รายงานแห่งชาติฉบับที่ 2

การศึกษาด้านผลกระทบ

ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวน ของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ

เสนอต่อ

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

จัดทำโดย

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์เครือข่ายวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มกราคม 2554

สารบัญ

		หน้า
สารบัญ		ก
สารบัญรูป		ค
สารบัญตาราง		ซ
บทนำ	**การศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ**	ญ
บทที่ 1	**ความก้าวหน้าเชิงวิชาการด้านผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา**	1-1
	1.1 งานวิจัยและบทความในวารสารวิชาการต่างๆ ที่เป็น peer review ผ่านระบบสืบค้นแบบ online และช่องทางอื่นๆ ตามความจำเป็น	1-1
	1.2 งานวิจัยและบทความวิชาการที่เป็น Grey Literatures โดยใช้แบบสอบถามไปยังหน่วยงาน และสถาบันต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	1-1
	1.3 การศึกษาการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย	1-2
	ส่วนที่ 1 การคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคต	1-2
	ส่วนที่ 2 ผลกระทบต่อภูมิอากาศ ความเสียง ความอ่อนไหว และการปรับตัว	1-4
	ก. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบนิเวศและชีวกายภาพ	1-11
	ข. ความเสี่ยง ความเปราะบางและการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	1-22
	เอกสารอ้างอิง	1-31
บทที่ 2	**การคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศของประเทศ ตั้งแต่ ค.ศ. 1980 ถึง 2100 (พ.ศ. 2523 – 2643)**	2-1
	การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคต	2-3
	สรุปภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคตภายใต้สภาพการเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกตามสถานการณ์ทางเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2, B2 และ A1B (SRES A2, B2 และ A1B)	2-4
บทที่ 3	**ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในลุ่มน้ำชีและมูล**	3-1
	สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล	3-1
	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในเขตลุ่มน้ำชี-มูล	3-4
	3.1 การประมาณการผลผลิตพืชเศรษฐกิจหลักในลุ่มน้ำชี-มูลจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	3-12
	3.2 การใช้โมเดลทางอุทกวิทยา Variable Infiltration Capacity (VIC) เพื่อจำลองปริมาณน้ำหลากและน้ำท่ารายเดือนและรายปีของลุ่มน้ำชี-มูล	3-35
	3.3 การใช้โมเดลภูมิสารสนเทศเชิงสถิติเพื่อประเมินการเกิดโรคมาเลเรียและไข้เลือดออกในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล	3-44

หน้า

3.4 การประเมินความเสี่ยงและความล่อแหลมของพื้นที่แห้งแล้งและน้ำท่วมซ้ำซากในลุ่มน้ำชี-มูล ต่อการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพอากาศในอนาคต 3-49

- ความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่โดยพิจารณาถึงระบบผลิตการเกษตรในลุ่มน้ำชี-มูลต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 3-53
- การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพอากาศในอนาคต 3-54

3.4.1 กรณีศึกษาพื้นที่ตำบลศรีสำราญ ห้วยสามหมอ จังหวัดชัยภูมิ 3-54

3.4.2 กรณีศึกษาพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย จังหวัดกาฬสินธุ์ 3-62

3.4.3 กรณีศึกษาพื้นที่ตำบลโพธิ์ศรี อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด 3-69

3.4.4 กรณีศึกษาพื้นที่ตำบลทุ่งหลวง อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 3-78

เอกสารอ้างอิง 3-89

บทที่ 4 ผลกระทบของระดับน้ำทะเลในอนาคตเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพอากาศต่อพื้นที่ชายฝั่งภาคใต้ฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออก 4-1

- แนวทางการรับมือต่อการเพิ่มและความแปรปรวนของระดับทะเลในอนาคตของชุมชนเกษตรกรรมชายฝั่ง บ้านเกาะกลาง ตำบลคลองประสงค์ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ 4-4
- การพัฒนาท้องถิ่นบนฐานการท่องเที่ยวของเกาะเต่า จ.สุราษฎร์ธานี ภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 4-21

บทที่ 5 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลต่อการพัฒนาประเทศในบริบทของการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ 5-1

- เป้าหมายที่ไม่มีความเสี่ยงหรือเสี่ยงน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 5-6
- เป้าหมายที่มีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 5-6
- ผลของภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงบทบาทของประเทศไทยในระดับนานาชาติ 5-7

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
ก.	กรอบแนวคิดสำหรับการศึกษา	ฎ
ข.	สเกลเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ (ภูมิศาสตร์) สำหรับการตอบสนองต่อปรากฏการณ์ทางภูมิอากาศ/ลักษณะอากาศ	ฑ
1-1	การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวนาน้ำฝน/ข้าวนาปี ภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต	1-13
1-2	การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวนาชลประทานฤดูแล้ง / ข้าวนาปรัง ภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต	1-14
1-3	การเปลี่ยนแปลงผลผลิตอ้อยภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต	1-14
1-4	การเปลี่ยนแปลงผลผลิตมันสำปะหลังภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต	1-15
1-5	การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวโพดภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต	1-15
1-6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำของลำน้ำสาขาแม่น้ำโขงในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวและประเทศไทย ภายใต้สถานการณ์จำลองภูมิอากาศต่างๆ	1-16
1-7	ตัวอย่างผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระดับของน้ำทะเลต่อการเสียเสถียรภาพชายฝั่งบริเวณจังหวัดกระบี่	1-19
1-8	ตัวอย่างผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลและการปนเปื้อนของน้ำเค็มต่อบ่อน้ำจืดบริเวณชายฝั่งจังหวัดกระบี่	1-19
1-9	ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่น้ำท่วมต่อการตั้งถิ่นฐานชุมชนในลุ่มน้ำสงครามตอนล่าง	1-21
1-10	พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตข้าวนาน้ำฝน/ข้าวนาปี จากผลกระทบของภูมิอากาศ (ซ้าย ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ.1980/ กลาง อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030/ ขวา อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090)	1-22
1-11	พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตข้าวชลประทาน /ข้าวนาปรัง จากผลกระทบของภูมิอากาศ (ซ้าย ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ. 1980/ กลาง อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 / ขวา อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090)	1-23
1-12	พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตอ้อยจากผลกระทบของภูมิอากาศ (ซ้าย ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ. 1980 / กลาง อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 / ขวา อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090)	1-23
1-13	พื้นที่เสี่ยงของการผลิตมันสำปะหลังจากผลกระทบของภูมิอากาศ (ซ้าย ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ. 1980 / กลาง อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 / ขวา อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090)	1-24
1-14	พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตข้าวโพดจากผลกระทบของภูมิอากาศ (ซ้าย ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ. 1980 / กลาง อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 / ขวา อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090)	1-25
2-1	ขอบเขตพื้นที่ในการคำนวณการจำลองสภาพอากาศ	2-2
2-2	ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยรายปีเปรียบเทียบระหว่างปีฐาน และอนาคต 3 ช่วงเวลา สำหรับ 3 SRES	2-5
2-3	อุณหภูมิสูงสุดในรอบปีเปรียบเทียบระหว่างปีฐาน และอนาคต 3 ช่วงเวลา สำหรับ 3 SRES	2-6
2-4	อุณหภูมิต่ำสุดในรอบปีเปรียบเทียบระหว่างปีฐาน และอนาคต 3 ช่วงเวลา สำหรับ 3 SRES	2-7

2-5	ทิศทางและความเร็วลมภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออก สำหรับ SRES A2 และ B2	2-8
3-1	ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-1
3-2	การใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-2
3-3	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-3
3-4	พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากในลุ่มน้ำชี-มูล	3-3
3-5	พื้นที่ประสบภัยแล้งซ้ำซากในลุ่มน้ำชี-มูล	3-4
3-6	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยตลอดช่วงศตวรรษ	3-5
3-7	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาที่มีอากาศร้อน (>35ºC) ในรอบปีเฉลี่ยตลอดช่วงทศวรรษ	3-7
3-8	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุดรายวันเฉลี่ยตลอดช่วงทศวรรษ	3-8
3-9	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาที่มีอากาศเย็น (<16°C) ในรอบปีเฉลี่ยตลอดช่วงทศวรรษ	3-9
3-10	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรวมในรอบปีเฉลี่ยตลอดช่วงทศวรรษเมื่อเทียบกับทศวรรษที่ 1990s	3-10
3-11	แผนที่แสดงปริมาณฝนรวมในรอบปีเฉลี่ยตลอดช่วงทศวรรษในอนาคต	3-11
3-12	รูปแบบและสัดส่วนของพื้นที่เพาะปลูกในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล ตามรูปแบบการใช้พื้นที่เพาะปลูกแบบที่เป็นอยู่ (Business as usual)	3-13
3-13	ผลผลิตพืชไร่-นาในกลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำชีในอนาคตตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (BAU) ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	3-15
3-14	ผลผลิตพืชไร่-นาในกลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำมูลในอนาคตตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (BAU) ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	3-16
3-15	การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นาในเขตลุ่มน้ำชีมูลในอนาคตตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (BAU) ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	3-17
3-16	แผนภาพแสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำภาพฉายอนาคตพื้นที่ผลิตพืชเกษตรในลุ่มน้ำชี-มูล	3-19
3-17	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดภายใต้ทิศทางการพัฒนาต่าง ๆ	3-19
3-17	สรุปผลผลิตการเกษตรเฉลี่ยรายปีในอนาคตตามการปรับพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นผลิตอาหาร (Foodbowl scenario)	3-23
3-18	สรุปผลผลิตการเกษตรเฉลี่ยรายปีในอนาคตตามการปรับพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario)	3-25
3-19	สรุปผลผลิตการเกษตรเฉลี่ยรายปีในอนาคตตามการปรับพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นการผลิตแบบผสมผสาน (Mixed farming scenario)	3-27
3-20	ผลผลิตข้าวในลุ่มน้ำชีในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ	3-28
3-21	ผลผลิตมันสำปะหลังในลุ่มน้ำชีในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ	3-29
3-22	ผลผลิตอ้อยในลุ่มน้ำชีในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ	3-29
3-23	ผลผลิตข้าวโพดในลุ่มน้ำชีในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ	3-30
3-24	ผลผลิตข้าวในลุ่มน้ำมูลในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ	3-30
3-25	ผลผลิตมันสำปะหลังในลุ่มน้ำมูลในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่างๆ	3-31
3-26	ผลผลิตอ้อยในลุ่มน้ำมูลในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ	3-31

3-27	ผลผลิตข้าวโพดในลุ่มน้ำมูลในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ	3-32
3-28	มูลค่ารวมของพืชไร่นาและสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของมูลค่ารวมของพืชไร่นาในลุ่มน้ำชีตามรูปแบบการผลิตตามแนวทางต่าง ๆ	3-33
3-29	มูลค่ารวมของพืชไร่นาและสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของมูลค่ารวมของพืชไร่นาในลุ่มน้ำมูลตามรูปแบบการผลิตตามแนวทางต่าง ๆ	3-34
3-30	ปริมาณน้ำหลากผิวดินสะสมรายปีเฉลี่ยในช่วงปีฐาน และการเปลี่ยนแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับช่วงปีฐาน ตามการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศรูปแบบ A2 และ B2	3-37
3-31	ปริมาณน้ำหลากผิวดินสูงสุดต่อวันในช่วงปีฐาน และการเปลี่ยนแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับช่วงปีฐาน ตามการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศรูปแบบ A2 และ B2	3-38
3-32	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย ปริมาณน้ำท่ามากสุด และน้อยสุดที่ตำแหน่งของสถานีวัดน้ำที่สำคัญในลุ่มน้ำ ชี-มูล แสดงเป็นร้อยละเทียบกับปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในช่วงปีฐาน และช่วงปีอนาคต	3-39
3-33	ตำแหน่งที่ตั้งของเขื่อนสำคัญในลุ่มน้ำชี-มูล	3-40
3-34	ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ (เขื่อนอุบลรัตน์) รายปีเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 1980-2009 (Baseline), 2010-2039, 2040-2069 และช่วงปี ค.ศ.2070-2099 ตามภาพฉายอนาคตสภาพอากาศแบบ A2 และ B2	3-41
3-35	ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ (เขื่อนลำปาว) รายปีเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 1980-2009 (Baseline), 2010-2039, 2040-2069 และช่วงปี ค.ศ.2070-2099 ตามภาพฉายอนาคตสภาพอากาศแบบ A2 และ B2	3-41
3-36	ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ (เขื่อนสิรินธร) รายปีเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 1980-2009 (Baseline), 2010-2039, 2040-2069 และช่วงปี ค.ศ.2070-2099 ตามภาพฉายอนาคตสภาพอากาศแบบ A2 และ B2	3-42
3-37	ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ (เขื่อนลำตะคอง) รายปีเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 1980-2009, 2010-2039, 2040-2069 และช่วงปี ค.ศ.2070-2099 ตามภาพฉายอนาคตสภาพอากาศแบบ A2 และ B2	3-43
3-38	ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมาลาเรียในอนาคตในจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-48
3-39	ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้เลือดออกในอนาคตในจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-48
3-40	ตำแหน่งพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมและภัยแล้งซ้ำซากในลุ่มน้ำชี-มูล	3-49
3-41	แผนที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอและสภาพอุทกภัยในพื้นที่ตำบลศรีสำราญ	3-55
3-42	บึงหนองนกโง่	3-59
3-43	ผู้นำชุมชนร่วมแก้ปัญหาน้ำท่วม และคันกั้นน้ำรอบบึงหนองนกโง่	3-60
3-44	แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในบริเวณลำน้ำปาว พื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย และพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก	3-62
3-45	สภาพน้ำท่วมในพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย	3-63
3-46	สถานีสูบน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้าและระบบส่งน้ำด้วยท่อแรงดันสูง	3-66
3-47	แผนที่แสดงตำแหน่งหนองเลิงเปลือยและพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมซ้ำซากในพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย	3-67
3-48	สภาพหนองเลิงเปลือยในปัจจุบัน (ภาพถ่ายเดือนมกราคม 2553)	3-68
3-49	พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในพื้นที่ตำบลโพธิ์ศรีในปัจจุบัน	3-70
3-50	พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและศักยภาพการขยายพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในอนาคต	3-71
3-51	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2	3-72

3-52	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2	3-73
3-53	รูปแบบการเพาะปลูกมันสำปะหลังโดยใช้ระบบการให้ปุ๋ยในหลุม	3-77
3-54	พื้นที่ตำบลทุ่งหลวง อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด และพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งซ้ำซาก	3-80
3-55	พื้นที่นาที่อยู่ใกล้แนวคลองส่งน้ำตอนต้น และสภาพคลองส่งน้ำตอนปลายของพื้นที่ตำบลทุ่งหลวง	3-80
3-56	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2	3-81
3-57	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2	3-82
3-58	การผันน้ำเข้าสู่พื้นที่เกษตรในตำบลทุ่งหลวงและคลองส่งน้ำหลักที่เชื่อมระหว่าง 2 ลำน้ำ	3-85
3-59	เครือข่ายคลองส่งน้ำย่อยเข้าสู่พื้นที่เกษตรในตำบลทุ่งหลวง	3-86
3-60	ภาพฉายอนาคตแสดงการปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (ภาพบน) เข้าสู่รูปแบบการใช้พื้นที่เพาะปลูกโดยเน้นการผลิตพืชพลังงาน (ภาพล่าง)	3-87
4-1	ผลการประมาณระดับน้ำทะเลปานกลาง (SRES A2) สำหรับชายฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน	4-2
4-2	การเคลื่อนตัวทางดิ่งของเปลือกโลกบริเวณจังหวัดภูเก็ต (ซ้าย) และจังหวัดชุมพร (ขวา)	4-3
4-3	พื้นที่ศึกษา บ้านเกาะกลาง ตำบลคลองประสงค์ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่	4-4
4-4	กำแพงไม้ไผ่เพื่อชะลอแรงคลื่นและบรรเทาการกัดเซาะชายฝั่งตามแนวชายฝั่งคลอง หมู่ที่ 1 บ้านเกาะกลาง	4-6
4-5	การกัดเซาะชายหาดด้านที่ติดทะเล หมู่ที่ 2 บ้านคลองประสงค์	4-6
4-6	กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กป้องกันการกัดเซาะชายหาดด้านที่ติดทะเล หมู่ที่ 2 บ้านคลองประสงค์	4-6
4-7	พื้นที่ที่เคยเป็นนาข้าวในอดีตบางส่วนถูกน้ำทะเลหนุนท่วมเป็นประจำจึงทำให้มีพรรณไม้ชายเลนเติบโตในที่ดินเหล่านี้ในปัจจุบัน	4-7
4-8	นาข้าวอินทรีย์ในปัจจุบันซึ่งกำลังเก็บเกี่ยวในเดือนธันวาคม 2552 ในช่วงที่คณะผู้วิจัยกำลังสำรวจระดับความสูงของพื้นที่	4-8
4-9	แนวคันกั้นน้ำที่กลุ่มชาวนาบ้านคลองประสงค์เสนอเป็นระยะทาง 6.7 กิโลเมตร (เส้นสีม่วง) และสำนักพัฒนาที่ดินเขต 11 สนับสนุนงบประมาณเพื่อก่อสร้าง แนวสีเหลืองคือพื้นที่สูงซึ่งใช้เป็นแนวป้องกันตามธรรมชาติ	4-9
4-10	ผลการจำลองระดับน้ำหนุนรายเดือนโดยใช้ลมผิวพื้นจากโมเดล PRECIS (เส้น) และระดับน้ำสูงสุดจากการตรวจวัดรายเดือน (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	4-10
4-11	การเปลี่ยนแปลงระดับทางดิ่งของชายฝั่งจังหวัดภูเก็ตตรวจวัดโดยระบบ GPS ความละเอียดสูง (ข้อมูลจาก ดร. อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)	4-10
4-12	ระดับชั้นความสูงของพื้นที่นาในปัจจุบันที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำทะเลหนุนท่วม	4-15
4-13	พื้นที่หน้าตัดขวางของคันกั้นน้ำเค็มที่มีความสูงต่าง ๆ	4-15
4-14	ค่าก่อสร้าง มูลค่าความเสียหายที่สามารถลดได้และผลตอบแทนต่อการลงทุนของคันกั้นน้ำที่มีความสูงต่าง ๆ สำหรับช่วงปีฐาน	4-16
4-15	ผลตอบแทนต่อการลงทุนของคันกั้นน้ำที่มีความสูงต่าง ๆ สำหรับช่วงปีในอนาคต (คิดเป็นราคาในปัจจุบัน)	4-16

4-16	ค่าก่อสร้าง มูลค่าความเสียหายที่สามารถลดได้และผลตอบแทนต่อการลงทุนสร้างบ่อสำหรับโซนเลี้ยงปูทะเลขนาดต่างๆ สำหรับช่วงปีฐาน	4-18
4-17	ผลตอบแทนต่อการลงทุนของการสร้างบ่อสำหรับโซนเลี้ยงปูทะเลขนาดต่างๆ สำหรับช่วงปีในอนาคต (คิดเป็นราคาในปัจจุบัน)	4-18
4-18	เปรียบเทียบผลตอบแทนต่อการลงทุนของแนวทางการรับมือโดยใช้คันกั้นน้ำเค็มและแนวทางการปรับตัวกับความเค็มโดยใช้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย	4-19
4-19	พื้นที่ศึกษา ต.เกาะเต่า อ.เกาะพะงัน จ.สุราษฎร์ธานี	4-21
4-20	ทิศทางลมที่พัดเข้าหาชายฝั่งจังหวัดชุมพร เปรียบเทียบระหว่างปีฐานและ 30 ปีข้างหน้า	4-24
4-21	แนวโน้มและคาบการเกิดพายุหมุนในทะเลอ่าวไทย และทะเลจีนใต้ในรอบ 60 ปีที่ผ่านมา	4-26
4-22	ผลการประมาณระดับน้ำทะเลปานกลาง (SRES A2 และB2) สำหรับชายฝั่งจังหวัดชุมพร	4-27
4-23	ตัวอย่างผลของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล 20 เซนติเมตร ต่อเสถียรภาพชายหาดทรายรีตอนใต้	4-28
4-24	ผลของระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นต่อเสถียรภาพของหาด 8 หาดสำคัญบนเกาะเต่า	4-29
4-25	อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เปรียบเทียบปัจจุบันและอนาคตอีก 30 ปี	4-29

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและความเปราะบางของคลัสเตอร์ทางการท่องเที่ยว	1-30
3-1	พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่นาแต่ละชนิดในลุ่มน้ำชี-มูล ตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (BAU)	3-13
3-2	ผลผลิตพืชไร่-นาในเขตลุ่มน้ำชีมูลในอนาคตตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (BAU) ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	3-14
3-3	พื้นที่ปลูกพืชแต่ละประเภทตามภาพอนาคตที่เน้นการผลิตพืชอาหาร (food bowl)	3-20
3-4	พื้นที่ปลูกพืชแต่ละประเภทตามภาพอนาคตตามแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทน (Green energy)	3-21
3-5	พื้นที่ตามระบบการปลูกพืชภาพอนาคตระบบเกษตรแบบผสมผสาน (Mixed Farming)	3-21
3-6	สรุปผลผลิตการเกษตรเฉลี่ยรายปีในอนาคตตามการปรับพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นผลิตอาหาร (Foodbowl scenario)	3-23
3-7	สรุปผลผลิตการเกษตรเฉลี่ยรายปีในอนาคตตามการปรับพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน (Green energy)	3-25
3-8	สรุปผลผลิตการเกษตรเฉลี่ยรายปีในอนาคตตามการปรับพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นการผลิตแบบผสมผสานเพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ (Mixed farming)	3-27
3-9	ผลการจำลองการเกิดมาลาเรียในจังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-46
3-10	ผลการจำลองการเกิดไข้เลือดออกในจังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-47
3-11	ตัวชี้วัดความเสี่ยงจากผลกระทบของความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต	3-50
3-12	การประเมินระดับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต	3-56
3-13	การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงผลผลิตที่สูงที่สุดในอนาคต	3-57
3-14	การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงความแปรปรวนของผลผลิตที่ต่ำที่สุดในอนาคต	3-58
3-15	การประเมินศักยภาพผลผลิตในอนาคตเปรียบเทียบกับการลงทุน	3-61
3-16	การประเมินระดับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต	3-64
3-17	การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงผลผลิตที่สูงที่สุดในอนาคต	3-64
3-18	การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงความแปรปรวนของผลผลิตที่ต่ำที่สุดในอนาคต	3-65
3-19	การประเมินศักยภาพผลผลิตในอนาคตเปรียบเทียบกับการลงทุน	3-69
3-20	การประเมินระดับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต	3-74
3-21	การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงผลผลิตที่สูงที่สุดในอนาคต	3-74

3-22	การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงความแปรปรวนของผลผลิตที่ต่ำที่สุดในอนาคต	3-75
3-23	การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตมันสำประหลังและผลตอบแทน	3-77
3-24	การประเมินระดับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต	3-83
3-25	การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงผลผลิตที่สูงที่สุดในอนาคต	3-83
3-26	การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงความแปรปรวนของผลผลิตที่ต่ำที่สุดในอนาคต	3-84
4-1	การเปลี่ยนแปลงระดับทะเลเฉลี่ยคำนวณโดยใช้โปรแกรม DIVA สำหรับสถานะการณ์ SRES A2 High Sea Level และการเคลื่อนตัวทางดิ่งของแผ่นดินในแต่ละช่วงเวลา	4-11
4-2	ระดับเฉลี่ยและความแปรปรวนของระดับน้ำเกิดสูงสุดในแต่ละช่วง (30 ปี) เทียบกับระดับทะเลปานกลางมาตรฐานประเทศไทย (MSLo)	4-11
4-3	ความถี่ของการเกิดน้ำหนุนท่วมเนื่องจากมรสุมต่อแต่ละช่วง 30 ปี	4-14
4-4	คันกั้นน้ำเค็มที่มีสัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนที่สูงที่สุดเพื่อเป็นทางเลือกเพื่อรับมือในแนวทางการป้องกัน (defense) นาข้าวจากกับน้ำทะเลหนุนในอนาคตเทียบกับการไม่ทำอะไร (ราคาต่างๆ เป็นราคาปัจจุบัน)	4-16
4-5	คันกั้นน้ำเค็มสร้างที่ระดับความสูงสันเขื่อนต่างๆ ในช่วงปีฐาน (1980-2009) และวงเงินชดเชยความเสียหายต่อแต่ละช่วง (30 ปี) จากน้ำทะเลหนุนสูงกว่าระดับสันเขื่อน	4-17
4-6	การจัดโซนนิ่งพื้นที่เลี้ยงปูทะเลเพื่อให้ผลตอบแทนต่อต้นทุนสูงที่สุดเพื่อเป็นทางเลือกในการปรับตัวแบบอยู่กับความเค็มที่เกิดขึ้นจากน้ำทะเลหนุนในอนาคต (ราคาต่างๆ เป็นราคาปัจจุบัน)	4-19
4-7	จำนวนวันที่ลมมรสุมกระโชกแรง (ความเร็วเฉลี่ย 5 เมตร / วินาที) เปรียบเทียบระหว่างปัจจุบัน (30 ปีที่ผ่านมา) และ 30 ปีข้างหน้า	4-25
4-8	แนวโน้มจำนวนพายุดีเปรสชั่น (TD), โซนร้อน (TS) และไต้ฝุ่น (TP) ที่น่าจะเกิดขึ้นใน 30 ปีข้างหน้า	4-26
4-9	ดัชนีด้านฝนเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและ 30 ปีข้างหน้า	4-30
4-10	ทิศทางของปัจจัยเสี่ยงจากภูมิอากาศต่อระบบหรือภาคส่วนของเกาะเต่าในอนาคต (30 ปี)	4-31
4-11	ผลของมาตรการรับมือของระบบหรือภาคส่วนต่างๆ ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	4-32
4-12	การประเมินความเปราะบางของระบบหรือภาคส่วน โดยประเมินจากความเสี่ยงจากปัจจัยภูมิอากาศภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน และสถานการณ์อนาคต	4-33
4-13	ผลของแนวทางการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมแบบต่างๆ ต่อประสิทธิภาพของมาตรการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	4-37
4-14	ปัจจัยภายในและภายนอกที่จะนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในแนวทางต่าง ๆ	4-38
5-1	สรุปเป้าหมายหลักและเป้าหมายรองของประเทศไทยตามแนวทางการพัฒนาแห่งสหัสวรรษและสรุปความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทั้งทางตรงและทางอ้อม	5-2

บทนำ

การศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ

ประเทศไทยในฐานะภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีพันธกรณีที่จะต้องจัดทำรายงานแห่งชาติเพื่อเผยแพร่และแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับประเทศภาคีอื่นๆ ในอนุสัญญา ซึ่งการจัดทำรายงานดังกล่าวยังเป็นการเสริมสร้างขีดความสามารถในการดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศอีกด้วย โดยที่หัวข้อที่สำคัญหัวข้อหนึ่งของรายงานแห่งชาติคือความล่อแหลมและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Vulnerability and adaptation to climate change)

ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะได้เริ่มมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความเปราะบางและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาบ้างแต่ข้อมูลที่มีอยู่ยังมีค่อนข้างน้อยและไม่เป็นเอกภาพ ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้เห็นภาพเชิงองค์รวมเพื่อนำเสนอในรายงานแห่งชาติสามารถทำได้เพียงในระดับที่จำกัด ดังนั้นการที่จะทำให้รายงานแห่งชาติที่จะนำเสนอต่อสำนักงานเลขาธิการอนุสัญญาฯ มีเนื้อหาในระดับที่สมบูรณ์เพียงพอจึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมขึ้นมากกว่าการทบทวนและประมวลข้อมูลและองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิมเท่านั้น

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาที่ดำเนินการภายใต้กรอบโครงการ การศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญซึ่งกำหนดให้ทำการวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคต และประเมินผลกระทบความล่อแหลมเปราะบาง และแนวทางการปรับตัวในพื้นที่ตัวอย่างศึกษา ได้แก่ พื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำอย่างน้อย 1 ลุ่มน้ำ และพื้นที่ชายฝั่ง 2 พื้นที่ ***ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงเน้นการบูรณาความเปราะบางของภาคส่วนต่าง ๆ โดยใช้พื้นที่เป็นตัวตั้ง (Place-based integrated approach) เพื่อให้ยุทธศาสตร์การปรับตัวและจัดการความเสี่ยงในอนาคตมีความเป็นเอกภาพและได้รับการยอมรับโดยผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง*** (Chinvanno *et al*. 2007) ดังนั้นการเลือกพื้นที่ศึกษาจึงต้องเชื่อมโยงประเด็นทางเศรษฐกิจและสังคมทั้งในปัจจุบันและที่คาดว่าจะเป็นในอนาคตเข้าด้วยกัน มิใช่เป็นเพียงการปรับตัวของแต่ละภาคส่วนโดยอิสระซึ่งอาจจะนำมาซึ่งความขัดแย้งอันไม่พึงประสงค์ในอนาคตได้ นอกเหนือจากนั้นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตอาจจะนำมาซึ่งผลกระทบต่อกระบวนการพัฒนาประเทศรวมทั้งความมั่นคงในเชิงเศรษฐกิจและสังคม ตามกรอบการพัฒนาแห่งสหวรรษ (MDG และ MDG+) ที่ประเทศไทยได้ให้คำมั่นไว้กับประชาคมโลกสำหรับปี ค.ศ.2015 (พ.ศ.2558) ซึ่งการศึกษานี้ ก็ได้รวมถึงการประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการพัฒนาประเทศไทยในบริบทของการพัฒนาแห่งสหัสวรรษไว้ด้วยแล้ว

การวิเคราะห์ความเปราะบาง (vulnerability) และแนวทางการปรับตัว (adaptation) ของภาคส่วน (sectors) ต่างๆ ตามแนวทางของ National Adaptation Programme of Action (NAPA; Desanker, 2004) ของ UNFCCC และ Adaptation Policy Framework for Climate Change (APF; Lim and Spanger-Siegfried, 2004) ของ UNDP จะมีขั้นตอนโดยสรุปคือ

- การทบทวนเป้าหมายการพัฒนาของประเทศและของพื้นที่ (ถ้ามี) ในระยะยาว
- การคัดเลือกระบบทางกายภาพ/ชีวภาพ (biophysical systems) และภาคส่วนทางเศรษฐกิจสังคม (socioeconomic sectors) เพื่อเป็นตัวแทนของการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมที่น่าจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

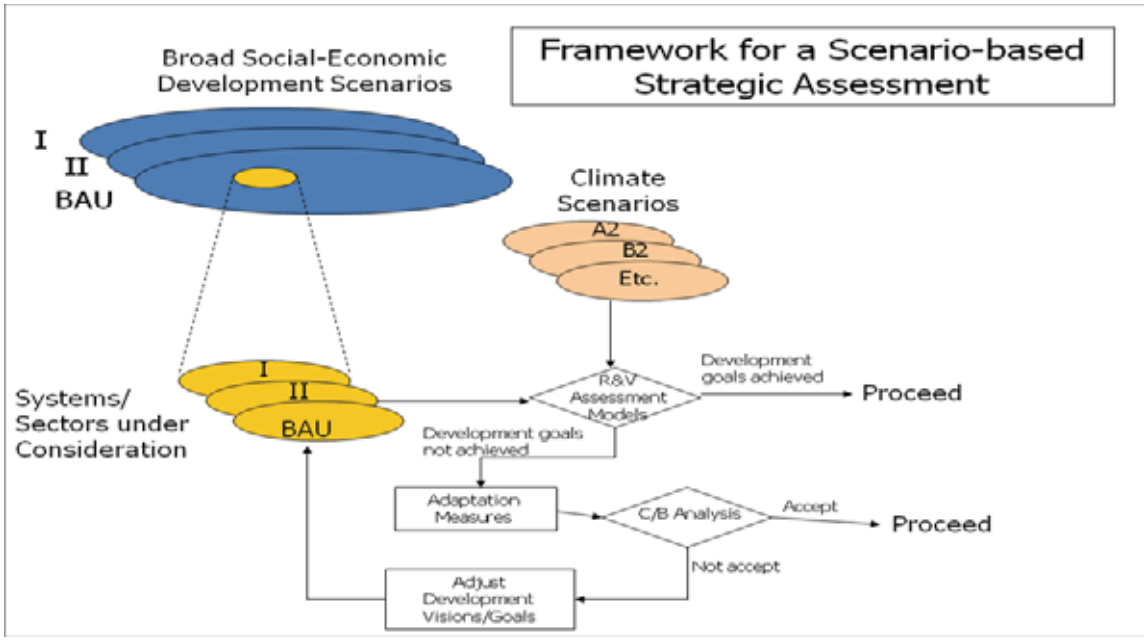
- การจัดตั้งคณะผู้ศึกษาแบบสหสาขา รวมทั้งการจำแนกกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่สำคัญในแต่ละภาคส่วน
- การทบทวนการศึกษาที่มีอยู่และการหารือกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความล่อแหลมของระบบทางกายภาพ/ชีวภาพและภาคส่วนทางเศรษฐกิจสังคมสภาพอากาศในอดีตและปัจจุบัน
- การวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อระบบและภาคส่วนต่างๆ อย่างเป็นระบบและไม่มีอคติ ซึ่งจะประกอบด้วย
    - การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งจะรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของตัวแปรทางภูมิอากาศต่างๆ
    - การเชื่อมโยงระหว่างภูมิอากาศกับระบบทางกายภาพ/ชีวภาพต่างๆ ที่สนใจ ซึ่งอาจจะเป็นการหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพก็ได้
    - การประเมินขนาด ขอบเขต ความถี่ ฯลฯ ของผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศในอนาคตต่อระบบทางกายภาพ/ชีวภาพต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
    - การวิเคราะห์ขีดความสามารถและระดับวิกฤติของภาคส่วนทางเศรษฐกิจและสังคมในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของระบบทางกายภาพ/ชีวภาพต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
    - การจำแนกแนวทางการปรับตัว ทั้งในเชิงการลดผลกระทบ/ลดความเสี่ยง และการเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวของภาคส่วนทางเศรษฐกิจและสังคมที่เกี่ยวข้อง
    - การกำหนดและจำแนกตัวชี้วัดความเปราะบางของภาคส่วนทางเศรษฐกิจและสังคมเพื่อการติดตามและปรับปรุงแนวทางการปรับตัวต่างๆ
    - การวางกรอบแนวทางเพื่อนำไปสู่การปรับตัวในอนาคต

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ได้นำแนวทางของการวิเคราะห์ความเปราะบางและแนวทางการปรับตัวของภาคส่วนต่างๆ ตามแนวทางของ NAPA และ APF ข้างต้น มาปรับ/ประยุกต์ใช้สำหรับการศึกษาในแต่ละพื้นที่ ซึ่งอาจจะมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับบริบทของพื้นที่เอง แต่ทั้งนี้ตัวอย่างการศึกษาในแต่ละพื้นที่อาจจะสามารถใช้หรือเป็นตัวอย่างให้กับพื้นที่ที่มีความเหมือนหรือความคล้ายคลึงกันในเรื่องของระบบเศรษฐกิจและสังคม หรือระบบนิเวศได้

กรอบแนวคิด (Framwork Assumtion)

กรอบการศึกษาจะเน้นในเรื่องการมองความเสี่ยงและทิศทางการปรับตัวในบริบทของอนาคต โดยพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงทั้งในเชิงการพัฒนาทางเศรษฐกิจสังคม (Socio-economicl development) ควบคู่ไปกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยไม่ได้มองแบบแยกส่วนว่าภูมิอากาศเป็นต้นเหตุของปัญหาโดยเอกเทศ และประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นตามมาภายใต้บริบททางด้านสังคมในปัจจุบัน แต่จะมองถึงประเด็นด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงหลายประการประกอบกัน กรอบการศึกษานี้พิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในหลายแนวทางภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกในหลายรูปแบบ โดยภาพจำลองภูมิอากาศที่ใช้ในการศึกษาอาจจะมีทั้งการเปลี่ยนแปลงตามแบบ SRES A2 , B2 หรือแบบอื่นๆ (IPCC, 2000) โดยหลักการแล้วการพิจารณาอนาคตภายใต้ภาพฉายอนาคตนั้นยิ่งมีหลายแบบ หลายสถานการณ์จะยิ่งเป็นผลดี เพราะจะทำให้มองเห็นภาพกว้างๆ ที่ครอบคลุมความไม่แน่นอน (uncertainty) ของภูมิอากาศในอนาคตได้มากขึ้น ในส่วนของภาพฉาย (scenario) ของการพัฒนาในอนาคตจะทำในหลายๆ สถานการณ์ ทั้งในระดับชุมชน ระดับเมือง และระดับภาคส่วน (sector) โดยการรวบรวม

ความคิดเห็นจากคนในพื้นที่ประกอบกับทิศทางพัฒนาในด้านอื่นๆ และพิจารณาว่าทิศทางการพัฒนาควรจะไปทางใดได้บ้างในช่วงระยะเวลาที่สนใจ เช่น 30-50 ปีข้างหน้า ซึ่งหลังจากที่ได้ภาพการพัฒนาภาพใหญ่แล้ว (1-Board Social-Economic Development Scenarios) ก็จะสามารถทำในระดับที่เล็กลงมา (2-Systems/ Sectors under Consideration) เช่นในระดับชุมชน ระดับลุ่มน้ำ หรือระดับย่อยลงมา และมองควบคู่กันไปกับภาพจำลองของภูมิอากาศ (3-Climate Scenarios) ในอนาคตซึ่งจะเปลี่ยนไปตามการเพิ่มขึ้นของระดับคาร์บอนไดออกไซด์ต่างๆ กัน ทั้งนี้ทิศทางการพัฒนาที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตโดยทำให้ภาคส่วนนั้น ๆ ตกอยู่ใต้ความเสี่ยงที่น้อยที่สุดในบริบทของอนาคตจัดว่าเป็นแนวทางการพัฒนาที่เหมาะสม (รูป ก.)



รูป ก. กรอบแนวคิดสำหรับการศึกษา

เนื่องจากอนาคตเป็นสิ่งที่คาดเดาได้ยาก ผลกระทบจากภูมิอากาศนั้นอาจจะเกิดขึ้นหรือไม่ก็ได้ และหากเกิดขึ้นแล้วจะมีรูปแบบเป็นอย่างไรก็ยังมีความไม่แน่นอนสูง ดังนั้นการเตรียมการรับมือของแต่ละระบบ (system) และภาคส่วน (sector) ต่างๆ ทั้งทางสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม จึงต้องใช้แนวทางการจัดการความเสี่ยงเป็นพื้นฐาน อย่างไรก็ดี การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้ไม่ได้ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อระบบหรือภาคส่วนโดยตรง แต่ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบชีวภาพกายภาพต่างๆ นั้น จะมีผลต่อความเสี่ยงของภาคส่วนซึ่งพึ่งพาระบบต่างๆ เหล่านั้น ดังนั้นผลกระทบดังกล่าวจึงมักนำมาใช้เป็นตัวแทน (proxy) ในการประเมินความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยความเสี่ยง (risk) ภายใต้ภูมิอากาศ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งนั้นจะขึ้นกับโอกาสในการเปิดรับ (exposure) ของระบบและภาคส่วน ซึ่งจะเสริมด้วยความอ่อนไหว (sensitivity) ของระบบหรือภาคส่วนต่อผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งนี้ ระดับความเสี่ยงจะแตกต่างกันไปตามบริบทของพื้นที่ ขึ้นกับรูปแบบความเกี่ยวข้องหรือความสัมพันธ์ที่ระบบหรือภาคส่วนมีต่อผลกระทบต่าง ๆ รวมถึงที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันก็อาจจะมีผลต่อระดับความอ่อนไหวต่อตัวแปรทางภูมิอากาศที่ไม่เหมือนกันก็ได้

การประเมินความเสี่ยง หรือผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นอาจทำได้หลายแบบ ทั้งการประเมินโดยใช้การรวบรวมความคิดเห็น หรือการใช้แบบจำลองต่างๆ ได้แก่ แบบจำลองด้านการเกษตร หรือทรัพยากรน้ำ ตัวอย่างเช่น แบบจำลองทางด้านผลผลิตพืช (crop model) และแบบจำลองทางอุทกวิทยา (hydroligical model) ซึ่งค่อนข้างจะเป็น

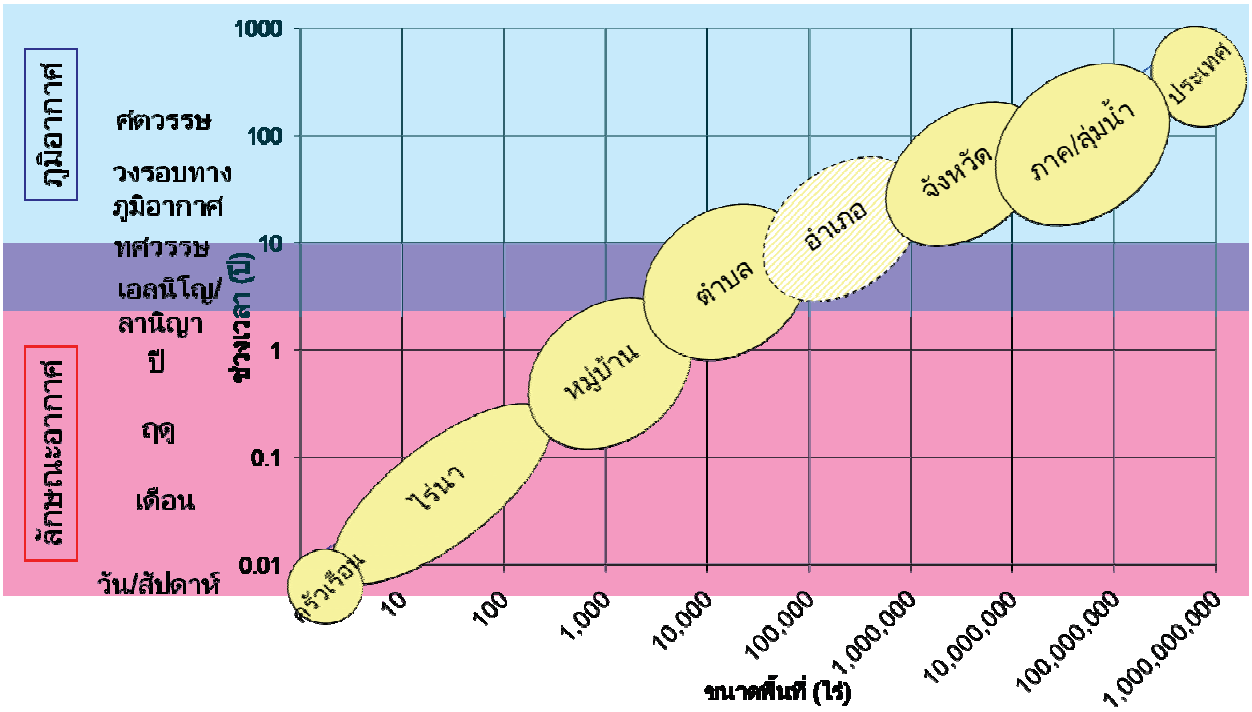
แบบจำลองที่มีความก้าวหน้ามากกว่าด้านอื่นๆ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยแบบจำลองจะออกมาในเชิงปริมาณ (quanlitative analysis) ทำให้ง่ายต่อการประเมินและทำได้ค่อนข้างสะดวก แต่ทั้งนี้ก็ไม่ได้หมายความว่าผลที่ได้นั้นจะถูกต้องหรือดีที่สุดเสมอไป ในบางครั้งยังอาจจะต้องใช้ความคิดเห็นร่วมพิจารณาด้วยเช่นกัน โดยเป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (qualitative analysis) จากนั้นจึงทำการเชื่อมโยงระหว่างผลกระทบนี้เข้ากับความเสี่ยงภายใต้บริบททิศทางการพัฒนาในอนาคตที่ได้สร้างไว้ ว่าจะสามารถดำเนินการพัฒนาไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ในอนาคตได้หรือไม่ ซึ่งถ้าหากทิศทางการพัฒนาที่คาดหวังไว้สามารถดำเนินต่อไปได้ภายใต้สถานการณ์ภูมิอากาศนั้นภายใต้การปรับเปลี่ยนบางประการก็แสดงว่าระบบหรือภาคส่วนนั้นๆ ไม่มีความเปราะบาง (Vulnerable) มีศักยภาพในการรับมือ (Coping Capacity) ที่เพียงพอ และในทางตรงกันข้ามหากแนวทางการพัฒนานั้น ไม่สามารถดำเนินต่อไปได้ภายใต้สถานการณ์ทางภูมิอากาศนั้นๆ ระบบหรือภาคส่วนควรจะมีมาตรการเพิ่มเติม เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งนี้ควรที่จะต้องทำการวิเคราะห์มาตราการดำเนินการนั้นๆ ในเชิงต้นทุนและผลตอบแทนที่ได้ (Cost และ Benefit) ซึ่งถ้าหากอยู่ในวิสัยที่รับได้มาตรการต่างๆ เหล่านั้นก็จัดว่าเป็นแนวทางที่สมควรดำเนินต่อไป แต่ถ้าไม่ได้ ต้องย้อนกลับมาทบทวนดูว่า ทิศทางการพัฒนาที่เราคาดหวังไว้นั้นอาจจะไม่เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ก็เป็นได้

ดังนั้น ความเปราะบาง (Vulnerability) อาจจะสรุปในรูปของความสัมพันธ์ของความเสี่ยง (risk) หรือการเปิดรับ (Exposure) และความอ่อนไหว (Sensitivity) ต่อภูมิอากาศกับขีดความสามารถในการรับมือ (Coping Capacity) ดังนี้

$$\text{Vulnerability} = \frac{\text{Risk}}{\text{Coping Capacity}} = \frac{\text{Exposure x Sensitivity}}{\text{Coping Capacity}}$$

โดยที่ระบบหรือภาคส่วนใดๆ จะเปราะบางต่อภูมิอากาศมากหรือน้อยขึ้นกับสัดส่วนระหว่างความเสี่ยง (risk) กับขีดความสามารถในการรับมือ (coping capacity) การเพิ่มหรือลดการเปิดรับความเสี่ยงและความสามารถในการรับมือก็จะมีผลของความแปรปรวนทั้งนั้น การทำให้ความเสี่ยงเป็น 0 และ/หรือความเปราะบางน้อยมากๆ โดยเพิ่มความสามารถในการรับมือให้สูงมากๆ นั้น มักจะเป็นไปได้ยาก ทั้งในทางเศรษฐกิจ และเทคโนโลยี ดังนั้นโดยส่วนใหญ่ ระบบทั้งภาคส่วนต่างๆ ในสังคม ก็ต้องบริหารความเสี่ยงโดยพยายามให้เกิดความพอดีของความเสี่ยงและความสามารถในการรับมือ

นอกจากนี้ เรื่องที่ควรให้ความสำคัญอีกเรื่องหนึ่งสำหรับการประเมินความเสี่ยง คือ สเกลเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ (ภูมิศาสตร์) สำหรับการตอบสนองต่อปรากฏการณ์ทางภูมิอากาศ/ ลักษณะอากาศ โดยที่ระบบ (system) หรือภาคส่วน (sector) นั้นจะมีอยู่หลายระดับ และจะมีความสัมพันธ์ในเชิงเวลา (time scale) ซึ่งเป็นเรื่องของกระบวนการทางสภาพอากาศ ถ้าในระยะสั้นๆ เราจะเรียกว่า weather event หรือลักษณะอากาศ ซึ่งจะมีลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว หรือสภาพอากาศช่วงเวลาประมาณ 10 ปี หรือ ทศวรรษ โดยระบบหรือภาคส่วนในระดับครัวเรือน ระดับตำบล หรือระดับอำเภอโดยทั่วไปจะสนใจหรือตอบสนองกับลักษณะอากาศหรือ weather event ในระยะสั้นๆ มากกว่า หรือจะเป็นการสนใจเรื่องเฉพาะหน้าช่วงเวลาไม่เกิน 2-3 ปี หรือสนใจในระดับรายวัน แต่ถ้าเป็นการตอบสนองต่อสภาพอากาศของระบบหรือภาคส่วนในระดับใหญ่ขึ้น เช่น ระดับภาค ระดับลุ่มน้ำ และระดับประเทศ ขึ้นไป สเกลในระดับพื้นที่เป็นระดับล้านไร่หรือหลายล้านไร่ การมองประเด็นเรื่องของ Climate event หรือภูมิอากาศในระยะยาวจะมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากเป็นการวางยุทธศาสตร์ระยะยาว ซึ่งอาจครอบคลุมช่วงระยะเวลามากกว่า 30 ปี หรือเป็นศตวรรษ ซึ่งจะมองภาพการเปลี่ยนแปลงที่ยาวขึ้น ดังนั้น การทำงานเพื่อนำไปสู่การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวนี้จะต้องมีการจัดรูปแบบในลักษณะที่เป็นกระบวนการต่อเนื่อง โดยมีการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ต่อเนื่อง และทำการสื่อสารกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องพื้นที่ให้สอดคล้องหรือเหมาะสมกับระดับการจัดการของพื้นที่ด้วย (รูป ข.)



รูป ข. สเกลเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ (ภูมิศาสตร์) สำหรับการตอบสนองต่อปรากฏการณ์ทางภูมิอากาศ/ลักษณะอากาศ

บทที่ 1

ความก้าวหน้าเชิงวิชาการด้านผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา

1.1 งานวิจัยและบทความในวารสารวิชาการต่าง ๆ ที่เป็น peer review ผ่านระบบสืบค้นแบบ online และช่องทางอื่น ๆ ตามความจำเป็น

บทความหรืองานวิจัยที่เป็น peer review ที่ได้จากการสืบค้นในช่องทางต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ที่นำมาใช้เพื่อทบทวนความก้าวหน้าเชิงวิชาการในเรื่องของผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยนั้น ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมามีอยู่จำนวนทั้งสิ้น 30 บทความ/งานวิจัย ซึ่งส่วนใหญ่จะสามารถสืบค้นได้จากระบบการสืบค้นจากอินเตอร์เน็ท ที่มีการเผยแพร่อยู่ทั่วไปตามห้องสมุดมหาวิทยาลัย หรือห้องสมุดหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งที่เป็นวิทยานิพนธ์ และบทความวิจัย เป็นต้น

1.2 งานวิจัยและบทความวิชาการที่เป็น Grey Literatures โดยใช้แบบสอบถามไปยังหน่วยงาน และสถาบันต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยและบทความวิชาการที่เป็น Grey Literatures ที่ไม่ได้มีการเผยแพร่ต่อสาธารณะโดยทั่วไปของหน่วยงานและสถานบันต่าง ๆ นั้น จากการใช้แบบสอบถามส่งไปยังหน่วยงานต่าง ๆ อาทิ หน่วยงานระดับ กระทรวง กรม และสถาบันวิจัยฯ ตลอดจน หน่วยงานระดับภาควิชาของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ที่คาดว่าจะการทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้น พบว่า ในช่วงเวลาของการทำแบบสอบถามนั้น (ปี 2551-กลางปี 2552) ไม่พบหน่วยงานใดที่มีการทำงานวิจัย หรือบทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับงานศึกษาทางด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เน้นการใช้สถานการณ์จำลองหรือภาพฉายในอนาคต (Sceanarios besed approach) จะมีเพียงศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น ที่ได้นำผลการคาดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองระดับภูมิภาค (PRECIS) มาประเมินผลกระทบต่อระบบการท่องเที่ยว (Cluster) ซึ่งนำเสนอต่อกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา จำนวน 1 งานวิจัย เท่านั้น

1.3 การศึกษาการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย

การทบทวนการศึกษา ด้านผลกระทบ ความเสี่ยง ความเปราะบางและและการประเมินความสามารถในการปรับตัวที่ได้มีการศึกษากันมาในประเทศไทยในระยะที่ผ่านมานี้ มีจุดประสงค์เพื่อแสดงถึงสถานภาพขององค์ความรู้ในประเด็นดังกล่าวซึ่งสามารถใช้สนับสนุนการวางยุทธศาสตร์และนโยบายด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ตลอดจนบ่งชี้ถึงช่องว่างทางด้านความรู้เกี่ยวกับผลสืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยและแนวทางการปรับตัวต่อสถานการณ์เหล่านั้น การทบทวนผลการศึกษานี้เน้นเฉพาะการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งได้มีการศึกษาโดยใช้การคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคตโดยสถานการณ์จำลองหรือภาพฉายอนาคต

ส่วนที่ 1 การคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคต

การศึกษาด้านการคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคตระยะยาวซึ่งเป็นการจำลองสภาพภูมิอากาศที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงสำหรับประเทศไทยและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในระยะแรกนั้น ได้มีดำเนินการศึกษาโดยการใช้แบบจำลอง Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) (Southeast Asia START Regional Center, 2006) ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวเป็นแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่นรุ่นที่สองซึ่งได้รับพัฒนาขึ้นโดยหน่วยงาน Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Division of Atmospheric Research ประเทศออสเตรเลีย โดยพัฒนาขึ้นเพื่อเน้นการใช้งานในพื้นที่ทวีปออสเตรเลียและเอเชีย และมีความละเอียดเชิงพื้นที่ 0.1 องศา (หรือประมาณ 10x10 กิโลเมตร) แบบจำลอง CCAM นี้ใช้หลักการ stretched coordinate แทนที่ระบบ uniform latitude-longitude gridding system โดยเทคนิคนี้เป็นการคำนวณภูมิอากาศของทั้งโลก แต่กำหนดพื้นที่เป้าหมายให้มีความละเอียดสูง ส่วนพื้นที่อื่นๆ จะมีความละเอียดต่ำเพื่อประหยัดเวลาในการคำนวณ software แบบจำลองภูมิอากาศนี้ดำเนินการคำนวณในแนวดิ่ง 18 ระดับ ซึ่งรวมถึงระดับชั้น stratosphere ทั้งนี้การศึกษาที่เป็นการประเมินและเปรียบเทียบแบบจำลองต่างๆ ได้จัดให้แบบจำลอง CCAM เป็นแบบจำลองภูมิอากาศที่ดีที่สุดอันหนึ่งสำหรับภูมิภาคเอเชีย (McGregor *et al*, 1998)

เงื่อนไขที่ใช้กำหนดข้อมูลนำเข้าสำหรับการจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการศึกษานี้ คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ 360 ส่วนในล้านส่วน (ppm) เป็นความเข้มข้นที่ใช้คำนวณภูมิอากาศในช่วงเวลาปัจจุบันเพื่อใช้เป็นฐานในการเปรียบเทียบ และเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นเป็น 540 ppm และ 720 ppm เพื่อจำลองสภาพภูมิอากาศอนาคต ทั้งนี้ผลของการจำลองภูมิอากาศภายใต้เงื่อนไขดังกล่าวโดยแบบจำลอง CCAM บ่งชี้ว่าแนวโน้มของอุณหภูมิในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะลดลงเล็กน้อย ภายใต้เงื่อนไขก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 ppm แต่อุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าปัจจุบันเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 ppm

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในอนาคตภายใต้สถานการณ์จำลองนี้จะอยู่ในช่วง 1-2 องศาเซลเซียสเมื่อเทียบกับปัจจุบัน แต่การเปลี่ยนแปลงด้านระยะเวลาที่มีอากาศร้อนหรือเย็นจะเห็นได้ชัดกว่า กล่าวคือ จำนวนวันที่มีอากาศร้อน หรือวันที่มีอุณหภูมิสูงสุดมากกว่า 33 องศาเซลเซียสจะเพิ่มขึ้น 2-3 สัปดาห์ต่อปี และจำนวนวันที่มีอากาศเย็น หรือวันที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียสจะลดลง 2-3 สัปดาห์ต่อปี หรืออาจกล่าวได้ว่า ในอนาคต ฤดูร้อนในภูมิภาคนี้จะมีระยะเวลายาวนานขึ้นและฤดูหนาวจะสั้นลง นอกจากนั้น ผลจากแบบจำลองยังแสดงให้เห็นว่าสภาพภูมิอากาศในอนาคตภายใต้เงื่อนไขที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้นเป็น 540 ppm และ 720 ppm นี้จะมีฝนตกเพิ่มมากขึ้นประมาณ 10-20% ทั้งภูมิภาค (Southeast Asia START Regional Center, 2006)

ผลการศึกษาอีกชิ้นหนึ่งในระยะต่อมาที่ได้ทำการจำลองภูมิอากาศในประเทศไทยและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงก็แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในลักษณะเดียวกัน การศึกษานี้เป็นการจำลองภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทยและในประเทศใกล้เคียง ซึ่งมีขนาด ความละเอียดของพื้นที่ลักษณะตาราง (grid) ขนาด 20x20 กิโลเมตร โดยใช้ข้อมูลในช่วง ค.ศ. 1960 -1999 เป็นปีฐานเพื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาในอนาคต คือ ช่วง ค.ศ. 2010 – 2099 การจำลองภูมิอากาศอนาคตในการศึกษานี้ใช้แบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค PRECIS (Providing REgional Climates for Impacts Studies) โดยใช้ข้อมูลตั้งต้นในการคำนวณจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก Global Circulation Model (GCM) ECHAM4 เป็นข้อมูลเริ่มต้นในการคำนวณ ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 และ B2 ซึ่งกำหนดขึ้นโดย Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ทั้งนี้ได้มีการปรับผลจากแบบจำลอง PRECIS โดยเทคนิค rescale หลังการประมวลผล เพื่อให้ได้ภาพฉายอนาคตที่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศอันเป็นผลจากการตรวจวัดในระยะที่ผ่านมา ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของประเทศไทยในอนาคตมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเฉพาะบริเวณเขตที่ราบภาคกลางในเขตพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา และบริเวณภาคเหนือตอนล่าง และฤดูร้อนจะยาวนานขึ้น ส่วนการคาดการณ์ด้านปริมาณฝนรวมรายปีพบว่าในช่วงต้นศตวรรษที่ 21 นี้ปริมาณฝนรวมรายปีจะมีความแปรปรวนสูง แต่ปริมาณฝนรวมรายปีตั้งแต่ช่วงกลางทศวรรษเป็นต้นไปมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะ

พื้นที่ภาคอีสานบริเวณจังหวัดชายขอบแม่น้ำโขง และทางภาคใต้ของประเทศ ยกเว้นบริเวณชายแดนทางภาคตะวันตก ซึ่งปริมาณฝนในอนาคตจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก นอกจากนั้นยังพบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเร็วและทิศทางลมบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเล ซึ่งความเร็วของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเพิ่มขึ้น 3-5% (Chinvanno, *et al*. 2009)

การใช้ข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศ GCM ในการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้มีข้อควรคำนึงถึงความไม่สอดคล้องของข้อมูลอันเนื่องมาจากผลจากปรากฏการณ์ต่างๆ ในท้องถิ่น เช่น ผลจากภูมิอากาศในพื้นที่เฉพาะ (micro climate) ซึ่งได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นนั้น ตัวอย่างการศึกษาหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผิวดินอันเนื่องมาจากการทำลายป่าส่งผลให้ให้ปริมาณฝนรวมรายปีในพื้นที่ศึกษาน้อยลง โดยเฉพาะเมื่อพื้นที่ป่าถูกเปลี่ยนเป็นทุ่งหญ้า (Giambelluca, *et al.* 1999) ตัวอย่างจากการศึกษาอีกชิ้นหนึ่งแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงฤดูมรสุม อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงเวลาปีต่อปี ซึ่งฤดูมรสุมที่เปลี่ยนแปลงไปนี้ส่งผลกระทบต่อการทำการเกษตรของประเทศไทยเนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นระบบเกษตรซึ่งต้องพึ่งพาน้ำฝน (Kanae, *et al*. 2002) ดังนั้นการศึกษาด้านการจัดทำภาพฉายอนาคตของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะต่อไปจึงควรที่จะต้องพิจารณาถึงอิทธิพลต่างๆ ในระดับท้องถิ่นที่อาจส่งผลกระทบต่อภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่ เพื่อนำมาปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองภูมิอากาศต่อไป

ส่วนที่ 2 ผลกระทบต่อภูมิอากาศ ความเสียง ความอ่อนไหว และการปรับตัว

การทบทวนการศึกษาด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ตลอดจนการประเมินความเสี่ยง ความเปราะบาง และการปรับตัว ได้ดำเนินการทบทวนงานที่ได้รับการตีพิมพ์ต่าง ๆ โดยแบ่งเป็นกลุ่มดังนี้

	การประเมินผลกระทบ	ความเสี่ยงและความเปราะบาง	การปรับตัว
ระบบนิเวศวิทยาและชีวกายภาพ	• Trisurat, Y., Alkemade, R. and Alets, E. 2009. Projecting forest tree distributions and adaptation to climate change in northern Thailand. Journal of Ecology and Natural Environment, 1(3): 55-63.		
เกษตรกรรม	• Agarwal, A. 2008. Forecasting rice yield under climate scenarios and evaluation of agro-adaptation measures for Mekong basin region: a simulation study. Thesis of master degree of engineering in water engineering and management. Asian Institute of Technology. • Buddhaboon, C., Kongton, S. and Jintrawet, A. 2005. Climate scenario verification and impact on rain-fed rice production. The study of future climate changes impact on water resource and rain-fed agriculture production. In Chinvanno, S. and A. Snidvongs, (eds.) The Study of Future Climate Changes Impact on Water Resource and Rain-fed Agriculture Production. Proceedings of the APN CAPaBLE CB-01 Synthesis Workshop, Vientiane, Lao PDR, 29 - 30	• Chinvanno, S., Boulidam, S., Inthavong, T., Souvanalath, S. Lersupavithnapa, B., Kerdsuk, V. and Thuan, N.T.H. Climate risk and rice farming in the lower Mekong River basin, 2008a. In N. Leary, C. Conde, J. Kulkarni, A. Nyong ad J. Pulhin (eds) Climate Change and Vulnerability, Earthscan, London • วิเชียร เกิดสุข และวชิราพร เกิดสุข. 2549. การศึกษาความเปราะบางและการปรับตัวของเกษตรกรชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. • เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร, วินัย ศรวัต, สมชาย บุญประดับ, สุกิจ รัตนศรีวงษ์, สหัสชัย คงทน , สมปอง นิลพันธ์, อิสระ พุทธสิมมา, ปรีชา กาเพ็ชร, แคทลิยา เอกอุ่น, วิภารัตน์ ดำริเข้ม	• Agarwal, A. 2008. Forecasting rice yield under climate scenarios and evaluation of agro-adaptation measures for Mekong basin region: a simulation study. Thesis of master degree of engineering in water engineering and management. Asian Institute of Technology. • Chinvanno, S., Souvanalath, S., Lersupavithnapa, B., Kerdsuk, V. and Thuan, N.T.H., 2008b. Strategies for managing climate risks in the lower Mekong River basin: A place-based approach. In N. Leary, J. Adejuwon, V. Barros, I. Burton, J. Kulkarni and R. Lasco (eds) Climate Change and Adaptation, Earthscan, London. • Matthews, R.B., Kropff, M.J., Horie, T. and Bachelet, D. 1997. Simulating the

	การประเมินผลกระทบ	ความเสี่ยงและความเปราะบาง	การปรับตัว
	July 2004. SEA START RC Technical Report No. 13. • Chinvanno, S. 2004. "Climate Change and Future of Agricultural Base". In Food and water: Key factors to sustainable happiness of Thai people. (Thai language). Bangkok: National Health Foundation, pp.307-322. • Chinvanno, S., Boulidam, S., Inthavong, T., Souvanalath, S. Lersupavithnapa, B., Kerdsuk, V. and Thuan, N.T.H. Climate risk and rice farming in the lower Mekong River basin, 2008a. In N. Leary, C. Conde, J. Kulkarni, A. Nyong ad J. Pulhin (eds) Climate Change and Vulnerability, Earthscan, London • Chinvanno, S., Souvanalath, S., Lersupavithnapa, B., Kerdsuk, V. and Thuan, N.T.H., 2008b. Strategies for managing climate risks in the lower Mekong River basin: A place-based approach. In N. Leary, J. Adejuwon, V. Barros, I. Burton, J. Kulkarni and R. Lasco (eds) Climate Change and Adaptation, Earthscan, London. • Jintrawet, A. and Prammanee, P. 2005. Simulating the impact of climate change scenarios on sugarcane production	ตระกูล, ชิษนุชา บุดดาบุญ และ กิ่งแก้ว คุณเขต. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ "โครงการผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย. เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.	impact of climate change on rice production in Asia and evaluation option for adaptation. Agricultural Systems, 54(3):399-425. • Southeast Asia START Regional Center. 2006. Final technical report AIACC AS07: Southeast Asia Regional vulnerability to changing water resource and extreme hydrological events due to climate change. Southeast Asia START Regional Center Technical Report No.15, Bangkok, Thailand. • วิเชียร เกิดสุข และวชิราพร เกิดสุข. 2549. การศึกษาความเปราะบางและการปรับตัวของเกษตรกรชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. • เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร, วินัย ศรวัต, สมชาย บุญประดับ, สุกิจ รัตนศรีวงษ์, สหัสชัย คงทน, สมปอง นิลพันธ์, อิสระ พุทธสิมมา, ปรีชา กาเพ็ชร, แคทลิยา เอกอุ่น, วิภารัตน์ ดำริเข้ม ตระกูล, ชิษนุชา บุดดาบุญ, และกิ่งแก้ว คุณเขต. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ "โครงการผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย. เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

	การประเมินผลกระทบ	ความเสี่ยงและความเปราะบาง	การปรับตัว
	systems in Thailand. ISSCT 25th, 31 January 2005 - 4 February 2005, Columbia, Guatema: 120-124. • Matthews, R.B., Kropff, M.J., Horie, T. and Bachelet, D. 1997. Simulating the impact of climate change on rice production in Asia and evaluation option for adaptation. Agricultural Systems, 54(3):399-425. • Southeast Asia START Regional Center. 2006. Final technical report AIACC AS07: Southeast Asia Regional vulnerability to changing water resource and extreme hydrological events due to climate change. Southeast Asia START Regional Center Technical Report No.15, Bangkok, Thailand. • สหัสไชย คงทน, วินัย ศรวัต และสุกิจ รัตนศรีวงษ์. 2547. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกต่อการผลิตข้าวโพด อ้อย และมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย: พื้นที่ศึกษา จังหวัดขอนแก่น. In Chinvanno, S. and A. Snidvongs, (eds.) The Study of Future Climate Changes Impact on Water Resource and Rain-fed Agriculture Production. Proceedings of the APN CAPaBLE CB-01 Synthesis Workshop, Vientiane, Lao PDR, 29 - 30 July 2004. SEA START RC Technical Report No. 13.		

	การประเมินผลกระทบ	ความเสี่ยงและความเปราะบาง	การปรับตัว
	• วิเชียร เกิดสุข, สหัสไชย คงทน และอรรถชัย จินตะเวช. 2547. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวในทุ่งกุลาร้องไห้. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ แห่งประเทศไทย, ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2547. • เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร, วินัย ศรวัต, สมชาย บุญประดับ, สุกิจ รัตนศรีวงษ์, สหัสชัย คงทน, สมปอง นิลพันธ์, อิสระ พุทธสิมมา, ปรีชา กาเพ็ชร, แคทลิยา เอกอุ่น, วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล, ชิษนุชา บุดดาบุญ, และกิ่งแก้ว คุณเขต. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ "โครงการผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย. เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.		
ทรัพยากรน้ำ	• Chaowiwat, W. and Likitdecharote, K. 2009. Effect of climate change on potential evapotranspiration case study: lower Chaopraya basin. In proceeding of the 1 NPRU Academic Conference: 75-83. • Eastham, J., F. Mpelaskoka, M. Mainuddin, Ticehurst C, P. Dyce, G. Hodgson, R. Ali, and M. Kirby. 2008. Mekong River Basin Water Resources Assessment: Impacts of Climate Change. CSIRO: Water for a Healthy Country		• Koch, M. 2008. Challenges for future sustainable water resources management in the face of climate change.

	การประเมินผลกระทบ	ความเสี่ยงและความเปราะบาง	การปรับตัว
	National Research Flagship. • Noimunwai, W. 2008. Estimation of potential evapotranspiration under climate change using data mining: a case study of Thailand. Thesis of master degree of Science (Appropriate Technology for resources and environmental development), Faculty of Environment and resource studies, Mahidol University. • Rojrungtavee, C. 2009. Assessment of water supply and demand under future climate change conditions in the Maeklong river basin, Thailand. Thesis of master degree of engineering in water engineering and management, Asian Institute of Technology. • Southeast Asia START Regional Center. 2006. Final technical report AIACC AS07: Southeast Asia Regional vulnerability to changing water resource and extreme hydrological events due to climate change. Southeast Asia START Regional Center Technical Report No.15, Bangkok, Thailand. • สนิท วงษา, ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิชย์ และเกรียงไกร ตรีฤทธิวิทยา. 2552. ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อพฤติกรรมทางชลศาสตร์และความเค็มของแม่น้ำท่าจีน. บทความ		

	การประเมินผลกระทบ	ความเสี่ยงและความเปราะบาง	การปรับตัว
	วิชาการใน The 4th THAICID National SYMPOSIUM, 19 มิถุนายน 2552 โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ กรุงเทพ.		
สุขภาพอนามัย	• Jonathan, A.P., Willem, J.M., Martens, D.A. Focks and Theo, H. J. 1998. Dengue fever epidemic potential as projected by general circulation model of global climate change. Environmental Health Perspectives, 106 (3): 147-153.		
พื้นที่ชายฝั่ง – การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล	• Southeast Asia START Regional Center and WWF. 2008. Climate change impacts in Krabi province, Thailand. • Vongvisessomjai, S. 2006. Will sea-level really fall in the Gulf of Thailand? Songklanakain J. Sci. Technol., 28(2): 227-248.	• Southeast Asia START Regional Center and WWF. 2008. Climate change impacts in Krabi province, Thailand.	• Southeast Asia START Regional Center and WWF. 2008. Climate change impacts in Krabi province, Thailand.
พื้นที่ชุมชน	• Parkpoom, S. and Harrison, G.P. 2008. Analyzing the impact of climate change on future electricity demand in Thailand. IEEE Transactions on Power Systems, 23(3): 1441-1448.		
การท่องเที่ยว	• ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อคลัสเตอร์การท่องเที่ยวของไทย. เสนอต่อ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.	• ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อคลัสเตอร์การท่องเที่ยวของไทย. เสนอต่อ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.	• ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อคลัสเตอร์การท่องเที่ยวของไทย. เสนอต่อ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.

ก. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบนิเวศและชีวกายภาพ

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและการกระจายตัวของฝนส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ โดยสิ่งมีชีวิตบางสายพันธุ์อาจจะได้รับผลดีจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในขณะที่บางสายพันธุ์จะสูญเสียสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการดำรงอยู่ไป การศึกษาหนึ่งซึ่งได้ศึกษาพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยได้ทำการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อพืช 22 ชนิด โดยใช้สภาพภูมิอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก HadCM3 GCM ตามแนวทางการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 โดยทำการประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในช่วงทศวรรษที่ 2050 พบว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ส่งผลต่อจำนวนสายพันธุ์ของพืชอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่คือ การกระจายตัวของสายพันธุ์ต่างๆ จะเปลี่ยนแปลงไปและมีอัตราการหมุนเวียนสูง โดยเฉพาะพืชตระกูลที่มีใบเขียวตลอดปี ทั้งนี้ผลการศึกษาพบว่าพืช 10 ชนิด จากที่ทำการศึกษาทั้งหมด 22 ชนิด จะสูญเสียสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการดำรงชีวิตที่เหมาะสม ส่วนอีก 12 ชนิดที่เหลือนั้นจะมีพื้นที่ที่เหมาะสมเพิ่มขึ้น โดยพืชสายพันธุ์ที่เป็นไม้ผลัดใบจะมีการขยายแหล่งกระจายพันธุ์ (distribution range) ซึ่งคาดว่าการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นบริเวณตะวันตกและบริเวณตอนบนของภาคเหนือ (Trisurat *et al*. , 2009)

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมีแนวโน้มจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาบริเวณที่สูงโดยเฉพาะพื้นที่ป่าดิบเขา (Hill evergreen forest) ในอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่ ซึ่งคาดว่าจะถอยร่นขึ้นสู่บริเวณพื้นที่ในระดับชั้นความสูงมากขึ้น ทั้งนี้มีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาวิจัยเพิ่มขึ้นเพื่อให้สามารถพัฒนากลยุทธ์ในการรักษาระบบนิเวศดังกล่าวไว้ (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)

ป่าชายเลน มีความสำคัญในการเป็นแนวป้องกันชายฝั่ง ป้องกันผลกระทบจากคลื่นพายุซัดฝั่ง (storm surges) และยังเป็นแหล่งวางไข่ของปลาและหอยต่างๆ ดังนั้นจึงเป็นแหล่งอาหารและเป็นแหล่งฟืนที่สำคัญสำหรับชุมชนท้องถิ่น อีกทั้งทำให้เกิดการหมุนเวียนสารอาหารจากบริเวณต้นน้ำ และเป็นระบบนิเวศที่ช่วยปรับคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในพื้นที่จังหวัดกระบี่พบว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอีก 25 ปีข้างหน้าอาจส่งผลให้พื้นที่ป่าชายเลนบริเวณจังหวัดกระบี่ลดลงโดยเฉลี่ย 18 เมตร ดังนั้นจึงเป็นประเด็นที่ควรคำนึงว่า จะต้องมีวางแผนก่อสร้างถนนหรือสาธารณูปโภคอื่น ๆ ให้ห่างจากพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อให้มีพื้นที่ที่ป่าชายเลนสามารถขยายร่นเข้ามาในแผ่นดินได้มากขึ้นในอนาคต (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)

- **ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการเกษตรกรรม**

ภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเกษตร โดยเฉพาะในประเทศไทยซึ่งพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่เป็นระบบเกษตรที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของภูมิอากาศในลักษณะต่างๆ ได้แก่ การที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น หรือ รูปแบบการกระจายตัวของฝนในช่วงฤดูฝนเปลี่ยนแปลงในอนาคตจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตทางการเกษตร การศึกษาในระยะที่ผ่านมามีการใช้เทคนิคต่างๆ และใช้ข้อมูลภูมิอากาศสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้แบบจำลองผลผลิตการเกษตร ซึ่งใช้ข้อมูลที่จำเป็นเพื่อนำเข้าในการประเมินผลผลิตในอนาคตภายใต้สถานการณ์ที่สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไป ได้แก่ คุณสมบัติของดิน ข้อมูลสภาพอากาศ ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic coefficient) สำหรับพืชเป้าหมาย ตลอดจนวิธีการบริหารจัดการการเพาะปลูกพืช

การศึกษาในระยะก่อนหน้านี้ ได้มีการจำลองผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าว โดยแบบจำลอง ORYZA1 และ SIMRIW ภายใต้สถานการณ์จำลองสภาพภูมิอากาศซึ่งเป็นผลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก 3 แบบจำลอง คือ GFDL, GISS และ UKMO ภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์จำลองที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นสองเท่า ซึ่งโดยปกติแล้วการที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลผลิตเพิ่ม แต่หากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลผลิตลดลง ผลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกทั้ง 3 แบบจำลองแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในอนาคตจะสูงขึ้นประมาณ 4-5 องศาเซลเซียส และปริมาณฝนเพิ่มขึ้น 8-15% โดยผลจากแบบจำลอง ORYZA พบว่าผลผลิตข้าวของประเทศไทยในอนาคตภายใต้เงื่อนไขสภาพภูมิอากาศอนาคตจากแบบจำลองทั้ง 3 จะเปลี่ยนแปลงไป โดยอยู่ในช่วงระหว่าง +9.3% ถึง -0. 9% และการคาดการณ์โดยแบบจำลอง SIMRIW พบว่าผลผลิตข้าวในอนาคตจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง +6.4% ถึง -11.6% (Matthews *et al.*, 1997)

การกำหนดสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ตายตัวนั้นไม่ได้เป็นตัวแทนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตที่เหมาะสมเนื่องจากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ได้มีลักษณะเดียวกันตลอดทั้งปี หรือมีลักษณะเดียวกันทุกฤดูกาล สถานการณ์จำลองภูมิอากาศในอนาคตที่มีความละเอียดสูงจะเป็นการให้ข้อมูลภูมิอากาศในอนาคตโดยแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงรายวันซึ่งแสดงความแปรปรวนของสภาพอากาศตลอดฤดูกาลนั้นเป็นชุดข้อมูลที่ดีกว่าในการนำมาใช้วิเคราะห์ผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรในอนาคต

การศึกษาอีกชิ้นหนึ่งในระยะต่อมาได้มีการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าว 3 พื้นที่ในประเทศไทย คือ จังหวัดเชียงราย สกลนคร และสระแก้ว โดยซอฟแวร์แบบจำลองผลผลิตการเกษตร Decision Support System for Agro Technology Transfers (DSSAT version 4.0) (Hoogenboom *et al*, 1998) และใช้ข้อมูลสภาพอากาศรายวันในอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศ CCAM ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ปริมาณฝน รังสีจากดวงอาทิตย์ ประกอบกับรูปแบบการจัดการทางการเกษตรและคุณสมบัติของดิน โดยนำมาคำนวณผลผลิตข้าวในอนาคต ผลจากแบบจำลองแสดงถึงผลผลิตข้าวภายใต้สถานการณ์จำลองภูมิอากาศ 3 สถานการณ์ด้วยกัน ได้แก่ ช่วงปีฐานซึ่งเป็นการคำนวณผลผลิตอนาคตภายใต้ภูมิอากาศจำลอง โดยสถานการณ์ที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ 360 ppm โดยเปรียบเทียบกับสถานการณ์ภายใต้ภูมิอากาศอนาคตเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 ppm และ 720 ppm โดยผลจากแบบจำลองแสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวเพียงเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ดี ภายใต้สภาพภูมิอากาศอนาคตเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 ppm นั้นแม้ว่าผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ความแปรปรวนของผลผลิตรายปีในระยะเวลานั้นก็เพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน โดยพื้นที่ทั้งสามจังหวัด มีผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ยในช่วงปีฐาน 2522 (+216) กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ภายใต้เงื่อนไขสภาพภูมิอากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 ppm ผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ยจะเป็น 2552 (+270) กิโลกรัมต่อเฮกตาร์และภายใต้เงื่อนไขสภาพภูมิอากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 ppm จะมีผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ยคือ 2836 (+540) กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ นอกจากนั้น ยังพบว่า

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตข้าวในปีที่ฝนตกน้อย ฝนตกปานกลางและฝนตกมาก ภายใต้เงื่อนไขสภาพภูมิอากาศทั้ง 3 สถานการณ์จำลองแล้ว พบว่าผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันมากนัก (Buddhaboon *et al*, 2005)

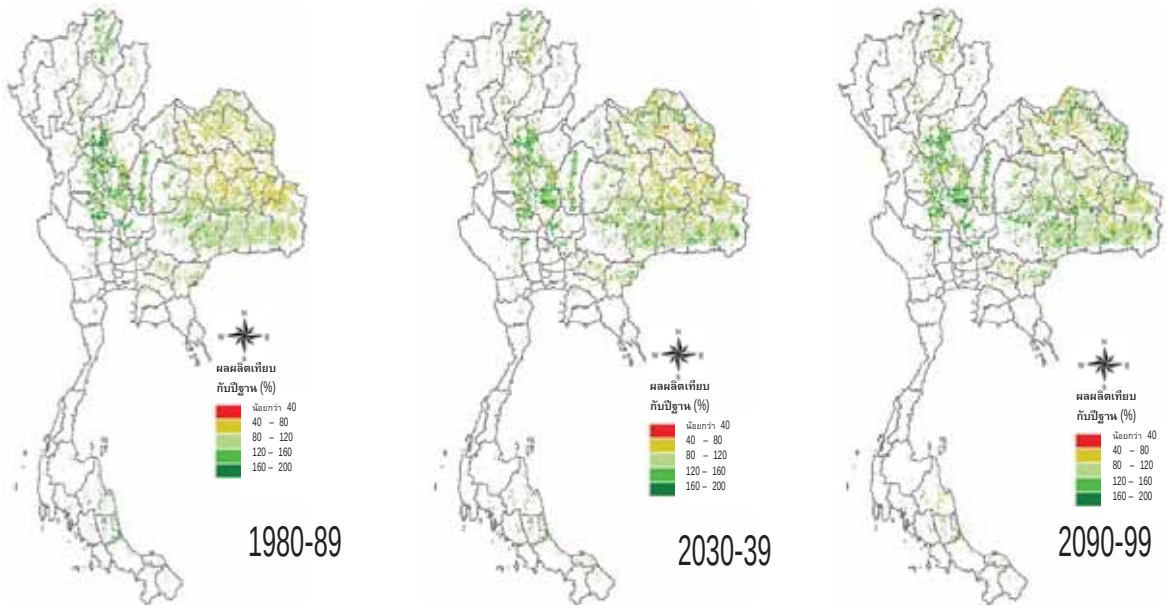
นอกจากนี้ ยังมีการจำลองผลผลิตข้าวบริเวณพื้นที่ศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี โดยข้อมูลจากแบบจำลองผลผลิตจาก DSSAT และข้อมูลภูมิอากาศจากแบบจำลอง CCAM ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลดีต่อผลผลิตข้าวในพื้นที่ดังกล่าว สภาพอากาศในอนาคตทำให้ผลผลิตจากข้าวมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น โดยอยู่ในช่วง +1.48% ถึง +15.29% และในบางพื้นที่ผลผลิตจะสูงขึ้น 10-15% (Southeast Asia START Regional Center 2006) (Chinvanno *et al.,* 2008a) และผลจากการวิเคราะห์ข้าวหอมพันธุ์ขาวดอกมะลิ KDML 105 บริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ก็ได้ผลดีขึ้นเช่นเดียวกัน (วิเชียร เกิดสุข และคณะ, 2547)

ผลผลิตทางการเกษตรพืชไร่หลักชนิดอื่นๆ ในประเทศไทย ได้แก่ ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ได้รับผลกระทบต่างๆ กัน โดยมีการศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อพืชไร่หลักเหล่านี้ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทำให้ผลผลิตจากข้าวโพดและอ้อยในจังหวัดขอนแก่นเพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตจากมันสำปะหลังจะลดลง โดยการปรับเปลี่ยนการให้ปุ๋ยจะช่วยลดปัญหาจากความแปรปรวนของผลผลิตที่เกิดจากผลกระทบ และยังช่วยลดจำนวนวันออกดอก 2-4 วัน และวันสุกแก่ 3-10 วัน และเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการเติบโตของอ้อยจะสั้นลง อย่างไรก็ตาม มวลชีวภาพของอ้อยที่ระยะใบที่ 14 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และในปีที่มีฝนตกมากภายใต้สภาพอากาศเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นมวลชีวภาพของอ้อยที่ระยะใบที่ 14 จะลดลง แต่ในปีที่ฝนตกน้อยในอนาคตมวลชีวภาพของอ้อยที่ระยะใบที่ 14 จากน้ำตาลอ้อยและลำต้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ส่วนผลผลิตจากสำปะหลังนั้นมีแนวโน้มลดลงในปีที่ฝนตกน้อยและฝนตกปานกลาง แต่จะเพิ่มขึ้นอย่างมากในปีที่มีฝนมากภายใต้สภาพอากาศอนาคตเมื่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เพิ่มขึ้นเป็น 540 และ 720 ppm แต่ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศยังส่งผลให้วันแตกกิ่งของมันสำปะหลังเกิดเร็วขึ้นภายใต้สภาพอากาศที่ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็น 540 ppm และ 720 ppm ส่วนค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวลดลงเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น แต่ค่าดัชนีของพื้นที่ผิวใบ (leaf area index) จะเพิ่มขึ้น ยกเว้นในช่วงปีที่มีฝนตกน้อย (สหัสชัย คงทน และคณะ, 2547) นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาซึ่งพบผลกระทบในทางบวกจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตอ้อยในจังหวัดขอนแก่นและจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งได้ใช้เครื่องมือและชุดข้อมูลเดียวกัน (Jintrawet and Prammanee, 2005)

