ผลต่าง				33.58	28.29	30.60	อัตราการคายระเหยเพิ่ม พื้นที่เพิ่ม	17.25	16.97	17.09	อัตราการคายระเหยเพิ่ม พื้นที่เพิ่ม
2. ภาคกลาง											
- ป่าสักชลสิทธิ์	135.48	161.85	297.33	122.83	154.14	276.97	ปริมาณน้ำฝนเพิ่ม	122.67	155.89	278.56	ปริมาณน้ำฝนเพิ่ม
%ผลต่าง				-9.34	-4.76	-6.85	อัตราการคายระเหยเพิ่ม พื้นที่ลดลง	-9.45	-3.68	-6.31	อัตราการคายระเหยเพิ่ม พื้นที่ลดลง
3. ภาคตะวันออก											
- หนองปลาไหล	21.74	25.52	47.26	19.95	25.27	45.22	ปริมาณน้ำฝนเพิ่ม	21.37	27.46	48.83	ปริมาณน้ำฝนลดลง
%ผลต่าง				-8.20	-0.98	-4.30	อัตราการคายระเหยเพิ่ม พื้นที่ลดลง	-1.68	7.61	3.33	อัตราการคายระเหยเพิ่ม พื้นที่ลดลง
4. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
- อุบลรัตน์	147.51	226.57	374.08	155.02	218.65	373.67	ปริมาณน้ำฝนลดลง	204.87	222.33	427.19	ปริมาณน้ำฝนลดลง
%ผลต่าง				5.09	-3.49	-0.11	อัตราการคายระเหยเพิ่ม พื้นที่ลดลง	38.88	-1.87	14.20	อัตราการคายระเหยเพิ่ม พื้นที่ลดลง
5. ภาคใต้											
- ปราณบุรี	268.80	150.34	419.14	183.10	155.60	338.70	ปริมาณน้ำฝนลดลง	190.73	163.30	354.03	ปริมาณน้ำฝนเพิ่ม
%ผลต่าง				-31.88	3.50	-19.19	อัตราการคายระเหยเพิ่ม พื้นที่ลดลง	-29.05	8.62	-15.54	อัตราการคายระเหยเพิ่ม พื้นที่ลดลง



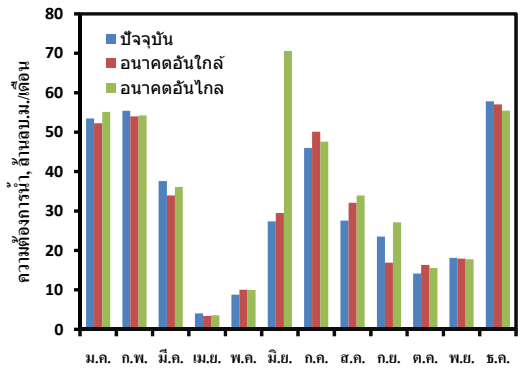
ก) เขื่อนภูมิพล



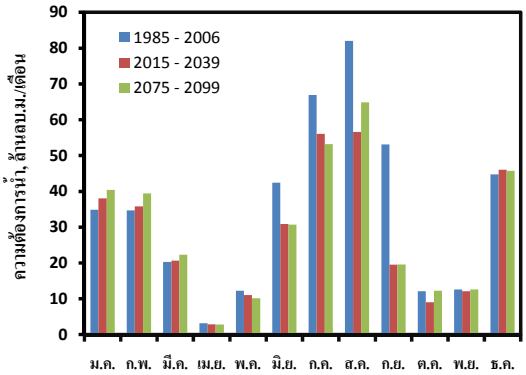
ข) เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์



ค) อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล



ง) เขื่อนอุบลรัตน์



จ) เขื่อนปราณบุรี

รูปที่ 6-22 เปรียบเทียบความต้องการใช้น้ำชลประทานในสภาพปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล

2. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการบริหารอ่างเก็บน้ำหลัก

ในการศึกษาผลกระทบ จากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำ ได้วิเคราะห์จากแบบจำลองสมดุลน้ำของอ่างเก็บน้ำ โดยใช้เงื่อนไขการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ 2 เงื่อนไข คือ การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำตามสถานการณ์น้ำปกติหรือตามแบบทั่วไป(ที่ดำเนินการก่อนปี 2555) และการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเพื่อจัดการน้ำท่วมเช่นเดียวกับการ

ประเมินผลกระทบการบริหารอ่างฯในปัจจุบัน(จากปี 2555) โดยจำลองสภาพสมดุลน้ำของอ่างเก็บน้ำในช่วงปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2522 – 2555 หรือ 1979 - 2012) อนาคตอันใกล้ (พ.ศ. 2558 – 2582 หรือ ค.ศ. 2015 – 2039) และ อนาคตอันไกล (พ.ศ. 2618 – 2642 หรือ ค.ศ. 2075 – 2099) จากผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำเก็บกัก ปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำขาดแคลนรายฤดู สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6-8 สำหรับการเปรียบเทียบปริมาณน้ำเก็บกัก และปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างเก็บน้ำในปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกลของเขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล เขื่อนอุบลรัตน์ และเขื่อนปราณบุรี แสดงดังรูปที่ 6-23 และ 6-24 ตามลำดับ

ในการวิเคราะห์การบริหารอ่างฯในสภาพปัจจุบัน และอนาคตในครั้งนี้ได้วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 (ค่าน้อย) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 (ค่ามาก) สรุปผลการวิเคราะห์การบริหารอ่างฯได้ดังนี้

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำเก็บกัก ปริมาณน้ำปล่อย และปริมาณน้ำขาดแคลนของเขื่อนภูมิพล ในช่วงต้นฤดูฝน การบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีปริมาณน้ำเก็บกัก (6,778 ล้านลบ.ม.) สูงกว่าการบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม (4,767 ล้านลบ.ม.) ซึ่งการบริหารอ่างฯแบบทั่วไป มีการปล่อยน้ำ (1,915 ล้านลบ.ม.) มากกว่าการบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วมเกือบ 2 เท่า จะเห็นได้ว่า การบริหารอ่างฯแบบทั่วไป สามารถลดสภาพความขาดแคลนน้ำในฤดูฝนได้ดีกว่า ซึ่งขาดแคลนน้ำเพียง 60.7 ล้านลบ.ม. ในขณะที่การบริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมขาดแคลนน้ำในฤดูฝนสูงถึง 151.3 ล้านลบ.ม. สำหรับในช่วงต้นฤดูแล้ง การบริหารอ่างฯแบบทั่วไป มีการเก็บกักน้ำสูงกว่า (9,176 ล้านลบ.ม.) การบริหารอ่างฯเพื่อจัดการ น้ำท่วม (8,121 ล้านลบ.ม.) ซึ่งการบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีการปล่อยน้ำน้อยกว่า (3,311 ล้านลบ.ม.) การบริหารอ่างฯ เพื่อจัดการน้ำท่วม (4,330 ล้านลบ.ม.) โดยที่การบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีขาดแคลนน้ำ 168.4 ล้านลบ.ม. ในขณะที่การบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วมจะขาดแคลนน้ำมากถึง 264.3 ล้านลบ.ม.

เมื่อเปรียบเทียบการบริหารจัดการอ่างฯทั้ง 2 เงื่อนไข ในอนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล พบว่า สภาพการบริหารอ่างฯเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับช่วงเวลาปัจจุบัน กล่าวคือ ในช่วงต้นฤดูฝน การบริหารอ่างฯแบบทั่วไป มีการเก็บกักน้ำสูงกว่าการบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม มีการปล่อยน้ำมากกว่า และขาดแคลนน้ำน้อยกว่า ในช่วงต้นฤดูแล้ง การบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีปริมาณน้ำเก็บกักสูงกว่า มีการปล่อยน้ำน้อยกว่า และมีการขาดแคลนน้ำน้อยกว่า

สำหรับการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พบว่า ในอนาคตอันใกล้ การบริหารอ่างฯ แบบทั่วไป ในฤดูฝนมีแนวโน้มขาดแคลนน้ำสูงขึ้นเป็น 195.9 ล้านลบ.ม. ส่วนในฤดูแล้งมีแนวโน้มขาดแคลนลดลงเหลือ 128.4 ล้านลบ.ม. ในขณะที่การบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วมในฤดูฝนมีแนวโน้มขาดแคลนสูงขึ้นเป็น 241.8 ล้านลบ.ม. ส่วนในฤดูแล้งมีแนวโน้มขาดแคลนลดลงเหลือ 142 ล้านลบ.ม. ในอนาคตอันไกล การบริหารอ่างฯแบบทั่วไปในฤดูฝนมีแนวโน้มขาดแคลนลดลงเป็น 52.8 ล้านลบ.ม. ในฤดูแล้งมีแนวโน้มขาดแคลนน้อยลงเหลือเพียง

12.6 ล้านลบ.ม. ในขณะที่การบริหารอ่างฯ เพื่อจัดการน้ำท่วมในฤดูฝนมีแนวโน้มลดลงเป็น 142.1 ล้านลบ.ม. ส่วนในฤดูแล้งมีแนวโน้มขาดแคลนลดลงเหลือ 85.7 ล้านลบ.ม.

เมื่อพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 (ค่าน้อย) ของปริมาณน้ำเก็บกัก ปริมาณน้ำปล่อย และปริมาณน้ำขาดแคลนของเขื่อนภูมิพล การบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีปริมาณน้ำเก็บกักสูงกว่า (5,664 ล้านลบ.ม.) การบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม (4,493 ล้านลบ.ม.) ซึ่งการบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีการปล่อยน้ำ (1,460 ล้านลบ.ม.) มากกว่าการบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม (679 ล้านลบ.ม.) และไม่มีสภาพขาดแคลนน้ำเกิดขึ้น ในช่วงต้นฤดูแล้ง การบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีปริมาณน้ำเก็บกักสูงกว่า (7,845 ล้านลบ.ม.) การบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม (7,144 ล้านลบ.ม.) ซึ่งการบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีการปล่อยน้ำ (2,557 ล้านลบ.ม.) น้อยกว่าการบริหารเพื่อจัดการน้ำท่วม (3,334 ล้านลบ.ม.) ในขณะที่การบริหารอ่างฯ แบบทั่วไปไม่มีการขาดแคลนน้ำ แต่การบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วมขาดแคลนน้ำ 19.8 ล้านลบ.ม. เมื่อเปรียบเทียบการบริหารอ่างฯทั้ง 2 เงื่อนไข ในอนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล พบว่า การบริหารอ่างฯ แบบทั่วไป และการบริหารเพื่อจัดการน้ำท่วม ไม่มีการขาดแคลนน้ำเกิดขึ้น

เมื่อพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 (ค่ามาก) ของปริมาณน้ำเก็บกัก ปริมาณน้ำปล่อย และปริมาณน้ำขาดแคลนของเขื่อนภูมิพล ในช่วงต้นฤดูฝน การบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีปริมาณน้ำเก็บกักสูงกว่า 7,826 ล้านลบ.ม.) การบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม (5,072 ล้านลบ.ม.) ซึ่งการบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีการปล่อยน้ำ (2,300 ล้านลบ.ม.) มากกว่าการบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม (1,295 ล้านลบ.ม.) ซึ่งการบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีการขาดแคลนน้ำเพียง 74.6 ล้านลบ.ม. ในขณะที่การบริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมขาดแคลนน้ำสูงถึง 172.2 ล้านลบ.ม. ในช่วงต้นฤดูแล้ง การบริหารอ่างฯ แบบทั่วไปมีปริมาณน้ำเก็บกัก (10,492 ล้านลบ.ม.) สูงกว่าการบริหารอ่างฯ เพื่อจัดการน้ำท่วม (9,227 ล้านลบ.ม.) ซึ่งการบริหารอ่างแบบทั่วไปมีการปล่อยน้ำ (3,987 ล้านลบ.ม.) น้อยกว่าการบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม (5,254 ล้าน ลบ.ม.) โดยที่การบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีการขาดแคลนน้ำ 259.2 ล้านลบ.ม. ในขณะที่การบริหารอ่างฯ เพื่อจัดการน้ำท่วมจะขาดแคลนน้ำสูงถึง 370.7 ล้านลบ.ม. สำหรับการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พบว่า ในอนาคตอันใกล้ การบริหารอ่างฯ แบบทั่วไป ในฤดูฝนมีแนวโน้มขาดแคลนน้ำสูงขึ้นเป็น 326.6 ล้านลบ.ม. ส่วนในฤดูแล้งมีการขาดแคลนน้ำลดลงเป็น 105.3 ล้านลบ.ม. ในขณะที่การบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วมในฤดูฝนมีแนวโน้มขาดแคลนสูงขึ้นเป็น 325.7 ล้านลบ.ม. ส่วนในฤดูแล้งมีแนวโน้มขาดแคลนลดลงเป็น 229.2 ล้านลบ.ม. ในอนาคตอันไกล การบริหารอ่างฯแบบทั่วไปในฤดูฝนมีแนวโน้มขาดแคลนเพิ่มขึ้นเป็น 91.0 ล้านลบ.ม. ส่วนในฤดูแล้งไม่มีการขาดแคลนน้ำ ในขณะที่การบริหารอ่างฯ เพื่อจัดการน้ำท่วมในฤดูฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 251.4 ล้านลบ.ม. ส่วนในฤดูแล้งมีแนวโน้มขาดแคลนลดลงเหลือ 198.2 ล้านลบ.ม. ตามลำดับ

ตารางที่ 6-8 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำ	ช่วงเวลา	ปริมาณน้ำ	ผลวิเคราะห์	บริหารอ่างฯแบบทั่วไป				บริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม			
				ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง
1. ภาคเหนือ											
- ภูมิพล	ปัจจุบัน	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	6,778		9,176		4,767		8,121	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	5,664		7,845		4,493		7,144	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	7,826		10,492		5,072		9,227	
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	1,915		3,311		1,009		4,330	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	1,460		2,557		679		3,334	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	2,300		3,987		1,295		5,254	
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	60.7		168.4		151.3		264.3	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0		0.0		0.0		19.8	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	74.6		259.2		172.2		370.7	
	อนาคตอันใกล้	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	7,266	7.2	9,883	7.7	4,891	2.6	8,567	5.5
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	6,281	10.9	8,975	14.4	4,717	5.0	7,691	7.7
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	8,049	2.8	10,847	3.4	4,998	-1.5	9,234	0.1
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	2,193	14.5	3,659	10.5	1,187	17.6	4,771	10.2
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	1,678	14.9	2,991	17.0	916	35.0	3,972	19.1
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	2,477	7.7	4,025	1.0	1,401	8.2	5,356	1.9
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	195.9	223.0	128.4	-23.8	241.8	59.8	142.0	-46.3
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	326.6	337.9	105.3	-59.4	325.7	89.2	229.2	-38.2
	อนาคตอันไกล	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	7,867	16.1	10,647	16.0	4,963	4.1	8,906	9.7
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	7,321	29.3	9,583	22.2	4,693	4.4	7,710	7.9
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	8,604	9.9	11,654	11.1	5,207	2.6	10,217	10.7
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	2,319	21.1	3,864	16.7	1,240	22.9	5,099	17.8
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	1,827	25.1	3,112	21.7	926	36.4	3,956	18.7
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	2,860	24.3	4,352	9.2	1,531	18.2	6,197	17.9
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	52.8	-13.0	12.6	-92.5	142.1	-6.1	85.7	-67.6
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	91.0	22.0	0.0	-100.0	251.4	46.0	198.2	-46.5

ตารางที่ 6-8 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ (ต่อ)

อ่างเก็บน้ำ	ช่วงเวลา	ปริมาณน้ำ	ผลวิเคราะห์	บริหารอ่างฯแบบทั่วไป				บริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม			
				ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง
- สิริกิติ์	ปัจจุบัน	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	4,981		7,417		3,719		6,800	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	3,832		5,691		3,433		5,579	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	5,965		8,984		3,929		7,940	
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	2,275		3,097		1,696		3,797	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	1,585		2,096		1,167		2,612	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	2,770		3,824		2,150		4,906	
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	129.3		48.7		150.2		70.6	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	8.3		3.2		58.9		19.4	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	167.0		76.5		243.7		104.3	
	อนาคตอันใกล้	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	4,818	-3.3	7,062	-4.8	3,576	-3.9	6,469	-4.9
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	4,521	18.0	6,292	10.6	3,468	1.0	5,810	4.1
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	5,161	-13.5	8,057	-10.3	3,689	-6.1	7,421	-6.5
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	2,272	-0.1	2,921	-5.7	1,694	-0.1	3,602	-5.1
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	1,864	17.7	1,999	-4.6	1,193	2.2	2,946	12.8
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	2,720	-1.8	3,728	-2.5	2,042	-5.0	4,285	-12.7
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	59.9	-53.7	16.9	-65.3	139.5	-7.1	32.5	-53.9
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	3.1	-62.5	0.0	-100.0	55.8	-5.3	0.0	-100.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	88.7	-46.9	20.2	-73.6	210.0	-13.8	47.3	-54.6
	อนาคตอันไกล	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	4,931	-1.0	7,503	1.2	3,617	-2.8	6,707	-1.4
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	4,121	7.5	6,555	15.2	3,456	0.7	5,591	0.2
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	5,392	-9.6	8,385	-6.7	3,794	-3.5	7,671	-3.4
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	2,269	-0.3	3,223	4.0	1,801	6.2	3,813	0.4
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	1,672	5.5	2,571	22.7	1,300	11.4	2,696	3.2
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	2,669	-3.7	3,770	-1.4	2,251	4.7	4,794	-2.3
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	32.9	-74.6	8.7	-82.0	80.6	-46.3	25.9	-63.3
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0	-100.0	0.0	-100.0	15.7	-73.4	0.0	-100.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	65.2	-61.0	15.4	-79.8	139.9	-42.6	42.6	-59.1

ตารางที่ 6-8 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ (ต่อ)

อ่างเก็บน้ำ	ช่วงเวลา	ปริมาณน้ำ	ผลวิเคราะห์	บริหารอ่างฯแบบทั่วไป				บริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม			
				ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง
2. ภาคกลาง											
- ป่าสักชลสิทธิ์	ปัจจุบัน	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	455		592		109		844	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	381		219		96		820	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	577		960		130		960	
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	1,005		575		611		852	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	775		450		454		747	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	1,209		715		762		1,041	
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	8.4		4.3		21.0		0.0	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0		0.0		0.1		0.0	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	21.1		2.1		35.7		0.0	
	อนาคตอันใกล้	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	360	-20.8	930	56.9	116	6.8	947	12.1
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	343	-10.0	960	339.2	108	13.1	960	17.1
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	363	-37.0	960	0.0	124	-4.7	960	0.0
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	1,093	8.8	680	18.3	697	14.1	955	12.1
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	945	21.9	689	53.1	596	31.2	949	27.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	1,194	-1.2	715	0.1	806	5.7	974	-6.4
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	1.2	-85.2	0.1	-97.3	6.5	-69.0	0.0	0.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0	0.0	0.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	0.0	-100.0	0.0	-100.0	8.4	-76.6	0.0	0.0
	อนาคตอันไกล	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	365	-19.8	932	57.3	365	235.0	933	10.5
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	340	-10.6	960	339.2	340	256.5	960	17.1
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	379	-34.3	960	0.0	379	191.1	960	0.0
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	1,124	11.9	677	17.9	1,124	84.1	677	-20.5
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	950	22.6	654	45.5	950	109.3	654	-12.4
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	1,245	2.9	714	-0.2	1,245	63.4	714	-31.5
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	0.4	-95.7	0.0	-100.0	0.4	-98.2	0.0	0.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0	0.0	0.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	0.0	-100.0	0.0	-100.0	0.0	-100.0	0.0	0.0

ตารางที่ 6-8 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ (ต่อ)

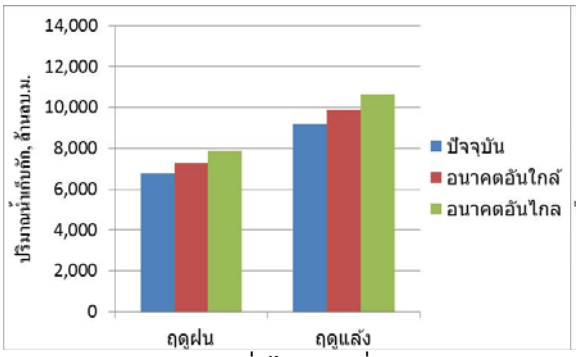
อ่างเก็บน้ำ	ช่วงเวลา	ปริมาณน้ำ	ผลวิเคราะห์	บริหารอ่างฯแบบทั่วไป				บริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม			
				ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง
3. ภาคตะวันออก											
- หนองปลาไหล	ปัจจุบัน	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	119		140		89		151	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	100		95		75		129	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	135		187		101		179	
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	168		57		104		95	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	118		28		84		81	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	233		86		127		116	
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	2.1		5.5		0.0		0.0	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0		0.0		0.0		0.0	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	4.0		9.4		0.0		0.0	
	อนาคตอันใกล้	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	107	-10.2	133	-5.1	85	-4.7	163	8.1
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	94	-6.1	94	-0.9	80	5.8	150	16.4
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	123	-9.3	184	-1.7	90	-10.3	182	1.7
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	201	19.5	50	-13.0	106	1.9	102	7.7
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	120	2.3	29	5.0	97	14.7	92	13.5
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	241	3.4	79	-7.8	117	-8.1	110	-5.4
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	1.5	-28.3	5.8	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0	-100.0	0.0	-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	2.5	-38.8	12.9	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	อนาคตอันไกล	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	105	-12.2	154	10.0	87	-2.4	166	9.6
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	78	-22.1	104	9.4	82	9.0	155	20.5
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	124	-8.7	187	0.0	92	-8.2	183	2.4
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	159	-5.6	76	34.2	110	5.0	105	10.9
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	120	2.1	62	124.9	102	21.7	99	22.4
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	212	-8.8	88	1.7	117	-8.0	115	-1.0
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	1.0	-53.5	0.3	-94.5	0.0	0.0	0.1	0.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0	-100.0	0.0	-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	1.9	-52.0	0.7	-92.3	0.0	0.0	0.0	0.0

ตารางที่ 6-8 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ (ต่อ)

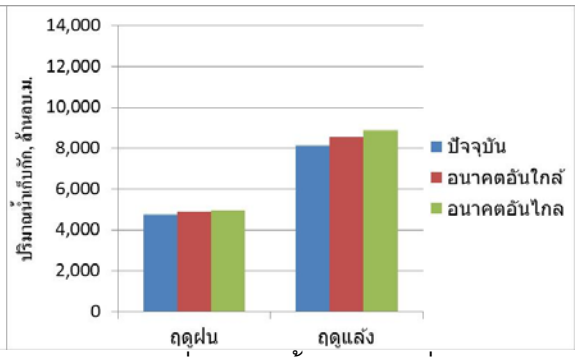
อ่างเก็บน้ำ	ช่วงเวลา	ปริมาณน้ำ	ผลวิเคราะห์	บริหารอ่างฯแบบทั่วไป				บริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม			
				ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง
4. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
- อุบลรัตน์	ปัจจุบัน	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	1,659		2,207		860		2,015	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	1,509		1,935		788		1,434	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	1,812		2,432		911		2,432	
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	1,825		702		1,426		1,395	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	1,297		553		978		892	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	2,317		816		1,755		1,803	
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	0.0		5.3		11.9		2.0	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0		0.0		3.7		0.0	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	0.0		11.3		19.6		0.0	
	อนาคตอันใกล้	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	1,661	0.1	2,193	-0.6	842	-2.0	1,924	-4.5
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	1,579	4.6	1,974	2.0	826	4.9	1,717	19.7
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	1,779	-1.8	2,432	0.0	865	-5.1	2,192	-9.9
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	1,696	-7.1	703	0.1	1,282	-10.1	1,305	-6.4
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	1,398	7.7	615	11.2	1,179	20.5	1,102	23.4
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	1,886	-18.6	777	-4.8	1,407	-19.8	1,557	-13.6
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	0.0	0.0	6.5	21.3	6.0	-49.9	2.1	7.6
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0	0.0	0.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	0.0	0.0	9.8	-12.9	7.8	-60.3	0.0	0.0
	อนาคตอันไกล	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	1,673	0.8	2,218	0.5	842	-2.0	1,983	-1.6
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	1,596	5.8	2,085	7.8	796	1.1	1,766	23.2
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	1,772	-2.2	2,432	0.0	883	-3.0	2,320	-4.6
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	1,806	-1.1	696	-1.0	1,371	-3.9	1,341	-3.9
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	1,600	23.3	645	16.6	1,201	22.8	1,147	28.5
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	2,024	-12.6	766	-6.2	1,524	-13.1	1,570	-12.9
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	0.0	0.0	5.3	-0.8	13.3	11.6	1.2	-39.8
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	66.1	0.0	0.0
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	0.0	0.0	13.2	17.0	18.6	-5.0	0.0	0.0

ตารางที่ 6-8 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ (ต่อ)

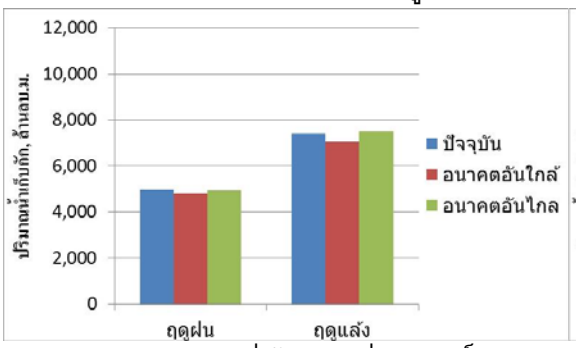
อ่างเก็บน้ำ	ช่วงเวลา	ปริมาณน้ำ	ผลวิเคราะห์	บริหารอ่างฯแบบทั่วไป				บริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม			
				ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	%ผลต่าง
5. ภาคใต้											
- ปราณบุรี	ปัจจุบัน	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	163		252		109		299	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	60		134		75		170	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	225		365		145		387	
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	271		179		170		269	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	173		122		103		162	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	371		205		228		378	
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	110.6		57.6		164.2		21.9	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	51.4		36.8		102.0		7.5	
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	152.1		72.6		220.3		30.4	
	อนาคตอันใกล้	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	180	10.8	361	43.1	115	5.5	372	24.3
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	166	178.4	279	109.0	105	39.7	321	89.5
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	204	-9.5	430	17.8	124	-14.3	419	8.2
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	296	9.2	237	32.5	223	31.1	309	15.1
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	257	48.8	160	31.8	203	97.2	268	64.9
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	329	-11.2	320	56.4	252	10.5	338	-10.6
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	38.3	-65.4	59.9	4.1	67.1	-59.1	18.8	-13.8
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	26.5	-48.5	34.1	-7.4	45.2	-55.7	4.5	-40.1
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	46.8	-69.3	87.6	20.7	83.5	-62.1	36.4	19.7
	อนาคตอันไกล	ปริมาณน้ำเก็บกัก	ค่าเฉลี่ย	177	8.9	425	68.5	123	12.1	407	36.3
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	162	171.7	396	196.2	110	47.0	365	115.1
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	206	-8.6	487	33.3	137	-5.3	453	17.1
		ปริมาณน้ำปล่อย	ค่าเฉลี่ย	294	8.5	301	68.5	255	50.1	337	25.6
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	266	53.4	237	94.7	227	120.5	294	81.2
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	329	-11.3	362	77.1	275	20.6	381	0.9
		ปริมาณน้ำขาดแคลน	ค่าเฉลี่ย	38.0	-65.6	66.5	15.5	59.8	-63.6	15.7	-28.2
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20	23.9	-53.6	39.5	7.4	45.4	-55.5	1.8	-76.8
			เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80	55.3	-63.6	88.0	21.1	76.1	-65.5	22.4	-26.3



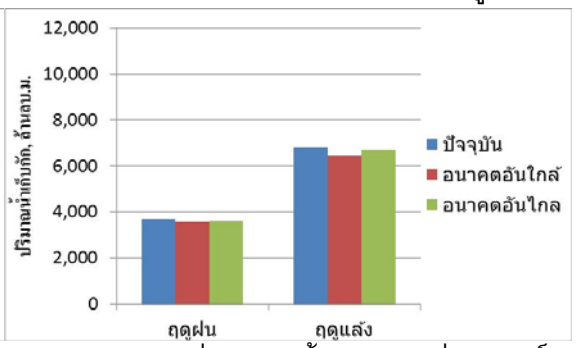
ก) บริหารแบบทั่วไปของเขื่อนภูมิพล



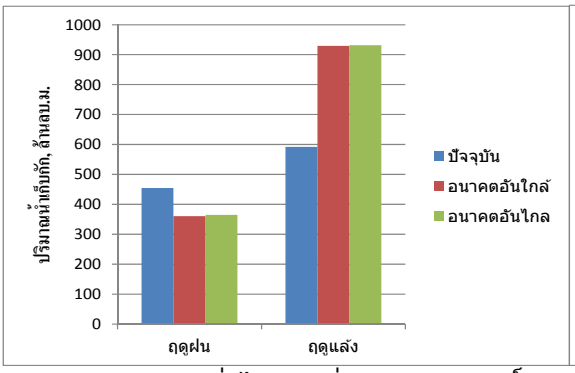
ข) บริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมของเขื่อนภูมิพล



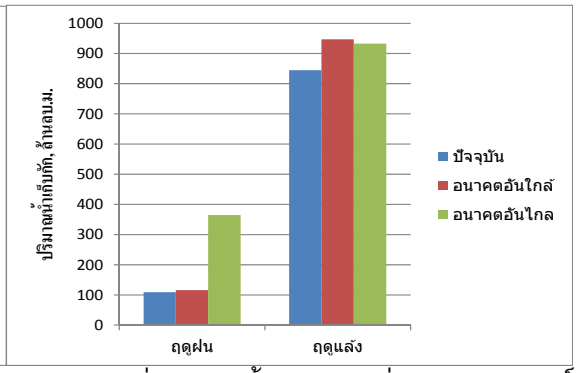
ค) บริหารแบบทั่วไปของเขื่อนสิริกิติ์



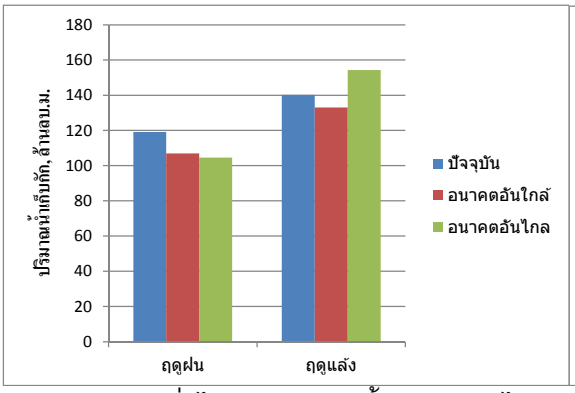
ง) บริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมของเขื่อนสิริกิติ์



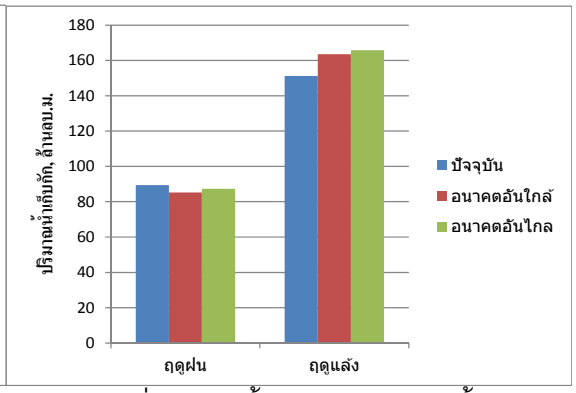
จ) บริหารแบบทั่วไปของเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์



ฉ) บริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมของเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

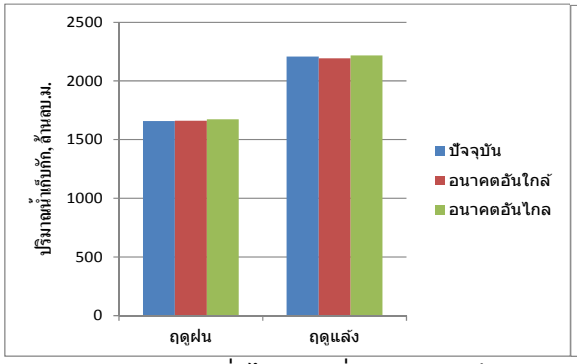


ช) บริหารแบบทั่วไปของอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล

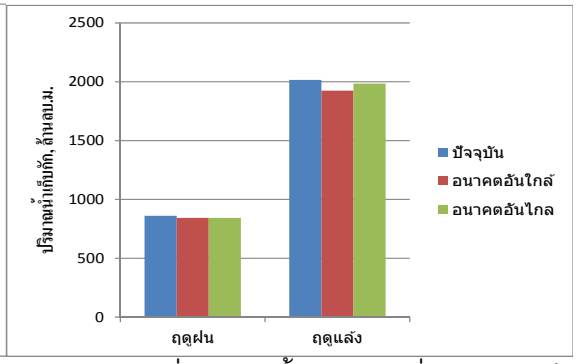


ซ) บริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมของอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล

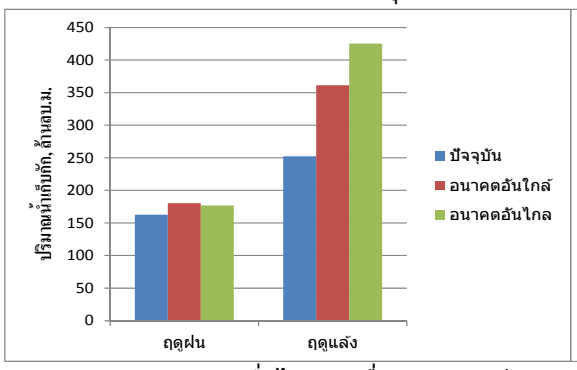
รูปที่ 6-23 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำในปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล



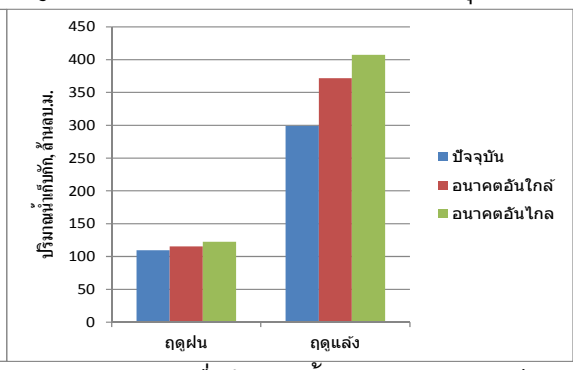
ฌ) บริหารแบบทั่วไปของเขื่อนอุบลรัตน์



ญ) บริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมของเขื่อนอุบลรัตน์

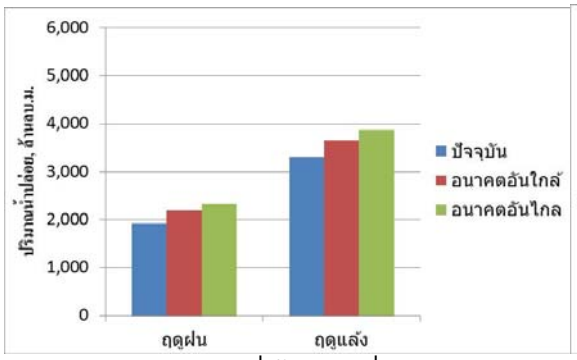


ฎ) บริหารแบบทั่วไปของเขื่อนปราณบุรี

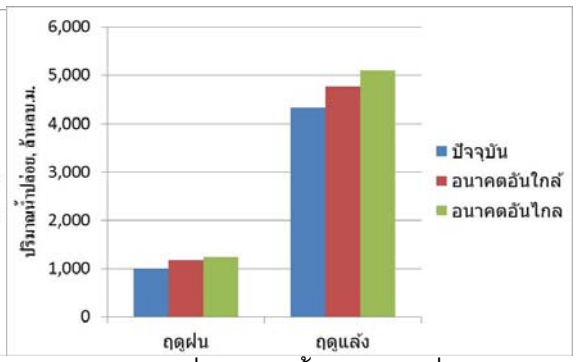


ฏ) บริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมของปราณบุรี

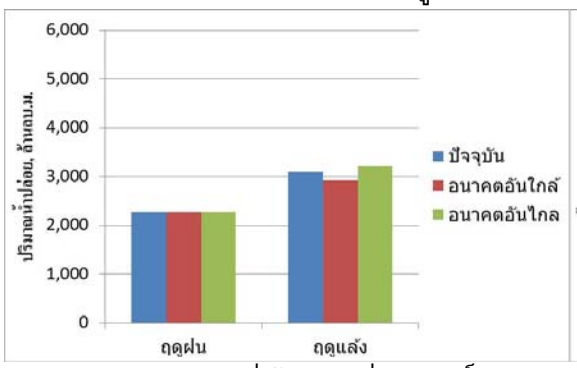
รูปที่ 6-23 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำในปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล (ต่อ)