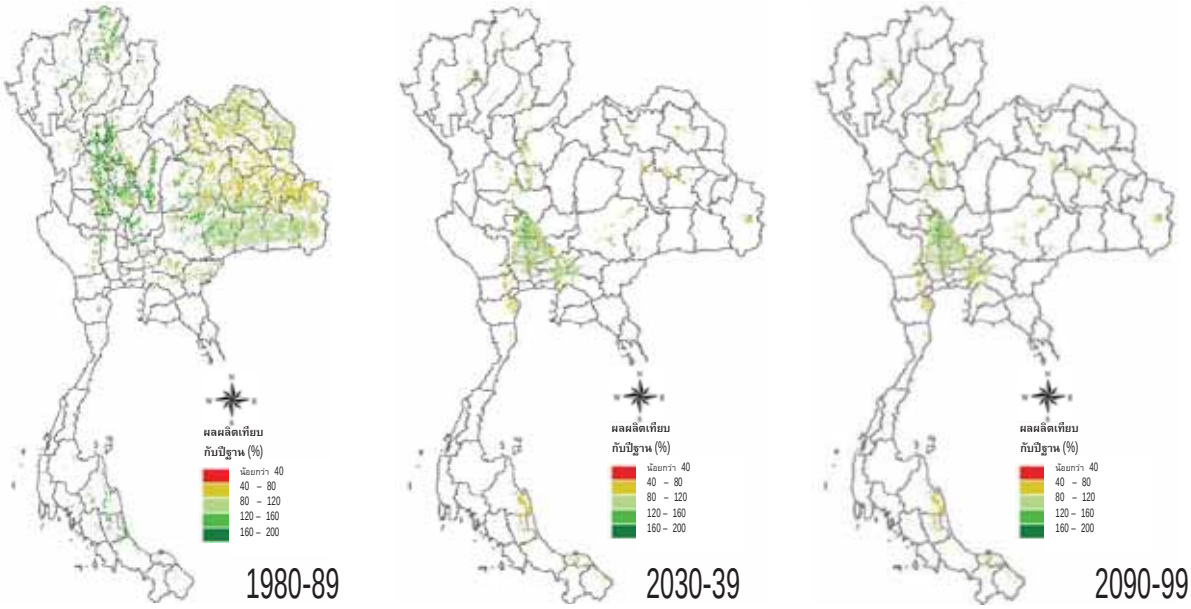
การใช้ข้อมูล จากสถานการณ์จำลองที่แตกต่างและการใช้เครื่องมือในการศึกษาต่างกัน ทำให้ได้ผลการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ต่างกัน (Ansul, 2009) การวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อผลผลิตข้าวในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2020 , 2050 และ 2080 ในจังหวัดอุบลราชธานี ขอนแก่น และร้อยเอ็ด ซึ่งใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว CRES และใช้ข้อมูลภูมิอากาศในอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 GCM A2 ซึ่งได้ทำการคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค PRECIS แสดงให้เห็นว่าผลผลิตข้าวมีแนวโน้มลดลง 24% เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตในช่วงปีฐาน ในปี ค.ศ. 1997-2006 โดยผลผลิตที่คาดการณ์ว่าจะลดลง ได้แก่ข้าวสายพันธุ์ KDML105 ซึ่งลดลง 15% และข้าวสายพันธุ์ RD6 ลดลง 5.5% ซึ่งคาดว่าเกิดจากการที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ในทางตรงข้าม เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มขึ้นทุก ๆ 100 ppm ผลผลิตข้าวสายพันธุ์ KDML 105 จะเพิ่มขึ้น 8.7% และสายพันธุ์ RD6 จะเพิ่มขึ้น 17.5% (Ansul, 2009)

การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตทางการเกษตรที่ได้มีการศึกษาโดยละเอียดที่สุดในระยะที่ผ่านมาเป็นการศึกษาภายใต้โครงการ ชนิดอื่นรายปีภายใต้โครงการ ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อผลผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลังและข้าวโพดของประเทศไทย ซึ่งเป็นโครงการวิจัยภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552) การประเมินผลกระทบต่อพืชไร่นาเศรษฐกิจดังกล่าวใช้แบบจำลองผลผลิตการเกษตร DSSAT4 โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 GCM A2 และ B2 ตลอดช่วงศตวรรษที่ 21 ซึ่งได้ทำการคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS และได้ผลสรุปว่าผลผลิตทางการเกษตรในประเทศไทยโดยทั่วไปไม่ได้รับผลกระทบที่รุนแรงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ยกเว้น

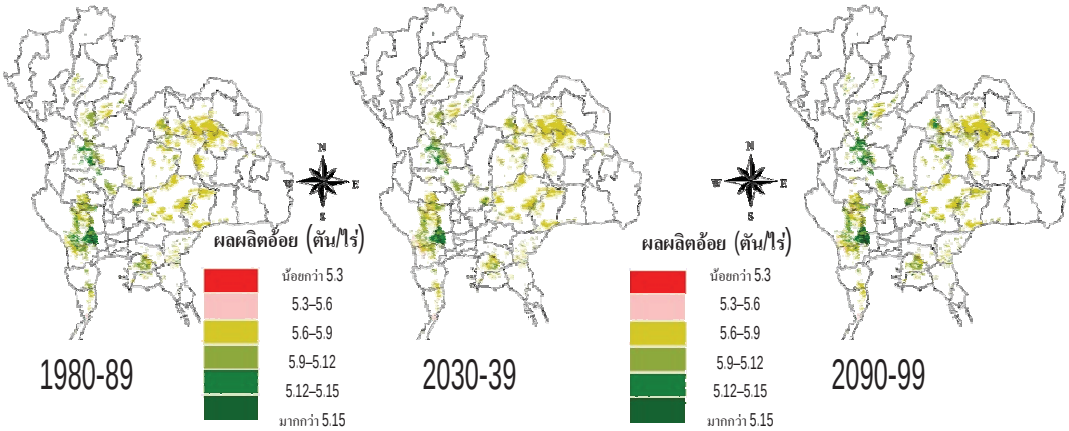
มันสำปะหลัง อย่างไรก็ตาม รูปแบบความแปรปรวนของสภาพอากาศในอนาคตส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรมีความแปรปรวนไปด้วยเช่นกันนอกจากนั้น ถึงแม้ว่าผลผลิตโดยรวมของประเทศจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรงมากนัก แต่บางพื้นที่จัดว่าเป็นพื้นที่วิกฤตต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งผลผลิตในอนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงมาก ทั้งนี้พื้นที่วิกฤตได้แก่ พื้นที่ทำนาน้ำฝนหรือข้าวนาปี ตลอดจนพื้นที่ปลูกอ้อยและมันสำปะหลังทางภาคเหนือของประเทศ และในช่วงฤดูแล้ง พื้นทำนาข้าวและพื้นที่เพาะปลูก ข้าวโพด ที่ได้รับผลกระทบจะขยายขอบเขตไปในหลายพื้นที่ ผลจากการประเมินพบว่า สาเหตุหลักที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงได้แก่ ธาตุอาหารในดิน และการกระจายตัวของฝน ส่วน สาเหตุที่ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง เนื่องจากคุณสมบัติของดินและปริมาณน้ำฝนที่ไม่สัมพันธ์กัน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นปัญหาหลักในบริเวณภาคเหนือตอนล่างและผลผลิตข้าวโพดที่ลดลงเนื่องจากการขาดน้ำในระยะออกดอก โดยเฉพาะในช่วงข้าวโพดออกไหมและช่วงที่ปรากฏช่อเกสรตัวผู้ (เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552)



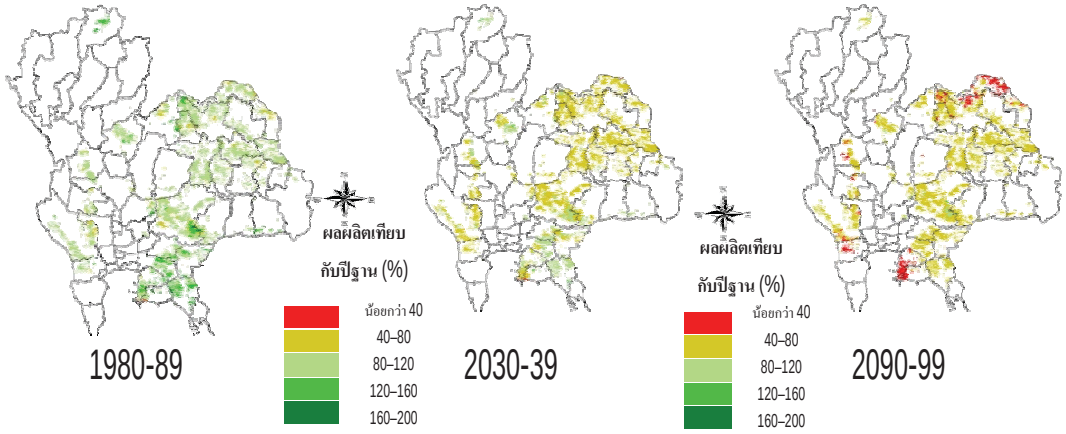
รูปที่ 1-1 : การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวนาน้ำฝน/ข้าวนาปี ภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต (*เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552*)



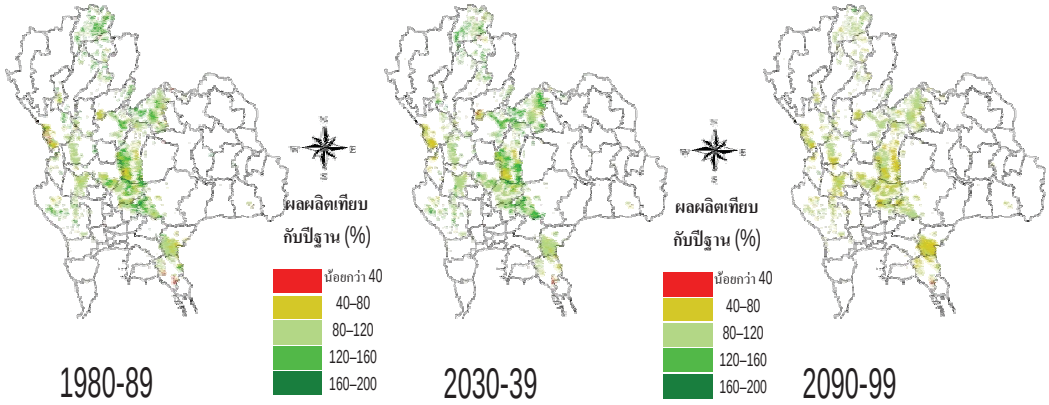
รูปที่ 1-2 : การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวนาชลประทานฤดูแล้ง / ข้าวนาปรัง ภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต (*เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552*)



รูปที่ 1-3 : การเปลี่ยนแปลงผลผลิตอ้อยภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต (*เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552*)



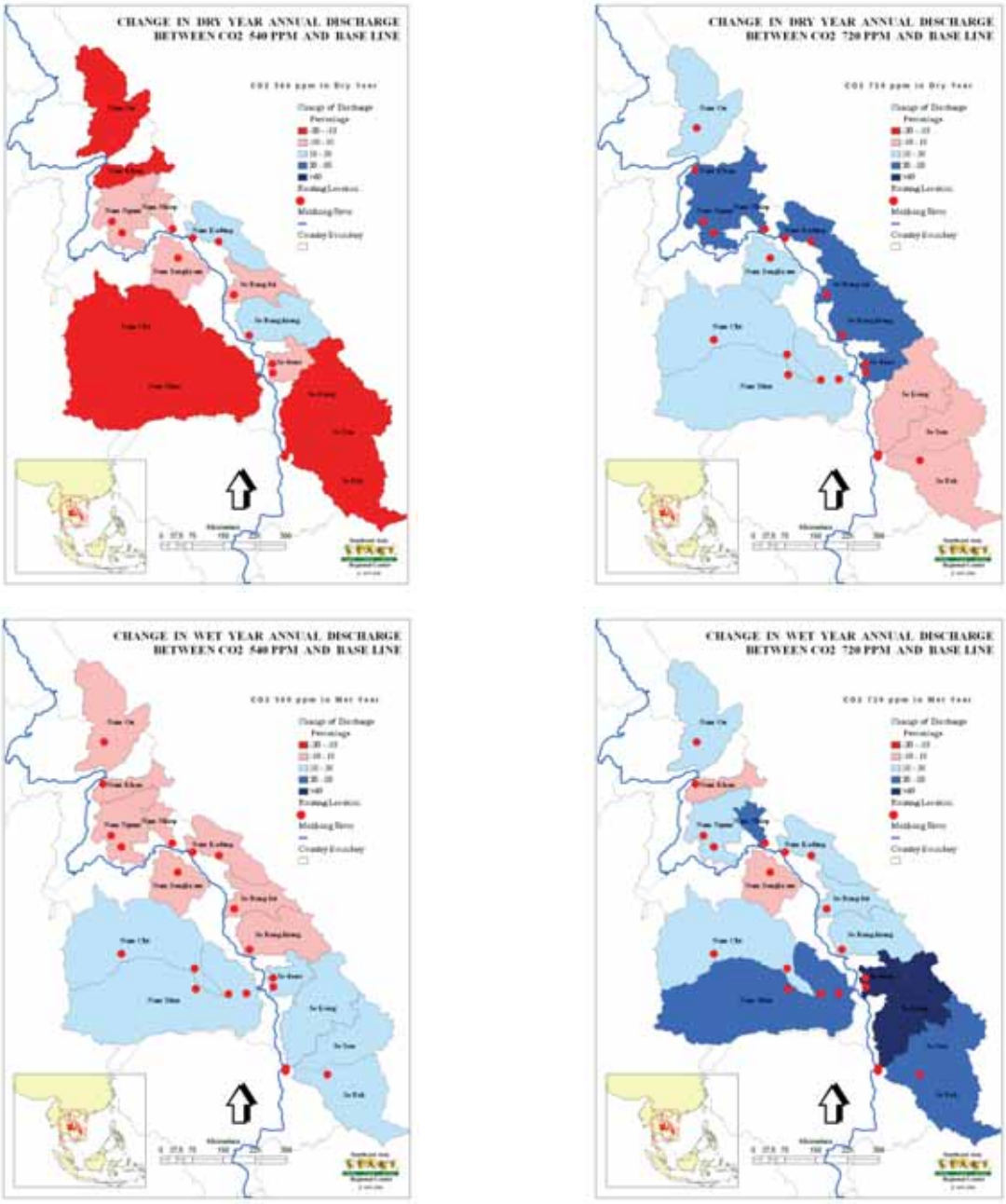
รูปที่ 1-4 : การเปลี่ยนแปลงผลผลิตมันสำปะหลังภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต
(*เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552*)



รูปที่ 1-5 : การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวโพดภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต
(*เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552*)

- **ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำ**

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อแหล่งน้ำ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของฝนและปริมาณฝนรายปี การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความเร็วและทิศทางลม มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นตัวกำหนดปริมาณน้ำที่เกิดจากลุ่มน้ำ ผลจากแบบจำลองวัฏจักรน้ำ Variable Infiltration Capacity (VIC) โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศ CCAM แสดงให้เห็นว่าลุ่มน้ำสาขาส่วนใหญ่ของแม่น้ำโขงในประเทศลาวและประเทศไทยในอนาคต มีแนวโน้มที่ปริมาณน้ำจะมากขึ้นเนื่องจากปริมาณฝนที่ตกเพิ่มขึ้น โดยเมื่อพิจารณาสถานการณ์ในปีที่ฝนตกมากในช่วงทศวรรษที่ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 ppm นั้น เกือบทุกลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำโขงในประเทศลาวและประเทศไทยจะมีปริมาณสูงขึ้น และจะเพิ่มสูงขึ้นอีก ภายใต้สภาพอากาศเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 ppm อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาสถานการณ์ในปีที่ฝนตกน้อย พบว่า แหล่งน้ำสาขาในหลายๆ พื้นที่ จะมีปริมาณน้ำน้อยลง ภายใต้สภาพภูมิอากาศเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 540 ppm แต่ภายใต้สภาพอากาศเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 ppm แม้ในปีที่มีฝนน้อย ปริมาณน้ำจากเกือบทุกลุ่มน้ำก็ยังเพิ่มสูงขึ้นกว่าปัจจุบัน (Southeast Asia START Regional Center. 2006)



รูปที่ 1-6: การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำของลำน้ำสาขาแม่น้ำโขงในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวและประเทศไทย ภายใต้สถานการณ์จำลองภูมิอากาศต่างๆ (*Southeast Asia START Regional Center. 2006*)

ผลการศึกษาอีกชิ้นหนึ่งซึ่งเป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริเวณลุ่มแม่น้ำโขงในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 ชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มปริมาณฝนเพิ่มขึ้นในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย ในช่วงฤดูแล้ง ส่วนทางภาคตะวันออกจะมีปริมาณฝนลดลง ทั้งนี้คาดว่าปริมาณฝนรายปีโดยรวมทั้งประเทศ จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากจะมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน นอกจากนั้นยังมีการคาดการณ์ว่าการไหลของน้ำบนผิวดิน (run-off) และการเกิดน้ำท่วม จะเพิ่มขึ้น ซึ่งจุดเด่นของการศึกษานี้เป็นการใช้ชุดข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกหลายแบบจำลอง รวมทั้งสิ้น 11 แบบจำลอง ซึ่งทำให้สามารถสรุปผลการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลนี้ได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น (Eastham *et al*., 2008)

การศึกษาในพื้นที่จังหวัดกระบี่พบว่าการขยายตัวของเมือง การทำลายป่า และการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมนั้น ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำและพื้นที่กักเก็บน้ำแล้วในปัจจุบัน ภายใต้ภาวะโลกร้อน การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนลดลง อีกทั้งระยะเวลาของฤดูแล้งยาวนานขึ้น ซึ่งระยะเวลาฤดูแล้งที่ยาวนานมากขึ้นนี้ส่งผลต่อความต้องการใช้น้ำเพื่อกิจการท่องเที่ยวเพิ่มสูงขึ้น และถ้าหากในอนาคตมีความต้องการน้ำมันปาล์มในปริมาณสูงซึ่งไม่ว่าจะเป็นผลจากกลไกตลาดหรือนโยบายของรัฐก็ตาม ก็อาจส่งผลให้มีการกักเก็บน้ำเพื่อใช้ในการปลูกปาล์มน้ำมัน ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้ความต้องการน้ำโดยรวมสูงขึ้น นอกเหนือจากนั้น น้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้เกิดการแทรกของน้ำเค็มแพร่กระจายเข้าไปในชั้นน้ำจืดชายฝั่งและก่อให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำเค็มในบ่อน้ำตื้นบริเวณพื้นที่ชุมชนชายฝั่งทะเลซึ่งเป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคของชุมชนในพื้นที่ชายฝั่ง ส่งผลให้มีความต้องการน้ำจากแหล่งธรรมชาติแหล่งอื่นมากขึ้นอีกด้วย (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)

อุณหภูมิที่สูงขึ้นและระยะเวลาฤดูร้อนที่ยาวนานขึ้นในอนาคตจะส่งผลกระทบต่อการการระเหยน้ำ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างปริมาณน้ำที่ต้องการใช้และปริมาณน้ำที่มีอยู่ในแหล่งน้ำ การศึกษาชิ้นหนึ่งซึ่งใช้ผลจากการจำลองภูมิอากาศโดยแบบจำลองภูมิอากาศโลก CCGCM2 และ HadCM3 GCM ภายใต้สถานการณ์ที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นตามภาพฉายอนาคตแบบ A2 และ B2 โดยทำการคำนวณเพิ่มรายละเอียดพื้นที่บริเวณทางตอนล่างของแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2020 , 2050 และ 2080 โดยเทคนิค SDSM ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดจะเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์จะลดลง และผลการประเมินผลกระทบจากภูมิอากาศจากแบบจำลองทั้งสองดังกล่าวส่งผลให้การคายระเหยสูงสุดของน้ำ (PET) จะเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 0.4% - 2.67% และ 0.06% - 1.17% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปีฐาน ค.ศ. 1974-1985 (Chaowiwat and Likitdecharote, 2009)

การเปลี่ยนแปลงการคายระเหยสูงสุด จะส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้น้ำ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการคายระเหยสูงสุด ชิ้นหนึ่งทำการประเมินสถานการณ์อนาคตภายใต้สภาพอากาศเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นจาก 360 ppm ในปัจจุบัน เป็น 540 ppm และ 740 ppm ในอนาคต ซึ่งสภาพอากาศอนาคตนี้เป็นการจำลองโดย CSIRO (Southeast Asia START Regional Center, 2006) โดยผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการคายระเหยน้ำมีแนวโน้มที่จะลดลงเพียงเล็กน้อย ภายใต้เงื่อนไขสภาพอากาศเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 ppm แต่การคายระเหยน้ำจะเพิ่มขึ้นภายใต้เงื่อนไขสภาพอากาศเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 ppm อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่ามีการแปรปรวนระหว่างฤดูกาล ซึ่งการระเหยของน้ำจะมากขึ้นในช่วงฤดูแล้งแต่จะลดลงในฤดูฝน และงานศึกษานี้ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำซึ่งได้ผลสรุปว่า นาข้าวอาจมีความต้องการน้ำต่ำลงในช่วงฤดูฝน ภายใต้สภาพอากาศเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 ppm แต่จะต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้นในช่วงเริ่มการเพาะปลูกภายใต้สภาพอากาศเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 ppm (Noimunwai, 2008)

การเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของฝน ทำให้การจัดการทรัพยากรน้ำในอนาคตมีความซับซ้อนและยากมากขึ้น การศึกษาความสมดุลของน้ำในลุ่มน้ำแม่กลอง โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ภายใต้สถานการณ์ที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นตามภาพฉายอนาคตแบบ A2 และทำการคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS (Chinvanno *et al.,* 2009) ในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2025 2050 และ 2095

แสดงให้เห็นว่า ถึงแม้ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ ความต้องการใช้น้ำลดลง แต่อย่างไรก็ตาม การดำเนินงานของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์จะมีความยุ่งยากขึ้นเนื่องจะต้องมีการปล่อยน้ำเพื่อควบคุมการแพร่กระจายของน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำ โดยเฉพาะในฤดูแล้งซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำในลำน้ำลดต่ำลง (Rojrungtavee, 2009) นอกเหนือจากนั้น จากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล จะยิ่งทำให้ให้ปัญหาการแทรกตัวของน้ำเค็มในบริเวณปากแม่น้ำรุนแรงมากขึ้นด้วย โดยการศึกษาบริเวณแม่น้ำท่าจีนแสดงให้เห็นว่าภายใต้สถานการณ์จำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดย IPCC ภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์ที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นตามภาพฉายอนาคตแบบ A1F1 และ B1 พบว่าการแทรกตัวของน้ำเค็มจะรุนแรงมากขึ้นในอนาคต (สนิท วงษา และคณะ, 2552)

- **ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อสุขภาพอนามัย**

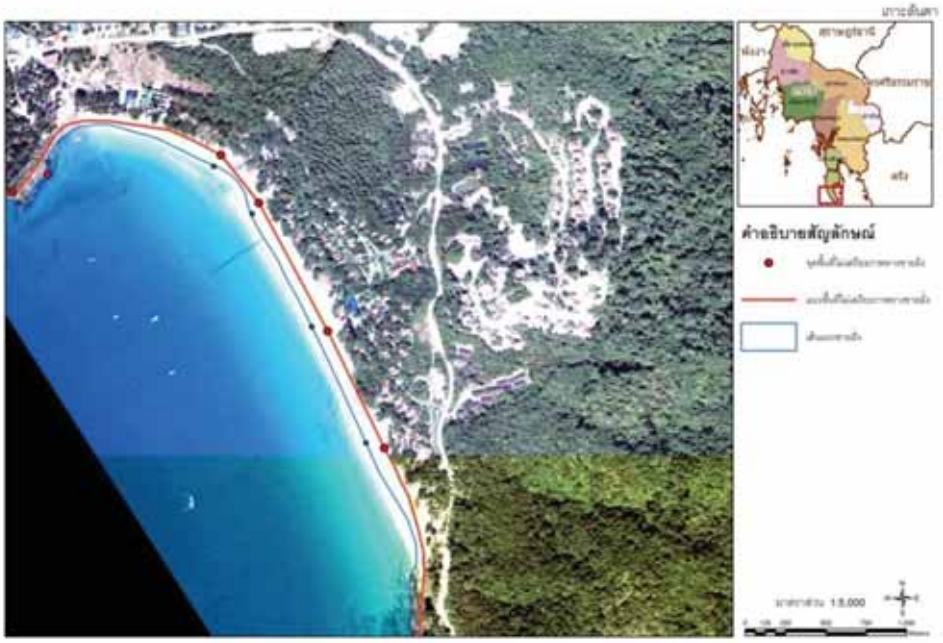
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยการที่อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเพิ่มสูงขึ้นในหลายๆ พื้นที่ เป็นตัวชักนำให้เกิดโรคที่มีแมลงเป็นพาหะและโรคระบาดที่มาจากน้ำมากขึ้น (Parry *et al*., 2007) โดยการศึกษาซึ่งใช้ผลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก 3 แบบจำลอง คือ ECHAM1, UKTR และ GFDL89 พบว่าในกลางศตวรรษที่ 21 ช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2050 อุณหภูมิเฉลี่ยจะเพิ่มสูงขึ้น 1.16 องศาเซลเซียสจากปีฐาน ค.ศ. 1931 – 1980 ซึ่งจะส่งผลให้โรคไข้เลือดออกมีแนวโน้มจะระบาดมากขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้ผลจากแบบจำลองโรคไข้เลือดออก Epidemic Potential (EP Model) ระบุว่า แนวโน้มโรคไข้เลือดออกจะระบาดมากที่สุด ในช่วงเดือน เมษายน – พฤษภาคม ซึ่งระยะที่เชื้อเพิ่มจำนวน (log growth phase) เป็นระยะเวลาประมาณ 3 เดือน โดยจะส่งผลให้เกิดผู้ป่วยมากที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคมและเดือนสิงหาคม (Jonathan *et al*., 1998)

- **ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อพื้นชายฝั่งทะเล – การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล**

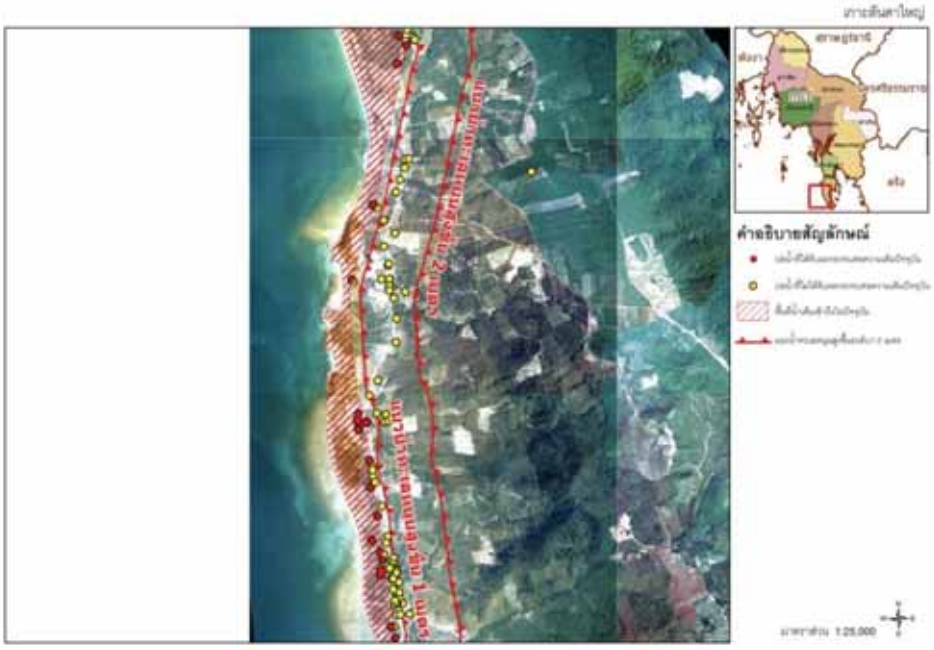
ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลกระทบต่อระดับน้ำทะเล โดยเฉพาะบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร เช่น ในประเทศไทย อันเป็นผลเนื่องจากการละลายของน้ำแข็งและการขยายตัวของมวลน้ำในมหาสมุทรจากอุณหภูมิน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น (Parry *et al.*, 2007) อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ระดับน้ำทะเลในอ่าวไทย บริเวณเกาะหลัก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และบริเวณสัตหีบ จังหวัดชลบุรี โดยใช้ข้อมูล 56 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ ค.ศ. 1940 – 1996 ไม่พบแนวโน้มของระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ในทางตรงข้าม ระดับน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยในช่วง 56 ปีที่ผ่านมานั้น แสดงแนวโน้มลดลง 36 เซนติเมตรต่อศตวรรษ โดยมีสาเหตุเนื่องมาจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก และประเด็นที่เป็นเรื่องที่ควรคำนึงของบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยคือ การกัดเซาะชายฝั่งเนื่องจากตะกอนดินจากแม่น้ำสายหลักต่างๆ ลดลง (Vongvisessomjai, 2006)

อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตไม่ได้เป็นรูปแบบเช่นเดียวกับในอดีต รูปแบบภูมิอากาศในอนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงในอัตราก้าวหน้าเนื่องจากผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อนการประเมินโดยการใช้เครื่องมือ Dynamic Interactive Vulnerability Assessment (DIVA), ซึ่งพัฒนาโดย DINAS-COAST Consortium (www.dinas-coast.net) แสดงให้เห็นว่าระดับน้ำทะเลปานกลางบริเวณจังหวัดกระบี่ในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2020 และ 2050 จะเพิ่มขึ้น 11 เซนติเมตร และ 21 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับช่วงปีฐาน คือ ปี ค.ศ. 1995 นอกจากนั้น อิทธิพลจากลมท้องถิ่นก็ยังมีผลทำให้ระดับน้ำทะสูงเพิ่มมากขึ้นในบางฤดูกาลอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)

การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลจะส่งผลกระทบสืบเนื่องต่อไปยังระบบนิเวศชายฝั่ง โดยเฉพาะผลกระทบต่อเสถียรภาพของชายฝั่งและการปนเปื้อนของน้ำเค็มในชั้นน้ำจืดหรือบ่อน้ำตื้นบริเวณชายฝั่ง (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)



รูปที่ 1-7: ตัวอย่างผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระดับของน้ำทะเลต่อการเสียเสถียรภาพชายฝั่งบริเวณจังหวัดกระบี่ (*Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008*)



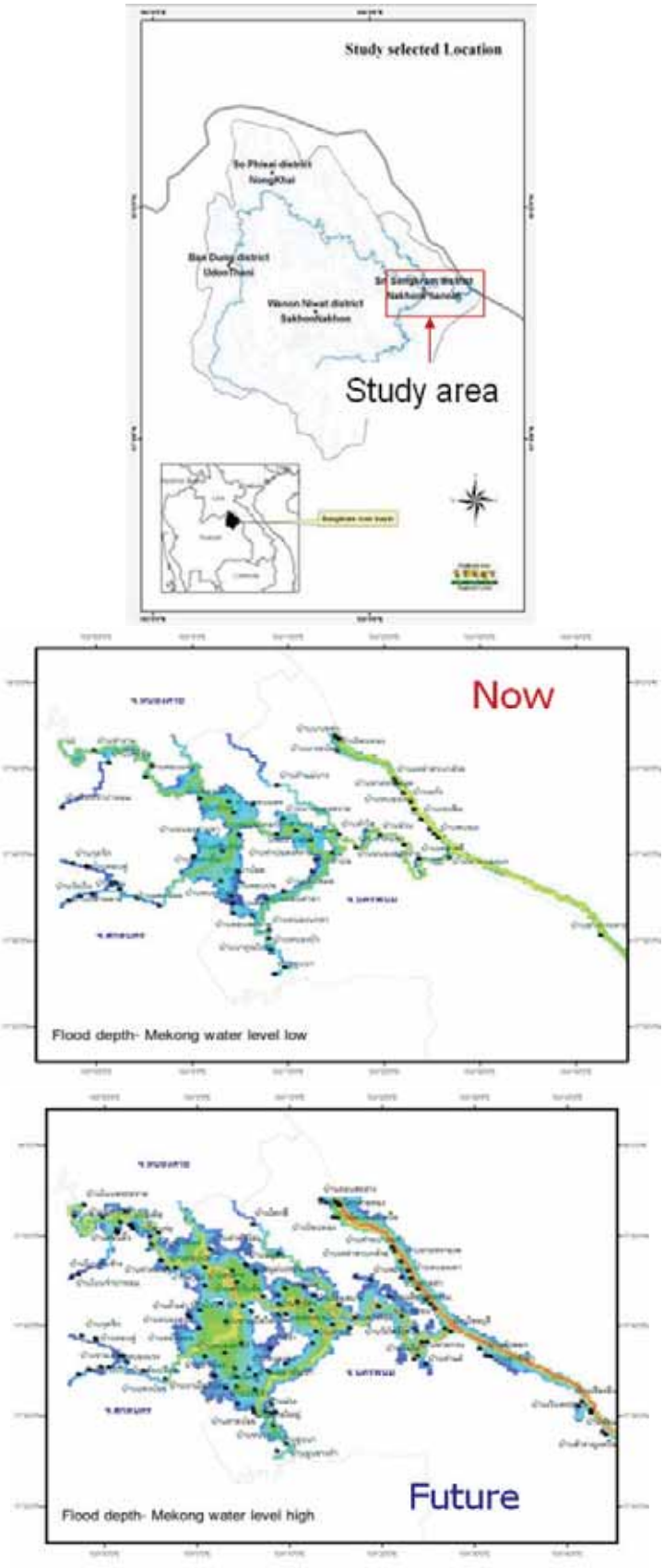
รูปที่ 1-8: ตัวอย่างผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลและการปนเปื้อนของน้ำเค็มต่อบ่อน้ำจืดบริเวณชายฝั่งจังหวัดกระบี่ (*Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008*)

- **ผลกระทบจาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อชุมชน**

การเปลี่ยนแปลงด้านอุณหภูมิ โดยเฉพาะการที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นนั้น จะส่งผลกระทบต่อความต้องการการใช้ไฟฟ้า การศึกษาซึ่งได้ประเมินความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยรายวันในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ แสดงให้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก HadCM3 ว่า ประเทศไทยจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากที่สุดในช่วงฤดูร้อน ซึ่งตรงกับช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศสูงสุดด้วยเช่นกัน ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มขึ้น

ของอุณหภูมิภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์ที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นตามภาพฉายอนาคตแบบ A1/A2/B1 และ B2 อาจส่งผลให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้น 1.5%-3.1% ในช่วงทศวรรษ ค.ศ.2020 และเพิ่มขึ้น 13.7%-8.3% ในช่วงทศวรรษ ค.ศ.2050 และ 6.6%-15.3% ดังนั้นการคาดการณ์ความต้องการการใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาการเติบโตทางเศรษฐกิจเพียงอย่างเดียวและไม่ได้คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอาจจะทำให้ให้ผลที่ได้จากการคาดการณ์ต่ำกว่าความเป็นจริง (Parkpoom, and Harrison, 2008)

การศึกษาโดยกลุ่ม Water Utilization Program – Finland team (WUP Fin) ที่ Mekong River Commission (MRC) แสดงให้เห็นผลของขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำสงครามที่จะเปลี่ยนไปภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตามการจำลองสถานการณ์สภาพอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศ CCAM โดย CSIRO ภายใต้เงื่อนไขสภาพอากาศเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 ppm (Southeast Asia START Regional Center, 2006) ซึ่งผลการศึกษาบ่งชี้ว่า ปริมาณฝนในลุ่มน้ำโขงในอนาคตอาจทำให้สภาพน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำสงครามตอนล่างมีขอบเขตที่กว้างกว่าปัจจุบัน และอาจส่งผลกระทบต่อสภาพความเป็นอยู่ของชุมชน



รูปที่ 1-9: ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่น้ำท่วมต่อการตั้งถิ่นฐานชุมชนในลุ่มน้ำสงครามตอนล่าง

- **ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการท่องเที่ยว**

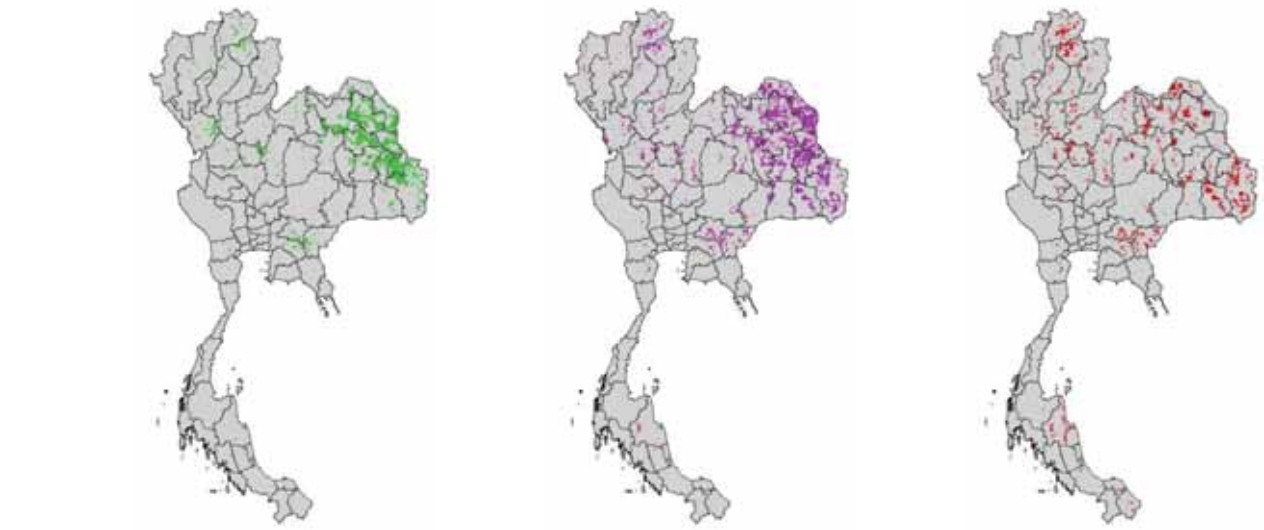
การท่องเที่ยวเป็นภาคส่วนสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในลักษณะต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนและรูปแบบการกระจายของฝนรายปี ตลอดจนอุณหภูมิ และปัจจัยที่สำคัญทางสมุทรศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่ายังมีไม่มีการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการท่องเที่ยวของประเทศไทยอย่างเต็มรูปแบบ แต่กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาก็ได้จัดทำการประเมินความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและความเปราะบางของคลัสเตอร์ทางการท่องเที่ยว ทั้ง 14 คลัสเตอร์ซึ่งมีรูปแบบความเสี่ยงแตกต่างกันไป (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์, 2552)

ข. ความเสี่ยง ความเปราะบางและการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

- **เกษตรกรรม**

ความเสี่ยงในภาคส่วนการเกษตรอาจพิจารณาได้จากการที่ผลผลิตทางการเกษตรนั้นลดลง ในขณะที่การศึกษาด้านความเสี่ยงของการเกษตรจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่วนใหญ่ในระยะที่ผ่านมาเป็นการประเมินประเมินความเสี่ยงในระดับพื้นที่ และ/หรือ ระดับจังหวัด ดังที่ได้กล่าวมาในส่วนที่แล้ว แต่ผลจากการประเมินผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตทางการเกษตรซึ่งเป็นการประเมินภาพรวมทั้งประเทศไทย แสดงให้เห็นถึงพื้นที่เสี่ยงของพืชไร่นาจากผลกระทบดังกล่าวซึ่งพื้นที่เสี่ยงนี้แตกต่างกันไปตามพืชแต่ละชนิด (เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552)

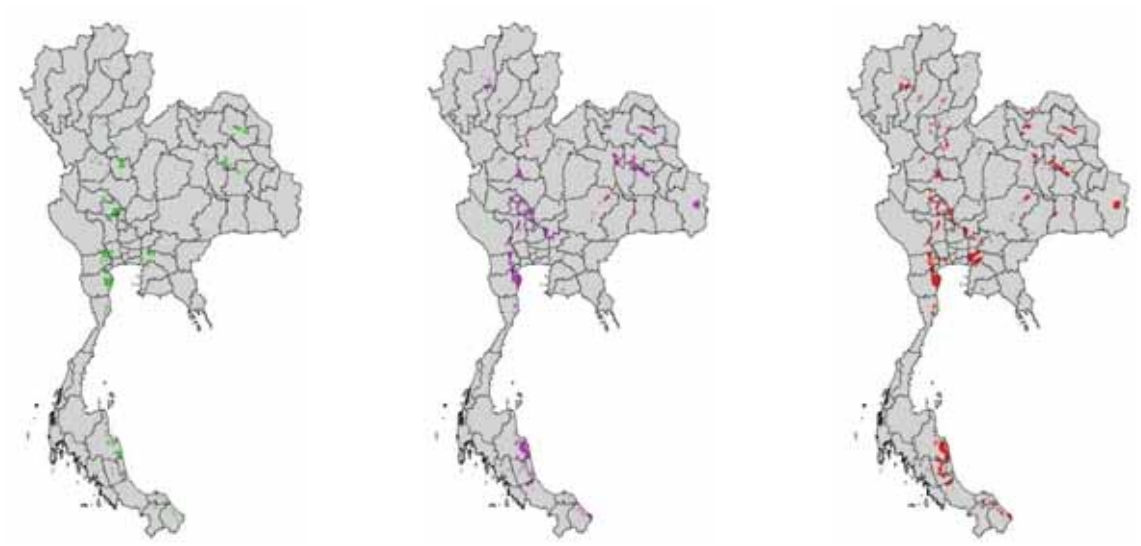
การวิเคราะห์พื้นที่ทางการเกษตรที่มีความเสี่ยงจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ได้ยึดเกณฑ์การประเมินโดยกำหนดให้พื้นที่ที่มีผลผลิตต่ำกว่า 70% จากผลผลิตโดยเฉลี่ยของประเทศในช่วงปีฐานเป็นพื้นที่เสี่ยง ซึ่งเมื่อยึดเกณฑ์นี้ผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่วิกฤตในการปลูกข้าวนาน้ำฝน/ข้าวนาปี โดยส่วนใหญ่ได้แก่ พื้นที่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ เช่น จังหวัดหนองบัวลำภู อุดรธานี สกลนคร นครพนม กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด มุกดาหาร ยโสธร อำนาจเจริญ สุรินทร์ ศรีสะเกษ โดยในอนาคตนั้น พื้นที่เสี่ยงมีแนวโน้มขยายตัวกว้างขึ้น และในอนาคตระยะยาวพื้นที่เสี่ยงดังกล่าวจะเปลี่ยนรูปแบบ โดยมีการกระจายตัวมากขึ้นแต่จะมีความหนาแน่นของพื้นที่ต่ำลง



รูปที่ 1-10: พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตข้าวนาน้ำฝน/ข้าวนาปี จากผลกระทบของภูมิอากาศ
(ซ้าย ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ.1980/ กลาง อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030/ ขวา อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090)
(*เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552*)

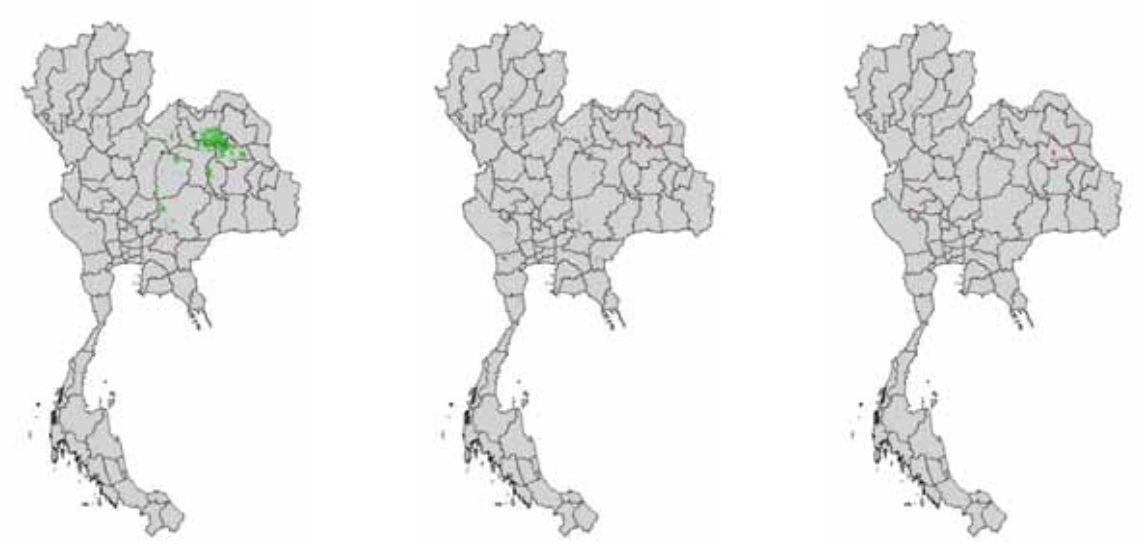
สำหรับนาข้าวชลประทาน/ข้าวนาปรังฤดูแล้งนั้น ผลการวิเคราะห์พบว่าผลผลิตโดยเฉลี่ยมีแนวโน้มที่จะลดลงทั้งประเทศ โดยพื้นที่วิกฤตจากผลกระทบจากภูมิอากาศครอบคลุมพื้นที่หลายจังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ พิษณุโลก

นครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี สุพรรณบุรี สระบุรี เพชรบุรี ราชบุรี นครปฐม อยุธยา นครนายก ฉะเชิงเทรา สกลนคร ขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ปัตตานี ยะลาและนราธิวาส โดยในอนาคตพื้นที่เสี่ยงจะมีแนวโน้มเช่นเดียวกับในช่วงปีฐาน



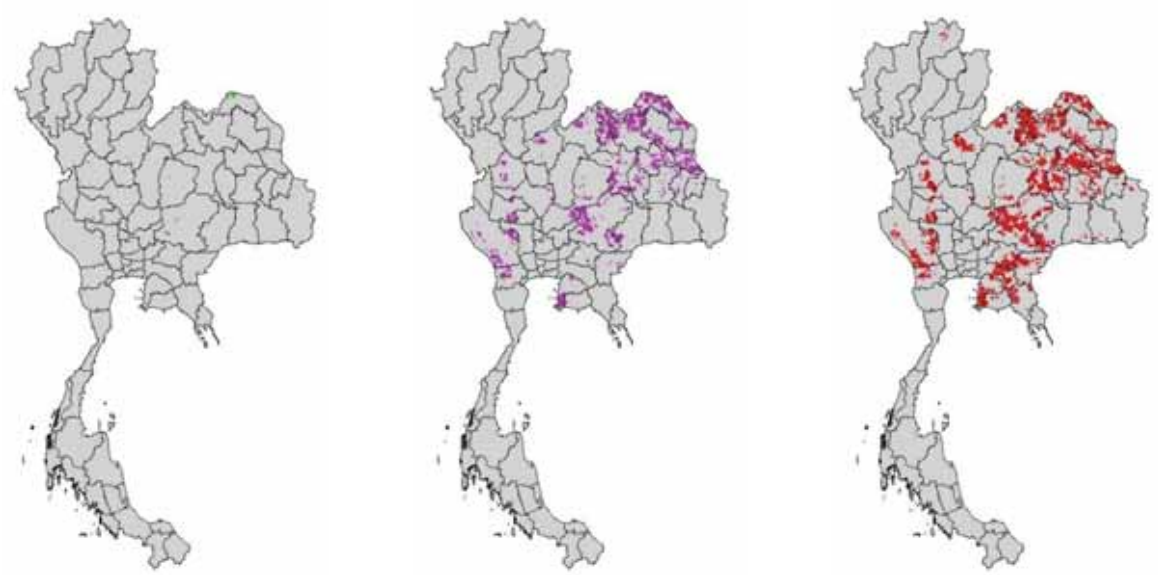
รูปที่ 1-11: พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตข้าวชลประทาน /ข้าวนาปรัง จากผลกระทบของภูมิอากาศ
(ซ้าย ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ. 1980/ กลาง อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 / ขวา อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090)
(*เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552*)

พื้นที่วิกฤตในการผลิตอ้อยจากผลกระทบของความแปรปรวนของภูมิอากาศในช่วงปัจจุบัน พบในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะ จังหวัดกาฬสินธุ์ พื้นที่บางส่วนของจังหวัดมหาสารคาม ขอนแก่น และนครราชสีมา โดยในอนาคตผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะทำให้พื้นที่เสี่ยงลดลง



รูปที่ 1-12: พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตอ้อยจากผลกระทบของภูมิอากาศ
(ซ้าย ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ. 1980 / กลาง อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 / ขวา อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090)
(*เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552*)

สำหรับการเพาะปลูกมันสำปะหลังนั้น พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีความเสี่ยงจากความแปรปรวนของภูมิอากาศน้อย อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตทำให้พื้นที่เพาะปลูกดังกล่าวมีความเสี่ยงมากขึ้นและพื้นที่เสี่ยงจะขยายไปในหลายพื้นที่มากขึ้น ทั้งนี้พื้นเสี่ยงโดยส่วนใหญ่ได้แก่ จังหวัด หนองคาย อุดรธานี หนองบัวลำภู ขอนแก่น กาฬสินธุ์ สกลนคร นครราชสีมา ราชบุรี กาญจนบุรี อุทัยธานี และระยอง



รูปที่ 1-13: พื้นที่เสี่ยงของการผลิตมันสำปะหลังจากผลกระทบของภูมิอากาศ
(ซ้าย ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ. 1980 / กลาง อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 / ขวา อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090)
(เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552)

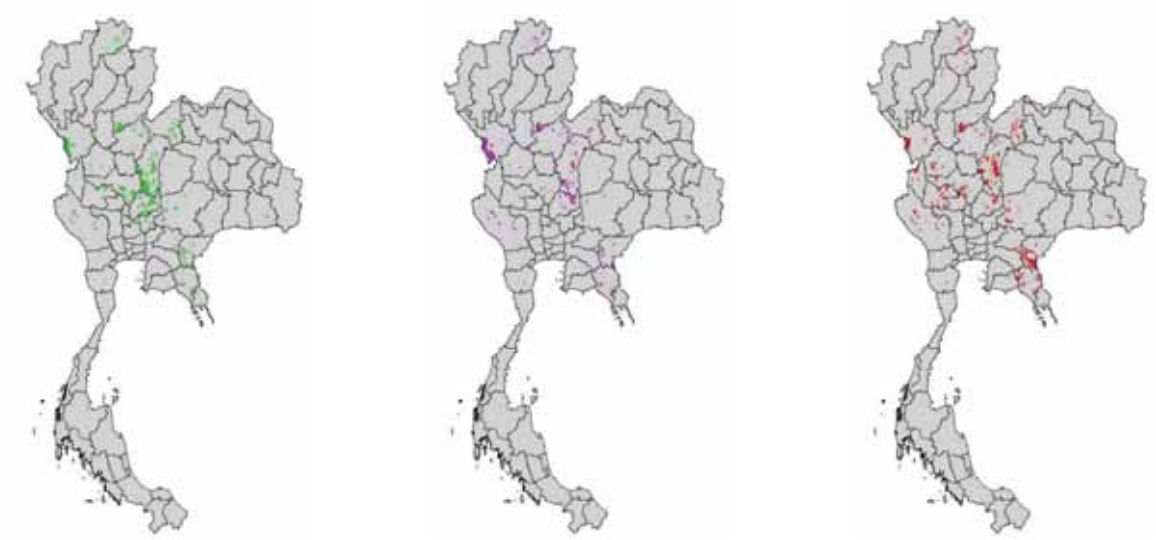
การเพาะปลูกข้าวโพดนั้น พื้นที่เสี่ยงจากผลกระทบของภูมิอากาศในอนาคตระยะใกล้จะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกับช่วงปีฐาน อย่างไรก็ตาม ในช่วงอนาคตระยะยาว พื้นที่เสี่ยงจะขยายตัวเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่วิกฤตแบ่งได้เป็น 4 บริเวณ ได้แก่

บริเวณที่ 1: จังหวัดเลย เพชรบุรี และนครราชสีมา

บริเวณที่ 2 : จังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี กาญจนบุรี กำแพงเพชร ตาก และลำพูน

บริเวณที่ 3 : จังหวัดสระแก้ว และจันทบุรี

บริเวณที่ 4: จังหวัดเชียงราย พระเยา ลำปาง และ แพร่



รูปที่ 1-14 พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตข้าวโพดจากผลกระทบของภูมิอากาศ
(ซ้าย ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ. 1980 / กลาง อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 / ขวา อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090)
(*เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552*)

การรับมือกับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระบบเกษตรกรรมโดยทั่วไปแล้วมีมาตรการที่หลากหลายแตกต่างกันไป ได้แก่ การเปลี่ยนพันธุ์พืช นโยบายการกำหนดเขตเพาะปลูก การจัดการแปลงเพาะปลูก โดยเฉพาะการปรับปรุงคุณภาพดิน และ การปรับกำหนดการเพาะปลูก (เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร และคณะ, 2552) ในกรณีของข้าวนั้น ผลผลิตข้าวที่ลดลงในอนาคตเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นอาจดำเนินการโดยการจัดการแปลงเพาะปลูกที่เหมาะสม เช่น การปรับปรุงดินและให้มีธาตุอาหารที่เหมาะสมของพืชและการเปลี่ยนแปลงกำหนดการเพาะปลูก การดำเนินการเช่นนี้สมารถช่วยให้หลีกเลี่ยงผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงที่ข้าวออกดอก ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นอาจส่งผลให้ข้าวเป็นหมัน นอกจากนี้การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงก็นับว่าเป็นการจัดการปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเช่นกัน (Agarwal, 2008)

การปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการแปลงเพาะปลูกจะช่วยลดความเสียหายจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตข้าว การจัดการความเสี่ยงในด้านนี้ได้แก่ การปลูกข้าวพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น เนื่องจากเอื้อให้สามารถปลูกข้าวได้สองรอบถ้าหากสามารถจัดหาน้ำได้เพียงพอสำหรับการเพาะปลูกครั้งต่อไป (Matthews, *et al.*1997)

การทำความเข้าใจในเรื่องของความเสี่ยงและความเปราะบางในภาคการเกษตรนี้จำเป็นที่จะต้องมองในประเด็นของความเป็นอยู่ของผู้คนในภาคส่วนนี้ด้วย เกษตรกรทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบกับความเสี่ยงจากภูมิอากาศอยู่แล้ว ซึ่งสภาพอากาศที่รุนแรงทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลงและส่งผลต่อการดำรงชีวิตในที่สุด ซึ่งสภาพอากาศรุนแรงตามที่เกษตรกรระบุว่าส่งผลร้ายต่อการเพาะปลูก ได้แก่ ระยะฝนทิ้งช่วงที่ยาวนานผิดปกติ ปัญหาน้ำท่วม และฤดูฝนที่สิ้นสุดช้ากว่าปกติ ทั้งนี้ระยะฝนทิ้งช่วงซึ่งเป็นช่วงต้นของการปลูกข้าวนาปีส่งผลให้ต้นกล้าของข้าวเสียหาย หรือทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นเนื่องจากในระยะเวลาที่รอฝนตกนั้น ต้องมีการจัดหาน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช ถ้าหากระยะเวลาที่ฝนทิ้งช่วงนี้ไม่ยาวนานมากจนเกินไป เกษตรกรยังสามารถปลูกทดแทนได้ทันฤดูการเก็บเกี่ยวนั้น แต่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ในกรณีที่ระยะฝนทิ้งช่วงเกิดขึ้นยาวนานมาก เกษตรกรไม่สามารถที่จะปลูกข้าวทดแทนได้ในฤดูนั้นเพื่อให้ทันเก็บเกี่ยวได้ก่อนที่ฤดูฝนจะสิ้นสุดลง เมื่อเกิดกรณีที่ระยะฝนทิ้งช่วงเกิดขึ้นยาวนานมากเช่นนี้ เกษตรกรจะสูญเสียทั้งผลผลิตและรายได้อย่างมาก นอกเหนือจากนั้น อีกปัญหาหลักอีกอย่างหนึ่งของชาวนาในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือนี้ ได้แก่ ปัญหาน้ำท่วม ซึ่งมักจะเกิดขึ้นช่วงปลายฤดูเพาะปลูกก่อนการเก็บเกี่ยว (Chinvanno *et al.*, 2008a)

ระดับความเสี่ยงจากภูมิอากาศที่ครัวเรือนเกษตรกรต้องเผชิญนั้น เป็นผลจากตัวกำหนด 3 ประการ คือ ความไวต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสภาพอากาศแปรปรวนหรือการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การเปิดรับต่อผลกระทบดังกล่าว และขีดความสามารถที่ครัวเรือนจะรับมือกับผลกระทบนั้น การศึกษาหนึ่งซึ่งทำการประเมินความเสี่ยงและความเปราะบางของครัวเรือนชาวนาซึ่งใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ 560 ครัวเรือนในจังหวัดอุบลราชธานี แสดงให้เห็นว่าหนึ่งในสามของประชากรในการสำรวจครั้งนั้น เป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำ และมีกลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยงสูงประมาณ 15-25% จากจำนวนครัวเรือนทั้งหมดที่ทำการสำรวจ โดยกลุ่มที่มีความเสี่ยงปานกลางเป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อระดับความเสี่ยง คือ ครัวเรือนเหล่านี้มีขีดความสามารถในการรับมือกับผลกระทบของสภาพอากาศที่จำกัด อันเนื่องมาจากการที่ครัวเรือนเหล่านั้นมีเงินออมน้อยและมีหนี้สินสูง นอกจากนั้น เศรษฐกิจครัวเรือนของกลุ่มชาวนาในการสำรวจนั้นยังต้องพึ่งพาผลผลิตจากข้าวเป็นหลัก โดยมีความหลากหลายของแหล่งรายได้ต่ำ สภาพการณ์ดังกล่าวส่งผลให้กลุ่มครัวเรือนชาวนาเหล่านั้นเปิดรับกับความเสี่ยงและไวต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสภาพอากาศ (Chinvanno *et al*., 2008a)

การจำลองสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวในอนาคตโดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยเฉลี่ยและสถานการณ์สภาพภูมิอากาศรุนแรง โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศอนาคตจากการคาดการณ์โดยแบบจำลองภูมิอากาศโลก CCAM ภายใต้เงื่อนไขปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 ppm และ 720 ppm ได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวแทนของผลกระทบของสภาพอากาศ ในการศึกษาถึงความเปราะบางของครัวเรือนชาวนาในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี โดยผลจากการวิเคราะห์เมื่อพิจารณาถึงสถานการณ์ที่การเปลี่ยนแปลงในอนาคตเป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภูมิอากาศโดยเฉลี่ย ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มความเสี่ยงต่างๆ มากนัก ทั้งนี้กลุ่มที่มีความเสี่ยงปานกลางยังคงเป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด เนื่องจากผลการประเมินผลผลิตข้าวในอนาคตมีการคาดการณ์ว่าผลผลิตข้าวจะเพิ่มขึ้น ภายใต้สถานการณ์จำลองที่พิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยเฉลี่ย แต่อย่างไรก็ตาม ภายใต้สถานการณ์สภาพอากาศรุนแรง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มที่มีความเสี่ยงปานกลางและความเสี่ยงสูง โดยครัวเรือนที่มีความเสี่ยงปานกลางจะเปลี่ยนเป็นครัวเรือนที่มีความเสี่ยงสูง ซึ่งพบว่าจำนวนครัวเรือนชาวนามากกว่า 50% มีความเปราะบางต่อผลกระทบจากสภาพอากาศรุนแรง โดยที่ระดับความเสี่ยงของครัวเรือนเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเปรียบเทียบกับปีฐาน ซึ่งพิจารณาได้จากคะแนนความเสี่ยงที่สูงขึ้น (Chinvanno *et al*., 2008a)

การประเมินความเสี่ยงและความเปราะบางของครัวเรือนชาวนาในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งเป็นพื้นที่สำคัญในการเพาะปลูกข้าวของประเทศ และได้มีการศึกษาโดยวิธีเดียวกัน โดยได้มีการสัมภาษณ์ครัวเรือนชาวนา 628 ครัวเรือน เมื่อเดือนเมษายน – พฤษภาคม พ.ศ. 2548 และผลจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงแสดงให้เห็นว่า ผลกระทบจากสภาพอากาศโดยเฉลี่ยแล้วส่งผลให้ครัวเรือนชาวนาอยู่ในภาวะเสี่ยง ทั้งนี้เมื่อพิจารณาโดยแบ่งกลุ่มเสี่ยงออกเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำ ปานกลางและสูง พบว่าสัดส่วนครัวเรือนที่ทำการสำรวจตกอยู่ในภาวะเสี่ยงในระดับต่าง ๆ กัน คือ 8.8%, 61.6% และ 29.6% ตามลำดับ ส่วนในกรณีสภาพอากาศรุนแรงซึ่งเป็นการประเมินผลกระทบโดยพิจารณาถึงผลกระทบจากภัยธรรมชาติ ซึ่งประเด็นปัญหาของชาวนาในพื้นที่นี้ในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 1990 โดยส่วนใหญ่จะพบปัญหาความแห้งแล้งและปัญหาน้ำท่วมซึ่งส่งผลให้ผลผลิตเสียหายโดยเฉลี่ยถึงประมาณ 45.5% จากผลผลิตทั้งหมด เมื่อมีการนำปัจจัยดังกล่าวนำมาเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของผลกระทบจากภูมิอากาศ โดยสัดส่วนครัวเรือนที่มีความเสี่ยงภายใต้สถานการณ์สภาพอากาศรุนแรง ที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำ ปานกลาง และสูง เปลี่ยนแปลงเป็น 7.6%, 50% และ 42.0% ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า 77% จากครัวเรือนที่สำรวจมีความเปราะบางต่อผลกระทบจากสภาพอากาศรุนแรง ในขณะที่ 23% ไม่มีความเปราะบางหรือจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความทนทานต่อผลกระทบจากสภาพอากาศ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญคือ การที่มีรายได้จากหลายทางและรายได้หลักไม่ได้มาจากผลผลิตข้าว ส่วนครัวเรือนส่วนใหญ่ที่มีความเปราะบางนั้น สาเหตุหลักมาจากการมีหนี้สูง และหากมีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีความรุนแรงจะเกิดผลกระทบต่อผลผลิตข้าว และส่งผลให้ชาวนาเหล่านั้นที่ไม่สามารถใช้หนี้ได้ และจะก่อให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจครัวเรือนอื่นๆ ตามมา (วิเชียร เกิดสุข และ วชิราพร เกิดสุข, 2549)

ถึงแม้ว่าในอดีตที่ผ่านมาชาวนาในประเทศไทยจะมีการปรับตัวต่อผลกระทบจากสภาพอากาศ หรือมีวิธีการจัดการความเสี่ยงทางด้านสภาพอากาศซึ่งก็มีการปรับเปลี่ยนไปตามยุคสมัย แต่อย่างไรก็ตาม ก็ยังไม่อาจตั้งข้อพิจารณาถึงการปรับตัวเหล่านั้นว่าเป็นการสนองตอบต่อความเสี่ยงเนื่องจากสภาพอากาศแยกออกจากปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการดำเนินวิถีชีวิตของเกษตรกร ทั้งนี้รูปแบบการดำเนินการปรับตัวต่างๆ เหล่านั้น เป็นผลจากการสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงด้านอื่นๆ อีกหลายประการประกอบกันด้วยเช่นกัน ได้แก่ ผลจากการขยายตัวของประชากร การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม เทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ในหลายๆ กรณีการดำเนินการต่างๆ เป็นการตอบสนองต่อความเสี่ยงหลายอย่างซึ่งเกิดขึ้นจากปัจจัยหลายประการ (Chinvanno *et al*., 2008b)

ตัวอย่างบางประการที่แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวเพื่อช่วยลดความเสี่ยงของชาวนาในประเทศไทย ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงเทคนิคในการหว่านเมล็ด ซึ่งมีการใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วย การปลูกพืชสลับหมุนเวียน ในช่วงฤดูการทำนาข้าวและเพิ่มการทำปศุสัตว์ โดยชาวนาบางรายได้ลงทุนเพื่อเพิ่มและรักษาระดับผลผลิต ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวส่งผลให้พวกเขามีความทนทานต่อผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพอากาศได้ดีขึ้นด้วยเช่นกัน เช่น การจัดสร้างระบบชลประทานขนาดเล็กเพื่อสำรองน้ำสำหรับช่วงระยะฝนทิ้งช่วงในช่วงต้นฤดูเพาะปลูก หรือ การสร้างแนวกั้นน้ำเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาน้ำท่วมเข้าทำลายผลผลิต แต่อย่างไรก็ตามการดำเนินการดังที่ได้กล่าว จำเป็นต้องมีเงินเพื่อการลงทุนและเพื่อการดำเนินงาน โดยมีชาวนาบางส่วนผู้ที่มีที่ดินขนาดใหญ่ซึ่งเป็นส่วนน้อยเท่านั้นสามารถที่จะทำการเกษตรแบบผสมผสานหรือเปลี่ยนจากการปลูกข้าวไปเป็นพืชชนิดอื่นที่ทนทานต่อสภาพอากาศรุนแรงได้ดีกว่า ส่วนการการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากป่าโดยสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารและรายได้เสริมนั้น แต่พบว่ามีข้อจำกัดในพื้นที่ศึกษาในประเทศไทยเนื่องจากมีความหนาแน่นของประชากรสูง และความอุดมสมบูรณ์พื้นที่ป่าที่ติดกับพื้นที่ทางการเกษตรหรือแหล่งชุมชนนั้นลดลง (Chinvanno *et al*., 2008b)

การกำหนดนโยบายและมาตรการในระดับประเทศซึ่งการดำเนินการตามมาตรการเหล่านั้นอาจส่งผลให้ความเปราะบางต่อผลกระทบจากสภาพอากาศลดลงนั้น ไม่ได้เป็นผลจากการคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นแรงขับดัน ทั้งนี้นโยบายหรือมาตรการต่าง ๆ เหล่านั้นมักเป็นผลจากวัตถุประสงค์เพื่อลดทอนเป็นหลักถึงกระนั้นก็ตาม มาตรการการดำเนินการในระดับประเทศของไทยซึ่งรวมถึงการสนับสนุนทางการเงิน การพัฒนาระบบสาธารณูปโภค การเปลี่ยนแปลงระบบเกษตรกรรมให้มีความหลากหลาย การทำการตลาดให้กับผลผลิตท้องถิ่น การวางแผนทางการเกษตร ฯลฯ จะมีส่วนช่วยพัฒนาความเป็นอยู่ของเกษตรกรและเพิ่มความยืดหยุ่นในการรับมือกับสภาพอากาศรุนแรงได้ดีขึ้น งานวิจัยและพัฒนาโดยหน่วยงานวิจัยของรัฐจะช่วยให้พัฒนาข้าวที่มีความทนทานต่อสภาพอากาศได้ดีขึ้น โดยที่ยังคงรักษาคุณภาพให้ตรงกับความต้องการของตลาดได้ (Chinvanno *et al*., 2008b)

กลไกและนวัตกรรมใหม่ๆ จะช่วยให้ชาวนาและระบบการผลิตข้าวมีความยืดหยุ่นต่อความเสี่ยงทางด้านภูมิอากาศ โดย United Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) ได้แนะนำถึงการใช้กลไกการประกันภัยด้านภูมิอากาศ แต่ยังอยู่ในขั้นตอนอีกนานกว่าที่จะนำมาใช้งานได้อย่างเต็มที่ (Linnerooth-Bayer and Mechler, 2006) อย่างไรก็ดี มีโครงการนำร่องของธนาคารโลกในการใช้กลไกประกันภัยเพื่อจัดการกับความเสี่ยงทางด้านภัยแล้ง ซึ่งได้ดำเนินการกับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพด ในพื้นที่ตำบลปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2550 (Hellmuth *et al*., 2009) ปัจจัย ที่ทำให้โครงการประสบความสำเร็จ ได้แก่ ประการแรก ข้อมูลภูมิอากาศในอดีตที่มีคุณภาพดีซึ่งใช้เป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในกรมธรรม์และเบี้ยประกัน และ ประการที่สอง การดำเนินการโครงการนี้เป็นการดำเนินการในพื้นที่โดยธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางของบริษัทประกันภัยอีก 9 แห่ง โดยเป็นผู้ที่มีส่วนสำคัญในการจูงใจให้เกษตรการเข้าร่วมโครงการ เนื่องจากเกษตรกรเองมีความเชื่อมั่นและมีความสัมพันธ์เป็นระยะเวลายาวนานกับ ธกส. ประการที่สาม การดำเนินโครงการนี้ได้มีการให้ความสำคัญในการสื่อสารและกิจกรรมเพื่อเผยแพร่ความรู้ต่าง ๆ ตลอดจนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เช่น ข้อสัญญาหรือกรมธรรม์เริ่มต้นที่ได้ออกแบบโดยธนาคารโลกก็ได้รับการปรับปรุงโดยนำข้อคิดเห็นจากเกษตรกร รวมทั้ง ธกส. บริษัทประกันภัย และ

ผู้ประกอบการรายอื่น มาปรับปรุงในข้อสัญญา นอกจากนั้น การดำเนินการในช่วงทดสอบในปี พ.ศ. 2549 ก็ได้นำไปสู่การปรับปรุงการใช้ข้อมูลปริมาณฝนในการชี้วัดความเสี่ยงให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น และต่อมาในปี พ.ศ. 2551 การดำเนินการนี้ก็ได้มีการขยายการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง (Hellmuth *et al*., 2009) กิจกรรมการดำเนินงานเช่นนี้เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือในการจัดการความเสี่ยงทางด้านธุรกิจ จะสามารถช่วยให้เกษตรกรรายย่อยสามารถที่จะรับมือกับความเสี่ยงต่าง ๆ ที่เกิดจากความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ (Lebel, 2008)

- **ทรัพยากรน้ำ**

สมดุลของน้ำในลุ่มน้ำต่างๆ อาจใช้เป็นตัวชี้วัดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคส่วนทรัพยากรน้ำได้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาประเด็นนี้อย่างครอบคลุม นอกเหนือจากนั้นในอนาคตโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเวลาที่ยาวนานในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้น จำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบความต้องการการใช้น้ำเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมด้วย ซึ่งเรื่องนี้เป็นประเด็นที่ยังคงต้องการศึกษาต่อไป แม้ว่าการศึกษาในประเด็นด้านการปรับตัวในภาคส่วนนี้ยังมีน้อยในระยะที่ผ่านมาก็ตาม แต่ก็ได้มีข้อเสนอให้พิจารณาการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ รวมทั้งการใช้น้ำผิวดินสลับกับน้ำใต้ดินในระบบชลประทานบางพื้นที่เพื่อช่วยจัดการความเสี่ยงในช่วงฤดูแล้งที่ยาวนานได้ เนื่องจาก ระบบน้ำใต้ดินมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศน้อยกว่าน้ำผิวดิน แต่การที่จะวางยุทธศาสตร์ด้านน้ำที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้นั้น งต้องมีความเข้าใจทางด้านอุทกวิทยากายภาพและกระบวนการการเพิ่มน้ำใต้ดินเป็นอย่างดี (Koch, 2008)

- **ชายฝั่งทะเล**

การประเมินความเสี่ยง ความเปราะบาง และความสามารถในการปรับตัวในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลก็เป็นเช่นเดียวกับพื้นที่อื่นๆ กล่าวคือ จะต้องทำการประเมินในภาพรวม โดยคำนึงถึงความเชื่อมโยงประเด็นทางด้านกายภาพตลอดไปจนถึงประเด็นด้านสังคมและเศรษฐกิจ ทั้งนี้ชุมชนต่างๆ หรือ ภาคส่วนต่างๆ จะมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่แตกต่างกัน และจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ในรูปแบบหรือวิธีการที่แตกต่างกันด้วย ทั้งนี้การดำเนินการเพื่อรับมือกับผลกระทบของภูมิอากาศที่ฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดดำเนินการไปอาจส่งผลสืบเนื่องถึงภาคส่วนอื่นๆ ได้ ตัวอย่างในกรณีเช่นนี้เห็นได้จากกรณีศึกษาบริเวณจังหวัดกระบี่ โดยได้แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 บริเวณ ได้แก่ บริเวณชายฝั่ง บริเวณที่สูง และพื้นที่ชุมชน และทำการประเมินผลสืบเนื่องที่ตามมาจากการเปลี่ยนแปลงในอนาคตซึ่งอาจส่งผลข้ามภาคส่วนหรือพื้นที่ซึ่งมีรูปแบบระบบนิเวศหรือการดำเนินชีวิตของผู้คนในพื้นที่นั้นๆ ที่แตกต่างกัน (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงหมู่บ้านชายฝั่งทะเล 48 แห่งในจังหวัดกระบี่ซึ่งมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ติดกับทะเลและเศรษฐกิจครัวเรือนขึ้นอยู่กับการทำประมงโดยมีพื้นที่ทำการเกษตรจำกัด และถึงแม้ว่าผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการทำการประมงในทะเลของจังหวัดกระบี่จะยังไม่ได้รับการศึกษาอย่างถี่ถ้วนก็ตาม แต่ผลการประเมินขั้นต้นแสดงให้เห็นถึงผลกระทบทางอ้อมซึ่งมีผลต่อการดำเนินชีวิตของผู้คนในชุมชนชายฝั่งทะเลอย่างมาก กล่าวคือ ฤดูแล้งที่ยาวนานขึ้นอาจทำให้มีการทำการประมงเพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลกระทบต่อจำนวนปลาและหอย ประเด็นดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนที่จะเร่งการพัฒนากฎระเบียบที่ว่าด้วยการประมงชายฝั่ง ซึ่งจะต้องเป็นกฎเกณฑ์ที่มากจากการปรึกษาหารือกับทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยจะต้องเป็นระเบียบที่มีความยุติธรรม สามารถนำไปบังคับใช้ได้ และขึ้นกับข้อมูลหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้แน่ใจว่าทรัพยากรชายฝั่งทะเลจะไม่ลดหายไปเนื่องจากการทำประมงทั้งที่เป็นเพื่อการค้าหรือเพื่อการดำรงชีวิต (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)

ในทางตรงข้าม ชุมชนในบริเวณพื้นที่ห่างฝั่งทะเลในจังหวัดกระบี่มีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศน้อยกว่าชุมชนชายฝั่งทะเล เกษตรกรผู้ปลูกยางพาราอาจจะได้รับประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในช่วงเวลาอีก 25 ปีข้างหน้า ซึ่งถึงแม้ว่าในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีปริมาณฝนลดลง แต่ยังมีปริมาณเพียงพอต่อการเติบโตของต้นยางพารา และฤดูมรสุมที่สั้นลงทำให้จำนวนวันกรีดยางเพิ่มขึ้น โดยผลผลิตต่อต้นจะเพิ่มขึ้น 10-15% แต่ในทางตรงข้าม ปริมาณฝนที่ลดลงจะทำให้ผลผลิตจากปาล์มน้ำมันลดลง ส่งผลให้ผู้ประกอบการรายเล็กซึ่งมีความเปราะบางจากรายได้ที่ไม่มีความแน่นอนเนื่องจากภาวะตลาดอยู่แล้วต้องหันมาพิจารณาถึงการปรับเปลี่ยนการเพาะปลูกหรือเพิ่มแหล่งรายได้จากทางอื่นให้หลากหลายมากขึ้นเพื่อรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและภูมิอากาศได้ (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)

การศึกษาในพื้นที่จังหวัดกระบี่ซึ่งเป็นจังหวัดที่ธุรกิจท่องเที่ยวอยู่มากนั้น พบว่าฤดูแล้งที่ยาวนานมากขึ้นส่งผลให้มีความต้องการในภาคบริการและการท่องเที่ยวมากขึ้น ซึ่งผลที่เกิดตามมาคือเกิดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชายฝั่งและระบบนิเวศวิทยาที่สำคัญเพิ่มมากขึ้น และพื้นที่ในเขตเมืองมีแนวโน้มที่จะขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้งเนื่องจากความต้องการที่เพิ่มขึ้นจากภาคการท่องเที่ยว ดังนั้นจึงต้องมีการคำนึงถึงจัดการน้ำที่ดีในลุ่มน้ำโดยรวม ทั้งนี้การวางแผนวิศวกรรมสำหรับระบบสาธารณูปโภค ได้แก่ การจัดหาน้ำสำหรับชุมชน การจัดการน้ำเสีย ควรจะต้องคำนึงถึงการคาดการณ์ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอีก 100 ปีข้างหน้ารวมเข้าไว้ด้วย นักวางแผนในระดับจังหวัดควรมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความเห็นร่วมกับผู้ประกอบการการท่องเที่ยวของจังหวัด เพื่อกำหนดทิศทางด้านการเติบโตของการท่องเที่ยวโดยคำนึงถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ทั้งนี้อาจจะกำหนดกลยุทธ์ไปในทางที่ลดปริมาณนักท่องเที่ยวหรือการขยายตัวของภาคธุรกิจนี้ให้เป็นไปอย่างช้าๆ โดยจะเน้นที่กลุ่มนักท่องเที่ยวที่มีคุณภาพสูงและมีอำนาจการจับจ่ายสูง หรือให้การบริการในรูปแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อนักท่องเที่ยว (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)

- **ด้านการท่องเที่ยว**

กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาได้กำหนดพื้นที่เพื่อการท่องเที่ยวออกเป็น 14 กลุ่มจังหวัดหรือคลัสเตอร์ตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะทางกายภาพและกิจกรรมท่องเที่ยว ทั้งนี้สภาพของแต่ละคลัสเตอร์ทางการท่องเที่ยวที่แตกต่างกันไปนั้น ส่งผลให้แต่ละคลัสเตอร์มีความเสี่ยงและความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแตกต่างกันไป

การประเมินความไวต่อภาวะเสี่ยงและความเสี่ยงของคลัสเตอร์ทางการท่องเที่ยวต่อสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตได้ใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณฝนรวมรายปีและการกระจายของฝน จำนวนวันฝนตกรายปี ลักษณะลม และคลื่น ประกอบกับลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะทางกายภาพและกิจกรรมการท่องเที่ยว เพื่อประเมินความเสี่ยงของคลัสเตอร์ทางการท่องเที่ยวทั้ง 14 คลัสเตอร์ ทั้งนี้ได้มีการกำหนดกลยุทธ์และแผนงานเพื่อเตรียมตัวรับมือกับความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งจะเน้นในเรื่องการเพิ่มความยืดหยุ่นของคลัสเตอร์ต่อผลกระทบและยังคงสภาพที่เหมาะสมเพื่อให้ยังสามารถใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยวต่อไปได้ (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552)

ตารางที่ 1-1 การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและความเปราะบางของคลัสเตอร์ทางการท่องเที่ยว (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552)

คลัสเตอร์ทางการท่องเที่ยว	ความเสี่ยงต่อภูมิอากาศ		ความเปราะบางของคลัสเตอร์		สรุป	
	ทศวรรษ 2020	ทศวรรษ 2050	ลักษณะทางภูมิศาสตร์	กิจกรรมการท่องเที่ยว	ทศวรรษ 2020	ทศวรรษ 2050
น้ำพุร้อน	ต่ำ	สูง	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง
การท่องเที่ยวเชิงนิเวศและผจญภัย	ต่ำ	สูง	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง
อารยธรรมล้านนา	ต่ำ	สูง	ต่ำ	สูง	ต่ำ	ต่ำ
มรดกโลกเชื่อมโยงการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง
นิเวศป่าร้อนชื้น	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง
วิถีชีวิตลุ่มแม่น้ำภาคกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง
เลียบฝั่งแม่น้ำโขง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
เส้นทางไดโนเสาร์	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
มหัศจรรย์เส้นทางบุญ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
อารยธรรมอิสานใต้	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
เส้นทางอัญมณีและการท่องเที่ยวเชิงเกษตร	ต่ำ	สูง	สูง	ต่ำ	ต่ำ	สูง
Active beach	ต่ำ	สูง	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง
Royal coast	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง
มหัศจรรย์สองสมุทร	ต่ำ	ต่ำ	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง

เอกสารอ้างอิง

ภาษาอังกฤษ

Agarwal, A. 2008. *Forecasting rice yield under climate scenarios and evaluation of agro-adaptation measures for Mekong basin region: a simulation study*. Thesis of master degree of engineering in water engineering and management. Asian Institute of Technology.

Boulidam S. 2005. *Vulnerability and adaptation of rainfed-rice farmers to impact of climate change variability in Lahakhok, Sebangnuane Tai, Dong Khamphou, and Koudhi villages of Singkhone district, Savannakhet province, LAO PDR*. Thesis of master degree of Science (Natural resource management), Faculty of Environment and resource studies, Mahidol University.

Buddhaboon, C., Kongton, S. and Jintrawet, A. 2005. *Climate scenario verification and impact on rain-fed rice production. The study of future climate changes impact on water resource and rain-fed agriculture production*. Proceedings of the APN CAPaBLE CB-01 Synthesis Workshop, Vientiane, Lao PDR, 29 - 30 July 2004. SEA START RC Technical Report No. 13.

Chaowiwat, W. and Likitdecharote, K. 2009. *Effect of climate change on potential evapotranspiration case study: lower Chaopraya basin*. In proceeding of the 1 NPRU Academic Conference:75-83.

Chinvanno, S. 2004. *Final report for APN CAPaBLE project: Building capacity of Mekong river countries to assess impacts of climate change – case study approach on assessment of community vulnerability and adaptation to impact of climate change on water resources and food production*. Southeast Asia START Regional Centre, Bangkok, Thailand.

Chinvanno, S. and Coengbunluesak, T. 2006. *Final report on climate change scenarios for Songkram river basin*. Southeast Asia START Regional Center, Bangkok, Thailand.

Chinvanno, S., Boulidam, S., Inthavong, T., Souvanalath, S. Lersupavithnapa, B., Kerdsuk, V. and Thuan, N.T.H. *Risk and vulnerability of rain-fed farmers in lower Mekong river countries to climate change: case study in LAO PDR and Thailand*. Available from: http://www.sea-climatechange.org/Content/Document/Paper_O/SEA%20START%20RC_Doc_008E_2007.pdf

Chinvanno, S., Souvanalath, S., Lersupavithnapa, B., Kerdsuk, V. and Thuan, N.T.H. 2006. *Climate risks and rice farming in the lower Mekong river countries*. AIACC Working Paper, No.40 October 2006.