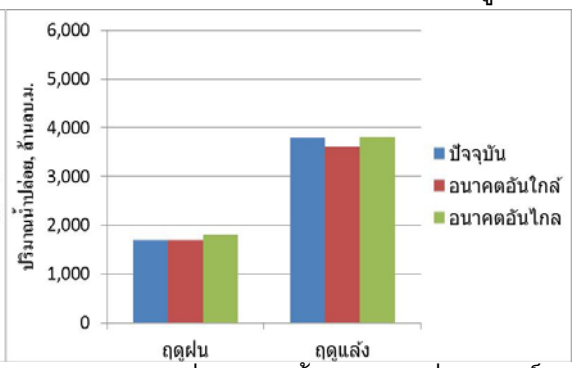
ก) บริหารแบบทั่วไปของเขื่อนภูมิพล



ข) บริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมของเขื่อนภูมิพล

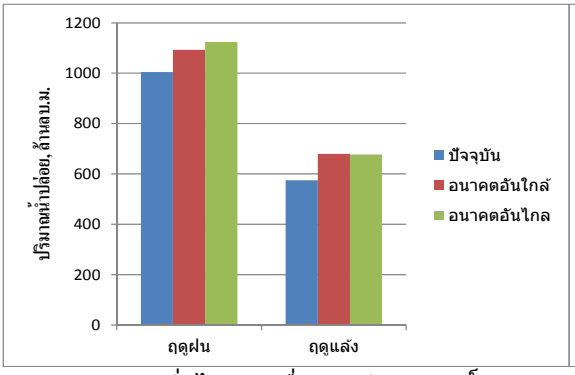


ค) บริหารแบบทั่วไปของเขื่อนสิริกิติ์

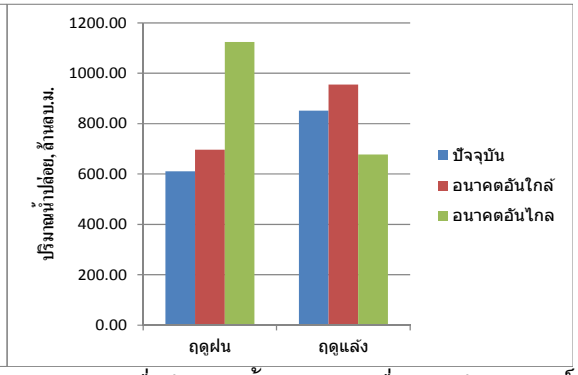


ง) บริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมของเขื่อนสิริกิติ์

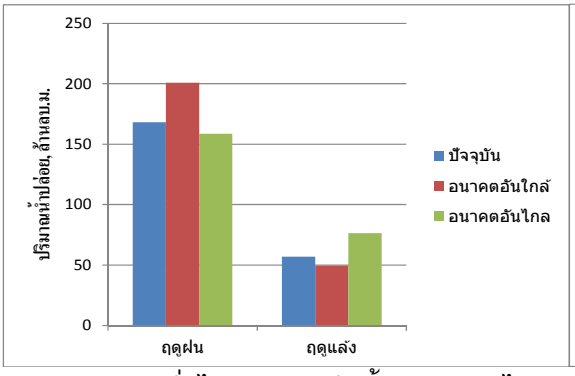
รูปที่ 6-24 เปรียบเทียบปริมาณน้ำปล่อยของอ่างเก็บน้ำในปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล



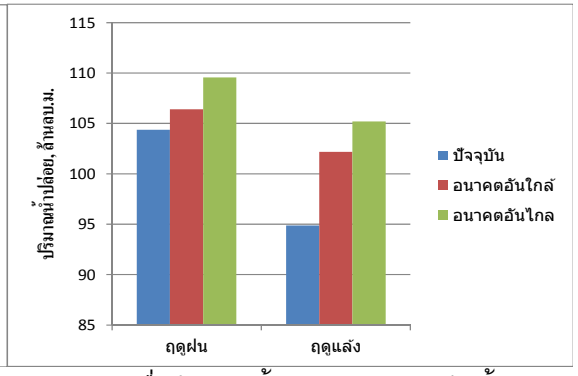
จ) บริหารแบบทั่วไปของเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์



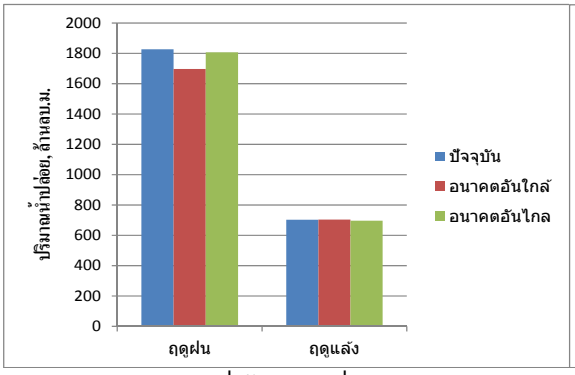
ฉ) บริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมของเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์



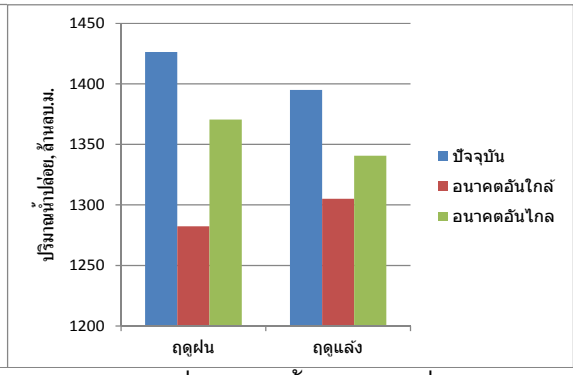
ช) บริหารแบบทั่วไปของอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล



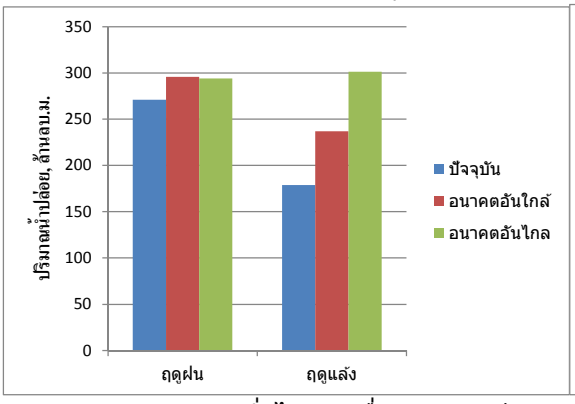
ซ) บริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมของอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล



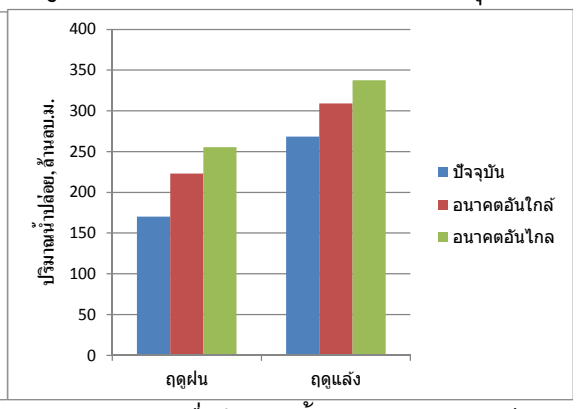
ฌ) บริหารแบบทั่วไปของเขื่อนอุบลรัตน์



ญ) บริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมของเขื่อนอุบลรัตน์



ฎ) บริหารแบบทั่วไปของเขื่อนปราณบุรี



ฏ) บริหารเพื่อจัดการน้ำท่วมของปราณบุรี

รูปที่ 6-24 เปรียบเทียบปริมาณน้ำปล่อยของอ่างเก็บน้ำในปัจจุบัน อนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล (ต่อ)

3. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ต่อการบริหารอ่างเก็บน้ำ

จากการจำลองสภาพการบริหารอ่างฯ ทั้ง 2 เงื่อนไข คือ การบริหารอ่างฯแบบทั่วไป และการบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม จะเห็นได้ว่า ในช่วงต้นฤดูฝน การบริหารอ่างฯแบบทั่วไป มีการเก็บกักน้ำสูงกว่าการบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วม มีการปล่อยน้ำมากกว่า และขาดแคลนน้ำน้อยกว่า ในช่วงต้นฤดูแล้ง การบริหารอ่างฯแบบทั่วไปมีปริมาณน้ำเก็บกักสูงกว่า มีการปล่อยน้ำน้อยกว่า และมีการขาดแคลนน้ำน้อยกว่า ทั้งนี้การบริหารอ่างฯแบบทั่วไปได้คำนึงถึงปริมาณน้ำต้นทุน และปริมาณน้ำปล่อยที่สอดคล้องกับความต้องการด้านท้ายน้ำตามความน่าจะเป็นที่เคยเกิดขึ้นในอดีต ซึ่งการบริหารอ่างฯด้วยวิธีนี้สามารถจัดสรรน้ำตามปริมาณน้ำต้นทุนที่เหมาะสม และลดความขาดแคลนน้ำได้ สำหรับการบริหารอ่างฯ เพื่อจัดการน้ำท่วมมีวัตถุประสงค์เพื่อเร่งระบายน้ำจากอ่างฯในช่วงฤดูแล้ง เพื่อให้อ่างฯมีปริมาตรเหลือมากเพียงพอที่จะเก็บน้ำในฤดูฝน แต่อย่างไรก็ตามการบริหารด้วยวิธีดังกล่าวจะดำเนินการได้ดีในปีที่น้ำมากเพียงเท่านั้น แต่เมื่อคำนึงถึงการบริหารอ่างฯในปีน้ำอื่นๆ หรือในระยะยาวอาจส่งผลให้เกิดการขาดแคลนน้ำได้ทั้งฤดูฝน และฤดูแล้ง โดยในฤดูแล้งถัดไปอาจมีความรุนแรงกว่าเดิม

สำหรับการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พบว่า ในอนาคตอันใกล้ การบริหารอ่างฯของเขื่อนภูมิพล แบบทั่วไป ในฤดูฝนมีแนวโน้มขาดแคลนน้ำเฉลี่ยสูงขึ้น ส่วนในฤดูแล้งมีแนวโน้มขาดแคลนเฉลี่ยน้อยลง ในขณะที่การบริหารอ่างฯเพื่อจัดการน้ำท่วมในฤดูฝนมีแนวโน้มขาดแคลนสูงขึ้น เนื่องจากมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯน้อยลง ประกอลกับมีการปล่อยน้ำในฤดูแล้งมาก ส่วนในฤดูแล้งมีแนวโน้มขาดแคลนลดลงเนื่องจากมีการปล่อยน้ำมากขึ้น ส่วนในอนาคตอันไกล การบริหารอ่างฯแบบทั่วไปในฤดูฝนมีแนวโน้มขาดแคลนเฉลี่ยลดลง ส่วนในฤดูแล้งมีแนวโน้มขาดแคลนเฉลี่ยน้อยลง ในขณะที่การบริหารอ่างฯ เพื่อจัดการน้ำท่วมในฤดูฝนมีแนวโน้มลดลง ส่วนในฤดูแล้งมีแนวโน้มขาดแคลนลดลง ตามลำดับ เนื่องจากมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯมากขึ้น

6.5 สรุปเนื้อหา

มาตรการประเมินผลกระทบ การสอบถามชุมชนต่อทางออก และข้อเสนอในการปรับตัวในแต่ละโครงการจะมีความแตกต่างตามสภาพภูมิประเทศและศักยภาพทรัพยากรในแต่ละพื้นที่ จากกรณีตัวอย่างที่เสนอ พอสรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

โครงการชลประทานพลายชุมพล (เป็นโครงการชลประทานเต็มรูปแบบ) ได้รับผลกระทบจากสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเนื่องจากอุณหภูมิสูงขึ้น และปริมาณฝนในช่วงอนาคตอันใกล้มีแนวโน้มลดลง และมีความแตกต่างระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง การปรับตัวในช่วงปีน้ำแล้ง จำต้องหาแหล่งน้ำสำรองเพิ่มและการใช้น้ำบาดาลมาช่วย ซึ่งก็จะส่งผลต่อการลดของระดับน้ำใต้ดินในช่วงดังกล่าว

โครงการชลประทานวังบัว (เป็นโครงการชลประทานไม่เต็มรูปแบบ) จะได้รับผลกระทบเนื่องจากการจัดสรรน้ำจากแม่น้ำปิงมีโอกาสลดลงในช่วงน้ำน้อยจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง จำต้องพิจารณาหาแหล่งเก็บกักสำรอง การปรับระบบให้น้ำเป็นเวรน้ำ ช่วยในช่วงปีน้ำแล้ง

การประเมินผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงจะทำให้โครงการบรรเทาน้ำท่วมเมืองสุโขทัยลดประสิทธิผลลงเนื่องจากอัตราไหลน้ำหลากมีแนวโน้มสูงขึ้น จึงควรมีมาตราการปรับตัวเสริม โดยมีแผนที่เสี่ยงภัย ระบบเตือนภัยและทางระบายน้ำล้น พร้อม ทางน้ำหลากเพิ่มเติม ในช่วงน้ำหลากในอนาคต

กรณีการศึกษาปรับปรุงเกณฑ์การปล่อยน้ำจากเขื่อนเป็นอีกมาตรการปรับตัวหนึ่งที่อาจนำมาใช้ โดยอาศัยเหตุการณ์น้ำท่วม ๒๐๑๑ มาเป็นตัวอย่าง เพื่อลดภาระการปล่อยน้ำในช่วงน้ำหลาก ซึ่งจะมีส่วนช่วยลดภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ใต้เขื่อนได้อีกทางหนึ่ง (แต่ก็สร้างโอกาสเกิดภาวะแล้งในปีถัดไปด้วยเช่นกัน)

บทที่ 7
การวางแผนด้านน้ำต่อไปในอนาคต

บทนี้นำเสนอแนวคิดใหม่ในการวางแผนด้านน้ำในอนาคต โดยนำแนวคิดของ การวางแผนแบบหลายภาพฉาย การจัดการความเสี่ยง ความยั่งยืน (resilience) และ ความมั่นคงด้านน้ำมาประกอบการวางแผน นอกจากนี้ยังได้เสนอข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอนาคต (ภายใต้ AR5 ปี2014) การประเมินผลประโยชน์และเสียหายเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจประกอบ

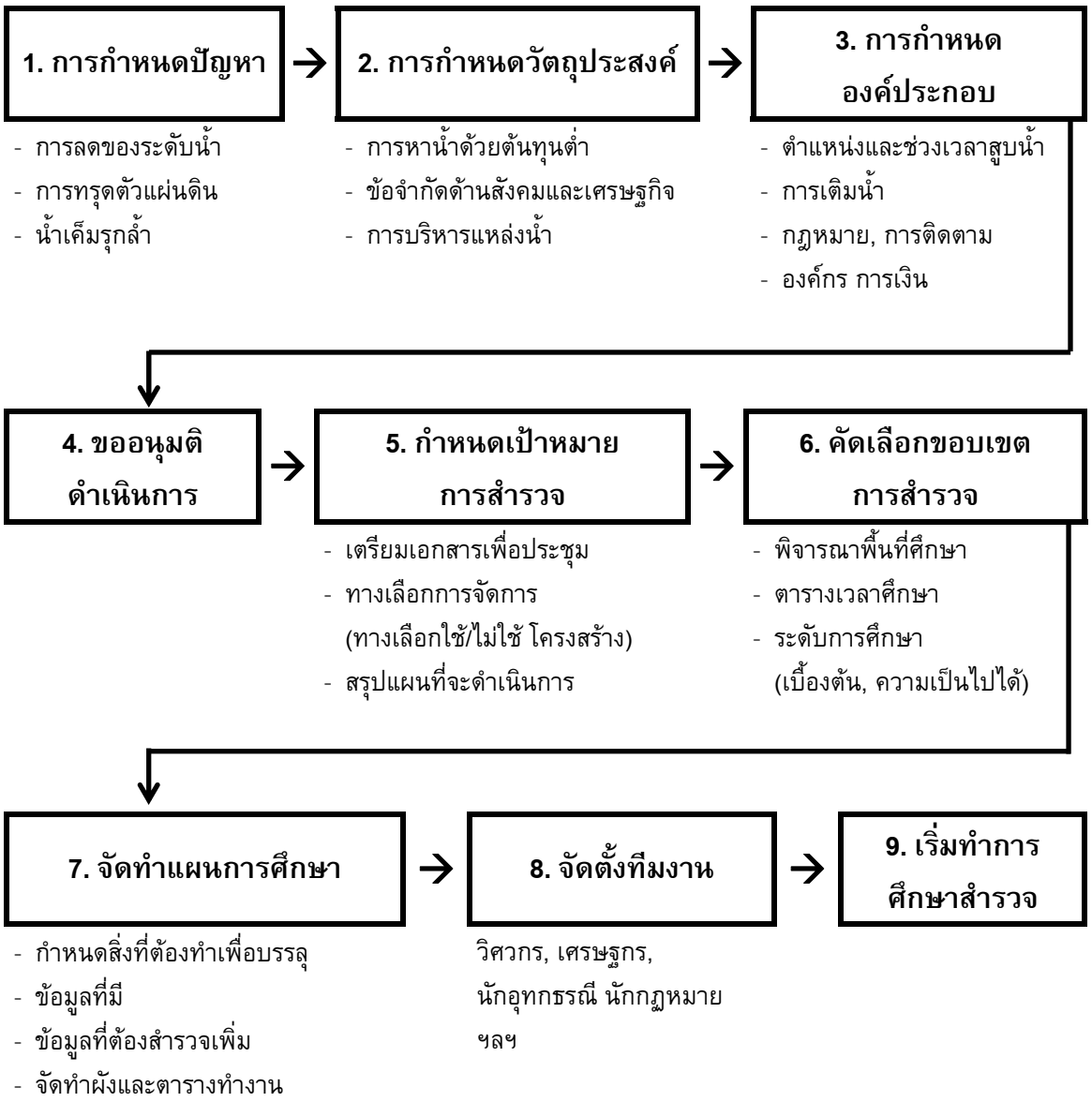
7.1 ขั้นตอนการวางแผนด้านน้ำที่ผ่านมา

ในการวางแผนด้านน้ำจะเป็นการพิจารณาโครงการอย่างมีระบบ เริ่มจากวัตถุประสงค์ของโครงการ การพิจารณาแนวทางเลือก การประเมินทางเลือก จะตัดสินใจคัดเลือกและดำเนินงาน การดำเนินงานจะเป็นการออกแบบโครงการทุกอย่าง (ยกเว้นการออกแบบโครงสร้างในรายละเอียด) เพื่อเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจเดินหน้า หรือ ยกเลิกโครงการ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ โดยเฉพาะโครงการด้านน้ำซึ่งมีลักษณะเฉพาะทั้งทางกายภาพและการกำหนดด้านเศรษฐกิจ ในแต่ละโครงการ

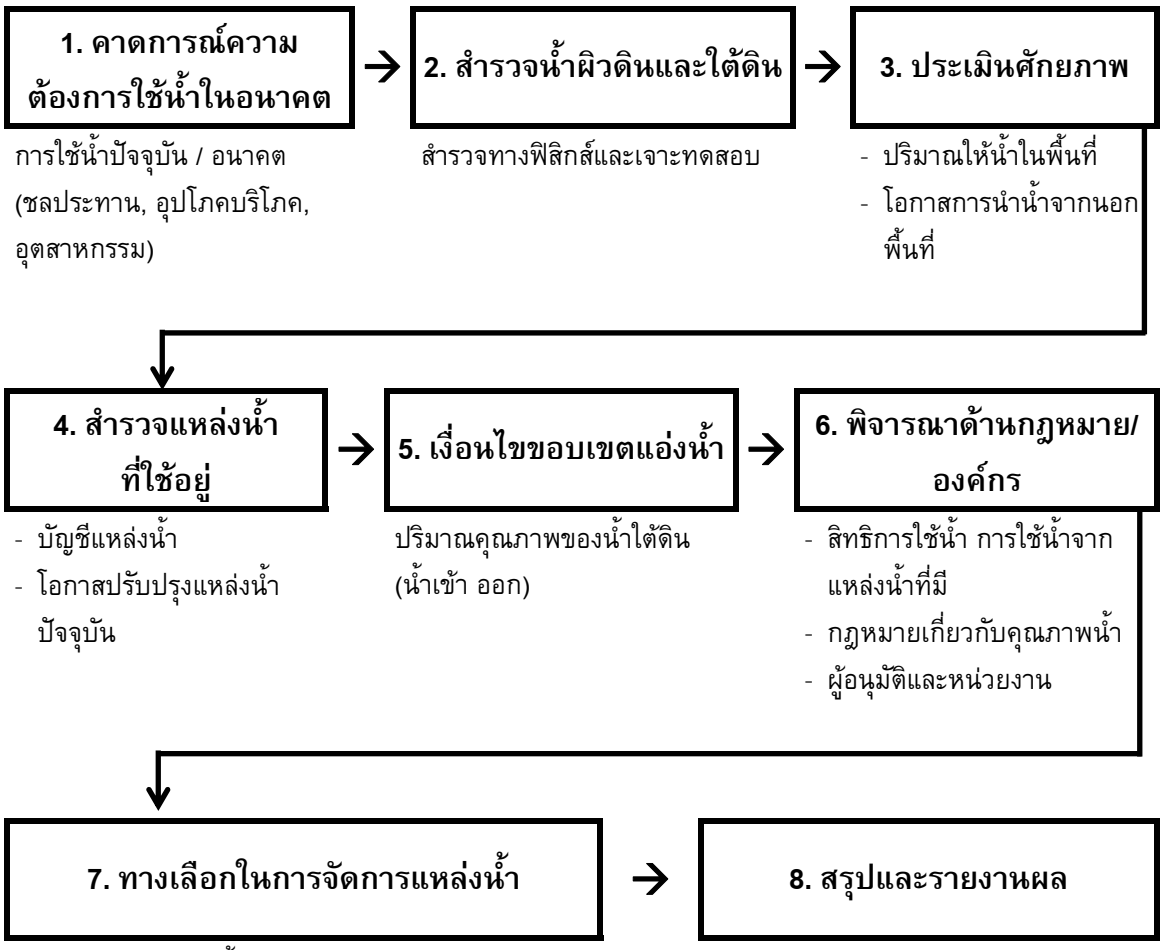
การวางแผนด้านน้ำจะมีการดำเนินการในหลายระดับ ตั้งแต่ระดับประเทศ(มหภาค) ภูมิภาค(ลุ่มน้ำ) จังหวัด ลุ่มน้ำย่อย ตำบล และชุมชน ในระดับประเทศ จะเริ่มจากการกำหนดเป้าหมายในการวางแผนในภาพรวม เช่น ส่งออก การผลิตอาหาร พลังงานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่อยู่อาศัยเป็นต้น จากนั้นจึงนำทรัพยกรน้ำมาเป็นปัจจัยนำเข้า ว่าต้องมีเท่าไรจึงเพียงพอ และในวางแผนในหลายประเทศมักจะเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงานซึ่งจะต้องมีการประสานงาน กำหนดวิธีการร่วมเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบร่วมกันได้ เช่นเดียวกับ การวางแผนในระดับลุ่มน้ำหรือจังหวัด ก็จะเป็นการประสานงานวางแผนระหว่างหน่วยงานต่างๆ เพื่อให้เกิดกลยุทธร่วม การถ่ายทอดปัจจัย สู่เป้าหมายการพัฒนาในพื้นที่นั้นๆได้ จากนั้นจึงเป็นการวางแผนระดับแผนงาน และโครงการเพื่อการตัดสินใจต่อไป โดยคำนึงถึงประสิทธิผลของการจัดการน้ำต่อเป้าหมายการพัฒนา ในการประเมิน กลยุทธ แผนงาน มักจะใช้ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ สังคม เป็นเกณฑ์พิจารณา เพื่อตอบโจทย์การพัฒนาในพื้นที่ได้ เช่น การลงทุนด้านทรัพยากรน้ำจะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ส่งออก หรือ ตอบการบริโภคในประเทศได้เท่าไร หรือ ช่วยลดความเสียหายจากการเกิดพิบัติภัยได้เท่าไร เป็นต้น

การวางแผนระดับโครงการ อาจมีได้หลายระดับ โดยอาจเริ่มจากการศึกษาเบื้องต้น (reconnaissance) เพื่อรวบรวมข้อมูลและตัดโครงการหรือกิจกรรมที่ไม่จำเป็นออก ก่อนจะดำเนินการในขั้นตอน prefeasibility หรือ feasibility ต่อไป การดำเนินการเป็นระดับ เพื่อพยายามลดค่าใช้จ่ายในการศึกษา โดยการตัดงานบางงานที่คาดว่าไม่เกี่ยวข้องออก ในการศึกษาในระดับความเป็นไปได้ จำเป็นต้องมีการออกแบบโครงสร้างในรายละเอียดเพื่อให้

สามารถประมาณราคาค่าก่อสร้างได้ถูกต้อง เนื้อหาในการศึกษาความเป็นไปได้ประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ การวางแผนการศึกษา การคาดการณ์ในการวางแผน (ล่วงหน้าไปกี่ปี) การกำหนดโครงการ และการประเมินโครงการ ซึ่งอาจรวมการประเมินด้านสิ่งแวดล้อมในระหว่างวางแผนด้วย (Ray K. Linskley, J.B. Franzini, 1979; David K. Todd, et. al., 2009)

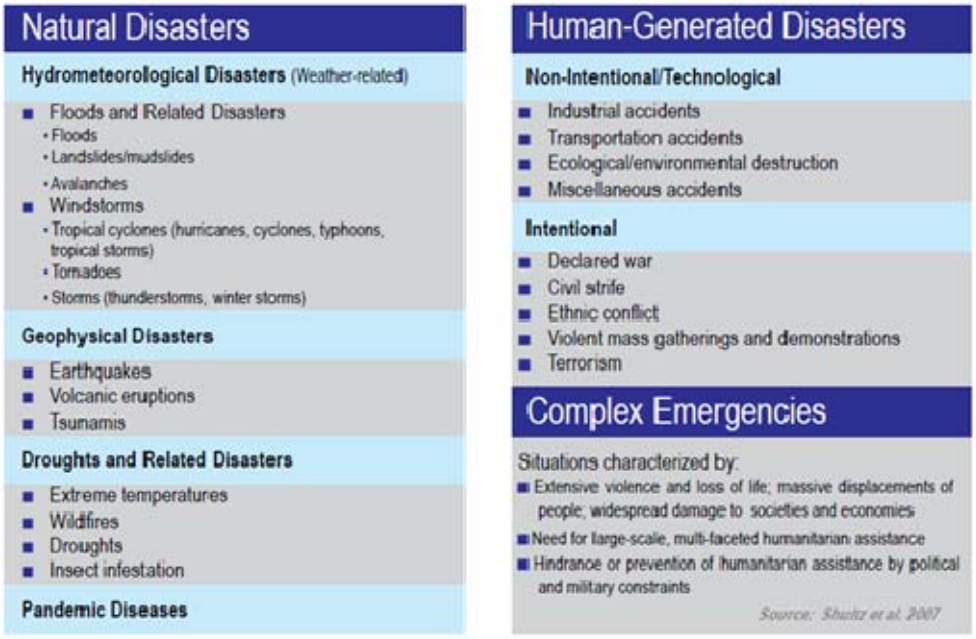


รูปที่ 7-1 ขั้นตอนการเตรียมการศึกษา



รูปที่ 7-2 ขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้

การวางแผนในการจัดการภัยพิบัติ (แบ่งประเภทพิบัติภัยตามรูปที่ 7-3) จะยึดวงจรการจัดการภัยพิบัติ (disaster management cycle) โดยจะออกแบบให้เกิดกิจกรรมในแต่ละช่วงให้ครบวงจร 2P2R ตั้งแต่การเตรียมการ(preparedness) การรับภัย (response) การแก้ไข (recovery) และการวางแผนป้องกัน (preventive mitigation) ดังรูปที่ 7-4 เพื่อการป้องกัน และลดความเสียหายเมื่อเกิดวิบัติภัยขึ้น



รูปที่ 7-3 ตัวอย่างวิบัติภัยตามประเภทต่างๆ (ที่มา:CDEEP, 2007)

รูปที่ 7-4 วงจรการบริหารพิบัติภัย (ที่มา: Das Gupta, 2013)

7.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและแนวโน้มในอนาคตของไทย

การศึกษาปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุดในบริบท AR5 เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาวะความรุนแรงของฝนจากดัชนีปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุด โดยการวิเคราะห์แบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก กล่าวคือ ส่วนที่หนึ่งเป็นการศึกษาปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุดในช่วงเวลาปัจจุบัน (ค.ศ. 1979-2006) เพื่อทำการเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างแบบจำลอง MRI-AGCM 3.1S (AR4 ชุดปี 2009) และแบบจำลอง MRI-AGCM 3.2S (AR5 ชุดปี 2014) โดยทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุดในเชิงพื้นที่และเวลา และการแจกแจงความน่าจะเป็นของดัชนีปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุด

การวิเคราะห์ส่วนที่สองเป็นการศึกษาสภาวะความรุนแรงของฝนที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงอนาคต ซึ่งแบ่งออกเป็น ช่วงอนาคตอันใกล้ (ค.ศ. 2015-2039) และช่วงอนาคตอันไกล (ค.ศ. 2075-2099) โดยทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุดในเชิงพื้นที่และเวลา และสรุปการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุดในระดับลุ่มน้ำของประเทศไทย

7.3 ดัชนีปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุดที่ใช้ในการศึกษาวางแผน

การประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสภาวะความรุนแรงของภูมิอากาศในประเทศไทย ได้ใช้ดัชนีปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุด (Extreme Precipitation Indices) จำนวน 8 ดัชนี ดังแสดงในตารางที่ 7-1 ซึ่งดัชนีทั้งหมดคำนวณจากข้อมูลอนุกรมรายวันของฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกของแต่ละกริด เพื่อแสดงถึงจำนวนเหตุการณ์ดังกล่าวในคาบเวลาหนึ่งปี (annual time scale) นอกจากนี้ยังได้คำนวณดัชนีดังกล่าวเพิ่มในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม – ตุลาคม) และฤดูแล้ง (พฤศจิกายน – ธันวาคม) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของทั้งสองดัชนีตามฤดูกาล (สุจริต และคณะ, 2558)

ตารางที่ 7-1 ดัชนีปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุดที่ใช้ในการศึกษา

ดัชนีฝน	**คำนิยาม**	**หน่วย**
CDD	Maximum number of consecutive dry days (Rday < 1 mm)	Days
CWD	Maximum number of consecutive wet days (Rday $\geq$ 1 mm)	Days
Rx1Day	Maximum 1-day rainfall amount	mm
Rx5Day	Maximum 5-day rainfall amount	mm

- จำนวนวันที่ฝนไม่ตกและจำนวนวันที่ฝนตกอย่างต่อเนื่อง เป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงระยะเวลาที่ยาวนานที่สุดที่ฝนไม่ตกและฝนตกอย่างต่อเนื่อง มักใช้ในการประเมินความแห้งแล้งและเปียกชุ่มที่เกิดขึ้นในรอบหนึ่งปี
- จำนวนวันที่ฝนตกหนักและหนักมาก (Number of heavy and very heavy rainfall days: R10 and R20)

เป็นดัชนีฝนซึ่งแสดงถึงระยะเวลาที่ฝนตกอย่างน้อย 10 มิลลิเมตร ขึ้นไปอย่างต่อเนื่อง และในกรณีของฝนที่ตกหนักมาก จะพิจารณาที่ปริมาณฝนอย่างน้อย 20 มิลลิเมตร ขึ้นไป ดัชนีฝนทั้งสองนี้จะใช้ในการประเมินสภาวะของความชุ่มชื้นและเป็นแหล่งข้อมูลในการช่วยประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นของการเกิดอุทกภัยได้

- ปริมาณฝนสะสมสูงสุด 1 วัน และ 5 วัน (Maximum 1-day and 5-days precipitation: Rx1Day and Rx5Day)

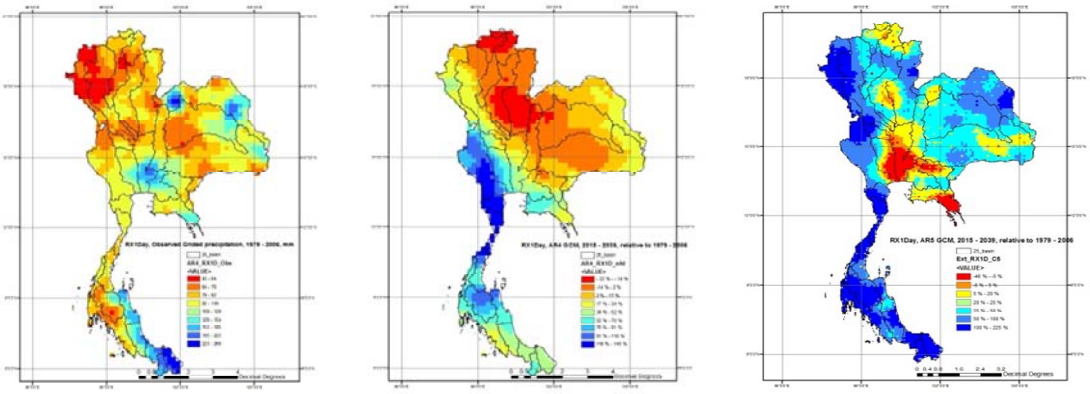
เป็นดัชนีปริมาณฝนสะสมสูงสุดซึ่งนิยมใช้ในงานด้านอุตุนิยมวิทยาเพื่อประเมินความรุนแรงของฝน มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร

- ดัชนีความเข้มฝนรายวัน (Simple Daily Intensity Index: SDII)
- ใช้วัดปริมาณความเข้มของฝน มีหน่วยคือ มิลลิเมตรต่อวันที่ฝนตกต่อปี (mm/wet days) ดัชนีนี้ใช้เป็นตัวชี้วัดความรุนแรงของปริมาณฝนที่เกิดขึ้นได้เช่นกัน
- สัดส่วนของปริมาณฝนที่เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 (R95T)

เป็นดัชนีฝนซึ่งคำนวณสัดส่วนของปริมาณฝนที่อยู่ในระดับมากกว่าร้อยละ 95 ของฝนรายวันทั้งหมดต่อปี เพื่อใช้ในการพิจารณาปริมาณความรุนแรงและความเข้มของฝน

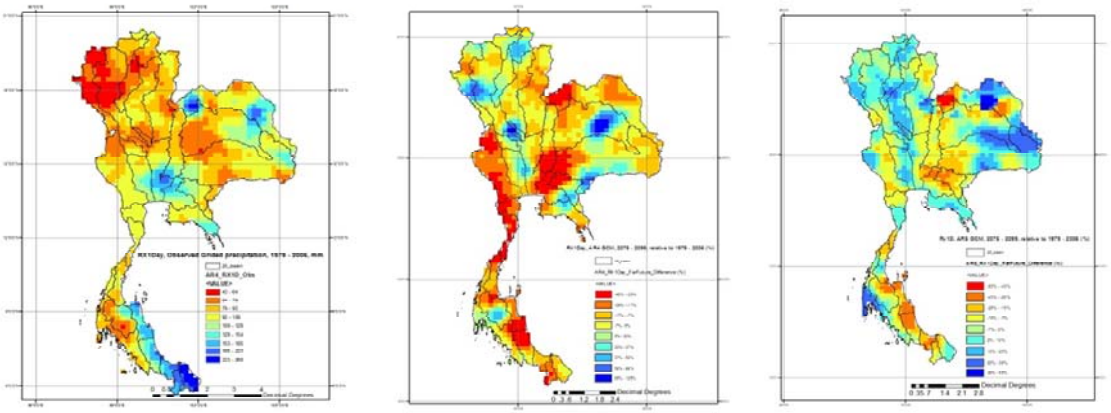
7.3.1 การวิเคราะห์ดัชนี RX1Day และ RX5Day

จากรูปที่ 7-5 ผลการจำลองดัชนีฝนสุดขีด Rx1Day ในอนาคตอันใกล้ (Near Future) จากแบบจำลอง AR4 นั้นมีแนวโน้มลดลงประมาณร้อยละ 14 – 32 จากปัจจุบันเป็นส่วนใหญ่ของพื้นที่ตอนกลางของลุ่มน้ำยมและน่าน ลุ่มน้ำกก และลุ่มน้ำโขงบริเวณภาคเหนือ ลดลงร้อยละ 2 – 14 ของพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน ลุ่มน้ำชีและมูลตอนกลาง และจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 17 – 34 บริเวณตะวันตกของลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำสาละวิน ลุ่มน้ำโขงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพิ่มขึ้นร้อยละ 34 – 70 บริเวณลุ่มน้ำท่าจีน ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง และลุ่มน้ำชายฝั่งภาคตะวันออก ปริมาณฝนสะสมสูงสุดหนึ่งวันจะเพิ่มขึ้นมากที่สุดกว่าร้อยละ 116 – 145 ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำเพชรบุรี ลุ่มน้ำประจวบคีรีขันธ์ และลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ในกรณีของแบบจำลอง AR5 ค่าของ RX1Day จะมีแนวโน้มสวนทางกับฝนแบบจำลอง AR4 อย่างชัดเจน โดยปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย ตั้งแต่ร้อยละ 25 – 50 ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน โขง-ชี – มูล ตามลำดับ และกว่าร้อยละ 50 – 225 ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาละวิน ปิง แม่กลอง เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ลุ่มน้ำตาปี ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก แต่จะลดลงร้อยละ 5 – 46 ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง และลุ่มน้ำชายฝั่งภาคตะวันออก



a) b) c)

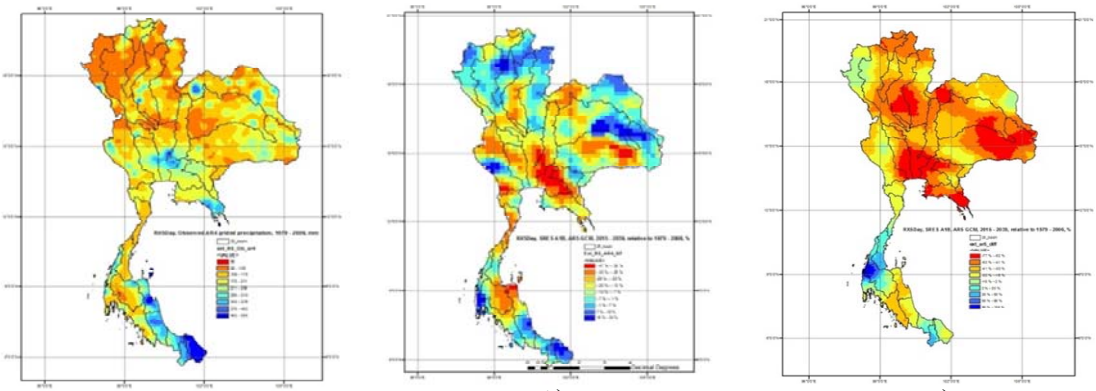
รูปที่ 7-5 ผลต่างการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน RX1Day (Max 1-Day rainfall) ในอนาคตอันใกล้ ระหว่าง a) ฝนสังเกตการณ์ b) ฝนจากแบบจำลอง MRI – AGCM 3.1S และ c) MRI – AGCM 3.2S



a) b) c)