Essery, R.L.H., Best, M.J., Betts, R.A., Cox, P.M. and Taylor, C.M. 2003. Explicit representation of subgrid heterogeneity a GCM land surface scheme. *Journal of Hydrometeorology*, 4: 530-543.

Giambelluca, T.W. , Nullet, M.A., Fox, J., Yarnasarn, S. and Onibutr, P. 1991. Dry-season radiation balance of land covers replacing forest in northern Thailand. *Agricultural and Forest Meteorology* 95: 53-65.

Giambelluca, T.W., Nullet, M.A., Ziegler, A.D. and Tran L. 2000. Latent and sensible energy flux over deforested land surface in the eastern Amazon and northern Thailand. *Singapore Journal of tropical Geography*, 21(2): 1-25.

Jintrawet, A. and Prammanee, P. 2005. *Simulating the impact of climate change scenarios on sugarcane production systems in Thailand*. ISSCT 25th, 31 January 2005 - 4 February 2005, Columbia, Guatema: 120-124.

Jonathan, A.P., Willem, J.M., Martens, D.A. Focks and Theo, H. J. 1998. Dengue fever epidemic potential as projected by general circulation model of global climate change. *Environmental Health Perspectives,* 106 (3): 147-153.

Kanae, S., Oki, T. and Musiake, K. 2002. Principle condition for the earliest Asian summer monsoon onset. *Geophysical Research Letters*, 29(15): 36-1 – 36-4.

Koch, M. 2008. *Challenges for future sustainable water resources management in the face of climate change*. Available at http://www.unikassel.de/fb14/geohydraulik/koch/paper/2008/Nakon_Pathom/Climate_Change_Groundwater.pdf.

Limsakul, A. 2004. *Empirical evidence for Thailand surface air temperature change : Possible causal attributions and impacts*. Environmental Research and Training Center, Department of Environmental Quality Promotion. 81.

Matthews, R.B., Kropff, M.J., Horie, T. and Bachelet, D. 1997. Simulating the impact of climate change on rice production in Asia and evaluation option for adaptation. *Agricultural Systems,* 54(3):399-425.

Meyer, R., Buell, R., Leiter, C., Mannstein, H., Pechtl, S., Oki T and Wendling, P. 2007. Contrail observations over Southern and Eastern Asia in NOAA/AVHRR data and comparisons to contrail simulations in a GCM. *International Journal of Remote Sensing*. 28(9): 2049 – 2069.

Noimunwai, W. 2008. *Estimation of potential evaptranspiration under climate change using data mining: a case study of Thailand.* Thesis of master degree of Science (Appropriate Technology for resources and environmental development), Faculty of Environment and resource studies, Mahidol University.

Parkpoom, S. and Harrison, G.P. 2008. Analyzing the impact of climate change on future electricity demand in Thailand. *IEEE Transactions on Power Systems*, 23(3): 1441-1448.

Rojrungtavee, C. 2009. *Assessment of water supply and demand under future climate change conditions in the Maeklong river basin, Thailand*. Thesis of master degree of engineering in water engineering and management, Asian Institute of Technology.

Sharma, D., Gupta, A.D. and Babel, M.S. 2007. Spatial disaggregation of bias- corrected GCM precipitation for improved hydrologic simulation: Ping river basin, Thailand. *Hydrol. Earth Syst. Sci.,* 11: 1373–1390.

Southeast Asia START Regional Center and WWF. 2008. *Climate change impacts in Krabi province, Thailand*. Available from: http://assets.panda.org/downloads/thailand_full_final_report.pdf.

Southeast Asia START Regional Center. 2006. *Final technical report AIACC AS07: Southeast Asia Regional vulnerability to changing water resource and extreme hydrological events due to climate change*. Southeast Asia START Regional Center Technical Report No.15, Bangkok, Thailand.

Trisurat, Y., Alkemade, R. and Alets, E. 2009. Projecting forest tree distributions and adaptation to climate change in northern Thailand. *Journal of Ecology and Natural Environment*, 1(3): 55-63.

Vongvisessomjai, S. 2006. Will sea-level really fall in the Gulf of Thailand? Songklanakain *J. Sci. Technol.,* 28(2): 227-248.

Zimmer, H. and Baker, P. 2009. Climate and historical stand dynamics in the tropical pine forests of northern Thailand. *Forest Ecology and Management* 257:190–198.

ภาษาไทย

วิเชียร เกิดสุข, สหัสไชย คงทน และอรรถชัย จินตะเวช. 2547. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวในทุ่งกุลาร้องไห้. ***วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ แห่งประเทศไทย***, ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2547.

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2009. ***รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อคลัสเตอร์การท่องเที่ยวของไทย.*** เสนอต่อกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.

สนิท วงษา, ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิชย์ และ เกรียงไกร ตรีฤทธิวิทยา. 2552. ***ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อพฤติกรรมทางชลศาสตร์และความเค็มของแม่น้ำท่าจีน***. บทความวิชาการใน The 4th THAICID National SYMPOSIUM, 19 มิถุนายน 2552 โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ กรุงเทพ.

สหัสไชย คงทน, วินัย ศรวัต และสุกิจ รัตนศรีวงษ์. 2547. ***ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกต่อการผลิตข้าวโพด อ้อย และมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย : พื้นที่ศึกษา จังหวัดขอนแก่น***. ออนไลน์ : http://www.seaclimatechange.org/Content/Document/Paper_T/SEA%20START%20RC_Doc_001T_2004.pdf.

บทที่ 2

การคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ตั้งแต่ ค.ศ. 1980 ถึง 2100 (พ.ศ. 2523 – 2643)

ข้อมูลการคาดการณ์สภาพอากาศในอนาคตในรายงานฉบับนี้ได้สรุปมาจากการจำลองสถานการณ์สภาพภูมิอากาศอนาคตในโครงการ **"การจำลองสภาพภูมิอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง"** ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากความร่วมมือระหว่างศูนย์เครือข่ายฯ และ The Met Office Hadley Center for Climate Change, United Kingdom ซึ่งเป็นหน่วยวิจัยทางด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศอังกฤษ ภายใต้การสนับสนุนด้านเงินทุนจาก Asia-Pacific Networ for Global Change Research (APN) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ปี 2550-2551 โดยเป็นการจำลองสภาพภูมิอากาศที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง และครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยทั้งหมดตลอดจนประเทศข้างเคียงเพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภูมิภาคนี้อันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในอนาคต

ในการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาคดำเนินการโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ PRECIS (Providing REgional Climates for Impacts Studies) ซึ่งเป็นแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (RCM) ที่พัฒนาขึ้นที่ The Met Office Hadley Centre for Climate Change ประเทศอังกฤษ ทำการคำนวณเพิ่มรายละเอียดให้กับผลการจำลองภูมิอากาศระดับโลก (Global Circulation Model - GCM) ภายใต้แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ 3 แนวทาง ได้แก่

แนวทาง A2 คือ แนวทางที่คล้ายกับลักษณะการพัฒนาของโลกที่ผ่านมาในอดีตถึงปัจจุบัน กล่าวคือ เป็นโลกที่มีความแตกต่างและหลายหลายในเชิงเศรษฐกิจ การเมืองและการเข้าถึงเทคโนโลยีต่างๆ โดยที่การพัฒนาจะเน้นการเจริญเติบโตในเชิงเศรษฐกิจมากกว่าความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม

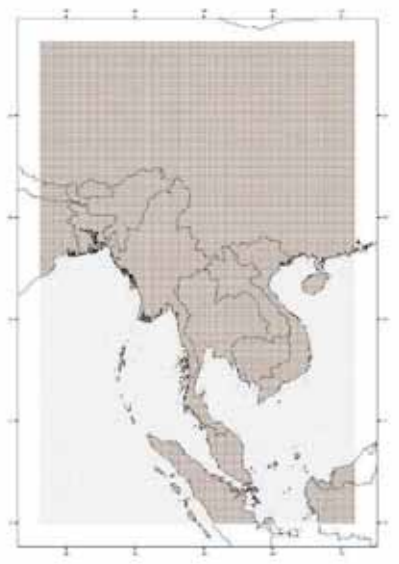
แนวทาง B2 คือ แนวทางการพัฒนาแบบสมดุล และเปลี่ยนแปลงสู่การพัฒนาควบคู่กับการดูแลรักษาธรรมชาติอย่างยั่งยืน เน้นการแก้ปัญหาท้องถิ่น ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน

แนวทาง A1B คือ แนวทางการพัฒนาที่มีการใช้พลังงานแบบผสมผสาน สมดุลทุกแหล่ง กล่าวคือ มีการนำพลังงานชีวมวลมาใช้อย่างผสมผสานและสมดุลกับแหล่งพลังงานอื่นๆ ซึ่งเป็นการพัฒนาดูแลสิ่งแวดล้อมและมีความร่วมมือระหว่างโลกและภูมิภาคอย่างสมดุล

โดยสมมติฐานหรือเหตุผลของการเลือกใช้การคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้ง 3 ภาพจำลอง (A2, B2 และ A1B) นั้น เนื่องด้วยการประเมินความเสี่ยงจากภูมิอากาศในอนาคตควรจะทำในหลายๆ สถานการณ์เพราะอนาคตคือความไม่แน่นอน ดังนั้นการประเมินหรือการคาดการณ์ใดๆ ควรใช้หลายๆ สถานการณ์เข้ามาพิจารณาประกอบ ซึ่งก็อาจจะมีทั้งในแบบที่มองโลกในแง่ร้ายที่สุด เพื่อประโยชน์ในการเตรียมความพร้อมรับมือหากเกิดสถานการณ์หรือกรณีดังกล่าวขึ้น หรือแม้แต่การมองอนาคตหรือสถานการณ์ที่เป็นแบบกลางๆ หรือในสถานการณ์ที่ค่อนข้างจะดีซึ่งก็อาจจะเกิดขึ้นได้เช่นเดียวกัน โดยการศึกษาการคาดการณ์แนวโน้มฯ ในครั้งนี้ได้เลือกใช้ภาพจำลองต่างๆ กันเพื่อให้เห็นแนวโน้มของการมองอนาคตใน 3 ลักษณะดังนี้ SRES A2 เป็นภาพจำลองที่แสดงให้เห็นถึงภูมิอากาศอนาคตที่แนวโน้มเกิดการเปลี่ยนแปลงสูง ส่วน SRES B2 เป็นภาพจำลองที่แสดงให้เห็นถึงภูมิอากาศอนาคตที่มีแนวโน้มเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยและสำหรับ SRES A1B เป็นเป็นภาพจำลองที่แสดงให้เห็นถึงภูมิอากาศอนาคตที่แนวโน้มเกิดการเปลี่ยนแปลงปานกลาง

โดยเงื่อนไขการจำลองสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย

- GHG scenarios: IPCC SRES scenario A2 , B2 และ A1B
- Global dataset: สำหรับ A2 และ B2 ใช้ Max-Planck-Institute for Meteorology's ECHAM4
  สำหรับ A1B ใช้ Hadley Centre for Climate Prediction and Research HadCM3
- ความละเอียดเชิงพื้นที่: 0.22 degree (หรือ ประมาณ 25x25 กม.)
- ความละเอียดเชิงเวลา: รายวัน
- ช่วงระยะเวลาของการจำลอง ปี ค.ศ.1960-2099
- ขอบเขตพื้นที่ ละติจูด 0-35º N ลองจิจูด 90º-112º E (รูปที่ 2-1)



รูปที่ 2-1 ขอบเขตพื้นที่ในการคำนวณการจำลองสภาพอากาศ

โดยผลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองประกอบด้วยข้อมูลหลายประเภท เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ความชื้นในดิน ฯลฯ อย่างไรก็ตามผลที่ได้ จากแบบจำลองจะยังไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ทันที เนื่องจากยังอาจมีความคลาดเคลื่อนในการคำนวณได้ ทั้งนี้ผลจากการคำนวณโดยแบบจำลองบางประเภทจะนำเข้าสู่กระบวนการปรับลดความคลาดเคลื่อนซึ่งดำเนินการโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์การปรับลดความคลาดเคลื่อนสำหรับแต่ละกริดของข้อมูล โดยค่าสัมประสิทธิ์นี้สามารถหาได้โดยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลจากการตรวจวัดโดยกรมอุตุนิยมวิทยา และหน่วยงานด้านอุตุนิยมวิทยาของต่างประเทศซึ่งได้รวบรวมข้อมูลไว้แล้วกับผลโดยตรงจากแบบจำลอง (รายละเอียดสถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาในภาคผนวก 1) ทั้งนี้ในกระบวนการในการปรับลดจะขึ้นกับประเภทของข้อมูล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองใกล้เคียงกับข้อเท็จจริงมากที่สุด สำหรับผลการคำนวณจากแบบจำลองที่ผ่านการปรับลดความคลาดเคลื่อนแล้วและอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานจะมีรายละเอียดดังนี้ คือ

- ปริมาณน้ำฝนรายวัน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (มม./วัน)
- อุณหภูมิสูงสุดรายวัน มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (° C)
- อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (° C)
- ความเร็วลมรายวัน มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (ม./วินาที)
- ทิศทางลมรายวัน มีหน่วยเป็นองศาจากทิศเหนือ

การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคต

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของประเทศไทยในอนาคตดำเนินการโดยการประมวลผลที่ได้จากการจำลองสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ PRECIS โดยให้สภาพอากาศรายวันที่ความละเอียดกริดละ 0.2 องศา หรือประมาณ 25 กิโลเมตร ตามแนวทางการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกสามแนวทาง คือ A2, B2 และ A1B

ในการวิเคราะห์สภาพอากาศในแต่ละแนวทางเลือกใช้ผลจากแบบจำลอง 4 ชนิดได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรายวัน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน ทิศทางและความเร็วลมรายวัน โดยแบ่งช่วงการศึกษาเป็น 4 คาบเวลา คาบละ 30 ปี คือ ปี ค.ศ.1980-2009 ซึ่งกำหนดเป็นปีฐาน (baseline) ของการศึกษา และปีอนาคต 3 คาบเวลา คือ ปี ค.ศ. 2010-2039, 2040-2069 และ 2070-2099 (ช่วงต้น, กลาง และปลายศตวรรษ) และทำการสรุปผลการคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับภาพรวม (ทั้งประเทศ) ตามช่วงของคาบเวลาศึกษา (3 ช่วง) พร้อมกับสรุปผลการคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในเชิงของค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และความเบี่ยงเบนจากกันและกันของลักษณะอากาศในอนาคตเป็นรายจังหวัดของทั้งประเทศ (รายละเอียดในภาคผนวกที่ 2) ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนในผลอาจเกิดได้ เนื่องจากการจำลองสภาพภูมิอากาศในการศึกษานี้อยู่บนพื้นฐานการคำนวณสภาพอากาศโดยใช้แบบจำลอง ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนในกระบวนการคำนวณได้ แม้ว่าผลจากการคำนวณนี้จะได้ผ่านกระบวนการปรับลดความคลาดเคลื่อนแล้วก็ตาม

ทั้งนี้ สำหรับแนวทาง A1B เนื่องจากเกิดปัญหาทางเทคนิคอันเนื่องมาจากตัวแบบจำลองเอง ทำให้ผลการจำลองที่ได้ออกมาไม่สมบูรณ์ในบางปีโดยเฉพาะในช่วงปลายศตวรรษ อีกทั้งช่วงระยะเวลาในการรันแบบจำลองในแต่ละทศวรรษใช้ระยะเวลานานมาก ทำให้ระยะเวลาที่เหลือสำหรับการแก้ไขเพื่อรันแก้ไขใหม่ให้ได้ผลที่สมบูรณ์จึงไม่เพียงพอและไม่สามารถนำมาใช้งานได้ ซึ่งผลการจำลองที่ได้ออกมานั้นจะครอบคลุมขอบเขตช่วงเวลาอนาคต ดังนี้

- ช่วงต้นศตวรรษ ปี ค.ศ.2010-2027 และ 2030-2033
- ช่วงกลางศตวรรษ ปี ค.ศ. 2040-2058 และ 2060-2061 และ
- ช่วงปลายศตวรรษ ปี ค.ศ. 2070-2075 และ 2090-2093

ดังนั้นจะนำเสนอเพียงผลสรุป และจะไม่ทำการเปรียบเทียบผลกับแนวทาง A2 และ B2

ในขั้นตอนการศึกษา ดำเนินการโดยการคัดเลือกข้อมูลสภาพอากาศที่ต้องการเฉพาะกริดที่อยู่ภาพในขอบเขตประเทศไทย จำนวน 1,362 กริด (ละติจูด 5° 37' N ถึง 20° 27' N และลองติจูด 97° 22' E ถึง 105° 37') โดยใช้โปรแกรม ESRI ArcGIS v.9.2 จากนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผลเพื่ออธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงเป็นรายกริด

สรุปภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคตภายใต้สภาพการเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกตามสถานการณ์ทางเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2, B2 และ A1B (SRES A2, B2 และ A1B)

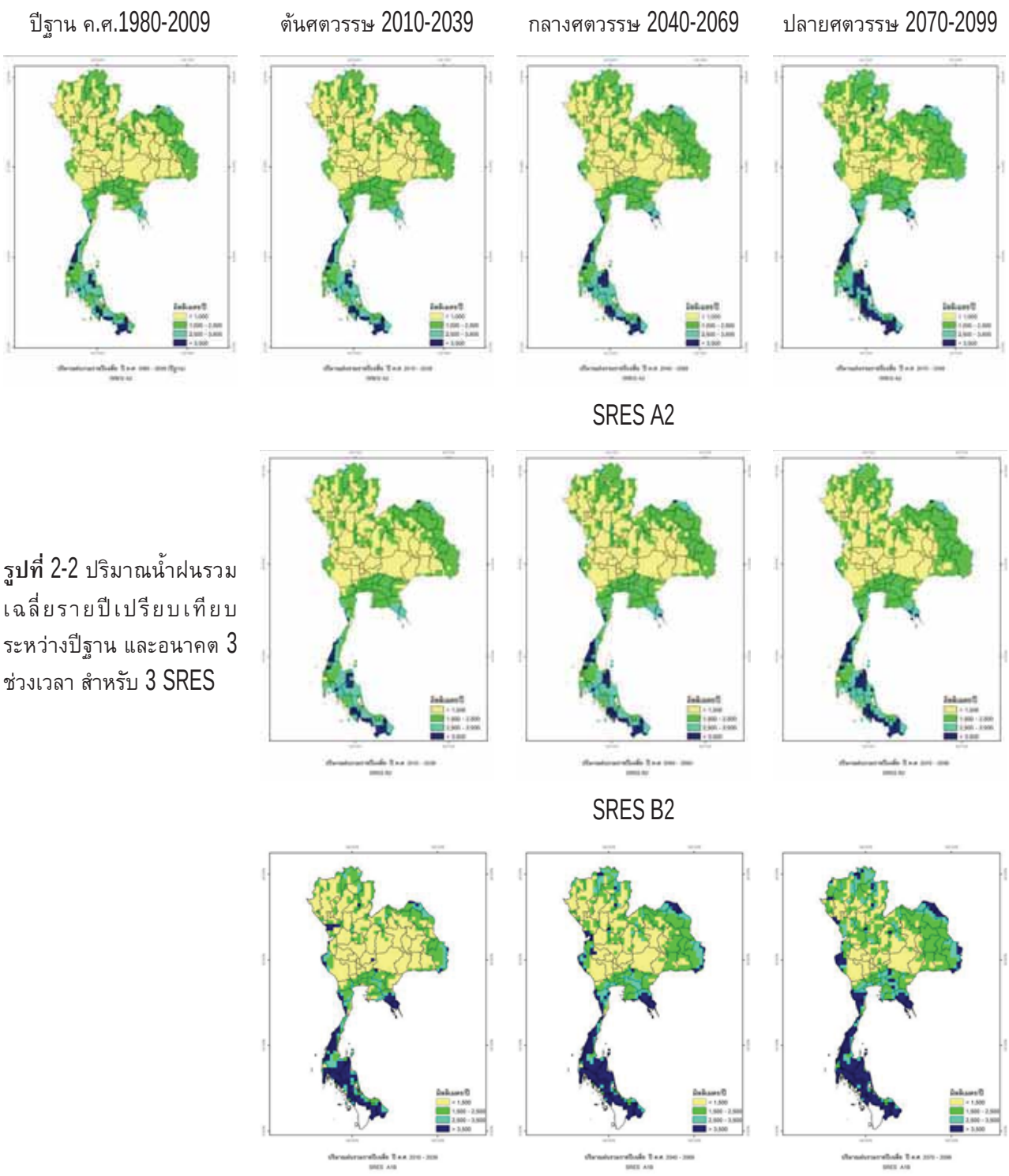
ผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศล่วงหน้า สามารถสรุปการเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ประเทศไทยได้โดยสังเขป ดังนี้

ปริมาณน้ำฝน ผลสรุปการคำนวณแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทั่วทุกภาคของประเทศไทยทั้งในด้านปริมาณและการกระจายตัวของพื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในช่วงปลายศตวรรษ ในส่วนของจำนวนวันที่ฝนตกในรอบปี ซึ่งใช้เกณฑ์คือ วันที่มีฝนตกเกินกว่า 3 มิลลิเมตรขึ้นไป ซึ่งพบว่าจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยในแต่ละปีในเกือบทุกพื้นที่ยังคงใกล้เคียงกับที่เคยเป็นมาในอดีต แสดงให้เห็นถึงลักษณะและความยาวนานของฤดูฝนที่อาจจะเป็นไปได้ในอนาคตว่ายังคงไม่เปลี่ยนแปลงไปจากที่เคยเป็นอยู่มากนัก ประเทศไทยในอนาคตจะมีฤดูฝนที่ยังคงความยาวนานเช่นที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน แต่ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปีของเกือบทุกพื้นที่จะเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะบ่งชี้ว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละครั้งในอนาคตจะเพิ่มสูงขึ้นหรืออาจจะเรียกได้ว่าฝนที่ตกแต่ละครั้งจะตกหนักมากขึ้นกว่าที่เป็นมาในอดีต ซึ่งหมายถึงความเสี่ยงต่อภาวะน้ำท่วมฉับพลัน น้ำหลาก และภัยธรรมชาติที่จะเกิดตามมาจากอุทกภัยอีกหลายชนิด (รูปที่ 2-2)

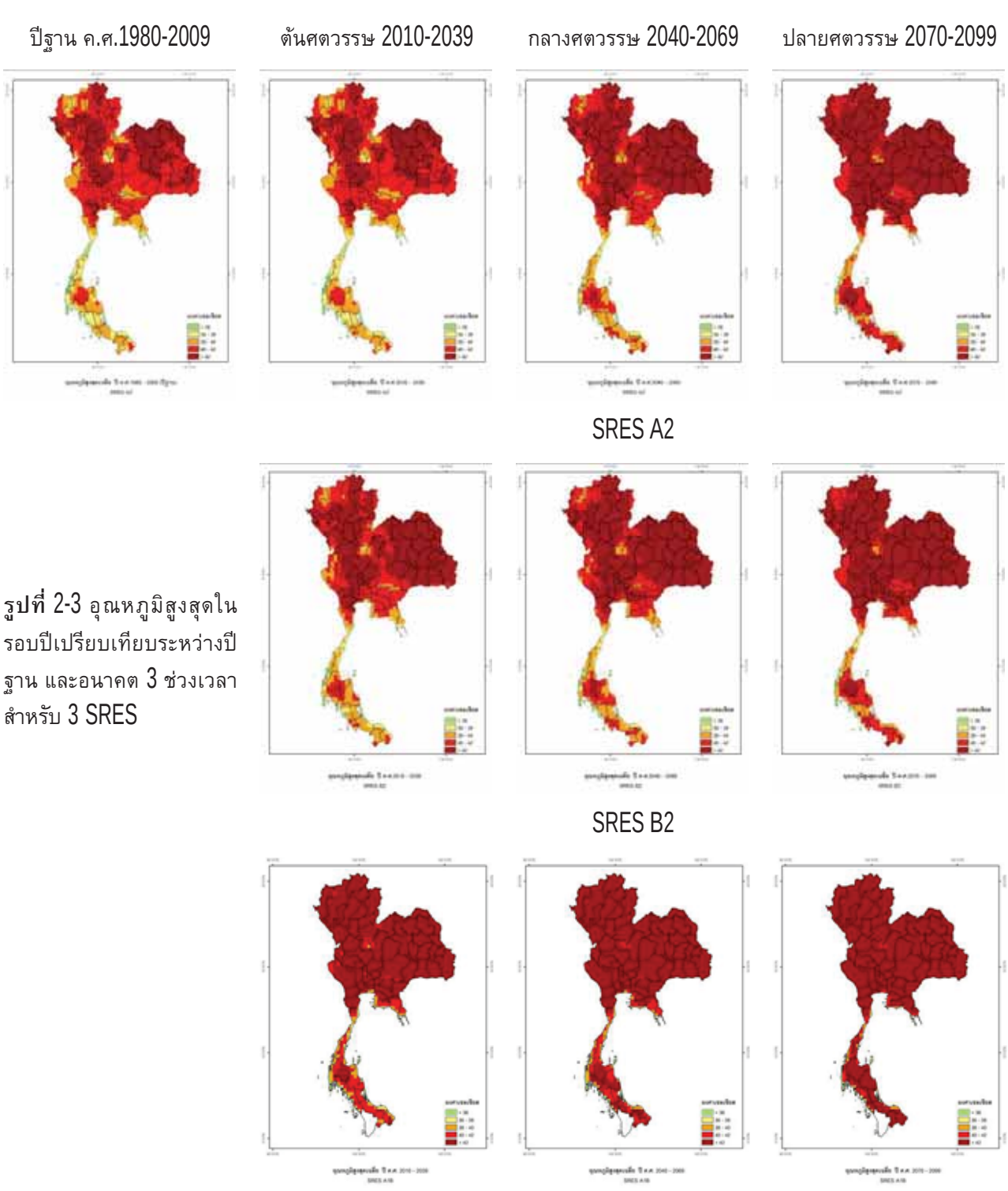
อุณหภูมิสูงสุด ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2 พบว่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในประเทศไทยในช่วงต้นศตวรรษ ไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจากช่วงปลายศตวรรษก่อนมากนัก แต่ในช่วงกลาง และปลายศตวรรษเป็นต้นไป มีแนวโน้มอุณหภูมิสูงสุดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทุกๆ ภาค ส่วนสภาพอุณหภูมิสูงสุดในอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ B2 ก็เป็นไปในทิศทางที่เพิ่มสูงขึ้นในเกือบทุกพื้นที่ในประเทศไทยเช่นกัน แต่เพิ่มสูงขึ้นในระดับที่ต่ำกว่า A2 เล็กน้อย ในส่วนของระยะเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปี หรือวันที่มีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับหรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสนั้น ผลสรุปแสดงให้เห็นว่า ในช่วงปลายศตวรรษที่ผ่านมา บริเวณที่มีจำนวนวันที่มีอากาศร้อนมากที่สุดอยู่ในบริเวณภาคกลาง ตะวันตกและตอนกลางของภาคใต้ โดยมีจำนวนวันที่มีอากาศร้อนยาวนานถึงประมาณ 5-6 เดือนต่อปี และนานมากถึง 7-8 เดือนต่อปีในบางพื้นที่ ผลจากการคาดหมายแสดงให้เห็นว่าฤดูร้อนจะยืดยาวขึ้นในเกือบทุกพื้นที่ในประเทศไทย ซึ่งอาจยาวนานขึ้นกว่าเดิมถึง 2-3 เดือนในช่วงปลายศตวรรษนี้ (รูปที่ 2-3)

อุณหภูมิต่ำสุด สภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ทั่วประเทศไทยมีแนวโน้มที่อุณหภูมิรายวันต่ำสุดเฉลี่ยจะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งอาจเพิ่มสูงขึ้น 3-4 องศาเซลเซียสในช่วงปลายศตวรรษภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2 ซึ่งภายใต้สถานการณ์แบบ B2 อุณหภูมิรายวันต่ำสุดเฉลี่ยตลอดปีก็มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน แต่เป็นไปในระดับที่ต่ำกว่า กล่าวคือ ประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส ในส่วนของระยะเวลาที่มีอากาศเย็นในรอบปีโดยเฉลี่ยนั้น ในช่วงต้นศตวรรษนี้ พื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนจะมีจำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส ยาวนานที่สุดประมาณ 1-2.5 เดือน โดยยังคงมีพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส ยาวนานกว่า 2 เดือนปรากฏให้เห็นอยู่ทางตอนบนของพื้นที่ แต่ระยะเวลาที่มีอากาศเย็นนี้จะหดสั้นลง โดยเริ่มเห็นได้ตั้งแต่ช่วงกลางศตวรรษและเห็นได้อย่างชัดเจนในช่วงปลายศตวรรษภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2 ทั้งนี้พื้นที่ที่จะมีอุณหภูมิต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส จะเหลืออยู่เพียงตามพื้นที่เทือกเขาบางแห่งเท่านั้น อย่างไรก็ตามสถานการณ์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงแบบ B2 จะเปลี่ยนน้อยกว่า โดยบางส่วนของภาคเหนือตอนบนและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนยังคงมีระยะเวลาที่อากาศเย็นประมาณ 1 เดือนอยู่บ้าง แต่พื้นที่ดังกล่าวก็มีแนวโน้มลดลง (รูปที่ 2-4)

ทิศทางและความเร็วลม สรุปผลการคำนวณที่ได้แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ตอนบนของประเทศที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางตอนบน ในรอบ 100 ปีข้างหน้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการพัดปกคลุมของลมมากนัก โดยทิศทางของลมที่พัดปกคลุมยังคงมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับที่เคยเป็นมาในอดีต การเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับทิศทางและความเร็วของลมเริ่มปรากฏในพื้นที่ใกล้ชายฝั่งตั้งแต่บริเวณภาคกลางตอนล่างและภาคตะวันออก และในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งมีลักษณะเป็นคาบสมุทรยื่นออกมาจากแผ่นดินจะยิ่งเห็นการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน (รูปที่ 2-3)

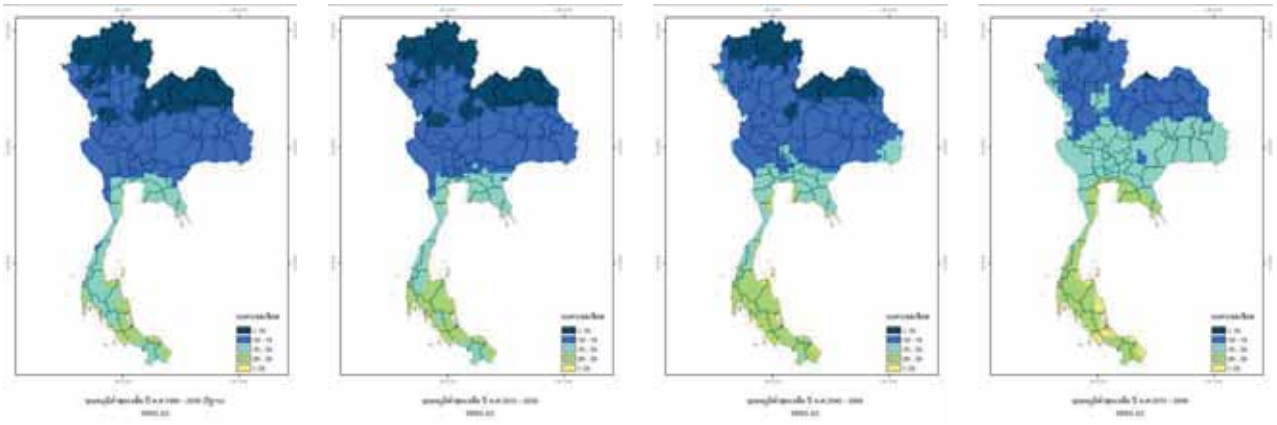


รูปที่ 2-2 ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยรายปีเปรียบเทียบระหว่างปีฐาน และอนาคต 3 ช่วงเวลา สำหรับ 3 SRES

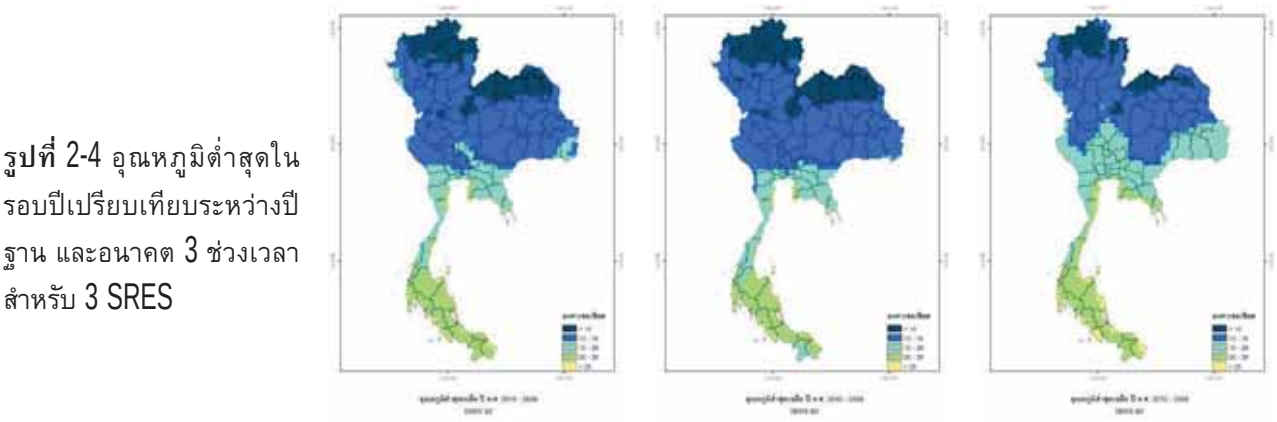


รูปที่ 2-3 อุณหภูมิสูงสุดในรอบปีเปรียบเทียบระหว่างปีฐาน และอนาคต 3 ช่วงเวลา สำหรับ 3 SRES

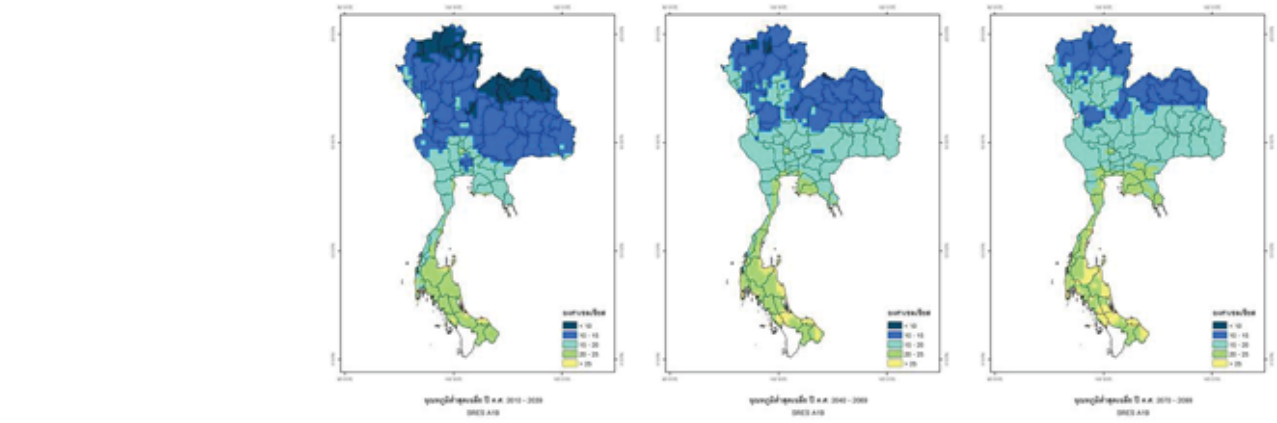
ปีฐาน ค.ศ.1980-2009 | ต้นศตวรรษ 2010-2039 | กลางศตวรรษ 2040-2069 | ปลายศตวรรษ 2070-2099



SRES A2

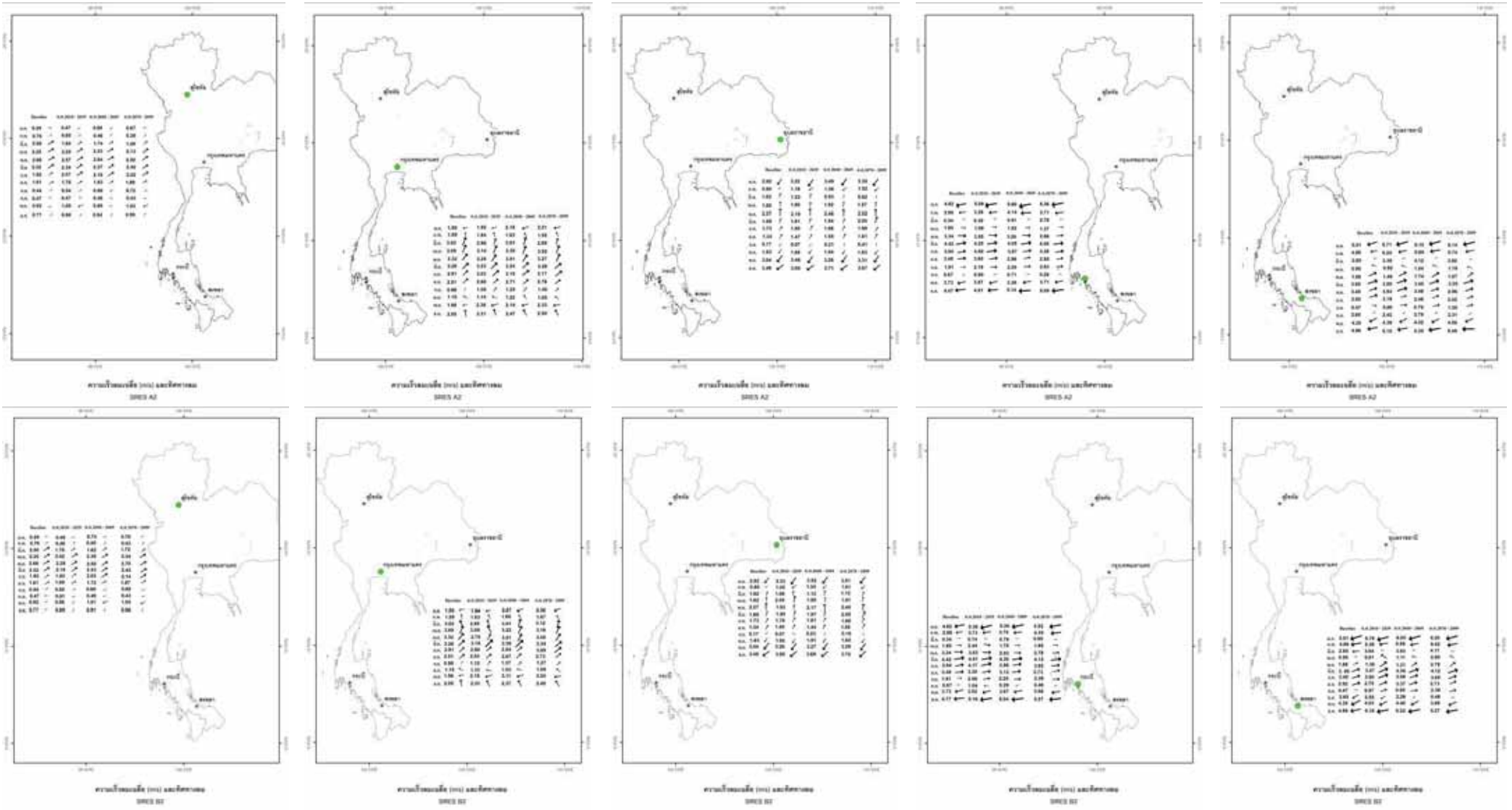


SRES B2



SRES A1B

รูปที่ 2-4 อุณหภูมิต่ำสุดในรอบปีเปรียบเทียบระหว่างปีฐาน และอนาคต 3 ช่วงเวลา สำหรับ 3 SRES



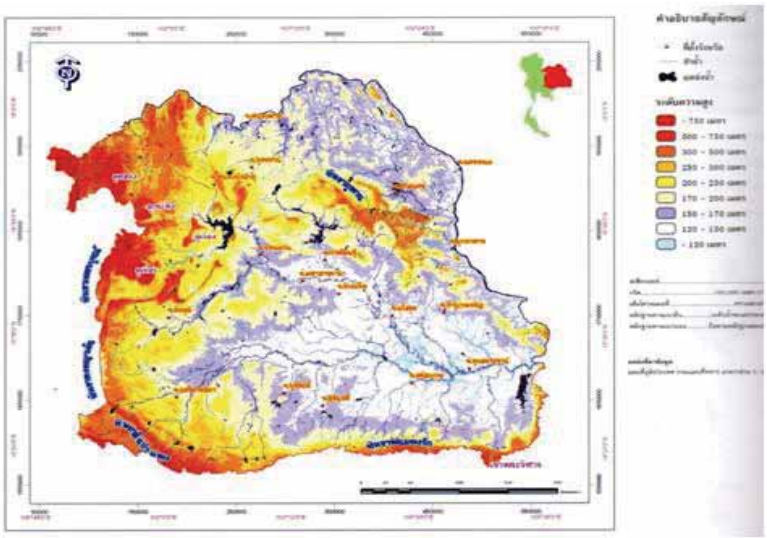
รูปที่ 2-5 ทิศทางและความเร็วลมภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออก สำหรับ SRES A2 และ B2

บทที่ 3

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในลุ่มน้ำชีและมูล

สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล[1]

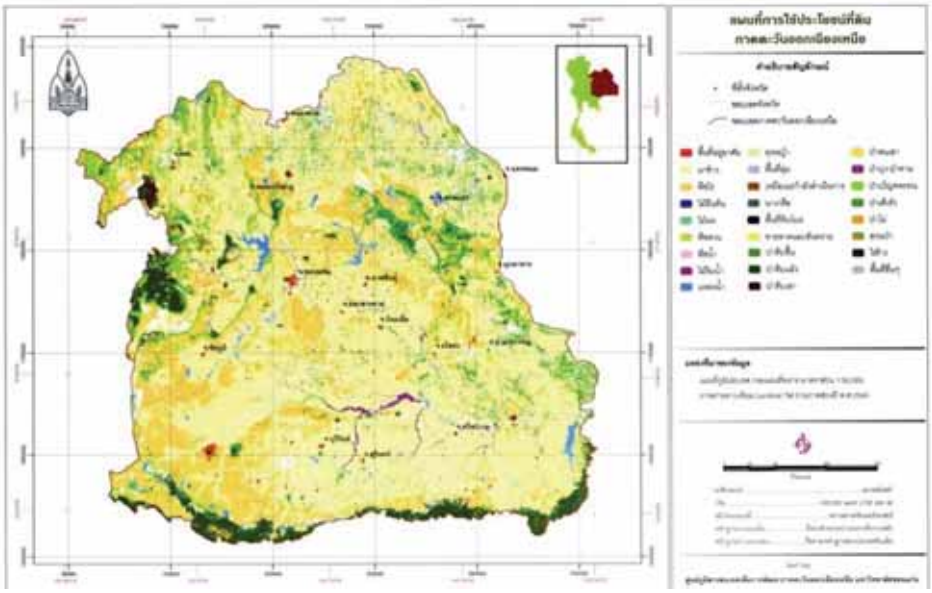
ลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลป็น 2 ใน 3 ลุ่มน้ำหลักของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งอยู่บนที่ราบสูงโคราช (Korat plateau) ลุ่มน้ำชี-มูลมีความสูงอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้บริเวณจังหวัดชัยภูมิ และลาดเอียงไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ มีระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ในช่วง 120-1,700 เมตร ระดับความสูงของพื้นที่ร้อยละ 66 อยู่ระหว่าง 120-200 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง แม่น้ำมูลและแม่น้ำชี มีทิศทางการไหลจากทิศตะวันตกลงสู่แม่น้ำโขงทางทิศตะวันออกที่จังหวัดอุบลราชธานี พื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำนี้มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด (รูปที่ 3-1)



รูปที่ 3-1 ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

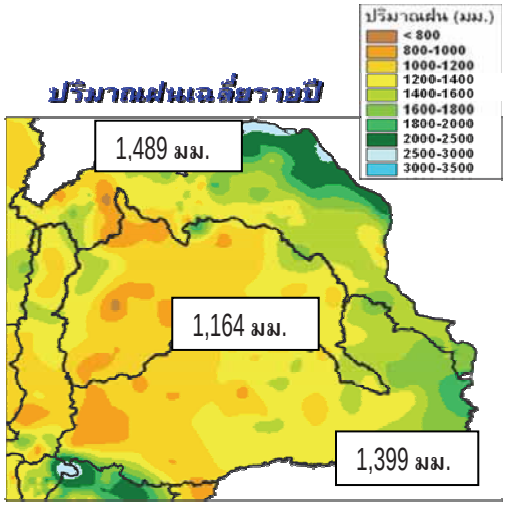
ลุ่มน้ำชีและมูลมีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำรวมกันเท่ากับ 119,177 ตร.กม.หรือร้อยละ 70.57 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครอบคลุมพื้นที่ 16 จังหวัด คือ จังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา ขอนแก่น เลย อุดรธานี หนองบัวลำภู สกลนคร มหาสารคาม ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ยโสธร อำนาจเจริญ และอุบลราชธานี พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรมถึงร้อยละ 77.53 แยกออกเป็นพื้นที่นาข้าวร้อยละ 55.12 และพื้นที่ปลูกพืชไร่ร้อยละ 22.03 พืชไร่หลัก ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพด มีพื้นที่ป่าไม้เพียงร้อยละ 16.5 (รูปที่ 3-2) (ศูนย์สารสนเทศกรมพัฒนาที่ดิน 2545) ทั้งนี้พื้นที่เกษตรในลุ่มน้ำชี-มูลส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่อาศัยน้ำฝน ซึ่งกิจกรรมทางด้านการเกษตรต่างๆ ตกอยู่ใต้อิทธิพลของสภาพอากาศโดยตรง

[1] สรุปจาก รายงาน "ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: ศักยภาพเชิงพื้นที่เพื่อการพัฒนา" โดย ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2537



รูปที่ 3-2 การใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลักษณะภูมิอากาศในลุ่มน้ำชี-มูลเป็นแบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26.9 องศาเซลเซียล โดยมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.7 องศาเซลเซียล และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.26 องศาเซลเซียล จากค่าสถิติข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2536-2551 พบว่า อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนเมษายน และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในเดือนธันวาคม ลุ่มน้ำชี-มูล ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้เกิดฝนตกในเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และมีสภาพอากาศหนาวเย็นในช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ อย่างไรก็ตามการเริ่มต้นและการสิ้นสุดของมรสุมทั้งสองชนิดอาจผันแปรจากปกติและแตกต่างกันในแต่ละปี กลุ่มจังหวัดที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงประกอบด้วย จังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี และบริเวณตอนล่างของจังหวัดขอนแก่นและมหาสารคาม โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27-28 องศาเซลเซียล ลักษณะการกระจายตัวของฝนในช่วงฤดูฝนในลุ่มน้ำชี-มูล แบ่งเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงแรก ระหว่างกลางเดือนพฤษภาคม-กลางเดือนกรกฎาคม ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่มีปริมาณฝนน้อยกว่าในช่วงหลัง ช่วงที่สอง ระหว่างกลางเดือนกรกฎาคม-กลางเดือนตุลาคม ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ประกอบกับอิทธิพลของพายุหมุนจากทะเลจีนใต้ที่พัดผ่านเข้ามาในประเทศ ทำให้มีปริมาณฝนค่อนข้างมากและมีการกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ ซึ่งโดยภาพรวมแล้ว ปริมาณฝนเฉลี่ยที่ตกในลุ่มน้ำชี-มูลมีค่าเท่ากับ 1,281 มม.ต่อปี ปริมาณฝนเฉลี่ยในลุ่มน้ำมูลสูงกว่าในลุ่มน้ำชี (1,399 และ 1,164 มม.ต่อปี) ปริมาณน้ำท่ารวม 15,407 ล้านลบ.เมตรต่อปี ช่วงเดือนที่ฝนตกสูงคือ เดือนสิงหาคม-กันยายน อย่างไรก็ตาม ปริมาณฝนในลุ่มน้ำชี-มูลมีความแปรปรวนเชิงพื้นที่ กล่าวคือ ปริมาณน้ำฝนจะเพิ่มขึ้นจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ ไปทางทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือ การกระจายตัวของฝนในพื้นที่ค่อนข้างสูง มักปรากฏในบริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือและบางส่วนของทิศตะวันออกเฉียงใต้ของลุ่มน้ำชี-มูล บริเวณจังหวัดเลย อุดรธานี หนองบัวลำภู สกลนคร ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ ศรีสะเกษ ยโสธร อำนาจเจริญ และอุบลราชธานี (รูปที่ 3-3)



รูปที่ 3-3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลุ่มน้ำชี-มูล มีปัญหาภัยพิบัติเกิดขึ้นเป็นประจำและตามฤดูกาล ไม่ว่าจะเป็นปัญหาภัยแล้งหรืออุทกภัย โดยอุทกภัยที่เกิดขึ้นจะสร้างความเสียหายแก่พื้นที่เกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะพื้นที่นาข้าว พื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมซ้ำซากซึ่งอยู่ริมลำน้ำหลัก ดังที่แสดงในรูปที่ 3.4 ซึ่งจังหวัดที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยสูง ได้แก่ จังหวัดสุรินทร์ ร้อยเอ็ด และ บุรีรัมย์ สำหรับปัญหาภัยแล้ง มักจะเกิดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-กรกฎาคม ของทุกปี จากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา พื้นที่ที่มีปัญหาเรื่องความแห้งแล้ง จะปรากฏทางตะวันตกของภูมิภาค อันได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม และพื้นที่บางส่วนของจังหวัดร้อยเอ็ด และบุรีรัมย์ พื้นที่ส่วนใหญ่ประสบภัยแล้งซ้ำซาก ดังแสดงในรูปที่ 3.5

รูปที่ 3-4 พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากในลุ่มน้ำชี-มูล (*ที่มา: สถาบันวิจัย พัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*)

รูปที่ 3-5 พื้นที่ประสบภัยแล้งซ้ำซากในลุ่มน้ำชี-มูล (*ที่มา: สถาบันวิจัย พัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*)

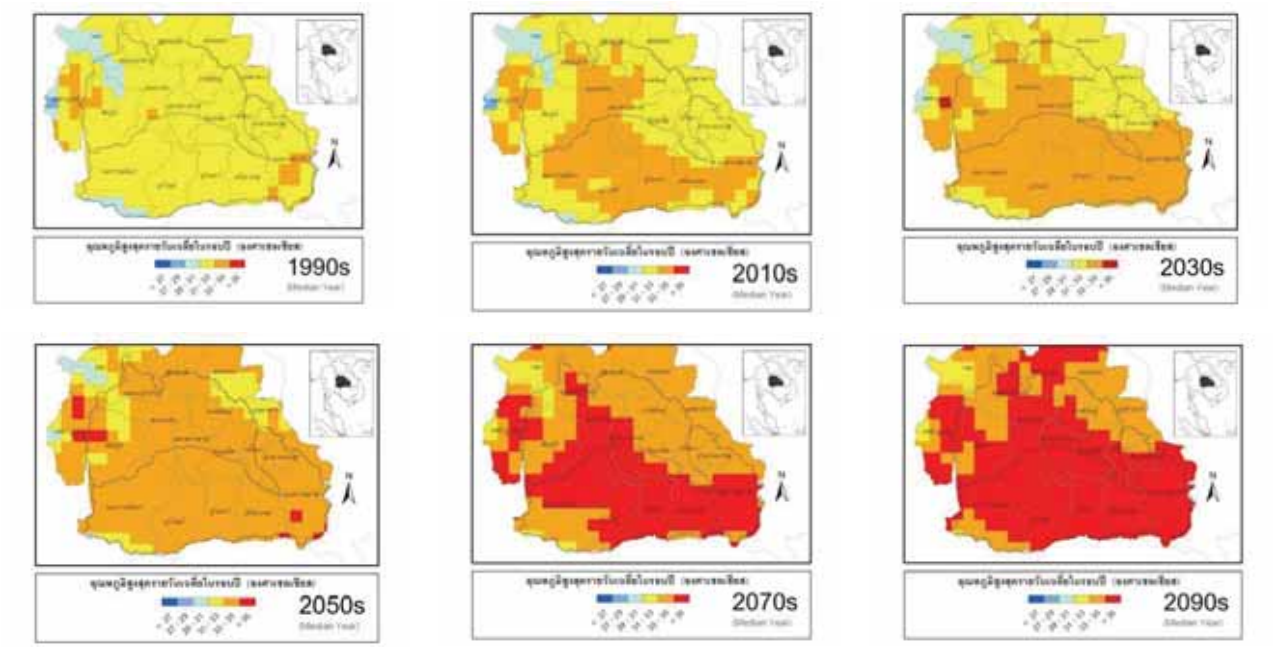
การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความเสี่ยงและความล่อแหลมของระบบการผลิตการเกษตรและกลุ่มสังคมต่างๆ ที่เชื่อมโยงกับระบบการผลิตนั้น โดยเฉพาะกลุ่มชาวไร่ชาวนาซึ่งเป็นคนกลุ่มใหญ่ในสังคมและส่วนใหญ่มีฐานะยากจน จึงเป็นเรื่องสำคัญและเป็นความจำเป็นเพื่อที่จะนำไปสู่การวางแผนนโยบายเพื่อรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว โดยมีเป้าหมายที่จะลดภาวะเสี่ยงต่อความเดือดร้อนของประชาชนลงให้ได้มากที่สุด นอกจากนั้นความรู้ความเข้าใจนี้ยังอาจนำไปสู่การวางแผนเพื่อรองรับหรือแสวงประโยชน์จาก การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประเทศชาติได้อีกด้วย

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในเขตลุ่มน้ำชี-มูล

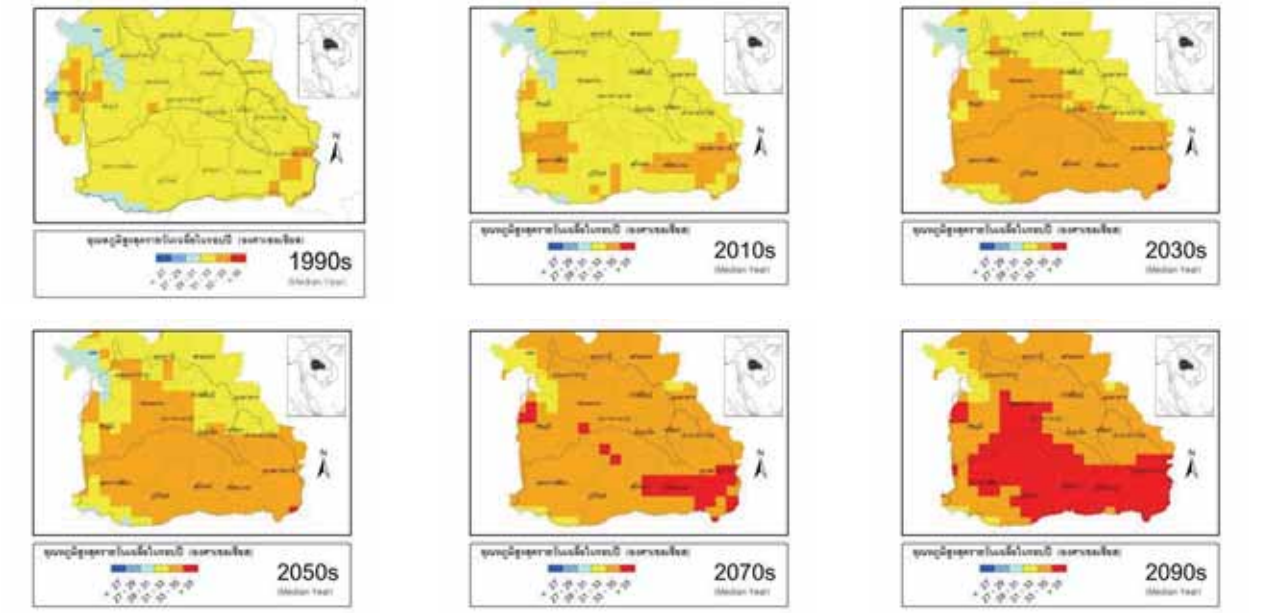
การประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในลุ่มน้ำชี-มูลนี้เป็นการทบทวนและสรุปผลจากการศึกษาภาพฉายการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทย (ศุภกร ชินวรรโณ และคณะ, 2552) ซึ่งเป็นการจัดทำภาพฉายอนาคตของสภาพอากาศในประเทศไทยตลอดช่วงศตวรรษที่ 21 นี้ โดยใช้ผลจากการจำลองสภาพอากาศอนาคตจากข้อมูลแบบจำลองภูมิอากาศโลก และคำนวณเพิ่มรายละเอียดในพื้นที่ประเทศไทยโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่นเป็นพื้นฐาน โดยทำการจำลองภูมิอากาศอนาคตที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ในลักษณะตาราง (grid) ขนาด 0.22° และ rescale เป็นขนาด 0.2° หรือ ประมาณ 20 กิโลเมตร โดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS (Providing REgional Climates for Impacts Studies) (http://precis.metoffice.com/) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Hadley Centre for Climate Prediction and Research, The Met Office ประเทศอังกฤษ ทั้งนี้ได้ใช้ชุดข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 GCM ซึ่งดำเนินการโดย Max-Planck-Institute for Meteorology (MPI) and Deutsches Klimarechenzentrum (DKRZ) ซึ่งคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ A2 และ B2 ตามมาตรฐานของ Inter-govermental Panel on Climate Change (IPCC) เป็นข้อมูลตั้งต้นในการคำนวณ (IPCC, 2000) ผลที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศนี้ ได้นำมาเข้ากระบวนการจัดทำภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย ซึ่งมีการปรับค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่สำคัญให้สอดคล้องกับข้อมูลอากาศจากการตรวจวัด

เมื่อพิจารณาภาพฉายอนาคตของสภาพภูมิอากาศอนาคตโดยสรุปแล้ว พบว่า พื้นที่โดยส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำชี-มูล ในปัจจุบันมีอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในรอบปีอยู่ที่ประมาณ 31-33^{o}C และในอนาคตจะค่อย ๆ ขยับเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยพื้นที่ที่จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นนี้จะขยายตัวจากเขตลุ่มน้ำมูลขึ้นมาทางเหนือจนครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำชีเกือบทั้งหมด ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 3-6 ดังต่อไปนี้

ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ A2



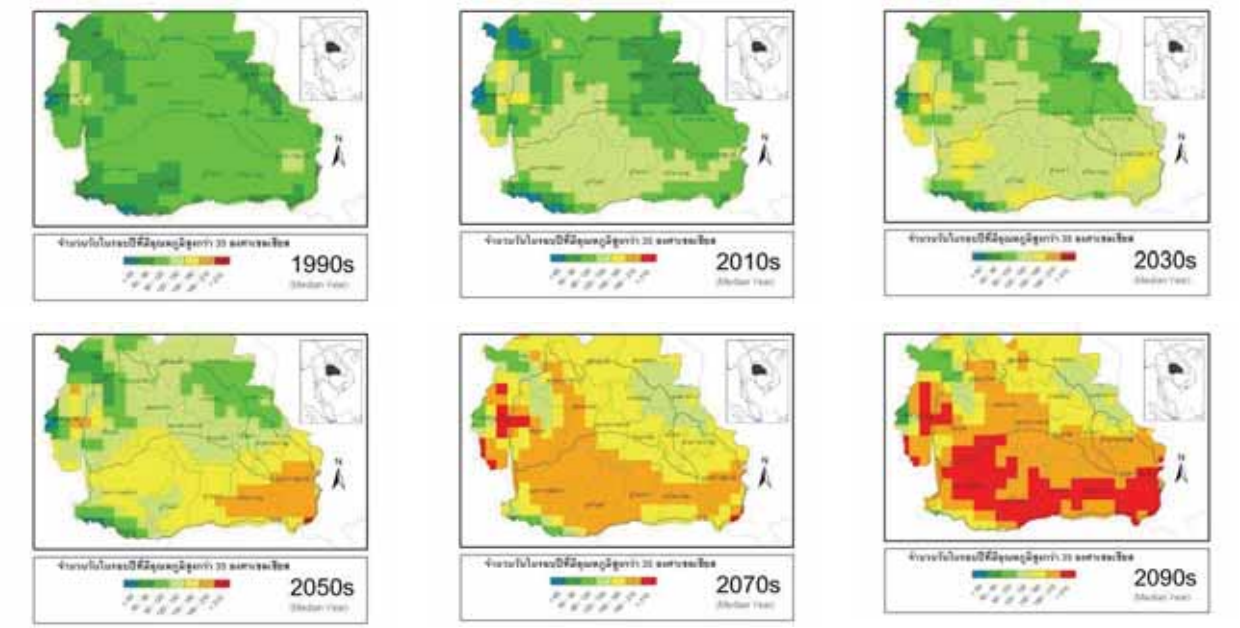
ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ B2



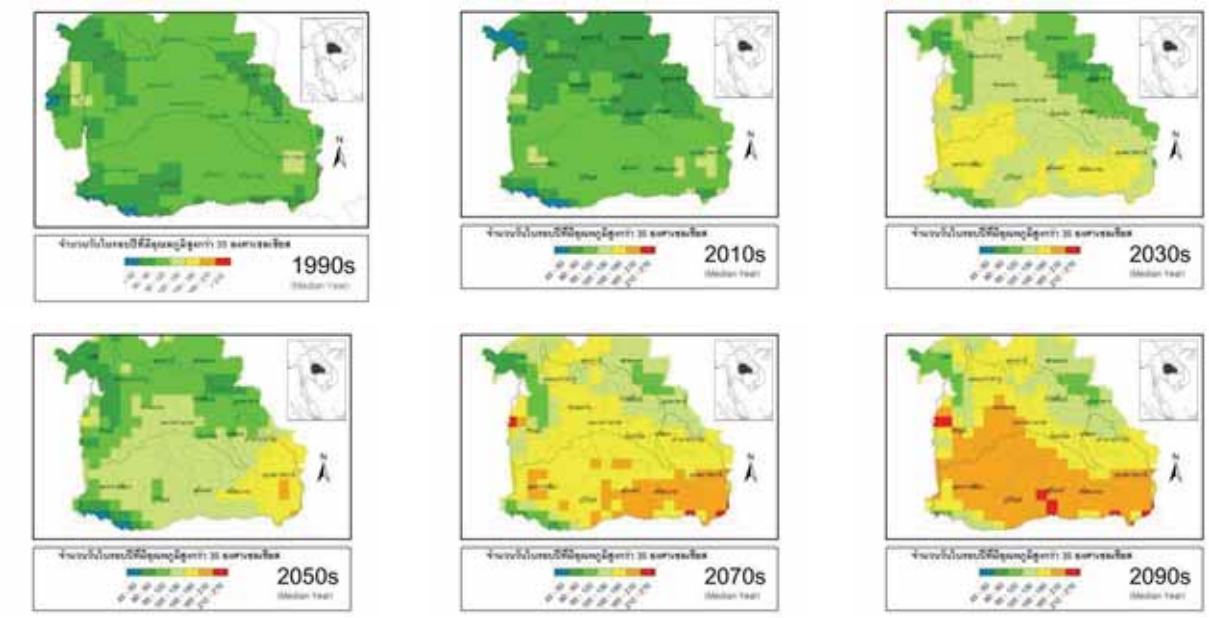
รูปที่ 3-6 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยตลอดช่วงศตวรรษ

ในประเด็นเรื่องอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นนี้ การพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในอนาคตยังจำเป็นต้องมองถึงการเปลี่ยนแปลงในเชิงการเปลี่ยนแปลงด้านช่วงเวลาด้วย กล่าวคือ ผลของการจำลองสภาพภูมิอากาศอนาคตแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำชี-มูลนี้จะมีช่วงเวลาที่อากาศร้อนในรอบปียาวนานมากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยที่ในปัจจุบันนี้พื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลมีวันที่อากาศร้อนกว่า 35ºC อยู่ประมาณ 3-4 เดือนต่อปี แต่ในอนาคตในช่วงกลางคริสตศตวรรษนี้ พื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลจะมีช่วงเวลาที่มีอากาศร้อนยาวนานขึ้นอีกประมาณ 1 เดือน และบางพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำมูลอาจจะมีหน้าร้อนยาวขึ้นกว่าปัจจุบันถึง 2 เดือน แนวโน้มของระยะเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปีนี้จะยิ่งยืดยาวขึ้นเรื่อยๆ ไปจนช่วงปลายศตวรรษ โดยที่ในช่วงเวลานั้นพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำชี-มูลอาจจะมีหน้าร้อน หรือจำนวนวันที่อากาศร้อนกว่า 35ºC นานถึง 6-8 เดือนต่อปี ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าหน้าร้อนในอนาคตจะยาวขึ้นเป็น 2 เท่าของปัจจุบัน ซึ่งพื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำจะมีระยะเวลาที่อากาศร้อนในรอบปียาวนานกว่าพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำ ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 3-7 ดังต่อไปนี้

ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ A2



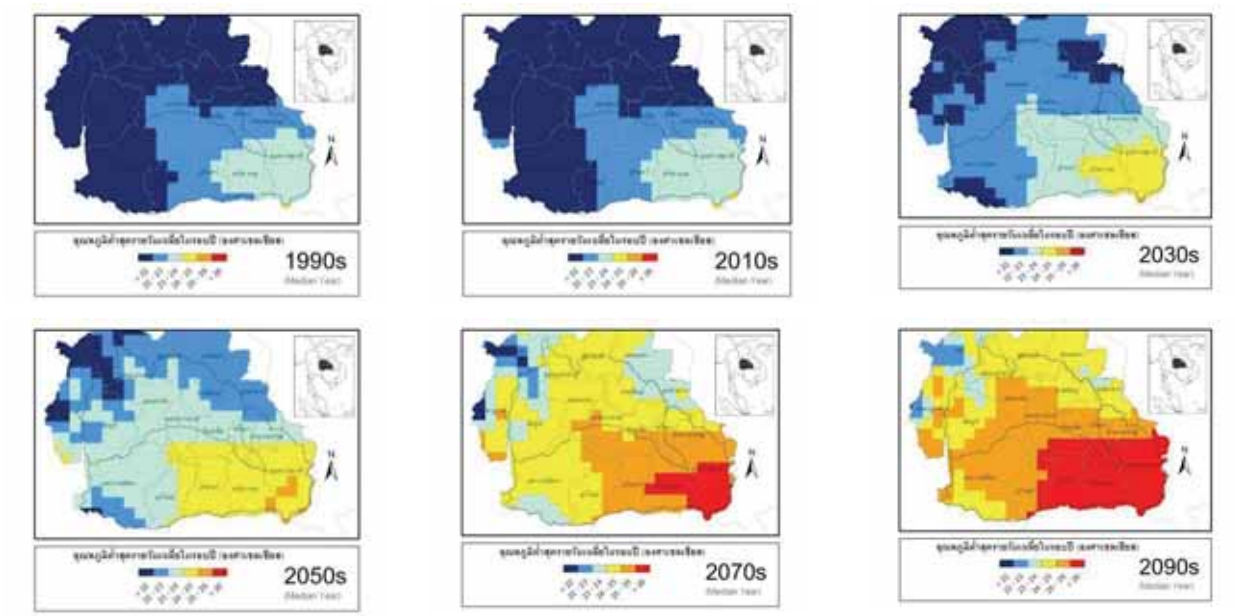
ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ B2



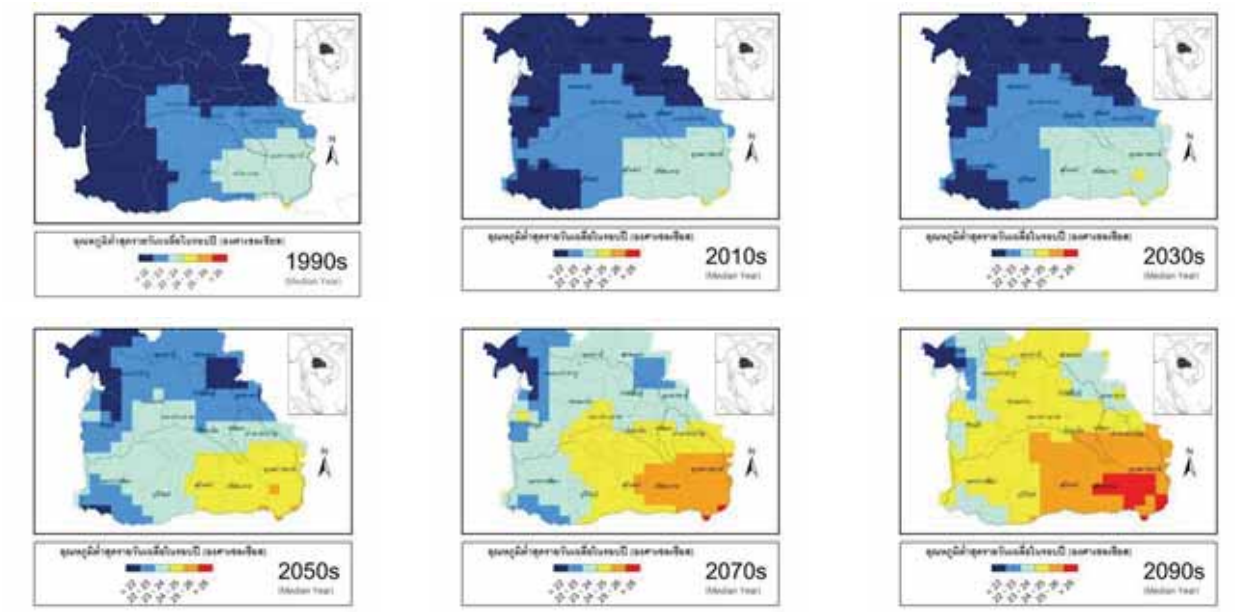
รูปที่ 3-7 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาที่มีอากาศร้อน (>35^{0}C) ในรอบปีเฉลี่ยตลอดช่วงทศวรรษ

ในส่วนของอุณหภูมิต่ำสุดรายวันหรืออุณหภูมิกลางคืนก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน และระยะเวลาที่มีอากาศเย็นในรอบปี หรือจำนวนวันที่มีอุณหภูมิต่ำสุดต่ำกว่า 16^{0}C ในรอบปีก็จะลดน้อยลง หรือกล่าวในอีกนัยหนึ่งก็คือ หน้าหนาวในอนาคตจะหดสั้นลง ซึ่งจะเห็นได้ชัดตั้งแต่ช่วงกลางคริสตศตวรรษเป็นต้นไป พื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำชี-มูลอาจจะไม่มีหน้าหนาวอย่างเช่นที่เคยเป็นอยู่อีกต่อไป โดยภายในช่วงปลายของศตวรรษนี้ลุ่มน้ำชี-มูลอาจมีช่วงอากาศเย็นเหลืออยู่เพียงช่วงเวลาสั้นๆ 1-2 สัปดาห์ต่อปีเท่านั้น รูปที่ 3-8 และ 3-9 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ ซึ่งพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปพื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงที่สูงกว่าพื้นที่ตอนเหนือของลุ่มน้ำ

ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ A2

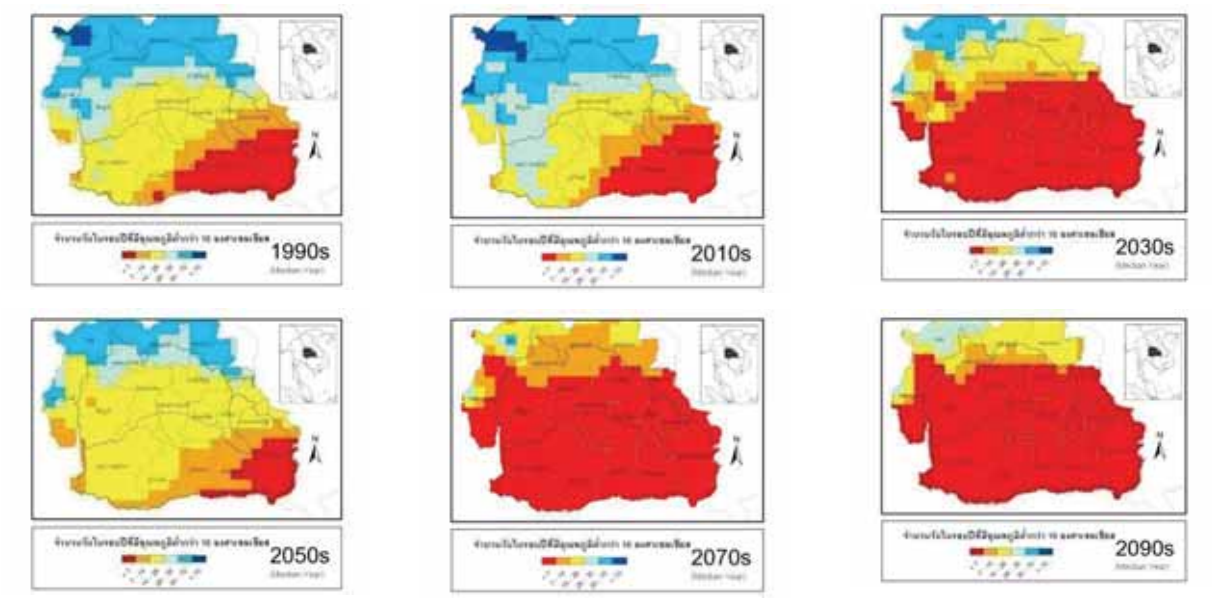


ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ B2

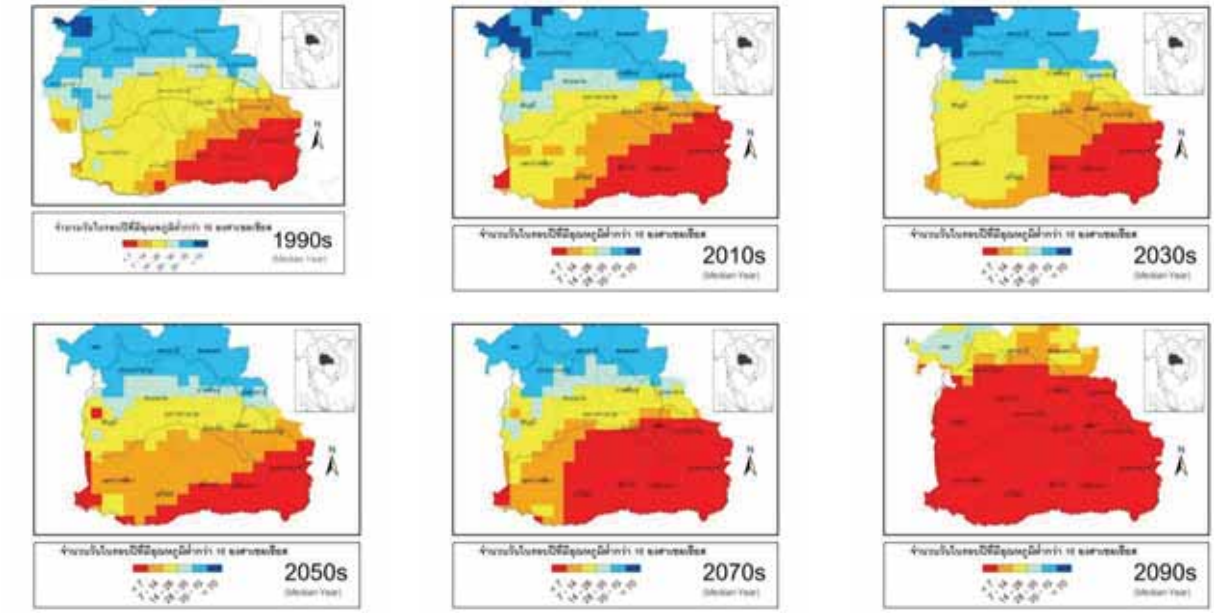


รูปที่ 3-8 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุดรายวันเฉลี่ยตลอดช่วงทศวรรษ

ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ A2



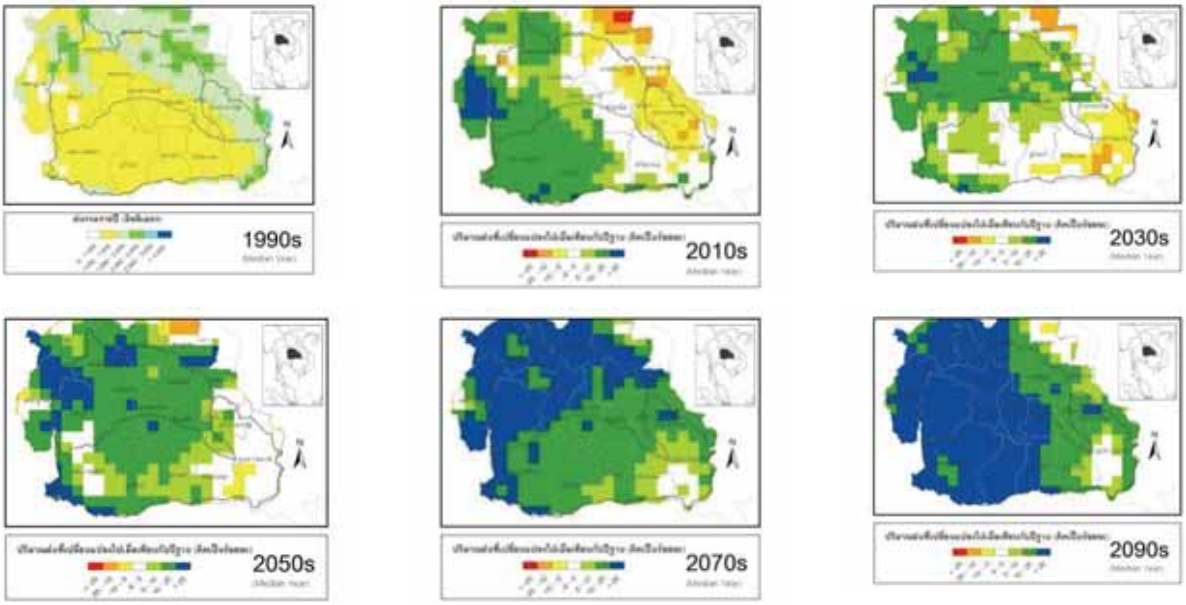
ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ B2



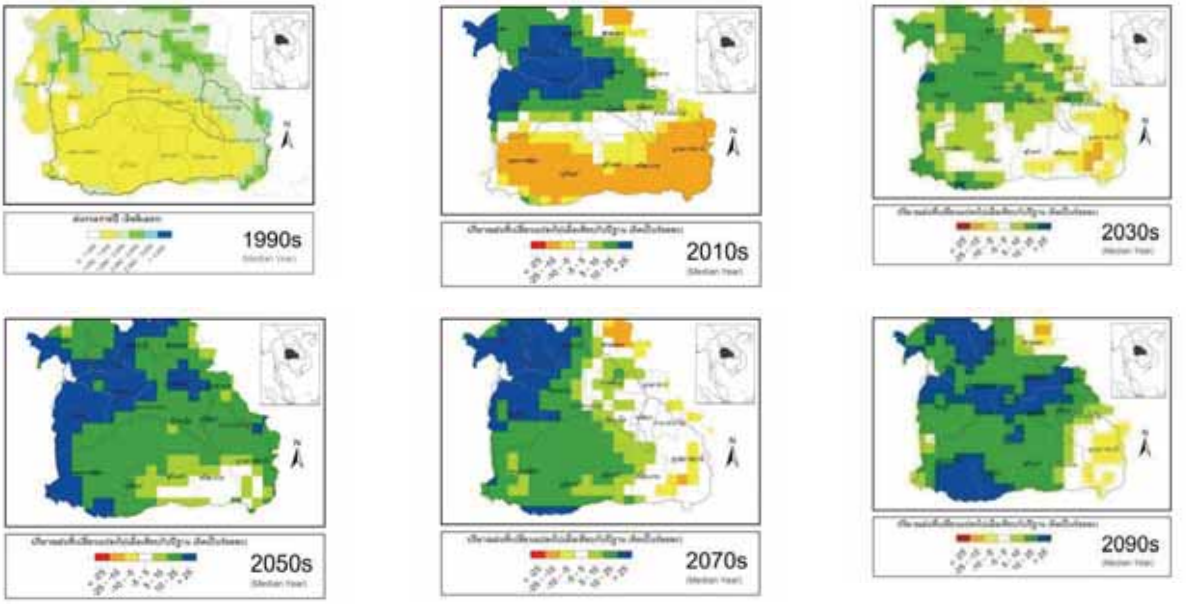
รูปที่ 3-9 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาที่มีอากาศเย็น (<16°C) ในรอบปีเฉลี่ยตลอดช่วงทศวรรษ

ในส่วนของปริมาณฝนรายปีนั้น ผลจากการจำลองสภาพภูมิอากาศชี้ให้เห็นว่าปริมาณฝนรายปีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ไปจนถึงช่วงปลายคริสตศตวรรษ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อาจจะมีฝนเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 10-15% ในช่วงกลางศตวรรษ และอาจเพิ่มสูงขึ้นกว่า 25% ในช่วงปลายศตวรรษ โดยเฉพาะในพื้นที่ต้นแม่น้ำชีและแม่น้ำมูล ดังที่แสดงในรูปที่ 3-10 และรูปที่ 3-11 แสดงถึงปริมาณฝนรวมรายปีในพื้นที่ต่างๆ ของลุ่มน้ำชี-มูล

ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ A2

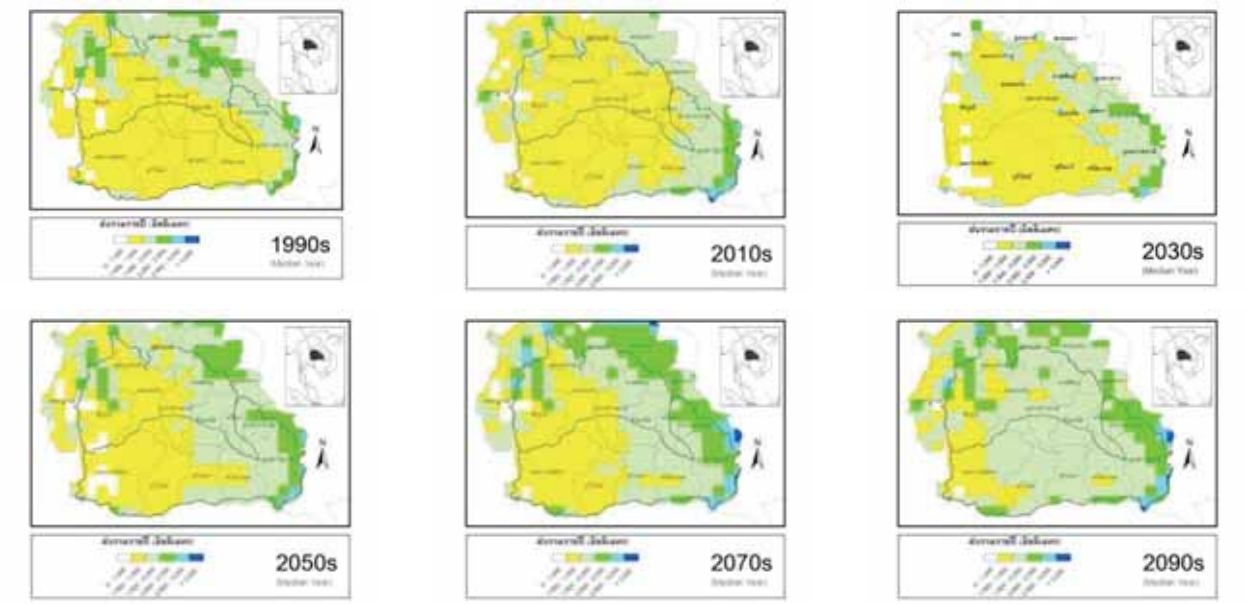


ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ B2

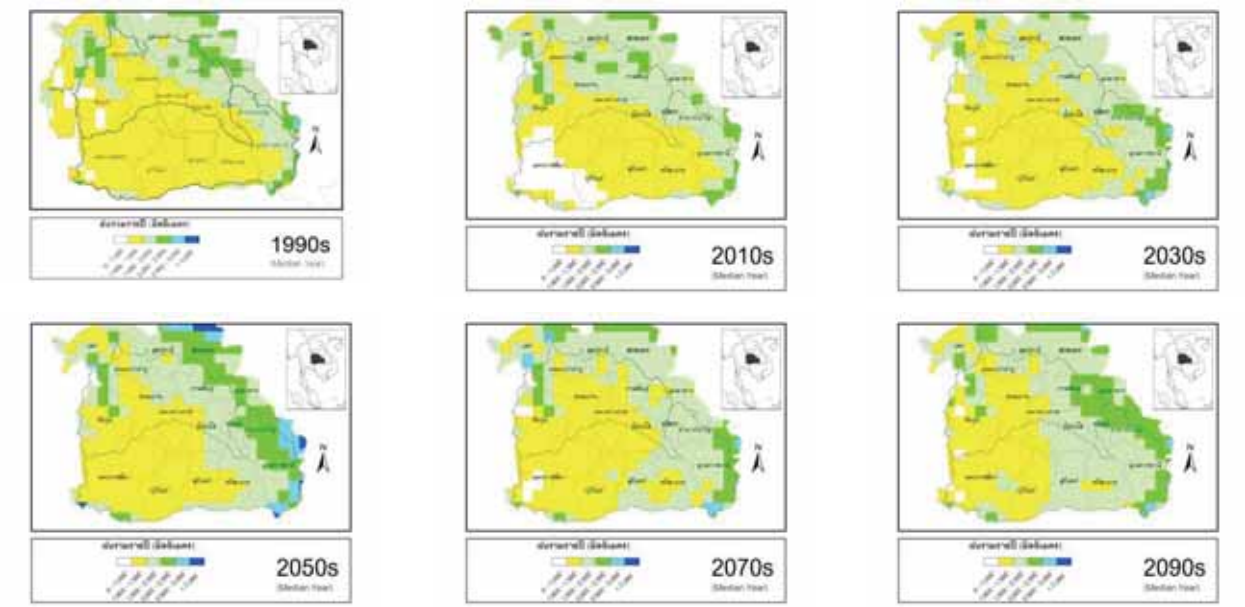


รูปที่ 3-10 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรวมในรอบปีเฉลี่ยตลอดช่วงทศวรรษเมื่อเทียบกับทศวรรษที่ 1990s

ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ A2



ภูมิอากาศอนาคตตามแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแบบ B2



รูปที่ 3-11 แผนที่แสดงปริมาณฝนรวมในรอบปีเฉลี่ยตลอดช่วงทศวรรษในอนาคต

ผลสรุปจากภาพฉายอนาคตของภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล แสดงให้เห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจะเริ่มสังเกตุเห็นได้ชัดในช่วงเวลาอีกประมาณ 2-3 ทศวรรษข้างหน้า ซึ่งเป็นที่คาดหมายกันว่าการเปลี่ยนแปลงทั้งในเชิงอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น และระยะเวลาที่มีอากาศร้อนยาวนานมากขึ้น อีกทั้งปริมาณตลอดจนการกระจายตัวของฝนรายปีซึ่งมีแนวโน้มจะเปลี่ยนแปลงไปนั้นน่าจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล

3.1 การประมาณการผลผลิตพืชเศรษฐกิจหลักในลุ่มน้ำชี-มูลจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

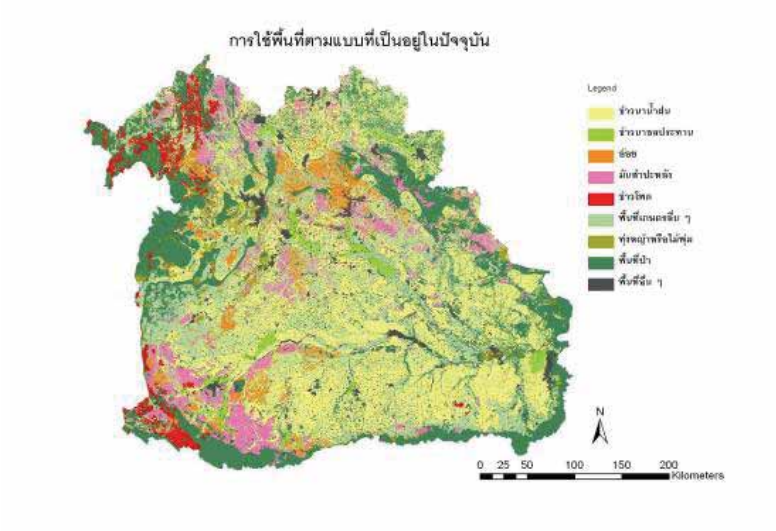
การศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตของพืชเศรษฐกิจหลักในลุ่มน้ำชี-มูล ดำเนินการโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อจำลองผลผลิตภายใต้เงื่อนไขที่สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลสภาพอากาศอนาคตที่เป็นผลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ โดยทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงผลผลิตพืชไร่-นาหลัก 4 ชนิด คือ ข้าว ข้าวโพด อ้อย และ มันสำปะหลัง ภายใต้สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตตามภาพฉายอนาคตของภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้การวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตการเกษตรของพืชไร่-นานี้ ใช้ Software แบบจำลองคณิตศาสตร์ Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT)[2] และใช้ข้อมูลนำเข้าสภาพอากาศอนาคตจากภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทย (ศุภกร ชินวรรโณ และคณะ, 2552)

การใช้ Software แบบจำลองผลผลิตการเกษตร DSSAT นี้เพื่อวิเคราะห์ผลผลิตพืชไร่นาในประเทศไทยได้มีการใช้งานอย่างต่อเนื่องมาระยะหนึ่งแล้ว และได้มีการศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตจากการคำนวณของแบบจำลองเทียบกับผลผลิตจากแปลงทดลองซึ่งมีความสอดคล้องและแม่นยำเป็นที่ยอมรับได้ (เกริก ปั้นเหน่งเพชร และคณะ. 2552)

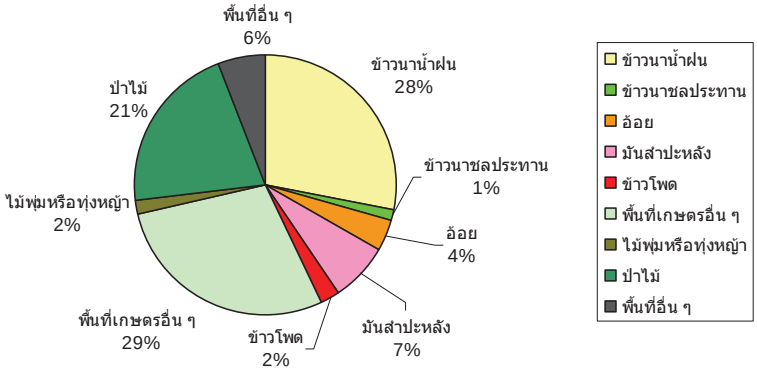
การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตพืชเกษตรหลักในลุ่มน้ำชี-มูลนี้ ใช้รูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามรูปแบบที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและกำหนดให้คงที่ตลอดไปในอนาคต (Business as usual - BAU) โดยกำหนดให้เป็นภาพฉายอนาคตในรูปแบบหนึ่ง ทั้งนี้ยึดสมมุติฐานว่า พื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกในปัจจุบันมีความเหมาะสมในการใช้พื้นที่ ซึ่งกำหนดตามความรู้และประสบการณ์ของเกษตรกรเอง เสมือนผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาระดับหนึ่งแล้วว่าเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตพืชดังกล่าวได้จริง ซึ่งพื้นที่การผลิตที่นำมาใช้วิเคราะห์ตามแนวทางที่เป็นอยู่นี้ ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่จากข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งได้จัดทำขึ้นเป็นโปรแกรม Agzone 1.0 (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมพัฒนาที่ดิน, 2544) อันเป็นผลจากการแปลภาพดาวเทียมโดยมีพื้นที่ศึกษาครอบคลุมขอบเขต 15 จังหวัดบนลุ่มน้ำชี - มูล มีพื้นที่รวมประมาณ 96.7 ล้านไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ป่าประมาณ 21 ล้านไร่ พื้นที่เกษตรประมาณ 67.8 ล้านไร่ สิ่งก่อสร้าง, ที่อยู่อาศัย หรือ ย่านชุมชนประมาณ 3.8 ล้านไร่ ทะเลสาบ, อ่างเก็บน้ำ, พื้นที่ชุ่มน้ำประมาณ 1.9 ล้านไร่ และพื้นที่อื่นๆ อีกประมาณ 2 ล้านไร่ แต่อย่างไรก็ดี ในสภาพความเป็นจริงแล้ว พื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำชี-มูล มีการเปลี่ยนแปลงบ้างในช่วงเวลาปีต่อปีโดยขึ้นกับราคาของพืชผลการเกษตรในฤดูกาลก่อนหน้านั้นเป็นแรงขับดันหลัก และอาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว ดังจะเห็นได้จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ได้จัดทำขึ้นเป็นระยะๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ทำการเกษตรตามการสำรวจมีความแตกต่างจากพื้นที่ที่คำนวณได้จากข้อมูลเชิงพื้นที่จากโปรแกรม Agzone 1.0 ของกรมพัฒนาที่ดิน แต่อย่างไรก็ดี การศึกษานี้ใช้พื้นที่เพาะปลูกตามแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในโปรแกรม Agzone 1.0 เนื่องจากมีข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับแบบจำลอง DSSAT ในการวิเคราะห์ผลผลิตการเกษตรของพืชไร่นาแต่ละชนิดได้

[2] DSSAT เป็น software ที่พัฒนาขึ้นโดย International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer (IBSNAT) ซึ่งเป็นโครงการภายใต้การสนับสนุนของ U.S. Agency for International Development ในระหว่างช่วงปี 1983 – 1993 และได้รับการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่องโดยความร่วมมือของนักวิทยาศาสตร์จากหลายสถาบัน ได้แก่ University of Florida, the University of Georgia, University of Guelph, University of Hawaii, the International Center for Soil Fertility and Agricultural Development, Iowa State University เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป พื้นที่การผลิตในปัจจุบันมีรูปแบบพื้นที่และสัดส่วนการใช้ที่ดินดังที่แสดงในรูปที่ 3.12



Scenario 1: Business as Usual



รูปที่ 3-12 รูปแบบและสัดส่วนของพื้นที่เพาะปลูกในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล ตามรูปแบบการใช้พื้นที่เพาะปลูกแบบที่เป็นอยู่ (Business as usual)

ทั้งนี้ สามารถสรุปพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่นาแต่ละชนิดในลุ่มน้ำชี-มูล ตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (BAU) ได้ดังที่แสดงในตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3-1 พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่นาแต่ละชนิดในลุ่มน้ำชี-มูล ตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (BAU)

				(หน่วย: ล้านไร่)
ข้าวนาปี	**ข้าวนาปรัง**	**มันสำปะหลัง**	**อ้อย**	**ข้าวโพด**
27.12	1.25	7.11	3.74	2.30

3.1.1 การเปลี่ยนแปลงผลผลิตพืชเศรษฐกิจหลักในเขตลุ่มน้ำชีมูลในอนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

การคำนวณผลผลิตพืชไร่-นาในเขตลุ่มน้ำชีมูลในอนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการศึกษานี้ ได้มีการคำนวณโดยใช้ software แบบจำลองผลผิตพืช DSSAT และใช้ข้อมูลสภาพอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ตามภาพฉายอนาคตแบบ A2 และ B2 ซึ่งคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS เป็นข้อมูลนำเข้าในการคำนวณผลผลิตอนาคต โดยใช้เงื่อนไขการบริหารจัดการแปลงเพาะปลูกหลายเงื่อนไข โดยเฉพาะวิธีการให้ปุ๋ยซึ่งมีการประเมินผลผลิตในอนาคตตามการให้ปุ๋ยตามข้อแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (Recommended or current practice) และการให้ปุ๋ยตามความเหมาะสมของดิน (Attainable Yield) รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก 3 อย่างไรก็ดี การสรุปผลการเปลี่ยนแปลงผลผลิตพืชไร่-นาในเขตลุ่มน้ำชีมูลในอนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยละเอียดในรายงานนี้ ซึ่งจะนำไปใช้ประเมินความเสี่ยงของภาคส่วนการเกษตรในอนาคตต่อไปนั้น ยึดผลการคำนวณตามการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแบบ A2 และการให้ปุ๋ยตามข้อแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งแสดงถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในทางที่มากที่สุด (worst case scenario) และสะท้อนถึงกิจกรรมการเกษตรตามรูปแบบที่เป็นอยู่จริง ทั้งนี้ผลการประเมินการเปลี่ยนผลผลิตพืชเศรษฐกิจหลักในเขตลุ่มน้ำชีมูลในอนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตามภาพฉายอนาคตแบบ B2 นั้น ก็แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับที่น้อยกว่า (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก 4)

สรุปผลการวิเคราะห์ผลผลิตการเกษตรในเขตลุ่มน้ำชีมูลภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้ ได้ทำการสรุปโดยแสดงภาพรวมในช่วงเวลา 30 ปีซึ่งถือเป็นวงรอบของภูมิอากาศ และแบ่งสรุปออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ 2010s-2030s / 2040s -2060s / 2070s-2090s โดยทำการเปรียบเทียบกับช่วงปีฐาน (1995-2004) ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของผลผลิตในปัจจุบัน และแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงผลผลิตในอนาคตโดยสามารถสรุปได้ดังในตาราง 3-2 ต่อไปนี้

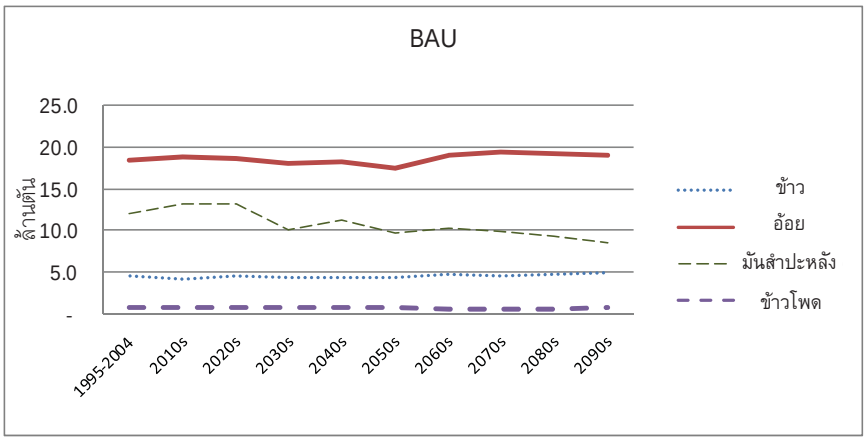
ตารางที่ 3-2 ผลผลิตพืชไร่-นาในเขตลุ่มน้ำชีมูลในอนาคตตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (BAU) ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

				(หน่วย: ล้านตัน)
กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำชี	1995-2004	2010s - 30s	2040s - 60s	2070s - 90s
ข้าวนาปี ฤดูฝน	4.08	4.03	4.19	4.43
ข้าวนาปรัง ฤดูแล้ง	0.40	0.37	0.32	0.28
มันสำปะหลัง	12.09	12.23	10.48	9.31
อ้อย	18.51	18.63	18.37	19.33
ข้าวโพด	0.84	0.78	0.70	0.67
กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำมูล	1995-2004	2010s - 30s	2040s - 60s	2070s - 90s
ข้าวนาปี ฤดูฝน	7.19	7.20	7.30	7.84
ข้าวนาปรัง ฤดูแล้ง	0.56	0.52	0.45	0.37
มันสำปะหลัง	15.44	14.55	13.08	11.09
อ้อย	10.3	9.98	9.91	10.11
ข้าวโพด	0.47	0.41	0.37	0.34

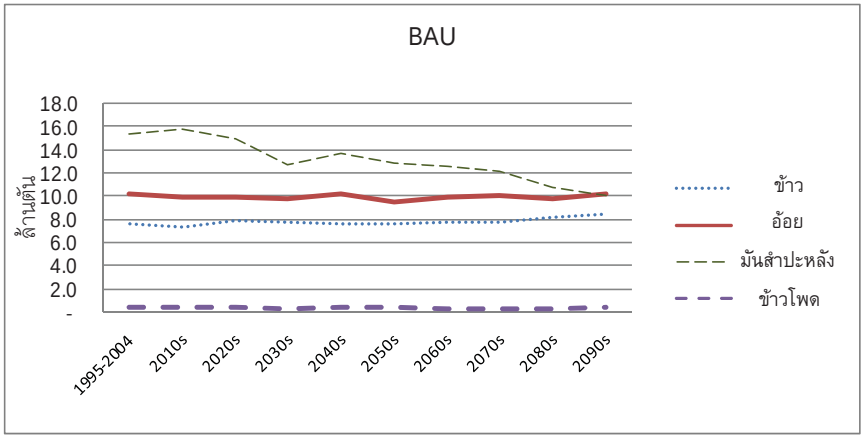
เมื่อพิจารณาผลผลิตพืชไร่-นา ของกลุ่มจังหวัดในลุ่มน้ำชีและมูลในรายละเอียดรายทศวรรษจะพบว่า พืชที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมากคือ มันสำปะหลัง ซึ่งมีแนวโน้มลดต่ำลงอย่างต่อเนื่องทั้งในเขตพื้นที่กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำชีและกลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำมูล ทั้งนี้ผลผลิตมันสำปะหลังในกลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำมูลจะมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อนาคตระยะใกล้ไปจนสิ้นศตวรรษ ส่วนผลผลิตมันสำปะหลังในกลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำชีจะเริ่มลดลงในช่วงกลางศตวรรษและมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องไปจนสิ้นศตวรรษ ทั้งนี้ผลผลิตรวมของลุ่มน้ำชี-มูลจากระดับการผลิตที่ประมาณ 27 ล้านตันต่อปีจะเริ่มลดลงเหลือประมาณ 26 ล้านตันต่อปีในอนาคตระยะใกล้ และลดลงเหลือเพียง 23 ล้านตันต่อปี และ 20 ล้านตันต่อปี ในอนาคตระยะกลางและระยะยาวตามลำดับ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ผลผลิตมันสำปะหลังรวมจะลดลงประมาณ 2.7% ในช่วงต้นศตวรรษ และลดลงเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยช่วงกลางศตวรรษจะลดลงประมาณ 14.4% และลดลงถึง 26.3% ในช่วงปลายศตวรรษ

สำหรับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการผลิตพืชไร่-นาอื่น ๆ นั้น ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในอนาคต ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตมากนัก ทั้งนี้ผลผลิตข้าวโดยรวมมีการแกว่งตัวในช่วงแคบ ๆ โดยผลผลิตยังคงอยู่ที่ระดับประมาณ 11-12 ล้านตันต่อปี ตลอดช่วงศตวรรษที่ 21 นี้ โดยมีแนวโน้มที่ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยผลผลิตข้าวรวมจะเพิ่มขึ้นประมาณ 4.7% ในช่วงกลางศตวรรษและเพิ่มขึ้นประมาณ 13.1% ในช่วงปลายศตวรรษ ผลผลิตอ้อยค่อนข้างคงที่อยู่ที่ระดับประมาณ 28 ล้านตันต่อปีไปจนช่วงกลางศตวรรษ และมีแนวโน้มที่ดีขึ้นเล็กน้อยในช่วงปลายศตวรรษ โดยอาจเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันประมาณ 2% ส่วนผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงลดลงเพียงเล็กน้อย โดยผลผลิตที่เป็นอยู่ในปัจจุบันประมาณ 1.3 ล้านตันต่อปีจะลดลงเหลือประมาณ 1.2 ล้านตันต่อปีในอนาคต

ผลผลิตพืชไร่-นาทั้ง 4 ชนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลในอนาคต สามารถสรุปเป็นรายทศวรรษ แยกตามลุ่มน้ำได้ดังแสดงในรูปที่ 3-13 และ 3-14 เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนมากขึ้นดังต่อไปนี้



รูปที่ 3-13 ผลผลิตพืชไร่-นาในกลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำชีในอนาคตตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (BAU) ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ



รูปที่ 3-14 ผลผลิตพืชไร่-นาในกลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำมูลในอนาคตตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (BAU) ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

สรุป ผลการประเมินนี้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตพืชไร่นามากที่สุดคือมันสำปะหลัง โดยที่พืชอื่นได้รับผลกระทบบ้างแต่ไม่มากนัก พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจะแตกต่างกันไปตามพืชแต่ละชนิด ทั้งนี้ข้อสรุปเพิ่มเติมซึ่งอธิบายถึงรายละเอียดของผลผลิตรายพืชโดยเฉลี่ยต่อพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำชีมูลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะช่วยให้เกิดความเข้าใจถึงพื้นที่เสี่ยงในอนาคตได้ดีขึ้น ดังข้อสรุปและแผนที่ผลผลิตพืชไร่-นาโดยเฉลี่ยต่อพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำชีมูล ในภาคผนวก 5

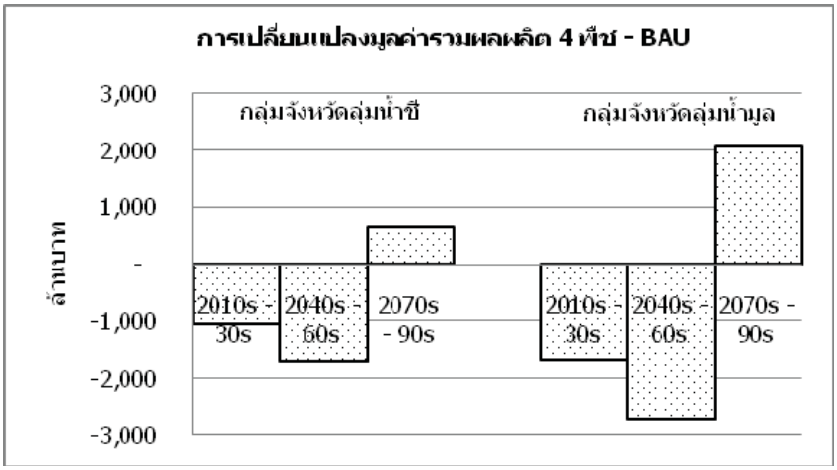
การพิจารณาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อภาคส่วนการเกษตรโดยภาพรวมของแต่ละลุ่มน้ำก็อาจมองได้จากการเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมของผลผลิตพืชทั้ง 4 ชนิด[3] เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยรายปีในปัจจุบัน (ค.ศ. 1995-2004) โดยพิจารณารวมตามกลุ่มจังหวัดในแต่ละลุ่มน้ำ[4] ซึ่งพบว่ามูลค่ารวมผลผลิตในอนาคตระยะใกล้และปานกลางจะลดต่ำลงกว่าปัจจุบันในพื้นที่ทั้งสองลุ่มน้ำ และจะกลับดีขึ้นในช่วงปลายศตวรรษ โดยที่กลุ่มจังหวัดในเขตลุ่มน้ำมูลจะได้รับผลกระทบที่รุนแรงกว่า ในดังที่แสดงในรูปที่ 3-10 ดังต่อไปนี้

[3] การประเมินมูลค่าผลผลิตการเกษตรนี้ ใช้ราคาปัจจุบันคงที่เพื่อให้เข้าใจถึงภาพรวมของผลผลิตการเกษตรเท่านั้น โดยใช้ราคาประเมินของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2552) ดังนี้

- ข้าวนาปี (ข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ ชนิด 100%) ราคา 14,415 บาท/ตัน
- ข้าวนาปรัง ราคา 9,909 บาท/ตัน
- มันสำปะหลัง ราคา 1,170 บาท/ตัน
- อ้อยโรงงาน ราคา 706 บาท/ตัน
- ข้าวโพด ราคา 5,260 บาท/ตัน

http://www.oae.go.th/oae_report/price/price_month_result.php (access 1 December 2009)

[4] พิจารณาเป็นกลุ่มจังหวัด กล่าวคือ กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำชี ได้แก่ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด หนองบัวลำภู อุดรธานี เลย ชัยภูมิ และ กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำมูล ได้แก่ ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ สุรินทร์ อำนาจเจริญ นครราชสีมา อุบลราชธานี ยโสธร



รูปที่ 3-15 การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นาในเขตลุ่มน้ำชีมูลในอนาคตตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (BAU) ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงผลผลิตพืชไร่นาของจังหวัดในลุ่มน้ำชี-มูล ภายใต้สภาพอากาศในอนาคตซึ่งวิเคราะห์ขึ้นโดยการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ภายใต้การคาดการณ์สภาพอากาศอนาคตระยะยาวจากภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้ สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทน (Proxy) ของผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการประเมินความเสี่ยงของจังหวัดในลุ่มน้ำชี-มูลจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ โดยใช้เป็นตัวชี้วัด (Indicator) เพื่อบ่งชี้ถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

3.1.2 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกภายใต้ทิศทางการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมที่แตกต่างกัน และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงผลผลิตในอนาคตภายใต้อิทธิพลการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

โครงสร้างการผลิตพืชไร่-นา ในลุ่มน้ำชี-มูล ในอดีตที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันมีการปรับรูปแบบมาโดยตลอดโดยขึ้นกับทิศทางการพัฒนาและแรงขับดันจากระบบเศรษฐกิจ ส่งผลให้สัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่-นามีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบไป และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการผลิตซึ่งจะส่งผลให้สัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิดต่างๆ ในอนาคตเปลี่ยนแปลงไปนี้ ก็ยังจะดำเนินต่อไปในอนาคตเช่นเดียวกันตามพลวัตของสภาพเศรษฐกิจและสังคม อนึ่ง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ และใช้เวลานานกว่าจะเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงต้องครอบคลุมกรอบเวลาที่นานหลายสิบปี ซึ่งในช่วงเวลานั้น ระบบการเพาะปลูกในพื้นที่ศึกษาอาจจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่หลากหลายภายใต้อิทธิพลของการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมอื่นๆ ด้วยเช่นกัน การเปลี่ยนแปลงในรูปแบบต่างๆ กันเหล่านี้อาจส่งผลให้ความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเพิ่มสูงขึ้น หรืออาจส่งผลให้เกิดการปรับตัวและสามารถรับมือกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ดียิ่งขึ้นกว่าปัจจุบันก็เป็นได้ ดังนั้น ศักยภาพในการปรับโครงสร้างการผลิตพืชไร่นานี้ อาจพิจารณาในอีกแง่หนึ่งในฐานะที่เป็นตัวชี้วัดขีดความสามารถในการปรับตัว (Adaptive capacity หรือ Coping capacity) ต่อการเปลี่ยนแปลงหรือสภาวะเสี่ยงต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้

การทำความเข้าใจกับรูปแบบโครงสร้างการผลิตในอนาคตระยะยาว ซึ่งจะมีผลให้สัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกเปลี่ยนแปลงไปเพื่อใช้ในการวิเคราะห์นี้ขึ้นกับการทำภาพฉายอนาคต (scenario) ภายใต้เงื่อนไขจากสมมุติฐานบางประการ การจัดทำภาพฉายอนาคตนี้ไม่ใช่การวิเคราะห์เพื่อทำนายอนาคตหรือแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง แต่เป็นการมองถึงศักยภาพของการเปลี่ยนแปลงหรือการหาทางเลือกที่มีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์ต่อผลิตผล ตัวบุคคล องค์กร

หน่วยงาน หรือสังคมใดสังคมหนึ่งในอนาคต ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากแนวโน้มที่เห็นอยู่ในปัจจุบันและความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต ภาพฉายอนาคตนั้นอาจมีหลายภาพแต่จะต้องมีความเป็นไปได้ และมักเกิดขึ้นมาจากความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของตัวแปรหลายชนิดตามเวลาที่เปลี่ยนไป (The Foresight Expert Group, 2007)

ดังนั้น การศึกษานี้จึงได้จัดทำภาพฉายอนาคตรูปแบบของการเพาะปลูกในลุ่มน้ำชี-มูลในอนาคตระยะยาวขึ้น เพื่อใช้ประกอบการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยทำการทบทวนข้อมูลด้านกายภาพจากรายงาน หรือแผนพัฒนาต่าง ๆ เพื่อสร้างเป็นแนวทางการผลิตพืชและการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ กรอบแนวคิดและทิศทางการพัฒนาประเทศในระยะแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ 10 ที่เน้นการพัฒนาสู่สังคมที่มีความสุขอย่างยั่งยืน (Green Society) การวิจัยและพัฒนาพืชพลังงานเพื่อความมั่นคงด้านพลังงาน การแบ่งเขตการปลูกพืชตามศักยภาพของดิน และการวิจัยพันธุ์พืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมกับภาคอีสานให้มีผลผลิตต่อไร่สูงเพื่อขจัดความยากจน เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2548)

การจัดทำภาพฉายอนาคตเพื่อกำหนดรูปแบบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกในลุ่มน้ำชี-มูลนี้ เน้นที่พืชไร่-นาอันเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย 4 ชนิด คือ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด โดยมองจากทิศทางของการพัฒนาของประเทศไทยในอนาคตซึ่งอาจเป็นแรงขับดันส่งผลให้พื้นที่เพาะปลูกเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมองทิศทางของการพัฒนาในภาพรวมของประเทศในอนาคตในช่วง พ.ศ. 2570 จากการทบทวนเอกสาร “วิสัยทัศน์ประเทศไทย 2570” ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เพื่อใช้เป็นแนวคิดพื้นฐานในการกำหนดแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระบบการผลิตทางการเกษตร ทั้งนี้ภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกนี้ครอบคลุมการเปลี่ยนแปลงจากปัจจุบันไปในอนาคต ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ระยะสั้น (near-term) ครอบคลุมช่วงทศวรรษ 2010-2030 ระยะกลาง (medium-term) ครอบคลุมช่วงทศวรรษ 2040-2060 และระยะยาว (long-term) ครอบคลุมช่วงทศวรรษ 2070-2100 โดยกำหนดแนวทางการเปลี่ยนแปลงในอนาคตขึ้น 3 แนวทางเพื่อใช้ประเมินผลผลิตการเกษตรตลอดจนประกอบการประเมินความเสี่ยงและความเปราะบางของพื้นที่ ดังต่อไปนี้

- แนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (ครัวโลก หรือ Food Bowl) หรือพืชอาหาร หรืออีกนัยหนึ่งคือ เน้นการผลิตข้าว
- แนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทนแนวทางที่เน้นการผลิตพืชไร่พลังงานทดแทน (พลังงานเขียว หรือ Green Energy – Bio fuel) เป็นการให้ความสำคัญกับการผลิตอ้อยและมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบผลิตพลังงาน
- แนวทางการผลิตแบบผสมผสานโดยมุ่งเน้นการรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ (เกษตรผสมผสาน หรือ Mixed Farming) เป็นการใช้พื้นที่เพาะปลูกตามความเหมาะสมของดินและให้ความสำคัญกับระบบนิเวศน์โดยรวม

แรงขับดันที่จะทำเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางต่าง ๆ ประกอบด้วย เป้าหมายการผลิต โดยแบ่งออกเป็นการผลิตเพื่อเน้นที่การค้าหรือการบริโภคในท้องถิ่น และ ประเภทของพืช โดยแบ่งออกเป็นการผลิตที่เน้นพืชอาหารหรือพืชไร่ที่สามารถใช้ผลิตพลังงานทดแทน ทั้งนี้หากระบบเศรษฐกิจในอนาคตเน้นการผลิตทางการเกษตรเพื่อการค้ามากขึ้น โดยเน้นการผลิตอาหารเพื่อที่จะยังคงความเป็นผู้นำด้านการผลิตอาหารของโลก ทิศทางการเปลี่ยนแปลงการเพาะปลูกก็อาจจะเป็นไปตามแนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหารเพื่อการค้า (ครัวโลก หรือ Food Bowl) ซึ่งจะเน้นการปลูกข้าวเป็นสำคัญ แต่ถ้าหากทิศทางในอนาคตเป็นไปในทิศทางที่มุ่งเน้นผลิตพลังงานทดแทนจากพืชเพื่อลดการนำเข้าเชื้อเพลิงที่อาจมีราคาสูงขึ้น และ/หรือ เพื่อสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานให้เพิ่มสูงขึ้นในระดับหนึ่ง ทิศทางการเปลี่ยนแปลงการเพาะปลูกก็อาจจะเป็นไปตามแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทนเพื่อการค้า (พลังงานเขียว หรือ Green Energy – Bio fuel) ซึ่งจะเน้นการปลูกพืชไร่เพื่อใช้ผลิตเอทานอลให้มากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน หรือถ้าหากการพัฒนาในอนาคตของประเทศไทยเน้นการรักษาสภาพแวดล้อมมากขึ้นทิศทางการเปลี่ยนแปลงการเพาะปลูกก็อาจจะเป็นไปตามแนวทางการ

ผลิตแบบผสมผสานโดยมุ่งเน้นการรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ (เกษตรผสมผสาน หรือ Mixed Farming) ดังที่แสดงในรูปที่ 3-16 ต่อไปนี้

รูปที่ 3-16 แผนภาพแสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำภาพฉายอนาคตพื้นที่ผลิตพืชเกษตรในลุ่มน้ำชี-มูล

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการเกษตรและพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่างๆ เหล่านี้ จะส่งผลให้สัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกแตกต่างไปจากปัจจุบัน ตามแนวคิดดังที่แสดงในรูปที่ 3.17 ดังต่อไปนี้

รูปที่ 3-17 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดภายใต้ทิศทางการพัฒนาต่างๆ

การจัดทำภาพฉายอนาคตของการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกนี้ ดำเนินการโดยการกำหนดทิศทางการปรับโครงสร้างการเพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ ซึ่งเงื่อนไขในการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นผลจากการประชุมระดมความคิดเห็นจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการด้านต่างๆ[5] ตลอดจนประมวลจากข้อมูล รายงานหรือสิ่งพิมพ์ของหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อกำหนดเงื่อนไขการใช้พื้นที่การผลิต และสามารถกำหนดพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตพืชตามแนวทางต่างๆ อย่างเหมาะสม โดยทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ตามหลักเกณฑ์ตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น ซึ่งพิจารณาถึงประเด็นลักษณะทางด้านกายภาพของพื้นที่ ประกอบกับเงื่อนไขด้านเศรษฐกิจและสังคมอื่นๆ ทั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ ของที่ดิน แล้วคัดเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินของพืชหลักทั้ง 4 ชนิดจากข้อมูลทุติยภูมิ โดยคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ มาประเมินหาปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตพืชดังกล่าว และทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อให้ได้รูปแบบสัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อการเพาะปลูกในลุ่มน้ำชี-มูลในอนาคต ซึ่งรายละเอียดการวิเคราะห์รูปแบบพื้นที่เพาะปลูกในอนาคตภายใต้แรงขับของการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมในทิศทางต่างๆ นี้ได้แสดงไว้ในภาคผนวก 6 ดันโดยสามารถสรุปพื้นที่เพาะปลูกของแต่ละแนวทางในอนาคตได้ดังต่อไปนี้

ตาราง 3-3 พื้นที่ปลูกพืชแต่ละประเภทตามภาพอนาคตที่เน้นการผลิตพืชอาหาร (food bowl)

หน่วย ล้านไร่

พื้นที่ปลูกพืช (ล้านไร่)	ปัจจุบัน	ระยะสั้น	ระยะกลาง	ระยะยาวเมื่อพิจารณาถึงการขยายตัวเมือง
ข้าวนาน้ำฝน	27.12	26.57	23.75	20.25
ข้าวนาชลประทาน	1.25	2.67	7.43	6.16
อ้อย	3.74	3.74	3.74	3.54
มันสำปะหลัง	7.11	7.11	7.11	6.53
ข้าวโพด	2.32	2.32	2.32	2.16
พื้นที่เกษตรอื่น ๆ	27.58	26.75	24.95	21.92
รวมพื้นที่เกษตร	69.13	69.15	69.30	60.57
ไม้พุ่มหรือทุ่งหญ้า	1.53	1.53	1.49	1.34
ป่าไม้	20.30	20.28	20.16	19.37
พื้นที่อื่น ๆ	5.73	5.73	5.73	15.38

[5] ข้อสรุปจากการประชุมรับฟังความคิดเห็น เมื่อ 25 มีนาคม 2552 ซึ่งประกอบด้วยนักวิชาการจากกรมการข้าว กรมวิชาการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตาราง 3-4 พื้นที่ปลูกพืชแต่ละประเภทตามภาพอนาคตตามแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทน (Green energy)

หน่วย ล้านไร่

พื้นที่ปลูกพืช	ปัจจุบัน	ระยะสั้น	ระยะกลาง	ระยะยาวเมื่อพิจารณาถึงการขยายตัวเมือง
ข้าวนาน้ำฝน	27.12	17.01	14.49	12.44
ข้าวนาชลประทาน	1.25	1.17	6.36	5.20
มันสำปะหลังหลังนาน้ำฝน	0	.005	.005	.002
ข้าวโพดหลังนาน้ำฝน	0	8.27	6.53	5.48
ข้าวโพดหลังนาชลประทาน	0	0.67	4.00	3.25
อ้อย	3.74	8.52	8.91	8.27
มันสำปะหลัง 1 ปี	7.11	14.80	14.80	12.83
ข้าวโพดฤดูฝน	2.32	2.29	2.29	2.14
พื้นที่เกษตรอื่น ๆ	27.58	26.19	23.33	20.49
ไม้พุ่มหรือทุ่งหญ้า	1.53	1.45	1.40	1.26
ป่าไม้	20.30	19.58	19.44	18.69
พื้นที่อื่น ๆ	5.73	5.73	5.73	15.38

ตาราง 3-5 พื้นที่ตามระบบการปลูกพืชภาพอนาคตระบบเกษตรแบบผสมผสาน (Mixed Farming)

หน่วย ล้านไร่

พื้นที่ปลูกพืช	ปัจจุบัน	ระยะใกล้	ระยะกลาง	ระยะยาวเมื่อพิจารณาถึงการขยายตัวเมือง
ข้าวนาน้ำฝน	27.12	25.80	21.68	18.09
ข้าวนาชลประทานฤดูเดียว	1.25	0.38	1.01	0.87
ข้าวนาชลประทาน - มันสำปะหลัง	-	0.43	3.31	2.76
ข้าวนาชลประทาน - ข้าวโพด	X	0.41	2.19	1.77
อ้อย	3.74	3.64	5.54	4.92
มันสำปะหลัง	7.11	6.88	7.55	6.63
ข้าวโพด	2.31	1.54	5.83	5.07
พื้นที่เกษตรอื่น ๆ	27.58	25.97	2.30	1.97
พื้นที่วนเกษตร	X	1.30	1.16	1.01

หน่วย ล้านไร่

พื้นที่ปลูกพืช	ปัจจุบัน	ระยะใกล้	ระยะกลาง	ระยะยาวเมื่อพิจารณาถึงการขยายตัวเมือง
ไม้พุ่มหรือทุ่งหญ้า	1.53	1.49	0.93	0.77
พื้นที่อนุรักษ์	10.27	12.07	12.12	11.98
ป่าไม้นอกเขตอนุรักษ์	10.03	10.85	27.40	27.40
พื้นที่อื่น ๆ	5.73	5.85	5.85	16.83

3.1.3 ผลผลิตพืชไร่-นาในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่การผลิตและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

การวิเคราะห์ในส่วนนี้แสดงให้เห็นถึงผลของการปรับสัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกในอนาคต ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งส่งผลต่อผลผลิตพืชไร่-นาในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลในอนาคต ซึ่งได้สรุปผลมาเฉพาะการเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภายใต้สถานการณ์ที่ก๊าซเรือนกระจกในอนาคตเพิ่มสูงขึ้นตามแนวทาง A2 เท่านั้น โดยถือว่าเป็นภาพฉายอนาคตในทิศทางที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงในด้านที่สูงสุด (worst case scenario)

<u>ผลผลิตการเกษตรจากพื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำชี-มูลในอนาคต ตามแนวทางทางการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกในทิศทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร (ครัวโลก - Food Bowl)</u>

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า แนวทางการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เน้นการผลิตพืชอาหารนี้ สามารถทำให้ผลผลิตข้าวในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลนี้เพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก จากผลผลิตประมาณ 12 ล้านตันต่อปี เป็นประมาณ 14 ล้านตันต่อปี ในอนาคตระยะใกล้ และเพิ่มขึ้นอีกเป็นกว่า 20 ล้านตันต่อปี ในอนาคตระยะกลางเป็นต้นไปเนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาชลประทานเพิ่มสูงขึ้นในอนาคตระยะกลางเป็นต้นไปจนถึงช่วงปลายศตวรรษ แม้ว่าสภาพอากาศในอนาคตจะเปลี่ยนแปลงไปภายใต้ภาวะโลกร้อนก็ตาม แต่อย่างไรก็ดี ผลผลิตข้าวในอนาคตระยะยาวจะลดลงบ้างเนื่องจากการขยายตัวของชุมชน

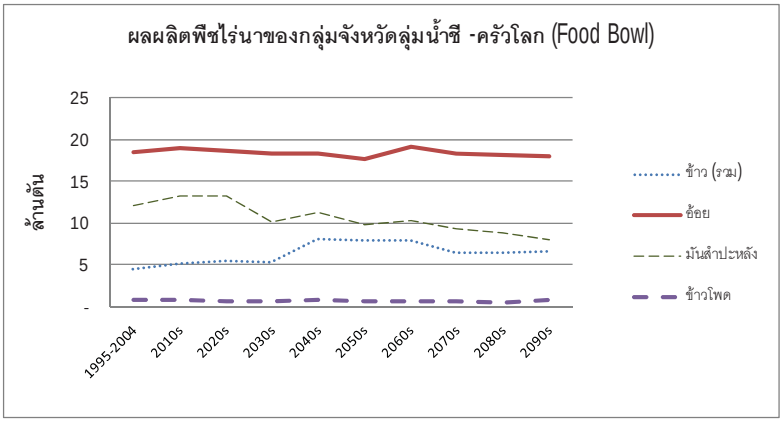
ผลผลิตมันสำปะหลังมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ทั้งในเขตพื้นที่กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำชีและกลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำมูล ทั้งนี้ผลผลิตมันสำปะหลังในกลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำมูลจะมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อนาคตระยะใกล้ไปจนสิ้นศตวรรษ ส่วนผลผลิตมันสำปะหลังในกลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำชีจะเริ่มลดลงในช่วงกลางศตวรรษ และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องไปจนสิ้นศตวรรษ โดยผลผลิตมันสำปะหลังรวมจะลดลงประมาณ 15% ถึง 30% ในอนาคต ซึ่งลดลงจากผลผลิตเดิมที่เคยอยู่ในระดับประมาณ 27 ล้านตันต่อปี เหลือเพียงประมาณ 18 ล้านตันต่อปีในอนาคตระยะยาว

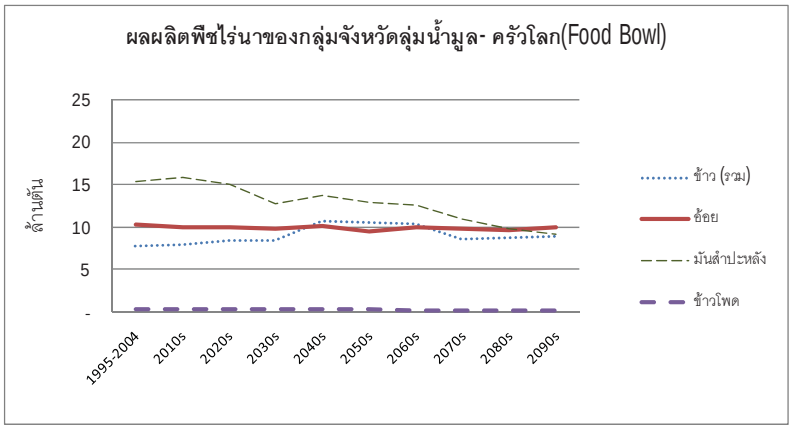
ผลผลิตอ้อย เพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบัน และมีผลผลิตที่ทรงตัวตลอดช่วงศตวรรษที่ 21 นี้ ส่วนผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงบ้าง โดยลดลงเพียงเล็กน้อย

สรุปผลผลิตการเกษตรจากพื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำชี-มูลเฉลี่ยต่อปี ตามแนวทางการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร (ครัวโลก - Food Bowl) ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สามารถสรุปได้ดังตารางและแผนภูมิดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.6 สรุปผลผลิตการเกษตรเฉลี่ยรายปีในอนาคตตามการปรับพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นผลิตอาหาร (Foodbowl scenario)

				(หน่วย: ล้านตัน)
กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำชี	1995-2004	2010s - 30s	2040s - 60s	2070s - 90s
ข้าว (รวมนาปีและนาชลประทาน)	4.48	5.37	8.02	6.55
มันสำปะหลัง	12.09	12.23	10.48	8.67
อ้อย	18.51	18.63	18.37	18.12
ข้าวโพด	0.84	0.78	0.70	0.66
กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำมูล				
ข้าว (รวมนาปีและนาชลประทาน)	7.74	8.24	10.53	8.78
มันสำปะหลัง	15.44	14.55	13.08	9.99
อ้อย	10.30	9.92	9.84	9.74
ข้าวโพด	0.47	0.41	0.37	0.27





รูปที่ 3-17 สรุปผลผลิตการเกษตรเฉลี่ยรายปีในอนาคตตามการปรับพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นผลิตอาหาร (Foodbowl scenario)

ผลผลิตการเกษตรจากพื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำชี-มูลในอนาคต ตามแนวทางทางการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกในทิศทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทน (พลังงานเขียว หรือ Green Energy - Bio-fuel)

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า แนวทางการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทนนี้ ส่งผลให้ผลผลิตข้าวในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลนี้ลดลงในอนาคตระยะสั้น โดยลดลงจากผลผลิตรวมประมาณ 11 ล้านตันต่อปี เหลือเพียงประมาณ 6 ล้านตันต่อปี เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกข้าวลดลง แต่ในอนาคตระยะกลางและระยะยาว ผลผลิตข้าวโดยรวมก็จะเพิ่มกลับขึ้นมาใกล้เคียงกับผลผลิตปัจจุบันที่ระดับประมาณ 10 ล้านตันต่อปี เนื่องจากพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทานที่เพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และปริมาณกาซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในอนาคต ก็มีส่วนส่งผลให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อยในอนาคตอีกด้วย

ผลผลิตมันสำปะหลังซึ่งมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบเชิงลบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในอนาคตนั้น จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกภายใต้แนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทนนี้ โดยเพิ่มจากผลผลิตเฉลี่ยต่อปีประมาณ 27 ล้านตัน เป็นกว่า 50 ล้านตันต่อปีในอนาคตระยะสั้นและระยะกลาง และแม้ว่าผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตมันสำปะหลังจะส่งผลเชิงลบให้เห็นได้อย่างชัดเจนในอนาคตระยะยาวก็ตาม แต่ผลผลิตก็ยังคงสูงกว่าปัจจุบัน โดยคาดว่าลุ่มน้ำชี-มูลนี้จะสามารถผลิตมันสำปะหลังได้ถึงประมาณ 39 ล้านตัน ในอนาคตระยะยาวในช่วงปลายศตวรรษที่ 21 นี้

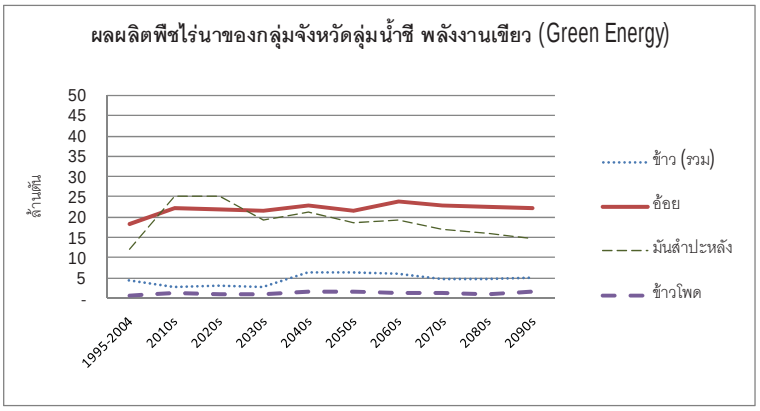
ผลผลิตอ้อย ก็จะเพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบันอย่างมาก โดยเพิ่มขึ้นอีกมากกว่าสองเท่าตัว จากผลผลิตประมาณ 20 ล้านตันต่อปีในปัจจุบัน เป็นกว่า 60 ล้านตันต่อปีในอนาคต และมีผลผลิตที่ทรงตัวตลอดช่วงศตวรรษที่ 21 นี้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูก

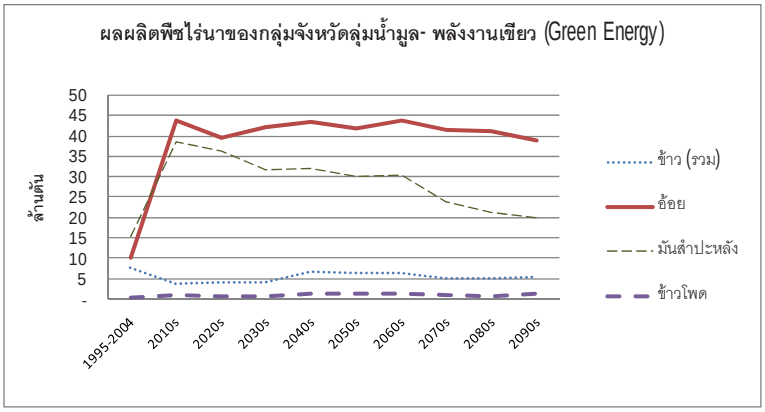
ส่วนผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมาก อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกเช่นกัน โดยจะมีการปลูกข้าวโพดในพื้นที่นาข้าวหลังฤดูการทำนาปี และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในอนาคต ไม่ได้ส่งผลรุนแรงต่อการผลิตข้าวโพด ทั้งนี้ปริมาณผลผลิตรวมของข้าวโพดในเขตลุ่มน้ำชี-มูล จะเพิ่มขึ้นจากระดับประมาณ 1.3 ล้านตันต่อปี เป็นประมาณ 2-3 ล้านตันต่อปีในอนาคต

สรุปผลผลิตการเกษตรจากพื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำชี-มูลเฉลี่ยต่อปี ตามแนวทางการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทน (พลังงานเขียว หรือ Green Energy - Bio-fuel) ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สามารถสรุปได้ดังตารางและแผนภูมิดังต่อไปนี้

ตาราง 3-7 สรุปผลผลิตการเกษตรเฉลี่ยรายปีในอนาคตตามการปรับพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน (Green energy)

				(หน่วย: ล้านตัน)
กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำชี	1995-2004	2010s - 30s	2040s - 60s	2070s - 90s
ข้าว (รวมนาปีและนาชลประทาน)	4.48	3.14	6.21	4.96
มันสำปะหลัง	12.09	23.21	19.72	15.94
อ้อย	18.51	21.95	22.78	22.57
ข้าวโพด	0.84	1.24	1.73	1.45
กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำมูล				
ข้าว (รวมนาปีและนาชลประทาน)	7.74	4.22	6.64	5.42
มันสำปะหลัง	15.44	35.45	30.90	21.83
อ้อย	10.30	41.80	43.07	40.65
ข้าวโพด	0.47	0.96	1.48	1.12





รูปที่ 3-18 สรุปผลผลิตการเกษตรเฉลี่ยรายปีในอนาคตตามการปรับพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario)

ผลผลิตการเกษตรจากพื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำชี-มูลในอนาคต ตามแนวทางทางการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกในทิศทางที่เน้นการผลิตแบบผสมผสานโดยมุ่งเน้นการรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ (เกษตรผสมผสาน หรือ Mixed Farming)

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ผลผลิตข้าวในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เน้นการผลิตแบบผสมผสานนี้ยังค่อนข้างที่จะคงที่ในระดับประมาณ 10-11 ล้านตันต่อปี โดยผลผลิตมีการแกว่งตัวบ้างเล็กน้อย การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวเป็นไปในทิศทางเดียวกับแนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร กล่าวคือ พื้นที่ปลูกข้าวนาปีที่อาศัยน้ำฝนมีแนวโน้มลดลง แต่พื้นที่นาชลประทานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่จะไม่มีการปลูกข้าวนาปรังในพื้นที่ชลประทานในฤดูแล้งเพื่อประหยัดน้ำ และในอนาคตระยะยาวพื้นที่ปลูกข้าวมีแนวโน้มลดลงบ้างเนื่องจากการขยายตัวของชุมชน

ผลผลิตมันสำปะหลังซึ่งมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบเชิงลบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ยังคงทรงตัวอยู่ได้ในอนาคตระยะสั้น และเพิ่มสูงขึ้นในอนาคตระยะกลางในช่วงกลางศตวรรษ เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้พื้นที่ปลูกพืชเชิงเดี่ยวยังคงมีพื้นที่ไม่แตกต่างจากปัจจุบันนัก แต่พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในนาข้าวหลังฤดูการทำนาจะเพิ่มมากขึ้น ทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้ แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลกระทบเชิงลบต่อมันสำปะหลังก็ตาม โดยผลผลิตจะเพิ่มขึ้นจากประมาณ 27 ล้านตันต่อปีในปัจจุบัน เป็น 32 ล้านตันต่อปีในช่วงกลางศตวรรษ อย่างไรก็ดี ในอนาคตระยะยาวในช่วงปลายศตวรรษผลกระทบเชิงลบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศก็ส่งผลให้เห็นได้ โดยผลผลิตมันสำปะหลังต่อปีจะลดลงเหลือเพียงประมาณ 23 ล้านตันต่อปี แม้ว่าพื้นที่เพาะปลูกจะมากกว่าปัจจุบันก็ตาม

ผลผลิตอ้อย มีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบันโดยเฉพาะในอนาคตระยะยาวในช่วงศตวรรษที่ 21 นี้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกที่เพิ่มขึ้น

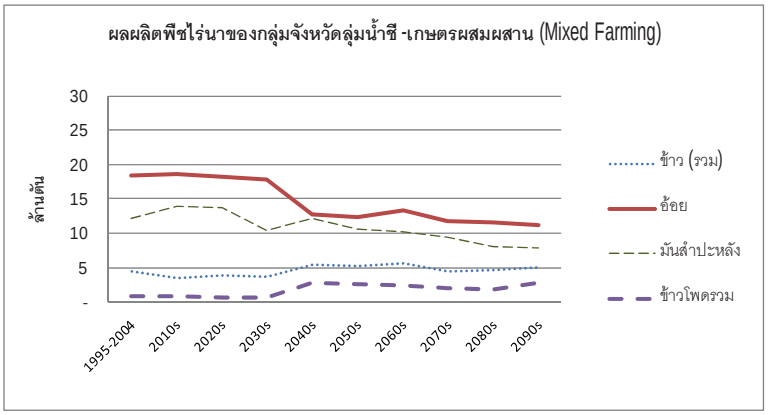
ส่วนผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมาก อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้นมาก และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และปริมาณกาซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในอนาคต ไม่ได้ส่งผลรุนแรงต่อการผลิตข้าวโพด ทั้งนี้ปริมาณผลผลิตรวมของข้าวโพดในเขตลุ่มน้ำชี-มูล จะเพิ่มขึ้นจากระดับประมาณ 1.3 ล้านตันต่อปี ไปอยู่ในระดับประมาณ 4 ล้านตันต่อปีในอนาคต

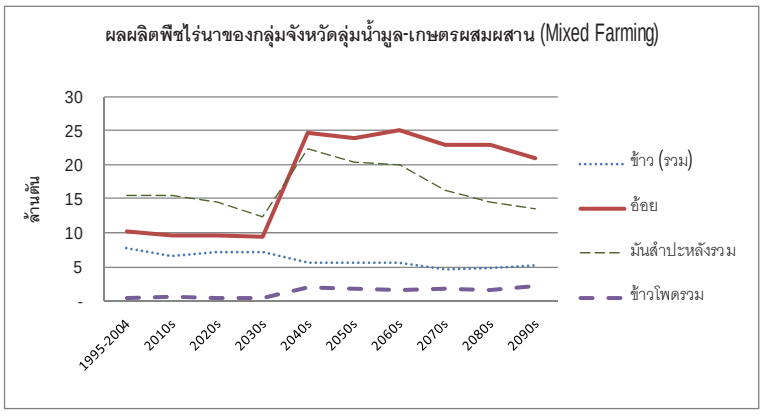
สรุปผลผลิตการเกษตรจากพื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำชี-มูลเฉลี่ยต่อปี ตามแนวทางการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เน้นการผลิตแบบผสมผสานโดยมุ่งเน้นการรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ (เกษตรผสมผสาน หรือ Mixed Farming) ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สามารถสรุปได้ดังตารางและแผนภูมิดังต่อไปนี้

ตาราง 3-8 สรุปผลผลิตการเกษตรเฉลี่ยรายปีในอนาคตตามการปรับพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นการผลิตแบบผสมผสานเพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ (Mixed farming)

(หน่วย: ล้านตัน)

กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำชี	1995-2004	2010s - 30s	2040s - 60s	2070s - 90s
ข้าว (รวมนาปีและนาชลประทาน)	4.48	3.76	5.53	4.77
มันสำปะหลัง	12.09	12.69	11.04	8.53
อ้อย	18.51	18.27	12.89	11.67
ข้าวโพด	0.84	0.75	2.65	2.30
กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำมูล				
ข้าว (รวมนาปีและนาชลประทาน)	7.74	6.99	5.67	4.91
มันสำปะหลัง	15.44	14.15	20.90	14.67
อ้อย	10.30	9.56	24.50	22.23
ข้าวโพด	0.47	0.47	0.46	1.80





รูปที่ 3-19 สรุปผลผลิตการเกษตรเฉลี่ยรายปีในอนาคตตามการปรับพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นการผลิตแบบผสมผสาน (Mixed farming scenario)

สรุป: ผลผลิตพืชไร่นาในลุ่มน้ำชี-มูล ในอนาคต ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำชี-มูลในอนาคต

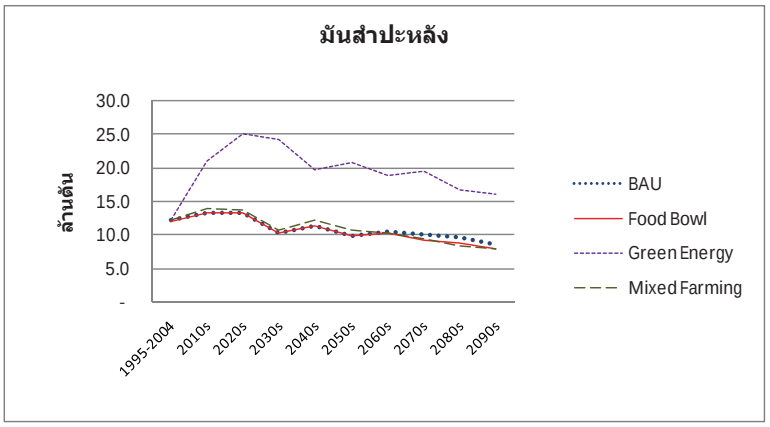
ผลจากการจำลองอนาคตโดยพิจารณาถึงผลผลิตการเกษตรภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ สามารถสรุปเปรียบเทียบกันเป็นรายพืชและรายลุ่มน้ำได้ดังนี้

ลุ่มน้ำชี

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตข้าวในลุ่มน้ำชีในอนาคตระหว่างสถานการณ์จำลองทั้ง 4 แนวทาง (รูปที่ 3-20) พบว่า หากดำเนินการผลิตตามแนวทางที่เป็นอยู่ (BAU) ผลผลิตในอนาคตจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมนัก โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย อาจกล่าวได้ว่าผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยรวมไม่ส่งผลต่อการผลิตข้าวในลุ่มน้ำชี แต่ถ้ามีการพัฒนาไปในทางที่เน้นผลิตอาหาร (Food Bowl) ก็จะมีผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นมาก หรือการผลิตแบบระบบเกษตรผสมผสาน (Mixed Farming) ก็จะมีผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน แต่เพิ่มขึ้นน้อยกว่าแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร ทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นที่เพาะปลูกภายใต้ระบบชลประทานที่เพิ่มมากขึ้น ส่วนแนวทางที่เน้นการผลิตพืชเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน (Green Energy) จะส่งผลให้ผลผลิตในอนาคตระยะใกล้ลดลง แต่ในระยะปานกลางและระยะยาวก็จะเพิ่มกลับขึ้นมาสู่ระดับเดียวกับแนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นที่เพาะปลูกภายใต้ระบบชลประทานที่เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

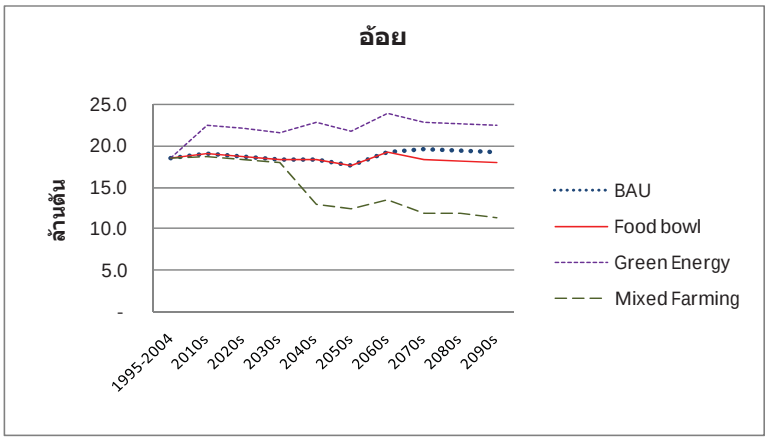
รูปที่ 3-20 ผลผลิตข้าวในลุ่มน้ำชีในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตมันสำปะหลังในลุ่มน้ำชีในอนาคตระหว่างสถานการณ์จำลองทั้ง 4 แนวทาง (รูปที่ 3-21) พบว่า ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังอย่างมาก โดยการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงศตรรษแสดงทิศทางที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าผลผลิตจะเพิ่มสูงมากขึ้นตามแนวทางที่เน้นการผลิตพืชเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน (Green Energy) จะส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นก็ตาม เนื่องมาจากพื้นที่เพาะปลูกที่เพิ่มมากขึ้น แต่ผลผลิตก็มีแนวโน้มลดลงตลอดช่วงศตวรรษเช่นกัน



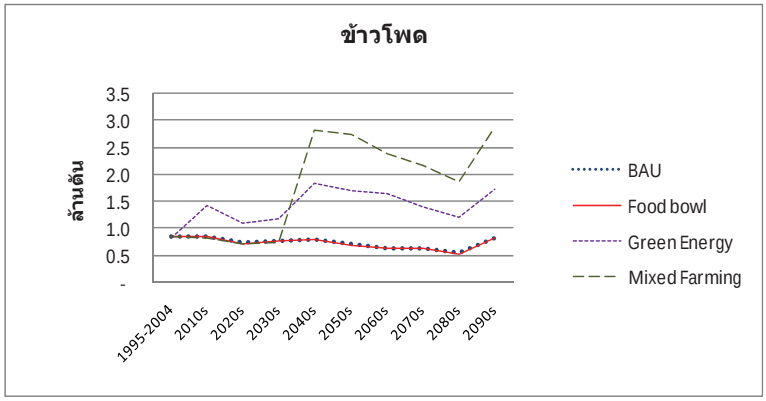
รูปที่ 3-21 ผลผลิตมันสำปะหลังในลุ่มน้ำชีในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตอ้อยในลุ่มน้ำชีในอนาคตระหว่างสถานการณ์จำลองทั้ง 4 แนวทาง (รูปที่ 3-22) พบว่าผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ส่งผลต่อผลผลิตอ้อย โดยผลผลิตตามแนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (BAU) และแนวทางที่เน้นการผลิตอาการ (Food Bowl) จะทรงตัวตลอดช่วงศตรรษ ทั้งนี้ผลผลิตตามแนวทางที่เน้นการปลูกพืชเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน (Green Energy) จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก เนื่องมาจากพื้นที่เพาะปลูกที่เพิ่มมากขึ้น ส่วนผลผลิตตามแนวทางที่เน้นระบบเกษตรผสมผสาน (Mixed Farming) จะมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกเป็นสำคัญ



รูปที่ 3.22 ผลผลิตอ้อยในลุ่มน้ำชีในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตข้าวโพดในลุ่มน้ำชีในอนาคตระหว่างสถานการณ์จำลองทั้ง 4 แนวทาง (รูปที่ 3.23) พบว่าผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ส่งผลต่อผลผลิตข้าวโพดมากนัก ผลผลิตที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกตามแรงขับดันทางเศรษฐกิจและสังคมเป็นสำคัญ โดยผลผลิตตามแนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (BAU) และแนวทางที่เน้นการผลิตอาการ (Food Bowl) จะทรงตัวตลอดช่วงศตรรษ ส่วนผลผลิตตามแนวทางที่เน้นการปลูกพืชเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน (Green Energy) แนวทางที่เน้นระบบเกษตรผสมผสาน (Mixed Farming) จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก เนื่องมาจากพื้นที่เพาะปลูกที่เพิ่มมากขึ้น



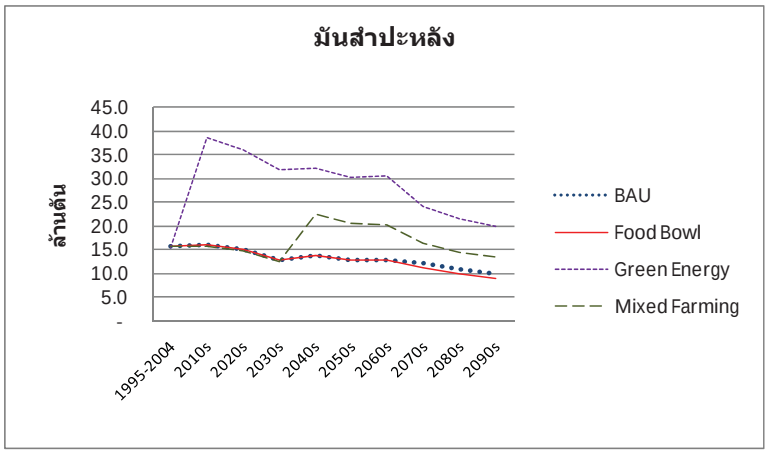
รูปที่ 3.23 ผลผลิตข้าวโพดในลุ่มน้ำชีในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ

ลุ่มน้ำมูล

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตข้าวในลุ่มน้ำมูลในอนาคตระหว่างสถานการณ์จำลองทั้ง 4 แนวทาง (รูปที่ 3-24) พบว่า หากดำเนินการผลิตตามแนวทางที่เป็นอยู่ (BAU) ผลผลิตในอนาคตจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมนัก โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย อาจกล่าวได้ว่าผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยรวมไม่ส่งผลต่อการผลิตข้าวในลุ่มน้ำมูลเช่นกัน แต่ถ้ามีการพัฒนาไปในทางที่เน้นผลิตอาหาร (Food Bowl) ก็จะมีผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นมาก แต่ในอนาคตระยะยาวแล้วผลผลิตก็จะลดลงมาเทียบเท่าประมาณผลผลิตตามแนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบันเนื่องจากการขยายตัวของชุมชน ผลผลิตตามแนวทางระบบเกษตรผสมผสาน (Mixed Farming) มีทิศทางที่ค่อย ๆ ลดต่ำลง เนื่องจากมีการปรับการใช้ประโยชน์ที่ดิน และแนวทางที่เน้นการผลิตพืชเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน (Green Energy) จะส่งผลให้ผลผลิตในอนาคตระยะใกล้ลดลงอย่างมาก แต่ในระยะปานกลางและระยะยาวก็จะเพิ่มขึ้นบ้างทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นที่เพาะปลูกภายใต้ระบบชลประทานที่เพิ่มมากขึ้น

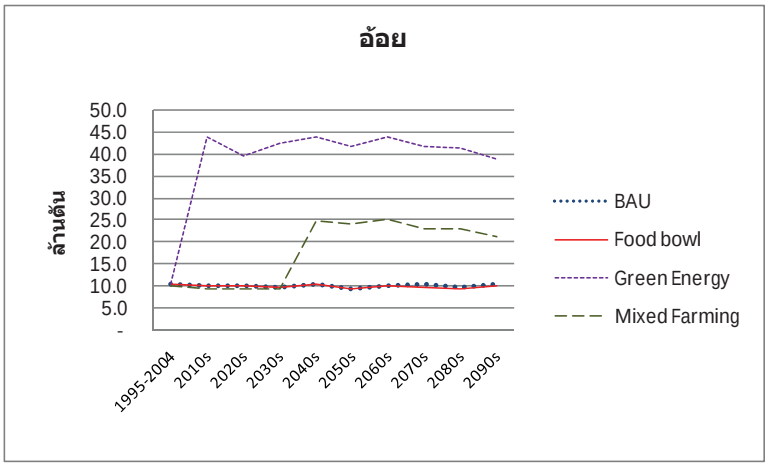
รูปที่ 3-24 ผลผลิตข้าวในลุ่มน้ำมูลในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตมันสำปะหลังในลุ่มน้ำมูลในอนาคตระหว่างสถานการณ์จำลองทั้ง 4 แนวทาง (รูปที่ 3-25) พบว่า ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังอย่างมาก โดยการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงศตรรษแสดงทิศทางที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าผลผลิตจะเพิ่มสูงมากขึ้นตามแนวทางที่เน้นการผลิตพืชเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน (Green Energy) จะส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นก็ตาม เนื่องมาจากพื้นที่เพาะปลูกที่เพิ่มมากขึ้น แต่ผลผลิตก็มีแนวโน้มลดลงตลอดช่วงศตวรรษเช่นกัน



รูปที่ 3-25 ผลผลิตมันสำปะหลังในลุ่มน้ำมูลในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ

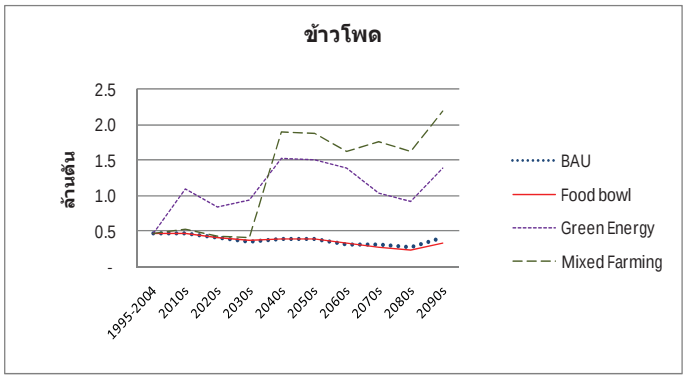
เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตอ้อยในลุ่มน้ำมูลในอนาคตระหว่างสถานการณ์จำลองทั้ง 4 แนวทาง(รูปที่ 3-26) พบว่าผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ส่งผลต่อผลผลิตอ้อย โดยผลผลิตตามแนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (BAU) และแนวทางที่เน้นการผลิตอาการ (Food Bowl) จะเพิ่มสูงขึ้นและทรงตัวตลอดช่วงศตรรษ โดยที่ผลผลิตตามแนวทางที่เน้นการปลูกพืชเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน (Green Energy) จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก เนื่องมาจากพื้นที่เพาะปลูกที่เพิ่มมากขึ้น ส่วนผลผลิตตามแนวทางที่เน้นระบบเกษตรผสมผสาน (Mixed Farming) จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกเป็นสำคัญ แต่เพิ่มขึ้นในระดับที่น้อยกว่าแนวทางที่เน้นการปลูกพืชเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน



รูปที่ 3-26 ผลผลิตอ้อยในลุ่มน้ำมูลในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตข้าวโพดในลุ่มน้ำมูลในอนาคตระหว่างสถานการณ์จำลองทั้ง 4 แนวทาง (รูปที่ 3-27) พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตนั้นใกล้เคียงกับผลผลิตของลุ่มน้ำชี ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ส่งผลต่อผลผลิตข้าวโพดมากนัก ผลผลิตที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกตามแรงขับดันทางเศรษฐกิจและสังคมเป็นสำคัญ โดยผลผลิตตามแนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (BAU) และแนวทางที่เน้นการผลิตอาการ (Food Bowl) จะค่อนข้างทรงตัวตลอดช่วงศตรรษ ส่วนผลผลิตตามแนวทางที่เน้นการปลูกพืชเพื่อใช้เป็นพลังงาน

ทดแทน (Green Energy) แนวทางที่เน้นระบบเกษตรผสมผสาน (Mixed Farming) จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก เนื่องมาจากพื้นที่เพาะปลูกที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การปลูกข้าวโพดในพื้นที่นาหลังฤดูทำนา



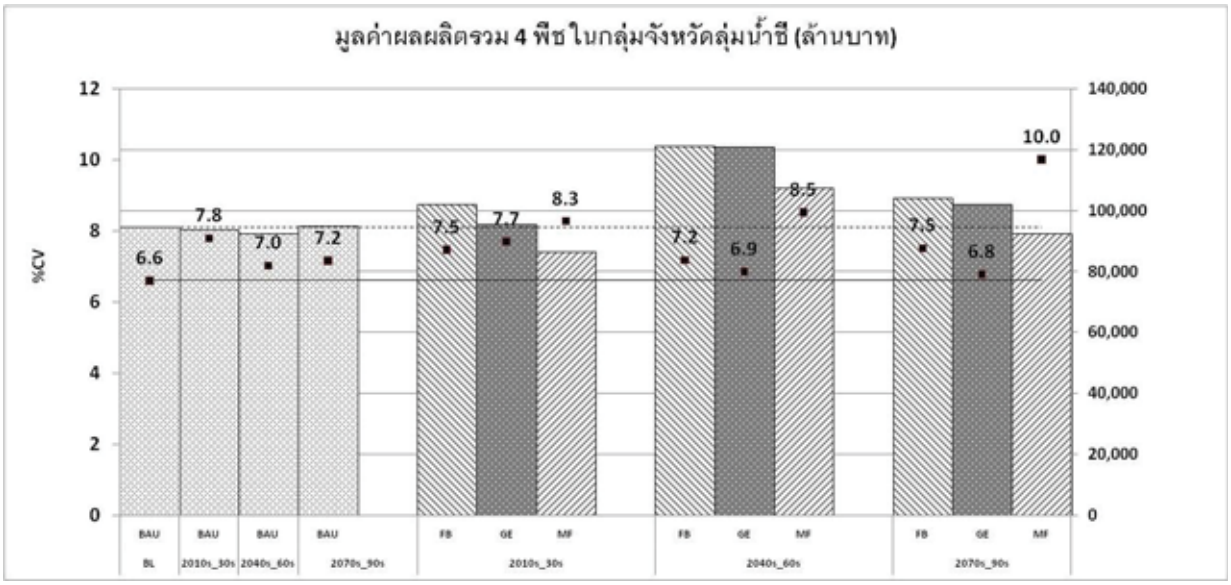
รูปที่ 3-27 ผลผลิตข้าวโพดในลุ่มน้ำมูลในอนาคตภายใต้การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่างๆ

ในการมองภาพรวมของผลผลิตการเกษตรในอนาคตของพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลภายใต้การปรับเปลี่ยนรูปแบบการเพาะปลูกตามภาพฉายอนาคตต่าง ๆ เหล่านี้ อาจพิจารณาในอีกมุมมองหนึ่งได้จากมูลค่ารวมของผลผลิตเฉลี่ยรายปี โดยพิจารณาเปรียบเทียบกับมูลค่าผลผลิตในปัจจุบันในช่วงปีฐาน (1995-2004)[6] (รูปที่ 3-28, 3-29) ซึ่งพบว่า หากไม่มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเพาะปลูกในลุ่มน้ำชี ผลผลิตมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแต่จะมีความแปรปรวนสูงขึ้น โดยเห็นได้จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน และในช่วงอนาคตระยะใกล้นั้น การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกเข้าสู่แนวทางที่เน้นการผลิตอาหารจะให้ผลผลิตรวมสูงสุดซึ่งสูงกว่าปัจจุบัน อย่างไรก็ดีความแปรปรวนก็เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน แต่ก็ไม่เพิ่มสูงกว่าอนาคตในช่วงเวลาเดียวกันในกรณีที่คงรูปแบบพื้นที่การเพาะปลูกไว้เช่นเดิม เมื่อพิจารณาถึงอนาคตระยะปานกลาง พบว่ารูปแบบการปรับพื้นที่เพาะปลูกเข้าสู่แนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาการและพืชพลังงานจะให้มูลค่ารวมผลผลิตใกล้เคียงกัน ซึ่งสูงกว่าปัจจุบันหรือเมื่อเทียบกับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เป็นอยู่ในอนาคตระยะเดียวกัน ทั้งนี้ความแปรปรวนของผลผลิตตามแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานจะต่ำกว่า เมื่อพิจารณาถึงอนาคตระยะไกลแล้วพบว่ารูปแบบการปรับพื้นที่เพาะปลูกเข้าสู่แนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาการและพืชพลังงานจะให้มูลค่ารวมผลผลิตใกล้เคียงกันแต่ลดลงจากช่วงอนาคตระยะปานกลาง แต่ก็ยังสูงกว่าปัจจุบันหรือเมื่อเทียบกับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เป็นอยู่ในอนาคตระยะเดียวกัน ทั้งนี้ความแปรปรวนของผลผลิตตามแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานจะต่ำกว่า

6 การประเมินมูลค่าผลผลิตการเกษตรนี้ ใช้ราคาปัจจุบันคงที่เพื่อให้เข้าใจถึงภาพรวมของผลผลิตการเกษตรเท่านั้น โดยใช้ราคาประเมินของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2552) ดังนี้

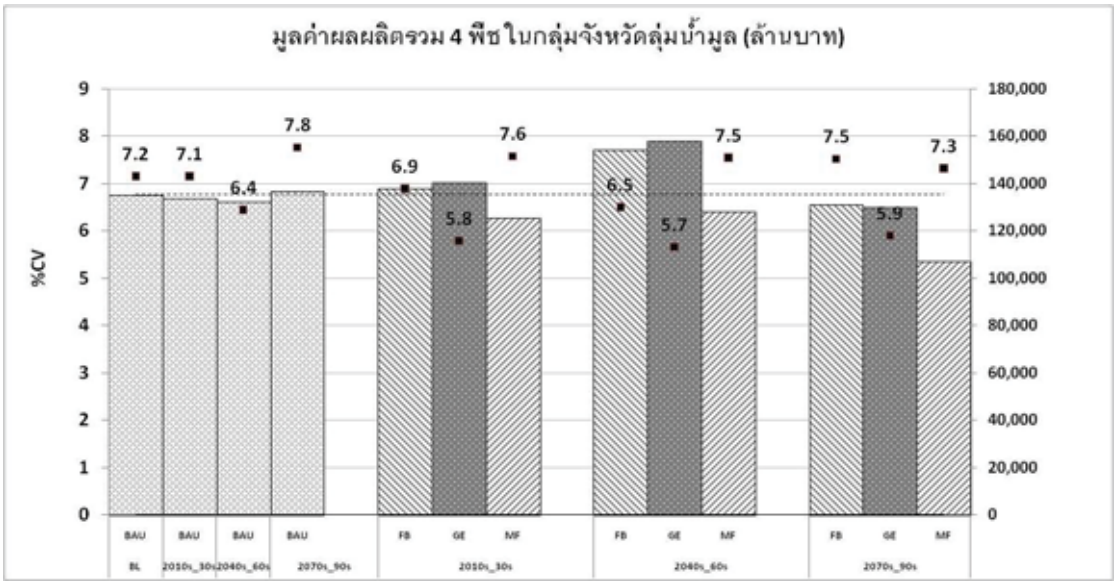
- ข้าวนาปี (ข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ ชนิด 100%) ราคา 14,415 บาท/ตัน
- ข้าวนาปรัง ราคา 9,909 บาท/ตัน
- มันสำปะหลัง ราคา 1,170 บาท/ตัน
- อ้อยโรงงาน ราคา 706 บาท/ตัน
- ข้าวโพด ราคา 5,260 บาท/ตัน

http://www.oae.go.th/oae_report/price/price_month_result.php (access 1 December 2009)



รูปที่ 3-28 มูลค่ารวมของพืชไร่นาและสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของมูลค่ารวมของพืชไร่นาในลุ่มน้ำชีตามรูปแบบการผลิตตามแนวทางต่างๆ

ในกรณีของลุ่มน้ำมูลหากไม่มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเพาะปลูกในลุ่มน้ำชี ผลผลิตในอนาคตมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อยโดยมีความแปรปรวนลดลง แต่ผลผลิตจะกลับเพิ่มสูงขึ้นสู่ระดับที่ใกล้เคียงกับปัจจุบันในช่วงอนาคตระยะไกล โดยที่มีความแปรปรวนสูงขึ้น และในช่วงอนาคตระยะใกล้นั้น การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกเข้าสู่แนวทางที่เน้นการผลิตอาหารและพืชพลังงานจะให้ผลผลิตรวมเพิ่มสูงขึ้นกว่าปัจจุบันเล็กน้อย แต่จะมีความแปรปรวนลดลง โดยแนวทางที่เน้นการปลูกพืชพลังงานน่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสม เมื่อพิจารณาถึงอนาคตระยะปานกลางพบว่ารูปแบบการปรับพื้นที่เพาะปลูกเข้าสู่แนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาการและพืชพลังงานจะให้มูลค่ารวมผลผลิตใกล้เคียงกัน ซึ่งสูงกว่าปัจจุบันหรือเมื่อเทียบกับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เป็นอยู่ในอนาคตระยะเดียวกัน และมีความแปรปรวนลดลงด้วย ทั้งนี้ความแปรปรวนของผลผลิตตามแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานจะต่ำกว่า เมื่อพิจารณาถึงอนาคตระยะไกลแล้วพบว่ามูลค่าผลผลิตรวมของทุกแนวทางลดลง รูปแบบการเพาะปลูกตามแนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบันจะให้ผลผลิตที่มีมูลค่ารวมสูงที่สุด แต่ก็เป็นแนวทางที่มีความแปรปรวนมากที่สุดด้วยเช่นกัน



รูปที่ 3-29 มูลค่ารวมของพืชไร่นาและสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของมูลค่ารวมของพืชไร่นาในลุ่มน้ำมูล ตามรูปแบบการผลิตตามแนวทางต่าง ๆ