รูปที่ 7-6 ผลต่างการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน RX1Day (Max 1-Day rainfall) ในอนาคตอันไกล ระหว่าง a) ฝนสังเกตการณ์ b) ฝนจากแบบจำลอง MRI – AGCM 3.1S และ c) MRI – AGCM 3.2S

จากรูปที่ 7-6 เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของดัชนีฝนสุดขีด RX1Day ในช่วงอนาคตอันไกล (Far Future) จากแบบจำลอง AR4 นั้นมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 28 – 48 จากปัจจุบันในส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำเพชรบุรี และลุ่มน้ำประจวบคีรีขันธ์ ลุ่มน้ำบางปะกงตอนใต้ของลุ่มน้ำป่าสัก และบางส่วนของลุ่มน้ำมูล ดัชนี RX1Day จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 - 37 ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาละวิน ลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำโตนเลสาป ตอนใต้ของลุ่มน้ำปราจีนบุรี ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ส่วนแบบจำลอง AR5 พบว่าดัชนี RX1Day มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 - 10 ในลุ่มน้ำสาละวัน ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน ลุ่มน้ำท่าจีน ลุ่มน้ำฝั่งทะเลตะวันออก รวมถึงบริเวณภาคใต้ ได้แก่ ลุ่มน้ำประจวบคีรีขันธ์ ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก และเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 36 – 55 ในทางตะวันออกของลุ่มน้ำโขง ชี และมูล

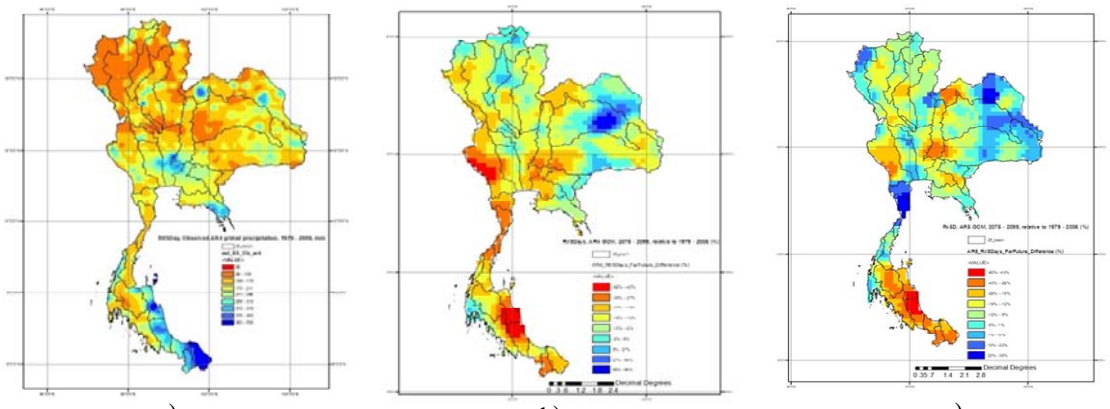


a) b) c)

รูปที่ 7-7 ผลต่างเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน RX5Day (Max 5-Day rainfall) ในอนาคตอันใกล้ ระหว่าง a) ฝนสังเกตการณ์ b) ฝนจากแบบจำลอง MRI – AGCM 3.1S และ c) MRI – AGCM 3.2S

ในรูปที่ 7-7 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีฝนสุดขีด RX5Day ในช่วงอนาคตอันใกล้ (Near Future) จากแบบจำลอง AR4 พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันร้อยละ 18 – 30 ในพื้นที่ตอนเหนือของลุ่มน้ำสาละวิน ปิง วัง ยม และ น่าน ลุ่มน้ำโขง ชี และมูล รวมถึงบางส่วนของลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ลุ่มน้ำปัตตานี และลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก พื้นที่ตอนกลางจรดตอนล่างลุ่มน้ำยม ตอนเหนือของลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ลุ่มน้ำบางปะกง ละลุ่มน้ำปราจีนบุรี ค่า RX5Day จะลดลงร้อยละ 20 – 47 และลดลงเล็กน้อย (ร้อยละ1 – 7) ในพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำปิง ตอนเหนือของลุ่มน้ำสาละวิน ลุ่มน้ำน่าน และลุ่มน้ำโขง ในกรณีของแบบจำลอง AR5 ทุกลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันตก และพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคใต้ ยกเว้นลุ่มน้ำประจวบคีรีขันธ์ บริเวณลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกและตะวันตก และลุ่มน้ำปัตตานี ที่ RX5day จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 – 25 จนถึงร้อยละ 55 – 159

ในรูปที่ 7-8 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีฝนสุดขีด RX5Day ในช่วงอนาคตอันไกล (Far Future) จากแบบจำลอง AR4 พบว่ามีแนวโน้มลดลงร้อยละ 10 - 18 จากปัจจุบันในพื้นที่บางส่วนของทุกๆลุ่มน้ำในภาคเหนือ และจะลดลงมากถึงร้อยละ 40 - 62 ในลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำเพชรบุรี ลุ่มน้ำประจวบคีรีขันธ์ ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก และลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ส่วนผลการจำลองด้วยฝนจากแบบจำลอง AR5 พบว่าดัชนี RX5Days มีแนวโน้มใกล้เคียงกับแบบจำลอง AR4 แต่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรี และลุ่มน้ำประจวบคีรีขันธ์ ดัชนี RX5Days มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 23 - 38 จากปัจจุบัน



a) b) c)

รูปที่ 7-8 ผลต่างเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน RX5Day (Max 5-Day rainfall) ในอนาคตอันไกล ระหว่าง a) ฝนสังเกตการณ์ b) ฝนจากแบบจำลอง MRI – AGCM 3.1S และ c) MRI – AGCM 3.2S

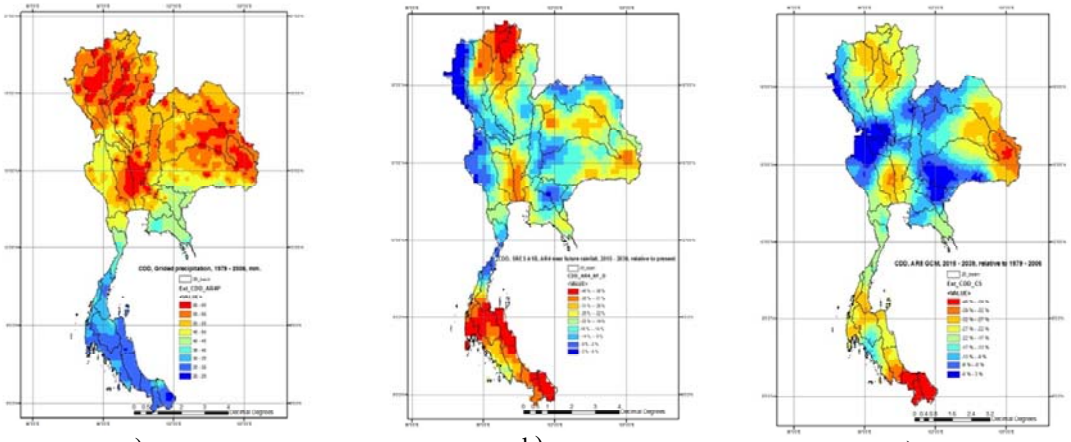
7.3.2 การวิเคราะห์ดัชนี CDD และ CWD

ดัชนี CDD (Maximum Consecutive Dry Days) และ CWD (Maximum Consecutive Wet Days) เป็นดัชนีซึ่งมีความสำคัญและมีการนำไปใช้เป็นข้อมูลซึ่งนักอุตุและอุทกวิทยาต่างใช้เป็นดัชนีชี้วัดความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นอยู่เสมอ ๆ

ในการศึกษาเปรียบเทียบดัชนี CDD ด้วยแบบจำลอง AR4 และ AR5 ในช่วงอนาคตอันใกล้ (Near Future) จากรูปที่ 7-8 ถึง 7-11 ในอนาคตอันใกล้ สรุปสภาพโดยรวมพบว่า จำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดได้ลดลงถึงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ร้อยละ -2 – 9) ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาละวิน ลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ลุ่มน้ำบางปะกง และรอยต่อของลุ่มน้ำป่าสัก ลุ่มน้ำชีและมูล ลดลงร้อยละ 14 – 22 ในตอนใต้ของลุ่มน้ำปิง วัง ยม และส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำน่าน และจะลดลงมากกว่าร้อยละ 30 – 45 ในพื้นที่ลุ่มน้ำกก โขง ตอนบนของลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง และกลุ่มลุ่มน้ำหลักของภาคใต้ ได้แก่ ลุ่มน้ำชายฝั่งตะวันออก ตะวันตก ลุ่มน้ำตาปี ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ลุ่มน้ำปัตตานี ในกรณีของแบบจำลอง AR5 จำนวนวันฝนทิ้งช่วงจะลดลงน้อยกว่าและกินพื้นที่กว้างขวางกว่าเมื่อเทียบกับแบบจำลอง AR4 ได้แก่ พื้นที่ลุ่มน้ำสาละวิน ตอนเหนือของลุ่มน้ำแม่กลอง ตอนใต้ของลุ่มน้ำปิง ยม และน่าน ลุ่มน้ำสะแกกรัง ตอนเหนือของลุ่มน้ำป่าสัก ลุ่มน้ำปราจีนบุรี และลุ่มน้ำมูล โดยจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดจะลดลงถึงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ร้อยละ -5 - 3) จากปัจจุบัน พื้นที่ซึ่งลดลงมากที่สุด คือ ลุ่มน้ำปัตตานี และลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก โดยจะลดลงมากกว่าร้อยละ 39 – 46

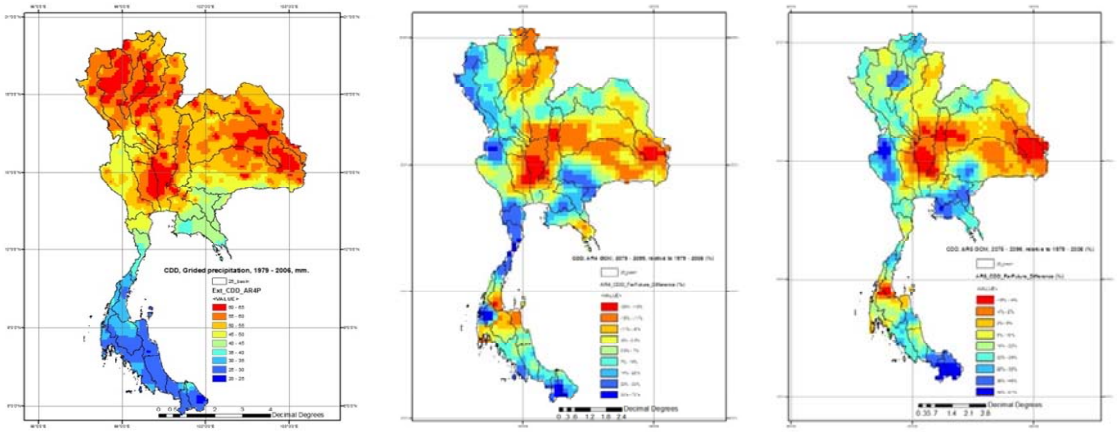
การศึกษาเปรียบเทียบดัชนี CDD ด้วยแบบจำลองฝน AR4 ในช่วงอนาคตอันไกล พบว่าจำนวนวันฝนแล้งสะสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 33 – 70 ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาละวิน ตอนเหนือของลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำเพชรบุรี ลุ่มน้ำประจวบคีรีขันธ์ ตอน

เหนือของลุ่มน้ำตาปี และลุ่มน้ำปัตตานี ในทางตรงกันข้ามพื้นที่ซึ่งดัชนี CDD มีแนวโน้มลดลงร้อยละ 18 – 28 จากปัจจุบัน ได้แก่ ตอนเหนือของลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง และท่าจีน รวมถึงพื้นที่บางส่วนของลุ่มน้ำชี และลุ่มน้ำมูล ในกรณีของแบบจำลองฝน AR5 พบว่าภาพรวมมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน แต่การเปลี่ยนแปลงจะชัดเจนในลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก และลุ่มน้ำปัตตานี ซึ่งมีแนวโน้มว่าค่าดัชนี CDD จะเพิ่มขึ้น ได้ถึงร้อยละ 46 – 61 จากปัจจุบัน



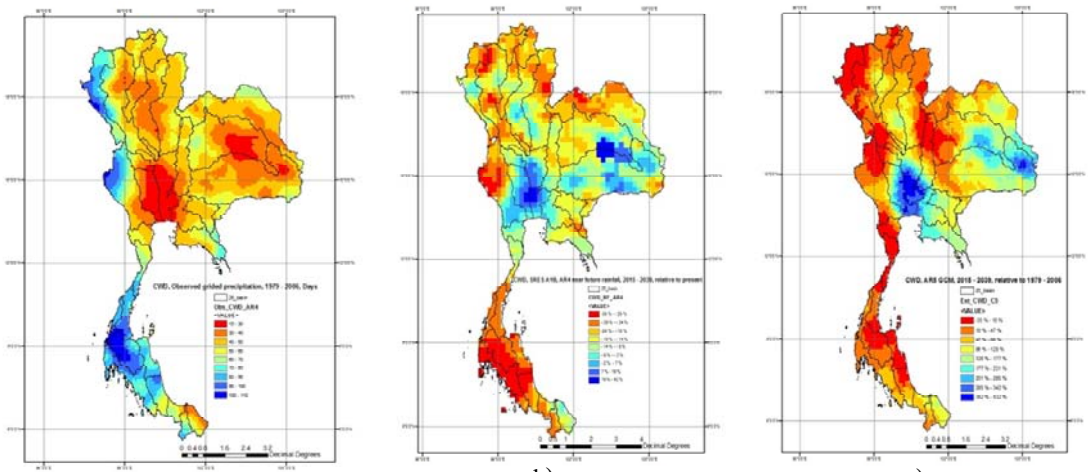
a) b) c)

รูปที่ 7-8 ผลต่างเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน CDD (Consecutive Dry Days) ในอนาคตอันใกล้ ระหว่าง a) ฝนสังเกตการณ์ b) ฝนจากแบบจำลอง MRI – AGCM 3.1S และ c) MRI – AGCM 3.2S



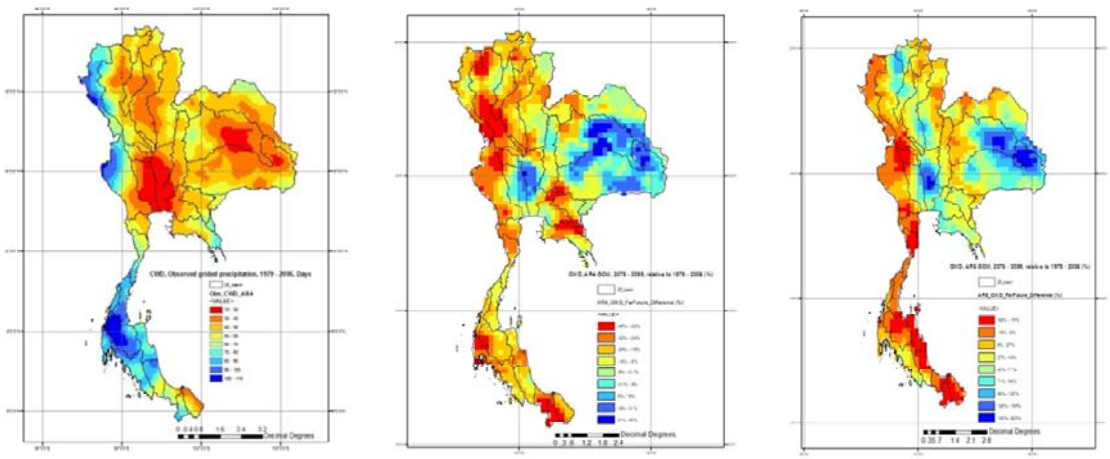
a) b) c)

รูปที่ 7-9 ผลต่างเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน CDD (Consecutive Dry Days) ในอนาคตอันไกล ระหว่าง a) ฝนสังเกตการณ์ b) ฝนจากแบบจำลอง MRI – AGCM 3.1S และ c) MRI – AGCM 3.2S



a) b) c)

รูปที่ 7-10 ผลต่างเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน CWD (Consecutive Wet Days) ในอนาคตอันใกล้ ระหว่าง a) ฝนสังเกตการณ์ b) ฝนจากแบบจำลอง MRI – AGCM 3.1S และ c) MRI – AGCM 3.2S



a) b) c)

รูปที่7-11 ผลต่างเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของดัชนีฝน CWD (Consecutive Wet Days) ในอนาคตอันไกล ระหว่าง a) ฝนสังเกตการณ์ b) ฝนจากแบบจำลอง MRI – AGCM 3.1S และ c) MRI – AGCM 3.2S

สำหรับการศึกษาเปรียบเทียบดัชนี CWD ในอนาคตอันใกล้ ของฝนแบบจำลองภูมิอากาศโลก AR4 และ AR5 พบว่า จากรูป b) ค่า CWD ของแบบจำลอง AR4 จะลดลงร้อยละ 29 – 38 เทียบกับปัจจุบัน ในพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำสาละวิน ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน ลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำโขง และกลุ่มลุ่มน้ำในภาคใต้ เช่น ลุ่มน้ำประจวบฯ ลุ่มน้ำตาปี ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตกและตะวันออก ลดลงร้อยละ 14 – 19 ในตอนกลางของลุ่มน้ำยม และพื้นที่ลุ่มน้ำภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ และลุ่มน้ำภาคตะวันออก ขณะที่พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างจะมีค่า CWD เพิ่มขึ้นสูงสุดร้อยละ 19 – 42

สำหรับการศึกษาเปรียบเทียบดัชนี CWD ในอนาคตอันไกล ของฝนแบบจำลองภูมิอากาศโลก AR4 พบว่ามีแนวโน้มลดลงร้อยละ 32 - 45 ในพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำในภาคตะวันตกและภาคใต้ของประเทศไทย แต่จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 31 – 50 ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง และทางตะวันออกของลุ่มน้ำโขง ชี และมูล ในกรณีของแบบจำลองฝน AR5 พบว่าแนวโน้มของการลดลงและเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกับของ AR4 มากนัก โดย CWD จะลดลงร้อยละ 15 – 52 ในพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำในภาคตะวันตกและภาคใต้ของประเทศไทย

7.4 แนวคิดใหม่ของการวางแผนด้านน้ำ

ในการวางแผนระดับประเทศ ในช่วงหลังนี้ องค์กรระหว่างประเทศมีการกำหนดหัวข้อให้แต่ละประเทศคำนึงถึงการพัฒนาอย่างยั่งยืน (sustainable development) และกำหนดวาระการพัฒนาของโลกภายหลัง คศ 2015 (ตามตารางที่ 7-2, สนช 2558) ซึ่งประเทศไทยก็นำกรอบแนวคิดดังกล่าวมากำหนดทิศทางของแผนพัฒนาฯฉบับที่ 12 นอกจากนี้ทางด้านพิบัติภัยเอง จากเหตุการณ์วิบัติภัยที่เกิดขึ้นหลังปี 1970 ได้มีการประชุมระดับนานาชาติเพื่อกำหนดกรอบนโยบายรับมือ (เช่น Hyogo Framework for Action) เพื่อให้ประเทศต่างๆนำไปปฏิบัติลดความเสียหายจากภัยพิบัติ ข้อเสนอแนะที่สรุปได้ดังนี้

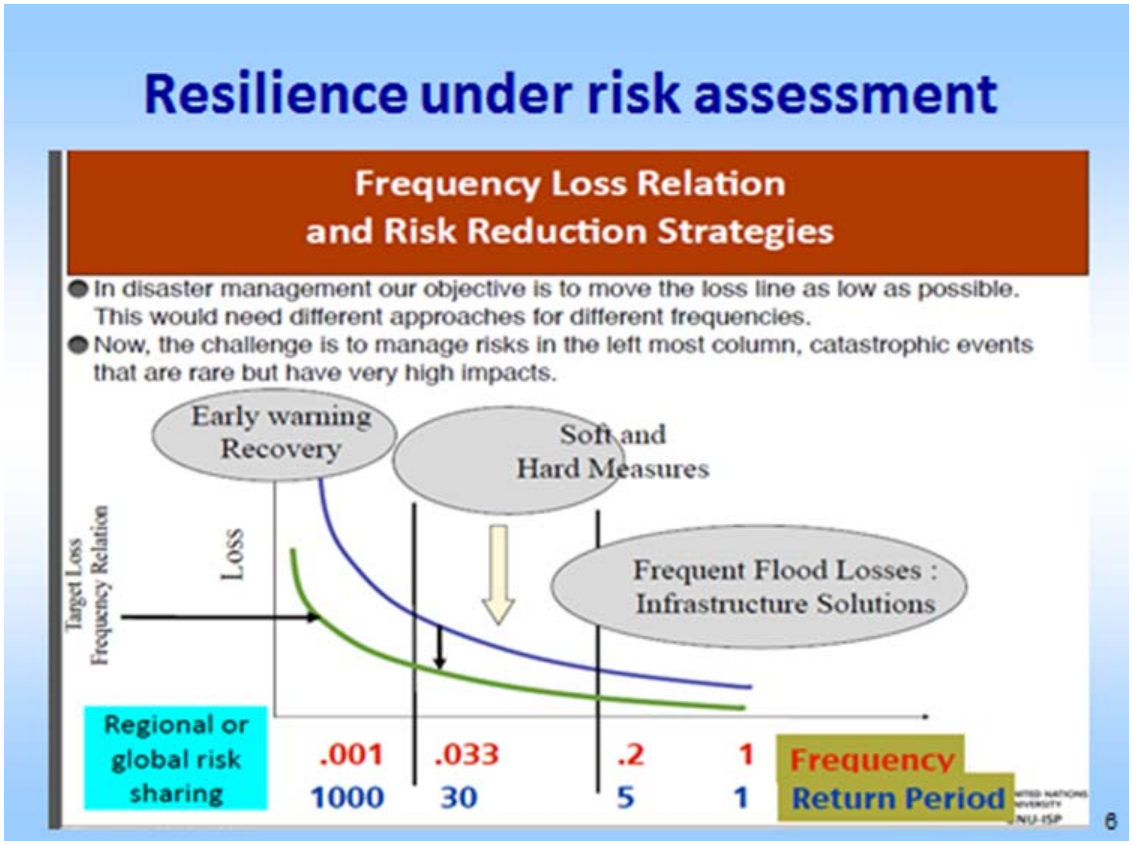
1) ควรให้ครูนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมลดความเสี่ยง
2) เคารพในกระบวนการท้องที่ในการร่วมวางแผน และมีความเป็นเจ้าของแนวคิด
3) ให้อำนาจการตัดสินใจประเด็นทางสังคมให้กับพื้นที่ และความชอบธรรมต่อคำมั่น
4) ให้ความรู้ทั้งด้านเทคนิคและสังคมเพื่อแก้ปัญหา
5) ก่อให้เกิดรายได้จากการฝึกอบรมเทคนิดเบื้องต้น
6) รวมการวางแผนและกิจกรรมกลุ่มไว้ที่ระดับท้องถิ่น (การปลูกป่า การขุดลอกทางน้ำ) และระดับเมือง (การวางแผนฉุกเฉิน การซ้อมรับมือ)
7) ดำเนินการมาตรการบรรเทาหลายๆแบบ เพื่อแสดงให้ชุมชนเลือกความเป็นไปได้เอง
8) อบรมและให้เครื่องมือกับกลุ่มอาสาสมัคร โดยมีคนหนุ่มสาวเป็นกำลังหลัก

นอกจากนี้ ยังได้ให้ความเห็นต่อสื่อมวลชนที่ดี ควรให้ความตระหนักต่อส่วนรวม ให้ข้อมูลที่ประชาชนต้องการรู้ ให้คำแนะนำต่อวิธีรับมือ ให้สารสนเทศที่ถูกต้องและทันเวลา ใช้ตัวอย่าง เรื่องเล่า เรื่องสมมติเพื่ออธิบายประเด็นที่ต้องการ ไม่สมมติไปเองว่า มีความเข้าใจระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับกลุ่มเป้าหมาย (ISDR, 2009)

ตารางที่ 7-2 วาระการพัฒนาของโลกภายหลัง ค.ศ 2015 (ที่มา: http://sustainabledevelopment.un.org)

ด้าน	เป้าหมาย
1. สังคม (Social)	1. ยุติความยากจน 2. ยุติความหิวโหย การเพิ่มความปลอดภัยและโภชนาการในอาหาร และส่งเสริมเกษตรกรรม 3. ส่งเสริมการมีสุจภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีตลอดทุกช่วงอายุ 4. สร้างความเท่าเทียมของคุณภาพ และโอกาสในการเข้าถึงการศึกษา ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต 5. ส่งเสริมความเท่าเทียมกันทางเพศ และส่งเสริมบทบาทสตรี 6. สร้างความปลอดภัยในเขตเมือง 7. ส่งเสริมสันติภาพที่ยั่งยืน และส่งเสริมการเข้าถึงกระบวนการยุติธรรมในทุกระดับ
2. เศรษฐกิจ (Economy)	1. ส่งเสริมการเติบโตที่ยั่งยืนทางเศรษฐกิจและการจ้างงานเต็มอัตราอย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับกงาน 2. ส่งเสริมความยั่งยืนทางอุตสาหกรรม สนับสนุนการช่วยเหลือด้านนวัตกรรม
3. สิ่งแวดล้อม (Environment)	1. สร้างความมั่นคงในการจัดการทรัพยากรน้ำ และส่งเสริมให้เกิดการเข้าถึงสาธารณสุข 2. ส่งเสริมการเข้าถึงและความยั่งยืนของพลังงานทางเลือก 3. การต่อสู้กับสภาวะโลกร้อน และการรับมือกับผลกระทบจากสภาวะโลกร้อย 4. ปกป้อง ฟื้นฟู ส่งเสริมให้เกิดการใช้ทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืน ลดการขยายตัวของพื้นที่ทะเลทราย ป้องกันการลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพ
4. การจัดการ (Management)	1. การลดความเหลื่อมล้ำระดับประเทศ 2. ส่งเสริมความยั่งยืนในการบริโภคและรูปแบบการผลิต 3. ส่งเสริมการเป็นหุ้นส่วนเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในประชาคมโลก

ทางด้านทรัพยากร มีแนวคิดกำหนดเป้าหมายของการพัฒนาให้เกิดความมั่นคงด้านน้ำ (water security) ตามเกณฑ์ที่มีหลายมิติ (ตามบทที่ 2) และมีความยั่งยืน (resilient) และยืดหยุ่น (robust) หลังก่อสร้างเสร็จ นอกจากนี้การวางแผนด้านทรัพยากรน้ำจะต้องสร้างสมดุลย์กับการพัฒนาพลังงาน และอาหารได้ด้วย (เรียกว่า water-food-energy nexus) ทางด้านพิบัติภัยมีการเสนอแนวคิดความยั่งยืน (resilience) ในการออกแบบระบบ หรือ โครงการ (ดังรูปที่ 7-12 โดยมีมาตรการด้านการจัดการ (การเตือนภัย การหนีภัย และการฟื้นฟูหลังภัย) เพิ่มจากมาตราการทางโครงสร้างเพื่อให้ครอบคลุมทุกความเสี่ยง (รวมถึงความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วย) ซึ่งล้วนเป็นแนวโน้มของโลกที่เรียกร้องให้ประเทศสมาชิกดำเนินการเพื่อให้สร้างความสมดุลย์ของการพัฒนาและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้ได้ การวางแผนด้านน้ำทั้งระดับมหภาคและระดับโครงการจึงต้องนำแนวคิดที่กล่าวข้างต้นไปประกอบการออกแบบแผนงานและโครงการ เพื่อให้ตอบโจทย์ของโลก และความต้องการของโครงการให้ได้ในเวลาเดียวกัน



รูปที่ 7-12 แนวคิดเกี่ยวกับความยั่งยืน (resilience) ในการออกแบบระบบปรับตัวจากภัยพิบัติ (ที่มา: Srikantha, 2011)

7.5 การประเมินความเสี่ยง

เนื่องจากมีความไม่แน่นอนของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในหัวข้อที่ 7.2 การคิดถึงอนาคตบนหลักของภาพฉายอนาคต (Scenario Thinking): เราต้องสร้างภาพอนาคตได้เป็นหลายภาพ และแต่ละภาพ ยังมีแนวทางเลือกต่างกัน ขึ้นกับเป้าหมายการพัฒนา

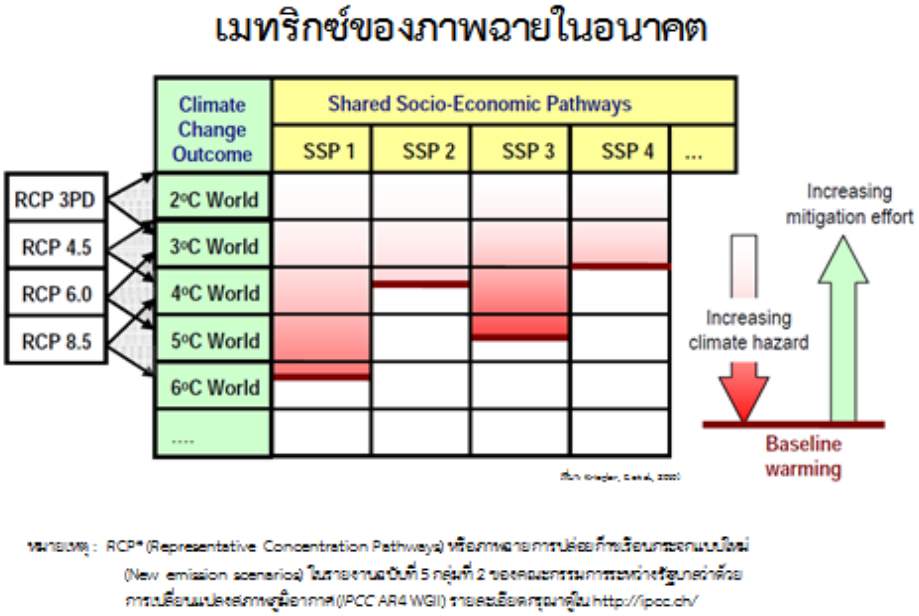
สถานการณ์ในอนาคตอาจจะเกิดขึ้นได้ในหลายรูปแบบ ขึ้นกับพลวัตของตัวแปรต่างๆ ซึ่งมีอนาคตที่ไม่แน่นอน (เช่น ภาพฉายการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตของไทย กรณี ดี ปานกลาง และต่ำ จะมีผลต่อการใช้น้ำ การบริหารน้ำ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบต่างๆ (เช่นอุณหภูมิจะขึ้น 2 หรือ 3 หรือ 4 องศา อย่างไร ดังรูปที่ 7-13) องค์ประกอบสำคัญในการศึกษาการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คือ การมองภาพแบบองค์รวม (Holistic view) ภาคส่วนต่างๆ / พื้นที่ต่างๆ ตกอยู่ใต้อิทธิพลของภูมิอากาศที่ทำให้เกิดความเสี่ยงไม่เหมือนกัน มีการสนองตอบที่ต่างกัน แต่อาจส่งผลซึ่งกันและกัน

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงประการเดียวที่เกิดขึ้น การทำความเข้าใจกับความเสี่ยงในอนาคต ต้องพิจารณาการเปลี่ยนแปลงด้านอื่นๆ ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญในการศึกษาการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

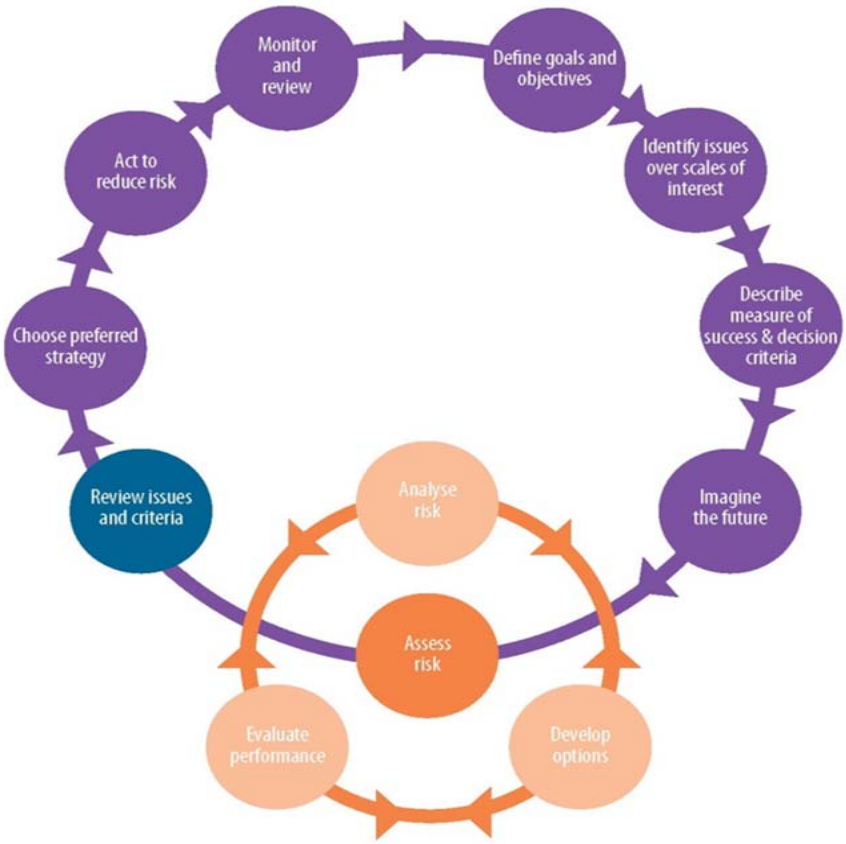
การมองการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในบริบทของการพัฒนาควบรวมลงในแผนการพัฒนา (Mainstreaming climate change adaptation into development plan) อาจเป็นแผนพัฒนาในระดับใดก็ได้ เช่น ชุมชน - จังหวัด - ลุ่มน้ำ - ชาติ อาจเป็นแผนอนุรักษ์ระบบนิเวศ / แผนการใช้ทรัพยากร / ฯลฯ

องค์ประกอบสำคัญในการศึกษาการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คือ การมองการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในบริบทปรับวิถีชีวิตชุมชน (Alternative livelihood) การศึกษากลไกเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในบริบทของชุมชน และการเติมเต็มช่องว่างต่างๆ

แนวคิดการประเมินความเสี่ยงของการเกิดน้ำหลากและการปรับตัวอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตนั้น ได้มีการนำเสนอแนวคิดขั้นตอน การประเมินความเสี่ยงดังกล่าว (P. Sayers, et al., 2013.) โดยเพิ่มเข้าไปในขั้นตอนกระบวนการทำงานที่ต่อเนื่องโดยปกติ ในการวางแผนงาน การปฏิบัติงาน การติดตามงาน การทบทวนและ การปรับตัว ซึ่งวิเคราะห์บนฐานของข้อมูลภูมิอากาศในอนาคตแบบต่างๆ (เช่น RCP4.5 (อุณหภูมิขึ้น 3 องศา) หรือ RCP 8.5 (อุณหภูมิขึ้น 5 องศา))ดังแสดงในรูปที่ 7-14



รูปที่ 7-13 ภาพฉายอนาคตของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมกับโอกาสของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่าง ๆ



รูปที่ 7-14 ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงและการปรับตัวต่อสภาพน้ำท่วม (ที่มา: P. Sayers, and et al., 2013)

ในการประเมินความเสี่ยงจะพิจารณาโอกาสเกิดและผลกระทบจากเหตุการณ์มาประกอบการกำหนดมาตราการแก้ไข ป้องกัน เช่นกรณีวางแผนน้ำในลุ่มน้ำตะวันออก จะพิจารณาโอกาสเกิดฝนแล้ง และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการขาดแคลนน้ำ(สุจริต คูณธนกุลวงศ์, อรอนงค์ วรรณราช, 2550) การวางแผนการบรรเทาภาวะน้ำท่วมเมืองสุโขทัยภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Sucharit K., et. al., 2014) การใช้เครื่องมือการกำหนดนโยบาย เทคนิคการประเมินและเครื่องมือตัดสินใจในระดับต่าง ๆย่อมแตกต่างกัน (รูปที่ 7-15) เพราะขนาดพื้นที่และความสลับซับซ้อนขององค์ประกอบที่ต้องพิจารณาแตกต่างกัน การพิจารณาการวางแผนต้องเลือกให้เหมาะสม

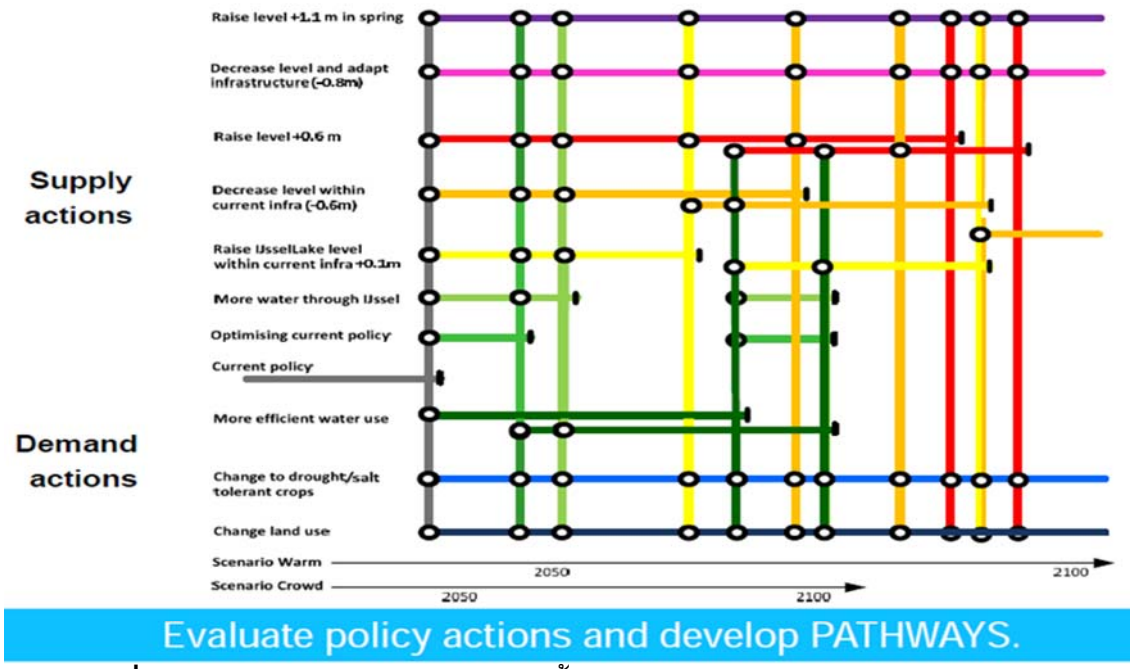
Policy Documents / Instruments	Flood Risk Assessment Technique	Decision-making Tools
National Spatial Strategy, National Planning Guidelines	Flood Risk Management Guidelines	n/a
Regional planning guidelines	Regional Flood Risk Appraisal, Catchment Flood Risk Management Plans	Sequential approach, Strategic Environmental Assessment
City / county development plan	Strategic Flood Risk Assessment, Catchment Flood Risk Management Plans	Sequential approach, dev. plan Justification Test, SEA
Local area plan	Strategic Flood Risk Assessment	Sequential approach, dev. plan Justification Test, SEA
Master plan, non-statutory plan, site brief	Site-specific Flood Risk Assessment	Sequential approach, dev. plan Justification Test, SEA / Env. Impact Assessment
Planning application	Site-specific Flood Risk Assessment	Sequential approach, dev. management Justification Test, EIA

รูปที่7-15 การบริหารความเสี่ยงน้ำท่วมและระบบการวางแผน (ที่มา:สุรินทร์, 2555)

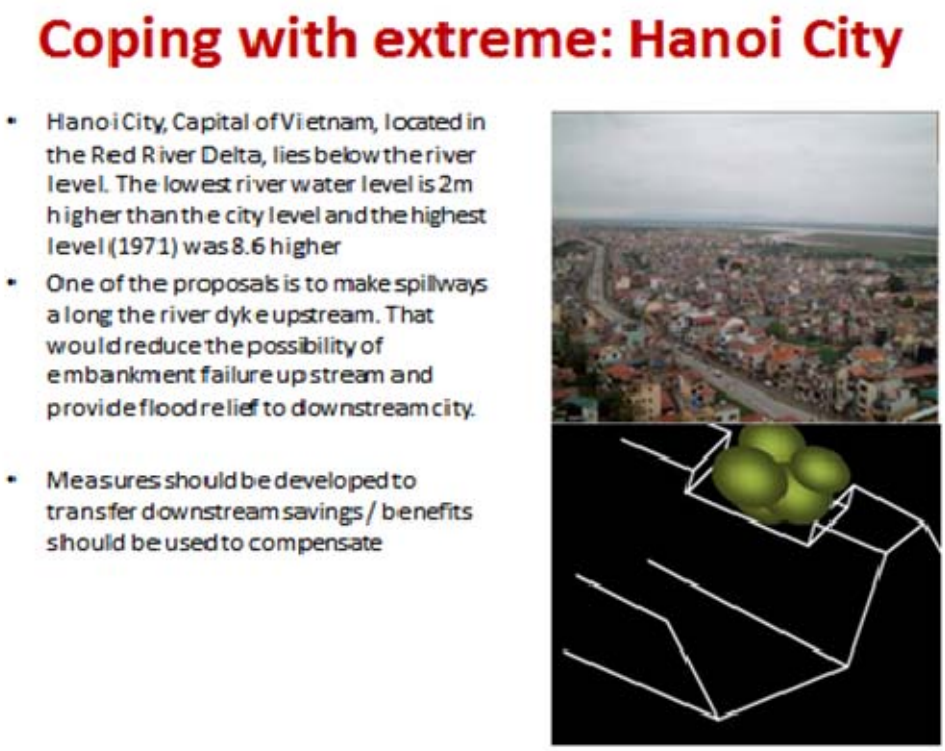
7.6 การกำหนดมาตราการร่วมและลำดับการตัดสินใจ

ผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลต่อความไม่แน่นอนของการวางแผนและผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น จึงจำเป็นจะต้องพิจารณาผลกระทบที่จะเกิด และวางมาตราการ (ตามที่ระบุตัวอย่างมาตรการต่าง ๆด้านน้ำในบทที่ 5) รองรับในลักษณะมาตรการร่วม ทั้งการลด การปรับตัว และการพัฒนา (mitigation+adaptation+development) ไปด้วยกัน และให้จัดเตรียมทำแผนเตรียมการ เพื่อลดและจัดการความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น (preparation for actions through reducing and manage risk) แนวโน้มการวางแผนจากนี้ไปจึงเป็นลักษณะ scenario base planning และการตัดสินใจจะจัดทำเป็น แผนที่ทางออก (map of solutions) และประเมินทางเลือกด้วยเทคนิค sustainable pathway (ทุก scenario, options, aspects) ดังรูปที่ 7-16

ในต่างประเทศ มีการศึกษาผลกระทบและมาตรการบรรเทาผลกระทบดังกล่าว เช่น กรณีประเทศญี่ปุ่น ได้มีการออกคู่มือการปรับตัวเชิงกลยุทธขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการวางโครงการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (MLIT, 2010) ในลุ่มน้ำแดงของประเทศเวียตนาม ก็มีการศึกษา ผลกระทบสภาพน้ำท่วมต่อเมืองฮานอย และก็พบว่า มีแนวโน้มของการเกิดน้ำหลากเพิ่มขึ้น และเสนอมาตรการทำทางน้ำล้นจากแม่น้ำ เหนือเมืองโฮจิมินท์เพื่อระบายออกทุ่ง และลดปริมาณน้ำหลากที่จะไหลเข้าสู่เมืองได้ (Mai Trong Nhuan, 2013) (รูปที่ 7-17) ในเมืองจาร์การ์ต้า ประเทศอินโดนีเซีย ก็ใช้ในแนวคิดการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในช่วยบรรเทาภาวะน้ำท่วมในเขตชุมชน เพื่อการเตือนภัยและการหนีภัย (Syahril Badri Kusuma, et. al., 2014)



รูปที่ 7-16 การประเมินแนวทางต่างๆ ทั้งด้านจัดหาและผู้ใช้ในแนวทางเลือกต่างๆ



รูปที่ 7-17 มาตรการทำทางน้ำล้นจากแม่น้ำ เหนือเมืองโฮจิมินท์เพื่อระบายออกทุ่ง

7.7 การประยุกต์ใช้

แนวคิดการนำปัจจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาประกอบการวางแผนทำได้หลายระดับ เช่น ระดับประเทศ ระดับโครงการ (ทั้งด้านโครงสร้าง และด้านการจัดการ) และมีตัวอย่างการดำเนินงานทั้งในประเทศและต่างประเทศ (สุจริตและคณะ, 2558)

7.7.1 การวางแผนระดับมหาภาค

ในการวางแผนระดับประเทศ (มหภาค) มีโครงการตัวอย่างที่ทำการกำหนดกรอบการทำงานในการจัดทำรายงานการปรับตัวของประเทศ มีการประเมินผลกระทบจากสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อ ภาคทรัพยากรน้ำไว้ดังนี้

ทรัพยากรน้ำมีความสำคัญในมิติของเศรษฐกิจและสังคมใน 2 ด้านหลักคือ (1) การพัฒนาโดยใช้ทรัพยากรน้ำเป็นวัตถุดิบ (input) เพื่อการใช้สอยของภาคส่วนต่างๆ และ (2) ความเสียหายต่อการพัฒนาจากภัยพิบัติด้านน้ำ

1) น้ำเพื่อการพัฒนา

สำหรับการพัฒนาโดยใช้ทรัพยากรน้ำเป็นวัตถุดิบ (input) เพื่อการใช้สอยของภาคส่วนต่างๆนั้น ตารางที่ 7-3 ถึง 7-4 ได้แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างปริมาณการใช้น้ำเพื่อการผลิต มูลค่าทางเศรษฐกิจของภาคส่วนต่างๆ เช่น ภาคเกษตร ภาคอุตสาหกรรม และภาคบริการ รวมถึงปริมาณการใช้น้ำด้านสังคมในภาคครัวเรือน และการใช้น้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศ

จะเห็นได้ว่าภาคเกษตรเป็นภาคส่วนหลักที่ใช้น้ำมากที่สุดแต่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจของน้ำ (มูลค่าเพิ่มจากการผลิตของแต่ละภาคส่วนต่อการใช้น้ำหนึ่งหน่วย) ต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามการใช้น้ำในภาคเกษตรจะมีความสำคัญในมิติของสังคมดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อก่อนหน้านี้ สำหรับภาคส่วนอุตสาหกรรมและภาคบริการ จะพบว่ามูลค่าทางเศรษฐกิจของน้ำในภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการมีค่าสูงกว่าภาคเกษตรค่อนข้างมาก โดยภาคบริการจะเชื่อมโยงกับประเด็นด้านสังคมหรือประชากรในภาคครัวเรือน จากแนวโน้มการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย (มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย) ที่สูงขึ้น กิจกรรมในภาคส่วนต่างๆ มีแนวโน้มที่มีความต้องการใช้น้ำมากขึ้น

จากประเด็นการบริหารจัดการน้ำในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ผู้วางนโยบายจำเป็นต้องบริหารจัดการน้ำที่มีความต้องการสูงขึ้นจากทุกภาคส่วน ภายใต้ความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต

ตารางที่ 7-3 ระบบบัญชีเศรษฐกิจสิ่งแวดล้อมสำหรับน้ำ ในประเทศไทย ส่วนของบัญชีเศรษฐศาสตร์

(System of Environment-Economic Accounting for Water (SEEA-Water))

ECONOMIC ACCOUNTS (million US dollar)		Intermediate transaction (it)							Final Demand	Total Output
		AGR (1-29)	MANF (30-134)	ELE 135	WSS 137	SAN 166	SER (136, 138-165, 167-180)	TOT 190	(309,409,509)	(600)
Aggregated Thailand Input-Output Table										
(it)	Agriculture, AGR: (1-29)	3,129	24,329	11	0	0	3,908	31,377	5,499	36,876
	Mining & Manufacturing, MANF: (30-134)	9,949	189,386	5,186	77	127	57,123	261,848	59,850	321,699
	Electricity, ELE: 135	88	7,125	651	199	18	5,466	13,546	4,309	17,856
	Water Works and Supply, WSS: 137	1	284	3	25	1	192	507	750	1,257
	Sanitary and Similar Services, SAN: 166	0	185	2	9	0	379	575	92	667
	Service, SER: (136,138-165,167-180)	1,194	13,298	3,401	121	54	31,701	49,769	188,926	238,695
	Total, TOT: (190)	14,361	234,607	9,253	431	201	98,769	357,622	259,427	617,049
Value added (209)		22,515	87,092	8,602	826	466	139,925	259,427		
Total input (210)		36,876	321,699	17,856	1,257	667	238,695	617,049		

ตารางที่ 7-4 ระบบบัญชีเศรษฐกิจสิ่งแวดล้อมสำหรับน้ำ ในประเทศไทย ส่วนของบัญชีน้ำ

(System of Environment-Economic Accounting for Water (SEEA-Water))

WATER ACCOUNTS A. Physical use table (MCM)		Intermediate transaction (it) (by category of aggregated Thailand Input-Output Table)							Households	Ecosystem	Total**
		AGR (1-29)	MANF (30-134)	ELE 135	WSS 137	SAN 166	SER (136, 138-165, 167-180)	**TOT* 190**			
From the environment	**1. Total abstraction** (= 1.a + 1.b = 1.i + 1.ii)	**36,409**	**2,855**	**14,450**	**2,311**	**0**	**129**	**39,393**	**807**	**10,310**	**40,200**
	1.a. Abstraction for own use	36,409	2,855	14,450	2,311	0	129	39,393	807	10,310	40,200
	Reservoir	31,978	0	14,450	97	0	0	31,978	0	10,310	31,978
	Natural stream	3,182	2,396	0	1,290	0	0	5,578	0	0	5,578
	GW well	281	459	0	860	0	129	869	807	0	1,676
	Pond	968	0	0	0	0	0	968	0	0	968
	Other	0	0	0	64	0	0	0	0		0
	1.b.Abstraction for distribution	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1.i. From inland water resources	281	4,687	14,450	0	0	129	5,097	807	10,310	5,904
	1.i.1. Surface water	0	4,128	14,450	0	0	0	4,128	0		4,128
	1.i.2. Groundwater	281	559	0	0	0	129	969	807	0	1,776
	1.i.3. Soil water							0			0
	1.ii. Collection of precipitation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1.iii.Abstraction from the sea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 7-4 ระบบบัญชีเศรษฐกิจสิ่งแวดล้อมสำหรับน้ำ ในประเทศไทย ส่วนของบัญชีน้ำ (System of Environment-Economic Accounting for Water (SEEA-Water)) (ต่อ)

WATER ACCOUNTS		Intermediate transaction (it) (by category of aggregated Thailand Input-Output Table)									
A. Physical use table (MCM)		AGR (1-29)	MANF (30-134)	ELE 135	WSS 137	SAN 166	SER (136, 138-165, 167-180)	TOT* 190	Households	Ecosystem	Total**
Within the Economy	2. Use of water received from other economic units	0	1,832	0	0	458	290	2,122	1,809	0	3,930
	of which:							0			0
	2.a. Reused water	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.b. Wastewater to sewerage	0	0	0	0	458	0	0	0	0	0
	2.c. Desalinated water	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.d. Tap water	0	1,832	0	0	0	290	2,122	1,809	0	3,930
	3. Total use of water (=1+2)	36,409	4,687	14,450	2,311	458	419	41,515	2,615	10,310	44,130

Note: **TOT*** is a sum of values of consumptive use of water, illustrated as columns of AGR, MANF, and SER; **Total**** is a total sum of consumptive use of water, illustrated as columns of TOT* and Households; consumptive use of water is defined as water withdrawn that is evaporated, transpirated, incorporated into products or crops, consumed by humans or livestock, or otherwise removed from the immediate water environment; for example, agriculture, manufacturing, domestic purposes. On the other hand, non-consumptive use is defined as water that is used but not withdrawn from the water sources; for example, hydroelectric power generation, and ecosystem preservation (Mays and Tung, 1992).

Source: Suttinon, P., BONGOCHGETSAKUL, N., UEMOTO, K., Nasu, S., and Ihara, T., (2012). “System of Environmental-Economic Accounting for Water in case of Thailand.”, PAWEES 2012 International Conference Challenges of Water & Environmental Management in Monsoon Asia, 27-29 Nov 2012, Bangkok, Thailand.

2) ภัยพิบัติด้านน้ำ

สำหรับประเด็นความเสียหายต่อการพัฒนาจากภัยพิบัติด้านน้ำนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็นสองปัจจัยหลักคือ น้ำท่วม และน้ำแล้ง

อุทกภัย จากข้อมูลของธนาคารโลกที่ทำการประเมินผลเสียหายจากน้ำท่วมใหญ่ของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2554 ที่เกิดจากฝนตกหนักกับพายุ ในช่วงฤดูฝนที่นานกว่าปกติ ส่งผลให้กว่า 66 จังหวัดได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมนี้ พื้นที่เกษตรกว่า 11.2 ล้านไร่ (18,000 ตารางกิโลเมตร) ถูกน้ำท่วม ประชากรกว่า 13 ล้านคน ได้รับผลกระทบและมีผู้เสียชีวิตกว่า 680 คน มูลค่าความเสียหาย และการสูญเสีย ทางเศรษฐกิจถูกประเมินไว้ที่ 1.43 ล้านล้านบาท (46.5 พันล้านดอลล่าร์) ภาคอุตสาหกรรมได้รับผลกระทบมากที่สุดประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ จากความเสียหายทั้งหมด อาจกล่าวได้ว่าภาคเอกชนได้รับผลกระทบประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ จากความเสียหายทั้งหมด เมื่อพิจารณาผลกระทบต่ออัตราการเติบโตของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยพบว่า ค่าการเติบโตลดลง 1.1 เปอร์เซ็นต์ จาก 4.0 เปอร์เซ็นต์ในช่วงก่อนเกิดน้ำท่วมป็น 2.9 เปอร์เซ็นต์ ในด้านสังคม ครัวเรือนที่ได้รับผลกระทบ จากการสูญเสียงานในช่วงน้ำท่วมประมาณ 1.1 แสนล้านบาท ซึ่งกลุ่มเหล่านี้เป็นกลุ่มประชากร ที่เปราะบางและมีภูมิคุ้มกันทางสังคมต่ำทั้งชุมชนเมืองและชนบทจะเห็นได้ว่าผลกระทบจากน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2554 ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยในวงกว้าง คำถามที่สำคัญสำหรับผู้กำหนดนโยบายการพัฒนาประเทศ คือ ในอนาคตหากเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมอย่างที่เคยเกิด ในปี พ.ศ. 2554 และมีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลง จำนวนและทิศทางของพายุ จะส่งผลกระทบต่อน้ำท่วมในอนาคตอย่างไร

ตารางที่ 7-5 มูลค่าความเสียหาย และการสูญเสียทางเศรษฐกิจในแต่ละภาคการผลิต (ล้านบาท)

Sub Secrtor	Disaster Effects			Ownership	
	Damage	Losses	Total	Public	Private
Infrastructure					
Water Resources Management	8,715	-	**8,715**	8,715	-
Transport	23,538	6,938	**30,476**	30,326	150
Telecommunication	1,290	2,558	**3,848**	1,597	2,251
Electricity	3,186	5,716	**8,901**	5,385	3,517
Water Supply and Sanitation	3,497	1,984	**5,481**	5,481	-
Productive					
Agriculture, Livestock and Fishery	5,666	34,715	**40,381**	-	40,381
Manufacturing	513,881	493,258	**1,007,139**	-	1,007,139
Tourism	5,134	89,673	**94,808**	403	94,405
Finance & Banking	-	115,276	**115,276**	74,076	41,200
Social					
Health	1,684	2,133	**3,817**	1,627	2,190
Education	13,051	1,798	**14,849**	10,614	4,235
Housing	45,908	37,889	**83,797**	-	83,797
Cultural Heritage	4,429	3,076	**7,505**	3,041	4,463
Cross Cutting					
Enironment	375	176	**551**	212	339
TOTAL	**630,354**	**795,191**	**1,425,544**	**141,477**	**1,284,066**

ที่มา: The World Bank, 2012, Rapid Assessment for Resilient Recovery and Reconstruction Planning, Washington, DC

3) ภัยแล้ง

ภัยแล้งในไทย ส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นใน 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ภัยแล้งตามฤดูกาล คือ ราวเดือนพฤศจิกายน-กลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องถึงฤดูร้อน โดยภัยแล้งช่วงนี้มักเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีตามฤดูกาล และภัยแล้งนอกฤดูกาล คือราวกลางเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงกลางฤดูฝน โดยภัยแล้งช่วงนี้มักเกิดในสภาพภูมิอากาศโลกผิดปกติ (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย)

ในปี 2558 ศูนย์วิจัยกสิกรไทย คาดว่า ผลจากภาวะภัยแล้งที่เกิดขึ้น ในช่วงจังหวะเวลาที่แนวโน้มราคาสินค้าเกษตรยังคงอยู่ในระดับต่ำ อาจส่งผลต่อรายได้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรัง ซึ่งจากการประเมินจนถึงขณะนี้คิดเป็นมูลค่าความเสียหายแล้วราว 5,600 ล้านบาท และชาวนาผู้ปลูกข้าวอาจสูญเสียรวมกว่า 14,000 ล้านบาท เมื่อจบแล้ง (นับเป็นมูลค่าความเสียหายมากที่สุดในค่าเฉลี่ยรอบ 5 ปีที่อยู่ที่ราว 11,900 ล้านบาท โดยปัจจัยสำคัญมาจากผลของพื้นที่ทางการเกษตรที่เสียหายในวงกว้าง เนื่องด้วยปริมาณน้ำในเขื่อนที่อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งหักล้างผลด้านราคาที่ลดลง) ซึ่งหากรวมผลเสียหายของพืชเกษตรอื่น อาจทำให้เกษตรกรสูญเสียรายได้มากกว่า 14,000 ล้านบาท โดยสถานการณ์นี้จะยิ่งเป็นการฉุดกำลังซื้อภาคครัวเรือนในชนบท และส่งผลต่อเนื่องไปยังธุรกิจเกี่ยวเนื่อง ซ้ำเติมภาวะยากลำบากอยู่แล้วให้แย่ลงไปอีก โดยเฉพาะหากภัยแล้งกินเวลายาวนานกว่าที่คาดการณ์ไว้

จากสภาพภูมิอากาศโลกที่แปรปรวน อาจส่งผลให้ไทยเผชิญภาวะภัยแล้งเร็วขึ้น และคาดว่าจะมีระดับความรุนแรงมากกว่าปกติ โดยได้เริ่มส่งสัญญาณสถานการณ์ภัยแล้งมาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 และคาดว่าอาจต่อเนื่องจนถึงเดือนเมษายน 2558 อีกทั้งยังมีทีท่าว่าภัยแล้งอาจขยายวงกว้างมากขึ้นในหลายจังหวัดของไทย อันเป็นประเด็นน่าเป็นห่วงในปีนี้ ท่ามกลางภาวะที่ราคาสินค้าเกษตรยังคงทรงตัวอยู่ในระดับต่ำโดยเฉพาะสินค้าเกษตรรายการหลักของไทยอย่างข้าว และยางพารา ที่ยังคงมีแนวโน้มถูกกดดัน ผนวกกับผลจากภัยแล้งซึ่งหากมีความรุนแรงมากขึ้น ก็อาจยิ่งเป็นการซ้ำเติมเกษตรกร ฉุดกำลังซื้อให้ลดลงไปอีกตามระดับภาวะความรุนแรงของผลผลิตทางการเกษตรที่เสียหายจากภัยแล้ง นอกจากนี้ รายได้เกษตรกรที่ลดลงยังส่งผลกระทบเชิงลบต่อกำลังซื้อสินค้าในธุรกิจเกี่ยวเนื่องอื่นๆ อีกด้วย

กล่าวโดยสรุปในการวางแผนระดับภูมิภาคหรือประเทศ คือภาคทรัพยากรน้ำมีส่วนสำคัญทั้งการพัฒนาโดยใช้ทรัพยากรน้ำเป็นวัตถุดิบ (input) เพื่อการใช้สอยของภาคส่วนต่างๆ และความเสียหายต่อการพัฒนาจากภัยพิบัติด้านน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยทั้งในปัจจุบันและอนาคต จึงจำเป็นต้องบรรจุเกษตรเป็นหนึ่งในภาคส่วนที่สำคัญในการศึกษาความต้องการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในการพัฒนาของประเทศไทย

7.7.2 การวางแผนระดับโครงการ

ในการวางแผนระดับโครงการ มีการศึกษาประเมินผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศหลายโครงการอยู่ เช่นกรณีตัวอย่างของโครงการบรรเทาน้ำท่วมในเขตสุโขทัย มีการศึกษาเพื่อพิจารณาว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลุ่นน้ำยม จะมีผลต่อโครงการบรรเทาน้ำท่วมในจังหวัดสุโขทัยอย่างไร (จากกรณีตัวอย่างในบทที่ ๖) การศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในตอนบนของลุ่มน้ำยมจะส่งผลให้ปริมาณน้ำหลากมีขนาดมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพของการบรรเทาน้ำท่วมในเขตจังหวัดสุโขทัยลดลง จำเป็นต้องพิจารณามาตราการเสริม ให้มีพื้นที่ให้น้ำที่หลากมีทางน้ำระบายผ่านทุ่งลงสู่พื้นที่ด้านใต้เพื่อลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นดังกล่าว (Sucharit K., et. al., 2014)

กรณีการปรับปรุงเกณฑ์การปล่อยน้ำของเขื่อนสิริกิตต์ได้นำสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงมาพิจารณาปรับปรุงเกณฑ์การปล่อยน้ำจากเขื่อน เพื่อหาเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดในการปล่อยน้ำภายใต้สภาพการไหลในอนาคต ก็พบว่า ควรปรับปรุงเกณฑ์ควบคุมการปล่อยน้ำให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในอนาคต (วินัย, 2558)

7.8 สรุปเนื้อหา

ในการวางแผนด้านน้ำจะเป็นการพิจารณาโครงการอย่างมีระบบ เริ่มจากวัตถุประสงค์ของโครงการ การพิจารณาแนวทางเลือก การประเมินทางเลือก จะตัดสินใจคัดเลือกและดำเนินงาน การดำเนินงานจะเป็นการออกแบบโครงการทุกอย่าง (ยกเว้นการออกแบบโครงสร้างในรายละเอียด) เพื่อเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจเดินหน้า หรือ ยกเลิกโครงการ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ โดยเฉพาะโครงการด้านน้ำซึ่งมีลักษณะเฉพาะทั้งทางกายภาพและการกำหนดด้านเศรษฐกิจ ในแต่ละโครงการด้วย

แนวคิดการนำปัจจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาประกอบการวางแผนทำได้หลายระดับ เช่น ระดับประเทศ ระดับโครงการ (ทั้งด้านโครงสร้าง และด้านการจัดการ) และมีตัวอย่างการดำเนินงานทั้งในประเทศและต่างประเทศ การวางแผนบนความไม่แน่นอนจึงจำต้องจัดทำภายใต้ภาพในอนาคตหลายภาพ และทางเลือกต่างๆในการแก้ไขปัญหา เพื่อหาทางออกที่ดีที่สุดได้ ในการศึกษาความเป็นไปได้ในระดับโครงการ จำเป็นต้องมีการออกแบบโครงสร้างในรายละเอียดเพื่อให้สามารถประมาณราคาค่าก่อสร้างได้ถูกต้อง เนื้อหาในการศึกษาความเป็นไปได้ประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ การวางแผนการศึกษา การคาดการณ์ในการวางแผน (ล่วงหน้าไปกี่ปี) การกำหนดโครงการ และการประเมินโครงการ ซึ่งอาจรวมการประเมินด้านสิ่งแวดล้อมในระหว่างวางแผน หลังจากนั้นจึงนำประเด็นสภาพภูมิอากาศในอนาคตมาพิจารณาเพิ่ม เพื่อดูความเสี่ยงที่จะเกิด และผลจากการพัฒนาโครงการว่า ยังสามารถตอบโจทย์ได้อย่างมีประสิทธิผลและประสิทธิภาพหรือไม่ เพื่อหามาตราการปรับตัวเสริมเพิ่ม โดยประเมินจากความเสี่ยงที่ลดลงประกอบ

บทที่ 8
บทสรุป

8.1 สถานการณ์น้ำ

จากสภาพการจัดหาน้ำข้างต้น สรุปได้ว่า ประเทศไทยมีปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยรวมในปี พ.ศ.2550 ประมาณ 41,489 ล้านลบ.ม./ปี และมีปริมาณน้ำบาดาลที่พัฒนาได้ของแอ่งน้ำบาดาลโดยรวม 27,376 ล้านลบ.ม./ปี สรุปปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำบาดาลที่พัฒนาได้ของแอ่งน้ำบาดาล รายกลุ่มลุ่มน้ำของประเทศไทย ซึ่งพบว่าปริมาณน้ำที่พัฒนาของแอ่งน้ำแต่ละแอ่งคงที่ตลอดทั้งปี กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขงมีศักยภาพในการพัฒนาน้ำบาดาลสูงสุด ประมาณ 9,953 ล้านลบ.ม./ปี ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำโดยรวม 45,171 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็นขนาดใหญ่ 41,372 ล้านลบ.ม./ปี ขนาดกลาง 2,948.46 ล้านลบ.ม./ปี และขนาดเล็ก 850.10 ล้านลบ.ม./ปี ตามลำดับ โดยกลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีนเป็นกลุ่มลุ่มน้ำที่มีการจัดสรรน้ำจากอ่างเก็บน้ำสูงที่สุด สรุปปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก

ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในเขตชลประทาน ได้ประเมินว่า เมื่อมีการพัฒนาโครงการชลประทานตามแผนแล้วจะทำให้พื้นที่ชลประทานโดยรวมของประเทศไทยเพิ่มขนจากเดิม 21,868,000 ไร่ ในปี 2547 เป็น 27,162,255 ไร่ ในปี 2567 ซึ่งมีความต้องการน้ำผันแปรไปตามสถานการณ์น้ำต่างๆ โดยที่ในปี 2567 กรณีที่เป็นปีน้ำมากมีความต้องการน้ำ 24,695 ล้านลบ.ม.ต่อปี กรณีปีน้ำปกติ 23,360 ล้านลบ.ม.ต่อปี กรณีปีน้ำน้อย 21,758 ล้านลบ.ม.ต่อปี ตามลำดับ ส่วนความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรนอกเขตชลประทาน จากคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย (ครอบคลุมพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศ ได้แก่ ขาวนาปี ขาวนาปรัง ข้าวโพด และอ้อย) พบว่า เมื่อมีการเพาะปลูกพืชนอกเขตชลประทานตามศักยภาพที่พื้นที่ลุ่มน้ำสามารถรองรับได้ ทำให้พื้นที่เพาะปลกโดยรวมของประเทศไทยเพิ่มขึ้นจากเดิม 81,210,126 ไร่ ในปี 2547 เป็น 94,195,547 ไร่ ในปี 2567 ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการเพาะปลูกพืชนอกเขตชลประทานในช่วงฤดูฝน ส่วนใหญ่เป็นการทำเกษตรน้ำฝนเป็นหลัก ซึ่งในการพิจารณาความตองการน้ำของพืชในครั้งนี้จึงมุ่งพิจารณาไปที่การทำนาปรังหรือความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในฤดูแล้งเป็นหลัก ซึ่งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าพื้นที่ข้าวนาปรังเหล่านี้มีการใช้นาจากอ่างเก็บน้ำหรือสูบน้ำจากลำนาเสริมในช่วงฤดูแล้ง โดยมีความต้องการน้ำผันแปรไปตามสถานการณ์น้ำตางๆ โดยที่ในปี 2567 กรณีที่เป็นปีน้ำมากมีความต้องการน้ำ 7,392 ล้านลบ.ม.ต่อปี กรณีปีน้ำปกติ 6,969 ล้านลบ.ม.ต่อปี กรณีปีน้ำน้อย 5,875 ล้านลบ.ม.ต่อปี ตามลำดับ

8.2 ความมั่นคงด้านน้ำ

สถานะความมั่นคงด้านน้ำของประเทศไทยเมื่อเปรียบเทียบกับบรรดาประเทศต่างๆ ในโลก ประเทศไทยมีจุดเด่นมากในเรื่องของการเข้าถึงแหล่งน้ำดื่มที่สะอาด และแหล่งน้ำที่ถูกสุขอนามัยที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยในระดับสากลมาก เพราะได้ลงทุนด้านนี้ไปมากในช่วงเวลาที่

ผ่านมา แต่ประเทศไทยก็มีสถานะการใช้น้ำในอีกหลายด้านที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศอื่นในโลก ตัวอย่างเช่น ปริมาณน้ำใช้ภายในประเทศของไทยที่มีค่าเฉลี่ยที่ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นในโลก หรือหากจะมองแคบลงมาเฉพาะในกลุ่มประเทศแถบเอเชีย และกลุ่มอาเซียน นอกจากนี้ประเทศไทยมีศักยภาพน้ำดิบเหลือไม่มาก สัดส่วนการใช้น้ำในภาคการเกษตรของประเทศไทยยังสูงกว่าค่าเฉลี่ยของโลกมาก ในทางกลับกัน สัดส่วนการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรมของไทยนั้นต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในระดับโลก ร่องรอยการใช้น้ำ (water footprint) ในภาคเกษตรของไทยอยู่ในอันดับต้นๆของโลก แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้น้ำในภาคการเกษตรที่ต่ำซึ่งจะส่งผลต่อการผลิตสินค้าเกษตร นอกจากนี้ ผลิตผลจากการใช้น้ำต่อรายได้ที่เกิดขึ้น ต่ำเมื่อเทียบกับประเทศต่างๆ แม้แต่ในอาเซียน ซึ่งจะกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันของประเทศในอนาคต เพราะศักยภาพน้ำดิบจำกัด การใช้น้ำภาคเกษตรมีผลิตภาพต่ำ ต้องการน้ำดิบสำหรับการเติบโตในอนาคต จึงมีประเด็นทางด้านการปรับโครงสร้างการใช้น้ำให้เหมาะสมทั้งด้านสังคมและเศรษฐกิจสำหรับอนาคต (ดูภาคผนวก ง)

8.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกเริ่มส่งผลต่อการดำเนินชีวิตและภาวะการทำอาชีพ โดยเฉพาะในภาคเกษตร สมควรที่เราควรมาทำความเข้าใจกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อจะได้นำความรู้ดังกล่าวมาประเมิน เตรียมการ ต่อสภาพที่จะเกิดขึ้นได้ดียิ่งขึ้น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยเริ่มมีการศึกษามาหลายปี ส่งผลให้เกิดฐานข้อมูล เครื่องมือในการศึกษา และผลกระทบในด้านต่างๆ เพิ่มมากขึ้น

ผลการศึกษาในระดับโลกพบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเริ่มเห็นได้ชัดหลังปี 1990 จนมีการจัดตั้งคณะกรรมการระดับโลกเพื่อทำการศึกษาและกำหนดมาตรการต่างๆ จนเกิดข้อตกลงเกียวโตโปโตคอล (Kyoto Protocal) ขึ้น หลังจากนั้นก็มีการศึกษาการคาดคะเนสภาพอากาศในอนาคตด้วยเงื่อนไขและแบบจำลองต่างๆและจากหลายหน่วยงาน การศึกษาผลกระทบที่จะเกิดขึ้น การหาแนวทางการลดผลกระทบ และการปรับตัว ความพยายามในการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆเพื่อการลด และปรับตัว ตลอดจนการจัดตั้งกองทุนเพื่อให้เกิดผลทางภาคปฏิบัติ

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศและการปรับตัวนี้มิใช่มีการดำเนินการเฉพาะในประเทศไทย แต่มีการดำเนินการในประเทศใหญ่ของโลกไม่ว่าจะเป็นสหรัฐ อังกฤษ ออสเตรเลีย จีน อินเดีย กลุ่มประเทศในยุโรป และองค์กรสากลต่างๆ เช่น World Bank, ADB, MRC, UNU เป็นต้น ประเทศในภูมิภาคอาเซียนเองก็มีความเคลื่อนไหวเพื่อต้องการกำหนดท่าทีร่วม และหามาตราการรองรับกันทั้งสิ้น เรื่องสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงจึงเป็นหัวข้อหนึ่งในห้าข้อสำคัญที่องค์กรอาเซียนบรรจุไว้เป็นหัวข้อที่จะดำเนินการร่วมกัน นอกจากนี้กลุ่มประเทศในภูมิภาคยุโรปซึ่งมีความขยันขันแข็งมาก และมีมาตราการต่างๆออกมา เพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของตน เช่น การกำหนดการเก็บค่าคาร์บอนสำหรับเครื่องบินที่จะบินผ่านภูมิภาคยุโรป เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยมีการวิจัยในระยะแรก ในช่วงปี 1990 แต่เป็นการศึกษาจากกรณีต่างประเทศเพื่อการถ่ายทอดข้อมูลเพื่อสร้างความตระหนักเป็นหลัก ช่วงหลังปี 2005 จึงมี

การศึกษาลงลึกด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบด้านต่างๆ การศึกษาดังกล่าวเพิ่มระดับเป็นการศึกษาเพื่อกำหนดท่าทีในการเจรจาในเวทีโลก และกำหนดนโยบายระดับประเทศต่อการรองรับ ร่วมไปกับการกำหนดมาตรการรองรับต่อวิกฤติการอาหารและพลังงานในลักษณะแผนแม่บท

8.4 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในการศึกษาผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงนั้น การศึกษาผลกระทบด้านอุทกวิทยาเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการศึกษาผลกระทบและการปรับตัวในด้านอื่นๆต่อ เพราะเป็นต้นทางของสัญญาณการเกิดการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็นผลกระทบด้านแหล่งน้ำ เกษตร อาหาร พลังงาน สุขอนามัย อุตสาหกรรมต่างๆ ฯลฯ ผลการศึกษาด้านอุทกวิทยาในไทยพบว่า สภาพอุทกวิทยาเริ่มมีสัญญาณของการเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบและค่าเฉลี่ยเดิมหลังปี 1994 ทั้งในแง่อุณหภูมิที่สูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนโดยรวมอยู่ในช่วงมากและลดลง 5-20% ต่อปี แต่การเปลี่ยนแปลงของฝนที่สำคัญจะเป็น วงจรการเกิด รูปแบบการตกของฝนรายเดือน และความเข้มข้นของฝน ทั้งในระดับประเทศและแต่ละพื้นที่ ผลกระทบดังกล่าวจะส่งผลต่อการจัดการน้ำ ทั้งในเชิงปริมาณและช่วงเวลาในการจัดการน้ำ ตลอดจนโอกาสในอนาคตของการเกิดอุทกภัยด้านน้ำ (water related disasters) ซึ่งจะมีทั้งพื้นที่ที่รุนแรงมากขึ้น และลดลง รวมทั้งการย้ายพื้นที่ที่จะเกิดในเวลาเดียวกัน