อย่างไรก็ดี มูลค่าสินค้าเกษตรในระยะยาวอาจเปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบันโดยสิ้นเชิง โดยเฉพาะเมื่อมีการนำผลผลิตพืชไร่นามาใช้ผลิตพลังงานทดแทนอย่างจริงจัง ประกอบกับระเบียบใหม่ในสังคมโลกในเรื่องการลดการปลดปล่อยกาซเรือนกระจกและราคาน้ำมันที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต อาจส่งผลให้พลังงานทดแทนจากพืชมีบทบาทสำคัญมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อลดการนำเข้าเชื้อเพลิงและใช้พลังงานทดแทนจากระบบเกษตรภายในประเทศแทน และส่งผลต่อราคาผลผลิตการเกษตรที่นำไปผลิตพลังงานทดแทน หรือความเป็นไปได้ในอีกทางหนึ่งก็คือ ราคาอาหารในตลาดโลกอาจเพิ่มสูงมากขึ้น ซึ่งก็จะส่งผลให้การผลิตอาหารมีความสำคัญและมีมูลค่าที่เพิ่มสูงกว่าปัจจุบัน เป็นต้น ทั้งนี้การเปรียบเทียบมูลค่าผลผลิตการเกษตรที่ได้นำเสนอมาแล้วนั้น เพียงเพื่อต้องการให้เห็นการเปรียบเทียบในภาพรวมโดยสังเขปเท่านั้น

อนึ่ง การพิจารณาถึงระบบเกษตรโดยมองถึงมูลค่ารวมนั้น ก็เป็นการมองจากมุมมองเดียวเท่านั้น ทั้งนี้เพียงเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้แต่เพียงโดยสังเขป ซึ่งการพิจารณาถึงข้อดีข้อเสียของแนวทางต่างๆ เหล่านี้ยังจะต้องพิจารณาถึงประเด็นอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น ความเสี่ยงจากความผันผวนรายปีของพืชแต่ละชนิดทั้งในแง่ภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นเป็นครั้งคราว หรือ ความผันผวนด้านราคาที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ เป็นต้น ทั้งนี้การปลูกพืชเชิงผสมผสานอาจทำให้ระบบเกษตรและเกษตรกรมีขีดความสามารถในการรับมือกับความเสี่ยงต่างๆ ได้ดีกว่าการปลูกปลูกพืชเชิงเดี่ยว นอกจากนี้มูลค่าของพื้นที่วนเกษตร พื้นที่ป่าอนุรักษ์ ตลอดจนบทบาทของพื้นที่เหล่านี้ในการช่วยรักษาระบบนิเวศน์ ที่เป็นส่วนสำคัญของแนวทางระบบเกษตรแบบผสมผสาน ก็ยังเป็นส่วนสำคัญที่สนับสนุนและเพิ่มความสำคัญต่อแนวทางนี้ แต่การวิเคราะห์ในขั้นนี้มุ่งนำเสนอความเป็นไปได้ของผลผลิตพืชไร่นาในลุ่มน้ำชี-มูลในอนาคต ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำชี-มูลจากแรงขับดันเชิงเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตเป็นสำคัญเท่านั้น

3.2 การใช้โมเดลทางอุทกวิทยา Variable Infiltration Capacity (VIC) เพื่อจำลองปริมาณน้ำหลากและน้ำท่ารายเดือนและรายปีของลุ่มน้ำชี-มูล

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในลุ่มน้ำชี-มูล โดยเปลี่ยนแปลงทั้งในเชิงปริมาณและระยะเวลาของฤดูฝน ตลอดจนการกระจายตัวของฝนตลอดช่วงฤดู ซึ่งจะส่งผลต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล การทำความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคตจะช่วยให้การวางยุทธศาสตร์ระยะยาวเป็นไปอย่างเหมาะสมมากขึ้น

ในการศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชี- มูลนี้ ได้ดำเนินการโดยการใช้ software แบบจำลองทางอุทกศาสตร์ โดยเลือกใช้แบบจำลองปริมาณน้ำท่า Variable Infiltration Capacity model (VIC) ซึ่งเป็นแบบจำลองประเภท precipitation – runoff โดยแบ่งหน่วยวิเคราะห์ออกเป็น ตาราง (grid) โดยใช้หลักการ variable infiltration capacity และแบ่งดินในแต่ละ grid เป็น 2 ชั้น จากนั้นนำเข้าข้อมูลสภาพอากาศในอนาคต ได้แก่ ฝน อัตราเร็วลม อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละกริด ซึ่งเป็นผลจากการจำลองสภาพอากาศในอนาคตภายใต้ แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศในอนาคต แบบ A2 และ B2[7] จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค PRECIS โดยข้อมูลทั้งหมดได้รับการปรับลดความคลาดเคลื่อนในระดับหนึ่งแล้ว ทั้งนี้ได้ศึกษาการผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกำหนดปีฐานของการศึกษา คือ ค.ศ. 1980-2009 และช่วงปีในอนาคตจำนวน 3 ช่วง ได้แก่ ค.ศ. 2010-2039, 2040-69 และ 2070-2099

ผลการจำลองนี้ได้สรุปแยกออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ผลการจำลองของปริมาณ**น้ำหลากผิวดิน** (surface runoff) ในที่นี้จะหมายถึงน้ำที่ไหลผ่านผิวดิน ซึ่งปรากฏเมื่อดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำในดินและไม่สามารถรองรับน้ำเพิ่มเติมได้อีก ทำให้มีน้ำส่วนเกินจากน้ำฝนไหลผ่านเหนือผิวดิน ส่วน**น้ำท่า** จะหมายถึง ปริมาณน้ำในลำธาร หรือแม่น้ำที่เกิดจากน้ำฝน ผ่านกระบวนการเก็บกัก ณ จุดต่าง ๆ ภายในระบบ และการระบายลงสู่พื้นที่รับน้ำตอนล่าง ในลุ่มน้ำชีและมูล โดยได้ผลสรุปดังนี้

ปริมาณน้ำหลากผิวดิน

ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงน้ำหลากผิวดินถือเป็นตัวแปรหนึ่งที่ได้รับผลโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เนื่องจากความความหนาแน่นของปริมาณน้ำฝน (rainfall intensity) ที่อาจเปลี่ยนแปลงจะส่งผลต่อความชื้นในดิน และเชื่อมโยงไปสู่การเกิดน้ำท่วมฉับพลันจากน้ำหลากผิวดิน หรือการชะล้างตะกอนหน้าดินลงสู่ลำน้ำภายในแต่ละลุ่มน้ำ จากผลการจำลองโดยแบบจำลอง VIC ซึ่งแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำหลากผิวดินสะสมรายปีเฉลี่ย และน้ำหลากผิวดินสูงสุดในหนึ่งวัน ดังนี้

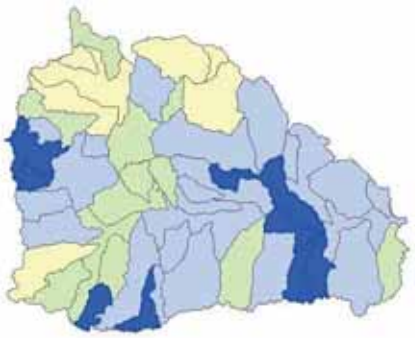
ผลการจำลอง พบว่า ปริมาณน้ำหลากผิวดินสะสมรายปีเฉลี่ยในช่วงปีฐานจะมีมากในบริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของลุ่มน้ำชีมูล และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นมากกว่า 10% ทางตอนกลางถึงฝั่งตะวันออกของลุ่มน้ำในช่วงปี 2010-2039 และ 2040-2069 ในขณะที่ในช่วงปลายศตวรรษปริมาณน้ำหลากผิวดินสะสมรายปีจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 30% ทางฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำ ซึ่งบ่งชี้ถึงแนวโน้มที่จะมีการชะล้างตะกอนหน้าดินเพิ่มขึ้นจนถึงปลายศตวรรษ ตามการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแบบ A2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากผิวดินสะสมรายปีตามการเปลี่ยนแปลงแบบ B2 นั้น มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นไม่เกิน 10% ทางตอนบนบนของลุ่มน้ำและลดลงบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำในช่วงต้นและกลางศตวรรษ

[7] การประเมินการเปลี่ยนแปลงในอนาคตตามสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงจากการที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นในรูปแบบ A2 และ B2 นี้ เป็นการประเมินตามแนวทางที่อนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก และค่อนข้างน้อย เพื่อให้เห็นถึงช่วงของการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

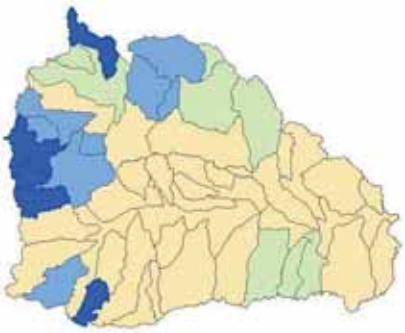
ในขณะที่ในช่วงปลายศตวรรษมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากกว่า 30% ทางฝั่งตะวันออกของลุ่มน้ำ ซึ่งบ่งชี้ถึงแนวโน้มที่การชะล้างจะตะกอนหน้าดินจะเพิ่มขึ้นมากในช่วงปลายศตวรรษเช่นเดียวกัน (รูปที่ 3-30)

สำหรับปริมาณน้ำหลากผิวดินสูงสุดรายวันในช่วงปีฐานทางฝั่งตะวันตกจะแสดงค่ามากกว่าทางฝั่งตะวันออกของลุ่มน้ำ ส่วนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเทียบกับช่วงปีฐาน จะเพิ่มมากกว่า 30% ในช่วงกลางศตวรรษ โดยเฉพาะทางตอนกลางของลุ่มน้ำ และมีแนวโน้มลดลงทางฝั่งตะวันตก และลดลงในช่วงปลายศตวรรษ จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวบ่งชี้ถึงแนวโน้มที่จะเกิดน้ำหลากฉับพลันเพิ่มขึ้นในช่วงกลางศตวรรษ โดยเฉพาะตอนกลางของลุ่มน้ำ ทั้งการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตามแบบ A2 และ B2 (รูปที่ 3-31)

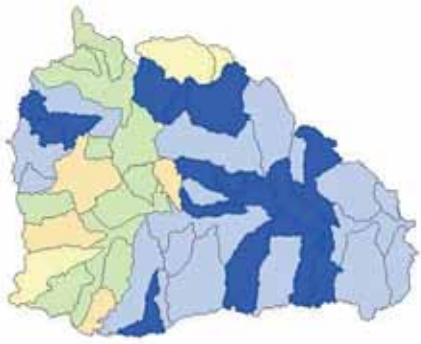
น้ำหลากผิวดินสะสมในช่วงปีฐาน



% การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2010-2039 ตามแบบ A2



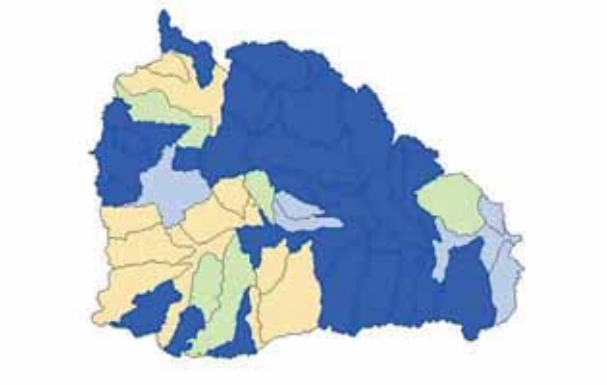
% การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2010-2039 ตามแบบ B2



% การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2040-2069 ตามแบบ A2

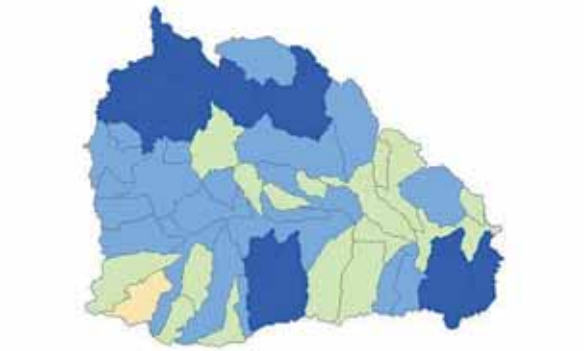
% การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2040-2069 ตามแบบ B2

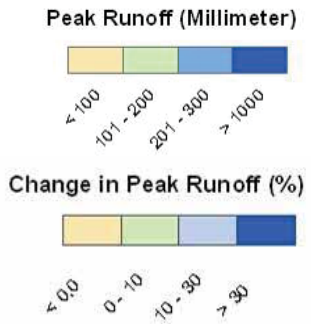
% การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2070-2099 ตามแบบ A2



% การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2070-2099 ตามแบบ B2

รูปที่ 3-30 ปริมาณน้ำหลากผิวดินสะสมรายปีเฉลี่ยในช่วงปีฐาน และการเปลี่ยนแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับช่วงปีฐาน ตามการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศรูปแบบ A2 และ B2





น้ำหลากผิวดินสูงสุดในช่วงปีฐาน

% การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2010-2039 ตามแบบ A2

% การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2010-2039 ตามแบบ B2

% การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2040-2069 ตามแบบ A2

% การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2040-2069 ตามแบบ B2

% การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2070-2099 ตามแบบ A2

% การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2070-2099 ตามแบบ B2

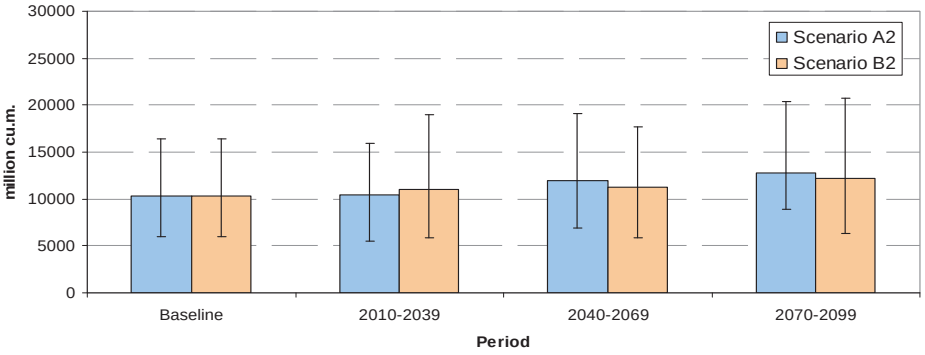
รูปที่ 3-31 ปริมาณน้ำหลากผิวดินสูงสุดต่อวันในช่วงปีฐาน และการเปลี่ยนแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับช่วงปีฐาน ตามการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศรูปแบบ A2 และ B2

ปริมาณน้ำท่า

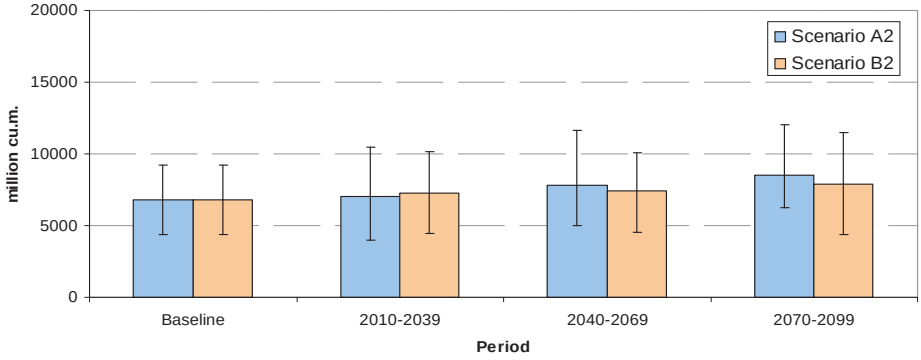
ผลของการประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าในอนาคตซึ่งทำการคาดการณ์ไปจนถึงสิ้นศตวรรษนี้ จากการจำลองสถานการณ์น้ำท่าในอนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 โดยแบบจำลองซึ่งจะแสดงเป็นช่วง 30 ปี ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย ปริมาณน้ำท่ามากที่สุด และน้อยที่สุด ระหว่างปี 1980 ถึง 2099 ณ สถานีตรวจวัดน้ำท่าที่สำคัญของกรมชลประทานจำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีตรวจวัดยโสธร (สถานีในลุ่มแม่น้ำชีก่อนจะมีการรวมกับลุ่มแม่น้ำมูล) สถานีตรวจวัดราษีไศล (สถานีในลุ่มแม่น้ำมูลก่อนจะมีการรวมกับลุ่มแม่น้ำชี) และสถานีตรวจวัดอุบลราชธานี (สถานที่ในลุ่มน้ำที่มีการรวมกันของลุ่มแม่น้ำชีและมูลแล้ว) สามารถสรุปแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงได้ ดังนี้

ภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าที่สถานีตรวจวัดน้ำจังหวัดยโสธร คือ สำหรับ SRES A2 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ ในช่วงปี 2010-2039 2040-2069 และ 2070-2099 เพิ่มขึ้นประมาณ 1% 16% และ 24% ตามลำดับ และSRES B2 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ ในช่วงปี 2010-2039 2040-2069 และ 2070-2099 เพิ่มขึ้นประมาณ 7% 9% และ 18% ตามลำดับ และที่สถานีตรวจวัดน้ำราษีไศล สำหรับ SRES A2 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ประมาณ 3% 14% และ 25% ตามลำดับ และ SRES B2 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 6% 9% และ 16% ตามลำดับ สำหรับที่สถานีตรวจวัดน้ำจังหวัดอุบลราชธานี SRES A2 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ประมาณ 2% 13% และ 22% ตามลำดับ และSRES B2 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 5% 6% และ 17% ตามลำดับ จากการวิเคราะห์พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงโดยในช่วง 2010-2039 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านทั้ง 3 สถานีภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงแบบ B2 จะมีปริมาณมากกว่า A2 ในขณะที่ในช่วงปี 2040-2099 ปริมาณน้ำท่าภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงแบบ A2 จะมีปริมาณมากกว่า B2 (รูปที่ 3.32)

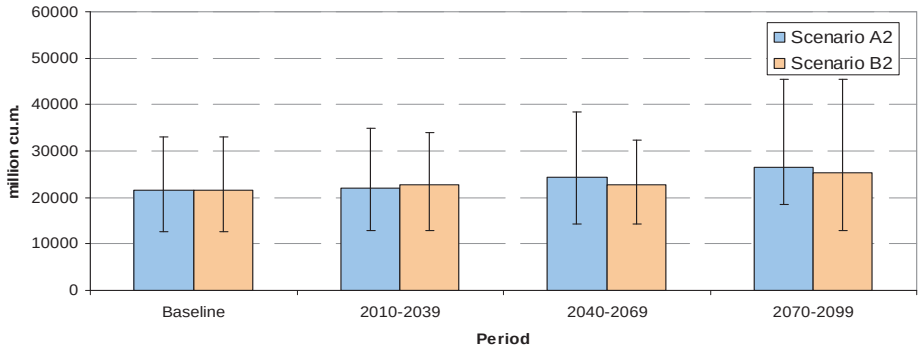
(ก) สถานีตรวจวัดยโสธร



(ข) สถานีตรวจวัดราษีไศล



(ค) สถานีตรวจวัด อบลราชธานี

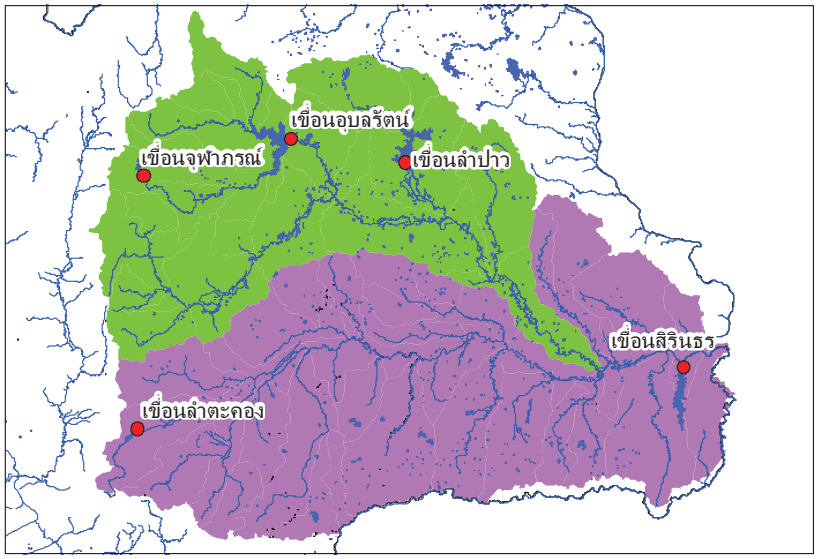


รูปที่ 3-32 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย ปริมาณน้ำท่ามากสุด และน้อยสุดที่ตำแหน่งของสถานีวัดน้ำที่สำคัญในลุ่มน้ำ ชี-มูล แสดงเป็นร้อยละเทียบกับปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในช่วงปีฐาน และช่วงปีอนาคต

สรุป การเปลี่ยนสภาพภูมิอากาศในอนาคตจะมีผลต่อปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำชี-มูล เพิ่มขึ้นในภาพรวม ทั้งภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตามแนวทาง A2 และ B2 โดยที่แนวทาง A2 จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าแนวทาง B2 จากผลการจำลองดังกล่าว ทำให้คาดการณ์ในเบื้องต้นได้ว่า ภัยทางธรรมชาติอันเนื่องมาจากสภาพอากาศประเด็นภัยน้ำท่วม ก็น่าจะมีโอกาสเกิดได้มากขึ้นด้วย ซึ่งจะเป็นผลทำให้ระบบเกษตรตลอดจนประชาชนในพื้นที่มีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องจากภัยน้ำท่วมในอนาคตนี้ด้วย

การจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลุ่มน้ำชี-มูล

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นภูมิภาคที่เป็นแหล่งเกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศ มีลุ่มน้ำชี - มูลเป็นลุ่มน้ำขนาดใหญ่ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของภูมิภาค ปัจจุบันปัญหาด้านทรัพยากรน้ำเป็นประเด็นปัญหาสำคัญสำหรับภูมิภาคนี้ ทั้งในด้านการจัดการด้านอุทกภัย และภัยแล้ง อ่างเก็บน้ำเป็นรูปแบบของวิธีการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในรูปแบบของการกักเก็บแบบหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ โดยโครงการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้น เช่น เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนลำปาว เขื่อนสิรินธร และเขื่อนลำตะคอง เป็นต้น ล้วนเป็นอ่างเก็บน้ำที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งทั้งในด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้าและด้านการชลประทาน ซึ่งเป็นบทบาทหลัก ทั้งนี้ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศย่อมส่งผลถึงการบริหารจัดการน้ำที่ต้องเปลี่ยนไปในแต่ละพื้นที่ด้วย การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำโดยการประเมินการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าที่จะไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำและเขื่อนสำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล สำหรับเขื่อนที่สำคัญบริเวณลุ่มน้ำชี-มูล ได้แก่ เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนลำปาว เขื่อนสิรินธร และเขื่อนลำตะคอง โดย 2 เขื่อนแรก (อุบลรัตน์ และลำปาว) จะตั้งอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำชี และสองเขื่อนสุดท้าย (สิรินธร และลำตะคอง) ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำมูล (รูปที่ 3-33)



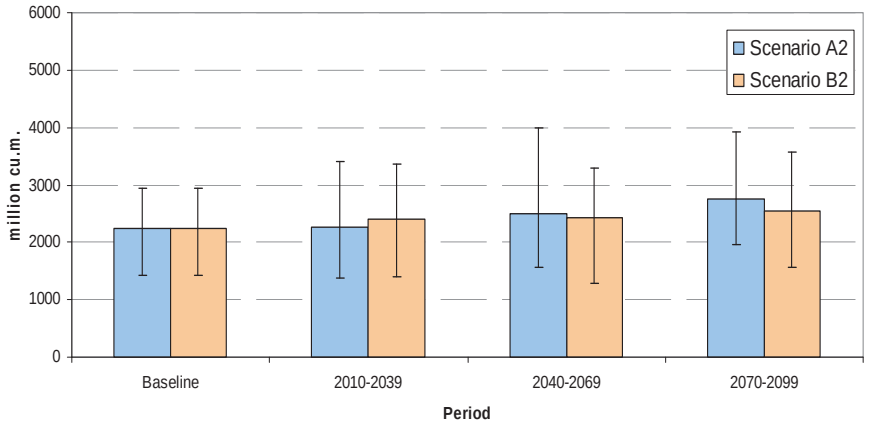
รูปที่ 3-33 ตำแหน่งที่ตั้งของเขื่อนสำคัญในลุ่มน้ำชี-มูล

ผลการวิเคราะห์รูปแบบปริมาณน้ำที่จะไหลลงอ่างเก็บน้ำที่สำคัญดังกล่าวภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 แสดงถึงปริมาณน้ำสะสมรายปีเฉลี่ยในแต่ละช่วง 30 ปี ดังนี้

<u>เขื่อนอุบลรัตน์</u>

เขื่อนอุบลรัตน์เป็นเขื่อนหินขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่ตอนบนของลุ่มน้ำชี บริเวณจังหวัดขอนแก่น มีขนาดความจุประมาณ 2,263 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยปีละประมาณ 2,271 ล้านลูกบาศก์เมตร ภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ดังนี้ สำหรับแนวทาง A2 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ ในช่วงปี 2010-2039, 2040-2069 และ 2070-2099 เพิ่มขึ้นประมาณ 1%, 12% และ 23% ตามลำดับ และแนวทาง B2 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บ

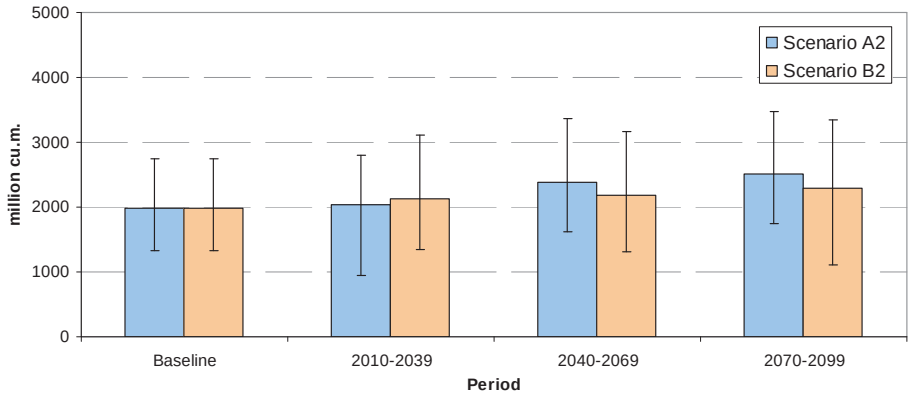
น้ำรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ ในช่วงปี 2010-2039, 2040-2069 และ 2070-2099 เพิ่มขึ้นประมาณ 7% , 8% และ 14% ตามลำดับ (รูปที่ 3-34)



รูปที่ 3-34 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ (เขื่อนอุบลรัตน์) รายปีเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 1980-2009 (Baseline), 2010-2039, 2040-2069 และช่วงปี ค.ศ.2070-2099 ตามภาพฉายอนาคตสภาพอากาศแบบ A2 และ B2

<u>เขื่อนลำปาว</u>

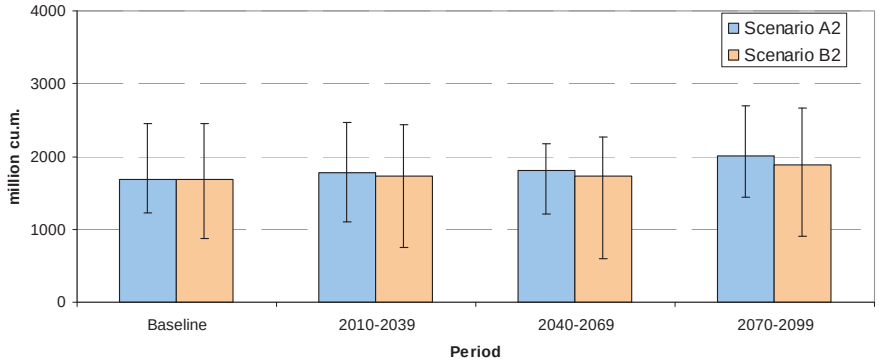
เขื่อนลำปาวเป็นเขื่อนดินขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่ตอนบนของลุ่มน้ำชี บริเวณจังหวัดกาฬสินธุ์ มีขนาดความจุประมาณ 1,430 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยปีละประมาณ 1,985 ล้านลูกบาศก์เมตร ภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ดังนี้ คือ ภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงแบบ A2 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ ในช่วงปี 2010-2039, 2040-2069 และ 2070-2099 เพิ่มขึ้นประมาณ 3%, 21% และ 27% ตามลำดับ และภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงแบบ B2 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ ในช่วงปี 2010-2039, 2040-2069 และ 2070-2099 เพิ่มขึ้นประมาณ 8%, 10% และ 16% ตามลำดับ (รูปที่ 3-35)



รูปที่ 3-35 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ (เขื่อนลำปาว) รายปีเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 1980-2009 (Baseline), 2010-2039, 2040-2069 และช่วงปี ค.ศ.2070-2099 ตามภาพฉายอนาคตสภาพอากาศแบบ A2 และ B2

เขื่อนสิรินธร

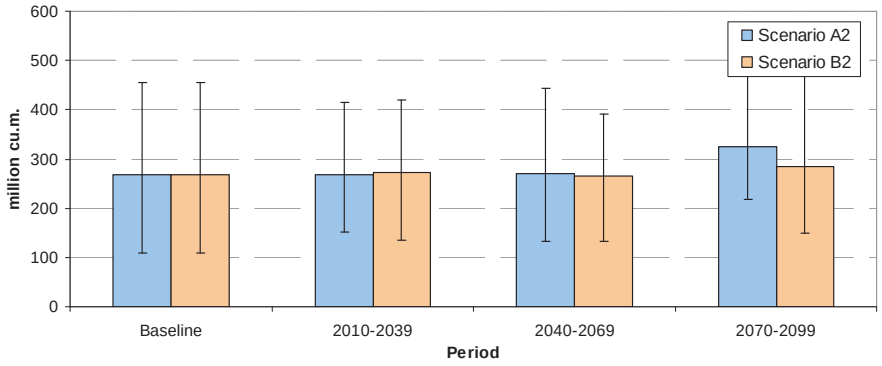
เขื่อนสิริธรเป็นเขื่อนดินขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำมูล บริเวณจังหวัดอุบลราชธานี มีขนาดความจุประมาณ 1,966 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยปีละประมาณ 1,644 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ดังนี้ ภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงแบบ A2 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ ในช่วงปี 2010-2039, 2040-2069 และ 2070-2099 เพิ่มขึ้นประมาณ 6%, 7% และ 19% ตามลำดับ และภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงแบบ B2 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ ในช่วงปี 2010-2039, 2040-2069 และ 2070-2099 เพิ่มขึ้นประมาณ 3%, 3% และ 12% ตามลำดับ (รูปที่ 3-36)



รูปที่ 3-36 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ (เขื่อนสิรินธร) รายปีเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 1980-2009 (Baseline), 2010-2039, 2040-2069 และช่วงปี ค.ศ.2070-2099 ตามภาพฉายอนาคตสภาพอากาศแบบ A2 และ B2

เขื่อนลำตะคอง

เขื่อนสิริธรเป็นเขื่อนดินขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำมูล บริเวณจังหวัดอุบลราชธานี มีขนาดความจุประมาณ 1,966 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยปีละประมาณ 1,644 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ดังนี้ คือ ภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงแบบ A2 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างรายปีเฉลี่ยไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2010-2039 และ 2040-2069 ในขณะที่ในช่วงปี 2070-2099 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 20% และภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงแบบ B2 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉพาะในช่วงปี 2070-2099 เพิ่มขึ้นประมาณ 6% (รูปที่ 3.37)



รูปที่ 3-37 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ (เขื่อนลำตะคอง) รายปีเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 1980-2009, 2010-2039, 2040-2069 และช่วงปี ค.ศ.2070-2099 ตามภาพฉายอนาคตสภาพอากาศแบบ A2 และ B2

สรุป แนวโน้มของสถานการณ์น้ำที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ หรือเขื่อนในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล ตามแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบปัจจุบัน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต (SRES A2 และ B2) จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฝนในอนาคตของพื้นที่ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าที่จะเหลือและไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำในพื้นที่ดังกล่าว ดังนั้น การบริหารจัดการน้ำก็อาจจะต้องเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมในแต่ละพื้นที่ด้วย

3.3 การใช้โมเดลภูมิสารสนเทศเชิงสถิติเพื่อประเมินการเกิดโรคมาเลเรียและไข้เลือดออกในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภายใต้ภาวะโลกร้อนนี้ส่งผลให้โรคที่มีแมลงเป็นพาหะ (Vector bourne dicease) แพร่ระบาดมากขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นที่เพิ่มสูงขึ้นนั้นเอื้อต่อสภาวะการขยายพันธุ์ของแมลง นอกจากนี้ปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้นและขังอยู่ตามแหล่งต่าง ๆ มากขึ้นนี้ ก็ยังเป็นการเพิ่มแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงให้เพิ่มมากขึ้นด้วย การศึกษาถึงความเสี่ยงของจังหวัดในลุ่มน้ำชี-มูลจากการโรคระบาดอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้ ศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการแพร่ระบาดของโรคมาเลเรียและไข้เลือดออก โดยใช้หลักการประเมินดังต่อไปนี้

อัตราการระบาดในแต่ละปีจะขึ้นกับศักยภาพการเกิดโรคซึ่งถูกกำหนดโดยปัจจัยทางสภาพอากาศในแต่ละปี ลบด้วยประสิทธิภาพด้านการสาธารณสุข (การควบคุมโรค) ของแต่ละจังหวัดซึ่งจะมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องตามเวลา โดยสมการ

$$C_{i,y} = \sum_{j} a_{i,j} W_{i,j,y} - b_i y$$

โดยที่

$C_{i,j}$ = อัตราการเกิดโรค (ต่อประชากร 100,000) ของจังหวัด i ในปี y

$a_{i,j}$ = ค่าสัมประสิทธิเชิงเส้นสำหรับตัวแปรทางอากาศ j ของจังหวัด i

$W_{i,j,y}$ = ค่าของตัวแปรทางอากาศ j ของจังหวัด i ของปี y

b_i = ค่าสัมประสิทธิเชิงเส้นสำหรับพัฒนาการด้านการสาธารณสุขของจังหวัด i

i = จังหวัดต่างๆ ของประเทศ

j = ตัวแปรทางสภาพอากาศที่ใช้ จำนวน 8 ตัวแปร ได้แก่ ค่าเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดรายวัน ค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละปี จำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 10 มม จำนวนวันที่อุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส จำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส และปริมาณฝนรวมของแต่ละปี

y = ปี ค.ศ. (ช่วงฐานคือ 1985-2007)

แนวโน้มการเกิดโรคระบาดในอนาคต

ผลการวิเคราะห์แนวโน้มอัตราการเกิดโรคระบาดในอนาคต โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากแบบจากจำลอง PRECIS ตามช่วงปีในอนาคตจำนวน 3 ช่วงเวลา (ค.ศ.2010 – 2039, 2040-2069 และ 2070-2099) ภายใต้แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศในอนาคตแบบ A2

ค่าเฉลี่ยรายปีและช่วงของความแปรปรวนของอัตราการเกิดโรคมาลาเรียและไข้เลือดออกในหลายจังหวัดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทางภูมิอากาศจำนวน 8 ค่าที่ใช้ ได้แก่

- อุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ย
- อุณหภูมิสูงสุดของปี
- จำนวนวันที่ร้อนมากกว่า $35^{0}C$ ในแต่ละปี
- อุณหภูมิต่ำสุดรายวันเฉลี่ย
- อุณหภูมิต่ำสุดของปี
- จำนวนวันที่เย็นกว่า $15^{0}C$ ในแต่ละปี
- ฝนเฉลี่ยรายปี
- จำนวนวันฝนตกในแต่ละปี

โดยที่ปัจจัยอื่นๆ ถูกกำหนดให้มีการพัฒนาแบบเส้นตรงตามเวลา

ผลการวิเคราะห์พบว่า โรคมาลาเรียมีความสัมพันธ์กับลักษณะอากาศมากกว่าไข้เลือดออก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้มีค่าสูงกว่าอย่างชัดเจน อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนของสัมประสิทธิเชิงเส้นของตัวแปรภูมิอากาศรายจังหวัดจะพบว่าบางจังหวัดจะมีลักษณะความสัมพันธ์ที่แตกต่างไปจากจังหวัดส่วนใหญ่ โดยที่ในจังหวัดเหล่านี้อัตราการเกิดโรคทั้งสองก็มักจะไม่ค่อยมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทางภูมิอากาศด้วยเช่นกัน โดยที่จังหวัดเหล่านี้ได้แก่ เลย นครพนม และมุกดาหาร ในกรณีของมาลาเรีย และเลย หนองคาย นครพนมและมุกดาหาร ในกรณีของไข้เลือดออก ล้วนเป็นจังหวัดที่ติดกับแม่น้ำโขงด้านประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จึงอาจจะเป็นไปได้ว่าอัตราการเกิดโรคในจังหวัดเหล่านี้จำนวนมากอาจจะมาจากการเคลื่อนที่ของประชากรข้ามไปมาระหว่างประเทศมากกว่าจะเนื่องมาจากการระบาดเนื่องมาจากปัจจัยทางภูมิอากาศ

เมื่อพิจารณาตัวแปรอื่นๆ ของแต่ละจังหวัดเป็นที่น่าสังเกตว่าค่าสัมประสิทธิส่วนใหญ่จะมีค่าเป็นลบทั้งในกรณีของมาลาเรียและไข้เลือดออก ซึ่งชี้ให้เห็นว่าจากโมเดลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้อัตราการเกิดโรคทั้งสองมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอยู่แล้วไม่ว่าภูมิอากาศจะเปลี่ยนหรือไม่ก็ตาม

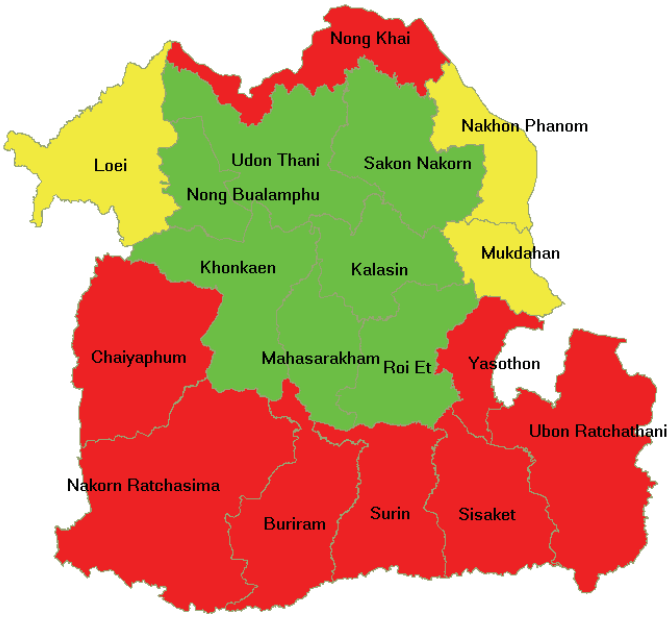
ในจังหวัดที่อัตราการเกิดโรคมีความสัมพันธ์ค่อนข้างมากกับตัวแปรทางภูมิอากาศนั้นถึงแม้ว่าอัตราการเกิดโรคในอนาคตจะเพิ่มมากขึ้นกว่าในปัจจุบันก็ตามแต่ก็จะมีเพียงบางจังหวัดเท่านั้นที่การเพิ่มขึ้นจะมีนัยยะสำคัญ โดยที่สำหรับมาลาเรียจังหวัดที่มีความเสี่ยงสูงในอนาคตจะได้แก่ ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ยโสธรและหนองคาย ซึ่งเกือบทั้งหมดเป็นจังหวัดในภาคอีสานตอนล่าง ในขณะที่จังหวัดที่เป็น **'ไข่แดง'** ที่อยู่ตอนกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีความเสี่ยงของการเกิดโรคมาลาเรียในอนาคตค่อนข้างต่ำกว่า ดังที่แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3-9 และรูปที่ 3-38 ส่วนจังหวัดที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคไข้เลือดออกในอนาคตได้แก่ ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ร้อยเอ็ด ยโสธร กาฬสินธุ์และอุดรธานี ซึ่งเรียงตัววนจากด้านตะวันตกผ่านด้านใต้และพาดขึ้นไปทางตอนเหนือของภาค ดังที่แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3-10 และรูปที่ 3-39

ตารางที่ 3-9 ผลการจำลองการเกิดมาลาเรียในจังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

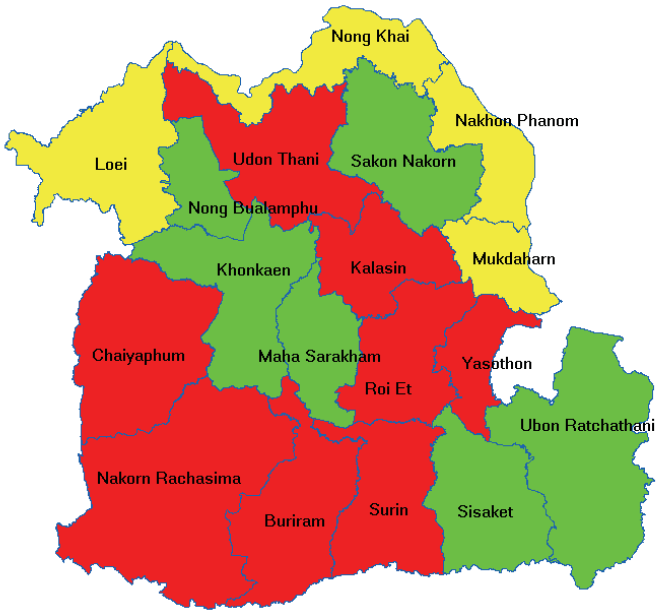
จังหวัด	จำนวนสัมประสิทธิ์ที่เบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยมากกว่า 1 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าโดยประมาณของอัตราการเกิดโรคในปี ค.ศ. 2100 ภายใต้ภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแบบ A2	ความเสี่ยงของการเกิดโรคเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต
ค่าวิกฤติ	2	100	
อำนาจเจริญ	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
บุรีรัมย์	0	120	มาก
ชัยภูมิ	0	150	มาก
กาฬสินธุ์	0	70	น้อย
ขอนแก่น	1	60	น้อย
เลย	5	45	ขึ้นกับปัจจัยอื่น
มหาสารคาม	0	50	น้อย
มุกดาหาร	2	220	ขึ้นกับปัจจัยอื่น
นครพนม	6	320	ขึ้นกับปัจจัยอื่น
นครราชสีมา	0	200	มาก
หนองบัวลำพู	0	20	น้อย
หนองคาย	1	230	มาก
ร้อยเอ็ด	0	20	น้อย
สกลนคร	0	70	น้อย
ศรีสะเกษ	0	180	มาก
สุรินทร์	0	160	มาก
อุบลราชธานี	1	130	มาก
อุดรธานี	1	70	น้อย
ยโสธร	1	100	มาก

ตารางที่ 3-10 ผลการจำลองการเกิดไข้เลือดออกในจังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Provinces	จำนวนสัมประสิทธิ์ที่เบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยมากกว่า 1 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าโดยประมาณของอัตราการเกิดโรค ณ ปี ค.ศ. 2100 ภายใต้ SRES A2	ความเสี่ยงของการเกิดโรคเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต
ค่าวิกฤติ	2	300	
อำนาจเจริญ	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
บุรีรัมย์	0	650	มาก
ชัยภูมิ	0	350	มาก
กาฬสินธุ์	0	400	มาก
ขอนแก่น	1	180	น้อย
เลย	3	300	ขึ้นกับปัจจัยอื่น
มหาสารคาม	0	290	น้อย
มุกดาหาร	4	400	ขึ้นกับปัจจัยอื่น
นครพนม	4	400	ขึ้นกับปัจจัยอื่น
นครราชสีมา	0	310	มาก
หนองบัวลำพู	1	240	น้อย
หนองคาย	4	400	ขึ้นกับปัจจัยอื่น
ร้อยเอ็ด	0	350	มาก
สกลนคร	1	140	น้อย
ศรีสะเกษ	1	220	น้อย
สุรินทร์	0	350	มาก
อุบลราชธานี	0	110	น้อย
อุดรธานี	1	320	มาก
ยโสธร	1	460	มาก



รูปที่ 3-38 ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมาลาเรียในอนาคตในจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สีแดง=ระดับความเสี่ยงสูง, สีเขียว=ระดับความเสี่ยงปานกลาง และสีเหลือง=ขึ้นกับปัจจัยอื่น)



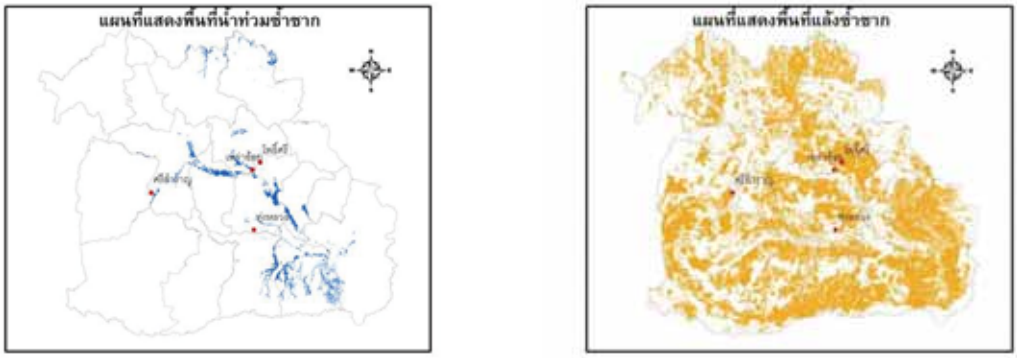
รูปที่ 3-39 ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้เลือดออกในอนาคตในจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สีแดง=ระดับความเสี่ยงสูง, สีเขียว=ระดับความเสี่ยงปานกลาง และสีเหลือง=ขึ้นกับปัจจัยอื่น)

3.4 การประเมินความเสี่ยงและความล่อแหลมของพื้นที่แห้งแล้งและน้ำท่วมซ้ำซากในลุ่มน้ำชี-มูล ต่อการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพอากาศในอนาคต

การศึกษานี้ได้พิจารณาถึงความเสี่ยงและความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ที่ประสบภัยแล้งและภัยน้ำท่วมซ้ำซากจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยคัดเลือกที่พื้นที่ในการศึกษาดังต่อไปนี้[8]

- ตำบลศรีสำราญ อำเภอคอนสวรรค์ จังหวัดชัยภูมิ
- ตำบลเหล่าอ้อย อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์
- ตำบลโพธิ์ศรี อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด
- ตำบลทุ่งหลวง อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

พื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่ที่ประชากรในพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางด้านการเกษตรและประสบปัญหาภัยแล้งและ/หรือ ภัยน้ำท่วมซ้ำซากอยู่เป็นประจำในปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอาจส่งผลต่อความเสี่ยงที่พื้นที่เหล่านี้เผชิญอยู่ โดยอาจทำให้ระดับความเสี่ยงหรือส่งผลให้รูปแบบความเสี่ยงจากผลของสภาพอากาศที่มีต่อการดำเนินชีวิตของประชาชนในพื้นที่ต้องเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยการประเมินความเสี่ยงของจังหวัดในลุ่มน้ำชี-มูล จากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตพืชไร่-นาในการศึกษานี้ จะมองถึงอนาคตใน 3 ช่วงเวลา ในรอบ 30 ปี กล่าวคือ ประเมินความเสี่ยงของพื้นที่ศึกษาจากกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตในช่วงทศวรรษที่ 2010s-2030s / 2040s-2060s และ 2070s-2090s



รูปที่ 3-40 ตำแหน่งพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมและภัยแล้งซ้ำซากในลุ่มน้ำชี-มูล (*ที่มา: สถาบันวิจัย พัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*)

การพิจารณาถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของความรุนแรงและความถี่ของภัยพิบัตินี้ถูกนำมาใช้เป็นตัวแทน (Proxy) ของความแปรปรวนของสภาพอากาศในอนาคต โดยการพิจารณาถึงสภาพอากาศในอนาคตจากภาพฉายอนาคตที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศ

[8] การคัดเลือกพื้นที่ศึกษานี้ พิจารณาถึงปัญหาภัยพิบัติที่พื้นที่เหล่านี้ประสบอยู่ ประกอบกับเป็นพื้นที่ที่มีเครือข่ายวิจัยพัฒนาดำเนินการศึกษาหรือมีกิจกรรมในพื้นที่อยู่ในปัจจุบัน

นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงผลผลิตพืชไร่นาก็ถูกนำมาใช้เป็นตัวแทน (Proxy) ของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเพื่อนำมาใช้ประเมินความเสี่ยงใน 2 ประเด็นคือ การเปลี่ยนแปลงในเชิงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่นาโดยเฉลี่ยในแต่ละช่วงอนาคต[9] และ ความแปรปรวนของผลผลิต ซึ่งพิจารณาจาก สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of varience) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะส่งผลถึงความเสี่ยงของภาคส่วนการเกษตรแตกต่างกันไปในอนาคต ทั้งนี้พิจารณาจากผลผลิตในอนาคตอันเป็นผลจากการคำนวณโดยแบบจำลองผลผลิตพืช

การศึกษานี้ได้จัดทำชุดของตัวชี้วัดขึ้นเพื่ออธิบายถึง การที่แต่ละพื้นที่ศึกษาเปิดรับต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Exposure) และ ความไวต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Sensitivity) ทั้งนี้โดยยึดหลักว่า ความเสี่ยงต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้น เป็นผลจากปัจจัยกำหนด (Determinant) ทั้ง 2 ประการ (UNDP, 2004) โดยตัวชี้วัดเหล่านี้จะบ่งชี้ถึงปัจจัยทางสภาพสังคมและกายภาพของพื้นที่ที่อาจทำให้พื้นที่ศึกษานั้น ๆ ตกอยู่ใต้ภาวะเสี่ยงซึ่งจะถูกขับดันโดยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศให้เปลี่ยนไปในอนาคต โดยได้คำนึงถึงตัวชี้วัดที่บ่งชี้ถึงทั้งผลกระทบจากความแปรปรวนและผลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตด้วยตัวชี้วัดต่างๆ ที่ได้คัดเลือกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังในตารางที่ 3-11 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3-11 ตัวชี้วัดความเสี่ยงจากผลกระทบของความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต

การเปิดรับต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ		**การชี้วัดโดยการให้คะแนน**
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	จำนวนประชากรในจังหวัดอยู่ในภาคการเกษตรสูงจะส่งผลให้จังหวัดนั้น ๆ เปิดรับกับความเสี่ยงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมากเนื่องจากผลกระทบที่เกิดขึ้นจะส่งผลในวงกว้าง (หมายเหตุ: ใช้ตัวเลขระดับจังหวัดเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษา เนื่องจากไม่มีข้อมูลสำมะโนประชากรในระดับตำบล) *ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ ข้อมูลปี 2543*	สูง (>70%) = 1 ปานกลาง (50-70%) = 0 ต่ำ (<50%) = -1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	พิจารณาจากสัดส่วนของพื้นที่เพาะปลูกที่ประสบภัยธรรมชาติซ้ำซากเทียบกับพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดพื้นที่ประสบภัยซ้ำซาก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในอนาคตภายใต้แนวโน้มการที่สูงขึ้นบ่งชี้ถึงระดับการเปิดรับต่อความ	เพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบัน = 1 เท่ากับปัจจุบัน = 0 ลดลงจากปัจจุบัน = -1

[9] การประเมินมูลค่าผลผลิตการเกษตรนี้ ใช้ราคาปัจจุบันคงที่เพื่อให้เข้าใจถึงภาพรวมของผลผลิตการเกษตรเท่านั้น โดยใช้ราคาประเมินของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2552) ดังนี้

- ข้าวนาปี (ข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ ชนิด 100%) ราคา 14,415 บาท/ตัน
- ข้าวนาปรัง ราคา 9,909 บาท/ตัน
- มันสำปะหลัง ราคา 1,170 บาท/ตัน
- อ้อยโรงงาน ราคา 706 บาท/ตัน
- ข้าวโพด ราคา 5,260 บาท/ตัน

http://www.oae.go.th/oae_report/price/price_month_result.php (access 1 December 2009)

	เสี่ยงจากภัยธรรมชาติที่เพิ่มมากขึ้น และถือเป็นตัวบ่งชี้ถึงผลกระทบของความแปรปรวนของสภาพอากาศ *ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน 2548* และผลการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ โดยการใช้ข้อมูลสภาพอากาศอนาคตตามภาพฉายอนาคตประกอบการประเมิน	
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	พิจารณาจากจำนวนภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในรอบทศวรรษ ซึ่งถือเป็นตัวบ่งชี้ถึงผลกระทบของความแปรปรวนของสภาพอากาศ ที่มา: การสัมภาษณ์ผู้นำชุมชนและองค์กรบริหารส่วนท้องถิ่น (อบต.) และการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ โดยการใช้ข้อมูลสภาพอากาศอนาคตตามภาพฉายอนาคตประกอบการประเมิน หมายเหตุ: ข้อมูลด้านภัยพิบัติย้อนหลังในพื้นที่ศึกษาจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องมีย้อนหลังเพียง 5 ปี	เพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบัน = 1 เท่ากับปัจจุบัน = 0 ลดลงจากปัจจุบัน = -1
ความไวต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ		
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	พิจารณาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมของผลผลิตในพื้นที่ศึกษาโดยเฉลี่ยรายปีในรอบ 30 ปีเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วงปีฐาน โดยคิดเป็นร้อยละ ถือเป็นตัวบ่งชี้ถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งหากการเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มมูลค่าสูงขึ้นก็จะส่งผลให้ความไวต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศลดลง *ที่มา: ผลการวิเคราะห์ในการศึกษานี้*	ลดลงจากปัจจุบัน = 1 เท่ากับปัจจุบัน = 0 เพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบัน = -1 หมายเหตุ: การเปลี่ยนแปลง +/- 5% ถือว่าเท่ากับปัจจุบัน
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	พิจารณาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variance คิดเป็น %) ของมูลค่ารวมของผลผลิตในรอบ 30 ปี ถือเป็นตัวบ่งชี้ถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งหากการเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มที่หากผลผลิตมีความแปรปรวนสูงขึ้นก็จะส่งผลให้ความไวต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเพิ่มขึ้น *ที่มา: ผลการวิเคราะห์ในการศึกษานี้*	เพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบัน = 1 ไม่เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน = 0 ลดลงจากปัจจุบัน = -1 หมายเหตุ: การเปลี่ยนแปลง +/- 5% ถือว่าเท่ากับปัจจุบัน
สัดส่วนความยากจน	คำนวณจากจำนวนประชากรที่มีรายจ่ายเพื่อการบริโภคต่ำกว่าเส้นความยากจน คิดเป็นร้อยละของจำนวนประชากรทั้งหมดในแต่ละจังหวัด โดยแสดงให้	สูง (>20%) = 1 ปานกลาง (10-20%) = 0

	เห็นถึงสัดส่วนของประชากรที่พร้อมที่จะตกอยู่ใต้ความเสี่ยงต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ *(หมายเหตุ: ใช้ตัวเลขระดับจังหวัดเป็นตัวแทน เนื่องจากไม่มีข้อมูลในระดับตำบล)* *ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ ข้อมูลปี 2550*	ต่ำ (<10%) = -1

ผลรวมของคะแนนนี้อาจใช้เพื่อบ่งชี้ถึงระดับความเสี่ยงภายใต้สถานการณ์ต่างๆ โดยสังเขปได้ดังนี้

- ระดับคะแนน 0-2 คือ เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตในระดับต่ำ
- ระดับคะแนน 3-4 คือ เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตในระดับปานกลาง
- ระดับคะแนน 5-6 คือ เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตในระดับสูง

อย่างไรก็ดี ประเด็นที่ต้องคำนึงอีกประการหนึ่งในการประเมินความเสี่ยงตามวิธีการนี้คือ การประเมินตัวชี้วัดต่างๆ โดยเฉพาะมูลค่ารวมของผลผลิตซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ชี้วัดประการหนึ่งก็อาจจะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตด้วยเช่นกัน ซึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงไปภายใต้แรงขับดันจากการพัฒนาเชิงเศรษฐกิจและสังคมต่างๆ ซึ่งจะส่งผลให้บริบทของการเปิดรับและความไวต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแตกต่างไปจากปัจจุบัน แต่การศึกษานี้มองประเด็นถึงสภาวะที่ดำเนินไปตามรูปแบบที่เป็นอยู่ตามปัจจุบัน (Business as usual) จึงได้ตั้งข้อสมมุติฐานให้วิธีการประเมินตัวชี้วัดเหล่านั้นคงที่ต่อไปในอนาคต ทั้งนี้ได้ใช้ราคาผลผลิตเกษตรแต่ละชนิดในการ normalize หน่วยการผลิตเท่านั้น โดยให้ตัวชี้วัดที่เปลี่ยนไปคือ ตัวแทน (Proxy) ของผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ คือ ปริมาณของผลผลิตการเกษตร ทั้งนี้เพื่อให้เห็นภาพความเสี่ยงอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีผลต่อผลผลิตการเกษตรได้ กล่าวโดยสรุปแล้วการประเมินความเสี่ยงจากผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งใช้กรรมวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative analysis) นี้ มีวัตถุประสงค์เพียงเพื่อใช้บ่งชี้ถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับความเสี่ยงของพื้นที่ศึกษาโดยสังเขปเท่านั้น ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้อาจจะจะต้องนำไปใช้ประกอบการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative analysis) ต่อไปในอนาคต

- **ความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่โดยพิจารณาถึงระบบผลิตการเกษตรในลุ่มน้ำชี-มูลต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ**

ความเปราะบาง (Vulnerability) นั้น เป็นคำที่ใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ในเชิงลบที่ภาคส่วนหนึ่งๆ หรือหน่วยสังคมหนึ่งๆ เผชิญอยู่ ซึ่งเป็นผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงซึ่งก่อให้เกิดแรงกดดันและกลายเป็นความเสี่ยงโดยที่ภาคส่วนนั้นๆ ไม่มีขีดความสามารถเพียงพอที่จะดำเนินการเพื่อให้พ้นจากสภาวะนั้น หรือบริหารจัดการให้ตนเองพ้นจากความเสี่ยงนั้นไปได้ (Adger et al, 2001) ซึ่งในการมองถึงความเสี่ยงและความเปราะบางต่อภาวะเสี่ยงนั้นๆ ควรที่จะต้องมีเป้าหมายในการทำความเข้าใจที่ชัดเจนว่า เป็นความเสี่ยงหรือความเปราะบางของใคร ภายใต้แรงกดดันจากอะไรบ้าง ตลอดจนพิจารณาถึงเงื่อนไขด้านเวลาที่เกิดภาวะของความเสี่ยงและความเปราะบางดังกล่าว เพื่อที่จะได้กำหนดยุทธศาสตร์การปรับตัวได้อย่างเหมาะสม

การประเมินความเปราะบางของภาคส่วนต่างๆ ที่เป็นผลจากแรงกดดันหรือภาวะเสี่ยงอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ นี้ อาจประเมินได้โดยพิจารณาถึงปัจจัยกำหนด (Determinant) 3 ประการ ดังนี้ คือ การเปิดรับต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงหรือความเสี่ยง (Exposure) ความไวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงหรือความเสี่ยง (Sensitivity) และ ขีดความสามารถในการรับมือหรือปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงหรือความเสี่ยง (Coping capacity or adaptive capacity) (UNDP, 2004)

จากแนวคิดดังกล่าว การประเมินความเปราะบางของพื้นที่ศึกษาในการศึกษานี้จึงได้พิจารณาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับความเสี่ยงที่ระบบการผลิตพืชไร่นาในพื้นที่ชีมูลโดยพิจารณาจากชุดของตัวชี้วัดซึ่งบ่งชี้ถึงการเปิดรับต่อผลกระทบจากสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต และ พิจารณาถึงผลจากการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกในรูปแบบต่างๆ ภายใต้ภาพฉายอนาคตที่ได้จัดทำขึ้นในฐานะที่เป็นกลไกที่มีศักยภาพในการปรับตัวต่อสภาพการณ์ในอนาคต โดยพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของมูลค่ารวมผลผลิตเกษตรซึ่งจะส่งผลต่อระดับความเสี่ยงของแต่ละพื้นที่ โดยถือว่าการปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกเหล่านั้นจัดได้ว่าเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการปรับตัวต่อสถานการณ์อนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งนี้เนื่องจากระบบเกษตรพืชไร่นานี้จัดว่าเป็นระบบการผลิตที่มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้โดยง่ายจากการที่รอบการปลูกของพืชเหล่านี้มีอายุสั้น ดังนั้นการที่จะเลือกรูปแบบแนวทางการผลิตในแต่ละช่วงเวลาจึงสามารถเลือกดำเนินการได้ตามความเหมาะสมแก่สถานการณ์ในช่วงเวลานั้น ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ การประเมินความเปราะบางของพื้นที่จึงได้พิจารณาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเสี่ยงอนาคตของพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติในลุ่มน้ำชี-มูลโดยแยกการพิจารณาออกเป็น 2 แนวทาง คือ การประเมินความเสี่ยงอนาคตตามแนวทางการเพาะปลูกที่ให้มูลค่ารวมผลผลิตสูงสุด และ การประเมินความเสี่ยงอนาคตตามแนวทางการเพาะปลูกที่มีความแปรปรวนของมูลค่ารวมผลผลิตต่ำสุด ทั้งนี้โดยประเมินเปรียบเทียบกับผลการผลิตในช่วงปีฐาน โดยใช้มูลค่ารวมผลผลิตสูงสุดและความแปรปรวนของมูลค่ารวมผลผลิตต่ำสุดภายใต้ภาพฉายอนาคตรูปแบบการเพาะปลูกแต่ละแนวทางเป็นตัวชี้วัดในการประเมินความเสี่ยงในอนาคตภายใต้การปรับตัวเชิงระบบ

การเปลี่ยนแปลงของระดับความเสี่ยงของพื้นที่ที่สูงขึ้นในอนาคตโดยพิจาณาถึงการปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิตที่ให้มูลค่าสูงสุดหรือมีความแปรปรวนของผลผลิตต่ำสุดในอนาคตแต่ละช่วงเวลาเมื่อเทียบกับการดำเนินการผลิตตามรูปแบบที่เป็นอยู่ (Business as usual) นั้น ใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่จากความแปรปรวนของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต

- **การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพอากาศในอนาคต**

ประเด็นเรื่องการปรับตัวนี้เป็นเรื่องที่จะต้องพิจารณาในบริบทของพื้นที่ และตอบสนองต่อรูปแบบของปัญหาหรือความเสี่ยงจากสภาพอากาศ (Climate risk) ที่ประชาชนในพื้นที่เผชิญหน้าอยู่ในปัจจุบันและอนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยจัดตั้งยุทธศาสตร์ หรือ แนวทางปฏิบัติที่สอดคล้องกับบริบทของพื้นที่ในบริบทของอนาคตด้วย ทั้งนี้ แนวทางการปรับตัวเพื่อรับมือจากผลกระทบหรือความเสี่ยงจากสภาพอากาศนั้น อาจดำเนินการได้ในหลายรูปแบบ เช่น การสร้างโครงสร้างสาธารณูปโภคพื้นฐาน อันเป็นกระบวนการทางวิศวกรรม หรือ การปรับวิถีชีวิตให้สอดคล้องกับสถาณการณ์ในอนาคต อันเป็นกระบวนการทางสังคม หรือ การปรับรูปแบบเทคนิคในการประกอบอาชีพ อันเป็นรูปแบบของการถ่อยทอดองค์ความรู้ หรือ การใช้กฎเกณฑ์ต่างๆ เพื่อดำเนินการในการบริหารจัดการความเสี่ยง อันเป็นกระบวนการด้านการจัดองค์กร และอื่น ๆ ซึ่งการดำเนินการในพื้นที่ใดๆ นั้น อาจเป็นการดำเนินการในหลายรูปแบบประกอบกันก็ได้ และอาจปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เหมาะสมตามบริบทที่เปลี่ยนแปลงไปตามพลวัตของระบบเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งกรณีศึกษาที่ยกมาเป็นตัวอย่างต่อไปนี้จะแสดงถึงแนวทางการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงจากสภาพอากาศด้วยกลไกต่างๆ กัน

3.4.1 กรณีศึกษาพื้นที่ตำบลศรีสำราญ ห้วยสามหมอ จังหวัดชัยภูมิ

สภาพทั่วไป

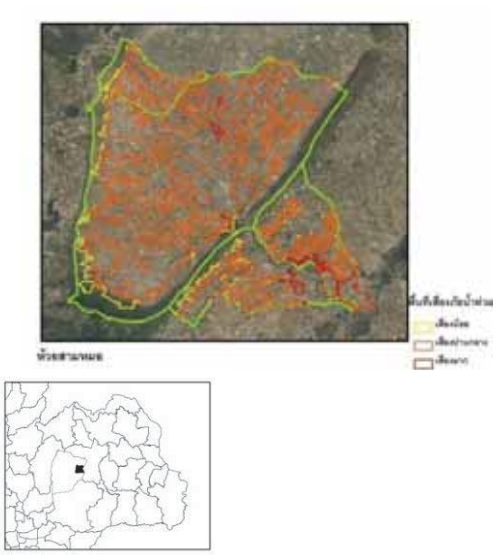
ตำบลศรีสำราญ อำเภอคอนสวรรค์ จัดตั้งเมื่อปี พ.ศ.2540 ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอคอนสวรรค์ มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 48.539 ตารางกิโลเมตร ภูมิประเทศทั่วไปส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม มีพื้นที่ดอนเป็นบางส่วนทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ลาดเอียงจากทางทิศเหนือไปทางทิศใต้ พื้นที่ด้านทิศเหนือติดกับลำห้วยสามหมอ ส่วนทางทิศตะวันออกเฉียงใต้เป็นที่ราบลุ่มติดกับลำน้ำชี แหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญในพื้นที่ได้แก่ ลำห้วยสามหมอ บึงแก่งนกโง่ และแม่น้ำชี

ตำบลศรีสำราญ แบ่งการปกครองเป็น 10 หมู่บ้าน โดยมีครัวเรือนจำนวน 1,492 ครัวเรือน และประชากร 5,410 คน[10] อาชีพหลัก เกษตรกรรม คิดเป็นร้อยละ 93.56% ที่เหลือร้อยละ 6.44% มีอาชีพรับราชการ ค้าขาย และรับจ้าง พืชเศรษฐกิจหลัก คือ ข้าว ส่วนพืชเศรษฐกิจรอง ได้แก่ อ้อย, งา, ถั่วเขียว, ถั่วเหลือง อาชีพเสริม จักสานและเลี้ยงสัตว์

ประเด็นปัญหาปัจจุบัน

ตำบลศรีสำราญ อยู่ในพื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำห้วยสามหมอ มีสภาพเป็นพื้นที่ลุ่ม ในอดีตเกิดอุทกภัยในช่วงปลายฤดูฝนในบางปี (รูปที่ 3-41) แต่เกิดในช่วงเวลาสั้นๆ ประมาณ 1-2 สัปดาห์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เป็นต้นมา เกิดอุทกภัยทุกปีในพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่นามีน้ำท่วมขังพื้นที่นาต่อเนื่องทุกปี ในปี พ.ศ. 2550 พื้นที่นาถูกน้ำท่วมคิดเป็นร้อยละ 74.57 ของพื้นที่นาทั้งหมด และในปี พ.ศ. 2551 พื้นที่นาถูกน้ำท่วมคิดเป็นร้อยละ 71.33 ของพื้นที่นาทั้งหมด

[10] สถิติสำนักงานทะเบียนอำเภอคอนสวรรค์ เมื่อเดือนกันยายน 2552



รูปที่ 3-41 แผนที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอและสภาพอุทกภัยในพื้นที่ตำบลศรีสำราญ

การประเมินความเสี่ยงและความเปราะบางจากผลกระทบสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต

การวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดอุทกภัยในอนาคตที่ ต.ศรีสำราญ จากการวิเคราะห์รอบปีการเกิดซ้ำโดยพิจารณาจากข้อมูลสภาพอากาศอนาคตและเทียบเคียงกับปริมาณน้ำรวมรายสัปดาห์ที่น่าจะก่อให้เกิดอุทกภัยในอดีตเป็นเกณฑ์ ผลการวิเคราะห์แสดงแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นทั้งในแง่ของความถี่และความรุนแรง[11] และเมื่อพิจารณาร่วมกับตัวชี้วัดอื่น ๆ ทำให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับความเสี่ยงและความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่อันเนื่องจากความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตดังนี้

[11] ในการประมาณความเสี่ยงการเกิดอุทกภัยในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ดำเนินการโดยการเลือกเกณฑ์ชี้วัดจากปริมาณน้ำท่ารวม 7 วันเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ทั้งนี้เนื่องจากคำนึงถึงการท่วมที่เกิดขึ้นเป็นระยะเวลานาน และเลือกใช้ปริมาณน้ำท่าที่สถานีตรวจวัดน้ำท่า E.21 บ้านแก่งโก ที่อยู่ในตำแหน่งเหนือพื้นที่ศึกษาเป็นดัชนีชี้วัด โดยมีความจุลำน้ำ 312 ลบ.ม.ต่อวินาที ซึ่งจะประมาณค่าน้ำท่ารวม 7 วันได้ประมาณ 2184 ลบ.ม.ต่อวินาที เป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ และวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ในแต่ละช่วงปีโดยการทำ Return period คำนวณโดยใช้สูตรตามทฤษฎีกัมเบล คือ

$$Q_{Tr} = \overline{Q} - 0.45S - 0.78S \ln\left(-\ln\left(1-\frac{1}{Tr}\right)\right)$$

โดย Q_{Tr} คือ ขนาดน้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำ (ลบ.ม.ต่อวินาที) $\overline{Q}$ คือ ค่าเฉลี่ย S คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Tr คือ รอบปีการเกิดซ้ำ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความเปลี่ยนแปลงของความถี่การเกิดอุทกภัยในแต่ละช่วง และแนวโน้มความรุนแรงของเหตุการณ์อุทกภัยที่มีโอกาสเกิด 1 ครั้งในรอบ 10 ปี และ 20 ปี ซึ่งชี้วัดโดยใช้ผลรวมอัตราการไหลน้ำท่าในรอบ 7 วันเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ผลการวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศอนาคตแสดงถึงแนวโน้มความรุนแรงของอุทกภัยจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำต่ำกว่าปัจจุบันในอนาคตระยะใกล้และกลาง แต่จะเพิ่มสูงขึ้นในอนาคตระยะไกล ส่วนความถี่ของโอกาสที่จะเกิดอุทกภัยจะลดลงในอนาคตระยะใกล้ แต่จะเพิ่มสูงขึ้นในอนาคตระยะกลางและระยะไกล

ตารางที่ 3-12 การประเมินระดับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	สูง	1	สูง	1	สูง	1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	เท่ากับปัจจุบัน	0	สูงกว่าปัจจุบัน	-1	สูงกว่าปัจจุบัน	-1
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
สัดส่วนความยากจน	สูง	1	สูง	1	สูง	1
รวมคะแนน		1		2		4

ตารางที่ 3-13 การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงผลผลิตที่สูงที่สุดในอนาคต

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	สูง	1	สูง	1	สูง	1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	เท่ากับปัจจุบัน (แนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน หรือแนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร)	0	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	-1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	-1
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน หรือแนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร))	-1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	1	เท่ากับปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	0
สัดส่วนความยากจน	สูง	1	สูง	1	สูง	1
รวมคะแนน		0		1		3

ตารางที่ 3-14 การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงความแปรปรวนของผลผลิตที่ต่ำที่สุดในอนาคต

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	สูง	1	สูง	1	สูง	1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	เท่ากับปัจจุบัน (แนวทางตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน หรือ แนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร)	0	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางตามที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	-1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน)	-1
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน หรือ แนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร)	1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางตามที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	1	เท่ากับปัจจุบัน (แนวทางตามที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	1
สัดส่วนความยากจน	สูง	1	สูง	1	สูง	1
รวมคะแนน		2		1		4

เมื่อพิจารณาระดับความเสี่ยงตามตัวชี้วัดเหล่านี้แล้ว อาจกล่าวได้ว่าพื้นที่ตำบลศรีสำราญมีแนวโน้มที่จะมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป แต่ก็จัดว่ามีความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำและจะมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นเป็นระดับปานกลางในอนาคตระยะไกล แต่เมื่อพิจารณาถึงศักยภาพของระบบการผลิตการเกษตรโดยปรับรูปแบบการผลิตในอนาคตให้มีผลผลิตสูงสุดหรือมีระดับความแปรปรวนของผลผลิตต่ำสุดตามศักยภาพของพื้นที่ ก็พบว่าพื้นที่ตำบลศรีสำราญนี้ไม่ตกอยู่ในภาวะล่อแหลมเปราะบางต่อความแปรปรวนของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต โดยที่ระดับความเสี่ยงลดต่ำลงกว่าระดับที่เป็นไปโดยมิได้มีการดำเนินการใดๆ

แนวคิดและแนวทางดำเนินการเพื่อรับมือและปรับตัวต่อความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต

แม้ว่าพื้นที่ตำบลศรีสำราญจะมีระดับความเสี่ยงต่ำก็ตาม แต่การปรับตัวให้เข้ากับผลกระทบของสภาพอากาศให้ดีขึ้นนั้นก็ย่อมส่งผลให้ระดับความเป็นอยู่ของประชาชนดีขึ้น โดยแนวคิดของพื้นที่ตำบลศรีสำราญในการรับมือกับความเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพอากาศ คือ การปรับระบบการผลิตเป็นการทำนาปรังในฤดูแล้งแทนการทำนาปีในฤดูฝน โดยแนวทางปฏิบัติ คือ การจัดการด้วยระบบชลประทานขนาดเล็กในพื้นที่ โดยการพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำในท้องถิ่นเพื่อทำหน้าที่เป็นแก้มลิงเก็บน้ำข้ามฤดูเพาะปลูก ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มที่ภาวะอุทกภัยจะมีความรุนแรงและความถี่มากขึ้นในอนาคต การดำเนินการเพื่อต่อสู้ภัยน้ำท่วมอาจจะเป็นแนวทางที่ไม่สอดคล้องกับสภาวการณ์ในอนาคต แต่การปรับตัวเพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมการเกษตรภายใต้แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงน่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมกว่า

บึงนกโง่ หรือ หนองนกโง่ เป็นหนองน้ำสาธารณะ อยู่ทางทิศใต้ของตำบลศรีสำราญ มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 1,250 ไร่ (รูปที่ 3-42) ซึ่งตามปกติน้ำจากแม่น้ำชีทะลักเข้ามาในหนองนกโง่ในช่วงปลายฤดูฝน และไหลไปท่วมพื้นที่นาข้าวที่อยู่รอบหนองนกโง่ประมาณ 3,000 ไร่ หากทำคันดินกั้นบึงหนองนกโง่เป็นระยะทางประมาณ 7,700 เมตรและพร้อมทำประตูเปิดปิดน้ำ (รูปที่ 3-43) โดยทำการกักเก็บน้ำที่ระดับความลึก 4 เมตร จะสามารถกักเก็บน้ำในฤดูฝนไว้ใช้ในการเพาะปลูกในฤดูแล้งได้ประมาณ 8 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถใช้สนับสนุนการเพาะปลูกข้าวนาปรังในพื้นที่โดยรอบได้ทั้งหมด และหากต้องการขยายพื้นที่ปลูกข้าว ก็สามารถสูบน้ำจากลำน้ำชีมาเติมหนองนกโง่ได้ โดยมีครัวเรือนเกษตรกรที่จะได้ประโยชน์จากการดำเนินการนี้ไม่น้อยกว่า 100 ครอบครัว

รูปที่ 3-42 บึงหนองนกโง่

รูปที่ 3-43 ผู้นำชุมชนร่วมแก้ปัญหาน้ำท่วม และคันกั้นน้ำรอบบึงหนองนกโง่

การลงทุนสร้างคันดินกั้นน้ำรอบบึงหนองนกโง่ ได้เริ่มมีการดำเนินการในปี พ.ศ. 2550 เป็นต้นมา โดยชุมชนได้ดำเนินการสร้างคันดินกั้นน้ำ ภายใต้การสนับสนุนงบประมาณจากกรมทรัพยากรน้ำ เป็นเงินงบประมาณ 11 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2550/51 สร้างคันดินได้ 2,900 เมตร ผลจากการสร้างคันกั้นน้ำบางส่วน เป็นผลดีต่อพื้นที่ในการแก้ปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ปลูกข้าวนาปีได้บางส่วน ในปี พ.ศ. 2552/53 ได้งบประมาณ 6 ล้านบาท มาสร้างคันดินระยะทาง 1,900 เมตร อย่างไรก็ตาม คันดินกั้นน้ำยังไม่แล้วเสร็จ ยังต้องสร้างคันดินเพิ่มเติมอีกประมาณ 2,900 เมตร จึงจะรอบบึงนกโง่ แม้ว่าการสร้างคันดินรอบบึงนกโง่ไม่เสร็จทั้งหมด ในปี 2552/53 มีการนำน้ำจากบึงนกโง่มาใช้ทำนาปรังแล้วประมาณ 1,500 ไร่ ทั้งนี้คาดว่าการลงทุนโดยรวม โดยครอบคลุมถึงระบบประตูจ่ายน้ำ ควรจะอยู่ในงบประมาณ 30 ล้านบาท

การดำเนินการระดับชาติ: แนวทางการปรับตัวในพื้นที่ศึกษานี้เป็นการดำเนินการที่สามารถดำเนินการได้ในระดับท้องถิ่น

การดำเนินการระดับท้องถิ่น: การดำเนินการปรับตัวนี้ แม้ว่าจะสามารถดำเนินการได้ในระดับท้องถิ่น แต่ก็ต้องอาศัยการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐในระดับจังหวัดด้วย

ประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผล

หากการดำเนินการเสร็จสิ้นสมบูรณ์ พื้นที่นี้จะมีน้ำเพียงพอต่อการปลูกพืชในฤดูแล้ง โดยทำการปลูกข้าวนาปรังได้ 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกปลูกในช่วงเดือนมกราคม เก็บเกี่ยวในเดือนเมษายน-พฤษภาคม ปลูกข้าวนาปรังครั้งที่ 2 ในช่วงกลางเดือนเมษายน- ต้นเดือนพฤษภาคม เก็บเกี่ยวในเดือนสิงหาคม ซึ่งเก็บเกี่ยวข้าวก่อนเกิดน้ำท่วมขัง ในการทำนาปรังปกติเกษตรกรนิยมใช้ข้าวพันธุ์ข้าวชัยนาท 1 หรือ ปทุมธานี อายุประมาณ 120 วัน ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 650 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตาม การปลูกข้าวนาปรังครั้งที่ 2 หากการจัดการไม่ดี ก็มีโอกาสเสี่ยงจากการถูกน้ำท่วมขัง ทำให้ผลผลิตข้าวเสียหายได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมนาข้าว เกษตรกรควรใช้ข้าวพันธุ์อายุสั้น 75 วัน ผลผลิตเฉลี่ย 450 กก.ต่อไร่ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพพื้นที่นา โดยการดำเนินการดังกล่าวจะให้ผลตอบแทนดังที่แสดงในตาราง 3.15 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-15 การประเมินศักยภาพผลผลิตในอนาคตเปรียบเทียบกับการลงทุน

	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
ผลผลิตการปลูกข้าวนาปรังครั้งที่ 1 (ข้าวชัยนาท 1 อายุ 120 วัน)	650.00
ผลผลิตการปลูกข้าวนาปรังครั้งที่ 1 (ข้าวอายุสั้น 75 วัน)	450.00
ผลผลิตรวมต่อไร่	1,100.00
พื้นที่ปลูกข้าวบริเวณระบบชลประทานบึงนกโง่ (ไร่)	3,000.00
ผลผลิตรวมของพื้นที่ (กก.)	3,300,000.00
มูลค่าโดยประมาณ (บาท) [12]	32,699,700.00
การลงทุนระบบชลประทานโดยประมาณ (บาท)	30,000,000.00

สรุป

เมื่อพิจาณาในภาพรวมแล้ว แม้ว่าความเสี่ยงของพื้นที่ตำบลศรีสำราญนี้จะไม่มีแนวโน้มสูงขึ้นและจัดว่าไม่ล่อแหลมเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตก็ตาม แต่การดำเนินการเพื่อปรับตัวรับมือกับความเสี่ยงให้ได้ดีขึ้นนั้น ก็ส่งผลดีต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่ให้ดีขึ้น ทั้งนี้แนวคิดและแนวทางการปรับตัวของตำบลศรีสำราญนี้จัดว่าสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์อนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งนี้เนื่องจากอุทกภัยในพื้นที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น การเรียนรู้ที่จะปรับตัวอยู่กับสภาวะน้ำท่วมที่จะเกิดขึ้นเป็นประจำในช่วงฤดูน้ำหลากนี้ ตลอดจนแสวงหาประโยชน์จากภาวะน้ำท่วมเพื่อให้ดำเนินกิจกรรมประกอบอาชีพต่อไปได้ จึงนับว่าสอดคล้องกับแนวทางของการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งนี้ผลตอบแทนที่เกิดจากการดำเนินการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรในฤดูแล้งนี้ ก็สามารถสร้างความคุ้มทุนต่อการลงทุนได้ในระยะเวลาอันสั้น

อย่างไรก็ดี ปัจจัยที่ทำให้เกิดการดำเนินการขึ้นได้ (Enabling factor) และปัจจัยที่ทำให้เกิดผลสำเร็จ (Critical success factor) นั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพพื้นที่และความพร้อมชุมชน ตลอดจนวิสัยทัศน์ของผู้นำชุมชน และเงินลงทุน ซึ่งกรณีของตำบลศรีสำราญนี้นับว่ามีปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวค่อนข้างพร้อม แต่ก็ยังมีข้อจำกัดและอุปสรรค (Limiting factor) อยู่บางประการคือ ความขัดแย้งของผู้ที่ประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์ คือ การเลี้ยงควายในพื้นที่บึงหนองนกโง่ซึ่งเป็นอุปสรรคในการสร้างคันกั้นน้ำในบางตอนเนื่องจากจะขัดขวางต่อการนำความเข้าไปในพื้นที่ และการที่ควายออกหากินโดยไม่มีการควบคุม ก็ก่อให้เกิดความเสียหายกับพื้นที่นาข้าวอีกด้วย การดำเนินการในระยะต่อไปคือการจัดตั้งกฎระเบียบในชุมชนเพื่อควบคุมการเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ให้อยู่ในขอบเขตและอยู่ภายใต้การควบคุมที่เหมาะสม

[12] การประเมินมูลค่าผลผลิตการเกษตรนี้ ใช้ราคาปัจจุบันคงที่เพื่อให้เข้าใจถึงภาพรวมของผลผลิตการเกษตรเท่านั้น โดยใช้ราคาประเมินของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2552) คือ ข้าวนาปรัง ราคา 9,909 บาท/ตัน http://www.oae.go.th/oae_report/price/price_month_result.php (access 1 December 2009)