8.5 แนวทางการปรับตัว

การทบทวนแผนงานจากการประเมินความเสี่ยงและความล่อแหลมบนพื้นฐานข้อมูลสภาพอากาศใหม่ (โดยจัดทำ flood, drought, landslides risk map) และปรับช่วงเวลาการจัดการน้ำ (เช่น การบริหารอ่างเก็บน้ำ การปลูกพืช ฯลฯ) ให้เหมาะสมกับสภาพในอนาคตที่มีความไม่แน่นอน (uncertainty situations) ซึ่งจะต้องประสานการใช้ทั้งมาตราการด้านโครงสร้าง (structural) ไม่ใช้โครงสร้าง(nonstructural) ระบบการจัดการ (management system) และการมีส่วนร่วม (participation) ให้เป็นระบบ(systematic) และเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลา (spatial and temporal distribution) ให้ได้ ในการศึกษาการรับรู้ (perception)และการปรับตัว(adaptation)ของชุมชนก็พบว่า เกษตรกรเองรู้สึกถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในระยะหลังนี้ และมีการปรับตัวในลักษณะทำกันเอง (unplanned type) อยู่ แต่ไม่ทราบว่า การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีมากเพียงใด และระบบรัฐ/อปท จะช่วยเหลือเขาได้เพียงใดใน ทางด้านเกษตรได้มีการศึกษาผลกระทบต่อพืช (เช่น ข้าว) พบว่า ความแปรปรวนของสภาพอากาศจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิตที่ได้ ในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน ถึงแม้ความแปรปรวนของอากาศและผลผลิตจะมีอยู่ตามธรรมชาติเดิมอยู่ก็ตาม แต่สภาพการเปลี่ยนแปลงจะรุนแรงขึ้น และเมื่อพิจารณาจากนโยบายความมั่นคงด้านพลังงานและอาหาร จำเป็นต้องมีการกำหนดพื้นที่เป้าหมายทั้งด้านอาหารและพลังงานให้ชัดเจนขึ้น โดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงด้านอุทกวิทยา การจัดการน้ำและดิน ผลกระทบจากระบบการประกันรายได้ของรัฐบาลต่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากร โดยมี

กรณีศึกษาของโครงการชลประทานพลายชุมพล โครงการวังบัว และโครงการบรรเทาน้ำท่วมจังหวัดสุโขทัยเป็นกรณีศึกษาตัวอย่างในการประเมินผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศ

8.6 แนวคิดใหม่ของการวางแผนด้านน้ำต่อไปในอนาคต

เนื่องจากมีการออกรายงานสภาพภูมิอากาศชุดใหม่ (AR5) เพื่อเพิ่มความละเอียดของการประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก มีการวิจัยเพื่อสเกลและความเอนเอียงของข้อมูลดังกล่าวให้เข้าใกล้สภาพอุทกวิทยาของไทย รวมทั้งประเมินดัชนีที่เกี่ยวข้องกับภาวะน้ำท่วมและน้ำแล้งขึ้น นอกจากนี้ในโลกได้เสนอแนวคิดในการพัฒนาประเทศแบบการพัฒนาอย่างยั่งยืน การนำแนวคิดความมั่นคงด้านน้ำ การหาความเหมาะสมของการใช้ทรัพยากรน้ำ พลังงานและอาคาร (ตามแนวคิด water-food-energy nexus) การเสนอแนวคิดออกแบบโครงการแบบ resilience และการประเมินโครงการแบบหลายอนาคตภาพ โดยมีการวิเคราะห์ความเสี่ยง ซึ่งหลายประเทศก็กำลังเริ่มดำเนินการในแนวนี้อยู่

การวางแผนโครงการน้ำของไทยในอนาคตจึงจำต้องนำแนวคิดดังกล่าวมาประกอบทั้งการวางแผนปรับตัวระดับประเทศ เพื่อให้สามารถดำเนินงานตามภาระกิจและรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตได้ และการวางแผนระดับโครงการโดยใช้แนวคิดการจัดการความเสี่ยง และการกำหนดมาตรการร่วมทั้งด้าน demand, supply (ใช้โครงสร้างและไม่ใช้โครงสร้าง)ในการพัฒนา เพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดและเป็นไปตามความสามารถการรองรับของชุมชนที่เกี่ยวข้องได้ด้วย

8.7 งานวิจัยต่อไปในอนาคต

สภาพภัยแล้งและน้ำท่วมมีบทบาทต่อการพัฒนาประเทศในช่วงที่ผ่านมา ซึ่งหลายฝ่ายพยายามศึกษา วิเคราะห์ วางแผนแก้ไข จัดทำแผนงานกัน (ดูภาคผนวก ก) นอกจากนี้การจัดการทั้งด้านลดผลกระทบและปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศในอนาคต ยังมีประเด็นที่ต้องศึกษาวิจัยเพิ่มในอนาคต เพราะการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศของโลกเองยังอยู่ในระยะเริ่มต้น การเปลี่ยนแปลงจากนี้ยังมีแนวโน้มที่รุนแรงมากขึ้น การศึกษาวิจัยจากนี้ไปต้องยกระดับเพื่อสามารถปรับตัวได้อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ มีระบบและมีประสิทธิภาพไปพร้อมๆกับการณรงค์การลดก๊าซเรือนกระจก เรื่องที่ควรดำเนินการยังคงเป็นการศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การพัฒนาเครื่องมือในการคาดการณ์ การวิจัยด้านเทคโนโลยีเพื่อลดผลกระทบและการปรับตัว การหาความรู้ร่วมในการแก้ไข พัฒนาเครื่องมือใหม่ๆในการบริหารจัดการน้ำ (ดูภาคผนวก ข และ ค) เพื่อบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้น (เช่น สุจริตและคณะ 2551, 2555, 2557) ตลอดจนการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ผลวิจัย ความรู้ในการปรับตัวในด้านต่างๆ ในระดับสากล ประเทศ และสร้างกระบวนการสื่อสาร ถ่ายทอดเพื่อสร้างความแข็งให้กับหน่วยงานรัฐ ทุกภาคส่วน และชุมชนในการตอบสนองต่อปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามบทบาทของตนเองอย่างมีระบบ และมีประสิทธิผลได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ในการเขียนเรียบเรียงหนังสือวิชาการเล่มนี้ ได้รับความร่วมมือจากทีมงานวิจัย (ดร.อรรถชัย จินตะเวช (หัวข้อ 4.2), ดร.วิรัช ฉัตรดรงค์ (หัวข้อ 3.2), ดร.ปิยะธิดา เรืองรัศมี (หัวข้อ 7.3), ดร.พงศ์ศักดิ์ สุทธินนท์ (หัวข้อ 7.5), ดร.เปี่ยมจันทร์ ดวงมณี (หัวข้อ 2.4), ดร.วินัย เชาวน์วิวัฒน์ (หัวข้อ 1, 4.2, 6.4)) และแหล่งข้อมูลวิชาการต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศนอกจากนี้ยังมีหน่วยงานต่างๆ ในประเทศที่ให้ข้อมูล ความเห็นจากการจัดสัมมนาทางวิชาการอยู่เป็นระยะ อาทิเช่น สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล มหาวิทยาลัยต่างๆ ในกลุ่มวิจัยของ สกว. ฯลฯ นอกจากนี้ยังได้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากหลายแหล่งเช่น สำนักงานสนับสนุนการวิจัย (สกว) ความร่วมมือวิจัยกับสมาคมวิศวกรรมชลประทานประเทศญี่ปุ่น (JIID) กับกรมชลประทาน โครงการวิจัยผลกระทบสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงต่อภาวะน้ำท่วม ของมหาวิทยาลัยสหประชาชาติ (UNU) โครงการหลักสูตรบัณฑิตศึกษาร่วม Disaster Resilience City (DRC) ของมหาวิทยาลัยเกียวโต โครงการการจัดทำกรอบการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) และองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) โครงการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคต ความเปราะบางและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) และ UNDP ฯลฯ การสนับสนุนจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้กับหน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบจัดการแหล่งน้ำ และคณะนักวิจัยร่วม และทีมงานสนับสนุนจากหน่วยปฏิบัติการวิจัยฯ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำทุกท่านในช่วงสิบปีที่ผ่านมา ซึ่งถ้าขาดการสนับสนุนดังกล่าว คงไม่สามารถเขียนหนังสือเล่มนี้ได้ ผู้เขียนต้องขอแสดงความขอบคุณมา ณ. ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

<u>บทที่ 1</u>

1. กรมทรัพยากรน้ำ, 2545, แนวทาง มาตรการ และพื้นที่/โครงการนำร่อง การแก้ไขปัญหาอุทกภัยและแผ่นดินถล่ม เอกสารวิชาการ สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรน้ำ ตุลาคม
2. กรมชลประทาน , 2545, การพัฒนาระบบสารสนเทศและการประชาสัมพันธ์เพื่อการบริหารจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยที่เกิดจากน้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม รายงานการศึกษา สถาบันพัฒนาการชลประทาน
3. กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2551, โครงการจัดทำแผนแม่บทเพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2552 – 2555 รายงานฉบับสมบูรณ์
4. กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2551, โครงการประเมินผลกระทบจากการบังคับใช้กฎหมายเกี่ยวกับการกำหนดค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลในเขตวิกฤตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล รายงานฉบับสมบูรณ์
5. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. โครงการศึกษาผลกระทบจากการแก้ปัญหาการใช้น้ำบาดาลเกินปริมาณสมดุลด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์, พฤศจิกายน 2547.
6. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2544, การวิเคราะห์และจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในบริเวณที่ราบภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย, รายงานวิจัย
7. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2546, โครงการวิจัยการพัฒนาแผนหลักการจัดการภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับน้ำ : น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม , มิถุนายน
8. สุจริต คูณธนกุลวงศ์และคณะ, 2549, สถานการณ์การใช้น้ำของไทย หนังสือวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9. สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ, 2553, บทสรุปความอ่อนไหว ความเสี่ยง และการรับมือของอุทกวิทยา ทรัพยากรน้ำผิวดิน และใต้ดินของประเทศไทยต่อปัจจัยภูมิอากาศ รายงาน สังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย สกว. ธันวาคม (TAR 2)
10. สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553, รายงานการจัดทำบัญชีประชาชาติที่คิดรวมต้นทุนด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รายงานฉบับสมบูรณ์
11. สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553, โครงการจัดทำแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศของโลก การผันผวนของราคาพลังงาน และวิกฤตอาหารของโลก รายงานฉบับสมบูรณ์
12. ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533, โครงการสำรวจ ศึกษาเพื่อการวางแผนหลักและกำหนดแนวคิดการออกแบบเบื้องต้น โครงการเติมน้ำลงชั้นน้ำบาดาลเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี. มิถุนายน.
13. AIT, 1982, Investigation of land subsidence caused by deep caused by deep well pumping in the Bangkok area. Comprehensive Report of Asian Institute of Technology. NEB. Pub. 1982-002.
14. JICA, 1995, The Study on Management of Groundwater and Land Subsidence in the Bangkok Metropolitan Area and Its Vicinity. Department of Mineral resources. March 1995.

<u>บทที่ 2</u>

1. สุจริต คูณธนกุลวงศ์, 2554, ความมั่นคงด้านทรัพยากรน้ำ –บทเรียนจากมหาอุทกภัย- เวทีสาธารณะครั้งที่ 2 มูลนิธิธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม 27 ธันวาคม.
2. สุจริต คูณธนกุลวงศ์, 2555, การปรับตัวกับสถานการณ์น้ำปีนี้ มหกรรมงานวิชาการ อิมแพค เมืองทองธานี 21 มิถุนายน.
3. สุจริต คูณธนกุลวงศ์, 2555, ประเทศไทยคิดอย่างไรกับการบริหารจัดการน้ำถอดบทเรียนในการบริหารจัดการใน 3 มิติ งานเสวนาหัวข้อ ประเทศไทยคิดอย่างไรต่อการบริหารจัดการน้ำ และถอดบทเรียนการบริหารจัดการน้ำของประเทศไทย จัดโดยสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน 19 กค.
4. สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ, 2556, แนวคิดความมั่นคงด้านทรัพยกรน้ำประเทศไทยกับนานาชาติรายงานวิจัย เสนอต่อ สกว มีนาคม.
5. ADB, 2007, Asian Development Outlook 2011.
6. Hans de Jong, 2011, The Netherlands Live with Water A Paradigm Shift, Counselor for Transportation and Water Management, Royal Netherlands Embassy.
7. Maggie Black and Jannet King, 2009, The Atlas of Water (ISBN 978-0-520-25934-8), University of California Press.
8. Sucharit K., el. al., Water Situation 2008 and Flood Situation 2011 of Thailand (www.cuwater.eng.chula.ac.th).
9. Sucharit Koontanakulvong Piyatida Hoisanwarn, Winai Chaowiwat., 2012, Thailand Water Account (2005-2007), Technical Report, Chulalongkorn University, March.
10. Sucharit Koontanakulvong, Piamchan Doungmanee, Piyatida Hoisungwan, 2014, Water Security Situation in the context of world and ASEAN, Hydrological Sciences and Water Security: Past, Present and Future, (Proc. 11th Kovacs Colloquium, Paris , France, 2014), IAHS Publication 366.
11. UN-Water Deliverables for Rio+20 - released on 30 March 2012 (www.unwater.org) 2012
12. UN-Water Status Report on the Application of Integrated Approaches to Water Resources Management (www.unwater.org/rio2012/report/index.html). UNEP, Freshwater under Threat South Asia, 2008
13. UNSGAB, 2009, Water and Disaster, Technical Report from High level Expert Panel, March 2009.

บทที่ 3

1. กัณฑรีย์ บุญประกอบ, 2550, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง,
2. เจียมใจ เครือสุวรรณ และคณะ, 2550, การจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสำหรับประเทศไทยด้วยแบบจำลองภูมิอากาศท้องถิ่น MM5 รายงานวิจัยเสนอต่อ สกว.
3. ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล, 2550: โลกร้อนสุดขั้ว วิกฤติอนาคตประเทศไทย. สำนักพิมพ์ฐานบุ๊คส์, กรุงเทพฯ, 258 หน้า
4. วิรัช ฉัตรดรงค์ สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และวิชญาณ เจริญกุล, 2552, พฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก, โยธาแห่งชาติครั้งที่ 14 พค (6 pp)
5. สุจริต คูณธนกุลวงศ์, 2552, การศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับการเพิ่มของระดับน้ำทะเล, การประชุมสัมมนาวิชาการ โครงการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลต่อสภาพการใช้ที่ดินชายฝั่งทะเลของประเทศไทย, สผ,, 28 พค.
6. สิรินทรเทพ เต้าประยูร, 2550, การศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค RegCM 3 สำหรับประเทศไทย รายงานวิจัย สกว (RDG5030034)
7. Arnon Snitwong Na Ayutthaya, et.ac. 2002: The Impact of Climate Change on the inflow of Bhumipol and Sirikit Reservoir, ICSU-WMO-IOC on GAME-T.
8. Chatdarong, V., Koontanakulvong, S. and Jarernkul, W., 2009, Behaviors of Average Temperature and Monthly Rainfall in Thailand as a Result of Global Climate Change, The 14th National Convention on Civil Engineering, Suranaree University, May 13-15.
9. Chulalongkorn, 2005, Groundwater Use and Potential Study in the Lower Central Plain, submitted to the Thailand Research Fund.
10. Chulalongkorn, 2010, National Communication on Climate Change, submitted to NCCC, Thailand.
11. Dusadee Sukawat, 2009, Extreme Events Associated with the Monsoons over Southeast Asia Under Climate Change Scenarios, The first China-Thailand Joint Seminar on Climate Change, Thailand Research Fund, Mar 23-24, 2009 EU, Guidance on Water and Adaptation to Climate Change.
12. Imbrie, J. and K.P. Imbrie, 1986: IPP Ages Solving the Mystery. Harvard University Press, London, 224pp.
13. IPCC, 2001, Third Assessment Report: Climate Change (TAR)
14. IPCC, 2007, “Climate Change 2007: The Physical Science Basis.” Contribution of Working Group I to the 4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
15. IPCC, 2007, IPCC Fourth Assessment Report (AR4), Climate Change: Synthesis Report.

16. Itthi Trisirisatayawonga, Marc Naeijeb, Wim Simonsb and Luciana Fenoglio-Marcc, 2011, Sea Level Change in the Gulf of Thailand from GPS-corrected Tide Gauge Data and Multi-Satellite Altimetr, Global and Planetary Change 76, 137–151.
17. NESDB, 2010, Climate Change Master Plan for Energy and Food Security, Progress Report, Chulalongkorn University, Jan.
18. NOAA, 2007, National Overview - Annual 2007, Climate Report.
19. Sucharit K, 2008, Impact of Global Climate Change to Monthly Rainfall-Runoff in Thailand and its Impacts on Water Resources Management in the Eastern Region of Thailand, 2nd GMS Development Dialogue by ADB, May 21.
20. Sucharit Koontanakulvong, et. al., 2010, Corrected MRI GCM data for Thailand, Technical Report, Chulalongkorn Univerisity.
21. Suppakorn Chinvanno, 2009, Future Climate Projection for Thailand and Surrounding Countries: Climate change scenario for 21st century, The first China-Thailand Joint Seminar on Climate Change, Thailand Research Fund, Mar 23-24.
22. Türker KURTTAS, 2010, The IAEA Water Resources Programme, Isotope Hydrology Section: A Brief Overview, IAEA, June (www.iaea.org/water)

<u>บทที่ 4</u>

1. กรมพัฒนาที่ดิน, 2548, รายงานการศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากประเทศไทย.
2. กรมพัฒนาที่ดิน, 2549, รายงานการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่มในประเทศไทย.
3. เกริก ปั่นเหน่งเพ็ชรและคณะ, 2532, ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิต ข้าว อ้อย มันสำประหลัง และ ข้าวโพดของประเทศไทย, รายงาน สกว.
4. เจษฎา เตชะมหาสรานนท์, 2544, ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและวิวัฒนาการการใช้ที่ดิน ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไม้และปริมาณน้ำท่า, วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาการจัดการ ลุ่มน้ำ ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. นิพนธ์ ตั้งธรรม, ศ.ดร. 2548, ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อ ทรัพยากรน้ำของประเทศไทย, เอกสารนำเสนอในโครงการสัมมนาด้านสิ่งแวดล้อม สำหรับผู้บริหารระดับสูงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั่วประเทศ จัดโดย โครงการสิ่งแวดล้อมศึกษา สถาบันเอเชียตะวันออกศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
6. ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล, 2550: โลกร้อนสุดขั้ว วิกฤติอนาคตประเทศไทย. สำนักพิมพ์ฐานบุ๊คส์, กรุงเทพฯ, 258 หน้า
7. สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ, 2553, ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสภาพน้ำบาดาล (กรณีศึกษา : โครงการชลประทานพลายชุมพล) รายงานวิจัย หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบ จัดการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มิถุนายน.

8. สุจริต คูณธนกุลวงศ์, วินัย เชาวน์วิวัฒน์, 2552, การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการ จัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14 พฤษภาคม.
9. สุจริต คูณธนกุลวงศ์และคณะ, 2558, โครงการ ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตความเปราะบางและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รายงานความก้าวหน้า สิงหาคม.
10. สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553, โครงการจัดทำแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศของโลก การผันผวนของราคาพลังงาน และวิกฤตอาหารของโลก รายงานฉบับสมบูรณ์
11. ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, 2551, รายงานผลการวิจัย โครงการการศึกษานำร่องเพื่อจัดทำขั้นตอนต้นแบบในการคาดการณ์ ปริมาณฝนล่วงหน้ารายฤดูกาลและผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำ.
12. อรรถชัย จินตะเวช และคณะ, 2547, การศึกษาเบื้องต้นผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศโลกต่อความ มั่นคงทางอาหารของไทย, รายงาน สกว.
13. Arief Anshory Yusuf & Herminia Francisco, 2009, Climate Change Vulnerability Mapping for Southeast Asia, Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA), Jan. (available at http://www.eepsea.org)
14. Chatdarong, V., Koontanakulvong, S. and Jarernkul, W., 2009, Behaviors of Average Temperature and Monthly Rainfall in Thailand as a Result of Global Climate Change, The 14th National Convention on Civil Engineering, Suranaree University, May 13-15.
15. Chulalongkorn, 2008, Potential Groundwater Study of Phaichumphol Irrigation Project.
16. Chulalongkorn, 2010, The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Case Study: Plaichumphol Irrigation Project, Thailand), presented at JIID Seminar on Impact of Climate Change on Irrigation Systems, Bangkok, Jan 26.
17. Chulalongkorn, 2008, National Communication on Climate Change, submitted to UNFCC.
18. Imbrie, J. and K.P. Imbrie, 1986: IPP Ages Solving the Mystery. Harvard University Press, London, 224pp.
19. IPCC Fourth Assessment Report (AR4), 2007, Climate Change: Synthesis Report, Jan Null, El Nino & La Nina Years: A Consensus List, Golden Gate Weather Services, http://ggweather.com/enso/years.htm.
20. RID, 2009, Feasibility Study for Improvement of the Irrigation System in Phitsanulok Area, Phaichumphol Irrigation Project, Phitsanulok, (http://irrigation.rid.go.th/rid3/chumpol/staff.html).
21. Thailand, 2010, Climate Change Impact Assessment Methodology to Water Resource Management in East Coast Basin, TRF seminar, Faculty of Engineering Chulalongkorn University , Mar 13.

บทที่ 5

1. สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ, 2558, การจัดทำกรอบการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ รายงานฉบับสมบูรณ์ ส่งให้ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) และองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมษายน.
2. สุจริต คูณธนกุลวงศ์และคณะ, 2555, โครงการรูปแบบการปรับตัวด้วยการบริหารน้ำในอนาคตโดยเฉพาะน้ำท่วม รายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการวิจัยภายใต้โครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2555 เสนอต่อ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กันยายน.
3. Sucharit K., Anulak S., Kwanchai P., 2012, Sukhothai Flood Risk Management under changing climate, Proc. 2012 AIT-NUS-ITB-KU JOINT SYMPOSIUM ON HUMAN SECURITY ENGINEERING, Bangkok, Thailand, November 19-20.
4. Sucharit K., 2014, Regional flood planning under the concept of climate change adaptation, Lecture Note, Disaster Resilience City Program of Kyoto University, at ITB, Indonesia, Sep 15.
5. UNFCC, 2013, National Adaptation Plans : Water Supplement to the Technical Guidelines Supporting the national adaptation plan process, Nov.
6. UNFCC, 2014, Introduction to the technical guidelines for the NAP process, Technical meeting on national adaptation plans 24 – 26 February, Dar es Salaam, Tanzania.

บทที่ 6

1. ปฏิญญา หรรษ์อิทธินันต์, 2557, การประเมินผลกระทบด้านอุทกภัยของจังหวัดสุโขทัย อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก วิทยานิพนธ์บัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีนาคม.
2. สุจริต คูณธนกุลวงศ์และคณะ, 2555, โครงการวิจัยรูปแบบการปรับตัวในการบริหารน้ำในอนาคตโดยเฉพาะน้ำท่วม รายงานวิจัยภายใต้โครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2554 (CC522A) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กันยายน.
3. สุจริต คูณธนกุลวงศ์และคณะ, 2556, โครงการแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม, รายงานวิจัยโครงการรัชดาภิเษก (คลัสเตอร์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กันยายน.
4. สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ, 2556, สถานการณ์น้ำ ปี 2555 และผลกระทบจากเกณฑ์การปล่อยน้ำ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (เทียบกับปี 2554 และการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำหลักภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ) รายงานวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พฤษภาคม.
5. Chulalongkorn, 2009, Potential Groundwater Study of Phaichumphol Irrigation Project, Feasibility Study for Improvement of the Irrigation System in Phitsanulok Area (2006), Phaichumphol Irrigation Project, Phitsanulok. (http://irrigation.rid.go.th/rid3/chumpol/staff.html).

6. Chulalongkorn, 2010, The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Plaichumphol Irrigation Project case study) Final Report submitted to JIID, Feb.
7. Chulalongkorn, 2011, The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Wangbua Irrigation Project case study) Final Report submitted to JIID, Feb.
8. Chulalongkorn, 2012, Climate Change Impact Assessment study on Irrigation Systems in the Central Plain, Research Report submitted to JIID, February.
9. Chulalongkorn, 2013, The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Dam Operation Analysis), Research Report submitted to JIID, February.
10. Sucharit K., Chokchai S., 2015, The Role of Groundwater to Mitigate the Drought and Adaptation to Climate Change in the Phitsanulok Irrigation Project, in the Nan Basin, Thailand, Journal of Science and Engineering, Pernebit Press, Malaysia.

<u>บทที่ 7</u>

1. สุจริต คูณธนกุลวงศ์, อรอนงค์ วรรณราช, 2550, การวิเคราะห์ความเสี่ยงกับมาตรการวางแผนจัดการน้ำและการประยุกต์ใช้ในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งตะวันออก วารสารวิจัยและพัฒนา วสท.
2. สุจริต คูณธนกุลวงศ์และคณะ, 2558, โครงการ “การคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงสูงสุดในระดับลุ่มน้ำของประเทศไทยและจีน” รายงานฉบับสมบูรณ์ภายใต้ความร่วมมือไทย-จีน เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย กรกฎาคม.
3. สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ, 2558, การจัดทำกรอบการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ รายงานฉบับสมบูรณ์ ส่งให้ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) และองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมษายน.
4. สุรินทร์ วรกิจธำรง, 2556, Application of Flood Risk Management, เอกสารบรรยายวิชา Water Disaster Engineering (2112681) คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มกราคม.
5. สนช, 2558, วาระการพัฒนาของโลกภายหลังคศ ๒๐๑๕ วารสารเศรษฐกิจและสังคม ปีที่ 52 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน.
6. CDEEP, 2007, Natural and Human-Generated Disasters Center for Disaster & Extreme Event Preparedness (www.umdeepcenter.org)
7. David K. Todd, Larry W. Mays, 2005, GW Hydrology, Third Edition, John Wiley & Son.
8. Das Gupta, 2012, Disaster Management System Design, Lecture Note on Water Disaster Engineering, Chulalongkorn University.
9. ISDR, 2009, An Overview of Environment and Disaster Risk Reduction in the Arab Region A Community Perspective.

10. Mai Trong Nhuan, 2013, Building flood resilient developing country – some lessons from Vietnam, Kyoto University's DRC Program, Lecture Note at Kasetsart University, September.
11. MLIT, 2010, Development of Practical Guidelines on Strategic Climate Change Adaptation Planning -Flood Disasters -Japan, October. (http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/english/climate.html)
12. P. Sayers, Y. L.i, G. Galloway, E. Penning-Rowsell, F. Shen, K. Wen, Y. Chen, and T. Le Quesne, 2013, Flood Risk Management: A Strategic Approach. Paris, UNESCO.
13. Ray K. Linskley, J.B. Franzini, 1979, Water Resources Engineering, Mc-Graw Hill.
14. Srikantha Herath, 2011, Research Direction in Disaster Risk Reduction and Climate Change Impacts in Asian Region, Presented at 2nd CSDS-IACC National Workshop, UNU-ISP, Bangkok, Thailand, May 30-31.
15. Sucharit K., et. al., 2014, Flood Impact and Risk Assessment at the Yom River Basin due to Global Climate Change, PAWEE2014, Taiwan, October.
16. Syahril Badri Kusuma, et.al., 2014, Kebon Baru and Bukit Duri Risk Map, Kyoto University's DRC Program, Lecture Note at ITB, Indonesia, September.

<u>บทที่ 8</u>

1. สุจริต คูณธนกุลวงศ์, 2551, บทบาทของ R&D ในการประเมินผลกระทบและปรับตัวของไทย สัมมนาวิชาการ ในวาระครบรอบ 15 ปี สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย"ภาวะโลกร้อนในบริบทของสังคมไทย"วันอังคารที่ 29 กรกฎาคม ณ ศูนย์การประชุมอิมแพ็ค เมืองทองธานี
2. สุจริต คูณธนกุลวงศ์และคณะ, 2555, โครงการแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม รายงานวิจัยโครงการรัชดาภิเษก (คลัสเตอร์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กันยายน
3. สุจริต คูณธนกุลวงศ์และคณะ, 2557, โครงการ การจัดทำแผนที่นำทางการวิจัยประเด็นวิจัยยุทธศาสตร์ เรื่อง "การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ น้ำ ที่ดิน และการจัดการสิ่งแวดล้อม" รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ส่งต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ตุลาคม.
4. สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ, 2557, การติดตามการใช้งานระบบช่วยรายงานสถานการณ์น้ำท่วมด้วยตนเองพร้อมข้อเสนอแนะ รายงานวิจัยของกองทุนรัชดาภิเษก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำถามท้ายบท

<u>บทที่1</u>

1. ประเทศไทยมีการใช้น้ำและจัดหาน้ำในแต่ละกลุ่มลุ่มน้ำหลักเท่าไร
2. ประเทศไทยมีปัญหาน้ำท่วม และมีมาตรการแก้ไขอย่างไร
3. ประเทศมีปัญหาน้ำแล้ง และมีมาตรการแก้ไขอย่างไร
4. ประเทศไทยมีปัญหาน้ำบาดาลและมีมาตรการแก้ไขอย่างไร

<u>บทที่2</u>

1. อธิบายความหมายของดัชนีความมั่นคงของน้ำ และการใช้ประโยชน์ในการวางแผน
2. อธิบายความสำคัญของสถาพการใช้น้ำของไทยเทียบกับประเทศอาเซียนอื่น

<u>บทที่ 3</u>

1. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของประเทศไทยที่ผ่านมาเป็นอย่างไร และมีแนวโน้มอย่างไรในอนาคต
2. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีในภาพรวมของประเทศที่ผ่านมาเป็นอย่างไร และมีแนวโน้มอย่างไรในอนาคต
3. วิธีการวิเคราะห์หาพื้นที่ล่อแหลม (hot spot) ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตทำอย่างไร

<u>บทที่ 4</u>

1. ปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิ อากาศเกิดขึ้นได้อย่างไร
2. ผลกระทบหลักต่อการบริหารจัดการน้ำมีอะไรบ้าง
3. แนวทางการปรับตัวทั้งด้านโครงสร้างและไม่ใช้โครงสร้างมีอะไรบ้าง

<u>บทที่ 5</u>

1. ขั้นตอนการจัดทำแผนปรับตัวระดับชาติทำอย่างไร
2. องค์ประกอบสำคัญในการดำเนินการตามแผนปรับตัวแห่งชาติมีอะไรบ้าง
3. การเลือกมาตรการปรับตัวกับระดับความเสี่ยงจะดำเนินการไปด้วยกันอย่างไร

<u>บทที่ 6</u>

1. การประเมินผลกระทบและแนวทางการปรับตัวในโครงการชลประทานควรทำอย่างไร
2. การประเมินผลกระทบและการปรับตัวในโครงการน้ำท่วมควรทำอย่างไร
3. การปรับตัวของชุมชนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศควรทำอย่างไร

<u>บทที่ 7</u>

1. อธิบายการหาผลกระทบจากความเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามภาพอนาคตของการพัฒนา
2. อธิบายการหากราฟปริมาณฝน อัตราน้ำหลาก ความเสียหาย ที่เปลี่ยนแปลงตามคาบเวลาต่าง ๆจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง
3. อธิบายการกำหนดมาตรการปรับตัวในการจัดการความเสี่ยงในการวางแผนโครงการ

ภาคผนวก ก

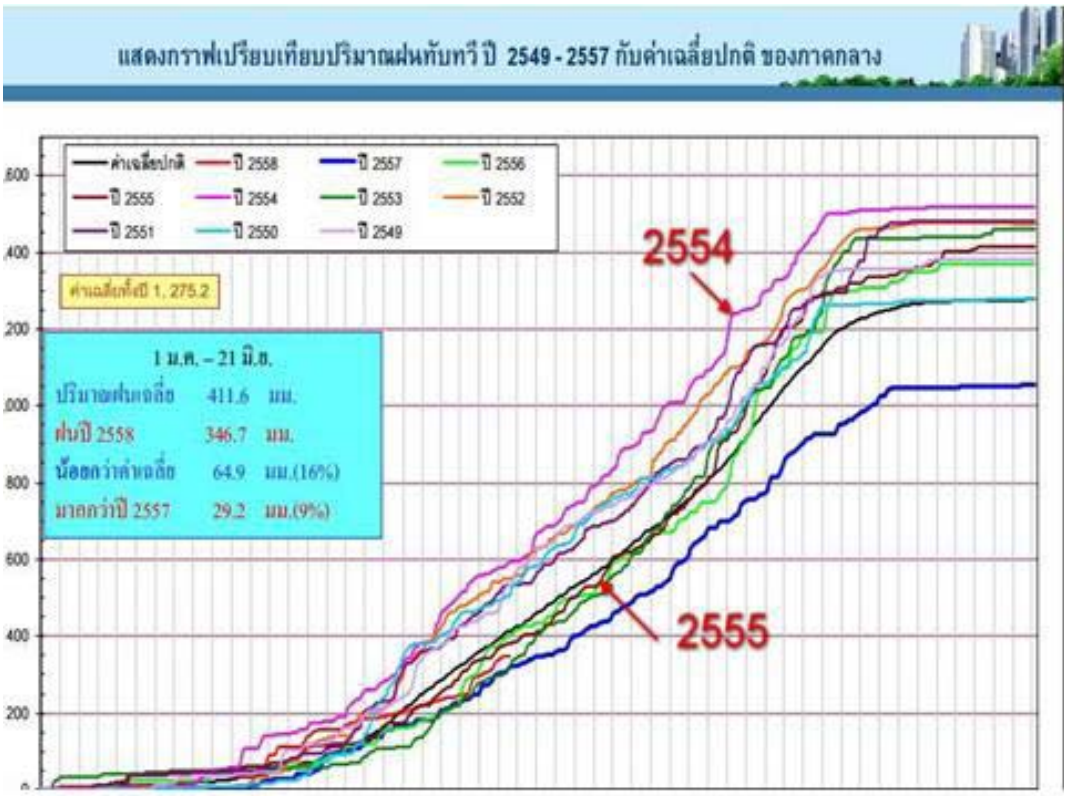
- ภาวะแล้ง 2558

ภาวะน้ำแล้งปี 2558
เกิดอะไรขึ้น ควรคิดอย่างไรต่อไป

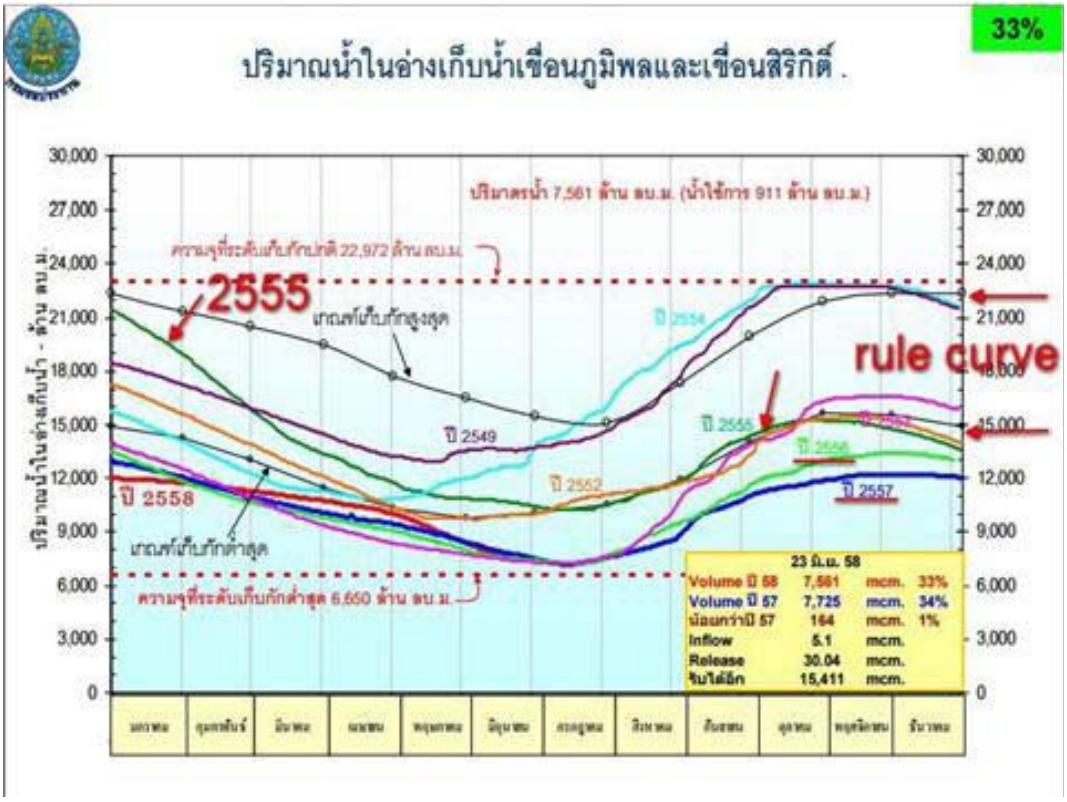
รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1) ความเป็นมา

หลังปี 2554 ที่ประเทศไทยประสบปัญหาน้ำท่วมใหญ่ โดยมีปริมาณฝนตกมากในรอบ 60 ปี ได้มีการปรับปรุง เกณฑ์การกักเก็บน้ำ (ต้นเดือนพฤษภาคม อยู่ที่ 45%) เพื่อให้รองรับต่อการเกิดน้ำท่วมขึ้นในปี 2555 โดยใช้เกณฑ์ฝนเฉลี่ย อย่างไรก็ตามเมื่อมีการดำเนินการ ปรากฏว่า ปริมาณฝนในปี 2556, 2557 มีค่าต่ากว่าเกณฑ์ค่าเฉลี่ยมาตลอด และปริมาณเก็บกักน้ำของเขื่อนสิริกิตต์และเขื่อนภูมิพลในรอบปี 2556, 2557 และ 2558 ณ ต้นเดือนพฤษภาคม อยู่ที่ระดับ 30 % มาตลอด มีค่าต่ากว่าเกณฑ์ที่กาหนดมาตลอด (ส่วนหนึ่งเกิดจากปริมาณฝนตกน้อยกว่าค่าเฉลี่ย และการใช้น้ำแบบปรกติ โดยเฉพาะในช่วงหน้าแล้ง)



รูปที่ 1 ปริมาณฝนสะสมจากปี 2554 ถึง 2558 (ข้อมูลกรมชลประทาน)



รูปที่ 2 ปริมาณน้ำของเขื่อนสิริกิตต์และภูมิพล (ข้อมูลกรมชลประทาน)

2) สถานการณ์น้ำปี 2558

เนื่องจากปริมาณฝนในปี 2557 ในช่วงปลายฝนมีปริมาณต่า (กว่าต้นฤดูฝน) ทาให้มีนโยบายไม่สนับสนุนให้ปลูกข้าวนาปลัง ปริมาณในช่วงเดือน กพ ถึง พฤษภาคม 2558 มีระดับดีขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2557 จึงมีการปล่อยน้ำในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม 2558 เพื่อให้เริ่มมีการปลูกข้าว (ประมาณ 1,000 ล้าน ลบ.ม. ดังรูปที่ 2) และในวันที่ 22 พฤษภาคม 2558 กรมอุตุนิยมวิทยาได้ประกาศการเริ่มฤดูฝนของประเทศ ทาให้เกิดความต้องการในการปลูกข้าวเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตาม สภาพฝนซึ่งคาดว่าจะตกตามปรกติในเดือนพฤษภาคม ในปีนี้ไม่เป็นตามคาด ส่งผลให้ปริมาณน้ำเก็บกักในเขื่อนหลัก ในภาคกลาง ลดลงอย่างต่อเนื่อง จนต้องมีมาตรการลดปริมาณการปล่อยอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อภาคเกษตร และขยายผลต่อภาคอุปโภค บริโภค ในภาคกลางเป็นอย่างมาก

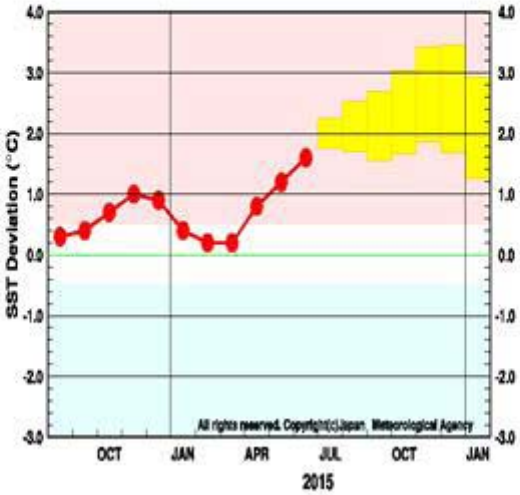
3) สถานการณ์น้ำจากนี้ไประยะสั้น

ช่วงนี้หลายท่านคงจะรู้สึกดีขึ้นเนื่องจากมีฝนเริ่มตก และบางพื้นที่ก็มีน้ำท่วมแบบฉับพลัน ซึ่งยังเป็นอิทธิพลจากลมตะวันตกเฉียงใต้ แนวโน้มมรสุมก่อตัวในมหาสมุทรแปซิฟิคและทะเลจีนใต้เริ่มก่อตัว (ปีนี้ช้ามามาก) ทาให้เห็นแนวโน้มของการเกิดมรสุมซึ่งจะเกิดในช่วง 2 ถึง 3 เดือนนี้ ซึ่งจะทาให้ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากมรสุมดังกล่าว จากทางทิศตะวันออก แต่เนื่องจากในช่วงปัจจุบันนี้ ยังมีภาวะเอลนิโน (รูปที่ 3) อยู่ ซึ่งคาดว่าจะดารงอยู่ถึงเดือนมกราคม

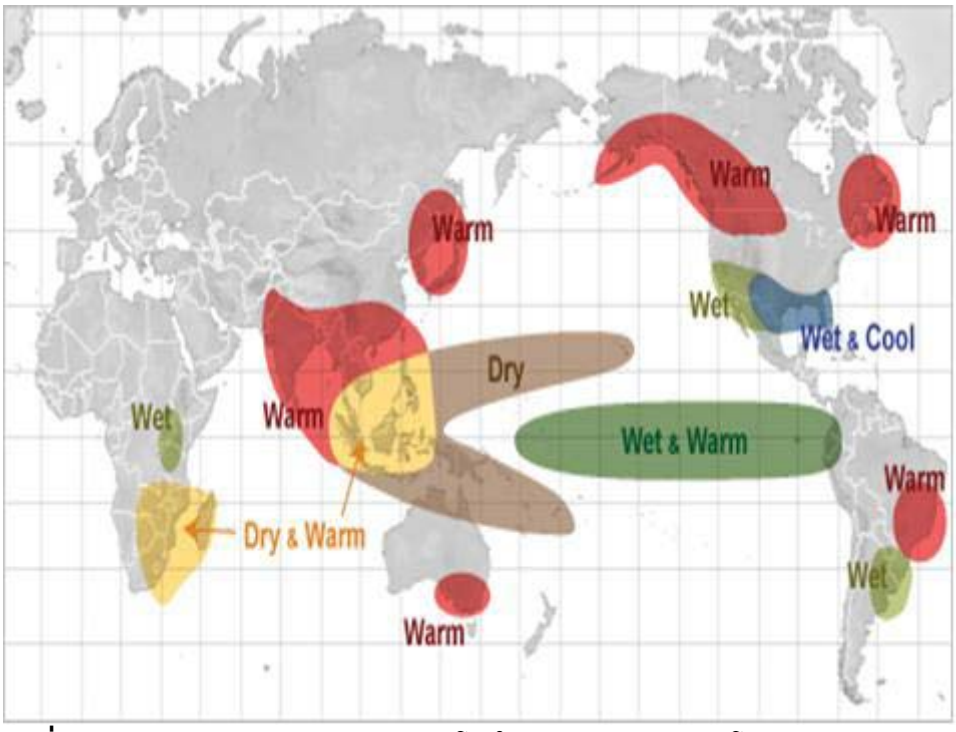
El Niño Outlook by the prediction model

The outlook of SST deviations from the climatological reference based on a sliding 30-year period for NINO.3, NINO.WEST, and IOBW is presented in Fig.9, Fig.10, and Fig.11, respectively. This outlook is produced based on JMA's El Niño prediction model (JMA/MRI-CGCM2). The JMA official announcement is produced by considering not only the results of the prediction model, but also the analysis of the latest atmosphere-ocean conditions.

These figures indicate a time series of the monthly sea surface temperature (SST) deviation for NINO.3 (5ºN-5ºS, 150ºW-90ºW), NINO.WEST (10ºN-EQ, 130ºE-150ºE), and IOBW (20ºN-20ºS, 40ºE-100ºE). Thick line with closed circle shows the observed SST deviation and boxes show the predicted one for the next six months by the El Niño prediction model. Each box denotes the range where the SST deviation will be included with the probability of 70%.



รูปที่ 3 การคาดการณ์ปรากฏการณ์ เอลนิโน ในปี 2558 (จาก JMA)



รูปที่ 4 ผลกระทบจากอิทธิพลของเอลนิโน่ ในภูมิภาคต่างๆของโลก (จาก G-WADI)

4) มาตราการระยะสั้น

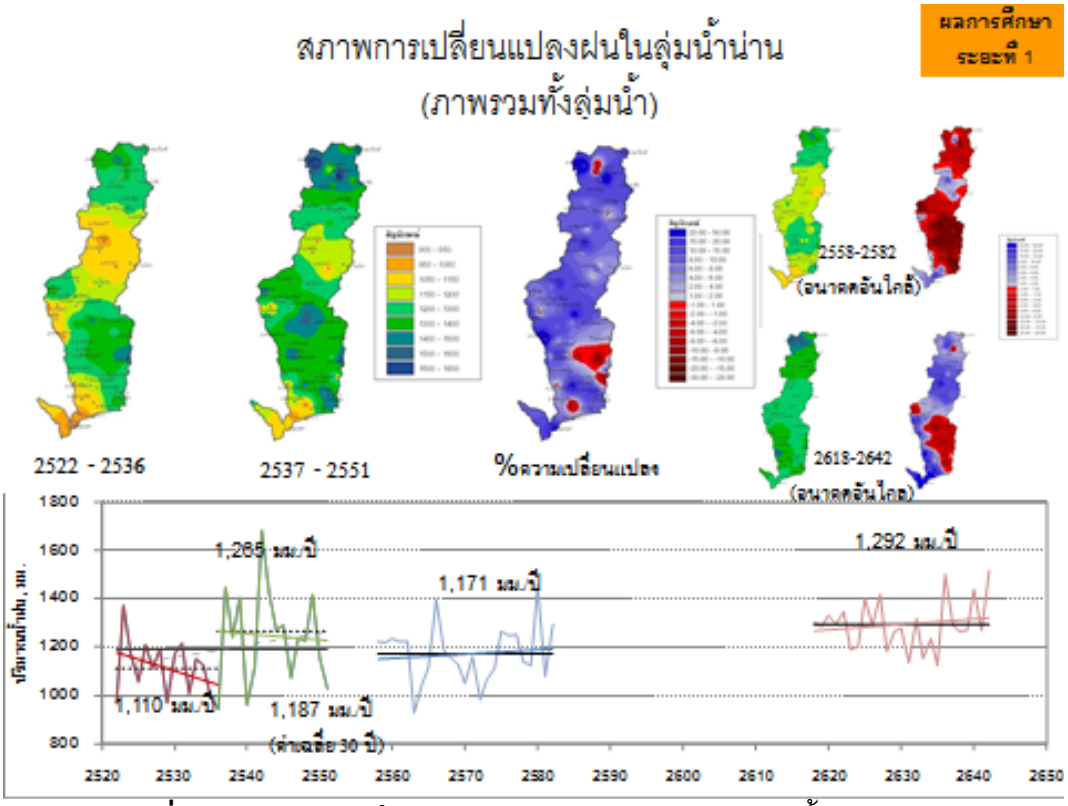
จากสภาพดังกล่าว ทาให้เห็นสถานการณ์น้ำในภาคกลางที่ยังไม่ฟื้นตัวเร็ว ต้องประคองตัว ไปพร้อมๆกับการปรับการปล่อยน้ำ การหาแหล่งน้ำสำรอง การแจกจ่ายน้ำ และการควบคุมการใช้น้ำไปพร้อมๆกับการติดตามสภาพฝน ในช่วง ๒เดือนนี้ ว่าจะทาให้สามารถมีน้ำเก็บกักในเขื่อนหลักได้มากน้อยเท่าไร การปลูกข้าวในนาปี ต้องเน้นเป็นข้าวระยะสั้น เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหาย และลดภาระการปล่อยน้ำจากเขื่อนเสริม ต้องมีมาตรการประหยัดน้ำ และใช้น้ำเวียนในแปลง สำรองน้ำให้ใช้ในหน้าแล้ง ถึงต้นเดือนพฤษภาคม 2559 ให้มากที่สุด ซึ่งจะต้องมาวางแผนรับหน้าแล้งในต้นเดือนพฤศจิกายน 2558 อีกครั้ง

แนวโน้ม ถ้าฝนในช่วงสองเดือนนี้ยังไม่มากพอ (ปริมาณน้ำเก็กกักในเขื่อนหลักมีน้อย (น้อยกว่า 3,500 ล้าน ลบ.ม.) มีพอใช้ได้ (น้อยกว่า 6,500 ล้าน ลบ.ม.) ณ วันที่ 1 พย.2558) จาเป็นต้องพิจารณาหามาตรการงดนาปลังต่อในปีหน้า (โดยมีมาตรการอื่นรองรับด้วย) และประคองน้ำในเขื่อนเพื่อน้ำกินน้ำใช้ตลอดหน้าแล้ง ถึง ต้นฤดูฝนปีหน้า และประชาชนทุกคนต้องช่วยกันประคองเพื่อให้มีน้ำกินน้ำใช้ ขณะเดียวกับกัน ต้องเริ่มมาตราการส่งเสริมบ่อน้ำตื้น และหาแหล่งเก็บกักน้ำ (บึง สระ) ในลักษณะใช้น้ำร่วม ให้มากที่สุด โดยคานึงถึง การกระจายน้ำ และมีมาตราการบริหารในภาวะวิกฤติรองรับ (จะเวียนน้ำ แจกจ่ายน้ำ อย่างไร ใครก่อน ใครหลัง ทะเบียนน้ำ กติกาแจกน้ำ ฯลฯ)

5) แนวโน้มระยะยาว

ถ้าพิจารณาสภาพแล้งของประเทศไทยที่ผ่านมา จะมีลักษณะการเกิดประมาณรอบ 10 ปี และการเกิดอาจเป็นแบบปีเดียว หรือ 3 ปีต่อเนื่อง (ช่วงปี 2537 และ 2542 ที่ปริมาณน้ำเก็บกักในเขื่อนหลักภาคกลางมีน้อย) ผลกระทบจะรุนแรงไม่รุนแรง จะขึ้นกับสภาพเก็บกักในเขื่อนประกอบด้วย หมายความว่า ถ้าฝนแล้ง แต่ถ้าน้ำในเขื่อนยังพอมี ก็ยังประคอง แจกจ่ายน้ำได้ แต่ถ้าไม่มีน้ำเขื่อนช่วย ก็จะประสบภาวะแล้ง ที่มีผลกระทบมาก (ในอดีตที่มีภาวะแล้งต่อเนื่องหลายปี เคยมีมาตรการช่วยเหลือขุดบ่อตื้น ให้ปีละประมาณ 5,000 บ่อ 3 ปีต่อเนื่องมาแล้ว)

ผลจากการวิเคราะห์ สภาพฝนในอนาคต จากแบบจาลองสภาพภูมิอากาศของโลก (GCM-MRI) บอกแนวโน้มว่า ในช่วง 20 ปีข้างหน้า ค่าเฉลี่ยฝนของลุ่มน้ำน่าน จะมีค่าประมาณ 1,171 มล. /ปี (เทียบกับ 1,265 มม ต่อปี ในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา) หมายความว่า สภาพฝนโดยเฉลี่ยจะน้อยลง 7.4 % จากสภาพฝนที่ผ่านมา และมีแนวโน้มการเกิดภาวะรุนแรง (extreme) เพิ่มขึ้นได้ (ปีแล้งจัดๆ) ดังรูปที่ 5 ซึ่งจะต้องมีการตกลงแผนสารองกรณีเช่นนี้ไว้ด้วย



รูปที่ 5 สภาพฝนในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต ของลุ่มน้ำน่าน (ต้นน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา) (งานวิจัยน่าน)

6) มาตราการระยะยาว

จากวิกฤติการณ์ภัยแล้งในปีนี้ ทาให้เห็นความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้น (ปริมาณการเพิ่มของนาปลังในภาคกลางย้อนหลัง 20 ปี) การเพิ่มของพื้นที่เมือง (ที่ต้องการมาตรการทั้งการป้องกันน้ำท่วม น้ำบริโภค น้ำเสีย) ข้อกาหนดของปริมาณน้ำ และโครงสร้างการจัดการน้ำที่มี ซึ่งถ้าไม่มีมาตราการระยะยาว (ไปพร้อมๆ กับระยะสั้น) จะทาให้เกิดความขัดแย้งทั้งทางสังคม และเศรษฐกิจในอนาคตได้

ส่วนการแก้ปัญหาระยะยาวต้องทบทวนแผนการใช้น้ำ ปรับโครงสร้างการใช้น้ำ เพิ่มแหล่งเก็บกัก ทั้งแบบเดียว และแบบเครือข่าย(อ่างพวง) รวมทั้งพิจารณาแผนจัดการด้านผู้ใช้ คือการจัดโควตาน้ำระบบ bcm และ โลจิสติก ที่สาคัญคือต้องมีกฎหมายแม่บทเรื่องน้ำของประเทศ ที่บรรจุภาพรวมการแก้ไขปัญหาด้านน้ำในทุกมิติและมีความเชื่อมโยงในระดับลุ่มน้ำและมอบอานาจลงสู่ลุ่มน้ำให้ประชาชนได้มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากร

7) สิ่งที่ควรคิด

ประเทศไทยควรวางแนวคิดการแก้ไขปัญหาน้ำบนพื้นฐานแนวคิดของความมั่นคงด้านน้ำ (water security) โดยให้แต่ละพื้นที่ประเมินความมั่นคงด้านน้ำเอง (ในระดับความมั่นคงที่กาหนด) ในเชิงมาตราการ ควรพิจารณาดังนี้

- ทบทวนแผนการใช้น้ำ ปรับโครงสร้างการใช้น้ำ (พัฒนาเกษตรทันสมัย เมืองและอุตสาหกรรมสีเขียว)
- เพิ่มแหล่งเก็บกัก ทั้งแบบเดี่ยว และแบบเครือข่าย (อ่างหรือสระพวง) เพื่อลดภาระต่อการปล่อยน้ำเขื่อน (สระหรือบึงขนาดใหญ่ กลาง มีระบบเชื่อมส่งได้ โดยเฉพาะท้ายน้ำของเขื่อน เช่น สระพระราม 9)
- พิจารณาแผนจัดการด้านผู้ใช้ (demand management) (การจัดโควต้าน้ำ ระบบแผนจัดการฉุกเฉิน และระบบส่งน้ำ ลลล)
- การใช้ประโยชน์จากความรู้จากงานวิจัยที่ผ่านมาผ่านเครือข่ายมหาวิทยาลัย(ประเด็นวิจัยด้านน้ำเชิงยุทธศาสตร์บทเรียนจากการวางแผนจัดการน้ำระดับชุมชน สู่ จังหวัด)
- การวิจัยสนับสนุน เพื่อหา และ สร้าง ความรู้ สนับสนุน ของเครือข่ายสถาบัน ให้กับชุมชน (อุณหภูมิ ฝน ระดับน้ำทะเล การเก็บกักน้ำ การระบาย/ส่งน้ำ การพยากรณ์ การส่งเสริมชุมชนในการจัดการ น้ำ โดยใช้ความรู้)

8) เอกสารอ้างอิง

- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การจัดทำบัญชีน้ำ รายงานวิชาการเสนอต่อสภาพัฒน์ 2553
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การประเมินความมั่นคงด้านน้ำของไทย รายงานทางวิชาการ 2555
- สุจริต และคณะ บทความวิชาการด้านความมั่นคงด้านน้ำของไทยกับอาเซียน เสนอ UNESCO สิงหาคม 2557
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โครงการวิจัยพัฒนาเชิงกลยุทธลุ่มน้ำน่าน, สกว. 2558 (ระหว่างดาเนินการอยู่)
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โครงการวิจัยเพื่อสร้างความมั่นคงในการวางแผนน้ำระดับจังหวัด, สกว. 2558 (ระหว่างดำเนินการอยู่)
- สกว โครงการศึกษาการจัดทำแผนที่นาทางการวิจัยประเด็นวิจัยยุทธศาสตร์ เรื่อง “การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ น้ำ ที่ดิน และการจัดการสิ่งแวดล้อม” 2557
- สกว. โครงการข้อเสนอโครงการชุดความรู้ด้านการบริหารจัดการทรพัยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อการปฏิรูป ประเทศ กค. 2558
- http://www.pmel.noaa.gov/tao/elnino/impacts.html
- http://www.srh.noaa.gov/jetstream/tropics/enso_impacts.htm
- http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/eln/rcnt.rxml
  (บทความเผยแพร่ของคณะวิศว จุฬา (050815))

- วิกฤติภัยแล้ง

“วิกฤตภัยแล้ง” กับการบริหารจัดการน้ำ
นักวิชาการจุฬาฯ เสนอแนวทางการแก้ปัญหาในระยะยาว

1/9/2015 ข่าว, ข่าวสาร, ข่าวเด่น Tag: ประหยัดน้ำ, ภัยแล้ง, แล้ง

“น้ำ” มีความสำคัญอย่างยิ่งในการอุปโภคหรือบริโภค เป็นที่ทราบกันดีว่าในปี 2518 ได้เกิดภาวะภัยแล้งที่รุนแรงที่สุดในรอบ 15 ปี ซึ่งสร้างความเสียหายต่อการเกษตรและชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชน การบริหารจัดการน้ำในภาวะภัยแล้งจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

รศ.ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ กล่าวว่า ระบบบริหารการจัดน้ำของประเทศไทยตามกฎหมายชลประทานนั้น จะมีการกำหนดว่า พื้นที่ใดเป็นที่สำหรับชลประทาน เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ทำการเกษตร แต่ในระยะหลังมีการใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรม การอุปโภคบริโภค จึงต้องมีการกระจายน้ำไปยังภาคส่วนอื่น ๆ โดยกรมชลประทานเป็นหน่วยงานหลักที่ดูแลในเรื่องของประตูปล่อยน้ำ และคลองส่งน้ำ ทั้งนี้เขื่อนในประเทศไทย มีทั้งเขื่อนที่อยู่ในความดูแลของกรมชลประทานและการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งที่ผ่านมาจะใช้คณะกรรมการร่วมในตัดสินใจในการปล่อยน้ำในช่วงเดือนต่าง ๆ การบริหารจัดการน้ำของประเทศไทยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ปล่อยลงพื้นดิน และน้ำจากเขื่อนที่ปล่อยลงมาสมทบ โดยไม่ให้เกิดปัญหาน้ำท่วม ที่ผ่านมาจะมีการประเมินว่า ในแต่ละเดือนจะปล่อยน้ำเป็นปริมาณเท่าใดจึงจะให้เกิดความสมดุล ซึ่งในแต่ละปีอาจไม่เท่ากัน ส่วนภาคเกษตรกรที่ประสบภัยแล้ง อาจจะใช้น้ำบาดาลช่วยบรรเทาความเดือดร้อน สำหรับปัจจัยสำคัญในการบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพ จะต้องมีแผนรองรับในการผันน้ำจากเขื่อนต่างๆ ประสานงานระหว่างกรมอุตุนิยมวิทยากับกรมชลประทานในเรื่องพยากรณ์อากาศ การกักเก็บน้ำและการปล่อยน้ำ

รศ.ดร.สุจริต กล่าวเพิ่มเติมถึงแนวทางการแก้ปัญหาภัยแล้ง ควรหาที่กักเก็บน้ำให้มากขึ้นหรือควบคุมการใช้น้ำให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม หลายๆจังหวัดต้องมีบึงน้ำธรรมชาติขนาดใหญ่เพื่อเป็นการสำรองน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง ในอนาคตประเทศไทยอาจประสบปัญหาสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง จึงต้องมีการสร้างเขื่อนขนาดกลาง ขนาดเล็กมาช่วยกักเก็บน้ำในฤดูฝน รวมถึงประชาชน ทุกคนต้องช่วยประหยัดน้ำด้วย

ภาคผนวก ข
บัญชีน้ำคืออะไร

บัญชีน้ำคืออะไร

รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
(http://www.eng.chula.ac.th/node/2411)

1) แนวคิด

ปรกติเมื่อคนคิดถึงบัญชี จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับรายได้ รายจ่าย บัญชีงบดุลแสดงสินทรัพย์และหนี้สิน ระยะหลังมีการเพิ่มเกี่ยวกับกระแสเงินสดเพิ่มขึ้น เพื่อให้เห็นภาพสถานะทางการเงินของกิจการได้ชัดเจนและหลายมุมได้ แนวคิดดังกล่าวได้มีการนำมาพัฒนาเป็นบัญชีสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์ (Environmental-Economic Accounts (SEEA) และต่อมาได้ขยายต่อถึงด้านน้ำ (Water Account) เพื่อการดูแลด้านทรัพยากร(น้ำ) โดยหน่วยงานของสหประชาชาติ และแนะนำให้ประเทศสมาชิกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์สถานะด้านน้ำของประเทศตนเองตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ตามวงจรน้ำ ข้อมูลดังกล่าวยังไปสัมพันธ์กับตัวเลขในตาราง input-output ในเชิงปริมาณสินค้า และมูลค่าทางเศรษฐกิจของแต่ละสินค้าและบริการของประเทศได้ ซึ่งสามารถนำตัวเลขมาเปรียบเทียบ ปริมาณการใช้น้ำ และประสิทธิภาพทั้งด้านน้ำและมูลค่าทางเศรษฐกิจระหว่างประเทศได้ โดยสัมพันธ์เพื่อการวางแผนการใช้ และพัฒนาทรัพยากรน้ำ และการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมได้ดียิ่งขึ้น

ภายในประเทศเอง ก็สามารถนำแนวคิดบัญชีน้ำดังกล่าวมาโยงกับการพัฒนาลุ่มน้ำ หรือ จังหวัด ทั้งในเชิงทรัพยากรและเศรษฐกิจสังคมได้ เพื่อเปรียบเทียบการพัฒนา การใช้ประสิทธิภาพ และผลผลิตที่ได้ต่อการใช้ทรัพยากรได้ในแต่ละลุ่มน้ำ และจังหวัด หรือ งบประมาณการพัฒนาพื้นที่ที่ลงไป ทำให้เกิดทรัพยากรมากน้อยเพียงใด และ ก่อให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจและสังคมในแต่ละจังหวัดได้มากน้อยเพียงใด

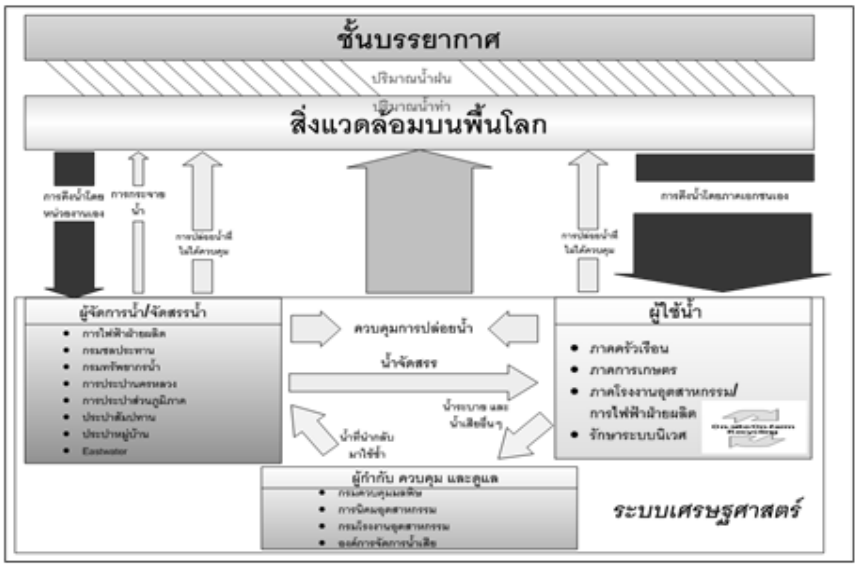
ในระดับพื้นที่ (ตำบล) เอง ก็สามารถนำแนวคิดบัญชีน้ำของตำบล กล่าวคือ ด้านจัดหา มีน้ำเข้า และน้ำออกจากพื้นที่เท่าไร และมีการกระจายน้ำอย่างไร ด้านการใช้น้ำ แยกตามแต่ละประเภทของการใช้น้ำ เมื่อนำการจัดหาหักกับการใช้น้ำ จะเป็นปริมาณน้ำเก็บกักในพื้นที่ (ถ้าลงข้อมูลในแผนที่ครอบคลุม น้ำเข้า น้ำออก การกระจายน้ำ แหล่งใช้น้ำ และแหล่งเก็บกักน้ำในพื้นที่) จากตัวเลขในบัญชีน้ำจะสามารถประเมินปริมาณขาดแคลนและแหล่งที่ขาดแคลนในแต่ละช่วงเวลาได้ (กรณีหน้าแล้งซึ่งอาจไม่มีน้ำเข้าจากนอกพื้นที่ ก็จะขึ้นเฉพาะปริมาณน้ำเก็บกักในพื้นที่ที่มี ลบจากปริมาณที่ต้องการใช้น้ำ) เพื่อการวางแผนการช่วยเหลือแก้ไขปัญหาน้ำได้ดียิ่งขึ้น (คล้ายๆกับการจัดทำบัญชีครัวเรือนเพื่อดูรายได้รายจ่ายและเงินสะสมของแต่ละครัวเรือน)

2) การจัดทำบัญชีน้ำ

การจัดทำบัญชีน้ำจึงเสมือนการหาน้ำ (รายได้) การใช้น้ำ(รายจ่าย) และการเก็บกักน้ำ(ทรัพย์สิน) ในแต่ละพื้นที่และเวลา เพื่อจัดทำสมดุลย์ทั้งงบรายได้รายจ่ายและงบดุลทางบัญชี บัญชีดังกล่าวอาจเป็นของประเทศ (รวมจากแต่ละลุ่มน้ำ) แต่ละลุ่มน้ำย่อย หรือ จังหวัด ตำบล ก็ได้

ในระดับประเทศ จะดำเนินการในแต่ละลุ่มน้ำหลัก และนำมารวมกันเป็นข้อมูลประเทศ การจัดทำบัญชีน้ำต้องประเมินปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ สู่การใช้ของผู้ใช้น้ำปลายทาง โดยเริ่มตั้งแต่การรวบรวม และประมาณข้อมูลปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างเก็บน้ำ หรือลำน้ำ ข้อมูลปริมาณน้ำจำหน่าย สภาพการใช้น้ำ (water use) เพื่อกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ อุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม เนื่องจากการจัดหาในระบบใหญ่จะมีการปล่อยน้ำจากเขื่อน จากโครงการ และจากการประปา ก่อนไปสู่ผู้ใช้ปลายทาง จึงต้องแบ่งผู้จัดหาในแต่ละระดับก่อน ในขั้นต้นเป็นการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่สมดุลระหว่างผู้จัดการน้ำที่แหล่งน้ำต้นทาง (อ่างเก็บน้ำ) (Water Supply 1)ส่งไปยังจุดจ่ายน้ำหรือหัวงาน ขั้นที่สองเป็นการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่สมดุลระหว่างผู้ให้บริการน้ำ(Water Supply 2) ส่งไปยังผู้ใช้น้ำหรือที่แปลงนา ขั้นที่สามเป็นการวิเคราะห์ปริมาณน้ำสมดุลระหว่างผู้ให้บริการ (Water Supply 3) ที่ส่งให้ผู้ใช้น้ำปลายทาง ณ จุดผู้ใช้น้ำ ทั้งนี้เพื่อให้การจัดทำบัญชีมีสภาพใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด และหาปริมาณน้ำสูญเสียที่เกิดขึ้น (หรือปริมาณน้ำที่ไม่ปรากฏหรือยังไม่ลงตัว : unaccounted or unmet volume) ระหว่างผู้จัดการน้ำ ผู้จัดหาน้ำ ผให้บริการน้ำ และผู้ใช้น้ำปลายทาง และถ้ามีข้อมูลด้านต้นทุนก็จะสามารถหาต้นทุนการจัดหา ราคาที่ได้จากการใช้ มีประเมินประสิทธิภาพของการใช้น้ำเชิงเศรษฐศาสตร์ได้

แนวคิดในการจัดทำบัญชีน้ำ



รูปที่ 1 องค์ประกอบของบัญชีน้ำ

ในกรณีน้ำชุมชน ซึ่งมักจะมีขนาดพื้นที่เล็ก การจัดทำด้านจัดหา จะเป็นการทำบันทึกแหล่งน้ำ ขนาดความจุ (รวมทั้งตำแหน่งในพื้นที่) สายน้ำ (ความสามารถในการชักน้ำในฤดูต่างๆ) ซึ่งถ้าสามารถระบุในแผนที่ได้ก็จะรู้สภาพศักยภาพแหล่งน้ำในพื้นที่ การจัดทำด้านผู้ใช้น้ำจะเป็นการทำบัญชีตามสัมโนประชากร ซึ่งจะระบุบ้าน จำนวนคน พื้นที่เพาะปลูก ชนิดพืช สัตว์เลี้ยงที่มีเพื่อประเมินความต้องการใช้น้ำในช่วงเวลา เป็นข้อมูลประกอบในการวางแผนพัฒนาและจัดการน้ำ โดยเฉพาะในยามวิกฤติก็สามารถรู้สถานะ และความขาดแคลนน้ำ ทั้งในเชิงพื้นที่และปริมาณได้ทันที

3) การประยุกต์ใช้ในระดับประเทศ

โครงการศึกษาการจัดทำบัญชีประชาชาติด้านทรัพยากรน้ำของไทย ได้พยายามประเมินปริมาณน้ำในลุ่มน้ำทั้ง 25 ลุ่มน้ำของไทย โดยการการหาศักยภาพปริมาณน้ำต้นทุนที่มีการส่งจ่ายน้ำจากเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำ ผ่านโครงการ เข้าสู่ผู้ให้บริการ (การประปาทั้งหลาย) สู่ผู้ใช้น้ำปลายทาง ซึ่งมีการประมาณการทั้งผ่านระบบที่มีการบันทึกและการประมาณจากการวิเคราะห์การหักลบด้วยสมดุลย์น้ำ และการประมาณการจากหลักวิชาการ (ที่มีการวิจัยหรือยอมรับได้) โดยใช้ฐานปี 2548 (ปีน้ำน้อย) 2549 (ปีน้ำมาก) และ ปี 2550 (ปีน้ำปรกติ) เป็นฐานในการคิดครั้งนี้ ในการดำเนินงานได้มีการรวบรวมตัวเลขจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (ซึ่งก็ได้รับความร่วมมืออย่างดี) การวิเคราะห์ตัวเลขประมาณการใช้น้ำในระดับอำเภอ จังหวัด ขึ้นมาหักลงกันที่ระดับลุ่มน้ำและกระจายตัวเลขที่ปรับแล้ว ลงระดับจังหวัด เพื่อเป็นฐานในการคิดการใช้ทรัพยากรน้ำ ที่เชื่อมโยงกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในแต่ละพื้นที่ได้ต่อไป ผลการศึกษาตัวสมดุลน้ำของไทยในช่วงปีศึกษาได้ข้อสรุปดังนี้

1) การวิเคราะห์สถานะการณ์น้ำควรพิจารณาจากปริมานฝน และปริมาณเก็บกักน้ำในเขื่อนหลัก เพราะการจัดการน้ำมักจะแปรผันกับปริมาณฝน และน้ำที่มีในแต่ละปี ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำต้นทุนของปี 2548(ปีน้ำแล้ง) 2549(ปีน้ำท่วม) และ 2550 (ปีน้ำปรกติ) พบว่า ปริมาณน้ำต้นทุนรวมจะเท่ากับ 53,790, 73,532, 64,272 ล้าน ลบ.ม ต่อปี โดยมาจากอ่างเก็บน้ำเป็นหลัก (ดูตารางที่ 1)
2) ผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำหลังการวิเคราะห์สมดุลน้ำแล้ว (กระทบยอดการใช้และการจัดหาที่ระดับต่างๆแล้ว) พบว่า การใช้น้ำในปี 2548 2549 และ 2550 รวมประมาณ 53,889, 83,541, 74,273 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี โดยมีภาคเกษตรเป็นผู้ใช้น้ำหลัก โดยมีปริมาณน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ เป็นตัวแปร ตามภาวะน้ำในแต่ละปี (ดูตารางที่ 1)
3) ในการประเมินปริมาณน้ำสำรอง (stock : ปริมาณน้ำเก็บกัก หารด้วย ปริมาณน้ำใช้งาน) โดยพิจารณาปริมาณน้ำเก็บกักที่อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (ซึ่งเป็นแหล่งน้ำหลักในหน้าแล้ง) ในเดือนพฤษภาคม (ต้นฤดูฝน) เดือน ตุลาคม (ปลายฤดูฝน) เดือน มกราคม (ต้นฤดูแล้ง) และเดือน เมษายน (ปลายฤดูแล้ง) เพื่อดูว่า เมื่อต้นฤดู มี

ปริมาณน้ำสำรองใช้ก่อนเข้าฤดูมากเท่าไร และปลายฤดู มีปริมาณน้ำสำรองเหลือเพื่อใช้ในฤดูต่อไปมากเท่าไร ซึ่งจะเห็นว่า ปริมาณน้ำสำรองสะท้อนต่อสภาพ