3.4.2 กรณีศึกษาพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย จังหวัดกาฬสินธุ์

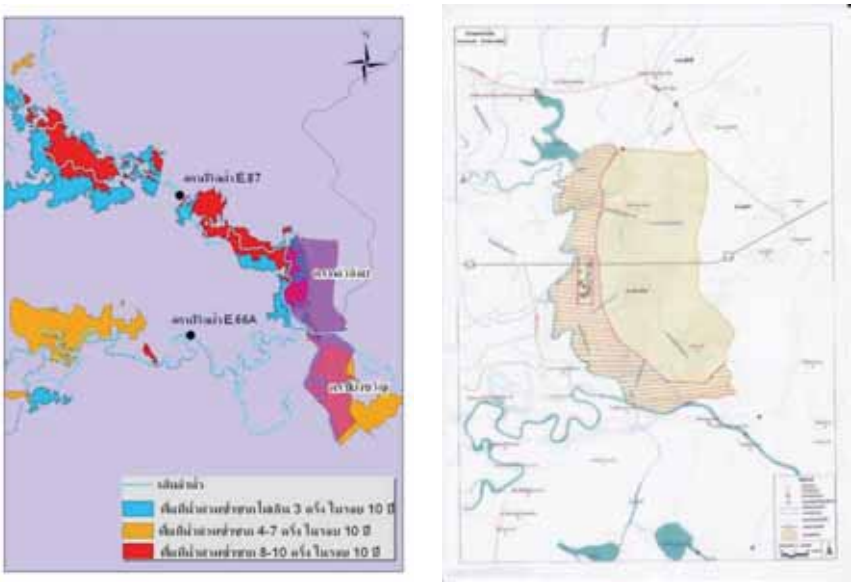
สภาพทั่วไป

เดิมตำบลเหล่าอ้อยอยู่ภายใต้การปกครองของตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ ต่อมาตำบลร่องคำได้แยกหมู่บ้านเพิ่มขึ้นเนื่องจากประชากรเพิ่ม และเพื่อประโยชน์ด้านการปกครอง กระทรวงมหาดไทย จึงได้จัดตั้งตำบลเหล่าอ้อยขึ้น เมื่อ ปี พ.ศ.2527 สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลเหล่าอ้อย มีลักษณะเป็นที่ราบสูงแบบลูกคลื่นลอนตื้น ลาดชันจากตอนเหนือลงสู่ตอนใต้ของตำบล พื้นที่เป็นที่ดอน 60% และเป็นที่ลุ่มติดกับลำน้ำ 2 สาย คือ ลำน้ำปาว และลำน้ำชี 40% ของพื้นที่ บริเวณที่ตั้งบ้านเรือนและที่อยู่อาศัยอยู่บริเวณส่วนกลางของตำบล

ตำบลเหล่าอ้อยแบ่งการปกครองออกเป็น 12 หมู่บ้านในปัจจุบัน และมีประชากรในเขต อบต. 4,762 คน และจำนวนหลังคาเรือน 1,037 หลังคาเรือน โดยประชากรมีอาชีพหลัก คือ การทำนา และอาชีพเสริม คือ เลี้ยงสัตว์ หัตถกรรมในครัวเรือน รับจ้างทั่วไป

ประเด็นปัญหาปัจจุบัน

ตำบลเหล่าอ้อยประสบปัญหาน้ำท่วมซ้ำซากเกือบทุกปีในช่วงปลายฤดูฝน ในช่วงเดือน ต.ค. – พ.ย. ทั้งนี้ข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนตำบลเหล่าอ้อยบ่งชี้ว่า ได้ประสบภัยน้ำท่วมติดต่อกันมาตั้งแต่ ปี พ.ศ.2544 – 2551 เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 8 ปี โดยมีพื้นที่เสียหายประมาณไม่น้อยกว่า 40% ของพื้นที่เกษตรซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าว กล่าวคือ พื้นที่เสียหายประมาณ 8,000 ไร่ จากพื้นที่เกษตรทั้งหมดประมาณ 20,000 ไร่ ดังข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมปี 2550 ระบุว่าพื้นที่เพาะปลูกและประมงเสียหายประมาณ 10,000 ไร่ และปี 2551 พื้นที่เพาะปลูกและประมงเสียหายประมาณ 8,000 ไร่ ทั้งนี้พื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ที่อยู่ริมลำน้ำปาวซึ่งเป็นพื้นที่แนวยาวเป็นระยะประมาณ 26 กิโลเมตรดังแสดงในรูปที่ 3-44 และ 3-45



รูปที่ 3-44 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในบริเวณลำน้ำปาว (ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน) / พื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย และ พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก (*ที่มา: องค์การบริหารส่วนตำบลเหล่าอ้อย*)

รูปที่ 3-45 สภาพน้ำท่วมในพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย (ที่มา: องค์การบริหารส่วนตำบลเหล่าอ้อย)

การประเมินความเสี่ยงและความเปราะบางจากผลกระทบสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต

การวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดอุทกภัยในอนาคตที่ ต.เหล่าอ้อย จากการวิเคราะห์รอบปีการเกิดซ้ำโดยพิจารณาจากข้อมูลสภาพอากาศอนาคตและเทียบเคียงกับปริมาณน้ำรวมรายสัปดาห์ที่น่าจะก่อให้เกิดอุทกภัยในช่วงปี 2549 เป็นเกณฑ์ ซึ่งได้เลือกใช้ปริมาณน้ำรวมรายสัปดาห์ที่ประมาณ 600 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงอุทกภัยในอนาคต ผลการวิเคราะห์แสดงแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นทั้งในแง่ของความถี่และความรุนแรง[13] และเมื่อพิจารณาร่วมกับตัวชี้วัดอื่น ๆ ทำให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับความเสี่ยงของพื้นที่อันเนื่องจากความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตดังนี้

[13] ในการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดอุทกภัย ดำเนินการโดยวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ในแต่ละช่วงปีโดยการทำ Return period คำนวณโดยใช้สูตรตามทฤษฎีกัมเบล คือ

$$Q_{Tr} = \overline{Q} - 0.45S - 0.78S \ln\left(-\ln\left(1-\frac{1}{Tr}\right)\right)$$

โดย Q_{Tr} คือ ขนาดน้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำ (ลบ.ม.ต่อวินาที) $\overline{Q}$ คือ ค่าเฉลี่ย S คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Tr คือ รอบปีการเกิดซ้ำ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความเปลี่ยนแปลงของความถี่การเกิดอุทกภัยในแต่ละช่วง และแนวโน้มความรุนแรงของเหตุการณ์อุทกภัยที่มีโอกาสเกิด 1 ครั้งในรอบ 10 ปี ซึ่งผลวิเคราะห์แสดงว่า ระดับความรุนแรงของอุทกภัยจะยังคงเท่าเดิมในอนาคตระยะใกล้ แต่จะรุนแรงกว่าปัจจุบันในอนาคตระยะกลางและระยะไกล ส่วนความถี่ของการเกิดอุทกภัยนั้น จะเพิ่มขึ้นในอนาคตระยะใกล้และระยะกลาง แต่จะลดลงในอนาคตระยะไกล

ตารางที่ 3-16 การประเมินระดับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	สูง	1	สูง	1	สูง	1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	เท่ากับปัจจุบัน	0	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	เท่ากับปัจจุบัน	0
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	เท่ากับปัจจุบัน	0	เท่ากับปัจจุบัน	0	สูงกว่าปัจจุบัน	-1
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
สัดส่วนความยากจน	สูง	1	สูง	1	สูง	1
รวมคะแนน		4		5		3

ตารางที่ 3-17 การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงผลผลิตที่สูงที่สุดในอนาคต

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	สูง	1	สูง	1	สูง	1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	เท่ากับปัจจุบัน	0	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	เท่ากับปัจจุบัน	0
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	-1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	-1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นระบบเกษตรผสมผสาน)	-1

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นระบบเกษตรผสมผสาน)	1
สัดส่วนความยากจน	สูง	1	สูง	1	สูง	1
รวมคะแนน		3		4		3

ตารางที่ 3-18 การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงความแปรปรวนของผลผลิตที่ต่ำที่สุดในอนาคต

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	สูง	1	สูง	1	สูง	1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	เท่ากับปัจจุบัน	0	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	เท่ากับปัจจุบัน	0
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	เท่ากับปัจจุบัน (แนวทางตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน หรือแนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร)	0	เท่ากับปัจจุบัน (แนวทางตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน)	0	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร)	-1
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน หรือแนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร)	1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน)	1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร)	1
สัดส่วนความยากจน	สูง	1	สูง	1	สูง	1
รวมคะแนน		4		5		3

เมื่อพิจารณาระดับความเสี่ยงตามตัวชี้วัดเหล่านี้แล้ว อาจกล่าวได้ว่าพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อยมีแนวโน้มที่จะตกอยู่ในภาวะเสียงปานกลางในอนาคตระยะใกล้ และมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นเป็นระดับเสี่ยงสูงในอนาคตระยะปานกลาง โดยจะลดลงเป็นความเสี่ยงปานกลางอีกครั้งหนึ่งในอนาคตระยะไกล หากว่าไม่มีการปรับระบบการผลิตใดๆ และเมื่อพิจารณาถึงศักยภาพของระบบการผลิตการเกษตร โดยปรับรูปแบบการผลิตในอนาคตให้มีผลผลิตสูงสุดหรือมีระดับความแปรปรวนของผลผลิตต่ำสุดตามศักยภาพของพื้นที่ ก็พบว่าพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อยนี้ไม่ตกอยู่ในภาวะล่อแหลมเปราะบางต่อความแปรปรวนของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต โดยที่ระดับความเสี่ยงมิได้สูงขึ้นกว่าระดับที่เป็นไปโดยมิได้มีการดำเนินการใดๆ

แนวทางและแนวคิดในการรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

แนวคิดในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตคือ การปรับระบบการผลิตเป็นการทำนาปรังในฤดูแล้งแทนการทำนาปีในฤดูฝน โดยเลิกการทำนาปีในฤดูฝนซึ่งเสี่ยงต่อภาวะน้ำท่วม และปล่อยให้น้ำท่วมพื้นที่เกษตรในช่วงฤดูน้ำท่วมแทนที่จะต้องหาทางป้องกัน ทั้งนี้การดำเนินการเพื่อต่อสู้ภัยน้ำท่วมอาจจะเป็นแนวทางที่ไม่สอดคล้องกับสภาวการณ์ในอนาคต ซึ่งการที่จะสร้างโครงสร้างเพื่อป้องกันน้ำท่วม ได้แก่ การสร้างพนังกั้นน้ำตลอดริมลำน้ำปาวนั้น นอกจากจะต้องใช้เงินลงทุนสูงและยังคงมีความเสี่ยงจากน้ำท่วม เนื่องจากสภาวะอุทกภัยมีแนวโน้มรุนแรงเพิ่มขึ้นทุกปี และจะทวีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคตจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งโครงสร้างนี้อาจไม่สามารถป้องกันได้อย่างเต็มที่ หรืออาจเกิดความเสี่ยงจากปัญหาพนังกั้นน้ำพังทลาย และยังจะต้องมีภาระบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง แต่การปรับวิถีชีวิตเพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมการเกษตรภายใต้แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงน่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมกว่า

แนวทางปฏิบัติในการปรับระบบการผลิตเป็นการทำนาปรังในฤดูแล้งแทนการทำนาปีในฤดูฝน ดำเนินการโดยการจัดตั้งระบบชลประทานในพื้นที่ เพื่อสนับสนุนระบบเกษตรในช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้การดำเนินการเพื่อสนับสนุนการปรับตัวโดยการเปลี่ยนรูปแบบการเพาะปลูกด้วยระบบชลประทานมี 2 แนวคิด คือ

แนวทางที่ 1: การก่อสร้างสถานีสูบน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้าระบบท่อแรงดันสูง โดยสูบน้ำจากลำน้ำปาวเพื่อส่งน้ำให้พื้นที่การเกษตรในเขตตำบลเหล่าอ้อย จำนวน 4 หมู่บ้าน คือ หมู่ที่ 2, 3, 8 และ 12 ราษฎรได้รับผลประโยชน์ 400 ครัวเรือน และพื้นที่การเกษตรในตำบลร่องคำจำนวน 5 หมู่บ้าน คือ หมู่ที่ 3, 4, 5, 6 และ 9 ราษฎรที่ได้รับผลประโยชน์ 600 ครัวเรือน พื้นที่การเกษตร 10,000 ไร่ โดยวางท่อส่งน้ำระบบแรงดันสูง วาล์วประตูน้ำ ความยาว 6 กิโลเมตร และสร้างคลองซอยส่งน้ำครอบคลุมพื้นที่ขนาด 1* 0.50 เมตร ระยะทาง 8 กิโลเมตร ท่อส่งน้ำแรงดันสูงเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร ขนาด 1.50 ม. โดยใช้เงินลงทุนประมาณ 50 ล้านบาท และอาจขยายคลองซอยส่งน้ำเพิ่มเติม ซึ่งจะต้องใช้งบประมาณอีก 20 ล้านบาท ทั้งนี้ระบบชลประทานดังกล่าวได้มีการดำเนินการไปบ้างแล้วในพื้นที่ (รูปที่ 3-46) แต่ครอบคลุมพื้นที่ไม่มากนัก

รูปที่ 3-46 สถานีสูบน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้าและระบบส่งน้ำด้วยท่อแรงดันสูง

แนวทางที่ 2: การพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำในท้องถิ่นเพื่อทำหน้าที่เป็นแก้มลิงเก็บน้ำข้ามฤดูเพาะปลูก โดยการพัฒนาหนองเลิงเปลือยซึ่งเป็นหนองน้ำสาธารณะ อยู่ทางด้านทิศเหนือของตำบลเหล่าอ้อย ซึ่งเป็นพื้นที่คาบเกี่ยวกับตำบลข้างเคียงอีก 3 ตำบล คือ ตำบลดงลิง ตำบลสามัคคี และตำบลโพนงาม (รูปที่ 3-47, 3-48) ทั้งนี้ หนองเลิงเปลือยมีพื้นที่รับน้ำมากกว่า 3,000 ไร่ แต่ในปัจจุบัน มีสภาพตื้นเขิน ตามปกติน้ำจากลำน้ำปาวจะไหลเข้าสู่พื้นที่หนองเลิงเปลือยนี้ในช่วงหน้าน้ำหลาก ซึ่งหากสามารถปรับปรุงพื้นที่ให้สามารถกักเก็บน้ำที่ระดับความลึกประมาณ 4 เมตร ก็จะสามารถกักน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้งได้ถึงเกือบ 20 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถใช้สนับสนุนพื้นที่ทำนาในตำบลเหล่าอ้อยให้ปรับมาเป็นระบบนาปรังฤดูแล้งได้ทั้งหมด

รูปที่ 3-47 แผนที่แสดงตำแหน่งหนองเลิงเปลือยและพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมซ้ำซากในพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย

หนองเลิงเปลือย ซึ่งอยู่ในพื้นที่ 4 ตำบล ปัจจุบันมีสภาพตื้นเขิน พื้นที่โดยรวมมากกว่า 3,000 ไร่ ซึ่งทาง อบต. เหล่าอ้อยมีแนวคิดใช้เป็นพื้นที่แก้มลิงเพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ทำการเกษตรในฤดูแล้ง

ส่วนต่อเนื่องของหนองเลิงเปลือยในพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย

รูปที่ 3-48 สภาพหนองเลิงเปลือยในปัจจุบัน (ภาพถ่ายเดือนมกราคม 2553)

เมื่อพิจารณาถึงแนวทางการดำเนินการจัดทำระบบชลประทานเพื่อสนับสนุนการปรับรูปแบบการเพาะปลูกมาเป็นระบบเกษตรฤดูแล้งในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตแล้ว แนวทางที่ 2 ซึ่งเป็นการพัฒนาหนองน้ำเป็นพื้นที่แก้มลิงนั้นจะสอดคล้องกับสภาวการณ์ในอนาคตมากกว่า เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในลุ่มน้ำชี-มูลมีแนวโน้มที่ฤดูแล้งจะมีระยะเวลาที่ยาวนานมากขึ้นและมีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้มีความต้องการใช้น้ำในลุ่มน้ำมากขึ้นทั้งเพื่อสนับสนุนการเกษตรตลอดจนการอุปโภคบริโภค และเพื่อรักษาสมดุลย์ของระบบนิเวศน์ (environtal flow) ดังนั้นการสูบน้ำโดยตรงจากลำน้ำในฤดูแล้งจึงเป็นเรื่องที่สมควรหลีกเลี่ยง ซึ่งมิเช่นนั้นการดำเนินการดังกล่าวอาจนำไปสู่ความขัดแย้งระหว่างพื้นที่ต่าง ๆ ในลุ่มน้ำได้ นอกจากนั้นแล้วการที่ลุ่มน้ำชี-มูลจะมีฝนมากขึ้นในฤดูฝนซึ่งและส่งผลให้สภาพอุทกภัยมีความรุนแรงมากขึ้นนั้น การพัฒนาพื้นที่แก้มลิงเพื่อเป็นพื้นที่รับน้ำก็อาจช่วยให้ความรุนแรงของอุทกภัยในพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อยในอนาคตลดลงด้วย

การดำเนินการปรับตัวนี้ ต้องการการดำเนินการระดับชาติ โดยอาศัยการสนับสนุนด้านเทคนิคและการเงินจากหน่วยงานภาครัฐในระดับกรม อย่างไรก็ตาม แนวคิด ยุทธศาสตร์ ตลอดจนการขับเคลื่อนควรอยู่ภายใต้ทิศทางยุทธศาสตร์ของชุมชนในท้องถิ่นเอง

การประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผล

เมื่อพิจารณาถึงแนวทางการดำเนินการเพื่อปรับตัวต่อสภาวะเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพอากาศในอนาคต โดยการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนการทำนาปรังในฤดูแล้ง พบว่า เกษตรกรสามารถทำนาปรังได้ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกปลูกข้าวพันธุ์มาตรฐานอายุ 120 วัน ซึ่งให้ผลผลิตสูงและราคาดี และทำนาปรังครั้งที่สองโดยใช้พันธุ์ข้าวอายุสั้น เพื่อให้แน่ใจได้ว่าสามารถเก็บเกี่ยวได้ก่อนฤดูน้ำท่วม ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงการปลูกข้าวทั้ง 2 ชนิดแล้ว การทำนาในพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อยน่าจะให้ผลผลิตรวมเฉลี่ยประมาณ 1,100 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งหากพิจารณาเฉพาะพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมประมาณ 8,000 ไร่เท่านั้น ก็จะได้ผลผลิตข้าวประมาณ 8,400 ตัน คิดเป็นมูลค่าโดยประมาณ 84 ล้านบาท [14] ดังที่แสดงในตาราง 3-19

[14] การประเมินมูลค่าผลผลิตการเกษตรนี้ ใช้ราคาปัจจุบันคงที่เพื่อให้เข้าใจถึงภาพรวมของผลผลิตการเกษตรเท่านั้น โดยใช้ราคาประเมินของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2552) คือ ข้าวนาปรัง ราคา 9,909 บาท/ตัน
http://www.oae.go.th/oae_report/price/price_month_result.php (access 1 December 2009)

ตารางที่ 3-19 การประเมินศักยภาพผลผลิตในอนาคตเปรียบเทียบกับการลงทุน

	ผลผลิตต่อไร่ (กก)
ผลผลิตการปลูกข้าวนาปรังครั้งที่ 1 (ข้าวชัยนาท 1 อายุ 120 วัน)	650
ผลผลิตการปลูกข้าวนาปรังครั้งที่ 2 (ข้าวอายุสั้น 75 วัน)	450
ผลผลิตรวมต่อไร่ (กก.)	1,100
พื้นที่ปลูกข้าวบริเวณระบบชลประทานตำบลเหล่าอ้อย (ไร่) *หมายเหตุ: พิจารณาเฉพาะพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมซ้ำซาก*	8,000
ผลผลิตรวมของพื้นที่ (กก.)	8,400,000
มูลค่าโดยประมาณ (บาท)	87,199,200.00
การลงทุนระบบชลประทานโดยประมาณ[15] (บาท)	100,000,000.00

สรุป

เมื่อพิจาณาในภาพรวมแล้ว แม้ว่าความเสี่ยงของพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อยนี้จะไม่มีแนวโน้มสูงขึ้นและจัดว่าไม่ล่อแหลมเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตก็ตาม แต่การดำเนินการเพื่อปรับตัวรับมือกับความเสี่ยงให้ได้ดีขึ้นนั้น ก็ส่งผลดีต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่ให้ดีขึ้น แนวคิดในการปรับตัวของตำบลเหล่าอ้อยนี้จัดว่าสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์อนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งนี้เนื่องจากอุทกภัยในพื้นที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น การเรียนรู้ที่จะปรับตัวอยู่กับสภาวะน้ำท่วมที่จะเกิดขึ้นเป็นประจำในช่วงฤดูน้ำหลากนี้ ตลอดจนแสวงหาประโยชน์จากภาวะน้ำท่วมเพื่อให้ดำเนินกิจกรรมประกอบอาชีพต่อไปได้ จึงนับว่าสอดคล้องกับแนวทางของการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งนี้ผลตอบแทนที่เกิดจากการดำเนินการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรในฤดูแล้งนี้ ก็สามารถสร้างความคุ้มทุนต่อการลงทุนได้ในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งเมื่อเทียบกับการดำเนินการเพื่อต่อสู้กับภาวะน้ำท่วมนั้น ก็เท่ากับการเดินหน้าเข้าสู่ปัญหาที่จะมีความรุนแรงมากขึ้น และอาจจะต้องการการลงทุนอย่างต่อเนื่องเนื่องจากขนาดของปัญหาจะมีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคต

อย่างไรก็ดี ปัจจัยที่ทำให้เกิดการดำเนินการขึ้นได้ (Enabling factor) และปัจจัยที่ทำให้เกิดผลสำเร็จ (Critical success factor) นั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพพื้นที่และความพร้อมชุมชน ตลอดจนวิสัยทัศน์ของผู้นำชุมชน และเงินลงทุน ซึ่งกรณีของตำบลเหล่าอ้อยนี้ยังขาดเงินลงทุน และก็ยังมีข้อจำกัดและอุปสรรค (Limiting factor) อยู่บางประการ คือ การศึกษาและประเมินทางวิศวกรรมที่เหมาะสม เพราะการพัฒนาพื้นที่เก็บน้ำขนาด 3,000 ไร่นี้นับว่าเป็นพื้นที่ใหญ่พอสมควร และจะต้องมีการศึกษาถึงวิธีดำเนินการที่เหมาะสม

3.4.3 กรณีศึกษาพื้นที่ตำบลโพธิ์ศรี อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด

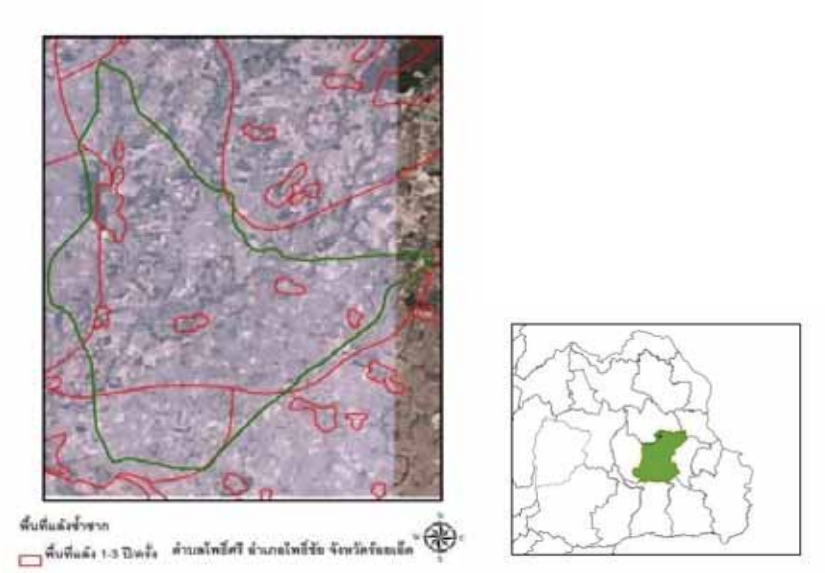
สภาพทั่วไป

ตำบลโพธิ์ศรี อยู่ในเขตพื้นที่อำเภอโพธิ์ชัย ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2540 มีพื้นที่ 43.6 ตารางกิโลเมตร โดยสภาพทั่วไปเป็นที่ราบลุ่ม สภาพดินเป็นดินร่วนปนทราย มีจำนวนประชากรรวมทั้งหมดจำนวน 3,790 คน ประชากรมีอาชีพทำนา และทำไร่ ซึ่งประกอบด้วยไร่มันสำปะหลังและไร่อ้อย โดยประชากรมีอาชีพเสริม คือ รับจ้าง อุตสาหกรรมในครัวเรือน

[15] การลงทุนในโครงการพัฒนาหนองเลิงเปลือยเพื่อใช้เก็บน้ำนี้ ยังไม่มีการศึกษาด้านวิศวกรรมและประเมินค่าใช้จ่ายดำเนินการโดยละเอียด ตัวเลขการลงทุนนี้เป็นเพียงการคาดการณ์ของนายกองค์การบริหารส่วนตำบลเหล่าอ้อย

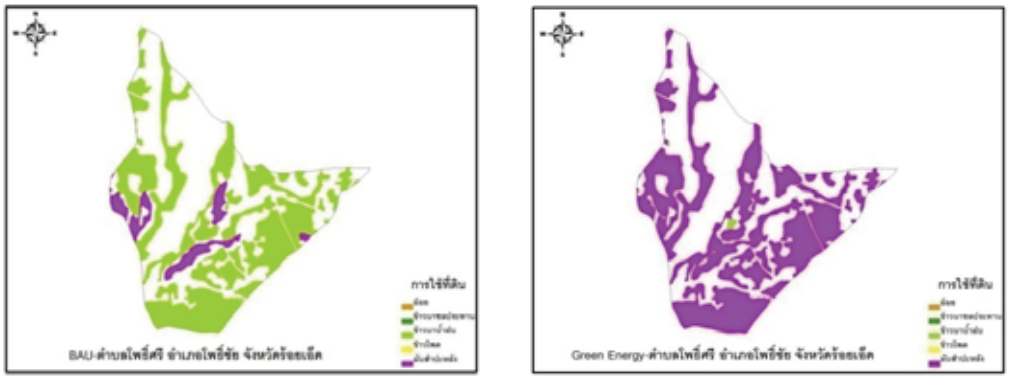
ประเด็นปัญหาปัจจุบัน

พื้นที่ตำบลโพธิ์ศรีนี้ มีพื้นที่ภัยแล้งซ้ำซากกระจายอยู่โดยทั่วไปของพื้นที่ (รูปที่ 3-49) ซึ่งส่งผลต่อกิจกรรมด้านการเกษตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาข้าวและไร่มันสำปะหลัง การเพาะปลูกอาศัยฝนในฤดูฝนเป็นสำคัญ ความไม่แน่นอนของปริมาณและการกระจายตัวของฝนในช่วงฤดูเพาะปลูกซึ่งเริ่มมีความไม่แน่นอนสูงขึ้นและเริ่มส่งผลต่อการเพาะปลูกในพื้นที่ โดยเฉพาะพืชที่ต้องการน้ำสม่ำเสมอ เช่น ข้าว



รูปที่ 3-49 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในพื้นที่ตำบลโพธิ์ศรีในปัจจุบัน

กรณีศึกษานี้จะยกกรณีปัญหาด้านสภาพอากาศที่มีต่อการเพาะปลูกมันสำปะหลังขึ้นมาพิจารณาเป็นหลัก เนื่องจากตำบลโพธิ์ศรีเป็นพื้นที่ที่พบปัญหาความแห้งแล้งในปัจจุบันและขาดแหล่งน้ำที่สำคัญในพื้นที่ที่จะใช้เป็นแหล่งน้ำสำรองเพื่อสนับสนุนระบบการเกษตรได้ ความไม่แน่นอนของปริมาณและการกระจายตัวของฝนในช่วงฤดูเพาะปลูกซึ่งเริ่มมีความไม่แน่นอนสูงขึ้นทำให้เกษตรกรในพื้นที่เริ่มมองทางเลือกในการเกษตรด้านอื่นที่จะช่วยลดความเสี่ยงในการประกอบอาชีพการเกษตร โดยเฉพาะการปลูกมันสำปะหลังซึ่งเป็นพืชที่ทนสภาวะแห้งแล้งได้ดี อีกทั้งพื้นที่ตำบลโพธิ์ศรีนี้มีศักยรูปที่จะเป็นแหล่งผลิตมันสำปะหลังที่สำคัญได้แหล่งหนึ่ง หากจะพัฒนาไปในทิศทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทนก็มีศักยภาพที่จะขยายพื้นที่ผลิตมันสำปะหลังจากในปัจจุบันซึ่งมีอยู่ประมาณ 1,350 ไร่ เพิ่มขึ้นได้อีกเกือบสิบเท่าเป็นประมาณ 12,400 ไร่ (รูปที่ 3-50) ดังนั้นการทำความเข้าใจต่อความเสี่ยงของการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ทั้งในปัจจุบันและอนาคตจึงเป็นเรื่องสำคัญเพื่อกำหนดยุทธศาสตร์การปรับตัวต่อสถานการณ์อนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ



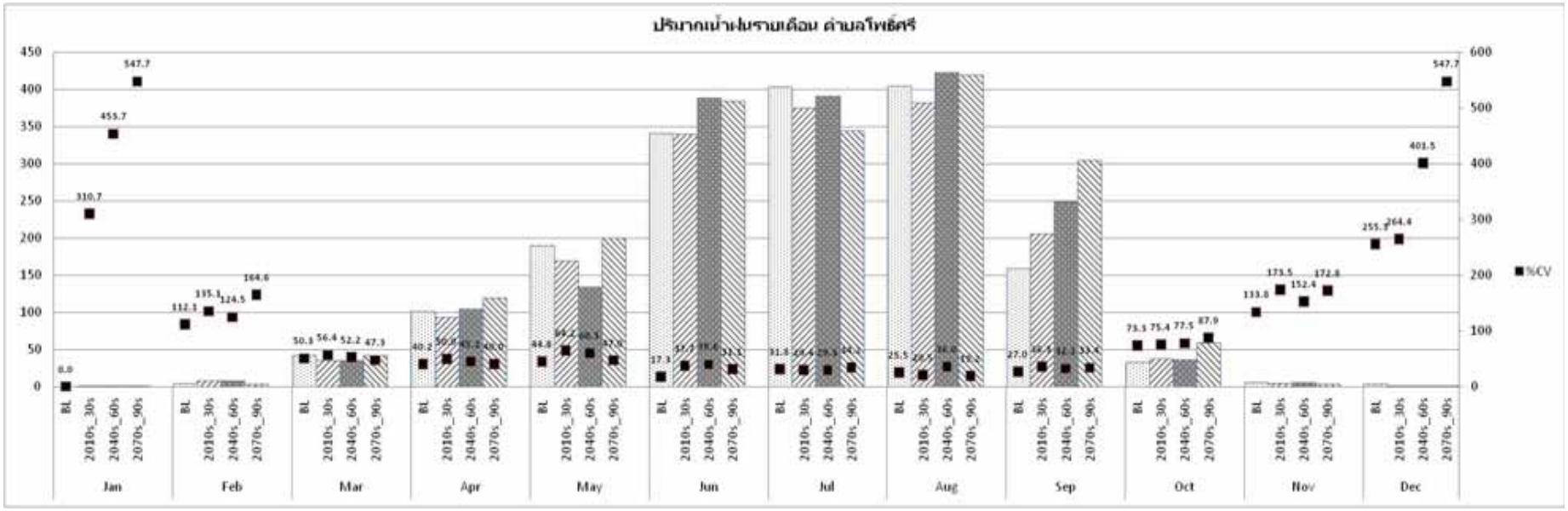
รูปที่ 3-50 พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและศักยภาพการขยายพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในอนาคต

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญ คือ ผลผลิตต่ำ หัวเน่า มีวัชพืชในแปลงมาก และการงอกไม่ดี ปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อปัญหามันหัวเน่า คือ ปริมาณน้ำฝนรวม ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสำปะหลังได้ หากมีฝนตกติดต่อกันเกิน 5 วัน ปริมาณน้ำฝนรวมมากกว่า 150 มิลลิเมตร มีโอกาสสูงที่จะประสบปัญหาโรคเน่า [16]

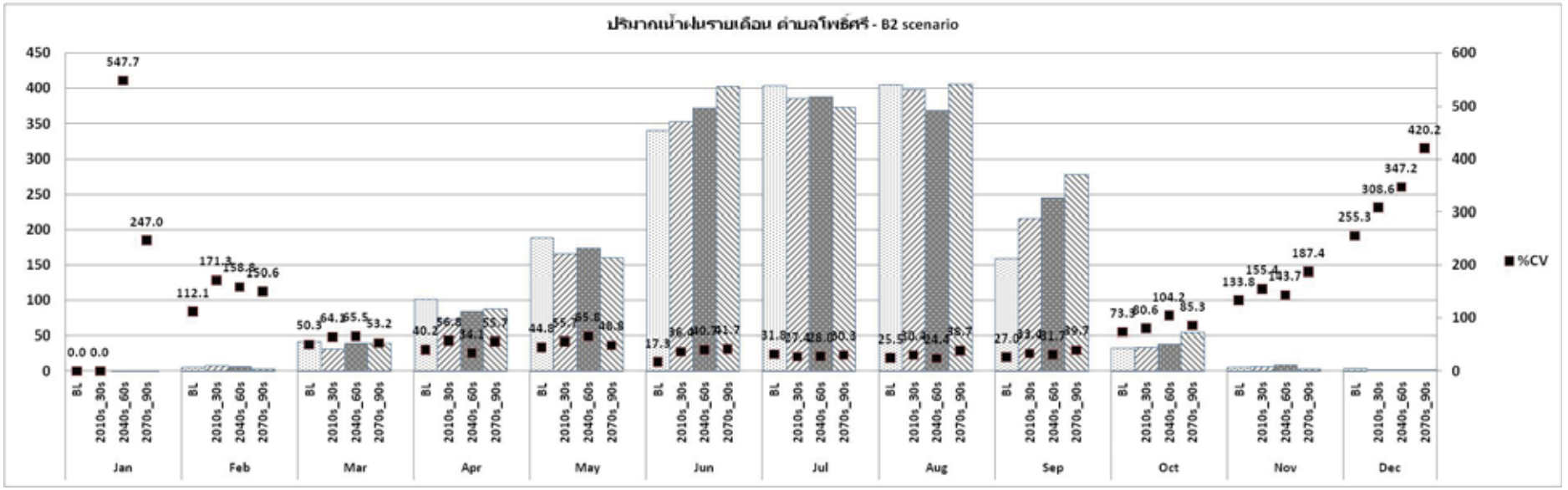
การประเมินความเสี่ยงและความเปราะบางจากผลกระทบสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต

การพิจารณาความเสี่ยงในการประสบปัญหาดังกล่าว พิจารณาถึงข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ A2 และ B2 ซึ่งได้รับการคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS (รูปที่ 3-51, 3-52) โดยพิจารณาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณและความแปรปรวนของฝนรายเดือนในพื้นที่ศึกษา โดยเฉพาะในระหว่างช่วงต้นฤดูฝน คือ ประมาณช่วงเดือนมิถุนายนถึง สิ งหาคม ซึ่งเป็นช่วงสำคัญที่จะทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ของความเสี่ยงจากสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต การพิจารณาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนและความแปรปรวนของปริมาณฝน (ซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน Coefficient of varience) พบว่า แนวโน้มความรุนแรงของภัยพิบัติ (พิจารณาจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบัน แต่แนวโน้มความถี่ของภัยพิบัติ (พิจารณาจากค่าความแปรปรวนของปริมาณฝน) นั้นใกล้เคียงกับที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

[16] การสัมภาษณ์ นายวินัย ศรวัต นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เมื่อ 16 พ.ย. 2551



รูปที่ 3-51 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2



รูปที่ 3-52 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2

เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดต่าง ๆ ประกอบกัน พบว่าระดับความเสี่ยงของพื้นที่ต่อสภาพอากาศแปรปรวนและ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับความเสี่ยงนี้เป็นดังนี้

ตารางที่ 3-20 การประเมินระดับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	สูง	1	สูง	1	สูง	1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	เท่ากับปัจจุบัน	0	เท่ากับปัจจุบัน	0	เท่ากับปัจจุบัน	0
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	เท่ากับปัจจุบัน	0	เท่ากับปัจจุบัน	0	สูงกว่าปัจจุบัน	-1
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
สัดส่วนความยากจน	สูง	1	สูง	1	สูง	1
รวมคะแนน		4		4		3

ตารางที่ 3-21 การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงผลผลิตที่สูงที่สุดในอนาคต

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	สูง	1	สูง	1	สูง	1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	เท่ากับปัจจุบัน	0	เท่ากับปัจจุบัน	0	เท่ากับปัจจุบัน	0

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	เท่ากับปัจจุบัน (แนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน หรือแนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร)	0	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	-1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	-1
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน หรือแนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร))	-1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	1	เท่ากับปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	1
สัดส่วนความยากจน	สูง	1	สูง	1	สูง	1
รวมคะแนน		2		3		3

ตารางที่ 3-22 การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงความแปรปรวนของผลผลิตที่ต่ำที่สุดในอนาคต

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	สูง	1	สูง	1	สูง	1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	เท่ากับปัจจุบัน	0	เท่ากับปัจจุบัน	0	เท่ากับปัจจุบัน	0

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	เท่ากับปัจจุบัน (แนวทางตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน หรือแนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร)	0	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางตามที่เน้นระบบเกษตรผสมผสาน)	-1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางตามที่เน้นระบบเกษตรผสมผสาน)	-1
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน หรือแนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร)	1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางตามที่เน้นระบบเกษตรผสมผสาน)	1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางตามที่เน้นระบบเกษตรผสมผสาน)	1
สัดส่วนความยากจน	สูง	1	สูง	1	สูง	1
รวมคะแนน		4		3		3

เมื่อพิจารณาระดับความเสี่ยงตามตัวชี้วัดเหล่านี้แล้ว อาจกล่าวได้ว่าพื้นที่ตำบลโพธิ์ศรีมีแนวโน้มที่จะตกอยู่ในความเสี่ยงปานกลางในอนาคตระยะใกล้และปานกลาง แต่ก็มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในระยะยาวแม้ว่าจะไม่มีการปรับระบบการผลิตใดๆ และเมื่อพิจารณาถึงศักยภาพของระบบการผลิตการเกษตรโดยปรับรูปแบบการผลิตในอนาคตให้มีผลผลิตสูงสุดหรือมีระดับความแปรปรวนของผลผลิตต่ำสุดตามศักยภาพของพื้นที่ ก็พบว่าพื้นที่ตำบลโพธิ์ศรีนี้ไม่ตกอยู่ในภาวะล่อแหลมเปราะบางต่อความแปรปรวนของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต โดยที่ระดับความเสี่ยงมิได้สูงขึ้นกว่าระดับที่เป็นไปโดยมิได้มีการดำเนินการใดๆ

แนวทางและแนวคิดในการรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

จากการที่ความแปรปรวนของปริมาณฝนในระยะปีต่อปี และการกระจายตัวของปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต ส่งผลให้เกษตรกรหันมาสนใจการเพาะปลูกมันสำปะหลังมากขึ้น แต่ความเสี่ยงจากสภาพอากาศในอนาคตก็มีแนวโน้มที่จะทำให้การเพาะปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ตำบลโพธิ์ศรีมีความเสี่ยงเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ดังนั้นเกษตรกรไร่มันสำปะหลังควรวางแผนป้องกันปัญหามันหัวเน่าในอนาคต ซึ่งแนวทางหนึ่งก็คือ การปรับรูปแบบวิธีบริหารจัดการแปลงเพาะปลูก

แนวทางการปรับรูปแบบการจัดการแปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังนี้ เป็นการปลูกมันสำปะหลังโดยระบบการให้ปุ๋ยในหลุม ซึ่งเปลี่ยนวิธีการปลูกโดยการขุดหลุมเป็นแนวแทนการยกร่องธรรมดา มีการให้ปุ๋ยในหลุมอย่างเหมาะสม และปลูกท่อนพันธุ์ตามหลุมที่เตรียมไว้ [17] (รูปที่ 3-53)

รูปที่ 3-53 รูปแบบการเพาะปลูกมันสำปะหลังโดยใช้ระบบการให้ปุ๋ยในหลุม

การดำเนินการปรับตัวนี้สามารถดำเนินการได้ในระดับท้องถิ่นทั้งหมด

ประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผล

การดำเนินการบริหารจัดการแปลงเพาะปลูกตามรูปแบบใหม่ที่เป็นการขุดหลุมและให้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมในพื้นที่จำกัดในหลุมนี้ ทำให้มันสำปะหลังตอบสนองต่อการให้ปุ๋ยได้ดีขึ้น และให้ผลผลิตต่อไร่มากขึ้น โดยผลผลิตเพิ่มสูงมากขึ้นกว่าเท่าตัว โดยเพิ่มขึ้นจาก 6.1 ตัน/ไร่ เป็น 15 ตัน/ไร่ และแม้ว่าวิธีการบริหารจัดการแปลงเพาะปลูกแบบใหม่นี้จะใช้ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้นก็ตาม แต่ผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นก็ส่งผลยกระดับผลกำไรต่อไร่ให้สูงขึ้นจากเดิมได้ถึงประมาณ 35% (ตารางที่ 3-23)

ตาราง 3-23 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตมันสำประหลังและผลตอบแทน

รายการ	การดำเนินการในปัจจุบัน (บาท/ไร่)	การปรับรูปแบบการจัดการแปลงแบบขุดหลุม (บาท/ไร่)
ค่าเตรียมดิน	120.00	666.67
ค่าปุ๋ยคอก	-	1,750.00
ค่าปุ๋ยเคมี	685.00	2,200.00
ค่าจ้างใส่ปุ๋ย	-	-
ค่ากำจัดวัชพืช	-	400.00
ค่าจ้างปลูก	-	1,293.33
ค่าเก็บเกี่ยว	800.00	480.00
ค่าขนส่ง	737.00	3,400.00
ค่าอาหาร	-	900.00

[17] จากการสัมภาษณ์ นายสุกิจ รัตนศรีวงษ์ นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ (ผู้อำนวยการศูนย์) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมาเมื่อ 21 ก.ค. 2552

รายการ	การดำเนินการในปัจจุบัน (บาท/ไร่)	การปรับรูปแบบการจัดการแปลงแบบขุดหลุม (บาท/ไร่)
รวมต้นทุนการผลิต	2,342.00	11,090.00
ผลผลิตที่ได้(ตัน/ไร่)	6.10	15.00
รายได้ [18] (ประมาณ)	7,137.00	17,550.00
รายได้สุทธิ	4,795.00	6,460.00
ราคาต้นทุน (บาท/กก.)	0.38	0.74

เมื่อพิจารณาถึงผลในภาพรวมแล้ว นอกจากการปรับวิธีการบริหารจัดการแปลงเพาะปลูกแบบใหม่โดยการให้ปุ๋ยในหลุมนี้จะช่วยยกระดับผลตอบแทนต่อไร่แล้ว การที่มันสำปะหลังตอบสนองต่อรูปแบบการจัดการแปลงเพาะปลูกแบบใหม่นี้ยังช่วยให้มันสำปะหลังเจริญเติบโตได้เร็วมากขึ้น และหากจำเป็นจะต้องเร่งเก็บเกี่ยวผลผลิตให้เร็วขึ้นกว่าเดิมประมาณ 1 หรือ 2 เดือนในกรณีที่เกิดภาวะฝนมากกว่าปกติและจะส่งผลให้เกิดปัญหามันหัวเน่าได้นั้น เกษตรกรก็ยังคงได้ผลผลิตสูงกว่าปัจจุบันพอสมควร โดยที่เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันก็ยังคงอยู่ในระดับที่พอเป็นที่ยอมรับของตลาดได้ ซึ่งเมื่อเทียบกับวิธีเดิมแล้ว เกษตรกรจะต้องเสี่ยงมากกว่า เพราะการเก็บเกี่ยวผลผลิตเร็วขึ้นอาจทำให้ได้ผลผลิตคุณภาพต่ำจนไม่เป็นที่ยอมรับของตลาด [19]

สรุป

เมื่อพิจาณาในภาพรวมแล้ว แม้ว่าความเสี่ยงของพื้นที่ตำบลโพธิ์ศรีนี้จะไม่มีแนวโน้มสูงขึ้นและจัดว่าไม่ล่อแหลมเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตก็ตาม แต่การดำเนินการเพื่อปรับตัวรับมือกับความเสี่ยงให้ได้ดีขึ้นนั้น ก็ส่งผลดีต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่ให้ดีขึ้น และเมื่อคิดถึงศักยภาพเชิงพื้นที่ที่อาจปรับเปลี่ยนมาปลูกมันสำปะหลังให้เต็มตามศักยภาพด้วยแล้วนั้น โดยพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นจาก 1,350 ไร่ เป็น 12,400 ไร่ การดำเนินการปรับตัวในรูปแบบการจัดการแปลงเพาะปลูกแบบใหม่นี้ จะช่วยยกระดับมูลค่าผลผลิตมันสำปะหลังจากที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน คือ ประมาณ 9.6 ล้านบาท เป็นประมาณ 217.6 ล้านบาท โดยคิดเป็นส่วนต่างของผลกำไรการผลิตที่เพิ่มขึ้น คือ ประมาณ 18.4 ล้านบาท ต่อปี

อย่างไรก็ดี ปัจจัยที่ทำให้เกิดการดำเนินการขึ้นได้ (Enabling factor) และปัจจัยที่ทำให้เกิดผลสำเร็จ (Critical success factor) นั้นขึ้นอยู่กับความพร้อมชุมชน และความต้องการของตลาดที่จะรองรับผลผลิตที่เพิ่มขึ้นใน และก็ยังมีข้อจำกัดและอุปสรรค (Limiting factor) อยู่บางประการ คือ การดำเนินการเตรียมแปลงเพาะปลูกโดยการขุดหลุมนี้เป็นวิธีที่ใช้แรงงานมาก หากมีการดำเนินการเป็นวงกว้างอาจพบกับภาวะขาดแคลนแรงงาน แต่เมื่อพิจารณาในอีกมุมมองหนึ่งแนวทางนี้ก็จัดว่าเป็นแนวทางที่ก่อให้เกิดการจ้างแรงงานในท้องถิ่นเพิ่มขึ้นซึ่งช่วยส่งผลดีต่อแรงงานในพื้นที่ด้วย

๖.๔.๔ กรณศึกษาพนทตาบลทุงหลวง อาเภอสุวรรณภูม จงหวดรอยเอด

[18] การประเมินมูลค่าผลผลิตการเกษตรนี้ ใช้ราคาปัจจุบันคงที่เพื่อให้เข้าใจถึงภาพรวมของผลผลิตการเกษตรเท่านั้น โดยใช้ราคาประเมินของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2552) ดังนี้คือ มันสำปะหลัง ราคา 1,170 บาท/ตัน http://www.oae.go.th/oae_report/price/price_month_result.php (access 1 December 2009)

[19] จากการสัมภาษณ์ นายสุกิจ รัตนศรีวงษ์ นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ (ผู้อำนวยการศูนย์) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา เมื่อ 21 ก.ค. 2552 และเกษตรกรในพื้นที่ เมื่อ 30 ต.ค. 2552

3.4.4 กรณีศึกษาพื้นที่ตำบลทุ่งหลวง อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

สภาพทั่วไป

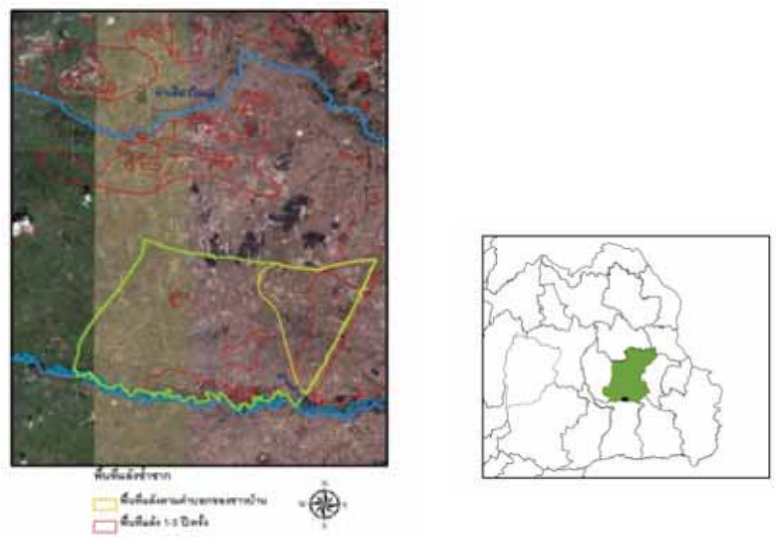
ตำบลทุ่งหลวง ได้จัดตั้งเมื่อปี พ.ศ.2487 โดยได้แยกออกจากตำบลสระคู อำเภอสุวรรณภูมิ ปี พ.ศ.2527 ได้แบ่งพื้นที่ของตำบลทุ่งหลวงตั้งเป็นตำบลทุ่งกุลา ทำให้ปัจจุบันตำบลทุ่งหลวงมีหมู่บ้านในเขตปกครองทั้งหมด 14 หมู่บ้าน สภาพพื้นที่ เป็นที่ราบและเนิน ทางทิศเหนือของอำเภอ และเป็นที่ราบทุ่งกว้างทางทิศใต้และทิศตะวันตกของอำเภอ สภาพดิน โดยทั่วไปเป็นดินร่วนปนทราย ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ดี ร้องไห้ เป็นที่ราบ ดินมีลักษณะเป็นดินปนทราย มีลำน้ำพลับพลาไหลผ่าน มีแหล่งน้ำประเภทหนองน้ำทั้งที่เกิดเองตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น มีระบบคูระบายน้ำซึ่งดำเนินการโดยศูนย์พัฒนาที่ดินหลายแห่ง ปัจจุบันตำบลทุ่งหลวงมีประชากรชายจำนวน 4,029 คน และหญิงจำนวน 3,976 คน รวม 8,005 คน อาชีพหลักคือ การทำนา และมีอาชีพเสริม ได้แก่ การทอผ้า และเลี้ยงสัตว์

ประเด็นปัญหาปัจจุบัน

พื้นที่ในตำบลทุ่งหลวงนี้ใช้ทำการเกษตรซึ่งทำการปลูกข้าวนาปีในฤดูฝนเป็นหลัก และมีปัญหาขาดแคลนน้ำอยู่เสมอ โดยเฉพาะการขาดน้ำในระยะที่ฝนทิ้งช่วงในช่วงต้นฤดูข้าวนาปีในระหว่างเดือนมิถุนายน – กรกฎาคม ทั้งนี้พื้นที่ที่มักประสบปัญหาภัยแล้งจะอยู่ทางด้านตะวันออกของตำบล ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 14,500 ไร่ ตามรูปที่ 3.54 ซึ่งไม่มีแหล่งน้ำสำรองเพื่อสนับสนุนกิจกรรมเกษตร ยกเว้นบางพื้นที่ที่อยู่ใกล้แห่งน้ำธรรมชาติ (ลำพลับพลา) และพื้นที่ที่ได้รับน้ำจากลำน้ำเสียวใหญ่ผ่านการจัดสรรของตำบลกู่กาสิงห์ซึ่งอยู่ด้านเหนือของตำบลทุ่งหลวง ทั้งนี้เป็นความจำเป็นที่จะต้องจัดสรรน้ำจากลำน้ำเสียวใหญ่ เนื่องจากลำพลับพลาอยู่ในที่ต่ำกว่าพื้นที่เกษตรทั้งนี้เป็นความจำเป็นที่จะต้องจัดสรรน้ำจากลำน้ำเสียวใหญ่ เนื่องจากลำพลับพลาอยู่ในที่ต่ำกว่าพื้นที่เกษตร

เนื่องจากการที่ตำบลทุ่งหลวงไม่สามารถเข้าถึงทรัพยากรน้ำในลำเสียวใหญ่ได้โดยตรง และการจัดสรรน้ำจากลำเสียวใหญ่ซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่อื่นเข้ามาสู่ตำบลทุ่งหลวงนี้ ก็ไม่มีกลไกหรือกฎเกณฑ์รองรับ การจัดสรรน้ำขึ้นกับปริมาณน้ำในช่วงเวลานั้น ๆ ซึ่งหากมีมากพอจึงจะได้รับการจัดสรร ทั้งนี้ก็ขึ้นกับความสัมพันธ์ระหว่างประชาชนและผู้นำชุมชนในทั้งสองพื้นที่ด้วย ทำให้จัดการจัดหาทรัพยากรน้ำเพื่อสนับสนุนกิจกรรมการเกษตรของตำบลทุ่งหลวงนี้มีความเสี่ยง นอกจากนั้นแล้วก็ยังขาดกฎเกณฑ์กติกาที่จะใช้บังคับในการจัดสรรน้ำระหว่างผู้ใช้น้ำในพื้นที่ตำบลทุ่งหลวงด้วยกันเองด้วย ทำให้พื้นที่ประสบภัยแล้งซึ่งอยู่ตอนปลายของระบบคลองส่งน้ำต้องประสบความเสี่ยงมากยิ่งขึ้น[20] (รูปที่ 3-55)

[20] จากการสัมภาษณ์คณะกรรมการองค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งหลวง และประชาชนในพื้นที่ เมื่อ 1 พ.ย. 2552

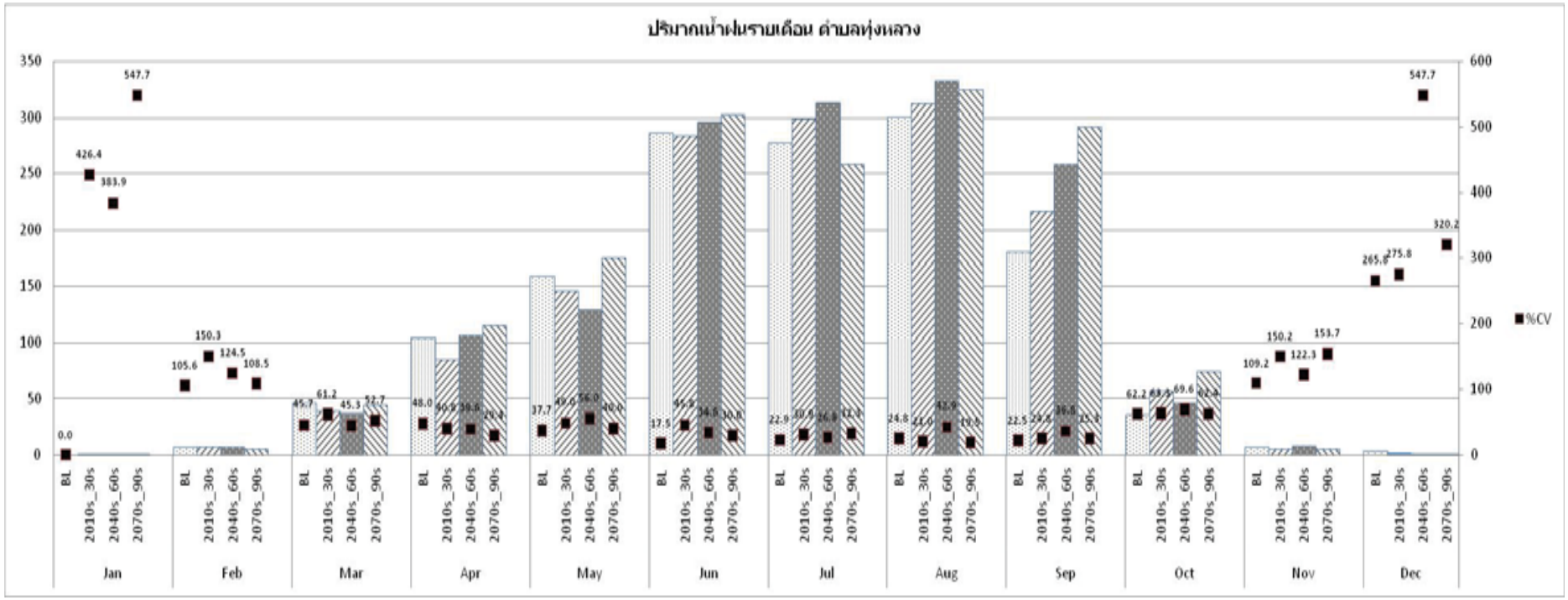


รูปที่ 3-54 พื้นที่ตำบลทุ่งหลวง อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด และพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งซ้ำซาก

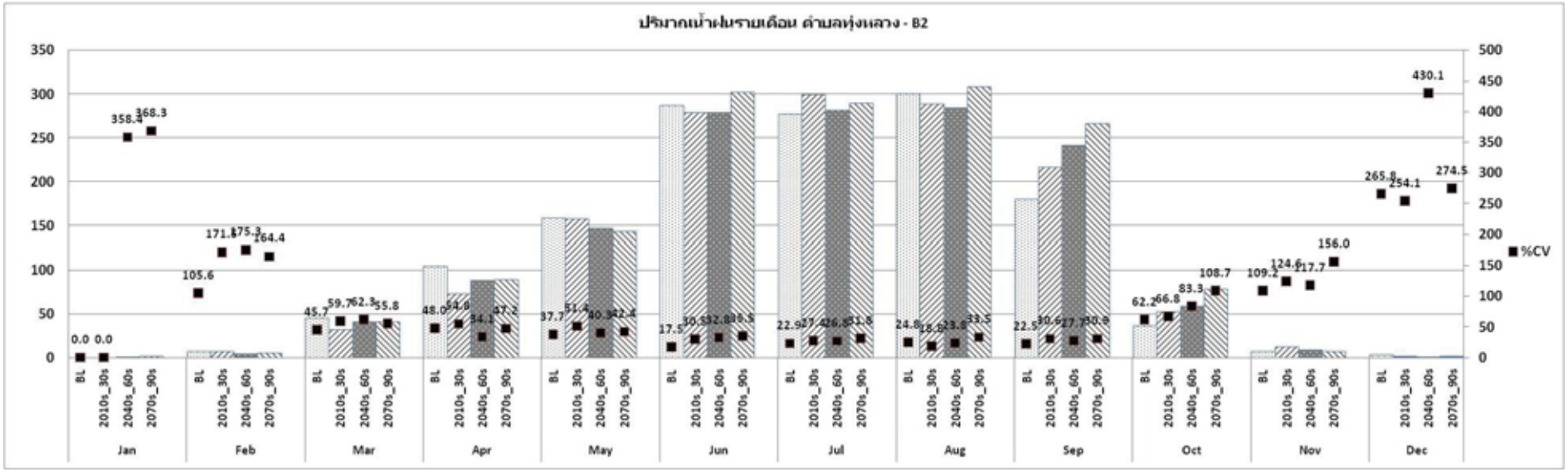
รูปที่ 3-55 พื้นที่นาที่อยู่ใกล้แนวคลองส่งน้ำตอนต้น และสภาพคลองส่งน้ำตอนปลายของพื้นที่ตำบลทุ่งหลวง

การประเมินความเสี่ยงและความเปราะบางจากผลกระทบสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต

การพิจารณาความเสี่ยงในการประสบปัญหาดังกล่าว พิจารณาถึงข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ A2 และ B2 ซึ่งได้รับการคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS (รูปที่ 3.56, 3.57) โดยพิจารณาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณและความแปรปรวนของฝนรายเดือนในพื้นที่ศึกษา โดยเฉพาะในระหว่างช่วงต้นฤดูฝน คือ ประมาณช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิ งหาคม ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นของการปลูกข้าวนาปี เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ของความเสี่ยงจากสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต การพิจารณาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนและความแปรปรวนของปริมาณฝน (ซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน Coefficient of varience) พบว่า เมื่อพิจารณาจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในช่วงเวลาดังกล่าวในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น นอกจากกรณีของปริมาณฝนเฉลี่ยในเดือนกรกฎาคมในอนาคตระยะยาวซึ่งมีแนวโน้มลดลง ดังนั้นจึงอนุมานว่าแนวโน้มของความรุนแรงของระดับภัยแล้งในอนาคตระยะใกล้และปานกลางจะลดลง โดยที่แนวโน้มในระยะไกลจะเพิ่มสูงขึ้นซึ่งบ่งชี้โดยปริมาณฝนในเดือนกรกฎาคมที่ลดลงกว่าปัจจุบัน แต่แนวโน้มความถี่ของภัยพิบัติ (พิจารณาจากค่าความแปรปรวนของปริมาณฝน) นั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน



รูปที่ 3-56 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2



รูปที่ 3-57 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2

ตารางที่ 3-24 การประเมินระดับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	สูง	1	สูง	1	สูง	1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	เท่ากับปัจจุบัน	0	เท่ากับปัจจุบัน	0	สูงกว่าปัจจุบัน	-1
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
สัดส่วนความยากจน	สูง	1	สูง	1	สูง	1
รวมคะแนน		3		3		4

ตารางที่ 3-25 การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงผลผลิตที่สูงที่สุดในอนาคต

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	สูง	1	สูง	1	สูง	1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1

	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	เท่ากับปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	0	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชอาหาร)	-1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	-1
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	ต่ำกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	-1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชอาหาร)	1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน)	1
สัดส่วนความยากจน	สูง	1	สูง	1	สูง	1
รวมคะแนน		1		2		4

ตารางที่ 3-26 การประเมินความล่อแหลมเปราะบางของพื้นที่ โดยประเมินความเสี่ยงภายใต้ศักยภาพการปรับตัวของระบบการผลิตการเกษตรโดยพิจารณาถึงความแปรปรวนของผลผลิตที่ต่ำที่สุดในอนาคต

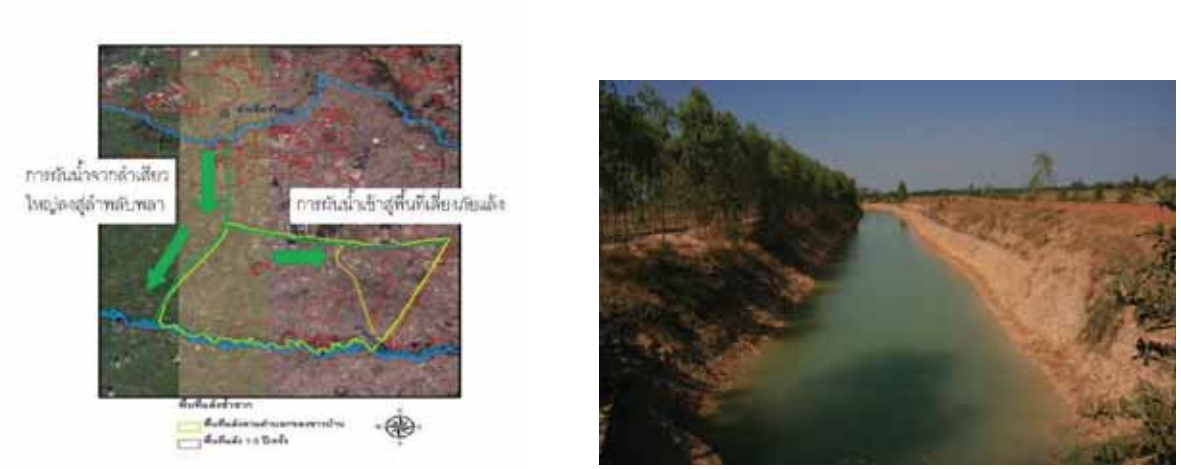
	อนาคตระยะใกล้ (2010s-2030s)		อนาคตระยะกลาง (2040s-2060s)		อนาคตระยะไกล (2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด	สูง	1	สูง	1	สูง	1
ความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	ต่ำกว่าปัจจุบัน	-1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
ความถี่ของภัยพิบัติที่เกิดต่อพื้นที่ศึกษา	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1	สูงกว่าปัจจุบัน	1
การเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมผลผลิตพืชไร่-นา	เท่ากับปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน)	0	เท่ากับปัจจุบัน (แนวทางตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน)	0	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน)	-1
ความแปรปรวนของผลผลิตการเกษตรในรอบทศวรรษ	ต่ำกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน)	-1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน)	1	สูงกว่าปัจจุบัน (แนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน)	1
สัดส่วนความยากจน	สูง	1	สูง	1	สูง	1

	อนาคตระยะใกล้		อนาคตระยะกลาง		อนาคตระยะไกล	
	(2010s-2030s)		(2040s-2060s)		(2070s-2090s)	
	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน	สภาพอนาคต	การให้คะแนน
รวมคะแนน		1		3		4

เมื่อพิจารณาระดับความเสี่ยงตามตัวชี้วัดเหล่านี้แล้ว อาจกล่าวได้ว่าพื้นที่ตำบลทุ่งหลวงมีแนวโน้มที่จะตกอยู่ในความเสี่ยงปานกลางในอนาคตตลอดช่วศตวรรษนี้ แต่ก็มีแนวโน้มพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะยาวแม้ว่าจะไม่มีการปรับระบบการผลิตใดๆ และเมื่อพิจารณาถึงศักยภาพของระบบการผลิตการเกษตรโดยปรับรูปแบบการผลิตในอนาคตให้มีผลผลิตสูงสุดหรือมีระดับความแปรปรวนของผลผลิตต่ำสุดตามศักยภาพของพื้นที่ ก็พบว่าพื้นที่ตำบลทุ่งหลวงนี้ไม่ตกอยู่ในภาวะล่อแหลมเปราะบางต่อความแปรปรวนของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต โดยที่ระดับความเสี่ยงลดต่ำลงกว่าระดับที่เป็นไปโดยมิได้มีการดำเนินการใด ๆ แม้ว่าอนาคตระยะยาวจะไม่ลงลงก็ตาม แต่ก็มิได้เพิ่มสูงขึ้น

แนวทางและแนวคิดในการรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

แนวคิดในการรับมือกับปัญหาที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน คือ การจัดสรรน้ำจากลำเสียวใหญ่ในช่วงที่ไหลผ่านตำบลกู่กาสิงห์ ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของตำบลทุ่งหลวง โดยผันน้ำข้ามมาสู่ลำพลับพลาซึ่งไหลผ่านตอนใต้ตำบลทุ่งหลวง ๖ (รูปที่ 3-58) และกระจายน้ำผ่านเครือข่ายคลองระบายน้ำที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อใช้เลี้ยงนาข้าวในช่วงฝนทิ้งช่วงในระยะต้นของฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงการทำนาปี (รูปที่ 3-59) กล่าวคือ พื้นที่ตำบลทุ่งหลวงนี้มีเครือข่ายคลองระบายน้ำที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยกรมพัฒนาที่ดินในช่วงระยะทศวรรษ พ.ศ. 2530 ตามโครงการพัฒนาพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งในยุคนั้นพื้นที่นี้เป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาภัยน้ำท่วมและต้องหาทางระบายน้ำออกจากพื้นที่เพื่อให้สามารถทำนาได้ แต่ในระยะต่อมาปัญหาภัยน้ำท่วมในพื้นที่ลดลง เครือข่ายคลองเหล่านี้จึงได้รับการพัฒนาต่อเนื่องเพื่อใช้เป็นคลองส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่ทำนา

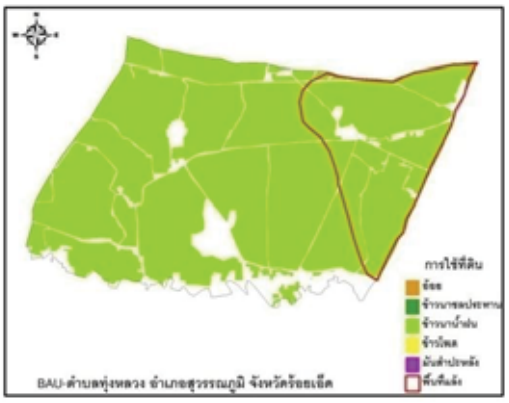


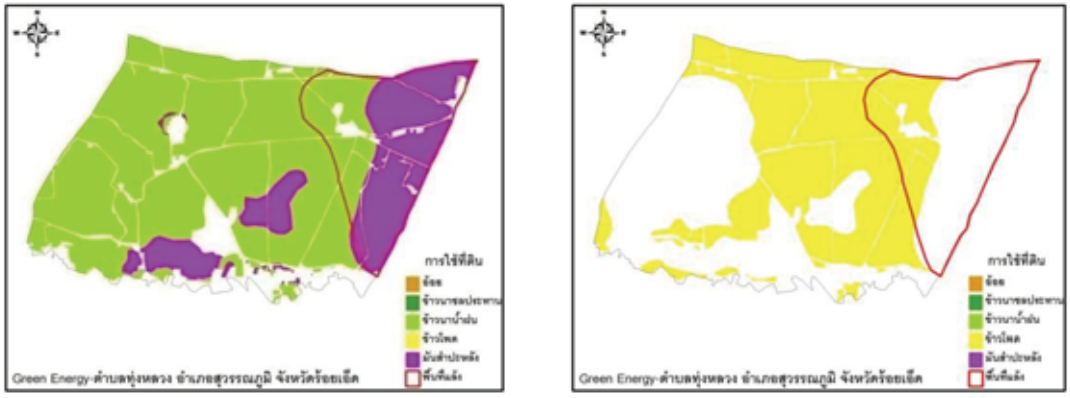
รูปที่ 3-58 การผันน้ำเข้าสู่พื้นที่เกษตรในตำบลทุ่งหลวงและคลองส่งน้ำหลักที่เชื่อมระหว่าง 2 ลำน้ำ

รูปที่ 3-59 เครือข่ายคลองส่งน้ำย่อยเข้าสู่พื้นที่เกษตรในตำบลทุ่งหลวง

แนวทางดำเนินการเพื่อจัดหาน้ำสนับสนุนพื้นที่ปลูกข้าวในช่วงฝนทิ้งช่วงในระยะต้นฤดูเพาะปลูกนี้ ประเด็นหลัก คือ การจัดตั้งกลไกและกฎเกณฑ์เพื่อให้เกิดความชัดเจนถึงการจัดสรรน้ำที่เหมาะสมกับปริมาณที่มีและความต้องการน้ำของพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อให้เกษตรกรเข้าใจและมีความมั่นใจในการที่จะได้รับน้ำเพื่อการเพาะปลูกภายใต้กรอบที่ชัดเจน ซึ่งจะนำไปสู่การบริหารจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสมต่อไป กลไกนี้อาจจัดตั้งขึ้นโดยประกอบด้วยคณะกรรมการร่วมทั้ง 2 ตำบล อันประกอบด้วยองค์การบริหารส่วนตำบลและผู้ใหญ่บ้านในพื้นที่เพื่อร่วมกันวางแผนบริหารจัดการน้ำในแต่ละฤดูทำนา ทั้งนี้อาจมีหน่วยงานภาครัฐเข้าร่วมเพื่อให้เกิดกฎเกณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับร่วมกันได้ทั้ง 2 พื้นที่ระหว่างตำบลกู่กาสิงห์และตำบลทุ่งหลวงนี้ นอกจากนั้นแล้ว บทบาทของเจ้าหน้าที่ภาครัฐยังอาจครอบคลุมถึงการจัดหาข้อมูลข่าวสารการเตือนภาวะสภาพอากาศล่วงหน้ารายเดือนหรือรายฤดูกาล ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการวางแผนการจัดสรรน้ำในฤดูเพาะปลูกในแต่ละฤดูได้เป็นอย่างดี

แนวทางการปรับตัวอีกแนวทางหนึ่งซึ่งเป็นแนวทางที่น่าพิจารณาในกรณีที่การเจรจาจัดตั้งกลไกการจัดสรรน้ำข้ามพื้นที่ประสบผลสำเร็จไม่เต็มที่ตามเป้าหมาย คือ การปรับรูปแบบการเพาะปลูกโดยหันมาปลูกพืชที่ทนภาวะแห้งแล้งได้ดี ได้แก่ มันสำปะหลังและข้าวโพด ซึ่งเมื่อพิจารณาศักยภาพเชิงกายภาพของพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในตำบลทุ่งหลวงแล้ว พบว่าสามารถปรับเปลี่ยนไปปลูกมันสำปะหลังและยังสามารถข้าวโพดในพื้นที่นาหลังฤดูการทำนาปีเพิ่มเติมได้ ดังรูปที่ 3-60





รูปที่ 3-60 ภาพฉายอนาคตแสดงการปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (ภาพบน) เข้าสู่รูปแบบการใช้พื้นที่เพาะปลูกโดยเน้นการผลิตพืชพลังงาน (ภาพล่าง)

การดำเนินการปรับตัวในการจัดหาน้ำเพื่อการเกษตรจากลำน้ำ หรือแหล่งน้ำนอกพื้นที่ อาจต้องอาศัยการดำเนินการในระดับชาติ เพื่อการสนับสนุนด้านเทคนิค และการลงทุน ประกอบกับการดำเนินการในระดับท้องถิ่นในการจัดตั้งระเบียบ และข้อตกลงการใช้น้ำร่วมกัน นอกจากนั้น การปรับตัวโดยการปรับปรุงรูปแบบการเพาะปลูกก็ต้องการการดำเนินการระดับชาติในการสนับสนุนโครงสร้างและกลไกตลาดที่เหมาะสม

การประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผล

เมื่อพิจารณาถึงแนวทางการดำเนินการเพื่อปรับตัวต่อสภาวะเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพอากาศในอนาคต โดยการจัดตั้งองค์กรหรือกลไกเพื่อช่วยวางแผนการจัดสรรน้ำและกฎเกณฑ์การใช้น้ำในพื้นที่ให้เหมาะสม ซึ่งหากได้ผลสัมฤทธิ์โดยสามารถจัดสรรน้ำเข้าเลี้ยงพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจำนวณ 14,500 ไร่ได้นั้น ก็เท่ากับว่าสามารถประกันผลผลิตจากพื้นที่ได้คิดเป็นผลผลิตข้าวประมาณ 6,150 ตันต่อปี [21] คิดเป็นมูลค่าประมาณ 85.7 ล้านบาท [22]

ในอีกทางหนึ่ง เมื่อพิจารณาถึงศักยภาพในการปรับรูปแบบการเพาะปลูกในตำบลทุ่งหลวงแล้วนั้น หากจะมีการปรับเปลี่ยนจากแนวทางที่เป็นอยู่ (Business as uaual) ไปเป็นแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานนั้น (Green energy) ก็อาจแบ่งพื้นที่เสี่ยงภัยซึ่งกินพื้นที่ประมาณ 14,500 ไร่ ออกเพื่อทำการเกษตรได้ดังนี้ พื้นที่ปลูกข้าว 6,000 ไร่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 8,500 ไร่ และพื้นที่ปลูกข้าวโพดหลังฤดูทำนา 6,000 ไร่ โดยสามารถประเมินผลผลิต [23] คิดเป็นมูลค่ารวมโดยประมาณคือ 85 ล้านบาท [24]

---

21 ประเมินจากผลการคำนวณโดย software แบบจำลองผลผลิตพืช DSSAT ในการศึกษานี้ ค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวนาปี ฤดูฝนของจังหวัดร้อยเอ็ดคือ 0.41 ตัน/ไร่

22 การประเมินมูลค่าผลผลิตการเกษตรนี้ ใช้ราคาปัจจุบันคงที่เพื่อให้เข้าใจถึงภาพรวมของผลผลิตการเกษตรเท่านั้น โดยใช้ราคาประเมินของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2552) คือ ข้าวนาปี (ข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิชนิด 100%) ราคา 14,415 บาท/ตัน http://www.oae.go.th/oae_report/price/price_month_result.php (access 1 December 2009)

23 ประเมินจากผลการคำนวณโดย software แบบจำลองผลผลิตพืช DSSAT ในการศึกษานี้ ค่าเฉลี่ยผลผลิตของจังหวัดร้อยเอ็ดในอนาคตระยะกลางเป็นดังนี้ ข้าวนาปี ฤดูฝน คือ 0.41 ตัน/ไร่ มันสำปะหลัง คือ 3.39 ตัน/ไร่ ข้าวโพดหลังฤดูทำนาปี 0.5 ตัน/ไร่

24 การประเมินมูลค่าผลผลิตการเกษตรนี้ ใช้ราคาปัจจุบันคงที่เพื่อให้เข้าใจถึงภาพรวมของผลผลิตการเกษตรเท่านั้น โดยใช้ราคาประเมินของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2552) ดังนี้

สรุป

เมื่อพิจาณาในภาพรวมแล้ว แม้ว่าความเสี่ยงของพื้นที่ตำบลทุ่งหลวงนี้จะไม่มีแนวโน้มสูงขึ้นและจัดว่าไม่ล่อแหลมเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตก็ตาม แต่การดำเนินการเพื่อปรับตัวรับมือกับความเสี่ยงให้ได้ดีขึ้นนั้น ก็ส่งผลดีต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่ให้ดีขึ้น แนวคิดในการปรับตัวของตำบลทุ่งหลวงนี้ แสดงถึงการบริหารจัดการความเสี่ยงในอนาคตโดยผ่านกระบวนการของการจัดองค์กร (Institutional) เพื่อให้เกิดการดำเนินการที่เป็นทางการและเป็นธรรม โดยจัดตั้งระเบียบกฎเกณฑ์เพื่อให้เกิดความเสมอภาคในการเข้าถึงและแบ่งปันทรัพยากรให้ได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น อย่างไรก็ดี ปัจจัยที่ทำให้เกิดการดำเนินการขึ้นได้ (Enabling factor) และปัจจัยที่ทำให้เกิดผลสำเร็จ (Critical success factor) นั้นขึ้นอยู่กับความความพร้อมชุมชน และความร่วมมือจากพื้นที่ตำบลข้างเคียง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างชุมชน และความสัมพันธ์ระหว่างผู้นำชุมชนทั้งสองฝ่ายด้วยกันเอง

ในส่วนของการปรับตัวในอีกรูปแบบหนึ่ง โดยการปรับรูปแบบพื้นที่การเพาะปลูกนั้น ซึ่งให้ผลตอบแทนใกล้เคียงกับการปลูกข้าวแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการดำเนินการขึ้นได้ (Enabling factor) นั้น นับว่าเป็นแนวทางที่ดำเนินการได้ง่ายกว่า โดยเป็นแนวทางที่สามารถดำเนินการได้ภายในพื้นที่ตำบลทุ่งหลวงเอง โดยไม่ต้องอาศัยความร่วมมือจากพื้นที่อื่น แต่ปัจจัยที่ทำให้เกิดผลสำเร็จ (Critical success factor) นั้นขึ้นอยู่กับสภาพตลาดที่จะรองรับผลผลิตการเกษตรเป็นสำคัญ ประกอบกับปัจจัยรอง ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจในการเพาะปลูกพืชชนิดอื่นที่เกษตรกรในพื้นที่ไม่คุ้นเคย ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐและเครือข่ายเกษตรกรจะต้องมีกลไกในการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เหมาะสมเพื่อให้การดำเนินการสัมฤทธิ์ผลได้

- ข้าวนาปี (ข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ ชนิด 100%) ราคา 14,415 บาท/ตัน
- ข้าวนาปรัง ราคา 9,909 บาท/ตัน
- มันสำปะหลัง ราคา 1,170 บาท/ตัน
- อ้อยโรงงาน ราคา 706 บาท/ตัน
- ข้าวโพด ราคา 5,260 บาท/ตัน

http://www.oae.go.th/oae_report/price/price_month_result.php (access 1 December 2009)

เอกสารอ้างอิง

ภาษาอังกฤษ

Adger, W. Neil, Kelly, P. Mike, Nguyen Huu Ninh, 2001. Living with Environmental Change: Social vulnerability, adaptation and resilience in Vietnam, Routledge, London

Behan, J. and K. McQuinn. 2002. Projections of Agricultural Land Use and the Consequent Environmental Implication. End of Project Report. Project no. 4822. Teagasc (Agriculture and Food Development Authority), Ireland. 14 p.

Chinvanno, S., S. Boulidam, T. Inthavong, S. Souvannalath, B. Lersupavithnapa, V. Kerdsuk, and N. Thuan. 2006. Climate change risk and vulnerability of rain-fed rice farmers in the lower Mekong River. In N. Leary, C. Conde, J. Kulkarni, A. Nyong ad J. Pulhin (eds) Climate Change and Vulnerability, Earthscan, London.

Giorgi, F. and Hewitson, B. 2001. Regional climate information – evaluation and projections. In Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M. Van Der Linden, P.J. and Xaoaosu, D. eds., Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press, 583-683.

IPCC. (2000). Special Report on Emission Scenarios (SRES). Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC. (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. IPCC Secretariat, Geneva, Switzerland.

IPCC. 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers. An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 22p.

Jones, R.G., Noguer, M., Hassell, D.C., Hudson, D., Wilson, S.S., Jenkins, G.J. and Mitchell, J.F.B. 2004. Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS. Met. Office Hadley Centre, Exeter, UK, 40pp.

Lin, Y., N. Hong, P. Wu, C. Wu and P.H. Verburg. 2007. Impacts of Land Use Change Scenarios on Hydrology and Land Use Patterns in the Wu-Tu Watershed in Northern Taiwan. Landscape and Urban Planning. Vol. 80(1-2): 111-126. Elsevier, Amsterdam.

Link, P.M. and C. Schleupner. 2007. Agricultural Land Use Change in Eiderstedt: Historical Developments and Future Plans. Coastline Reports No. 9 (2007), ISSN 0928-2734, ISBN 978-3-9811839-1-7, pp 197-206.

Luijten, J.C. 2003. A Systematic Method for Generating Land Use Patterns Using Stochastic Rules and Basic Landscape Characteristics: Results for a Columbian Hillside Watershed. Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol. 95(2-3): 427-441.

Roetter, R.P., A.G. Laborte, C.T. Hoanh, H. Van Keulen and C.A. Van Diepen. 2001. Option for Future Agricultural Land Use in South and Southeast Asia: Cross-Site Experiences at Sub-National Scale.

Paper presented on “Integrated Management for Sustainable Agriculture, Forestry and Fisheries Workshop” August 28-31, 2001. CIAT, Cali, Colombia.

Schaldach, R., J. Alcamo, J. Koch and D. Lapola. 2009. Scenarios of Agricultural Land-Use Change in Africa under Changing Climate Conditions. Earth and Environmental Science. 6(2009). IOP Conf. Series (Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions). IOP Publishing Ltd.

The Foresight Expert Group. 2007. FFRAF Report: Foresighting Food, rural and agri-futures. Synthesis paper. Version 20 February 2007. SCAR Initiatives: Foresight Process. http://ec.europ.eu/research/agruculture/scar/index_en.cfm?p=3_foresight (สืบค้นข้อมูลเมื่อ 19 เมษายน 2552)

UNDP, 2004. Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

ภาษาไทย

กรมพัฒนาที่ดิน. คำอธิบายกลุ่มชุดดินในประเทศไทย. (software)

กรมพัฒนาที่ดิน. 2543. ระบบฐานข้อมูลดิน Soil View version 2.0. ฝ่ายระบบสารสนเทศวิชาการ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กรมพัฒนาที่ดิน. 2542. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก ตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 1 ดินบนพื้นที่ราบต่ำ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2541. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก ตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน.

เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร, วินัย ศรวัต. สมชาย บุญประดับ, สุกิจ รัตนศรีวงษ์, สหัสชัย คงทน, สมปอง นิลพันธ์, อิสระ พุทธสิมมา, ปรีชา กาเพ็ชร, แคทลิยา เอกอุ่น, วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล, ชิษนุชา บุดดาบุญ, กิ่งแก้ว คุณเขต. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ “โครงการผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย”. เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ครัวไทย-ครัวโลก. 2549. ทรานสปอร์ต เจเนรัล ฉบับที่ 375 ประจำวันที่ 22-28 พฤษภาคม 2549.

มนตรี จันทวงศ์. 2551. โครงการนิเวศวิทยาในภูมิภาคอินโดจีนและพม่า (TERRA). 8 หน้า. www.livingriversiam.org/mk/mek_a22.pdf (สืบค้นข้อมูลเมื่อ 19 เมษายน 2552).

ศุภกร ชินวรรโณ, น.ท.วิริยะ เหลืองอร่าม ร.น., เฉลิมรัฐ แสงมณี, จุฑาทิพย์ ธนกิตติ์เมธาวุฒิ. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ “โครงการการจำลองสภาพภูมิอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง”. เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ. 2544. โปรแกรมสนับสนุนการกำหนดเขตปลูกพืชเศรษฐกิจ (AgZone 1.0) กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สุชาติ เหรียญทอง และเกษร จำปา. 2548. รายงานการศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากประเทศไทย. เอกสารวิชาการเลขที่ 04/10/48. ส่วนวิจัยเพื่อวางแผนพัฒนาพื้นที่เสื่อมโทรมและน้ำท่วมซ้ำซาก สถาบันวิจัย พัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 185 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2548. สรุปผลการสัมมนาระดมความคิดเห็นระดับภาคเรื่อง "แนวคิดและยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศในระยะแผนพัฒนาฯฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554)". วันที่ 16-17 ธันวาคม 2548 ณ จังหวัดขอนแก่น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. สถิติการเกษตรของประเทศไทย 2550. http://www.oae.go.th/statistic/yearbook50/ (สืบค้นข้อมูลเมื่อ 19 เมษายน 2552)

บทที่ 4

ผลกระทบของระดับน้ำทะเลในอนาคตเนื่องจากความแปรปรวนของสภาพอากาศต่อพื้นที่ชายฝั่งภาคใต้ฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออก

พื้นที่ศึกษา

กลุ่มพื้นที่ภาคใต้ (ตัวแทนกลุ่มพื้นที่สังคมชายฝั่งที่มีความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจและระบบนิเวศชายฝั่ง)

พื้นที่ภาคใต้ แบ่งออกเป็นสองฝั่ง คือ กลุ่มภาคใต้ฝั่งตะวันออก ประกอบด้วย 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ประกอบด้วย 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดระนอง พังงา กระบี่ ภูเก็ต ตรัง และสตูล ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลจากลมมรสุมในทิศทางที่ตรงกันข้ามกัน (เนื่องจากสภาพทางภูมิศาสตร์) โดยภาคใต้ฝั่งตะวันออกจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันตกจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมีลุ่มน้ำที่สำคัญ คือ ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก, ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก, ลุ่มน้ำตาปี, ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา, ลุ่มน้ำปัตตานี ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ซึ่งมีพื้นที่รวมกันทั้งหมด 78,856 ตร.กม.

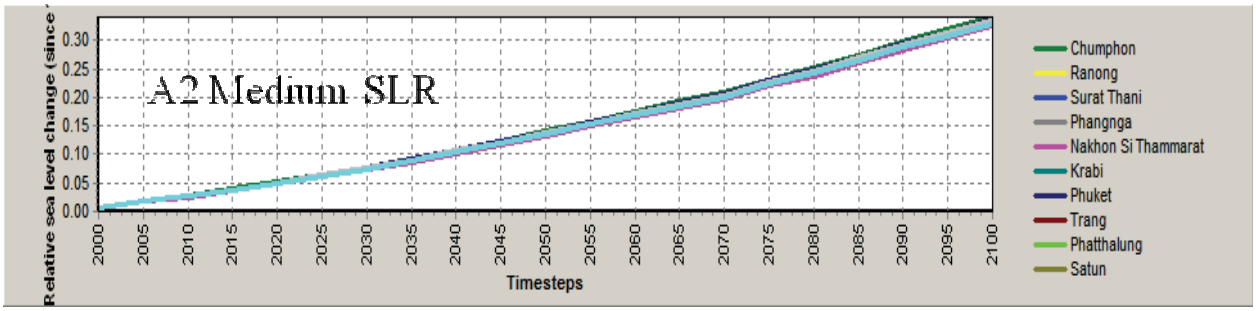
การประกอบอาชีพในภาคใต้มีค่อนข้างหลากหลายไปในแต่ละจังหวัด แต่ที่สำคัญได้แก่ การทำสวน มีสวนยางพาราเป็นพืชสำคัญที่สุด รองลงไปเป็นสวนมะพร้าว สวนผลไม้ สวนปาล์มน้ำมัน ไร่กาแฟ ส่วนการทำนาจะมีมากทางด้านชายฝั่งตะวันออกในจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และบางส่วนของจังหวัดสงขลา นอกเหนือไปจากการเกษตรกรรมทางภาคใต้มีการทำเหมืองแร่ ซึ่งทำกันในหลายจังหวัด ส่วนใหญ่เป็นการขุดแร่ดีบุก การประมงมีการทำกันตลอดชายฝั่งทะเล การท่องเที่ยวในปัจจุบันกลายเป็นอาชีพที่สำคัญของประชากรในเกาะสมุย เกาะพงัน จังหวัดภูเก็ต พังงา กระบี่ และตรัง เพราะชายฝั่งทะเลในบริเวณดังกล่าว เป็นที่ดึงดูด นักท่องเที่ยวโดยเฉพาะจากต่างประเทศให้เข้ามาพักผ่อน

ภาคใต้ในปัจจุบันเกิดมีปัญหาทางด้านสภาพแวดล้อม การทำลายระบบนิเวศอย่างรุนแรงทำให้เกิดภาวะแห้งแล้ง ประกอบกับการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรแผนใหม่ เน้นการปลูกพืชที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ เช่น ยางพารา ทท และปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นพืชที่มีการใช้น้ำสูงส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าที่จะละไหลลงสู่ชายฝั่งทะเลน้อยลง ยิ่งกว่านั้นเมื่อมีฝนตกจะตกเป็นปริมาณมาก เกิดมีน้ำท่วมทำความเสียหายแก่ทรัพย์สินและชีวิต เหตุการณ์เช่นนี้เริ่มเกิดบ่อยขึ้น เช่น ในปีพ.ศ.2531 เกิดอุทกภัยร้ายแรงที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ในปีพ.ศ.2532 เกิดวาตภัยพายุไต้ฝุ่นเกย์ ที่จังหวัดชุมพร ซึ่งได้ทำความเสียหายแก่บ้านเรือน เรือกสวน ไร่นา ตลอดจนชีวิตเป็นจำนวนมาก

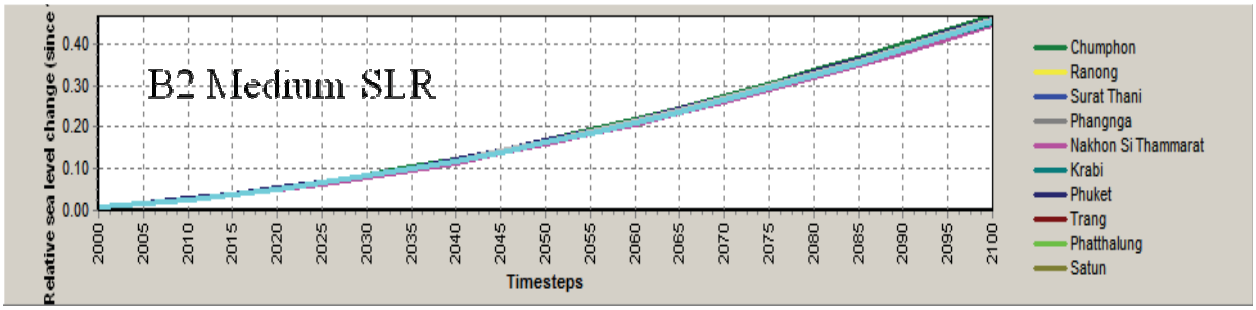
จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พื้นที่ชายฝั่งภาคใต้ ประเด็นทางเศรษฐกิจและสังคมที่สำคัญจะประกอบด้วย การท่องเที่ยว การเกษตร และการสงวนรักษาพื้นที่ที่มีความสำคัญทางนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งประเด็นเหล่านี้ล้วนล่อแหลมเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงและภัยพิบัติที่เกี่ยวเนื่องกับลมมรสุมและพายุหมุนเขตร้อนจากทะเล ตลอดจนการกัดเซาะและสูญเสียพื้นที่ชายฝั่งเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสมดุลย์ทางธรณีสัณฐานของชายฝั่ง นอกจากนี้ถึงแม้ว่าพื้นที่ภาคใต้โดยรวมจะมีปริมาณฝนรวมรายปีที่ค่อนข้างมากกว่าพื้นที่อื่นๆ ของประเทศ แต่เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดเล็กจึงทำให้สามารถเก็บกักน้ำได้น้อยประกอบกับระบบนิเวศในลุ่มน้ำเปลี่ยนแปลงไปยิ่งทำให้ความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำโดยเฉพาะในฤดูแล้งมีสูงมากขึ้น

การประเมินแนวโน้มของระดับน้ำทะเลในอนาคตเนื่องจากความแปรปรวนของสภาพอากาสต่อพื้นที่ชายฝั่งภาคใต้ฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกนี้ ใช้การประเมินโดยแบบจำลองการเพิ่มขึ้นของระดับทะเลเฉลี่ยโดยโปรแกรม DIVA (DINA-COAST 2003) ในการกำหนดความสัมพันธ์ของระดับทะเลปานกลางของจังหวัดชายทะเลของประเทศกับอัตรา

การขยายตัวของมวลน้ำในมหาสมุทรและการละลายของธารน้ำแข็งถาวรในทวีปต่างๆ เนื่องจากอุณหภูมิอากาศและปัจจัยระดับมหาสมุทร ซึ่งจะใช้ SRES Emission (A2 และ B2) เป็นค่านำเข้าโดยตรง ผลจากการจำลองชี้ให้เห็นว่าในอนาคตอีก 30 ปีข้างหน้า (ค.ศ.2040 หรือ พ.ศ.2583) จากปัจจุบัน (ค.ศ.2010 หรือ พ.ศ.2553) การเพิ่มของระดับทะเลปานกลางเฉลี่ยในเกือบทุกจังหวัดชายทะเลภาคใต้ของประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราไม่แตกต่างกัน ประมาณ 5-10 มิลลิเมตร/ปี ดังรูปที่ 4-1



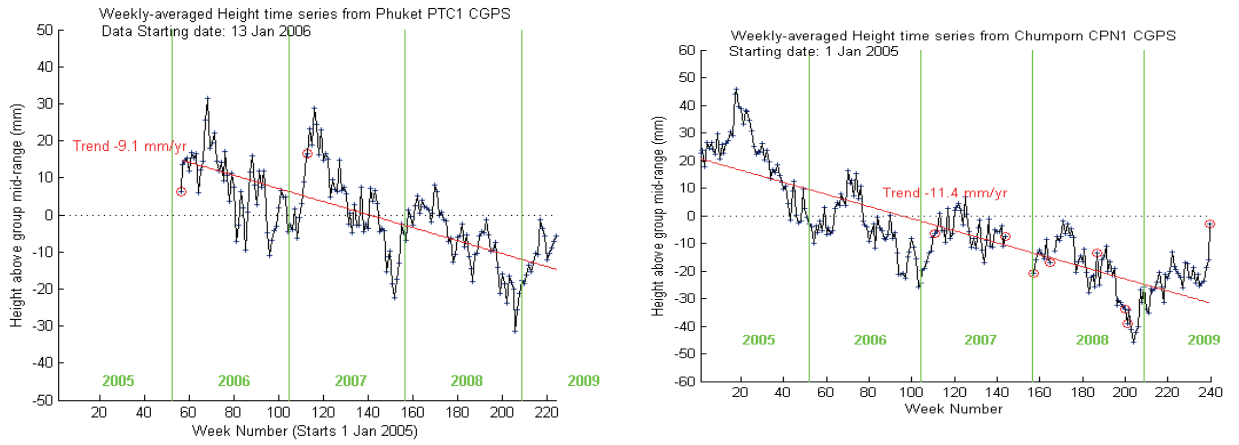
ก. สำหรับ SRES A2



ข. สำหรับ SRES B2

รูปที่ 4-1 ผลการประมาณระดับน้ำทะเลปานกลาง (SRES A2) สำหรับชายฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน

นอกจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเฉลี่ยแล้ว ปัจจัยเสริมที่จะทำให้ผลกระทบของการเพิ่มของระดับน้ำมีผลต่อพื้นที่ชายฝั่งมากขึ้นนั่นก็คือ ปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดินหลังจากการเกิดแผ่นดินไหวเมื่อปี 2547 จากข้อมูลตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับแนวดิ่งของชายฝั่งทะเลประเทศไทยหลังจากเกิดแผ่นดินไหวครั้งนั้น เกิดการทรุดตัวของแผ่นดินที่รุนแรงมากขึ้น โดยมีข้อมูลยืนยัน (ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) แผ่นดิน/ชายฝั่งในจังหวัดภูเก็ตมีการทรุดตัวลง 9.1 มม./ปี หรือในเขตจังหวัดชุมพรทรุดตัวลงถึง 11.4 มม./ปี (รูปที่ 4-2) ส่งผลให้ความรุนแรงของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทั่วไปรวมกับอัตราการทรุดตัวของแผ่นดิน จะยิ่งทำให้ความสูงสุทธิของระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นในบริเวณชายฝั่งอันดามันมีค่าสูงขึ้นไม่น้อยกว่า 12-14 มม./ปี และสำหรับชายฝั่งอ่าวไทยไม่น้อยกว่า 14-16 มม./ ต่อปี ในอนาคตอาจส่งผลให้ปัญหาน้ำท่วมถึงในพื้นที่ลุ่มมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น รวมถึงยังส่งผลต่อเสถียรภาพของชายฝั่งโดยตรงอีกด้วย



รูปที่ 4-2 การเคลื่อนตัวทางดิ่งของเปลือกโลกบริเวณจังหวัดภูเก็ต (ซ้าย) และจังหวัดชุมพร (ขวา)

ดังนั้น พื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณต่างๆ ของประเทศไทยในอนาคตอาจจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การทรุดตัวของแผ่นดิน การเปลี่ยนแปลงของลมมรสุม และน้ำท่วม ซึ่งหากไม่มีการกำหนดวิสัยทัศน์ ทิศทางการพัฒนา และดำเนินการเพื่อรับมือในพื้นที่ดังกล่าวอย่างเหมาะสมแล้ว จะยิ่งส่งผลให้ความเสียหายรุนแรงมากยิ่งขึ้น

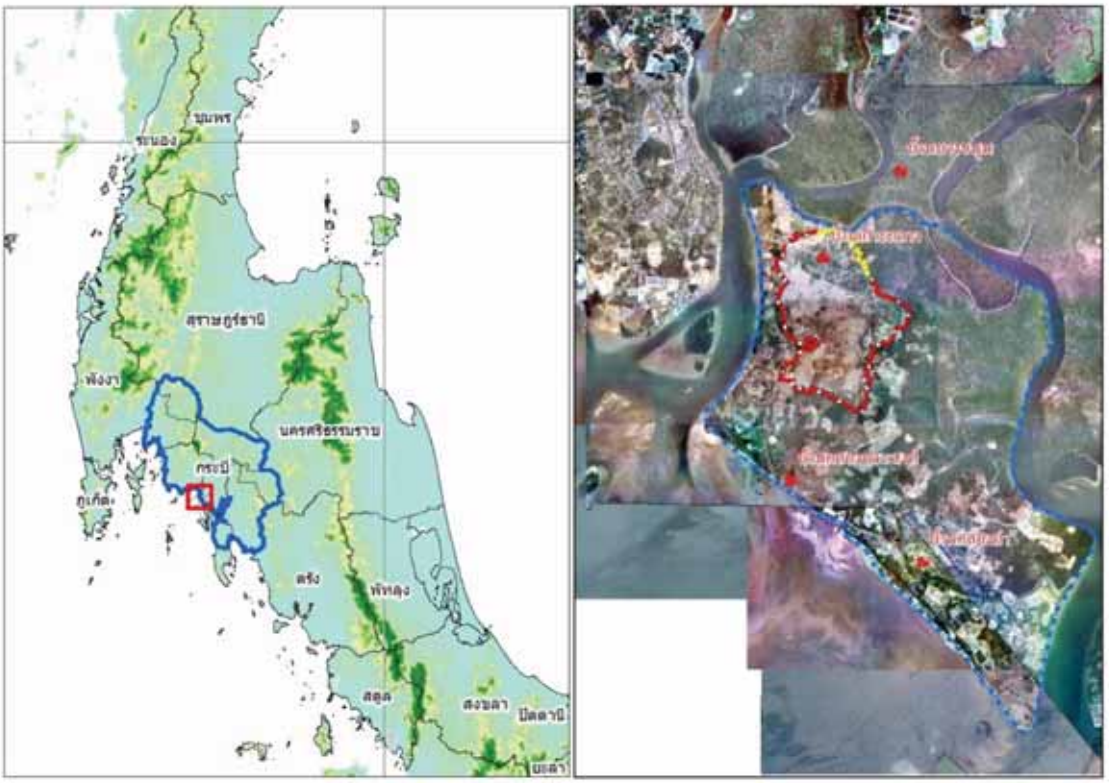
ต.คลองประสงค์ อ.เมือง จ.กระบี่ (ตัวแทนชายฝั่งทะเลภาคใต้ ฝั่งตะวันตก) และ **ต.เกาะเต่า อ.เกาะพะงัน จ.สุราษฎร์ธานี** (ตัวแทนชายฝั่งทะเลภาคใต้ ฝั่งตะวันออก) จึงเป็นพื้นที่ศึกษาตัวอย่างสำหรับการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของภูมิอากาศในอนาคตต่อพื้นที่ชายฝั่งที่มีความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจและระบบนิเวศชายฝั่ง ***โดยใช้ การสร้างภาพฉายในอนาคต (scenarios) ของแนวทางการพัฒนาพื้นที่ / ท้องถิ่น*** เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงและความเปราะบางของภาคส่วนต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ตลอดจนมาตการหรือทางเลือก (options) บางประการที่เหมาะสมกับเฉพาะพื้นที่นั้นๆ ซึ่งอาจจะสามารถเป็นตัวแทนหรือนำไปปรับใช้งานได้กับในบางพื้นที่ที่มีลักษณะเหมือนหรือคล้ายคลึงกันเท่านั้น และไม่ใช่ตัวแทนหรือกรณีศึกษาที่เป็นตัวแทนของทั้งประเทศ โดยกรณีศึกษาตามลักษณะพื้นที่ภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศดังนี้

แนวทางการรับมือต่อการเพิ่มและความแปรปรวนของระดับทะเลในอนาคตของชุมชนเกษตรกรรมชายฝั่ง

บ้านเกาะกลาง ตำบลคลองประสงค์ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่

ลักษณะของพื้นที่โดยทั่วไปและปัญหาในอดีต

ตำบลคลองประสงค์ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ เป็นชุมชนชายฝั่งทะเลที่ประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาอิสลาม ตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำกระบี่ ฝั่งตรงข้ามกับเขตเทศบาลเมืองกระบี่ โดยมีขอบเขตด้านทิศใต้ติดกับทะเลอันเป็นส่วนหนึ่งของอ่าวพังงา ตำบลคลองประสงค์ประกอบด้วย 4 หมู่บ้าน คือ บ้านเกาะกลาง (หมู่ที่ 1) บ้านคลองประสงค์ (หมู่ที่ 2) บ้านคลองกำ (หมู่ที่ 3) และบ้านบางขนุน (หมู่ที่ 4) โดยสามหมู่บ้านแรกตั้งอยู่บนพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นเกาะที่แยกออกจากแผ่นดินใหญ่โดยมีคลองคั่น (รูปที่ 4-3) ซึ่งต้องใช้เรือเป็นพาหนะหลักในการเดินทางจากภายนอกเข้าไปยังหมู่บ้านทั้ง 3 นี้



รูปที่ 4-3 พื้นที่ศึกษา บ้านเกาะกลาง ตำบลคลองประสงค์ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่

ในอดีตพื้นที่ชายน้ำส่วนใหญ่ของตำบลคลองประสงค์เป็นป่าชายเลนที่เคยมีสัมปทานการเผาถ่านโดยมีการปลูกต้นไม้ทุติยภูมิทดแทน แต่เมื่อประมาณ 20 ปีที่แล้วมีการขยายพื้นที่เลี้ยงกุ้งอย่างรวดเร็วจึงทำให้ป่าชายเลนจำนวนมากถูกเปลี่ยนเป็นบ่อเพาะเลี้ยง แต่ต่อมาเมื่อธุรกิจการเลี้ยงกุ้งประสบปัญหาอย่างรุนแรงบ่อเหล่านั้นจำนวนมากจึงถูกปล่อยทิ้งให้รกร้าง แต่บางส่วนก็ได้มีการปรับไปใช้เลี้ยงปลาหรือปูทะเลบ้าง

การประกอบอาชีพโดยทั่วไปมีลักษณะผสมผสานกันระหว่างประมงชายฝั่ง ซึ่งกิจกรรมประมงที่สำคัญได้แก่การจับกุ้ง ปลา การหาหอยหวานตามหาดทราย หาปูดำในป่าชายเลน ป่าโกงกาง การเพาะเลี้ยงปลาและหอยแมลงภู่ในกระชัง การเพาะปลูกโดยเฉพาะการปลูกข้าว มะพร้าว ปาล์มน้ำมันและยางพารา การเลี้ยงสัตว์เช่นแพะและเป็ด นอกจากนี้ยังมีอาชีพนอกภาคการเกษตร เช่น การรับจ้าง บริการและการท่องเที่ยว เนื่องจากคลองประสงค์อยู่ติดกับเขตเทศบาลเมืองกระบี่ สามารถเดินทางไปมาได้ค่อนข้างสะดวก แต่ก็ยังมีความเป็นธรรมชาติสูง จึงเป็นแหล่งดึงดูดนักท่องเที่ยวและทำให้เกิดอาชีพการบริการ เช่น เรือรับจ้าง ที่พัก การผลิตและจำหน่ายของที่ระลึก ซึ่งนับว่าเป็นรายได้เสริมที่สำคัญของชุมชนอีกแหล่งหนึ่ง

สมาชิกของชุมชนที่มีอาชีพหรือความสนใจร่วมกันได้มีการรวมกลุ่มเพื่อสร้างความเข้มแข็งในอาชีพต่างๆ ได้แก่ กลุ่มชาวนาบ้านเกาะกลาง กลุ่มทำเรือหัวโทงจำลอง กลุ่มอาหารทะเลแปรรูปบ้านเกาะกลาง กลุ่มทำผ้าปาเต๊ะ กลุ่มเลี้ยงปลาในกระชัง กลุ่มอนุรักษ์บ้านเกาะกลาง (อนุรักษ์วิถีชีวิตดังเดิม เพื่อเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์) กลุ่มรักษ์สิ่งแวดล้อมหมู่ที่ 1 กลุ่มโฮมสเตย์ กลุ่มทำน้ำพริก และกลุ่มเรือข้ามฟากเป็นต้น ซึ่งกลุ่มต่างๆ เหล่านี้มีศักยภาพและบทบาทในการกำหนดทิศทางและขับเคลื่อนการพัฒนาและการปรับตัวของชุมชนให้สอดรับกับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นทั้งจากปัจจัยภายในและภายนอกในอนาคต

ภัยธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอดีต

ภัยธรรมชาติที่สำคัญในอดีตของตำบลคลองประสงค์จากคำบอกเล่าของคนในพื้นที่ได้แก่พายุหมุนเขตร้อนที่ข้ามฝั่งมาจากด้านอ่าวไทย เช่น พายุแฮเรียตหรือพายุแหลมตะลุมพุก ในปี พ.ศ. 2506 ซึ่งในขณะที่เกิดพายุนั้นบริเวณคลองประสงค์จะมีลมแรงมากพัดต้นไม้และบ้านเรือนพังเสียหายไปหลายหลัง น้ำทะเลหนุนสูงท่วมเข้ามายังพื้นที่นาและบริเวณรอบๆ ส่วนพายุเกย์ในปี พ.ศ. 2537 นั้นลมจะพัดเข้ามาทางทิศตะวันตกของหมู่ที่ 3 (บ้านคลองกำ) ทำลายบ้านเรือน สวนมะพร้าว ส่วนเรือที่กำลังออกทำการประมงในทะเลก็พลิกคว่ำ มีคนได้รับบาดเจ็บและทรัพย์สินได้รับความเสียหายเป็นจำนวนมาก

คลื่นสึนามิในปี พ.ศ. 2547 ได้ทำให้เกิดน้ำทะเลหนุนสูงทั้งที่เข้ามาโดยตรงจากทางทะเลและเข้ามาตามแนวคลองกระบี่ใหญ่ และเอ่อล้นท่วมเข้ามายังในพื้นที่ตำบลคลองประสงค์ โดยพื้นที่ที่ทรัพย์สินได้รับผลกระทบหรือเสียหายจะอยู่ในเขตหมู่ที่ 2 และหมู่ที่ 3 ซึ่งตัวชุมชนตั้งอยู่ติดชายฝั่งทะเลอันดามัน ส่วนพื้นที่หมู่ที่ 1 นั้นพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่นาแต่ตัวเขตชุมชนนั้นตั้งอยู่บนพื้นที่สูงและอยู่ลึกเข้ามาด้านในจึงไม่ได้รับผลกระทบ

การกัดเซาะชายฝั่งซึ่งเกิดขึ้นเกิดจะโดยรอบพื้นที่ของตำบลคลองประสงค์ ทั้งส่วนที่เป็นชายหาดด้านติดกับทะเลและในคลองต่างๆ ซึ่งกั้นพื้นที่ของตำบลจากแผ่นดินใหญ่ โดยคนในพื้นที่เชื่อว่า การกัดเซาะชายฝั่งโดยเฉพาะส่วนที่เป็นคลองนั้นเริ่มมีความรุนแรงมากขึ้นตั้งแต่มีการขุดลอกแม่น้ำกระบี่หรือคลองกระบี่ใหญ่เพื่อให้เรือใหญ่สามารถเข้ามาจอดเทียบท่าหน้าเมืองกระบี่ได้ จึงทำให้กระแสน้ำไหลเร็วขึ้นและเร่งให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งทั้งด้านตัวเมืองกระบี่และฝั่งคลองประสงค์ ตลิ่งจึงเกิดการพังทลาย นอกจากนี้คลื่นที่เกิดจากการสัญจรไปมาของเรือโดยเฉพาะเรือขนาดใหญ่ (เรือท่องเที่ยวและเรือประมง) ตลอดจนการสร้างเขื่อนเพื่อแก้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของฝั่งตัวเมืองกระบี่ ก็มีผลทำให้การพังทลายของตลิ่งบริเวณฝั่งคลองประสงค์เกิดมากขึ้นด้วย โดยในปัจจุบันกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งได้เข้ามาช่วยจัดการและดูแลปัญหาการกัดเซาะตามแนวฝั่งคลองโดยการจัดสร้างแนวกำแพงไม้ไผ่ชะลอความแรงของคลื่นที่บริเวณท่าเทียบเรือและ

ชายฝั่งคลองของหมู่ที่ 1 บ้านเกาะกลางบางส่วน (รูปที่ 4-4) แต่ก็ครอบคลุมเพียงบางส่วนของพื้นที่ที่เกิดปัญหาการกัดเซาะเท่านั้น

ส่วนการกัดเซาะชายหาดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ติดกับทะเลในบริเวณหมู่ที่ 2 บ้านคลองประสงค์ (รูปที่ 4-5) และหมู่ที่ 3 บ้านคลองกำ นั้นเป็นปัญหาที่เกิดมาอย่างต่อเนื่องเป็นประจำแต่หลังจากเหตุการณ์สึนามิเมื่อปี พ.ศ. 2547 ชาวบ้านได้ตั้งข้อสังเกตว่าปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งด้านนี้ดูเหมือนว่าจะมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การหนุนสูงของระดับน้ำทะเลในบางฤดูกาลและลมมรสุมที่กระโชกแรงก็เป็นสาเหตุให้การกัดเซาะชายฝั่งรุนแรงขึ้นด้วย จนทำให้สุสาน (กุโบร์) ที่เคยตั้งอยู่ที่บริเวณชายฝั่งแหลมสน หมู่ที่ 2 ในปัจจุบันได้ถูกกลืนกลายเป็นพื้นที่ทะเลไปจนหมด โดยการจัดการกับปัญหาการกัดเซาะด้านชายฝั่งทะเลนี้องค์การบริหารส่วนจังหวัดกระบี่ได้สร้างเขื่อนคอนกรีตเสริมเหล็ก บริเวณชายหาดเป็นระยะทาง 300 เมตร (รูปที่ 4-6) และรณรงค์ให้มีการปลูกต้นแสมขาว (ต้นปีปี) เพื่อลดการกัดเซาะตลิ่งจำนวน 50 ไร่ และจะเพิ่มจำนวนพื้นที่ขึ้นอีกในทุกๆ ปี

รูปที่ 4-4 กำแพงไม้ไผ่เพื่อชะลอแรงคลื่นและบรรเทาการกัดเซาะชายฝั่งตามแนวชายฝั่งคลอง หมู่ที่ 1 บ้านเกาะกลาง

รูปที่ 4-5 การกัดเซาะชายหาดด้านที่ติดทะเล หมู่ที่ 2 บ้านคลองประสงค์

รูปที่ 4-6 กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กป้องกันการกัดเซาะชายหาดด้านที่ติดทะเล หมู่ที่ 2 บ้านคลองประสงค์

กิจกรรมการทำนาของบ้านเกาะกลาง

ในอดีตตั้งแต่กว่า 100 ปีที่ผ่านมา ตำบลคลองประสงค์เคยเป็นพื้นที่ปลูกข้าวที่สำคัญของจังหวัดกระบี่ โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตบ้านเกาะกลาง โดยเคยมีพื้นที่นากว่า 600 ไร่ แต่เนื่องจากความไม่แน่นอนด้านสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะปัญหาน้ำเค็มที่รุกเข้ามาในพื้นที่บางส่วนไม่สามารถปลูกข้าวได้ (รูปที่ 4-7) ประกอบกับการถูกตีตลาดโดยข้าวจากแหล่งปลูกในภาคอื่นๆ ของประเทศที่มีราคาถูกกว่าและผลผลิตมีความแน่นอนมากกว่า จึงทำให้ชาวบ้านจำนวนมากเลิกอาชีพการทำนา อย่างไรก็ตามตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 เป็นต้นมา ชาวบ้านที่ยังคงประกอบอาชีพทำนาได้รวมตัวกันจัดตั้งกลุ่มชาวนาบ้านเกาะกลางขึ้นเพื่อสร้างความเข้มแข็งและสนับสนุนปัจจัยการผลิต เช่นรถไถ ปุ๋ย ฯลฯ แก่สมาชิก จึงทำให้เริ่มมีผู้หันกลับมาปลูกข้าวมากขึ้น โดยนิยมปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมือง เช่น สังข์หยด เล็บนก ฯลฯ โดยเน้นการปลูกแบบอินทรีย์ เพื่อจำหน่ายแก่ผู้บริโภคทางเลือกที่ต้องการข้าวคุณภาพสูง (รูปที่ 4-8) โดยมีหน่วยงานต่างๆ เช่น จังหวัดกระบี่ กรมพัฒนาที่ดิน กรมส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเป็นต้น ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณและวิชาการต่างๆ ตลอดมา

รูปที่ 4-7 พื้นที่ที่เคยเป็นนาข้าวในอดีตบางส่วนถูกน้ำทะเลหนุนท่วมเป็นประจำจึงทำให้มีพรรณไม้ชายเลนเติบโตในที่ดินเหล่านี้ในปัจจุบัน

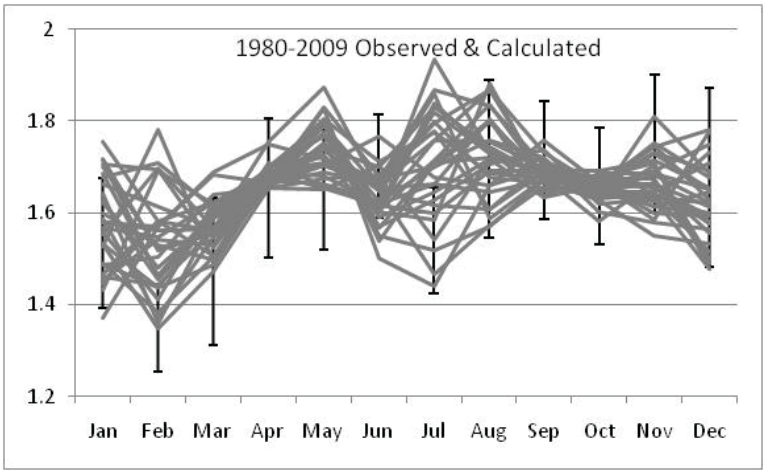
รูปที่ 4-8 นาข้าวอินทรีย์ในปัจจุบันซึ่งกำลังเก็บเกี่ยวในเดือนธันวาคม 2552 ในช่วงที่คณะผู้วิจัยกำลังสำรวจระดับความสูงของพื้นที่

ในปี พ.ศ. 2552 กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ให้การสนับสนุนให้บ้านเกาะกลางเป็นหมู่บ้านแม่ข่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยกระทรวงได้สนับสนุนการสร้างโรงสีและไซโล (ขนาด 10 ตันจำนวน 2 ลูก) เพื่อให้กลุ่มชาวนาสามารถรองรับและเพิ่มมูลค่าผลผลิตได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามปัญหาน้ำทะเลหนุนพื้นที่นาที่มักจะเกิดขึ้นในช่วงเดือนเมษายน–พฤษภาคม และช่วงเดือนตุลาคม–พฤศจิกายน (ช่วงลอยกระทง) เกือบทุกปีมากบ้างน้อยบ้าง ก็ยังเป็นปัญหาหลักของการปลูกข้าว โดยชาวบ้านตั้งข้อสังเกตุด้วยว่าปัญหานับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2545 ได้เกิดน้ำทะเลหนุนขนาดใหญ่อย่างที่ชาวบ้านไม่เคยพบมาก่อน ซึ่งทำให้น้ำเค็มท่วมพื้นที่นาในหมู่ที่ 1 และหมู่ที่ 2 เกือบทั้งหมดและทำให้ดินมีความเค็มจนทำให้การปลูกข้าวในฤดูเพาะปลูกถัดมาที่เริ่มในราวเดือนสิงหาคมของปีนั้นได้ผลผลิตที่น้อยมาก ดังนั้นในปี พ.ศ. 2549 นายประวัติ คลองรั้ว ประธานกลุ่มชาวนาบ้านเกาะกลางจึงได้ทดลองสร้างคันดินขนาดเล็กในที่นาของตนเองเพื่อเป็นการทดลองกั้นน้ำเค็มและพบว่าได้ผลดี ดังนั้นนายประวัติ จึงได้เสนอโครงการซึ่งประกอบด้วยแนวคันดินกั้นน้ำสำหรับพื้นที่นาข้าวในหมู่ที่ 1 รวมระยะทางประมาณ 6.7 กม (รูปที่ 4-9) ไปยังจังหวัดกระบี่ ซึ่งก็ได้ส่งต่อไปยัง สำนักพัฒนาที่ดินเขต 11 เพื่อให้การสนับสนุนงบประมาณ โดยแบ่งการดำเนินการเป็น 2 ช่วง โดยในปีงบประมาณ 2552 ก่อสร้างเป็นระยะทางประมาณ 3.5 กม และในปีงบประมาณ 2552 ก่อสร้างอีกประมาณ 1.4 กม โดยเป็นคันดินถมที่มีสันเขื่อนสูงประมาณ 2.0 เมตรจากระดับทะเลปานกลางมาตรฐานของประเทศไทย (MSL_0) คันกั้นน้ำส่วนที่เหลืออาศัยถนนหรือแนวคันบ่อที่มีอยู่เดิม ซึ่งเมื่อโครงการเสร็จสมบูรณ์จะช่วยป้องกันพื้นที่ได้ราว 1,200 ไร่ ประกอบด้วยพื้นที่นาที่ยังมีการปลูกข้าวอยู่ในปัจจุบันประมาณ 390 ไร่ พื้นที่ที่เคยเป็นนาในอดีตประมาณ 227 ไร่ เขตที่อยู่อาศัยและชุมชน 250 ไร่ และพื้นที่อื่นๆ เช่นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สวนยาง ฯลฯ อีกประมาณ 336 ไร่

รูปที่ 4-9 แนวคันกั้นน้ำที่กลุ่มชาวนาบ้านคลองประสงค์เสนอเป็นระยะทาง 6.7 กิโลเมตร (เส้นสีม่วง) และสำนักพัฒนาที่ดินเขต 11 สนับสนุนงบประมาณเพื่อก่อสร้าง แนวสีเหลืองคือพื้นที่สูงซึ่งใช้เป็นแนวป้องกันตามธรรมชาติ

การวิเคราะห์การเกิดน้ำทะเลหนุนจากลมมรสุมในช่วงปีฐาน (1980-2009) และอนาคต

ระดับของผิวหน้าทะเลจะขึ้นกับทั้งแรงน้ำขึ้นน้ำลงปัจจัยทางดาราศาสตร์และจากความแปรปรวนของลักษณะอากาศในท้องถิ่นนั้นที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว โดยปกติระดับน้ำเนื่องจากปัจจัยทางดาราศาสตร์นั้นสามารถพยากรณ์ได้ทั้งความสูงและช่วงเวลาได้อย่างค่อนข้างแม่นยำดังนั้นชาวนาและกลุ่มผู้ใช้พื้นที่ชายฝั่งทะเลจึงมักที่จะสามารถกำหนดหรือวางแผนการใช้ที่ดินและกิจกรรมต่างๆ ได้ค่อนข้างดี อย่างไรก็ตามระดับทะเล ณ เวลาใดเวลาหนึ่งอาจจะหนุนสูงขึ้นหรือกดต่ำลงกว่าระดับการพยากรณ์ทางดาราศาสตร์ อันเนื่องมาจากปัจจัยที่มักจะเกี่ยวข้องกับสภาพอากาศในทางตรงหรือทางอ้อมในเวลานั้นด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากทิศทางและความเร็วของลมประจำถิ่นเช่นลมมรสุม พายุหรือความกดอากาศ และความเค็มหรือความหนาแน่นของน้ำทะเลตามปริมาณน้ำจืดที่เจือปนอยู่ในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่ง ซึ่งความแปรปรวนเฉพาะกาลของระดับน้ำทะเลเหล่านี้ค่อนข้างยากในการหารูปแบบที่ชัดเจน อย่างไรก็ในบรรดาปัจจัยทางลักษณะอากาศต่างๆ นั้น ลมมรสุมเป็นปัจจัยที่จะพอมีรูปแบบตามฤดูกาลที่พอจะจำลองโดยใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์ได้บ้าง การศึกษานี้จึงได้พัฒนาโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างแรงเค้นเฉลี่ยเนื่องจากลมผิวพื้นที่คำนวณได้จากโมเดลภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS และผลต่อระดับน้ำเกิดสูงสุดในแต่ละเดือน (รูปที่ 4-10) ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความแปรปรวนของระดับน้ำเกิดสูงสุดรายเดือนที่ตรวจวัดได้ในช่วงปีฐานบางเดือนจะแกว่งตัวในช่วงที่กว้างกว่าช่วงที่คำนวณได้โดยโมเดลซึ่งใช้เพียงปัจจัยเดียวคือลมมรสุม แต่ในภาพรวมแล้วความแปรปรวนที่ได้จากโมเดลมีช่วงใกล้เคียงกับค่า ±1 Standard Deviation ของข้อมูลระดับน้ำเกิดสูงสุดจริง

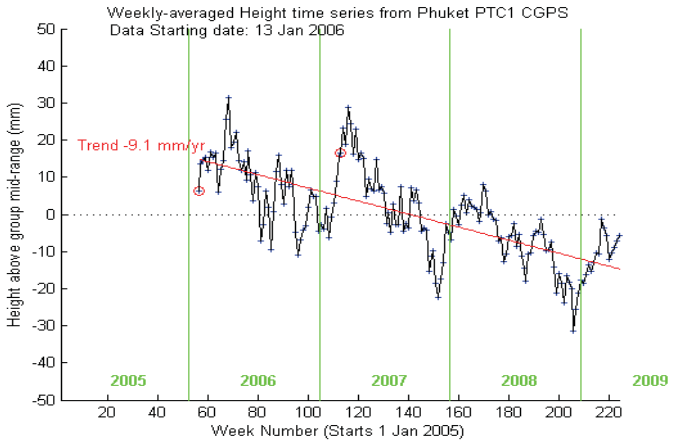


รูปที่ 4-10 ผลการจำลองระดับน้ำหนุนรายเดือนโดยใช้ลมผิวพื้นจากโมเดล PRECIS (เส้น) และระดับน้ำสูงสุดจากการตรวจวัดรายเดือน (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

การคาดการณ์ระดับทะเลสัมบูรณ์เฉลี่ยในอนาคตและระดับทางดิ่งสัมพัทธ์กับพื้นดินชายฝั่ง

ระดับทะเลเฉลี่ยของจังหวัดกระบี่ในอนาคตที่จะเพิ่มขึ้นอย่างสัมบูรณ์เนื่องจากการขยายตัวของน้ำทะเลเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นและมวลน้ำที่เพิ่มขึ้นจากการละลายของน้ำแข็งถาวรคาดการณ์โดยใช้โปรแกรม DIVA สำหรับสถานะการณ์อนาคต SRES A2 High Sea Level เทียบกับปีฐาน (1995) ในตารางที่ 4-1 เป็นการคาดการณ์ที่มองอนาคตในภาพที่ค่อนข้างจะร้ายมากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของระดับน้ำสัมบูรณ์ในแต่ละช่วง 30 ในอนาคตจะสูงประมาณ 5, 13 และ 26 มิลลิเมตรต่อปี สำหรับช่วงปี ค.ศ. 2010-209, 2040-2069 และ 2070-2099 ตามลำดับ

นอกจากการเพิ่มขึ้นอย่างสัมบูรณ์ของระดับทะเลเฉลี่ยแล้ว การเคลื่อนที่ทางดิ่งของพื้นที่ชายฝั่งก็ยังส่งผลให้ระดับน้ำทะเลสัมพัทธ์กับระดับแผ่นดินด้วย โดยชายฝั่งทะเลในภาคใต้ของประเทศไทยทั้งสองฝั่งเคยเป็นชายฝั่งแบบยกตัว แต่หลังจากการเกิดแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ชายฝั่งทั้งหมดมีแนวโน้มที่จะปรับการเคลื่อนที่ทางดิ่งเป็นแบบจมตัว โดยการศึกษาโดยภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับสถานีอ้างอิงที่ภูเก็ต ซึ่งเป็นจุดที่ใกล้กับพื้นที่ศึกษาที่สุด พบว่าในปัจจุบันมีอัตราจมตัวในทางดิ่งอยู่ที่ประมาณ 9.1 มิลลิเมตรต่อปี (รูปที่ 4-11)



รูปที่ 4-11 การเปลี่ยนแปลงระดับทางดิ่งของชายฝั่งจังหวัดภูเก็ตตรวจวัดโดยระบบ GPS ความละเอียดสูง (ข้อมูลจาก ดร. อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

ซึ่งถ้าใช้ค่านี้เป็นเกณฑ์สำหรับจังหวัดกระบี่ด้วยก็จะสามารถหาระดับสัมพัทธ์ทางดิ่งของผิวหน้าทะเลเทียบกับระดับของแผ่นดินในอนาคตได้ตามตารางที่ 4-1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในระยะอันใกล้การจมตัวของแผ่นดินชายฝั่งจะคงยังมี

นัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับทะเลสัมพัทธ์มากกว่าการเปลี่ยนแปลงระดับทะเลสัมบูรณ์เนื่องมาจากภาวะโลกร้อน แต่ปัจจัยทั้งสองนี้จะเริ่มมีความสำคัญใกล้เคียงกันในช่วงปลายของศตวรรษ

ตารางที่ 4-1 การเปลี่ยนแปลงระดับทะเลเฉลี่ยคำนวณโดยใช้โปรแกรม DIVA สำหรับสถานะการณ์ SRES A2 High Sea Level และการเคลื่อนตัวทางดิ่งของแผ่นดินในแต่ละช่วงเวลา

ช่วงเวลา	ปีกึ่งกลาง	การเปลี่ยนแปลงระดับทะเลสัมบูรณ์ (เมตร)	ค่าปรับแก้ระดับทะเลสัมพัทธ์กับระดับของแผ่นดิน (เมตร)
1980-2009	1995	0	0
2010-2039	2025	+0.14	+0.27
2040-2069	2055	+0.40	+0.54
2070-2099	2085	+0.78	+0.81

ความแปรปรวนของระดับน้ำเกิดสูงสุดในอนาคต

ความแปรปรวนของระดับน้ำเกิดสูงสุดรายเดือนเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมในอนาคตจากแบบจำลอง PRECIS ที่ปรับแก้การเพิ่มขึ้นของระดับทะเลสัมบูรณ์เนื่องมาจากภาวะโลกร้อนตามสถานะการณ์อนาคตแบบ A2 (ตารางที่ 4- 2) จะเห็นได้ว่าถึงแม้ว่าระดับน้ำเกิดสูงสุดสัมบูรณ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเนื่องการการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลโลกแต่ความแปรปรวนของระดับน้ำเกิดสูงสุดภายในแต่ละเดือนมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย หรืออีกนัยหนึ่งอิทธิพลจากลมมรสุมในแต่ละปีมีแนวโน้มที่จะมีความเป็นระเบียบมากขึ้นในอนาคตโดยเฉพาะในระยะยาว

ตารางที่ 4-2 ระดับเฉลี่ยและความแปรปรวนของระดับน้ำเกิดสูงสุดในแต่ละช่วง (30 ปี) เทียบกับระดับทะเลปานกลางมาตรฐานประเทศไทย (MSL_0)

ช่วงเวลา	เฉลี่ย (ม)	สูงสุด (ม)	ต่ำสุด	SD	CV (%)
1980-2009	1.65	1.94	1.35	0.097	5.9
2010-2039	1.79	2.22	1.13	0.105	5.9
2040-2069	2.05	2.31	1.79	0.089	4.3
2070-2099	2.41	2.59	2.09	0.088	3.6

ภาพฉายอนาคต (Scenarios) ของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของตำบลคลองประสงค์ จังหวัดกระบี่

แนวทางที่ 1: กระบี่เมโทรโพลิส

คลองประสงค์ได้แปลงโฉมโดยสิ้นเชิงจากหมู่บ้านมุสลิมปลูกข้าวและประมงมาเป็นส่วนขยายโดยการถมคลองเชื่อมพื้นที่ติดกับกระบี่เมโทรโพลิสที่เติบโตหรูหราและทันสมัยในระดับเดียวกับสิงคโปร์ด้วยตึกสูงระฟ้าจากการเป็นเมืองอุตสาหกรรมโลจิสติก การค้าและการเงิน ซึ่งเป็นผลจากการที่มีการร่วมทุนจากจีนและเวียดนามที่เติบโตทางเศรษฐกิจอย่างก้าวกระโดดในทศวรรษที่ 2570s เข้ามาลงทุนขุดคลองเชื่อมอันดามันและอ่าวไทยใกล้ เขตรอยต่อจังหวัดตรังและกระบี่เพื่อเป็นทางผ่านสินค้าที่จากทั้งสองประเทศที่เป็นผู้ผลิตสินค้าอุปโภคและบริโภคทุกรูปแบบไปสู่ตลาดในทุกทวีป ทั้งนี้เนื่องจากในทศวรรษที่ 2580s การขนส่งสินค้าทางทะเลด้วยเรือประสิทธิภาพสูงเป็นวิธีที่ คุ้มค่าการลงทุนที่สุดในการเชื่อมต่อกับการขนส่งระบบรางบนบกในยุคที่เน้นประสิทธิภาพพลังงาน ไม่มีคลองประสงค์ชุมชนที่ยังชีพด้วยเกษตร ประมงและแรงงานรับจ้างอีกต่อไป มีแต่เมืองประสงค์ที่เป็นส่วนหนึ่งของกระบี่เมโทรโพลิสที่มีคนอยู่อาศัยประมาณ 2 ล้าน ในฐานะเมืองติดทะเลและเป็นพื้นที่สีเขียวมาก่อน เมืองประสงค์ ได้รับการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่เน้นการเป็นที่พักอาศัยของนักลงทุนนานาชาติที่ทำธุรกิจในกระบี่ และอีกส่วนเป็นสถานที่พักฟื้นของลูกค้าธุรกิจ medical tourism ที่ส่งต่อมาจากสถานพยาบาลในกรุงเทพ สงขลาและภูเก็ต เพราะเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้สิ่งอำนวยความสะดวกแต่มีภูมิทัศน์ร่มรื่นและเงียบสงบไม่ถูกรบกวนจากภาคอุตสาหกรรมเนื่องจากมีการจัดการสิ่งแวดล้อมเข้มงวด ใช้พลังงานสะอาดและอยู่ในเขต zoning ชัดเจน มีท่าเรือทันสมัยที่บ้านคลองกำเพื่อรับลูกค้าจากภูเก็ต มีห้างสรรพสินค้าสิ่งอำนวยความสะดวก ป่าชายเลนผืนใหญ่ที่มีอยู่แต่ดั้งเดิมลดพื้นที่ลงจากการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม มีการพัฒนาที่พักอาศัยในจุดที่ทิวทัศน์ดี ลูกหลานชาวคลองประสงค์เดิมที่มีพื้นฐานการศึกษาดีจึงผันตัวสู่เข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ บางส่วนเป็นเจ้าของกิจการค้า อีกส่วนของเศรษฐกิจคืออาหารปลอดสารพิษคุณภาพดีเพื่อป้อนตลาดกำลังซื้อสูงจากภาคธุรกิจ

แนวทางที่ 2: หมู่บ้านโลว์คาร์บอน

โลกในทศวรรษที่ 2580 เริ่มมีปรับทิศทางพัฒนาอย่างถึงรากถึงโคน บทเรียนจากวิกฤตเศรษฐกิจที่เกิดซ้ำอีกสี่ระลอกหลังจากวิกฤตซับไพรม์ในปี 2551-2552 และปัญหาความแปรปรวนของภูมิอากาศที่รุนแรงขึ้นในหลายภูมิภาค ทำให้ผู้คนที่ได้รับผลกระทบกดดันรัฐบาลของตนเองให้สร้างการเปลี่ยนแปลงทิศทางพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม และมีกระบวนการ de-globalize ในบาง sectors เปิดโอกาสให้ประเทศต่างๆเลือก engage กับระบบโลกตามความเหมาะสมของตนเอง ในประเทศไทยก็เช่นกัน รัฐบาลได้เข้าร่วมการมีพันธกรณีลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบบสมัครใจเหมือนกับประเทศกำลังพัฒนาอื่นๆ อีกหลายประเทศที่มีขนาดเศรษฐกิจใกล้เคียงกัน โดยไทยตั้งเป้าหมายปล่อยก๊าซเฉลี่ยไม่เกิน 6 ตันต่อคนต่อหัวต่อปี การผลิตและการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น แหล่งพลังงานในประเทศไทย 50% เป็นพลังงานหมุนเวียนที่มาจากการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดใหม่ๆ ภาคการเกษตรกลับมามีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและการจ้างงาน เนื่องจากมีการพัฒนาจากการขายในระดับวัตถุดิบมาเป็นการต่อยอดสร้างมูลค่าเพิ่ม ในทางการเมืองมีการกระจายอำนาจเต็มที่ ท้องถิ่นสามารถออกกฎหมายเฉพาะที่มีความเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรมของตนเอง ผู้นำรุ่นใหม่ในท้องถิ่นต่างๆ ได้เรียนรู้ทิศทางใหม่ของโลกและเลือกยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจที่เน้นความยั่งยืนมากกว่าการโตเร็วแต่ผลาญทำลายทรัพยากรแบบในอดีต คลองประสงค์ก็มีส่วนเป็นชุมชนบุกเบิกในกระแสการเปลี่ยนแปลงนี้ ความเหมาะสมทางภูมิรัฐศาสตร์ของคลองประสงค์ที่อยู่ติดกับเมืองกระบี่เพียงคลองกั้นแต่ไม่เป็นเมืองและมีพื้นที่สีเขียวมาก ประกอบกับพื้นฐานที่เป็นหมู่บ้านวิทยา ศาสตร์และเทคโนโลยีที่เน้นการผลิตเกษตรแบบไร้ของเสียของกระทรวงวิทย์ฯเป็นทุนเดิม ทำให้ชาวคลองประสงค์เลือกทิศทางการพัฒนาสู่การเป็นชุมชนต้นแบบของการปรับวิถีชีวิตไปสู่สังคมโลว์คาร์บอนคือการผลิตและบริโภคอาหาร พลังงานและสิ่งจำเป็นในชีวิตที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อย เศรษฐกิจเป็นแบบ dual track คือเน้นการเกษตร เพาะเลี้ยงและปศุสัตว์ผสมผสานสำหรับบริโภค ในด้านรายได้เน้นการผลิตเพื่อสร้าง

มูลค่าเพิ่มจากผลิตผลเกษตร ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ชาวนาเกาะกลางร่วมกับหน่วยงานวิชาการได้ปรับปรุงพันธุ์ขยายเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพอากาศ น้ำและดินหลายรูปแบบเกือบ 40 สายพันธุ์ได้กลายเป็น genetic resource ที่ส่งออกในไปเป็นเมล็ดพันธุ์ ในหลายภูมิภาคของโลกที่ประสบปัญหาในการปลูกมันฝรั่งและข้าวสาลี จากการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศ (อันที่จริงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของคลองประสงค์ก็เริ่มต้นมาจากความจำเป็นต้องปรับการผลิตให้อยู่รอดจากผลกระทบโลกร้อน เช่นเปลี่ยนแปลงวันฝนตกและการทะลักของน้ำเค็มเข้าพื้นที่นาเช่นกัน) ทำให้คนคลองประสงค์จำนวนมากที่เคยออกไปเป็นแรงงาน ในภาคอุตสาหกรรมหันกลับมาสู่ภาคเกษตรที่ให้ราคาดี ในทางสังคมคุณค่าวิถีปฏิบัติแบบอิสลามมีความแข็งแกร่งขึ้น จากอิทธิพลแบบพึ่งตนเองซึ่งไปกันได้ดีกับกระแสใหม่ของโลก มีการสร้างสถานที่ปฏิบัติกิจกรรมทางศาสนาเพิ่มขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นชาวบ้านคลองประสงค์ยังเป็นผู้มีบทบาทช่วยรักษาแหล่งดูดซับคาร์บอนของโลกผ่านโครงการ REDD หรือโครงการอื่นๆ ที่มีวัตถุประสงค์คล้ายกันโดยอนุรักษ์ป่าชายเลนของชุมชนให้ เป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์ที่สุดแห่งหนึ่งของคาบสมุทรมาเลย์ ค่าตอบแทนที่ชุมชนได้รับมาในรูปแบบของกองทุนก้อนเล็กๆ และการท่องเที่ยวแบบโฮมสเตย์ แต่ที่สำคัญกว่านั้นคือการฟื้นฟูแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ทำให้เกิดการสร้างความมั่นคงทางอาหารและรายได้จากการประมงอีกแรงหนึ่ง พร้อมกันนั้น EU ได้เข้ามาตั้งสถาบันศึกษาวิจัยประโยชน์ ความหลากหลายทางชีวภาพของป่าชายเลนและเซ็นข้อตกลง benefits sharing ทุกครั้งที่มีการนำพันธุกรรมและความรู้ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

แนวทางที่ 3: Business as usual

เป็นแนวทางที่ภาคเศรษฐกิจของกระบี่ยังมีการผสมปนเปทั้งภาคการท่องเที่ยว เกษตร และอุตสาหกรรมเหมือนยุค 2550s การท่องเที่ยวยังอยู่แต่ลดความสำคัญเนื่องจากการเสื่อมโทรมลงของแหล่งท่องเที่ยว เกาะพีพีมีนักท่องเที่ยวน้อยลงและถูกทุนใหญ่เทคโอเวอร์ไปทำความสะอาดและแปลงเป็น premium resort และมีคาสิโน แต่ในมุมมืดมีธุรกิจใต้ดินโดยกลุ่มมาเฟียรัสเซียที่ขยายตัวมาจากพัทยาและภูเก็ต โดยทั้งหมดนี้มีการใช้ทรัพยากรและการคืนกลับให้ท้องถิ่นน้อยลันตา เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่เน้นตลาดคนไทย เศรษฐกิจจากภาคเกษตรมีความสำคัญมากขึ้น การเพิ่มมูลค่าผลผลิตจากปาล์ม ยางพาราและกาแฟ เป็นตัวยืนซึ่งก็สามารถเป็นตลาดงานใหม่ๆ ให้คนในท้องถิ่น มีอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากปิโตรเคมีเกิดขึ้นตามเส้นทาง Land Bridge กระบี่-ขนอมที่มีอยู่แต่เดิมโดยทุนจีนและอาหรับ ซึ่งดึงแรงงานในระดับต่างๆ มาจากหลายภูมิภาคของไทย สิ่งแวดล้อมถูกให้ความสำคัญน้อยเช่นเดียวกับพื้นที่อื่นๆของประเทศ ชาวคลองประสงค์รุ่นใหม่ออกไปได้รับการศึกษาและทำงานนอกพื้นที่ แต่ยังมีส่วนทำงานใกล้บ้าน มีการสร้างสะพานเชื่อมต่อกับตัวเมืองกระบี่และขยายถนนทั่วคลองประสงค์ มีร้านค้าสิ่งอำนวยความสะดวกพอควร มีนักธุรกิจจากภายนอกเข้ามาพัฒนาอสังหาริมทรัพย์เป็นบ้านจัดสรรนอกตัวเมือง ป่าชายเลนบางส่วนถูกบุกรุกเพื่อขยายที่ดิน และก่อสร้างกำแพงกั้นการทะลักของน้ำเค็ม ชาวบ้านที่ไม่มีที่ดินยังชีพด้วยการประมงชายฝั่งและรับจ้างทั่วไป แต่ในขณะเดียวกันกระแสชุมชนพึ่งตนเองก็ยังมีอยู่เป็นหย่อมๆ ในคลองประสงค์โดยเฉพาะบ้านเกาะกลางที่รุ่นพ่อแม่ได้เริ่มต้นการเกษตรแบบยั่งยืนพึ่งพาจากการเข้ามาช่วยเหลือของหลายหน่วยงานและสถาบันตั้งแต่ช่วงปี 2551-2555 มีการผลิตสินค้าเกษตรแบบเพิ่มมูลค่าที่มีตลาดทั้งในกลุ่มชนชั้นกลางที่เข้ามาอยู่ใหม่และในตัวเมืองกระบี่ที่นิยมบริโภคอาหารที่ผลิตในท้องถิ่นยุคกระแสปรับตัวในภาวะโลกร้อน

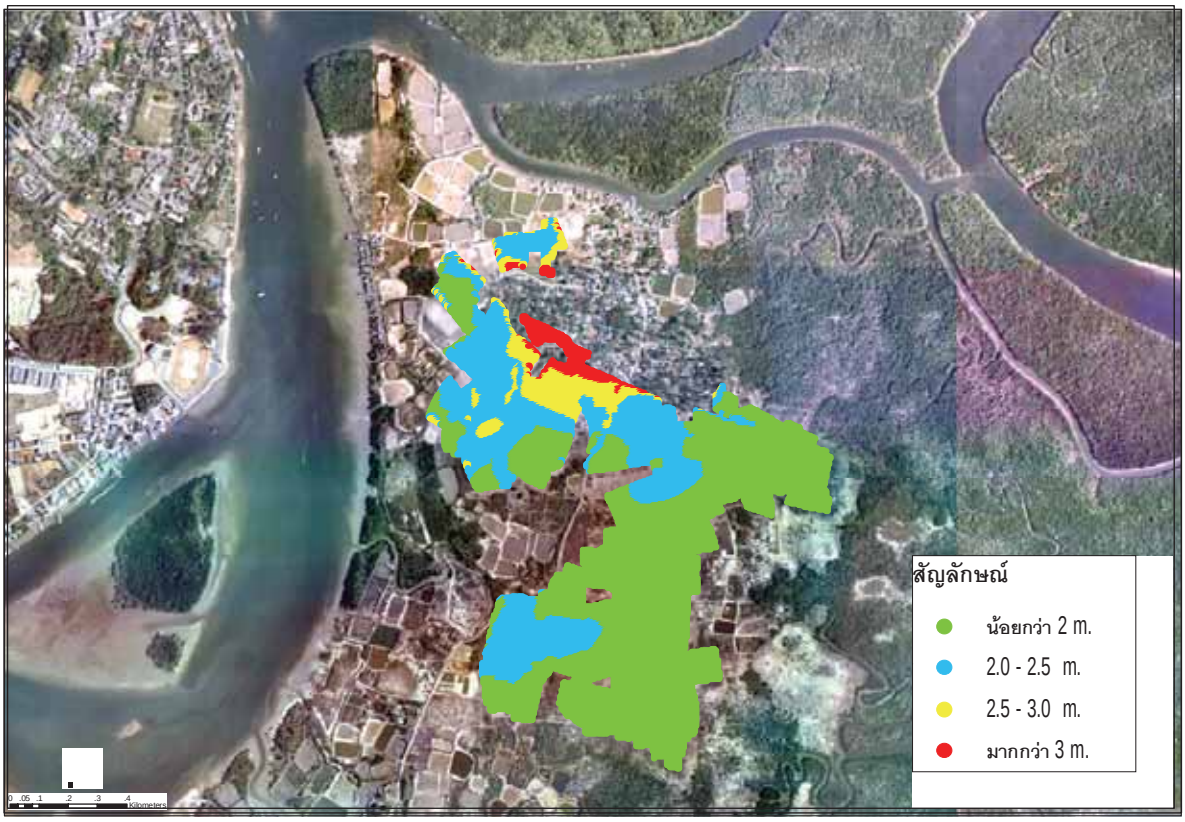
ความถี่ของการเกิดน้ำทะเลหนุนท่วมพื้นที่นาข้าวในอดีตและความเสี่ยงในอนาคต

ความรุนแรงของการเกิดน้ำท่วมจากน้ำทะเลหนุนสูงเนื่องจากลมมรสุมขึ้นกับทั้งระดับน้ำเกิดสูงสุดและระดับความสูงของผิวดินแต่ละแห่ง ซึ่งเมื่อปรับค่าให้อยู่บนมาตรฐานเดียวกันแล้วสามารถจำแนกความถี่ของการเกิดน้ำทะเลท่วมได้ในตารางที่ 4-3 โดยพื้นที่นาหรือที่เคยเป็นนาส่วนใหญ่ (513.1 ไร่ หรือ 83%) ในช่วงปีฐานจะกระจายตัวอยู่ที่ระดับความสูง 1.5 – 2.5 เมตรจาก MSL_0 ในขณะที่น้ำทะเลสามารถหนุนสูงขึ้นไปได้ถึงระดับ 1.75 เมตร จาก MSL_0 (รูปที่ 4-12)

ในอนาคตพื้นที่ที่ในปัจจุบันไม่เคยท่วมก็จากท่วมเพิ่มมากขึ้นเนื่องมาจากระดับทะเลที่สูงขึ้นผนวกกับการทรุดตัวของแผ่นดินชายฝั่ง โดยน้ำทะเลจะรุกเข้าไปได้จนถึงแนวเส้นชั้นความสูงที่ในช่วงปีฐานเคยอยู่เหนือกว่า MSL_0 ถึง 2.25, 2.75 และ 3.25 เมตร ในช่วงปี 2010-2039, 2040-2069 และ 2070-2099 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-3 ความถี่ของการเกิดน้ำหนุนท่วมเนื่องจากมรสุมต่อแต่ละช่วง 30 ปี

		จำนวนปีที่น้ำท่วมถึง (ต่อ 30 ปี)			
ระดับความสูงในปัจจุบัน (เมตร MSL_0)	พื้นที่นา (ไร่)	1980-2009	2010-2039	2040-2069	2070-2099
<1.50	56.7	30	30	30	30
<1.75	166.0	13	30	30	30
<2.00	382.9	0	30	30	30
<2.25	498.4	0	6	30	30
<2.50	569.8	0	0	30	30
<2.75	600.0	0	0	3	30
<3.00	608.4	0	0	0	30
<3.25	613.1	0	0	0	27
<3.50	615.3	0	0	0	0
<3.75	616.6	0	0	0	0
<4.00	617.0	0	0	0	0



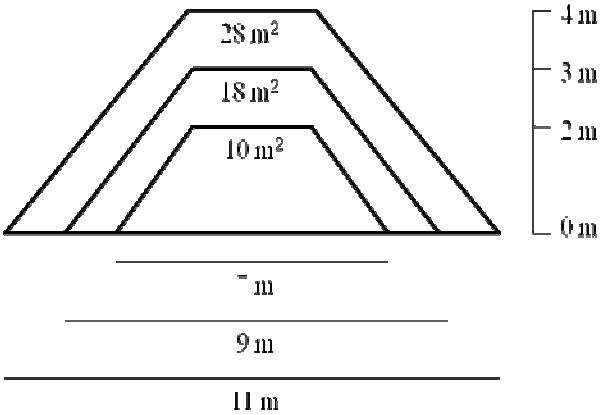
รูปที่ 4-12 ระดับชั้นความสูงของพื้นที่นาในปัจจุบันที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำทะเลหนุนท่วม

การรับมือกับภาวะน้ำทะเลหนุนในปัจจุบันและอนาคต:

ทางเลือกที่ 1 การป้องกันโดยใช้คันกั้นน้ำเค็ม

พื้นที่ที่ปัจจุบันนี้เป็นหรือเคยเป็นนาข้าวในหมู่ที่ 1 บ้านเกาะกลางมีทั้งสิ้น 617 ไร่ ซึ่งถ้ามีการปลูกข้าวเต็มพื้นที่เหล่านี้และมีผลผลิตโดยเฉลี่ย 450 กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อไร่ต่อปี ก็จะได้ผลผลิตเต็มศักยภาพรวมประมาณ 278 ตันต่อปี หรือคิดเป็นมูลค่ารวมประมาณ 168.4 ล้านบาทตลอดช่วงฐาน 30 ปี (คิดจากราคาปัจจุบันของข้าวเปลือกสังข์หยด) แต่ถ้าไม่มีมาตรการรับมือใดๆ ต่อภาวะน้ำทะเลหนุน ศักยภาพการผลิตสูงสุดจะเหลือเพียง 140.4 ล้านบาท (ราคาในปัจจุบัน) ต่อช่วง 30 ปี เท่านั้น

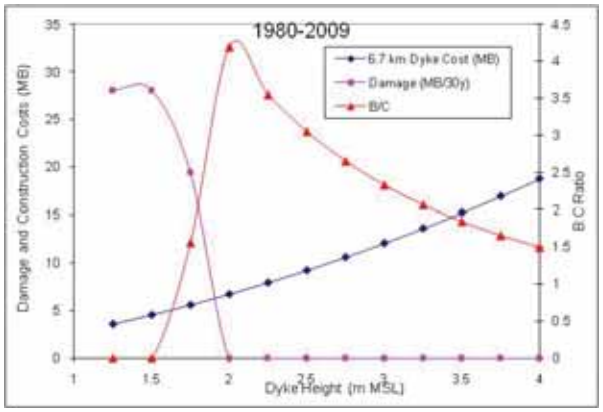
กลุ่มชาวนาซึ่งเป็นตัวแทนของชุมชนบ้านเกาะกลางได้ใช้ความรู้จากความแปรปรวนของระดับน้ำทะเลในอดีตเป็นข้อมูลหลักในการตัดสินใจเลือกการสร้างคันดินกั้นน้ำเค็มยาวทั้งสิ้น 6.7 กิโลเมตร เพื่อเป็นมาตรการในการรับมือกับน้ำทะเลหนุนที่เกิดขึ้น โดยระดับความสูงที่ใช้ คือ 2.0 เมตรจาก MSL_0 มีสันเขื่อนด้านบนกว้างโดยเฉลี่ย 3 เมตร ความลาดชันไหล่ 1:1 โดยประมาณ ซึ่งค่า



รูปที่ 4-13 พื้นที่หน้าตัดขวางของคันกั้นน้ำเค็มที่มีความสูงต่างๆ

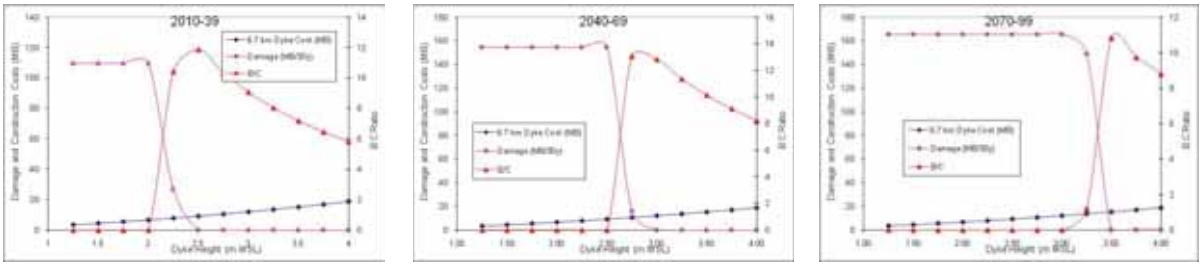
ก่อสร้างในปัจจุบันตกกิโลเมตรละประมาณ 1 ล้านบาท แต่การสร้างคันที่สูงมากขึ้นจะทำให้ราคาค่าก่อสร้างต่อกิโลเมตรเพิ่มขึ้นในอัตราก้าวหน้าตามพื้นที่ภาคตัดขวางที่เพิ่มในสัดส่วนที่มากขึ้นด้วย ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 4-13

ผลประโยชน์ทางตรงที่ได้จากคันกั้นน้ำเค็มคือลดความเสียหายของผลผลิตข้าว ซึ่งการวิเคราะห์ผลตอบแทนในส่วนนี้ต่อต้นทุนการก่อสร้างพบว่าคันดินที่มีความสูง 2 เมตรจาก MSL_0 ที่กลุ่มชาวนาเลือกใช้จากประสบการณ์ในอดีตนั้นเป็นทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนตลอดช่วงปีฐาน 30 ปี (1980-2009) ที่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด (รูปที่ 4-14) คือประมาณ 4.19 เท่า ด้วยเช่นกัน



รูปที่ 4-14 ค่าก่อสร้าง มูลค่าความเสียหายที่สามารถลดได้และผลตอบแทนต่อการลงทุนของคันกั้นน้ำที่มีความสูงต่างๆ สำหรับช่วงปีฐาน

อย่างไรก็ตามถ้านำการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดในอนาคต ได้แก่การเพิ่มขึ้นของระดับทะเลเฉลี่ย การทรุดตัวของแผ่นดินและความแปรปรวนของลมมรสุมมาวิเคราะห์ร่วมด้วยจะพบว่าคันกั้นน้ำน้ำที่ความสูงเพียง 2 เมตรจาก MSL_0 นี้จะไม่สามารถป้องกันน้ำทะเลหนุนได้เลย แม้แต่ในช่วงอนาคตอันใกล้ (2010-2039) โดยการก่อสร้างคันกั้นน้ำเค็มในอนาคตที่คุ้มค่าการลงทุนที่สุดควรจะมีความสูงจาก MSL_0 2.50, 2.75 และ 3.50 เมตร สำหรับช่วงปี ค.ศ. 2010-2039, 2040-2069 และ 2070-2099 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-4) โดยสัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนจะเพิ่มขึ้นเป็นมากกว่า 10:1 ซึ่งสูงกว่าการก่อสร้างในช่วงปีฐานมากกว่า 2 เท่า



รูปที่ 4-15 ผลตอบแทนต่อการลงทุนของคันกั้นน้ำที่มีความสูงต่างๆ สำหรับช่วงปีในอนาคต (คิดเป็นราคาในปัจจุบัน)

ตารางที่ 4-4 คันกั้นน้ำเค็มที่มีสัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนที่สูงที่สุดเพื่อเป็นทางเลือกเพื่อรับมือในแนวทางการป้องกัน (defense) นาข้าวจากกับน้ำทะเลหนุนในอนาคตเทียบกับการไม่ทำอะไร (ราคาต่างๆ เป็นราคาปัจจุบัน)

	1980-2009		2010-2039		2040-2069		2070-2099	
คันกั้นน้ำเค็ม	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี
ความสูงสันเขื่อน (เมตร MSL_0)	0	2.00	0	2.50	0	2.75	0	3.50
ค่าก่อสร้าง (ล้านบาท)	0	6.7	0	9.2	0	10.6	0	15.2
ผลผลิตข้าวได้ (ล้านบาท/30ปี)	140.4	168.4	58.9	168.4	13.7	152.2	3.0	168.4
ข้าวเสียหาย (ล้านบาท/30ปี)	28.1	0	109.6	0	154.7	16.2	165.4	0
ผลตอบแทนต่อการลงทุน	0	4.19	0	11.90	0	13.07	0	10.85

ทางเลือกที่ 2: การใช้คันกั้นน้ำเค็มร่วมกับการชดเชยความเสียหาย

คันกั้นน้ำที่สร้างขึ้นอาจจะไม่สามารถป้องกันน้ำทะเลหนุนท่วมได้เต็ม 100% เนื่องจากอาจจะมีน้ำที่สูงเกินความคาดหมายหรือที่เป็นไปได้มากกว่าคือการขาดความต่อเนื่องของงบประมาณในการขยายหรือปรับปรุงความสูงของคันกั้นน้ำให้เหมาะสมตามสภาพของระดับทะเลที่เพิ่มขึ้นและการทรุดตัวของแผ่นดินในอนาคต โดยกรณีนี้จะสมมติสถานะการณ์ว่าถ้ามีการสร้างคันกั้นน้ำได้ครบทั้ง 6.7 กิโลเมตร ในช่วงปีฐานโดยมีระดับความสูงต่างๆ กัน แต่หลังจากนั้นไม่มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงใดๆ เพื่อประเมินว่าเมื่อเวลาผ่านไปประสิทธิภาพของคันกั้นน้ำแต่ละระดับจะมีประสิทธิภาพลดลงอย่างไรและถ้าจะต้องมีการชดเชยแก่ชาวนาที่ผลผลิตเสียหาย จะต้องชดเชยเป็นจำนวนวงเงินประมาณเท่าใด

จะเห็นได้ว่าการลงทุนสร้างครั้งแรกให้พร้อมรองรับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวจะเป็นการลงทุนที่วงเงินโดยรวมจะน้อยกว่าการชดเชยในอนาคตมาก นอกจากนี้คันกั้นน้ำระดับ 2.0 เมตรจาก MSL_0 ที่มีอยู่ในปัจจุบันจะไม่เพียงพอต่อการป้องกันน้ำทะเลหนุนแม้แต่ในอนาคตอันใกล้ โดยการชดเชยความเสียหายถ้ามีการปลูกข้าวจริงเต็มพื้นที่จะมีวงเงินสูงถึง 109.6 ล้านบาทต่อช่วง 30 ปีแรกที่จะมาถึงนี้ ซึ่งเมื่อเทียบกับการสร้างคันกั้นน้ำที่มีความสูง 2.5 เมตร MSL_0 ซึ่งจะสามารถป้องกันน้ำหนุนในช่วงปี 2010-2039 ได้อย่างสมบูรณ์ โดยลงทุน 9.2 ล้านบาท (ราคาในปัจจุบัน) ก็จะมีระยะเวลาคืนทุนเพียงประมาณ 3 ปี หรือแม้แต่การลงทุนเป็นเงิน 15.2 ล้านบาท เพื่อสร้างคันกั้นน้ำขนาด 3.5 เมตร ซึ่งจะป้องกันน้ำหนุนไปได้จนถึงปี 2099 ก็จะมีระยะเวลาคืนทุนเพียงประมาณ 5 ปี เท่านั้น

ตารางที่ 4-5 คันกั้นน้ำเค็มสร้างที่ระดับความสูงสันเขื่อนต่างๆ ในช่วงปีฐาน (1980-2009) และวงเงินชดเชยความเสียหายต่อแต่ละช่วง (30 ปี) จากน้ำทะเลหนุนสูงกว่าระดับสันเขื่อน

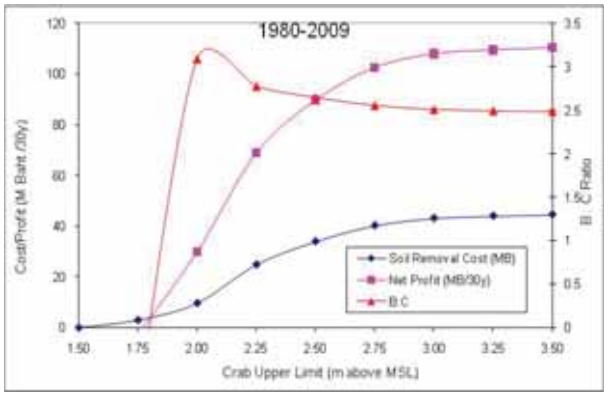
ความสูงสันเขื่อน (เมตร MSL_0)	ค่าก่อสร้าง (ล้านบาท)	วงเงินชดเชย (ล้านบาทต่อ 30 ปี)			
		1980-2009	2010-2039	2040-2069	2070-2099
1.25	3.6	28.1	109.6	154.7	165.4
1.50	4.5	28.1	109.6	154.7	165.4
1.75	5.6	19.4	109.6	154.7	165.4
2.00	6.7	0	109.6	154.7	165.4
2.25	7.9	0	26.9	154.7	165.4
2.50	9.2	0	0	154.7	165.4
2.75	10.6	0	0	16.2	165.4
3.00	12.1	0	0	0	165.4
3.25	13.6	0	0	0	149.0
3.50	15.2	0	0	0	0

ทางเลือกที่ 3: ปรับตัวกับความเค็มโดยเปลี่ยนพื้นที่นาที่ได้รับผลกระทบเป็นบ่อเลี้ยงปูทะเล

การเลี้ยงปูทะเลเป็นกิจกรรมที่มีชาวบ้านเกาะกลางบางส่วนได้เริ่มทำในพื้นที่ที่ดินเค็มอย่างถาวรโดยการขุดเป็นบ่อขนาด 2-3 ไร่ให้พื้นบ่อบางส่วนลึกลงไปถึงระดับน้ำลงต่ำสุดและบางส่วนปรับให้เป็นที่สูงเพื่อให้ปูขุดรูอยู่อาศัย รวมทั้งปลูกต้นไม้ชายเลนยืนต้นเพื่อให้ร่มเงาและเพิ่มสารอินทรีย์ในบ่อด้วย การเลี้ยงเป็นแบบธรรมชาติโดยให้อาหารสดเสริมบ้าง ซึ่งรายได้จากการขายปูทะเลจะตกประมาณ 6,000 บาทต่อไร่ต่อปี

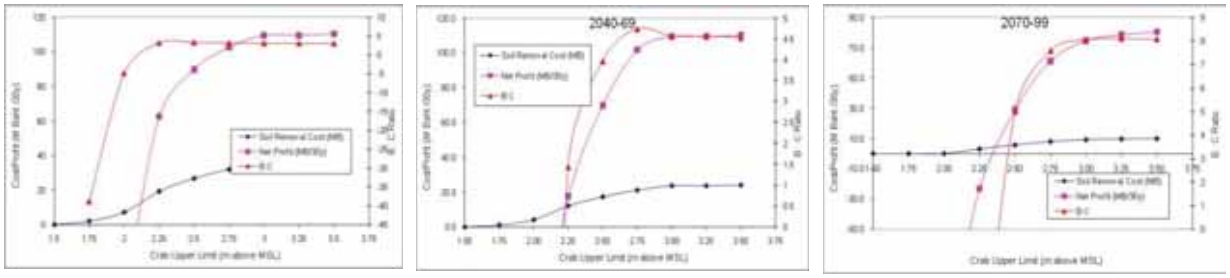
การปรับตัวโดยปรับที่ดินในบริเวณที่เป็นพื้นที่ต่ำน้ำทะเลท่วมถึงได้ให้เป็นโซนบ่อเลี้ยงปูจะมีค่าใช้จ่ายในการขุดบ่อ ซึ่งในแต่ละบ่อนั้นจะมีทั้งส่วนที่สูงและต่ำแต่ระดับของก้นบ่อโดยเฉลี่ยจะประมาณอยู่ที่ระดับทะเลปานกลางจริง (MSL_t) ซึ่งจะสูงกว่าระดับทะเลปานกลางมาตรฐาน (MSL_0) เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจากภาวะโลกร้อนในอนาคต โดยค่าใช้จ่ายในปัจจุบันในการขุดบ่ออยู่ที่ประมาณ 35,000 บาทต่อไร่ต่อความลึกบ่อ 1 เมตร นอกจากนี้เพื่อให้เกิดความเป็นธรรมในชุมชนรายได้จากการเลี้ยงปูบางส่วนจึงจะจัดสรรเพื่อชดเชยให้กับนาข้าวส่วนที่ยังคงได้รับความเสียหายจากน้ำทะเลหนุนด้วย

การวิเคราะห์ผลตอบแทนต่อต้นทุนการขุดบ่อปู (รวมเงินที่ใช้ชดเชยแก่นาข้าวที่เสียหาย) แสดงให้เห็นว่าจุดที่คุ้มทุนที่สุดในช่วงปีฐาน (1980-2009) คือการเปลี่ยนพื้นที่นาข้าวที่ปัจจุบันอยู่ที่ต่ำกว่าแนวระดับ 2.00 เมตรจาก MSL_0 ให้เป็นโซนบ่อเลี้ยงปูทะเล อย่างไรก็ตามผลตอบแทน (ตลอด 30 ปี) ต่อการลงทุนจะค่อนข้างต่ำ (ประมาณ 3.09) ถึงแม้ว่าจะไม่ต้องชดเชยให้กับนาข้าวเลยก็ตาม (รูปที่ 4-16)



รูปที่ 4-16 ค่าก่อสร้าง มูลค่าความเสียหายที่สามารถลดได้และผลตอบแทนต่อการลงทุนสร้างบ่อสำหรับโซนเลี้ยงปูทะเลขนาดต่างๆ สำหรับช่วงปีฐาน

ในอนาคตจากการที่ระดับทะเลเพิ่มสูงขึ้นจากภาวะโลกร้อนประกอบกับการทรุดตัวของแผ่นดินจึงทำให้ความลึกของบ่อที่ต้องขุดจะน้อยลงกว่าเดิม ส่งผลให้ต้นทุนลดลงด้วย ดังนั้นถึงแม้ว่าจะมีพื้นที่บางส่วนอยู่ต่ำกว่าระดับทะเลปานกลางจริงในช่วงนั้น (MSL_t) ซึ่งไม่สามารถขุดบ่อได้ แต่ผลตอบแทนต่อการลงทุนก็จะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในอนาคตระยะยาว (2069-2099) แต่ก็จะส่งผลให้พื้นที่ปลูกข้าวจะลดลงอย่างมากจนแทบจะไม่เหลือเลยเมื่อสิ้นคริสศตวรรษ (ตารางที่ 4-6)