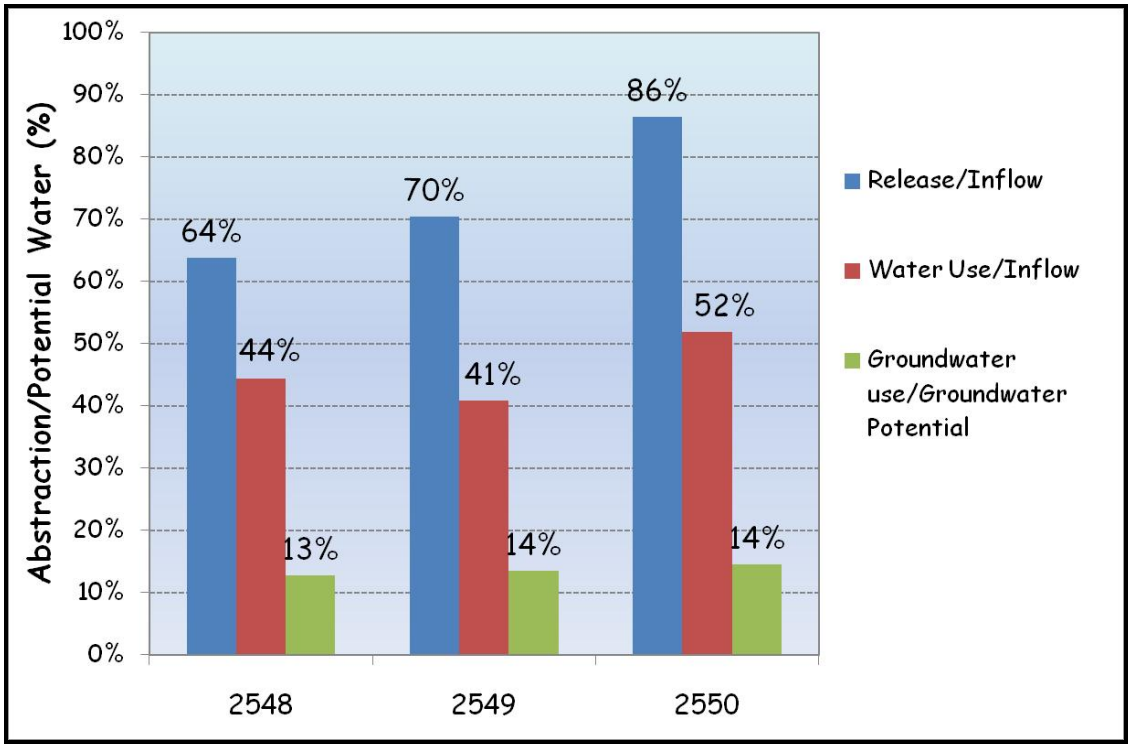
4) ปีน้ำแล้ง (2548) ปรกติ(2550) และปีน้ำท่วม (2549) ได้ดี ซึ่งถ้ายึดปีน้ำปรกติเป็นเกณฑ์ ปริมาณน้ำสำรองต้นฤดูแสดงสภาพขาดแคลนน้ำในปีนั้นๆได้ ขณะที่ปริมาณน้ำปลายฤดูแสดงสภาพน้ำในฤดูนั้นได้ดีเช่นกัน

5) ปริมาณน้ำใช้เทียบกับปริมาณน้ำที่ไหลเข้า หรือมีอยู่ เป็นการแสดงความสามารถในการใช้น้ำเทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งปี โดยจะเห็นว่า ในปี 2548 มีการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บกักน้ำขนาดใหญ่เทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าเท่ากับ 64 % ขณะที่ปริมาณการใช้น้ำเทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าเท่ากับ 44 % และการใช้น้ำใต้ดินเทียบกับปริมาณน้ำศักยภาพเท่ากับ 13 % ในปี 2549 มีการปล่อยน้ำเทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าเท่ากับ 70 % และมีการใช้น้ำเทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าเท่ากับ 41 % และการใช้น้ำใต้ดินเทียบกับศักยภาพเท่ากับ 14 % ในปี 2550 มีการปล่อยน้ำเทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าเท่ากับ 86 % และมีการใช้น้ำเทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าเท่ากับ 52 % และการใช้น้ำใต้ดินเทียบกับศักยภาพเท่ากับ 14 % (ดูรูปที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์บัญชีน้ำของไทย

Group	รายละเอียด	ปริมาณน้ำ (ล้านลบ.ม.)		
		2548	2549	2550
Water Supply-1	ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก	31,380	45,926	45,047
Water Supply-2	ปริมาณน้ำที่ได้รับจากอ่างเก็บน้ำ	23,413	29,610	29,197
	ปริมาณน้ำที่ได้รับจากลำน้ำ	6,615	6,634	6,480
	ปริมาณน้ำสูญเสีย1	8,245	16,380	16,081
Water Supply-3	ปริมาณน้ำจ่ายไปยังผู้ใช้น้ำ	22,931	27,737	27,262
	ปริมาณน้ำสูญเสีย2	7,009	8,374	8,263
	ปริมาณน้ำจากลำน้ำเพิ่มเติมจากการสูบน้ำ	7,065	7,160	6,854
	ปริมาณการใช้น้ำซ้ำ	142	150	150
	ปริมาณน้ำที่ไหลกลับเข้าสู่ลำน้ำ	4,123	6,810	5,809
Water User	ปริมาณน้ำใช้ (รวมรักษาระบบนิเวศ)	38,549	58,656	49,677

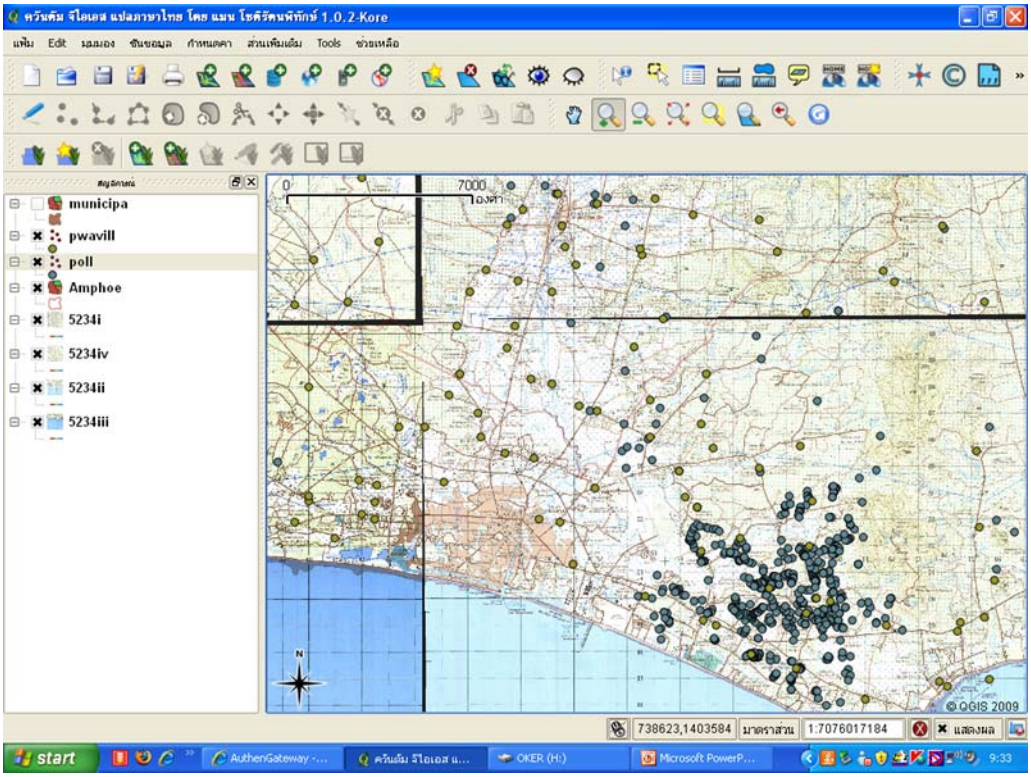
หมายเหตุ: ปริมาณน้ำซ้ำประเมินจาก 5 % (จากการสัมภาษณ์) ของปริมาณน้ำที่ผ่านระบบบำบัดของอปท.ที่มีการบันทึกในประเทศ ซึ่งยังอยู่ในปริมาณที่น้อย



รูปที่ 2 สัดส่วนของปริมาณน้ำ ที่ปล่อยจากเขื่อนหลัก น้ำใช้ผิวดินเทียบกับน้ำไหลเข้าเขื่อนและการใช้น้ำบาดาล ของประเทศในปีน้ำ (น้อย มาก ปรกติ)

4) การประยุกต์ใช้ระดับพื้นที่

ในระดับพื้นที่ การจัดทำบัญชีน้ำ ต้องการให้ทราบสถานะของน้ำที่มีอยู่ และการขาดแคลนน้ำที่มีหรือคาดว่าจะมี ได้นำเนินการโดยจนท อบต ซึ่งทำการสำรวจแหล่งน้ำที่มีอยู่ในตำบลทั้งผิวดินและใต้ดิน (ดูรูปที่ 3) ในโครงการ จากนั้น ก็ทำบัญชีครัวเรือน ทั้งตำบล มีคนกี่คน สัตว์เลี้ยง พืช เป็นตาราง ซึ่งก็สามารถประเมินได้ว่าจะใช้น้ำวันละเท่าไร เมื่อนำมาโยงกับแหล่งน้ำที่มีตามพื้นที่ ก็จะประมาณได้ว่า จะมีน้ำพอ หรือขาดเท่าไร ก็จะวางแผนในการช่วยขนน้ำได้ดียิ่งขึ้น หรือสามารถขนน้ำจากแหล่งน้ำที่ใกล้ขึ้นกว่า ลดการขนน้ำข้ามพื้นที่ ซึ่งก็จะประหยัดค่าใช้จ่ายและให้บริการได้ทั่วถึงมากขึ้น



รูปที่ 3 แผนที่แสดงแหล่งน้ำที่มีอยู่ในพื้นที่

ตารางที่ 2 ตัวอย่างบัญชีน้ำระดับตำบล (ตัวอย่าง)

ตย.บัญชีน้ำในพื้นที่ตำบล

5) ประโยชน์ที่ได้

แนวคิดบัญชีน้ำนี้เป็นเครื่องมือที่บอกสถานะของปริมาณน้ำที่นำการจัดหาและการใช้มากระทบยอด หรือเทียบกัน ส่วนต่างก็จะเป็นปริมาณเกิน หรือขาด ซึ่งก็จะไปเชื่อมโยงกับปริมาณน้ำเก็บกัก (เหมือนการฝากหรือถอนน้ำออกจากบัญชี) เนื่องจากน้ำมีการแปรผันตามพื้นที่และเวลา แผนที่จะช่วยในด้านของพื้นที่เพื่อดูการกระจาย แต่เรื่องเวลา ก็จะเป็นช่วงฤดูกาล เช่น แล้ง หรือ ฝน เมื่อจัดทำแล้ว ก็จะดูเฉพาะค่าที่เปลี่ยนแปลง ก็จะทราบสถานะของน้ำในพื้นที่และช่วงเวลาต่างๆได้

ตัวอย่างที่แสดงจะเป็นของประเทศในปี 2548 ถึง 2550 ซึ่งเป็นปีที่สถานะน้ำของประเทศเป็นแบบน้อย มาก ปรกติ พอดี นอกนั้นจะเป็นตัวอย่างของตำบล ที่นำแนวคิดนี้ไปทำบัญชีทั้งด้านจัดหา และการใช้ประกอบการแจกจ่ายน้ำโดยเฉพาะในช่วงแล้ง เพื่อการจัดการที่ดีขึ้น

บัญชีน้ำจะสามารถเป็นเครื่องมือเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ และประเทศได้ ทั้งในแง่ปริมาณน้ำที่มี ปริมาณที่ใช้ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และถ้านำมาโยงกับผลผลิตที่ได้จากการใช้น้ำก็จะประเมินผลประโยชน์ที่ได้จากการลงทุนพัฒนาแหล่งน้ำ การใช้น้ำโดยเปรียบเทียบได้อีกเช่นกัน

6) เอกสารอ้างอิง

- ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์ การจัดการน้ำระยอง เอกสารนำเสนอโครงการการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่พร้อมระบบสนับสนุนการตัดสินใจและกระบวนการทางสังคมในบริเวณพื้นที่จังหวัดระยอง” 26 พย. 2551
- สุจริต คูณธนกุลวงศ์ การจัดการน้ำชุมชนด้วยระบบสารสนเทศ ที่ประชุมสัมมนาน้ำอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง 19 พค 2552
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โครงการการจัดทำบัญชีประชาชาติที่คิดรวมต้นทุนด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม : ทรัพยากรน้ำและทรัพยากรใต้พิภพ รายงานการวิจัย ส่งให้สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม กันยายน 2553
- สุจริต คูณธนกุลวงศ์ การบริหารจัดการน้ำในชุมชน เอกสารบรรยายในปาฐกถา “เสาหลักของแผ่นดิน” ชุด “เศรษฐกิจพอเพียง” ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 28 มค 2554
- Danai Jampanil, Kwanchai Paekhoksoong, Sucharit Koontanakulvong, Improvement of Community Water Planning by using area-based Information System, SSMS 2010, Kochi, Mar 2010.
- Sucharit Koontanakulvong, Chokchai Suthidhummajit, Integrating Provincial Water Planning into Provincial Development Plan, SSMS 2010, Kochi, Mar 2010.
- UN, REVISION OF THE SYSTEM OF ENVIRONMENTAL-ECONOMIC ACCOUNTS (SEEA), October 2011 (Prepared under the auspices of the United Nations Committee of Experts on Environmental-Economic Accounting)

ภาคผนวก ค

อ่างพวงคืออะไร

อ่างพวงคืออะไร

รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1) ความเป็นมา

หลายท่านคงได้ยินศัพท์คำว่า "อ่างพวง" ในช่วงที่เราขาดแคลนน้ำกันมากขึ้น อาจจะสงสัยว่า อ่างพวงนี้คืออะไร จริงๆแล้ว อ่างพวง คงย่อมาจาก อ่างเก็บน้ำพวง หรือ ชุดอ่างเก็บน้ำ ซึ่งทำหน้าที่เก็บกักน้ำที่ไหลจากพื้นที่มาเก็บกัก และต่อเชื่อมกันเป็นระบบ เพื่อให้สามารถใช้น้ำจากที่ระบายลงสระได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า อ่างเก็บน้ำเดี่ยว เพราะโดยปรกติแล้ว พื้นที่รับน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำจะไม่เท่ากัน และพื้นที่ที่สร้างอ่างเก็บน้ำได้ก็อาจไม่อยู่ในพื้นที่ที่ตรงกับขนาดของพื้นที่รับน้ำได้ ปริมาณฝนที่ตกก็จะกระจุกตัวบางช่วง ทำให้น้ำท่าที่เกิดจะไหลเข้าบางช่วง และถ้าไม่มีพื้นที่เก็กกักเพียงพอก็จะล้นออกสู่ทางน้ำธรรมชาติ ทำให้ความสามารถในการเก็บกักจำกัดตามขนาดของอ่างเก็บกักน้ำเท่านั้น แต่ถ้าสามารถเชื่อมโยงกับอ่างเก็บน้ำอื่น ก็สามารถระบายน้ำผ่านไปสู่อ่างที่ยังไม่เต็มหรือใช้น้ำวนจากอ่างเก็บน้ำ ลงพื้นที่ชลประทาน และอาจให้ไหลลงอ่างเก็กกักน้ำในลูกต่อไปได้

2) แนวคิด

อ่างเก็บกักน้ำแบบนี้เกิดขึ้นในหลายประเทศ และมักจะเกิดขึ้นจากความจำเป็นด้านเกษตรกรรมที่ ต้องการน้ำมาช่วยเสริมในการเพาะปลูก โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ปริมาณฝนไม่พอต่อการเกษตร ในประเทศญี่ปุ่นได้มีการพัฒนาอ่างเก็บน้ำแบบนี้มากว่า 400 ปีแล้ว โดยอาศัยพื้นที่เชิงเขา ที่พอมีพื้นที่รับน้ำ ทำการปิดกั้นพื้นที่ด้วยฝาย และจัดทำเป็นสระ หรือ อ่างเก็บกักน้ำ (เรียกว่า tame-ike หรือจะเรียก farm pond ก็ได้) ไว้ จากนั้นก็ขุดเป็นคูส่งน้ำไปสู่พื้นที่เกษตร (ดังรูปที่ 1) ต่อมาเมื่อความต้องการน้ำมีมากขึ้น จึงมีการพัฒนาเป็นอ่างพวง มีการทำคูส่งน้ำเข้า (รูปที่ 2) และสามารถระบายเชื่อมโยงกันกับสระที่อยู่ด้านท้ายน้ำเป็นชุดอ่างเก็กน้ำ หรือ อ่างพวงได้ (รูปที่ 3)

3) ประสิทธิภาพของอ่างพวง

การศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของอ่างพวง มีการวิจัยเพื่อดูว่า ปริมาณน้ำที่เก็บกักได้ พื้นที่รับประโยชน์ ปริมาณน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้ เทียบกับความต้องการใช้น้ำของพืชว่าเป็นอย่างไร รูปที่ 4 เป็นพื้นที่ศึกษาเพื่อหาคำตอบ ในพื้นที่ดังกล่าวมีอ่างเก็บน้ำทั้งหมด 7 อ่าง (เขาเรียกว่า อ่างแม่ อ่างลูก อ่างหลาน และอ่างเหลน) สร้างมากว่า 120 ปีแล้ว ปริมาตรเก็กกักรวม

90,000 ลบ.ม มีพื้นที่รับประโยชน์ทั้งหมด 34.5 เฮคเตอร์ (ประมาณ 172.5ไร่) แปลงนาแต่ละแปลงประมาณ 5 ไร่ คันเก็กกักน้ำไว้สูงประมาณ 26 ซม

ผลการศึกษา (ดังรูปที่ 5) พบว่า ปริมาณน้ำที่ใช้เฉลี่ยต่อฤดูกาลเท่ากับ ๗๑๓ มม มาจากอ่างเก็บน้ำโดยตรง 21 % มาจากฝน 32 % และมาจากน้ำเวียน (repeating water) 47% (การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำในระบบอ่างพวง ต้องมีเทคนิคในการจัดการน้ำในรายละเอียดเพิ่มโดยการใช้น้ำเวียน หมายความถึงการใช้น้ำซ้ำ โดยโรยน้ำจากแปลงนาบน ผ่านคูน้ำ ซึ่งจะต้องคัดน้ำให้เข้าแต่ละแปลงนา น้ำที่เกินแต่ละแปลงจะให้น้ำล้นสู่คูน้ำ หรือสู่แปลงนาด้านล่าง เพื่อใช้ในพื้นที่ท้ายน้ำต่อ ซึ่งจะต้องมีการควบคุมระดับในคูและแปลงนาให้เหมาะสมอยู่ตลอด) ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า อ่างเก็บน้ำช่วยเหลือน้ำเพื่อการเกษตรได้ 21 % และเทคนิคการบริหารน้ำช่วยได้อีก 47 %

4) การปรับปรุงในระยะหลัง

เนื่องจากมีความต้องการน้ำด้านอื่นๆ มากขึ้นโดยเฉพาะพื้นที่อยู่อาศัย นโยบายจึงต้องการลดพื้นที่นา(เพื่อลดผลผลิตข้าวด้วย) และข้อจำกัดด้านแรงงานในการดูแลจัดการน้ำในแปลง (เนื่องจากชาวนาสูงอายุมากขึ้น) จำต้องมีการปรับปรุงการจัดการน้ำในอ่างพวง (ดังรูปที่ 6) แนวคิดต้องการเพิ่มความจุเก็บกักน้ำ (โดยการเสริมคัน เพิ่มสารใยสังเคราะห์เพื่อลดการซึมของน้ำ รูปที่ 7) การวางท่อเชื่อมระหว่างอ่างเก็บกักน้ำ (แทนระบบคู เพื่อลดความสูญเสียน้ำระหว่างทาง) การปรับปรุงแปลงนามีระบบท่อน้ำเข้าและออกเพื่อดูแลได้ดีขึ้น(รูปที่ 8) บางพื้นที่ที่อยู่ใกล้เขตเมือง ก็มีการปรับปรุงพื้นที่อ่างโดยการถมที่ ปรับเป็นพื้นที่เพื่ออยู่อาศัย การติดตามประเมินผลการปรับปรุงพบว่า ปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้น (จากเดิม 713 มม) เป็น 830 มม. ในหนึ่งฤดูกาล(ส่วนหนึ่งเนื่องจากมีน้ำเพิ่มมากขึ้น) แหล่งน้ำที่ได้มาจากอ่างเก็บน้ำ 45 % และจากฝนใช้การ 55% (รูปที่ 9) ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บกัก และการส่งน้ำ รวมทั้งการลดภาระแรงงานในการดูแลแปลง(จากภาระน้ำเวียน)ได้ดียิ่งขึ้น

5) บทส่งท้าย

การพัฒนาอ่างหรือสระเก็บกักน้ำขนาดเล็กมีวิวัฒนาการมาจากอดีตกาล เพื่อเป็นแหล่งน้ำเสริมเพื่อการเกษตรโดยเริ่มจากการชลประทานขนาดเล็ก และมีการพัฒนาเป็นชุดของสระ หรือ อ่างเก็กน้ำ หรือ อ่างพวงขึ้นในระยะต่อมา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเก็กกักและการใช้น้ำในระดับพื้นที่ และเป็นแหล่งน้ำสำรองยามฉุกเฉินได้

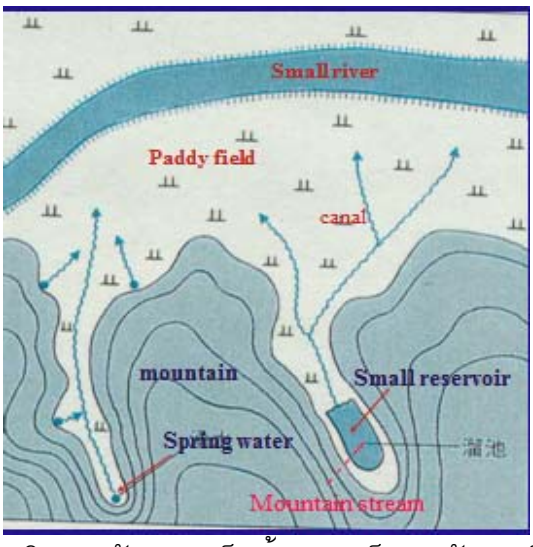
อ่างพวงในระบบดังกล่าวช่วยให้มีปริมาณน้ำเก็บกักเสริมจากฝน ทำให้เกิดการเกษตรในช่วงต้นของการทำเกษตรในประเทศญี่ปุ่น มีพื้นที่นาเชิงเขาหลายพื้นที่ที่กลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวจากความพยายามพัฒนาพื้นที่ด้วยระบบอ่างพวงเป็นเวลานานจากอดีต ทำให้เกิดความสวยงามจากน้ำมือของมนุษย์ (รูปที่ 10) การพัฒนาดังกล่าวมีจนมาถึงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการพัฒนาอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กนี้กว่า 230,000 อ่างทั่วประเทศญี่ปุ่น (รูปที่ 11) ในระยะ

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เริ่มมีการพัฒนาระบบอ่างเก็บกักน้ำขนาดกลางและใหญ่เพิ่มขึ้นตามการขึ้นของประชากร การขยายตัวของพื้นที่เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และเขตเมืองเพื่อให้มีน้ำพอเพียง(ดูรูปที่ 12) แต่ในหลายพื้นที่ก็ยังนำระบบส่งน้ำขนาดกลางและใหญ่ไปเชื่อมกับระบบอ่างพวงที่มีอยู่ (โดยการปรับปรุงให้ทันสมัยตามกาลเวลา และนำน้ำส่วนเกินจากการปรับปรุงมาสนับสนุนการใช้น้ำในเขตเมือง) และให้พื้นที่สามารถดูแลการจัดการน้ำเองตามระบบน้ำที่มีอยู่ได้ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการดูแลน้ำในระดับพื้นที่อยู่

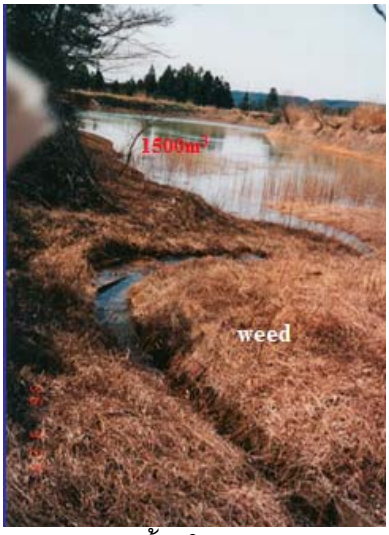
ประเทศไทยเราก็มีระบบคู คลอง สระ บึง หนอง มาแต่ในอดีต แต่ในระยะหลังหันมาพึงพาระบบเขื่อนหรืออ่างเก็กกักน้ำมากขึ้น ทำให้การดูแลแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีอยู่ น้อยลงไป แต่จากนี้ไป เนื่องจากความต้องการใช้น้ำของประเทศยังจะมีมากขึ้น ขณะที่การพัฒนาแหล่งเก็กกักน้ำขนาดใหญ่เริ่มมีข้อจำกัด เราคงต้องหันกลับมาทบทวน ระบบแหล่งน้ำธรรมชาติขนาดเล็ก จัดทำบัญชีแหล่งน้ำประจำพื้นที่ การจัดระบบการใช้ประโยชน์ การบำรุงรักษา รวมทั้งส่งเสริมพัฒนาเป็นอ่างเก็บน้ำประจำพื้นที่ และพัฒนาเป็นอ่างพวงที่เป็นระบบเชื่อมโยงกับระบบน้ำขนาดกลางและใหญ่เพิ่มได้ต่อไป (ในลักษณะสระพระราม 9 ประจำพื้นที่ ตามลักษณะความเหมาะสมของพื้นที่และมีการเชื่อมต่อเป็นระบบจากต้นน้ำสู่ปลายน้ำตามปริมาณน้ำที่จะมีได้) อันจะเป็นมาตรการเสริมอีกทางเลือกหนึ่ง ยามฉุกเฉิน และรับมือต่อการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในระดับพื้นที่ได้ในอนาคต

6) เอกสารอ้างอิง

- Minami I., et.al., Practical Study on the Freshening Characteristics Tameike in the Salinity Hazard Area in NE Thailand, Trans. JSDIRE, Vol 1986, No. 123, P 25-32, Aug. 1986.
-Kitamura K., Minami I., Water Operation on Tameike in Toban Region in Japan, Proc. Int RWCS, 1991.
- Utsunomiya N., Minami I., Store and Utilization of Rainwater Cistern System at Rural Area in NE Thailand, Proc. Int RWCS, 1991.
-Japan Commission on Large Dams, Dams in Japan, 2009.
- สุจริต คูณธนกุลวงศ์ มิติใหม่ของการจัดการน้ำในยามวิกฤติ วารสารประชาคมวิจัย สกว. ฉบับที่ 102
หน้า 30 กรกฎาคม 2555. (เผยแพร่ในข่าวช่าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ)

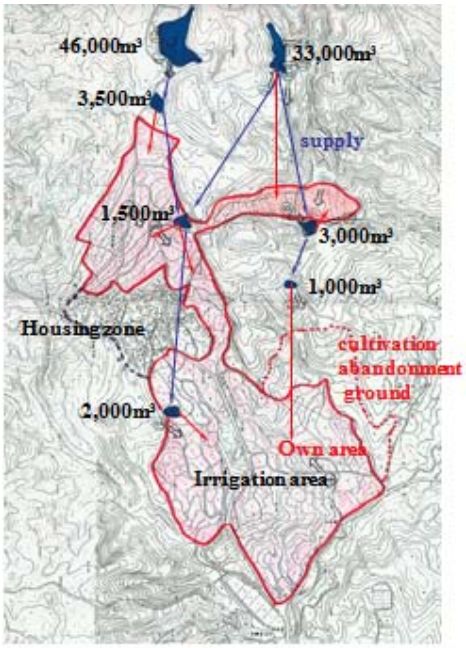


รูปที่ 1 แนวคิดการพัฒาอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก จะพัฒนาเป็นอ่างพวง



รูปที่ 2 ภาพอ่างเก็บน้ำ (ในหน้าแล้ง) และทางน้ำเข้า

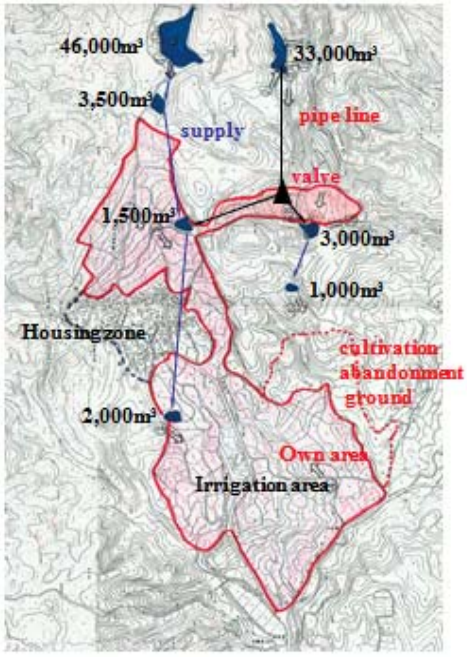
รูปที่ 3 ภาพทางอากาศของอ่างพวงเพื่อการเกษตรและอุปโภคบริโภค



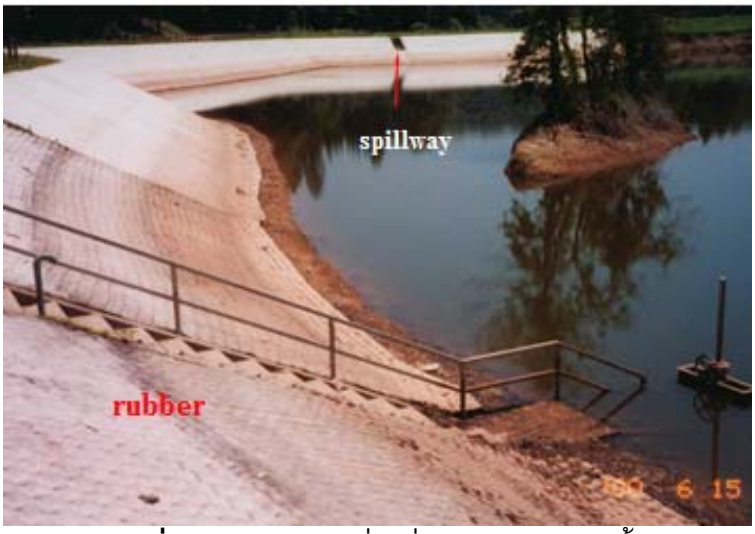
รูปที่ 4 ตัวอย่างอ่างเก็บน้ำพวง (7 ลูก) ที่เชื่อมโยงกัน

Total intake quantity in paddy field	Water resource		
	TAMEIKE	Rain	repeating water
713mm	150	225	338
100%	21	32	47

รูปที่ 5 ผลการประเมินแหล่งน้ำที่ใช้เทียบกับปริมาณความต้องการน้ำ



รูปที่ 6 การปรับปรุงระบบอ่างเก็บน้ำพวง (ท่อส่งลดน้ำสูญเสีย เสริมคันเพิ่มปริมาณเก็บกัก)



รูปที่ 7 การเสริมคันเพื่อเพิ่มปริมาณเก็บกักน้ำ

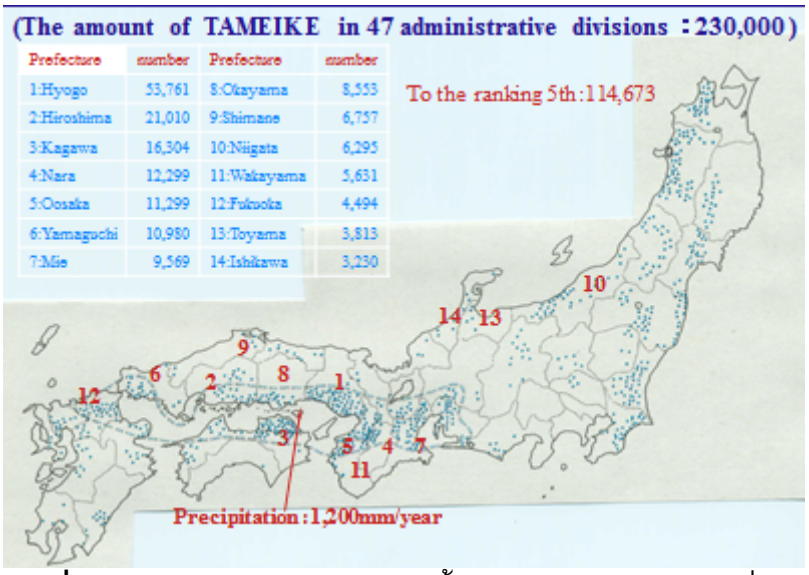
รูปที่ 8 การปรับปรุงอาคารระบายน้ำ

Month	TAMEIKE water (mm)	Effective rainfall (mm)	total
5	107	189	296
6	69	146	215
7	86	10	96
8	114	109	223
total	376	454(77%*)	830
Ratio for total	45%	55%	100%

*: ratio of effective rainfall(454/638×100)

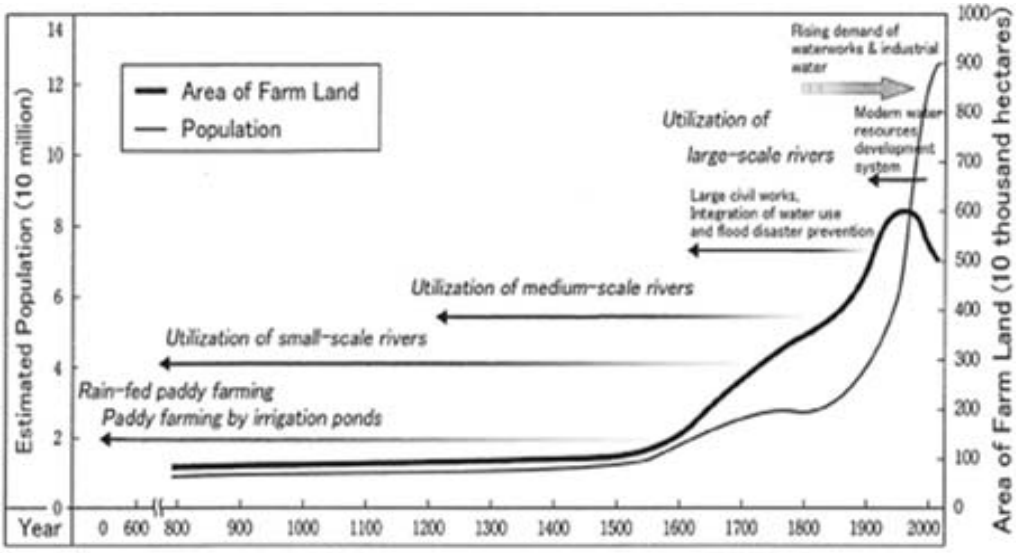
รูปที่ 9 ผลการปรับปรุงระบบอ่างพวง เพิ่มปริมาณน้ำ ลดแรงงานดูแลอ่าง

รูปที่ 10 ภาพของพื้นที่นาริมเขาพร้อมกับอ่างพวงจากต้นน้ำที่ช่วยเสริมน้ำให้



Prefecture	number	Prefecture	number
1:Hyogo	53,761	8:Okayama	8,553
2:Hiroshima	21,010	9:Shimane	6,757
3:Kagawa	16,304	10:Niigata	6,295
4:Nara	12,299	11:Wakayama	5,631
5:Oosaka	11,299	12:Fukuoka	4,494
6:Yamaguchi	10,980	13:Toyama	3,813
7:Mie	9,569	14:Ishikawa	3,230

รูปที่ 11 การกระจายตัวของอ่างเก็บน้ำในขนาดเล็กในประเทศญี่ปุ่น



รูปที่ 12 ประวัติการพัฒนาอ่างเก็บน้ำขนาดต่างๆในการพัฒนาเกษตรในประเทศญี่ปุ่น

ภาคผนวก ง

ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำคืออะไร

ความมั่นคงด้านน้ำกับการพัฒนาเศรษฐกิจ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
http://www.eng.chula.ac.th/node/2437

1) ความเป็นมา

น้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์โดยจะนำมาซึ่งความสุข ความพึงพอใจในชีวิตซึ่งเป็นการตอบสนองความต้องการขั้นต่ำสุดของมนุษย์ นอกจากเป็นสิ่งจำเป็นขั้นพื้นฐานแล้ว ทรัพยากรน้ำยังถูกนำมาใช้เป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญในภาคเกษตร อุตสาหกรรม และบริการ และรักษาระบบนิเวศน์ (Grey and Sadoff, 2007: 546) นอกจากนี้น้ำเป็นปัจจัยหลักในการพัฒนาประเทศ (Global Water Partnership (GWP), 2010: 3) โดยมีความสำคัญเชื่อมโยงกับความมั่นคงด้านต่างๆ เช่น ความมั่นคงด้านอาหาร พลังงาน สิ่งแวดล้อม รวมทั้ง น้ำยังช่วยลดความยากจน และนำมาสู่การพัฒนาและความมั่งคั่งของประเทศได้

สำหรับสถานการณ์น้ำในประเทศไทยโดยเฉพาะภาคกลาง ประสบปัญหาทั้งน้ำท่วมและน้ำแล้งสลับกันในหลายๆปีที่ผ่านมา ทั้งๆที่มีเขื่อนใหญ่ และระบบเครือข่ายน้ำดีพอสมควร หลายคนจึงสงสัยว่าเกิดอะไรขึ้น และจะทำอย่างไรต่อไป ถึงแม้เราจะมีปริมาณการกักเก็บน้ำของไทยอยู่ในระดับสูง แต่เป็นเรื่องของการขาดประสิทธิภาพในการใช้น้ำ และมีแนวโน้มการใช้น้ำเพิ่มสูงขึ้นในระยะที่ผ่านมา ปัญหาการขาดการบริหารจัดการน้ำที่เป็นระบบและทันต่อเหตุการณ์และความต้องการ ทั้งในระดับชุมชน จังหวัด และลุ่มน้ำ ซึ่งนำมาสู่ปัญหาสังคมในด้านต่างๆ เช่น ปัญหาความขัดแย้งในเรื่องน้ำระหว่างชนบทกับเมือง ระหว่างภาคการเกษตรกับภาคอุตสาหกรรม ซึ่งทำให้สถานการณ์น้ำของประเทศไทยอาจก่อให้เกิดสภาวะวิกฤติในอนาคตข้างหน้า และส่งผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจ และสังคมต่อไปได้

จากปัจจัยเหล่านี้ จึงมีการศึกษาดัชนีความมั่นคงในด้านน้ำ (Water Security Index) และนำข้อมูลที่มีมาประเมิน เพื่อหาจุดแข็ง จุดอ่อนโดยเปรียบเทียบ ทั้งในระดับโลก และระดับในประเทศ เพราะการสร้างความมั่นคงในด้านน้ำให้เกิดขึ้น โดยการพัฒนาแหล่งน้ำควบคู่ไปกับการบริหารจัดการน้ำที่ดีจะทำให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ประเทศลดความเสียหายจากภัยพิบัติทางน้ำ และในท้ายที่สุดจะนำมาสู่ความเติบโตทางเศรษฐกิจ ลดความขัดแย้ง และสร้างความมั่งคั่งของประเทศต่อไปได้

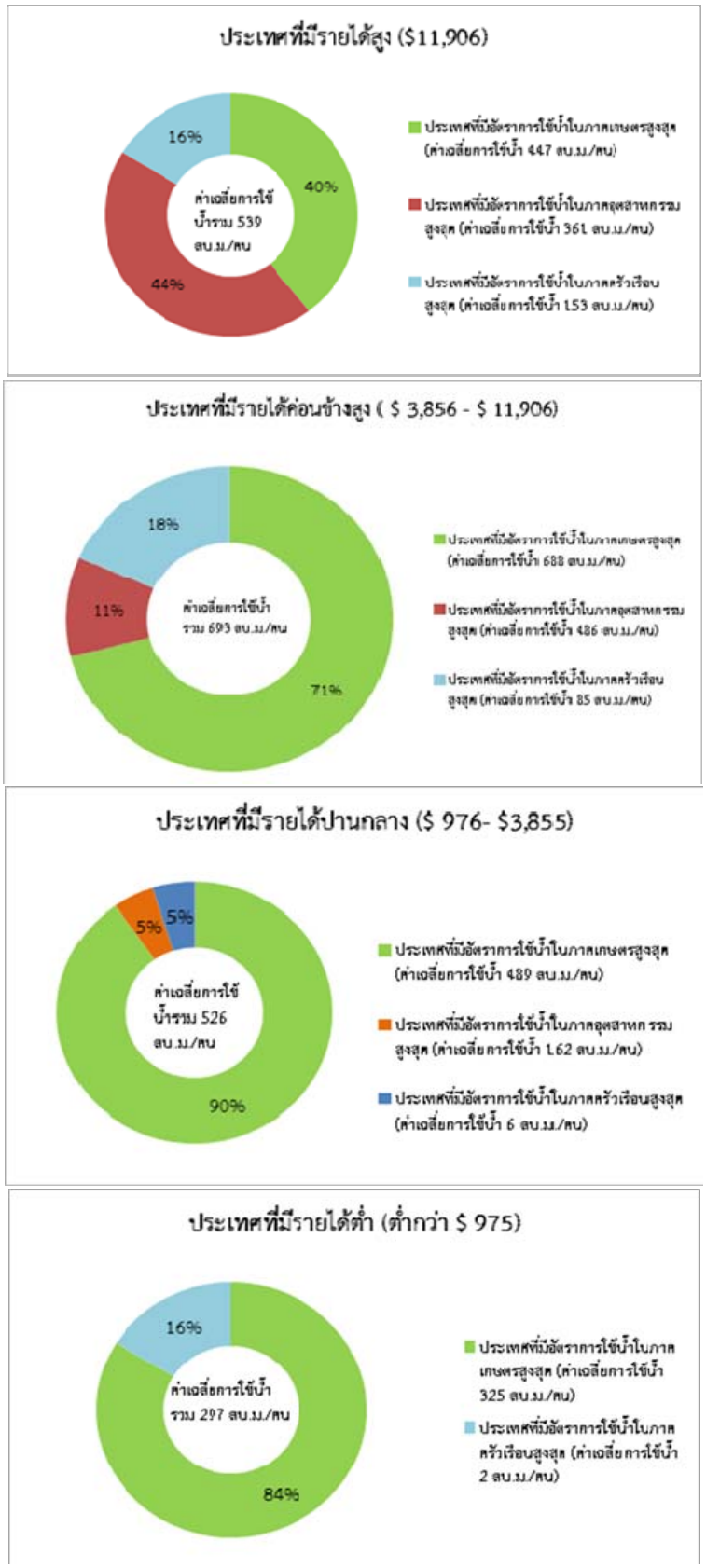
2) แนวคิด

การวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดความมั่นคงด้านน้ำครั้งนี้ ใช้กรอบแนวคิดในการศึกษาดัชนีชี้วัดความมั่นคงด้านน้ำของ AWDO/ ADB (ADB, 2007) มาใช้เป็นดัชนีชี้วัดความมั่นคงด้านน้ำในงานศึกษานี้ โดยปรับให้เหมาะสม สอดคล้องกับความมั่นคงในด้านน้ำในระดับโลกและระดับในประเทศ และเนื่องจากข้อมูลที่สามารถรวบรวมได้ในระดับโลกกับระดับประเทศมีความแตกต่างกัน จึงได้เลือกข้อมูลของแต่ละดัชนี ให้ใกล้เคียงกับแนวคิดของดัชนี ทำการวิเคราะห์ในลักษณะเปรียบเทียบ (ในแต่ละบริบทคือ แต่ละประเทศของโลก และแต่ละจังหวัดของประเทศไทย) ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ <u>กรณีของโลก</u> แบ่งการใช้น้ำในแต่ละดัชนีความมั่นคง 5 ด้าน ดังนี้ ระดับครัวเรือน (น้ำยังชีพ (การใช้น้ำ น้ำเพื่ออาหาร)) ด้านเศรษฐกิจ (น้ำเพื่อพัฒนา(ชลประทาน ประมง อุตสาหกรรม)) ด้านชุมชน (น้ำพื้นฐาน (ปริมาณน้ำดิบ น้ำบริโภค น้ำสุขาภิบาล)) ระดับลุ่มน้ำ (น้ำในอนาคต (ฟรุตปรินซ์ การเพิ่มของประชากร)) ด้านการปรับเข้าสู่สภาพเดิม (วิบัติภัยด้านน้ำ (น้ำท่วม น้ำแล้ง)) <u>กรณีในประเทศ</u> ใช้ข้อมูลแต่ละตัวชี้วัดดังนี้ ระดับครัวเรือน (การมีน้ำประปาหมู่บ้าน) ด้านเศรษฐกิจ (ปริมาณการใช้น้ำในภาคเกษตรและภาคอุตสาหกรรมต่อปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด) ระดับชุมชน (การเข้าถึงแหล่งน้ำประปา) ระดับลุ่มน้ำ(ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป) การปรับตัวเข้าสู่สภาพเดิม (ความถี่ภัยน้ำแล้งและภัยน้ำท่วม) และนำค่าดัชนีที่ได้มาเทียบกับผลิตภาพการใช้น้ำ ผลิตภัณฑ์มวลรวมต่อคนในระดับประเทศ และระดับจังหวัดดู

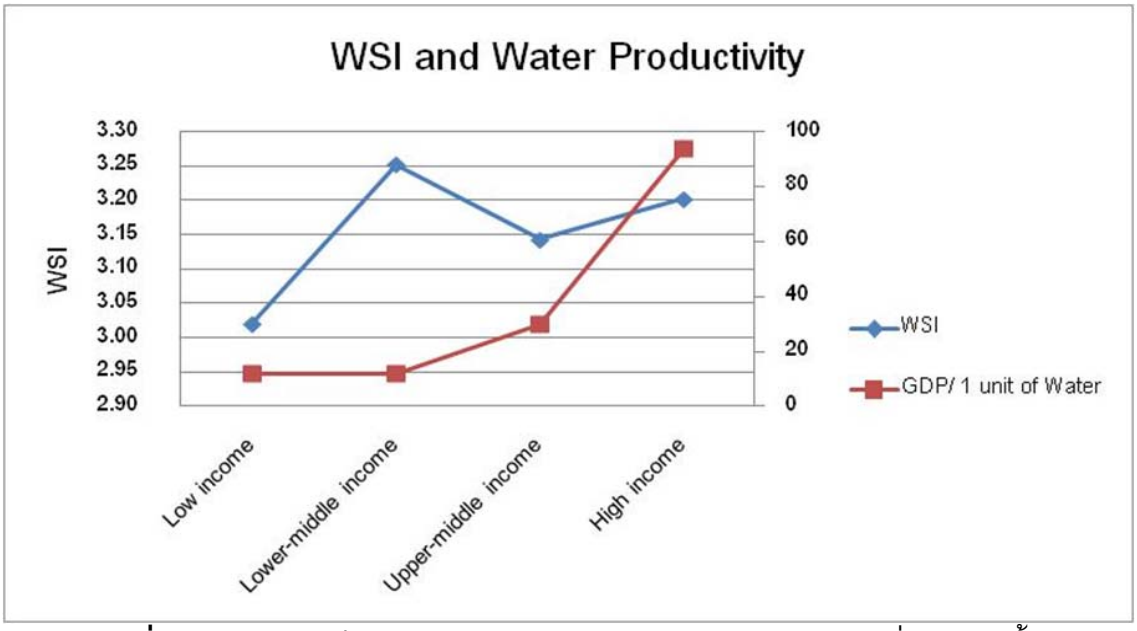
รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษาดัชนีชี้วัดความมั่นคงด้านน้ำ

3) โลกกับประเทศไทย

ผลการศึกษาในระดับโลกพบว่า อัตราการใช้น้ำเฉลี่ย ผลิตภาพของการใช้น้ำ และค่าดัชนีความมั่นคงด้านน้ำมีความสัมพันธ์กับระดับผลิตภัณฑ์มวลรวมต่อหัว (GDP per capita) ของประเทศ (แบ่งเป็นประเทศที่มีรายได้สูง ค่อนข้างสูง ปานกลาง ต่ำ) (ตามรูปที่ 2 และ 3)

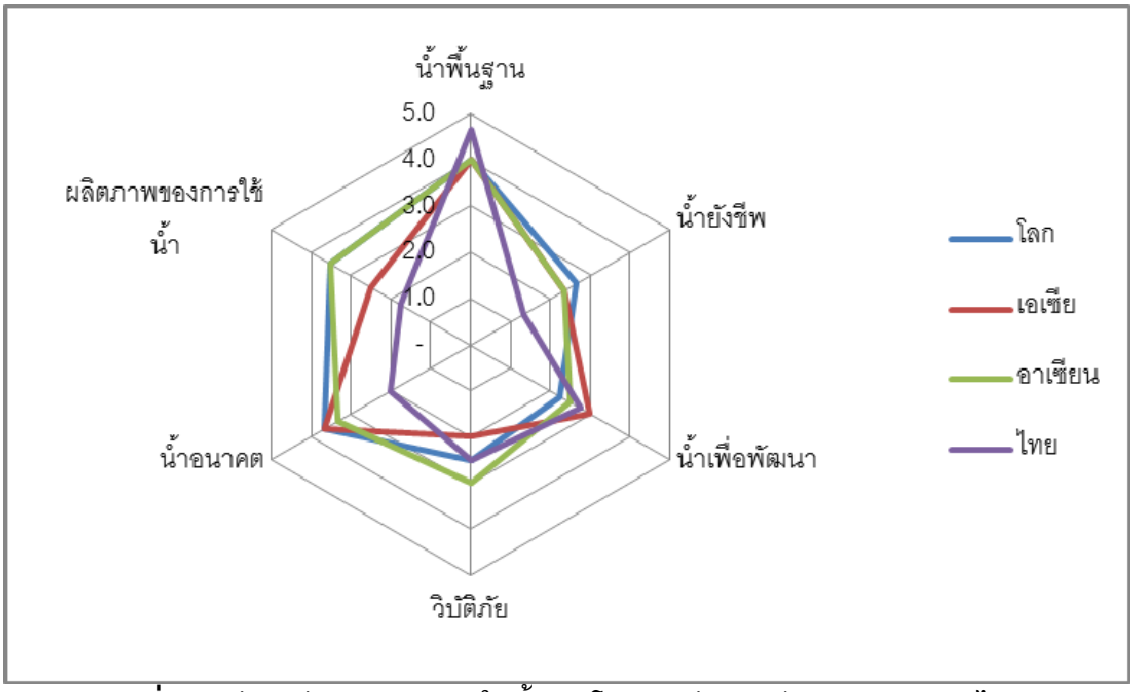


รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑมวลรวมต่อคนกับอัตราการใช้น้ำและโครงสร้างการใช้น้ำ



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑมวลรวมต่อคนกับดัชนีความมั่นคงด้านน้ำ

กรณีของไทยเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มประเทศอื่นๆพบว่า ประเทศไทยมีศักยภาพสูงในเรื่องน้ำพื้นฐาน และมีศักยภาพต่ำในด้านน้ำยังชีพ น้ำอนาคตและผลิตภาพของการใช้น้ำ ข้อมูลสถานะของความมั่นคงด้านน้ำในด้านต่างๆของไทยเปรียบเทียบกับโลกและอาเซียน แสดงในตารางที่ 1 โดยเมื่อเทียบคะแนนในแต่ละดัชนี แสดงในรูปที่ 4



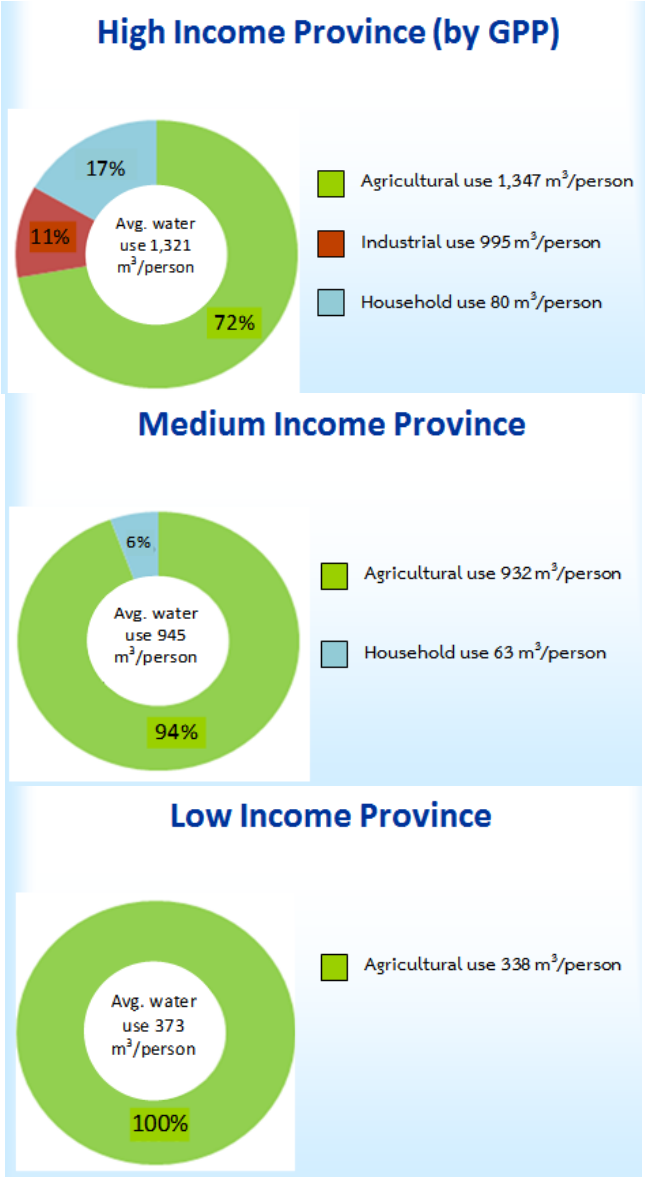
รูปที่ 4 เปรียบเทียบคะแนนการใช้น้ำของโลก เอเชีย อาเซียน และประเทศไทย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยการใช้น้ำของของโลก เอเชีย อาเซียน และประเทศไทย

หัวข้อ	องค์ประกอบ	ระดับโลก		ระดับเอเชีย		ระดับอาเซียน		ไทย
		ค่าเฉลี่ย	ลำดับ	ค่าเฉลี่ย	ลำดับ	ค่าเฉลี่ย	ลำดับ	
น้ำพื้นฐาน	1.ปริมาณน้ำจืดที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่(ลบ.ม./	22,167	79	10,854	15	19,205	8	6,382
	2.น้ำบริโภค (ลบ.ม./คน)	84	46	84	9	85	3	98
	3.น้ำเพื่อสุขาภิบาล (ลบ.ม./คน)	67	15	70	6	71	2	96
น้ำยังชีพ	1.ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./คน)	511	12	842	9	531	7	1,391
	2.น้ำอุปโภค(ลบ.ม./คน)	68	101	67	27	37	5	35
	3.น้ำเพื่ออาหาร น้ำเกษตร (ลบ.ม./คน)	354	159	712	7	424	1	1,322
น้ำเพื่อพัฒนา	1.พื้นที่ชลประทาน (%)	19	49	41	30	18	3	25
	2.น้ำอุตสาหกรรม (ลบ.ม./คน)	97	68	60	18	49	4	34
	3.น้ำพลังงาน (%)	31	89	20	23	14	6	4
	4.น้ำเพื่อประมงน้ำจืด (ลบ.ม./คน)	346,734	4	1,241,323	4	582,458	2	1,385,801
วิบัติภัย	1.น้ำท่วม (US$)	3,543,108	3	8,670,092	2	6,002,888	1	41,051,592
	2.น้ำแล้ง (US$)	1,261,531	22	1,896,770	5	239,512	2	424,300
น้ำอนาคต	1.การเพิ่มของประชากร (%)	1.3	137	1.43	38	1.31	10	0.43
	2.การเพิ่มของประชากรเมือง (%)	63	147	59	30	59	7	42
	3.ฟรุตพรินต์ (ลบ.ม./คน)	1,338	7	1,304	2	1,697	2	2,223
ผลิตภาพการใช้น้ำ	1.GDP (ล้าน US$)	343,530	29	445,799	7	151,224	2	318,907
	2.ผลิตภาพการใช้น้ำ (US$/น้ำ 1 ลบ.ม.)	81	132	41.3	132	117.3	6	3.6
	3.ผลิตภาพภาคเกษตร (US$/น้ำ 1 ลบ.ม.)	392	124	33.8	18	162.5	7	0.32
	4.ผลิตภาพภาคอุตสาหกรรม (US$/น้ำ 1 ลบ.ม.)	169.1	63	69.5	8	121.6	4	51.2

4) ในประเทศไทยเอง

ผลการศึกษาดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของประเทศไทยทั้ง 5 ด้าน ทั่วประเทศ พบว่า อัตราการใช้น้ำ และโครงสร้างการใช้น้ำมีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑมวลรวมต่อคนของจังหวัด (ดังรูปที่ 5) หมายความว่า โครงสร้างการใช้น้ำระดับจังหวัด จะเริ่มจากการใช้น้ำภาคเกษตรเป็นหลัก เมื่อมีการพัฒนาก็มีน้ำชุมชน เพิ่ม และพัฒนาอีกขั้นมีการใช้น้ำอุตสาหกรรมเพิ่ม ซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑมวลรวมต่อหัวของจังหวัดเพิ่มขึ้น ตามการเติบโตของเมือง และการพัฒนาอุตสาหกรรมในพื้นที่ จังหวัดที่มีคะแนนของดัชนีความมั่นคงด้านน้ำ(โดยสัมพันธ์) สูงสุด 10 อันดับแรกของประเทศ สรุปได้ดังตารางที่ 2 (มีค่าเฉลี่ยของประเทศเทียบ)



รูปที่ 5 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยกับรายได้รวมจังหวัด (สูง ปานกลาง ต่ำ)

ตารางที่ 2 ลำดับจังหวัดที่มีค่าดัชนีความมั่นคงสูงและค่าแต่ละดัชนี

Ranking	Province	Household water security	Economic water security	Urban water security	Basin water security	Water Adaptability	Total
	Across the country	3.50	1.89	2.46	3.00	2.86	13.62
1	Bangkok	5.0	3.0	4.0	2.0	4.5	18.5
2	Ranong	3.0	2.75	4.0	3.0	5.0	17.8
3	Mukdahan	5.0	1.5	2.0	4.0	4.5	17.0
4	Krabi	3.0	2.75	3.0	3.0	5.0	16.8
5	Chaiyaphum	5.0	1.25	4.0	4.0	2.5	16.8
6	Satun	2.0	3.25	4.0	3.0	4.5	16.8
7	Samut Prakan	4.0	2.75	3.0	2.0	5.0	16.8
8	Trad	2.0	1.5	4.0	4.0	5.0	16.5
9	Phangnga	2.0	3.0	3.0	4.0	4.5	16.5
10	Khon Kaen	5.0	1.75	3.0	4.0	2.5	16.3

5) บทสรุป

จากการวิเคราะห์ความมั่นคงด้านน้ำจากข้อมูลการใช้น้ำทั้ง ๕ ด้านพบว่า อัตราการใช้น้ำ มูลค่ารายได้รวม ค่าดัชนีความมั่นคงด้านน้ำมีความสัมพันธ์กัน ทั้งในระดับประเทศต่างๆในโลก และในระดับจังหวัด และเมื่อเปรียบเทียบการใช้น้ำของไทยกับประเทศอื่นๆในระดับสากลแล้ว ประเทศไทยมีจุดแข็งในด้านน้ำในหลายๆประเด็น ในขณะเดียวกัน จุดอ่อนของการใช้น้ำของไทยก็เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการพัฒนาประเทศให้เติบโตทัดเทียมประเทศอื่นๆ นอกจากนี้ การเปิดเสรีอาเซียน (AEC) ที่จะเกิดขึ้นในปี 2558 ปัจจัยด้านน้ำจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อศักยภาพการแข่งขันของประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
โดยมีรายละเอียดโดยสังเขป ดังนี้

<u>จุดแข็ง</u>

- อัตราการเข้าถึงแหล่งน้ำดื่มที่สะอาดที่สูงมาก (ร้อยละ 98) มากกว่าอัตรา การเข้าถึงแหล่งน้ำดื่มที่สะอาดของโลก เอเชีย และอาเซียน
- อัตราประชากรที่มีการเข้าถึงแหล่งน้ำที่ถูกสุขอนามัย (Improved sanitation facility) (ร้อยละ 96) สูงกว่าอัตราเฉลี่ยโลก เอเชีย และอาเซียน
- พื้นที่ชลประทานของไทย มีประมาณ 25% ของพื้นที่ถือครองการเกษตร (มากเป็นอันดับที่ 8 ของโลก) สูงกว่าพื้นที่ชลประทานทั่วโลก (19%) และอาเซียน (18%)
- น้ำเพื่อทำประมงน้ำจืด เท่ากับ (1,385,801 ลบ.ม. ต่อคน) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของระดับโลก และค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศอาเซียน เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของไทยที่มีพื้นที่เป็นแหล่งทำประมงน้ำจืด ประมาณ 3,750 ตารางกิโลเมตร ทำให้ไทยมีผลผลิตสัตว์น้ำจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปริมาณที่สูง

<u>จุดด้อย</u>

- ประเทศไทยมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยเท่ากับ 6,382 ลบ.ม.ต่อคนต่อปี ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลก เอเชีย และกลุ่มอาเซียน
- สัดส่วนการใช้น้ำในภาคการเกษตร ที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยในระดับโลกมาก
- น้ำฟรุตปรินส์ (water footprint) ในภาคเกษตรของประเทศไทยสูงเป็นอันดับ 3 ของโลก ให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้น้ำที่ต่ำของประเทศ ส่งผลต่อขีดความสามารถในการแข่งขันที่ต่ำของประเทศ

<u>ศักยภาพในการพัฒนา</u>

- สัดส่วนการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรมยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในระดับโลกอยู่มาก การใช้น้ำต่อคนของไทย เท่ากับ 34 ลบ. ม. ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยโลก (97 ลบ. ม.) เอเชีย (60 ลบ. ม.) และกลุ่มประเทศอาเซียน (49 ลบ. ม.)
- น้ำเพื่อผลิตพลังงานของไทย (4%) อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าพลังน้ำของโลก (ร้อยละ 31) เอเชีย (ร้อยละ 20) และอาเซียน (ร้อยละ 14)

- สรุปภาพรวมจุดแข็ง จุดอ่อนและศักยภาพในด้านน้ำของประเทศไทย แสดงดังตาราง ที่ 3 ซึ่งจะต้องนำรายได้ที่เกิดจากภาคที่มีจุดแข็ง มาแก้ด้านอ่อนและ/หรือส่งเสริมด้านที่มีศักยภาพต่อไป

ตารางที่ 3 สรุปภาพรวมจุดแข็ง จุดอ่อนและศักยภาพในด้านน้ำของประเทศไทย

จุดแข็ง จุดอ่อนและศักยภาพในด้านน้ำของประเทศไทย		
จุดแข็ง	**จุดอ่อน**	**ศักยภาพ**
-อัตราการเข้าถึงแหล่งน้ำดื่มที่สะอาด	-ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย	-น้ำเพื่ออุตสาหกรรม
-อัตราการเข้าถึงแหล่งน้ำที่ถูกสุขอนามัย	- น้ำเกษตร	-น้ำเพื่อพลังงาน
-พื้นที่ชลประทาน	- น้ำ Footprint	
-น้ำเพื่อประมงน้ำจืด		

ในการวางแผนพัฒนาโครงการแหล่งน้ำ ถ้ามีดัชนีประกอบเปรียบเทียบในระดับต่างๆ ก็จะช่วยให้การกำหนดความสำคัญ หรือ การวัดประสิทธิผลของการวางแผนโครงการ ก็สามารถช่วยให้มีการประเมินประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น โดยใช้ค่าสัมพัทธ์จากฐานข้อมูลเดียวกัน นอกจากนี้ แนวคิดดัชนีความมั่นคงด้านน้ำนี้ ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการประเมินสถานะของน้ำต่อการพัฒนาและการจัดการในระดับลุ่มน้ำหรือจังหวัดโดยเปรียบเทียบได้ และยังสามารถนำดัชนีดังกล่าว มาใช้ประกอบการวางแผน และการติดตามประเมินผล หลังการลงทุนพัฒนาได้เช่นกัน

ปัจจุบันยังมีการวิจัยพัฒนาดัชนีความมั่นคงด้านน้ำอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการด้านการวางแผน รองรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต และการรับมือต่อความแปรปรวนด้านน้ำให้ดียิ่งขึ้น

6) เอกสารอ้างอิง

- ADB, Asian Development Outlook 2011, 2007
- APN, Integrated Model Development for Water and Food Security Assessments and Analysis of the Potential of Mitigation Options and Sustainable Development Opportunities in Temperate Northeast Asia, 2008.
- Firdaus Ali, Development of Water Stress Index as a tool for the Assessment of Water Stress Ares in the Metropolitan Jakarta, Jakarta Water Supply Regulatory Body and Global Envirocom., 2007.
- Grey, D. and Sadoff, C., Sink or Swim? Water Security for Growth and Development. Water Policy, 9(6): 545–571, ๒2007.

- GWP (2010) Global Water Security: Submission by the Global Water Partnership to ICE/RAE/CIWEM Report to Professor John Beddington, Chief Scientific Adviser to
- HM Government, pp 5–6. (Online) Available at http://gwp.org/Global/Activities/News/GWP_on_WaterSecurity_Feb_2010.pdf.
- Kazmierczak, A. and Carter, J., Adaptation to climate change using green and blue infrastructure, the University of Manchester, 2010.
- Maggie Black and Jannet King, The Atlas of Water, ISBN 978-0-520-25934-8, University of California Press, 2009.
- Sucharit Koontanakulvong, Frequently Floods and Droughts, Seminar document in the technical Symposium on Climate Change and Drought and Foods Occurrence, Thai Hydrologist Association, Royal Irrigation Department, Feb 24, 2011 (in Thai).
- Sucharit Koontanakulvong, el.al., Facts and analysis of Floods 2011, Academic Conference on Floods Crisis, organized by the Thailand Research Fund, December 2, 2011 (in Thai).
- Sucharit Koontanakulvong, et. al., Provincial Water Planning – Linkage of water planning and provincial development planning, Public Seminar on Water Management, organized by the Thailand Research Fund, Bangkok, Mar 22, 2012 (in Thai).
- Sucharit Koontanakulvong Piyatida Hoisanwarn, Winai Chaowiwat, Thailand Water Account (2005-2007), Technical Report, Chulalongkorn University, March 2012.
- Sucharit Koontanakulvong et al., Concept of Water Security of Thailand and international communities, Research Report, the Thailand Research Fund, March 2013 (in Thai).
- UN-Water Deliverables for Rio+20 - released on 30 March 2012 (www.unwater.org) 2012
- UN-Water Status Report on the Application of Integrated Approaches to Water Resources Management (www.unwater.org/rio2012/report/index.html). UNEP, Freshwater under Threat South Asia, 2008
- UNSGAB, Water and Disaster, Technical Report from High level Expert Panel, March 2009.
- Water Situation 2008 and Flood Situation 2011 of Thailand (www.cuwater.eng.chula.ac.th).
- World Bank, http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD, 2014

CURRICULUM VITAE

Name : SUCHARIT KOONTANAKULVONG

Date of Birth : December 6, 1955

Nationality : Thai

Position Appointment :

- Associate Professor at Faculty of Engineering Chulalongkorn University
- President of Technology Promotion Association (Thai-Japan) Association
- Water Resources Engineering Department Head
- Water Resources System Research Unit Head

Education :

1978 - Bachelor Degree in Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Kyoto University, Kyoto, Japan.

1980 - Master Degree in Agricultural Engineering (in Civil Engineering), Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, Japan.

1983 - Doctoral Degree in Agricultural Engineering (in Civil Engineering), Lab. of Water Use Engineering, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Japan.

Major experiences in Research

1996-1997 - Kamphaengphet Groundwater Rehabitation Study funded by Department of Public Works

1999 - Research on The possibility of Kra Channel Dredging – Physical Aspect - funded by Royal Thai government

2000-2002 - Groundwater Potential and Demand Study for GW Management in the Northern Part of Lower Central Plain funded by the Thailand Research Fund

2003- 2004 - Groundwater Monitoring in the north of Lower Central Plain and the development of Groundwater Data Linkage System

2004-2005 - The Assessment of Pasak Jolasid Dam Project (Effectiveness of Surface Water Management and Impacts on Groundwater)

2007-2008 - Project Manager and Researcher, Area-based Water Resources Management System Development Along With Decision Support System and Social Process in Rayong Province Area,

		funded by Thai Research Fund.
2007	-	Consultant, National Trans-boundary Flood Issues Expert for Thailand, Mekong River Commission.
2007	-	An Evaluation of Flood Management and Alleviation Project in the Central Region of Thailand during 2006, funded by Royal Irrigation Department.
2007	-	The Risk Assessment of the Contamination in Groundwater Resource in Klangdong District Pakchong, Nakornrachasima Province, funded by Department of Groundwater Resource.
2007-2008	-	Assessment of Impacts on Enforcement of Laws on Establishment of Groundwater Conservation Fees in the Critical Zone of Bangkok Metropolis
2007-2009	-	Impact of Global Climate Change on Monthly Precipitation and Stream Flow in Thailand, Water Management in the Eastern Region
2008-2009	-	Analysis of Land Subsidence in Bangkok Metropolitan and its Vicinity Area
2008-2009	-	The Master Plan for Groundwater Resources and Environment Development and Conservation (2009 – 2012)
2008-2009	-	Water Resources Management Scheme by Implementing an Area-based Water Resources Information System together with Social Participatory Process in Rayong Province
2009	-	The Impact of Climate Change on Irrigation System and Adaptation Measures Phase I
2009-2010	-	Research Center project on Web based Provincial Water Planning System for Water Research Security
2009-2010	-	Improvement of Water Supply Infrastructure
2010-2011	-	The Impact of Climate Change on Irrigation System and Adaptation Measures Phase II
2010-2011	-	Comparative Studies on Development Strategies to adapt for the Natural Disasters due to Climatic Change in Thailand
2010-2011	-	The Water Resources Study for Strategic Water Management in Nan River Basin
2010-2011	-	Research Center Project on Web based Provincial Water Planning System for Water Resources Security Phase III
2010- 2011	-	A Study of the risk assessment of the population in the area of Industrial Pollution in Rayong

2010-2011	-	Adaptation Pattern on Water Management in Future in Flood Situation
2011-2012	-	The Impact of Climate Change on Irrigation System and Adaptation Measures Phase I
2011-2012	-	Adaptation Pattern on Water Management in Future in Flood Situation Phase II
2012-2013	-	The Impact of Climate Change on Irrigation System and Adaptation Measures Phase IIII
2012-2013	-	The Water Resources Study for Strategic Water Management in Nan River Basin-Water Management Simulation for Strategic Recommendations
2012-2014	-	Project Changes of Precipitation Extremes in River Basins in Thailand and China
2012-2013	-	Research Center Project on Web based Provincial Water Planning System for Water Resources Security Phase III
2012-2013	-	Flood Hazard Map
2014	-	Roadmap of Strategic Research Issue on Climate Change, Water, Land and Environmental Management
2014	-	Adaptation Framework Establishment for National Adaptation Report (funded by GTZ)
2015- Ongoing	-	National Vulnerability and Adaptation Study (funded by UNEP)

Employment :

1984-1986	-	Lecturer at Department Of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
1986-1996	-	Assistant Professor at Department of Civil Engineering, CU
1996- Present	-	Associate Professor at Department of Water Resources Engineering, Chulalongkorn University
1989-1995	-	Deputy Director of Chula Unisearch (Administration/ Business Development)
1996-1998	-	EIT's ISO9000 Committee Chairman
2000-2006	-	Associate Dean
2011-Present	-	Head of Water Resources Engineering Department

Specialized Fields :

- Water Resources System Design/Management and Hydraulic Modeling (Flood and Drainage, River Mouth Hydraulics, Groundwater)
- Impact Assessment and Adaptation due to Climate Change in Water Sector

Major research achievements:

- Hanittinan P., Sriariyawat A., and Koontanakulvong S., "Sukhothai Flood analysis and its response under climate changes", Proceeding of 10th International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia (USMCA 2011), Chiang Mai, Thailand, October 2011
- Sucharit K., Thailand Floods 2011 –Causes and Long Term Measures with CC consideration, Proceedings on Natural Disasters and Climate Change in Asia, Nov 5-7, 2012 , Equatorial Hotel, Bangi, Malaysia.
- Koontanakulvong S., Sriariyawat A. and Pakoksung K., "Sukhothai Flood Risk Management under Changing Climate", Proceeding of 2012 AIT-NUS-ITB-KU Joint Symposium on Human Security Engineering, Bangkok, Thailand, 19-20 November 2012
- Pakoksung K., Koontanakulvong S. and Sriaiyawat A., "Satellite Data Application for flood simulation", Proceedings of PAWEES 2012 International Conference, Bangkok, Thailand, 27-29 November 2012
- Sriariyawat A., Pakoksung K., Sayama T., Shigenobu T. and Koontanakulvong S., "Approach of Approach to Estimate the Flood Damage Cost in Sukhothai Province using Flood Simulation", Journal of Disaster Research, Vol.8 No.3 June 2013, pp. 406-414
- Sucharit Koontanakulvong • Winai Chaowiwat • Tetsuro Miyazato, Climate change's impact on irrigation system and farmers' response: a case study of the Plaichumpol Irrigation Project, Phitsanulok Province, Thailand, Jour. Paddy Water Environ DOI 10.1007/s10333-013-0389-8, Springer, published online Aug 17, 2013.
- Sucharit Koontanakulvong and Paisarn Santitamnanon, Lessons Learned And Information Technology Roles In Thailand Floods 2011, Proc. Int Conf on Human Technology Conference, organized by IEEE-R10, Sendai, Japan, Aug 28, 2013.
- Sucharit Koontanakulvong , Kwanchai Pakoksung **,** Impact of Land Use Change on Runoff Volume in Upper Nan Basin Area, Proc. 2nd EIT Int Conf on Water Resources Engineering, Sep 5-6, 2013, Chiengrai, Thailand
- Sucharit Koontanakulvong, Kwachai Pakoksung, Impact of Land Use Change on Sediment Flow Pattern in Nan Basin, Thailand, Proc. 2nd Int Conf on Advanced Technology for River Management, Nov 7-9, 2013, Seoul, Korea.
- Sucharit Koontanakulvong, Piamchan Doungmanee, Piyatida Hoisungwan, Thailand's Water Security Situation in the context of world and ASEAN, 11th Kovacs Colloquium, UNESCO Headquarters, Paris, June 16-17, 2014.

Books:

- Sucharit Koontankulvong, Short Term Measures after Thailand Floods 2011, in the Information Analysis Report No. 22, Institute of Developing Economics, pp. 181-201, Aug 2013.
- Sucharit Koontanakulvong, The Chao Phraya Floods 2011, in the book of Extreme Natural Hazards, Disaster Risks and Societal Implications, Cambridge University Press, ISBN: 978 1 107 033 863, pp 281-287, April 2014.

Awards:

- Excellent Research Award on the Application of Science and Technology in water management at community level from Thailand Research Fund 2007
- Excellent Research Award on Community Water management via information system from Senate Parliament Council 2012
- Sak Intania Award 2013/2015 from the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.
- PAWEES 2014 International Awards from The International Society of Paddy and Water Environment Engineering (2014)

Collaborations with international organizations

1. ASEAN University Network/Seed net (in the Natural Disaster Aspect)
2. Collaborative Education Program on Disaster Resilience City (with Kyoto University)
3. Chulalongkorn University Representative with United Nations University (UN-CECAR)
4. IPCC Report readers under ONEB Thailand (WG2)
5. Chief Coordinator for ASEAN Academic Network on Water Resources and Climate Change(under UNESCO-Chair)
6. Team Leader for National Communication Report Preparation on Vulnerability and Adaptation Assessment (UNEP Project with ONEB, Thailand)

หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการจัดการแหล่งน้ำ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โทร.02-218-6425-6 โทรสาร. 02-218-6425
www.watercu.eng.chula.ac.th E-mail: cu_wrsru@hotmail.com