รูปที่ 4-17 ผลตอบแทนต่อการลงทุนของการสร้างบ่อสำหรับโซนเลี้ยงปูทะเลขนาดต่างๆ สำหรับช่วงปีในอนาคต (คิดเป็นราคาในปัจจุบัน)

ตารางที่ 4-6 การจัดโซนนิ่งพื้นที่เลี้ยงปูทะเลเพื่อให้ผลตอบแทนต่อต้นทุนสูงที่สุดเพื่อเป็นทางเลือกในการปรับตัวแบบอยู่กับความเค็มที่เกิดขึ้นจากน้ำทะเลหนุนในอนาคต (ราคาต่าง ๆ เป็นราคาปัจจุบัน)

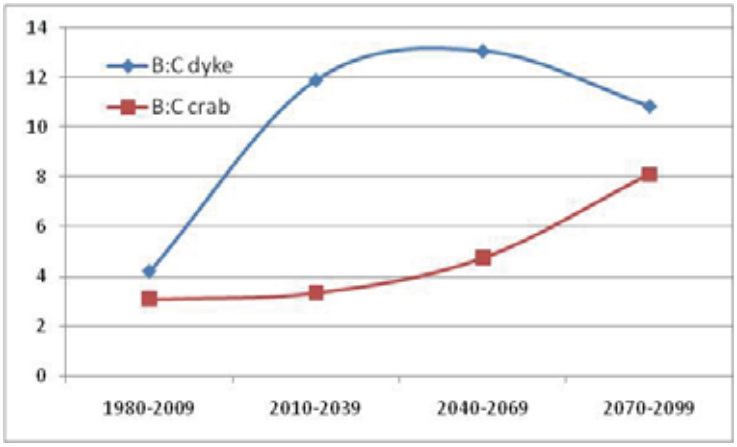
	1980-2009	2010-2039	2040-2069	2070-2099
แนวสูงสุดของโซนเลี้ยงปู (อ้างอิงแนวเส้นชั้นความสูงในปัจจุบันจาก MSL_0)	2.00	2.50	2.75	3.25
พื้นที่เพื่อการเลี้ยงปู (ไร่)	166	498	570	442[ก]
ค่าใช้จ่ายในการขุดบ่อ (ล้านบาท)[ข]	9.7	26.8	21.5	9.7
รายได้จากปู (ล้านบาทต่อ 30 ปี)	29.9	89.7	102.6	79.6
พื้นที่ปลูกข้าว (ไร่)	458	125	54	15
เงินชดเชยนาข้าวที่เสียหาย (ล้านบาทต่อ 30 ปี)	0	0	0.8	1.1
ผลตอบแทนต่อการลงทุน	3.09	3.35	4.74	8.10

[ก] พื้นที่บางส่วนอยู่ต่ำกว่า MSL_t ของช่วงเวลานั้นจึงไม่สามารถขุดบ่อได้

[ข] ค่าใช้จ่ายในระยะยาวลดลงเนื่องจากระดับ MSL_t สัมพัทธ์กับพื้นดินเพิ่มสูงขึ้น

การเปรียบเทียบทางเลือกการรับมือแบบป้องกันและการปรับตัว

ในช่วงปีฐาน (1980-2009) ผลตอบแทนต่อการลงทุนของทางเลือกทั้งสองจะใกล้เคียงกัน แต่ในช่วงอนาคตอันใกล้ (2010-2039) และในระยะกลาง (2040-2069) ทางเลือกในแนวทางการป้องกันโดยใช้โครงสร้างทางวิศวกรรมคือคันดินกั้นน้ำเค็มจะมีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงกว่าทางเลือกในแนวทางการปรับตัวมาก แต่ในระยะยาว (2070-2099) ทางเลือกในแนวทางหลังนี้จะมีความคุ้มทุนที่ดีขึ้นในขณะที่แนวทางแรกจะเริ่มคุ้มทุนน้อยลง (รูปที่ 4-18) ดังนั้นการใช้ส่วนผสมของทั้งสองแนวทางจึงน่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกว่า กล่าวคือในช่วง 60 ปีแรกยังคงใช้แนวทางของคันกั้นน้ำเค็มแต่หลังจากนั้นจึงปรับไปเป็นการเพราะเลี้ยงสัตว์ทะเลที่สอดคล้องกับความเค็มที่เพิ่มขึ้นจากระดับทะเลสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นมาก จนทำให้ต้นทุนการรับมือโดยใช้แนวทางทางวิศวกรรมพุ่งสูงขึ้น ในขณะที่ต้นทุนในการปรับตัวจะลดต่ำลง



รูปที่ 4-18 เปรียบเทียบผลตอบแทนต่อการลงทุนของแนวทางการรับมือโดยใช้คันกั้นน้ำเค็มและแนวทางการปรับตัวกับความเค็มโดยใช้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย

อย่างไรก็ตามการคำนวณต้นทุนต่าง ๆ ในที่นี้ยังไม่ได้คิดต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อม ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ฯลฯ ซึ่งวิธีการศึกษายังจะต้องมีการพัฒนาต่อไป

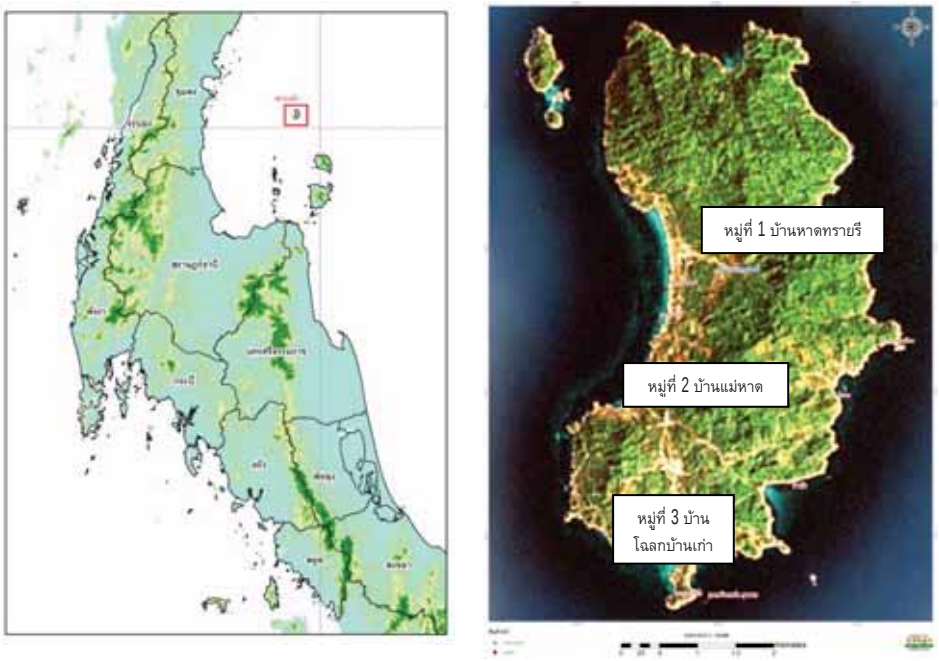
สรุป

ปัญหาน้ำเค็มที่รุกเข้าท่วมพื้นที่นาข้าวในพื้นที่บ้านเกาะกลาง อันเนื่องมาจากการหนุนสูงของระดับน้ำทะเลเนื่องด้วยปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นความแปรปรวนของสภาพอากาศเนื่องจากลมมรสุม การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเนื่องจากปัจจัยระดับมหาสมุทร (น้ำแข็งขั้วโลกละลายและการขยายตัวของมวลน้ำ) อีกทั้งปัจจัยเสริมจากการทรุดตัวของแผ่นดินหรือการเคลื่อนตัวทางแนวดิ่งของชายฝั่งแล้ว ประเด็นสำคัญ คือทำอย่างไรที่จะหาแนวทางการรับมือหรือการปรับตัวที่เหมาะสมและมีความยั่งยืนมากที่สุดให้กับชุมชน การเลือกใช้โครงสร้างทางวิศวกรรม หรือคันกันน้ำเค็มเพื่อป้องกันการท่วมของน้ำทะเลในปัจจุบันที่ชุมชนกำลังทำอยู่นี้ ก็นับว่าเป็นการรับมือที่ได้ผลดีเพียงระยะสั้นๆ เท่านั้น แต่ในอนาคตหากคำนึงถึงเรื่องความแปรปรวนของภูมิอากาศ โดยเฉพาะลมมรสุมร่วมด้วย ประกอบการทรุดตัวของแผ่นดินฯ ด้วยแล้ว โครงสร้างดังกล่าวที่มีอยู่ในปัจจุบันจะไม่สามารถป้องกันการท่วมของน้ำทะเลได้เลย ผลที่ตามมาก็จะทำให้ผลผลิตข้าวเสียหายอยู่ดี ดังนั้นในระยะยาวชุมชนควรหาแนวทางการรับมือโดยนำหลักการ Ecosystem based หรือการใช้ระบบนิเวศเข้ามามีส่วนช่วยให้การป้องกัน หรือการอยู่ร่วมกับปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นไปได้อย่างลงตัวและเหมาะสมที่สุด เช่น การปรับเปลี่ยนที่นาที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มเป็นบ่อเลี้ยงปูทะเล ซึ่งในระยะแรกๆ ผลตอบแทนหรือความคุ้มทุนต่อการลงทุนนั้นต่ำกว่าแนวทางแรก แต่ผลตอบแทนในระยะยาวกลับพบว่า ผลตอบแทนต่อการลงทุนจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามกับแนวทางแรก ดังนั้นในระยะยาว การใช้ส่วนผสมของทั้งสองแนวทางระหว่างวิธีการทางวิศวกรรมและการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลที่สอดคล้องกับความเค็มที่เพิ่มขึ้นจากระดับน้ำทะเลสัมพัทธ์ที่สูงมากขึ้นน่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับบริบทของพื้นที่มากที่สุด

ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไป

เกาะเต่า หนึ่งในเกาะบริวารของเกาะพะงัน ที่อยู่ภายใต้การปกครองของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของชายฝั่งทะเลจังหวัดสุราษฎร์ธานี ลักษณะเป็นหมู่เกาะ ประกอบด้วยเกาะเต่า เกาะหางเต่า และเกาะนางยวน ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่ของพื้นที่บนเกาะเป็นแนวเขาสูงวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ แบ่งออกเป็น 3 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านหาดทรายรี (หมู่ที่ 1) บ้านแม่หาด (หมู่ที่ 2) และบ้านโฉลกบ้านเก่า (หมู่ที่ 3) ดังรูปที่ 4-19 ที่ดินทั้งหมดเป็นที่ราชพัสดุของกรมธนารักษ์ บางส่วนมีการให้เช่าตามระเบียบของกรมธนารักษ์ และที่เหลือเป็นการถือครองสืบต่อกันมาจากบรรพบุรุษ คนบนเกาะประกอบอาชีพหลักได้แก่ ธุรกิจการท่องเที่ยว หรือธุรกิจที่เกี่ยวเนื่องกับการท่องเที่ยว เกาะเต่าจึงนับเป็นตัวแทนของท้องถิ่นชายฝั่งทะเลที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมการบริการและการท่องเที่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งธุรกิจการท่องเที่ยวทางทะเล ซึ่งเป็นที่นิยมและได้รับความสนใจอย่างมากทั้งจากชาวไทยและชาวต่างชาติ ทำให้ภาคธุรกิจการบริการและการท่องเที่ยวกลายเป็นแหล่งรายได้หลักของคนบนเกาะเต่า ส่งผลให้การพัฒนาต่างๆ ทั้งสิ่งก่อสร้าง และสาธารณูปโภค เพื่อรองรับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวนี้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยที่การพัฒนาเหล่านี้ตั้งอยู่บนฐานของต้นทุนทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการคิด การมองภาพ และการหาแนวทางการพัฒนาเกาะเต่าในอนาคตระยะยาว เพื่อที่จะทำให้การพัฒนาระบบเศรษฐกิจและสังคมของเกาะเต่าเป็นไปอย่างยั่งยืน ไม่เดินไปสู่ทางตันอันจะนำไปสู่ความขัดแย้งของคนในพื้นที่กันเอง ***โดยต้องมีการพิจารณาทั้งปัจจัยภายในของระบบเศรษฐกิจและสังคมของเกาะเต่าร่วมกับปัจจัยภายนอกอย่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต ว่าจะเป็นข้อจำกัดหรือโอกาสของการพัฒนาได้อย่างไร*** เพื่อการกำหนดยุทธศาสตร์และแนวทางเดิน (road map) ที่จะนำไปสู่การพัฒนาที่พึงประสงค์ต่อไป



รูปที่ 4-19 พื้นที่ศึกษา ต.เกาะเต่า อ.เกาะพะงัน จ.สุราษฎร์ธานี

สถานภาพของปัญหาในปัจจุบัน

เกาะเต่า ระบบสังคมหรือชุมชนเกาะกลางทะเล ที่มีลักษณะเด่นเฉพาะตัวในเรื่องของระบบเศรษฐกิจที่เน้นอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นหลัก เช่น การท่องเที่ยวดำน้ำดูปะการัง ธุรกิจที่พัก รีสอร์ต หรือโรงแรม ร้านอาหารตลอดจนธุรกิจอื่นๆ ที่ความเกี่ยวเนื่องกับการท่องเที่ยวและบริการ และนับตั้งแต่กระแสการพัฒนาการท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ส่งผลให้มีการใช้หรือการเกิดการแย่งชิงทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดบนเกาะมากขึ้นเรื่อยๆ อย่างไร้ทิศทางและการควบคุมไม่ว่าจะเป็นเรื่องของความต้องการใช้น้ำ การใช้ประโยชน์จากแนวปะการังที่มากเกินควรจนสร้างความเสื่อมโทรมให้กับแนวปะการัง ตลอดจนการก่อสร้างสิ่งก่อสร้างที่รุกล้ำพื้นที่ชายหาดซึ่งทำให้เกิดปัญหาการกัดเซาะแนวชายฝั่งตามมาในบางพื้นที่ ซึ่งปัญหาทั้งหมดเหล่านี้จะย้อนกลับไปมีผลกระทบต่อระบบธุรกิจท่องเที่ยวของเกาะเต่าเอง

นอกจากกิจกรรมต่างๆ ข้างต้นแล้ว จากสภาพอากาศที่มีความแปรปรวนและมีความไม่แน่นอนก็นับเป็นอุปสรรคสำหรับการประกอบกิจกรรมการท่องเที่ยวของเกาะโดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมกลางแจ้งอย่างการดำน้ำ (น้ำลึกและน้ำตื้น) และการเดินทางขนส่งระหว่างเกาะกับแผ่นดินใหญ่ โดยเฉพาะในช่วงหน้าฤดูมรสุม (มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) โดยสถานภาพของปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปได้ดังนี้

ทรัพยากรน้ำ ปัจจัยสำคัญที่กำหนดทิศทางการขับเคลื่อนทางธุรกิจในพื้นที่ เนื่องด้วยสภาพภูมิประเทศของเกาะเต่าที่เป็นเกาะห่างไกลแผ่นดิน ปัญหาเรื่องคุณภาพและปริมาณน้ำสำหรับอุปโภคจึงเป็นเรื่องที่อยู่คู่กับคนในพื้นที่มานับตั้งแต่ธุรกิจการท่องเที่ยวเริ่มขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีการขุดบ่อน้ำบาดาลนับร้อยแห่งบนเกาะ แต่มีเพียงไม่กี่แห่งที่สามารถนำไปใช้ได้ ประกอบกับคุณภาพน้ำที่ด้อยลงจากหลายสาเหตุ เช่น น้ำฝนที่ชะสิ่งปนเปื้อนจากกองขยะ หรือน้ำเสียที่ถูกปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำฝนส่วนหนึ่งที่เคยสามารถซึมลงแหล่งน้ำใต้ดินก็ถูกเปลี่ยนทิศทางไหลลงทะเลจากการปรับพื้นที่เพื่อก่อสร้างถนนและอาคารใหม่ๆ จึงทำให้เกาะเต่ามีปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำอยู่เป็นประจำในช่วงฤดูแล้งและในช่วงฤดูการท่องเที่ยว

การกัดเซาะชายฝั่ง ในปัจจุบันยังถือว่าไม่ค่อยมีความรุนแรงมากเท่าใดนัก เนื่องจากได้มีการสร้างสิ่งก่อสร้างเพื่อป้องกันการกัดเซาะในบางจุดตามแต่ละสถานประกอบการที่พอจะมีทุน โดยสาเหตุการกัดเซาะส่วนใหญ่มาจากการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างที่รุกล้ำชายหาด เนื่องจากไม่มีกฎหมายหรือข้อบังคับชัดเจนเกี่ยวกับการกำหนดสิ่งก่อสร้างบนเกาะเต่า ผู้ประกอบการสามารถก่อสร้างได้อย่างอิสระในพื้นที่ที่ถือเป็นกรรมสิทธิ์ตน โดยเฉพาะแนวชายฝั่งทางด้านตะวันตก ตั้งแต่บริเวณหาดทรายรี แม่หาด จนถึงโฉลกบ้านเก่า ประกอบกับลักษณะความลาดชันใต้แนวน้ำที่จะมีส่วนเสริมให้บริเวณหาดต่างๆ มีความรุนแรงของการกัดเซาะเพิ่มขึ้นได้

ในอดีตที่ผ่านมา สถิติการฟอกขาวของปะการังที่พบตั้งแต่มีการเก็บบันทึกไว้ ตั้งแต่ พ.ศ.2541-ปัจจุบัน (2551) พบว่า ปีที่ปะการังบริเวณเกาะเต่ามีการฟอกขาวเป็นบริเวณกว้างมากที่สุดได้แก่ ปี 2541 ซึ่งเป็นช่วงเดียวกับการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวทั่วโลก ซึ่งเชื่อกันว่ามีสาเหตุมาจากปรากฏการณ์เอลนิโญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปีดังกล่าวเป็นปีที่เกิดเอลนิโญที่ค่อนข้างรุนแรงมากปีหนึ่ง อย่างไรก็ตาม การศึกษาวงจรการเกิดปรากฏการณ์เอลนิโญในอดีตยังไม่สามารถช่วยระบุได้แน่ชัดเกี่ยวกับแนวโน้มในอนาคต หากพิจารณาถึงปัจจัยทางธรรมชาตินี้เพียงอย่างเดียว อัตราการเกิดการฟอกขาวของปะการังอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ แต่ยังมีสาเหตุอื่นที่ทำให้ปะการังฟอกขาว เช่น ระดับแร่ธาตุและสารเคมีในน้ำ แสงแดด ปริมาณตะกอน เป็นต้น

ภาคธุรกิจบริการและการท่องเที่ยวที่สำคัญบนเกาะเต่า ได้แก่ ธุรกิจโรงแรมและที่พัก และกิจกรรมการดำน้ำดูปะการัง ซึ่งนับว่าเป็นแหล่งรายได้หลักที่สร้างเม็ดเงินให้กับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว ซึ่งในปัจจุบันธุรกิจเหล่านี้กำลังเป็นที่นิยมและมีนักท่องเที่ยวเข้ามาใช้บริการเป็นจำนวนมาก ช่วงเดือนที่เป็นฤดูกาลท่องเที่ยวของเกาะเต่าจะมีอยู่ประมาณ 8 เดือน (กุมภาพันธ์ – กันยายน) นอกนั้นจะเป็นช่วงที่มีคลื่นลมแรง มีฝนตกมาก สภาพทะเลจึงไม่เหมาะแก่การดำน้ำหรือประกอบกิจกรรมทางทะเลเท่าไรนัก ในอดีตที่ผ่านมาเมื่อปี พ.ศ.2537 พายุไต้ฝุ่นเกย์ นับว่าเป็นเหตุการณ์ภัยธรรมชาติที่

ร้ายแรงมากที่สุดของเกาะเต่าครั้งหนึ่งส่งผลต่อผู้ประกอบการธุรกิจและความเชื่อมั่นของนักท่องเที่ยวที่จะเข้ามาท่องเที่ยวยังเกาะเต่าอย่างมาก อย่างไรก็ตามปัจจุบันเกาะเต่า ยังนับว่าเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ยังได้รับความนิยมเนื่องจากคู่แข่งทางการตลาดยังมีอยู่น้อย

มาตรการรับมือ / บรรเทาปัญหาต่าง ๆ ในปัจจุบัน

ด้านทรัพยากรน้ำ ผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยว โดยเฉพาะโรงแรม ที่พักและรีสอร์ท ได้พยายามแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำตามแต่กำลังของตนที่จะสามารถทำได้ เช่น การขุดบ่อบาดาล ทำระบบกลั่นน้ำทะเล (desalination) และรีไซเคิลน้ำ หรือการขนน้ำจากฝั่งหรือแผ่นดินใหญ่ (ช่วงขาดแคลนน้ำในเดือนสิงหาคม) ตลอดจนหน่วยงานท้องถิ่นก็ทำการสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่บริเวณป่าต้นน้ำ

การกัดเซาะชายฝั่ง ปัญหาดังกล่าวยังไม่ถือว่าเป็นเรื่องสำคัญสำหรับเกาะเต่าเท่าใดนัก หากจุดใดที่มีปัญหาการกัดเซาะก็จะกระทำหรือแก้ปัญหากันเป็นจุด ๆ ตามแต่ละสถานประกอบการจะสามารถทำได้ เช่น การสร้างเขื่อนกันการกัดเซาะ เป็นต้น

แนวปะการัง จากสภาพปัญหาปะการังเสื่อมโทรม หรือเกิดฟอกขาว ทางผู้ประกอบการดำน้ำและหน่วยงานภาครัฐได้ร่วมกันที่จะการลดความกดดันต่อแนวปะการังลง โดยการสร้างแหล่งดำน้ำใหม่ เช่น การทำแนวปะการังเทียมเพิ่ม (Bio rock) เพื่อรองรับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้น กระจายความกดดันของจุดดำน้ำแต่ละจุด และชะลอปัญหาปะการังที่เสื่อมสภาพลง และให้ระยะเวลาแก่ปะการังได้ฟื้นฟูตัวเอง นอกจากนี้ การสร้างที่ผูกทุ่น (แทนการทิ้งสมอ) เพื่อป้องกันแนวปะการัง และสุดท้าย คือ ทางผู้ประกอบการมีแนวคิดที่เห็นชอบร่วมกันว่า ว่าจะให้มีการปิดหรือพักจุดดำน้ำบางจุดชั่วคราว อาจจะเป็นจุดละ 1 เดือน แล้วเวียนกันไปเพื่อให้ปะการังได้ฟื้นตัวบ้าง นอกจากนี้ยังมีมาตรการควบคุมและจัดการน้ำเสียให้ได้มาตรฐานก่อนปล่อยลงสู่ทะเล และการจัดการขยะบนเกาะ (เผาและฝังกลบ) ให้ลดปริมาณลง

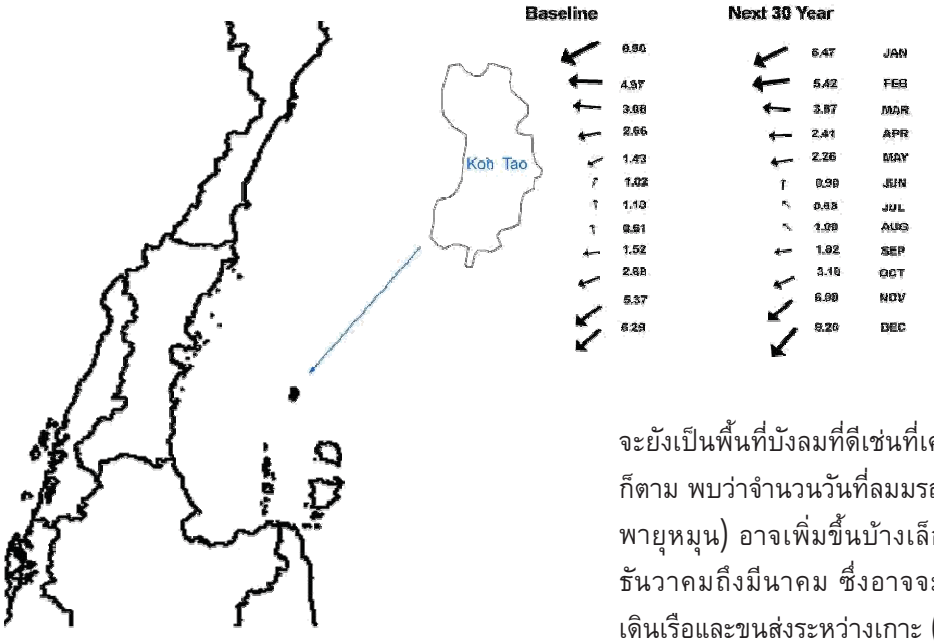
สำหรับผู้ประกอบการท่องเที่ยว ทั้งสถานประกอบการที่พัก โรงแรม และรีสอร์ท ตลอดจนผู้ประกอบการธุรกิจดำน้ำ ในช่วงว่างเว้นหรือไม่ใช่ฤดูกาลท่องเที่ยว ผู้ประกอบการโดยเฉพาะรายใหญ่จะใช้ช่วงเวลาดังกล่าวสำหรับการท่องเที่ยวหรือออกไปพักผ่อนนอกเกาะ หรือหาอาชีพเสริมอื่นทำนอกเหนือจากกิจการท่องเที่ยวนอกเกาะเต่า บางรายมีการขยายกลุ่มเป้าหมายหรือปรับเปลี่ยนรูปแบบตลาดการท่องเที่ยวเพื่อรองรับนักท่องเที่ยวกลุ่มใหม่ ๆ ส่วนรายย่อยอื่น ๆ ที่มีต้นทุนประกอบการไม่สูงมากก็ยังคงเปิดกิจการ แต่ลดปริมาณการสั่งสินค้าจากภายนอก หรือลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น หรือไม่ก็หาอาชีพเสริมเล็ก ๆ น้อย ๆ และถึงแม้ว่าจำนวนนักท่องเที่ยวจะน้อยลงเนื่องจากฤดูกาลท่องเที่ยวที่ยังมาไม่ถึงก็ตาม แต่เนื่องจากในฤดูท่องเที่ยวเกือบ 8 เดือนที่ผ่านมาเม็ดเงินหรือรายได้จากธุรกิจดังกล่าวนั้น สามารถเลี้ยงกิจการไปได้ตลอดทั้งปี นอกจากนี้โดยปกติจะมีนักท่องเที่ยวจากเกาะพะงันซึ่งภายหลังจากงานฟูลมูนปาตี้ (Fool moon party) จบลง นักท่องเที่ยวก็จะย้ายมาท่องเที่ยวต่อยังเกาะเต่าในทุก ๆ เดือนอยู่แล้ว นอกจากนี้การผู้ประกอบการที่มีความใส่ใจกับปัญหาสิ่งแวดล้อมและภาวะโลกร้อนก็มีแนวคิดหันมาใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือกอื่น ๆ เพื่อสนองนโยบายหรือกฎกติกาโลกในการลด Carbon footprint

การเปิดรับต่อผลกระทบของสภาพอากาศในปัจจุบันและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

ตัวแปรลักษณะอากาศที่มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมหรือระบบการท่องเที่ยวของเกาะเต่าได้แก่ ลมมรสุม ซึ่งจะมีความเกี่ยวข้องกับฤดูกาล หรือช่วงระยะเวลาที่จะสามารถท่องเที่ยวได้ รวมไปถึงการเดินทาง-คมนาคมขนส่งระหว่างเกาะ รวมถึงพายุหมุน (ดีเปรสชั่น โซนร้อนและไต้ฝุ่น) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยสำหรับการท่องเที่ยว เสถียรภาพของชายฝั่งและลาดเขา ส่วนระดับน้ำทะเล เกี่ยวข้องกับการกัดเซาะชายฝั่ง การสูญเสียที่ดินชายฝั่ง และคุณภาพน้ำใต้ดินบริเวณชายฝั่ง และปริมาณฝนจะเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำจืดที่จะมีใช้ รวมถึงคุณภาพน้ำ และกิจกรรมกลางแจ้งบางชนิด และสุดท้ายอุณหภูมิ จะเกี่ยวข้องกับการระเหยของน้ำ และการฟอกสีของปะการัง เนื่องจากอุณหภูมิน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น

การจำลองภูมิอากาศของเกาะเต่าภายใต้แนวทางการพัฒนาของโลกแบบ A2 โดยใช้แบบจำลองการไหลเวียนของมวลอากาศโลก ECHAM4 และแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค PRECIS ซึ่งสามารถสรุปลักษณะอากาศสำหรับอนาคตช่วง 30 ปีข้างหน้า (ค.ศ.2010-2039 หรือ พ.ศ.2553-2582) ได้ดังนี้

ลมมรสุม



รูปที่ 4-20 ทิศทางลมที่พัดเข้าหาชายฝั่งจังหวัดชุมพร เปรียบเทียบระหว่างปีฐานและ 30 ปีข้างหน้า

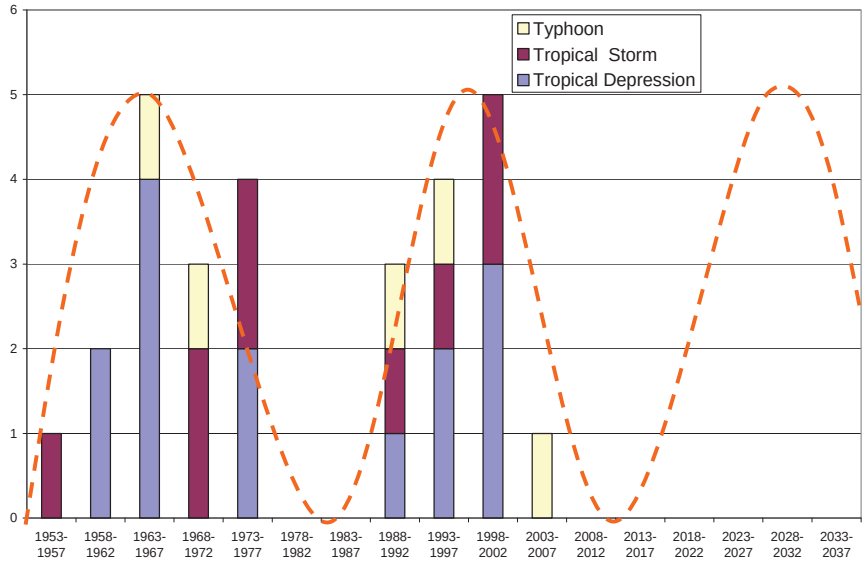
ทิศทางของลมมรสุมรายเดือนและรายฤดูในอนาคตจะคล้ายกับในอดีต โดยลมส่วนมากของปีจะมาจากทางทิศตะวันออก ยกเว้นช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม ซึ่งจะมีลมเบาจากทางทิศใต้บ้าง ดังนั้นพื้นที่ฝั่งตะวันตกของเกาะจะยังเป็นพื้นที่บังลมที่ดีเช่นที่เคยเป็นมา (รูปที่ 4-20) อย่างไรก็ตาม พบว่าจำนวนวันที่ลมมรสุมกระโชกแรง (ซึ่งไม่ใช่ลมจากพายุหมุน) อาจเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย โดยเฉพาะในช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคม ซึ่งอาจจะเป็นอุปสรรคบ้างสำหรับการเดินเรือและขนส่งระหว่างเกาะ (ตารางที่ 4-7)

ตารางที่ 4-7 จำนวนวันที่ลมมรสุมกระโชกแรง (ความเร็วเฉลี่ย 5 เมตร / วินาที) เปรียบเทียบระหว่างปัจจุบัน (30 ปีที่ผ่านมา) และ 30 ปีข้างหน้า

เดือน	พ.ศ. 2523-2552 (ค.ศ.1980-2009)	พ.ศ. 2553-2582 (ค.ศ.2010-2039)
ม.ค.	12	14
ก.พ.	8	11
มี.ค.	2	5
เม.ย.	0	0
พ.ค.	2	1
มิ.ย.	12	9
ก.ค.	8	11
ส.ค.	3	5
ก.ย.	0	0
ต.ค.	1	1
พ.ย.	6	7
ธ.ค.	12	13
รวม	67	78

พายุหมุนจากอ่าวไทยและทะเลจีนใต้

แนวโน้มของพายุหมุนในทะเล ได้แก่ ดีเปรสชั่น โซนร้อน และไต้ฝุ่น ที่ขึ้นฝั่งภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย โดยเฉพาะจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช จะมีความแปรผันเป็นช่วงที่มีคาบประมาณ 30 ปี โดยในรอบ 60 ปีที่ผ่านมามีช่วงที่มีพายุมาก 2 ครั้ง คือช่วงปี พ.ศ. 2506-2510 (ค.ศ. 1963 – 1967) และช่วงปี พ.ศ. 2541 -2545 (ค.ศ. 1998 – 2002) ซึ่งมีพายุผ่านเข้ามาในอ่าวไทยบริเวณนี้รวม 5 ลูกต่อช่วง 5 ปี และมีช่วงพายุน้อย 2 ช่วง คือช่วงปี พ.ศ. 2521 – 2530 (ค.ศ. 1978 – 1987) และช่วงปี พ.ศ. 2546 – 2555 (ค.ศ. 2003 – 2012) ซึ่งมีจำนวนพายุเพียง 0 – 1 ลูกต่อ 5 ปี ดังรูปที่ 4-21



รูปที่ 4-21 แนวโน้มและคาบการเกิดพายุหมุนในทะเลอ่าวไทย และทะเลจีนใต้ในรอบ 60 ปีที่ผ่านมา

แนวโน้มของจำนวนพายุยังไม่ชี้ชัดให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของคาบความถี่หรือจำนวนพายุสูงสุด อย่างไรก็ตาม จำนวนพายุดีเปรสชั่นซึ่งเป็นพายุที่มีกำลังลมอ่อน มีสัดส่วนลดลงจากร้อยละ 54 เป็น 46 ในขณะที่พายุไต้ฝุ่นซึ่งเป็นพายุที่มีกำลังลมแรงกลับมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 13 เป็น 23 ดังนั้น จึงคาดว่าแนวโน้มของจำนวนพายุไต้ฝุ่นในช่วง 30 ปีข้างหน้าน่าจะเพิ่มเป็น 4 ลูก ในขณะที่ดีเปรสชั่นอาจจะลดลงเหลือ 6 ลูก แต่สำหรับพายุโซนร้อนซึ่งเป็นพายุขนาดกลางนั้น น่าจะคงจำนวนอยู่ที่ 5 ลูกต่อ 30 ปี

ตารางที่ 4-8 แนวโน้มจำนวนพายุดีเปรสชั่น (TD), โซนร้อน (TS) และไต้ฝุ่น (TP) ที่น่าจะเกิดขึ้นใน 30 ปีข้างหน้า

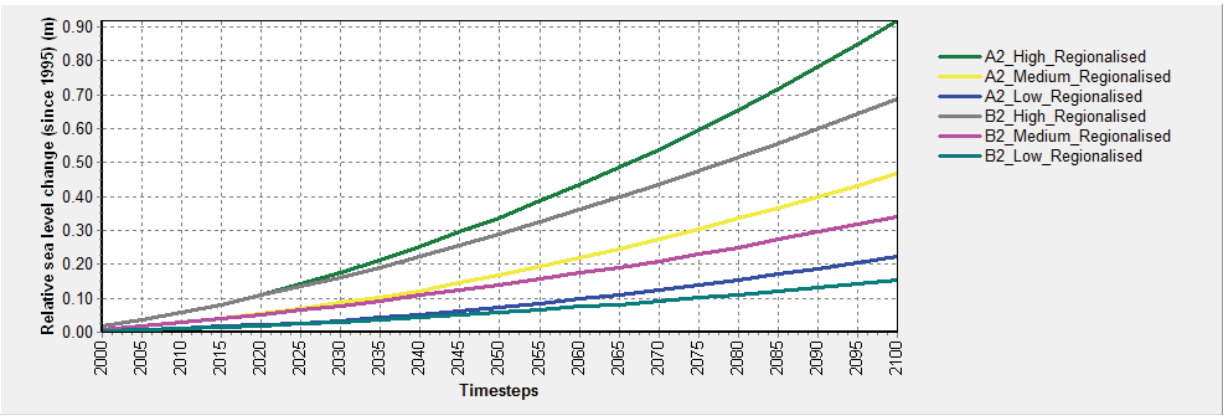
พายุ	พ.ศ. 2496-2525 ค.ศ. 1953-1982		พ.ศ. 2526-2550 (2555) ค.ศ. 1983-2007 (2012)		พ.ศ. 2556-2585[2] ค.ศ. 2013-2042	
	จำนวน	%	จำนวน[1]	%	จำนวน	%
ดีเปรสชัน (TD)	8	54	6 (1?)	46	6	40
โซนร้อน (TS)	5	33	4 (1?)	31	5	33
ไต้ฝุ่น (TP)	2	13	3 (0?)	23	4	27
รวม (Total)	15	100	13 (15?)	100	15	100

หมายเหตุ: [1]*จำนวนในวงเล็บคือการคาดการณ์สำหรับ พ.ศ. 2551-2555*
[2]*การคาดการณ์จากแนวโน้มในอดีต*

การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเฉลี่ย

การจำลองการเพิ่มขึ้นของระดับทะเลเฉลี่ยของจังหวัดชุมพรโดยใช้แบบจำลอง DIVA (Dynamic Interactive Vulnerability Assessment) สำหรับสถานการณ์อนาคตแบบ A2 และ B2 พบว่ามีอัตราการเพิ่มขึ้นมากที่สุดของระดับทะเลปานกลาง โดย ณ ปี พ.ศ. 2551 (ค.ศ.2008) ระดับน้ำทะเลได้เพิ่มขึ้นจากเมื่อปีฐาน พ.ศ. 2543 (ค.ศ.2000) แล้วประมาณ 5 เซนติเมตร (ทั้ง A2 และ B2) และในอีก 30 ปีข้างหน้า พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) ระดับน้ำทะเลน่าจะเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2551 อีกประมาณ 20 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร (สำหรับ A2 และ B2 ตามลำดับ) ดังรูปที่ 4-22

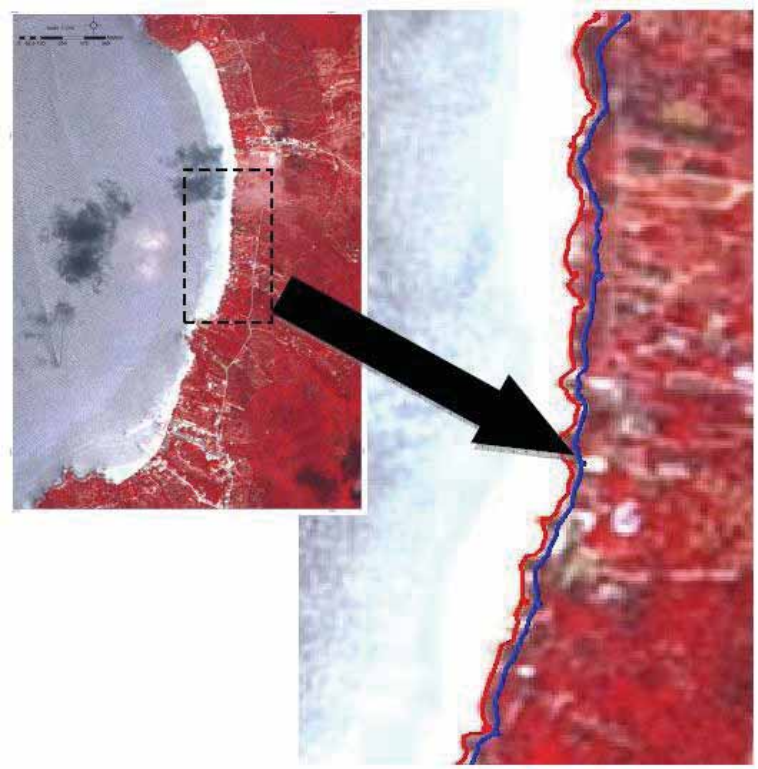
อย่างไรก็ตาม การคำนวณดังกล่าวมิได้รวมผลจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำท้องถิ่นอันเนื่องมาจากลมตะวันตกที่มีกำลังแรงขึ้นเล็กน้อยในส่วนใหญ่ของปีอนาคต ซึ่งน่าจะทำให้ระดับน้ำท้องถิ่นของเกาะเต่าและอ่าวไทยฝั่งตะวันตกโดยรวมเพิ่มขึ้นมากกว่าการเพิ่มของระดับทะเลจากอิทธิพลระดับโลกอีกประมาณ 2 – 3 เซนติเมตร



รูปที่ 4-22 ผลการประมาณระดับน้ำทะเลปานกลาง (SRES A2 และB2) สำหรับชายฝั่งจังหวัดชุมพร

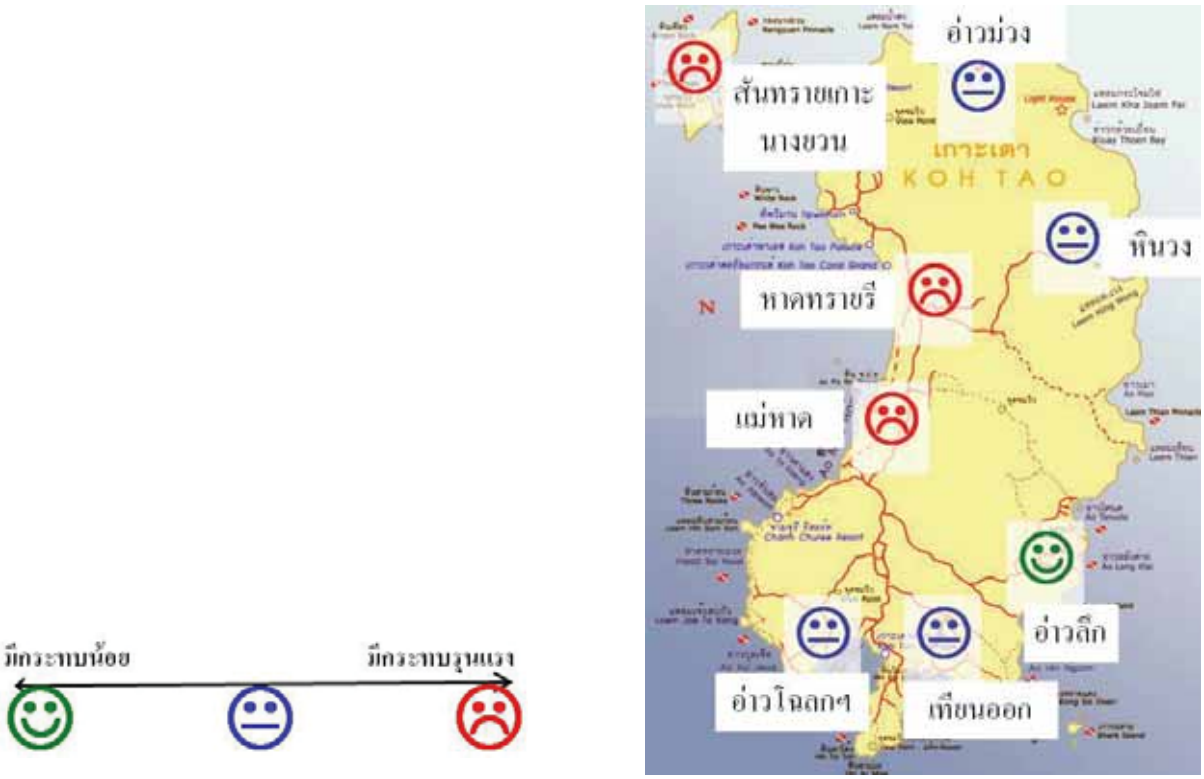
ถึงแม้ว่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นไม่มากนักในช่วง 30 ปีข้างหน้า แต่การเพิ่มขึ้นนี้จะส่งผลต่อเสถียรภาพของชายฝั่ง รวมทั้งการกัดเซาะชายฝั่งโดยเฉพาะหาดทรายที่มีความลาดชันใต้แนวน้ำน้อย ชายฝั่งจะถูกกัดเซาะเข้ามาในแผ่นดินได้มาก *ตามหลักการของ Bruun* ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นและคลื่นลมที่แรงขึ้นอาจทำให้อัตราการกัดเซาะเพิ่มมากขึ้น แต่โดยปกติจะกลับคืนสู่สมดุลได้ในระยะเวลาสั้น

กรณีของเกาะเต่า นอกเหนือจากปัจจัยตามธรรมชาติแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เป็นตัวเร่งให้เกิดการกัดเซาะเพิ่มขึ้นและรุนแรงมากขึ้น เช่น การขุดลอกร่องน้ำ หรือการก่อสร้างที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของพื้นที่ชายฝั่งโดยตรง โดยเฉพาะแนวชายฝั่งด้านตะวันตก ตั้งแต่บริเวณหาดทรายรี แม่หาด จนถึงโฉลกบ้านเก่า ซึ่งมีการก่อสร้างจำนวนมาก และจากผลตรวจวัดความลาดชันบริเวณชายหาดทรายรีตอนใต้พบว่า ผลของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลอีก 20 ซม. (30 ปีข้างหน้า) จะมีผลต่อเสถียรภาพชาดหาดอยู่ในช่วงประมาณ 5-12 เมตร (ค่าเฉลี่ยประมาณ 11 เมตร) ดังรูปที่ 4-23



รูปที่ 4-23 ตัวอย่างผลของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล 20 เซนติเมตร ต่อเสถียรภาพชายหาดทรายรีตอนใต้
(เส้นสีแดงคือแนวชายฝั่งเดิม และเส้นสีฟ้า คือแนวชายฝั่งที่มีการถอยร่นเข้ามาอันเนื่องมาจากชายหาดเสียเสถียรภาพ)

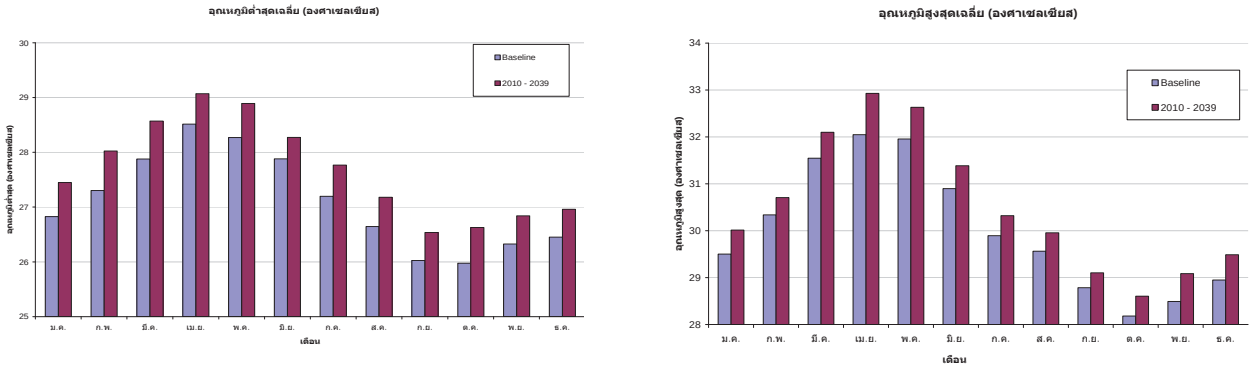
จากการประเมินความลาดชันใต้แนวน้ำโดยประมาณสำหรับอ่าวที่สำคัญๆ บนเกาะเต่า พบว่า สันทราย เกาะนางยวน, หาดทรายรี และแม่หาดจะได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งรุนแรงที่สุด เนื่องจากมีความลาดชันใต้แนวน้ำน้อย ทำให้น้ำทะเลสามารถเข้าถึงชายฝั่งได้มาก ส่วนอ่าวลึกจะได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งน้อยที่สุด เพราะบริเวณอ่าวนั้นมีความลึกมากหรือมีความชันใต้แนวน้ำน้อยนั่นเอง (รูปที่ 4-24)



รูปที่ 4-24 ผลของระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นต่อเสถียรภาพของหาด 8 หาดสำคัญบนเกาะเต่า (ประเมินจากความลาดชันใต้แนวน้ำโดยประมาณ)

อุณหภูมิ

อุณหภูมิช่วงกลางวันจะเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 0.5 – 1 องศาเซลเซียส โดยช่วงเดือนเมษายน – พฤษภาคม อุณหภูมิสูงสุดอาจจะสูงกว่า 33 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิของเกาะเต่าจะยังไม่ถึงเกณฑ์ “ร้อนจัด” ของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้เกณฑ์ที่ 35 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในช่วงกลางคืนจะเพิ่มขึ้นประมาณ 0.5 องศาเซลเซียสเท่าๆ กันในทุกเดือน



รูปที่ 4-25 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เปรียบเทียบปัจจุบันและอนาคตอีก 30 ปี

ปริมาณฝนและปริมาณน้ำ

ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยในภาพรวม 30 ปี แสดงให้เห็นว่าน้ำต้นทุนของเกาะเต่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 26 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจำนวนปีฝนแล้ง (ปริมาณฝนน้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี) พบว่าจำนวนปียังคงใกล้เคียงกับในอดีต คือยังมีประมาณ 10 ปีในรอบ 30 ปี ทั้งนี้ เนื่องจากปริมาณฝนที่จะได้รับเพิ่มขึ้นนั้นจะเพิ่มเฉพาะในปีที่มีน้ำมาก จึงทำให้จำนวนปีที่ฝนมากกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี เพิ่มจาก 3 ปี เป็น 15 ปี

ตารางที่ 4-9 ดัชนีด้านฝนเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและ 30 ปีข้างหน้า

ดัชนีด้านฝน	พ.ศ. 2523-2552 (1980-2009)	พ.ศ. 2553-2582 (2010-2039)
ปริมาณฝนรายปี (มม.) (สูงสุด – ต่ำสุด)	1,578 (813 – 2,450)	1,991 (1,131 – 3,110)
จำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 10 มม./วัน (ต่อปี) (สูงสุด – ต่ำสุด)	46 (22 – 72)	57 (32 – 89)
จำนวนปีที่ฝนน้อยกว่า 1,500 มม. (ต่อ 30 ปี)	12	10
จำนวนปีที่ฝนมากกว่า 2,000 มม. (ต่อ 30 ปี)	3	15
ฝนรายวันที่หนักที่สุด ในรอบ 30 ปี (มม. ต่อวัน)	195	224

โดยภาพรวมแล้ว เกาะเต่ายังมีศักยภาพของแหล่งน้ำที่จะรองรับภาคการท่องเที่ยวได้มากขึ้นในอนาคต อย่างไรก็ตาม ปริมาณรวมของน้ำตลอดทั้งปีเพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถนำมาเป็นเงื่อนไขหลักในการพิจารณาได้ แต่ยังต้องคำนึงถึงช่วงเวลาที่แล้งที่สุดของปีด้วย

ปัจจัยเสี่ยงจากภูมิอากาศหลายปัจจัยส่งผลกระทบโดยตรงต่อเกาะเต่าในอนาคต แต่ทิศทางและระดับความเสี่ยงยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยังสามารถรับมือได้ ตัวอย่างเช่น อุณหภูมิหรือลมมรสุมซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งยังไม่จำเป็นจะต้องมีการเตรียมการหรือหามาตรการพิเศษใดๆ ขึ้นมาเพื่อรับมือ สำหรับปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ที่ควรจะมีการพิจารณาหามาตรการหรือคำนึงถึงเรื่องการรับมือ เช่น ปริมาณน้ำฝน หรือฝนที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าในอนาคตหากจะพิจารณาเฉพาะปริมาณน้ำต้นทุนที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากฝนที่มีเพิ่มขึ้นซึ่งจะทำให้ทิศทางความเสี่ยงลดลง แต่เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศของเกาะเต่าที่มีป่าต้นน้ำขนาดเล็ก ร่องน้ำมีลักษณะกระจายไปทุกด้านของเกาะ ความสามารถในการเก็บกักน้ำไว้ใช้สำหรับหน้าแล้งหรือสำหรับรองรับภาคธุรกิจการท่องเที่ยวตลอดทั้งปีจึงต่ำ เกาะเต่าจึงควรมีมาตรการรับมือสำหรับการกักเก็บน้ำเพื่อใช้ยามหน้าแล้ง และการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ เพื่อการเก็บกักน้ำตามธรรมชาติ และรักษาความชุ่มชื่นของดิน

นอกจากนี้ ทั้งปริมาณและจำนวนวันที่ฝนตกที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ระดับหรือทิศทางของความเสี่ยงมีแนวโน้มสูงขึ้นตาม นั่นหมายถึงโอกาสหรือช่วงเวลาสำหรับประกอบกิจกรรมท่องเที่ยวจะลดน้อยลงตาม การรับมืออาจจะมีการขยายกลุ่มเป้าหมายหรือตลาดเพื่อรองรับนักท่องเที่ยวเพื่อทำกิจกรรมการท่องเที่ยวแบบอื่นๆ

การเพิ่มขึ้นของระดับทะเลในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นผลมาจากทั้งปัจจัยในระดับโลก เช่น การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลอันเนื่องมาจากการขยายตัวของมวลน้ำ และการละลายของน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก และเสริมด้วยปัจจัยท้องถิ่น เช่น ลมมรสุม หรือพายุหมุน ซึ่งก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ก็อยู่ในระดับที่ไม่มากนัก ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นอาจจะเป็น

เพียงชั่วคราว ตัวอย่างเช่น การกัดเซาะชายฝั่ง หรือโอกาสที่ชายฝั่งจะเสียเสถียรภาพ ซึ่งโดยปกติแล้วธรรมชาติจะกลับคืนสู่สมดุลได้เอง ดังนั้นมาตรการการรับมือที่ควรให้ความสนใจกับการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ได้แก่ 1) การเสริมสร้างเสถียรภาพของชายฝั่ง เช่น การรักษาหรือเสริมสร้างระบบนิเวศน์ เป็นต้น 2) การจัดการ เช่น การจัดโซนนิ่ง / ควบคุมการใช้ที่ดินการก่อสร้างบริเวณชายฝั่ง นอกจากนี้ทั้งพายุและลมมรสุมที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อภาคธุรกิจการท่องเที่ยวโดยในแง่ของความปลอดภัยหรือภัยพิบัติที่อาจจะเกิดขึ้นต่อชีวิตและทรัพย์สินของนักท่องเที่ยวและผู้ประกอบบนเกาะเต่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จำนวนพายุที่คาดการณ์ว่าอาจจะมีเพิ่มขึ้นในอีก 30 ปีข้างหน้า แต่ทิศทางก็ยังถือว่าไม่มากนักหากมีการตั้งรับเช่น การเตือนภัยที่ดี

ส่วนแนวปะการัง ทิศทางของปัจจัยเสี่ยงต่อภูมิอากาศในอนาคตยังมีความไม่แน่นอน เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่สามารถทำการเชื่อมโยงปรากฏการณ์เอลนิโญ่กับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำทะเลซึ่งเป็นผลที่จะทำให้ปะการังฟอกขาวได้อย่างชัดเจน รวมทั้งก็ยังไม่สามารถหามาตรการใดๆ เพื่อรับมือกับปัญหาดังกล่าวได้โดยตรง แต่สามารถที่จะจัดการกับการใช้ประโยชน์ปะการัง ได้แก่ การเสริมสร้างความสามารถในการรับมือของระบบนิเวศน์ปะการัง เช่น การโซนนิ่งพื้นที่การใช้ประโยชน์เพื่อการดำน้ำสำหรับการศึกษาวิจัย หรือสำหรับการท่องเที่ยว การควบคุมกิจกรรมการดำน้ำให้ได้มาตรฐาน และการจัดการน้ำเสีย และขยะจากเกาะที่จะไม่ส่งผลเสียต่อตัวปะการัง

ตารางที่ 4-10 ทิศทางของปัจจัยเสี่ยงจากภูมิอากาศต่อระบบหรือภาคส่วนของเกาะเต่าในอนาคต (30 ปี)

ระบบ / ภาคส่วน	ปัจจัยเสี่ยงจากภูมิอากาศ	ทิศทางของปัจจัยเสี่ยง
ทรัพยากรน้ำ – การระเหยของน้ำ/ปริมาณน้ำ	อุณหภูมิ	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำฝน	ลดลง
- คุณภาพน้ำ (การปนเปื้อน)	การเพิ่มขึ้นของระดับทะเล	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
แนวปะการัง (El Nino)	อุณหภูมิ	ยังไม่แน่นอน
การกัดเซาะเชายฝั่ง	ลมมรุสม	เพิ่มเล็กน้อย
	พายุหมุน	เพิ่มเล็กน้อย
	การเพิ่มขึ้นของระดับทะเล	เพิ่มขึ้น
ธุรกิจท่องเที่ยว –การขนส่งระหว่างเกาะ	ลมมรุสม	เพิ่มเล็กน้อย
- ความปลอดภัย/ภัยพิบัติ	พายุหมุน	เพิ่มเล็กน้อย
- จำนวนวัน/ โอกาสในการท่องเที่ยว	ฝน	เพิ่มขึ้น

ผลของมาตรการรับมือในปัจจุบันในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

สำหรับมาตรการต่างๆ ที่มีขึ้นในปัจจุบัน มีขึ้นเพื่อรองรับ และ/หรือบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่แล้วในพื้นที่เกาะเต่า ซึ่งอาจจะเกี่ยวหรือไม่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศที่มีความแปรปรวนก็ได้ แต่ทั้งนี้มาตรการรับมือใดๆ ที่มีขึ้น จะยังสามารถดำเนินต่อไปได้หรือไม่หรือมีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศในอนาคตหรือไม่นั้น ก็เป็นประเด็นที่ควรจะได้พิจารณาร่วมด้วย บางมาตรการบางวิธีการสำหรับระบบหรือภาคส่วนที่มีอยู่ในปัจจุบันอาจจะช่วยลดหรือบรรเทาปัญหาได้ดีในระดับหนึ่ง แต่เมื่อมองไปในอนาคต และนำภาพของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเข้ามาร่วมด้วย มาตรการหรือวิธีการนั้นๆ อาจจะทำให้ความเสี่ยงต่อภูมิอากาศของแต่ละระบบหรือภาคส่วนนั้น มีรูปแบบที่เปลี่ยนไปซึ่งอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็เป็นได้

ตารางที่ 4-11 ผลของมาตรการรับมือของระบบหรือภาคส่วนต่างๆ ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

มาตรการ	ผลของมาตรการในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ							
	ทรัพยากรน้ำ		การกัดเซาะชายฝั่ง		แนวปะการัง		ธุรกิจการท่องเที่ยว (เน้นภัยพิบัติ ความสะดวกสบาย และความปลอดภัย)	
	sensitivity	Coping	sensitivity	Coping	sensitivity	Coping	sensitivity	Coping
ใช้แหล่งน้ำใต้ดิน	-	0	0	0		0	-	0
กลั่นน้ำทะเล	-	0	0	0	+	0	-	0
รีไซเคิลน้ำ	-	0	0	0		0	-	0
ขนน้ำจากฝั่ง	-	+	0	0	+	0	-	0
อ่างเก็บน้ำ	-	+	0	0	+	0	-	0
อนุรักษ์ป่าต้นน้ำ	-	0	-	0	-	0	-	0
วิศวกรรมชายฝั่ง	0	0	-	0	+/-	0	-	0
การถมหรือเติมทรายชายหาด	0	0	0	+	+	0	-	0
ควบคุมการก่อสร้าง / ความทนทานต่อพายุและระบบสาธารณูปโภคที่ได้มาตาฐาน	0	0	-	0	-		0	0
แผนการใช้ที่ดินขายฝั่ง (โซนนิ่ง)	0	0	-	0	-	0	0	0
การเสริมสร้างระบบนิเวศน์ชายฝั่ง	-	0	-	0	-	0	+	0
การฟื้นฟูแนวปะการัง	0	0	-	0	0	+	?	0
สร้างแหล่งดำน้ำใหม่	0	0	0	0	-	+	-	0
สร้างที่ผูกทุ่นสำหรับจอดเรือ	0	0	0	0	-		-	0
การปิดจุด/พักแหล่งดำน้ำ	0	0	0	0	0	+	0	0
ควบคุมจำนวนนักดำน้ำ	0	0	0	0	-	0	-	0
การจัดการน้ำเสียและขยะ	-	0	0	0	-	0	-	0
การขยายกลุ่มเป้าหมาย / รูปแบบตลาดการท่องเที่ยว	+	0	+	0	0	0	-	+
ลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น	0	0	0	0	0	0	-	+

มาตรการ	ผลของมาตรการในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ							
	ทรัพยากรน้ำ		การกัดเซาะชายฝั่ง		แนวปะการัง		ธุรกิจการท่องเที่ยว (เน้นภัยพิบัติ ความสะดวกสบาย และความปลอดภัย)	
	sensitivity	Coping	sensitivity	Coping	sensitivity	Coping	sensitivity	Coping
การลด Carbon footprint								
- พลังงานลม/แสงอาทิตย์	0	0	0	0	0	0	+	0
- ไบโอดีเซล / ไบโอแก๊ส	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ Sensitivity / ความอ่อนไหว
- ความเสี่ยงลดลง
+ ความเสี่ยงลดลง
0 ไม่มีความเกี่ยวข้องกันระหว่างระบบ/ภาคส่วนกับมาตรการรับมือ

Coping = ความสามารถในการรับมือ + มาตารการรับมือที่ทำให้ระบบ/ภาคส่วนมีความสามารถในการรับมือที่ดีขึ้น
0 ไม่มีความเกี่ยวข้องกันระหว่างระบบ/ภาคส่วนกับมาตรการรับมือ

ความเปราะบาง (Vulnerability) ของระบบหรือภาคส่วนที่สำคัญของระบบเศรษฐกิจบนเกาะเต่าที่เป็นผลมาจากแรงกดดันจากความเสี่ยงอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตอย่างเดียว สามารถสรุปออกมาได้ตามตารางที่ 4-12 ดังนี้

ตารางที่ 4-12 การประเมินความเปราะบางของระบบหรือภาคส่วน โดยประเมินจากความเสี่ยงจากปัจจัยภูมิอากาศภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน และสถานการณ์อนาคต

ระบบ/ ภาคส่วน	สถานการณ์ปัจจุบัน	แนวทางการพัฒนาแบบต่าง ๆ ในอนาคต (อีก 30 ปีข้างหน้า)		
		เกาะสวาทหาดสวรรค์	สลัมชายหาด	แนวทางสีเขียน
ทรัพยากรน้ำ	ปานกลาง	ปานกลาง-น้อย	มาก	น้อย
แนวปะการัง	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก	น้อย
การกัดเซาะชายฝั่ง	น้อย	ปานกลาง-น้อย	มาก	ปานกลาง/น้อย
ธุรกิจการท่องเที่ยว	น้อย	น้อย	?	น้อย

หมายเหตุ : ? ยังไม่ชัดเจน

เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินข้างต้น ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันที่มองว่าปัจจัยจากภูมิอากาศที่จะมาถึงในอนาคตจะมีผลกระทบต่อระบบหรือภาคส่วนเป็นแบบเอกเทศแล้วนั้น อาจกล่าวได้ว่า เกาะเต่าอาจจะยังมีความเสี่ยงอยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง แต่ทั้งนี้ ระบบหรือภาคส่วนของเกาะเต่า จะมีความเสี่ยงมากขึ้นหรือน้อยลงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตอย่างไร นอกจากประเด็นด้านภูมิอากาศแล้ว ประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมบนเกาะเต่าเองก็เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกาะเต่าในขณะนั้นเปราะบางหรือเสี่ยงมากขึ้นหรือน้อยลงกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ดังนั้นจึงไม่ควรมองข้ามผลกระทบที่เกิดจากขึ้นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแบบแยกส่วนเพราะแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมก็นับเป็นปัจจัยสำคัญ โดยทิศทางการพัฒนาในระยะยาวของเกาะเต่า แม้ว่าจะไม่สามารถพยากรณ์ได้อย่างชัดเจนว่าจะไปแนวทางใดเหมือนกรณีของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แต่จากการรวมรวบข้อมูลแวดล้อมต่าง ๆ ผนวกกับทิศทางการพัฒนาของประเทศ ก็อาจจะทำให้แยกแยะแนวทางที่พอจะเป็นไปได้ออกจากแนวทางที่ไม่น่าจะ

เป็นไปได้ แต่ทั้งนี้การวิเคราะห์ต่างๆ เกี่ยวกับความเสี่ยงและสถานการณ์ในอนาคตก็จำเป็นที่จะต้องกระทำกันในหลายๆ แนวทางเพื่อที่จะทำให้ผลการวิเคราะห์ครอบคลุมโอกาสที่จะเป็นไปได้ในอนาคตให้มากที่สุด อันจะทำให้ผลการวิเคราะห์และแนววิสัยทัศน์เพื่อการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตในระยะยาวมีความหลากหลายและยืดหยุ่นต่อรูปแบบในอนาคตที่ครอบคลุมดีกว่า

แนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของเกาะเต่าภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

แนวทางที่ 1 : เกาะสวาทหาดสวรรค์ Koh Tao Paradise

เป็นแนวทางที่ตั้งสมมติฐานว่ากรมธนารักษ์ให้สัมปทานพัฒนาเกาะเต่ากลายเป็นพื้นที่เพื่อการท่องเที่ยวขนาดใหญ่ มีการถมเกาะ ปรับสภาพพื้นที่ให้มีเหมาะกับการใช้ประโยชน์และมีเอกลักษณ์ สภาพเศรษฐกิจของเกาะเต่าเติบโตอย่างรวดเร็ว ผู้รับสัมปทานเป็นนักลงทุนระดับนานาชาติที่มีวิสัยทัศน์กว้างไกล มีการวางผังเมืองในเกาะใหม่ทั้งหมด ใช้พื้นที่ทุกตารางเมตรอย่างคุ้มค่าที่สุด ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและลงทุนสูง มียุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการเกาะในทุกด้านอย่างมีประสิทธิภาพ มีน้ำจืดเพื่อการอุปโภคและบริโภคอย่างพอเพียง โดยนอกจากจะมีการขนส่งน้ำจืดทางท่อใต้น้ำมาจากแผ่นดินแล้ว ยังมีการกลั่นน้ำเค็มเป็นน้ำจืด เก็บกักในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ใต้ดิน มีการใช้พลังงานทางเลือกใหม่ ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell) และกังหันลม มีการตัดถนนรอบเกาะและมีรถรับส่งระหว่างสถานที่ต่างๆ นักท่องเที่ยวสามารถทำกิจกรรมต่างๆ บนเกาะได้ตลอดทั้งวันและทุกฤดูกาลโดยไม่ขึ้นกับสภาพอากาศ เนื่องจากมีการสร้างหลังคาโดมแบบโปร่งใสทั่วทั้งเกาะซึ่งสามารถกรองแสงแดดได้บางส่วน บนเกาะจะมีห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ มีสนามกอล์ฟ สระว่ายน้ำที่สามารถมองเห็นหาดทรายเบื้องล่างและทะเลได้อย่างใกล้ชิด มีสนามบินน้ำ โรงแรมสูงระฟ้า คุณภาพระดับ 9 ดาว นอกจากนี้ยังรองรับนักท่องเที่ยววัยเด็กถึงวัยผู้ใหญ่ได้ด้วย Theme Park ซึ่งมีเครื่องเล่นที่ทันสมัยและหลากหลาย มีการบริการนักท่องเที่ยวอย่างดีเยี่ยมและทั่วถึง โดยแรงงานบนเกาะเกือบทั้งหมดเป็นผู้ใช้แรงงานจากประเทศพม่า ซึ่งมีอัตราค่าแรงค่อนข้างต่ำ มีความอดทน และขยันขันแข็ง

การกัดเซาะชายฝั่งซึ่งนับว่าเป็นความเสี่ยงอันดับต้นๆ ที่มีผลต่อเศรษฐกิจและการลงทุนอย่างมหาศาลของเกาะเต่า มีการบูรณาการการร่วมมือกันจากหน่วยงานและภาคส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนอกจากจะมีการถมทะเลขยายพื้นที่ราบชายฝั่งป้องกันการกัดเซาะเชิงรุกแล้ว ยังมีการใช้เทคโนโลยีด้านวิศวกรรม โดยมีการทุ่มงบประมาณไปกับสิ่งก่อสร้างถาวรป้องกันการกัดเซาะที่เกิดจากคลื่นและลม เช่น กำแพงกันคลื่น เขื่อนกันคลื่น รอดักทราย เป็นต้น สิ่งก่อสร้างเหล่านี้สามารถสร้างความเชื่อมั่นได้ว่า จะป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดจากการกัดเซาะชายฝั่งให้แก่ประชาชน นักลงทุน และนักท่องเที่ยวบนเกาะเต่าได้

แนวทางที่ 2 : สลัมชายหาด Slum by the beach

เป็นแนวทางที่ตั้งสมมติฐานว่าเกิดภาวะเศรษฐกิจตกต่ำอย่างต่อเนื่องในอเมริกาและยุโรป แพร่ความเสียหายไปยังนานาประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย เมื่อเศรษฐกิจของประเทศเริ่มประสบปัญหาส่งผลให้การกู้ยืมมีมากและอัตราดอกเบี้ยสูงขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ความต้องการในสินค้าเริ่มลดลงจนทำให้ผู้ประกอบการเดิมงดขยายกิจการ ไม่มีผู้ประกอบการรายใหม่ เพราะเกรงว่าสินค้าและการลงทุนจะจำหน่ายไม่หมดและขาดทุน ประกอบกับจำนวนนักท่องเที่ยวลดลง ระดับของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในเกาะเต่าต่ำลง ขาดความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม มีพฤติกรรมที่มักง่าย เห็นแก่ตัว นำไปสู่การสะสมของเสีย มลพิษ และความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งนับว่าเป็นต้นทุนสำคัญของการท่องเที่ยวในเกาะเต่า องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและสมาคมที่ส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมีงบประมาณไม่เพียงพอในการสนับสนุนการฟื้นฟูทรัพยากรดังกล่าว ดังนั้น เกาะเต่าจึงกลายสภาพเป็นเกาะที่เต็มไปด้วยขยะ ปล่อยน้ำเสียลงทะเลโดย

ไม่มีการบำบัด น้ำชะขยะและกากของเสียปนเปื้อนลงในแหล่งน้ำจืดตามธรรมชาติ ปะการังเกิดความเสียหายจนไม่สามารถฟื้นฟูตัวเองตามธรรมชาติได้ คนบนเกาะหาที่ทำมาหากินใหม่ บ้างย้ายกลับไปยังเกาะใกล้เคียงอาศัยอยู่กับญาติพี่น้อง บ้างย้ายไปอยู่ฝั่งทั้งจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี ไม่มีนักท่องเที่ยวเดินทางมาเกาะเต่า จนกระทั่งในที่สุดกลายสภาพเป็นเกาะร้าง ไร้ผู้คน เต็มไปด้วยสิ่งปฏิกูล

แนวทางตามสมมติฐานที่ว่านี้ จะนำไปสู่ทางเลือกใหม่ที่หลากหลาย แบ่งได้เป็น 2 แนวทางหลัก ได้แก่

เกาะเต่าที่ไม่สามารถฟื้นคืนได้ ถูกเปลี่ยนสภาพเป็นเกาะที่ไม่ใช่แหล่งท่องเที่ยวอีกต่อไป กลายเป็นเกาะร้างไม่มีเจ้าของในที่ดินหรือทรัพย์สินใดๆ กรมธนารักษ์สั่งปิดเกาะ ไล่ประชาชนและนักลงทุนออกจากเกาะทั้งหมดเพื่อเตรียมพื้นที่ทำกิจการอื่นๆ ของทางการต่อไปในอนาคต เช่น เรือนจำคุมขังนักโทษ คาสิโน แหล่งเสพยาถูกกฎหมาย สถาบันวิจัยหรือทดลองทางวิทยาศาสตร์ โรงไฟฟ้าถ่านหินหรือโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

เกาะเต่าที่สามารถฟื้นฟูได้ เกาะเต่าอาจจะถูกประกาศปิดเกาะเนื่องจากเป็นพื้นที่เต็มไปด้วยสารพิษ ไม่เหมาะแก่การอยู่อาศัย โดยรัฐจ่ายค่าชดเชยให้ผู้เคยอาศัยบนเกาะทั้งหมด หลังจากบำบัดของเสียโดยความสนับสนุนของภาครัฐพร้อมกับการฟื้นตัวของทรัพยากรธรรมชาติต่างๆเป็นเวลา 15-20 ปีแล้ว จึงอนุญาตให้คนเข้าไปอาศัยบนเกาะได้เช่นในอดีต

แนวทางที่ 3 : แนวทางสีเขียว Green Development

เป็นแนวทางที่ตั้งสมมติฐานว่าการพัฒนา รวมทั้งการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมของเกาะเต่าจะเดินไปในทิศทางที่เน้นความยั่งยืน มีการกำหนดเขตการใช้ที่ดินบริเวณเกาะเต่า เพื่อให้เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่และระบบทรัพยากร มีการจัดการแก้ปัญหาน้ำเสีย และขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ ทรัพยากรน้ำจืดเพื่อการอุปโภคและบริโภคเพียงพอสำหรับนักท่องเที่ยวและคนบนเกาะ นอกจากนี้ยังมีแหล่งเก็บน้ำจืดสำรองไว้ใช้มากพอตลอดทั้งปี พื้นที่ป่าบนเขาได้รับความคุ้มครอง ไม่ถูกบุกรุกหรือเปิดพื้นที่เพื่อประกอบการใดๆ การพัฒนาภาคบริการการท่องเที่ยวจะเห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก มีการควบคุมจำนวนนักท่องเที่ยวต่อวัน จำกัดจำนวนห้องพักของผู้ประกอบการธุรกิจโรงแรม บังกะโล ห้องเช่า จำกัดจำนวนผู้ประกอบการดำน้ำ กำหนดพื้นที่ดำน้ำสำหรับนักดำน้ำมือใหม่ สร้างโลกใต้น้ำเทียม (Underwater Theme Park) ขึ้น เพื่อลดแรงกดดันต่อสิ่งแวดล้อม ท่าเรือมีการพัฒนาให้รองรับนักท่องเที่ยวได้มากขึ้น ดูแลรักษาความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ มีระบบการจัดการเก็บค่าโดยสาร การบันทึกจำนวนเรือที่เข้าเทียบท่า รวมทั้งจำนวนและรายชื่อของนักท่องเที่ยวอย่างเป็นระบบ โดยนักท่องเที่ยวที่มาเกาะเต่าทุกคนต้องชำระค่าธรรมเนียมในการเข้าเกาะเพื่อเป็นกองทุนสำหรับการจัดการและรักษาสิ่งแวดล้อมรวมถึงทรัพยากรบนเกาะ

ส่วนในประเด็นเรื่องที่ดิน กรมธนารักษ์ปรับนโยบาย โดยจัดสรรให้มีการเช่าที่อย่างเป็นธรรม ภายใต้ระยะเวลาและเงื่อนไขที่เหมาะสม ที่ดินดังกล่าวจะไม่มีการออกโฉนด แต่กรมธนารักษ์จะสร้างเงื่อนไขให้แก่ผู้เช่า เช่น กำหนดมาตรการในการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ตลอดจนควบคุมการปล่อยของเสีย ซึ่งผู้ฝ่าฝืน จะถูกตักเตือนในระยะเริ่มต้นและถูกยึดที่ดินคืนไปในที่สุด

แนวทางที่ 4 : วิถีแบบเดิมๆ ปัจจุบัน Business as Usual

เป็นแนวทางที่ตั้งสมมติฐานว่าการพัฒนา รวมทั้ง การเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมของเกาะเต่าเดินไปในทิศทางที่ไม่ต่างจากภาวะปัจจุบัน กล่าวคือ ยังเน้นการลงทุนทางด้านการท่องเที่ยวเป็นหลัก มีการขยายกิจการที่มีอยู่เดิม รวมทั้งเปิดกิจการใหม่ โดยเฉพาะกิจการโรงแรม บังกะโล ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยว และธุรกิจดำน้ำ ซึ่งนับว่าเป็นจุดขายของเกาะเต่าในปัจจุบัน จำนวนของนักท่องเที่ยวตลอดจนจำนวนผู้ประกอบการการท่องเที่ยวยังไม่มีการควบคุมให้เหมาะสมกับขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ ทรัพยากรปะการังเสื่อมโทรมลงและฟื้นฟูกลับมาเป็นครั้งคราวสลับกันไป มีการพัฒนาและปรับปรุงระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการมากขึ้น ตัดถนนรอบเกาะ สร้างห้างสรรพสินค้า แข่งขันกันตัดราคาสินค้าและบริการต่างๆ ตลอดจนหาประโยชน์แอบแฝงอย่างต่อเนื่องมากขึ้น ส่งผลให้ปัญหาในเรื่องการจัดการน้ำเสีย ขยะ และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมดีขึ้นจากในปัจจุบันไม่มากนัก

นอกจากนี้ เกาะเต่ายังได้รับความสนใจจากภาครัฐและเอกชนมากขึ้น โดยหน่วยงานต่างๆจะเข้ามาสนับสนุนส่งเสริมการพัฒนาเกาะเต่า เช่น สร้างท่าเรือขนาดใหญ่ กังหันลม เขื่อน/อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งโครงการเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อเกาะเต่าในมุมที่แตกต่างกันออกไป อาจเอื้อประโยชน์ให้คนบางกลุ่ม และในขณะเดียวกันก็อาจส่งผลกระทบเชิงลบต่อต่อคนบางกลุ่มเช่นกัน ในที่สุดการพัฒนาเหล่านี้อาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงคุณภาพชีวิตของคนบนเกาะในภาพรวม นอกจากนั้น อาจเกิดแนวคิดใหม่ในการประชาสัมพันธ์เกาะ โดยจัดให้มีเทศกาลประจำปี เช่น เปิดโลกใต้น้ำ แข่งขันขูดมะพร้าว ค่ายฤดูร้อนสำหรับเด็ก ค่ายศิลปะผ้าบาติก เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ทิศทางการเติบโตของเกาะเต่าจะเป็นอย่างไรนั้น ขึ้นอยู่กับจิตสำนึกที่ดีของคนบนเกาะและนักท่องเที่ยว รวมทั้งความร่วมมือในการบริการจัดการด้านต่างๆขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและประชาชนทุกคนบนเกาะ

แนวทางตามสมมติฐานที่ว่านี้ จะนำไปสู่ทางเลือกใหม่ที่หลากหลาย แบ่งได้เป็น 2 แนวทางหลัก ได้แก่

เกาะเต่าที่เสื่อมโทรมลง นักลงทุนขยายกิจการหรือเปิดกิจการใหม่อย่างต่อเนื่อง ทำให้กิจกรรมการท่องเที่ยวเกินขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีการบุกรุกพื้นที่ป่าบนเขามากขึ้น ส่งผลให้เกาะเต่ามีพื้นที่ดูดซับน้ำตามธรรมชาติลดน้อยลง เพิ่มปัญหาการกัดเซาะหน้าดิน น้ำป่าไหลเข้าท่วมหมู่บ้านเร็วขึ้น และเต็มไปด้วยตะกอนดิน ซึ่งนอกจากจะสร้างปัญหาให้ประชาชนและนักท่องเที่ยวเบื้องล่างแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อปะการังรอบเกาะอีกด้วย

เกาะเต่าที่ยังคงสภาพดี มีการจัดสรรการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเป็นธรรม ประชาชนมีกรรมสิทธิ์ในการถือครองที่ดิน (โดยมีสัญญาเช่าตามระยะเวลาที่กำหนด) พื้นที่ป่าที่มีอยู่ได้รับความคุ้มครอง มีการควบคุมการขยายกิจการและธุรกิจต่างๆ นักลงทุนและผู้อาศัยบนเกาะให้ความร่วมมือในการรักษาสิ่งแวดล้อม องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเข้มแข็ง และบริหารจัดการในส่วนต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

<u>แนวโน้มของแนวทางการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมที่สอดคล้องกับบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ</u>

สำหรับความสามารถของแต่ละแนวทางในการรับมือความเสี่ยงทางกายภาพจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้น จะเห็นว่าแนวทางการพัฒนาเกาะเต่าให้เป็นเกาะสวาทหาดสวรรค์ จะได้รับผลกระทบน้อยมาก เนื่องจากโครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมไม่ได้อยู่บนพื้นฐานของการพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ และมีการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อเอาชนะสภาพทางกายภาพ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเกาะเต่าไปในแนวทางนี้จำเป็นต้องใช้เงินทุนที่สูงมาก และยังต้องพึ่งพาปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น การนำเข้าเทคโนโลยี ความผันผวนของราคาน้ำมัน ฯลฯ

ส่วนการพัฒนาสีเขียวที่อยู่บนพื้นฐานการพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติ และอาจถือได้ว่าเป็นแนวทางที่ยังยืนทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม แต่เนื่องจากมีการจำกัดจำนวนนักท่องเที่ยวเพื่อให้ธรรมชาติสามารถรองรับได้ จึงทำให้การขยายตัวทางเศรษฐกิจของเกาะเต่ามีความจำกัด แนวทางการพัฒนานี้ไม่เป็นอิสระกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ และ

แน่นอนว่าจะได้รับผลกระทบทางลบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หากไม่มีแผนหรือมาตรการปรับตัวให้ทันท่วงทีจะทำให้เศรษฐกิจได้รับความเสียหาย

ตารางที่ 4-13 ผลของแนวทางการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมแบบต่างๆ ต่อประสิทธิภาพของมาตรการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

มาตรการรับมือ	ปัจจุบัน	เกาะสวาทหาดสวรรค์ (S1)	สลัมชายหาด (S2)	แนวทางสีเขียว (S3)
ใช้แหล่งน้ำใต้ดิน	มี	0	+	0
กลั่นน้ำทะเล	มี	+	0	?
รีไซเคิลน้ำ	มี	+	0	+
ขนน้ำจากฝั่ง	มี	+	+	0
อ่างเก็บน้ำ	มี	+	0	0
อนุรักษ์ป่าต้นน้ำ	ไม่มี	+	-	+
วิศวกรรมชายฝั่ง	มี	-	-	0
การถมหรือเติมทรายชายหาด	ไม่มี	+	-	?
ควบคุมการก่อสร้าง / ความทนทานต่อพายุและระบบสาธารณูปโภคที่ได้มาตาฐาน	ไม่มี	+	-	+
แผนการใช้ที่ดินขายฝั่ง (โซนนิ่ง)	ไม่มี	+	-	+
การเสริมสร้างระบบนิเวศน์ชายฝั่ง	ไม่มี	+	-	+
การฟื้นฟูแนวปะการัง	ไม่มี	-	-	+
สร้างแหล่งดำน้ำใหม่	มี	+	-	+
สร้างที่ผูกทุ่นสำหรับจอดเรือ	มี	+	-	+
การปิดจุด/พักแหล่งดำน้ำ	ไม่มี	0	-	+
ควบคุมจำนวนนักดำน้ำ	ไม่มี	0	-	+
การจัดการน้ำเสียและขยะ	มี	+	-	+
การขยายกลุ่มเป้าหมาย / รูปแบบตลาดการท่องเที่ยว	มี	+	0	+
ลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น	มี	+	0	0
การลด Carbon footprint				
- พลังงานลม/แสงอาทิตย์	ไม่มี	0	0	0
- ไบโอดีเซล / ไบโอแก๊ส	ไม่มี	-	0	0

หมายเหตุ : + = ดีขึ้น - = ลดลง ? = ไม่ชัดเจน 0 = ไม่เปลี่ยนแปลง

จากตารางข้างต้น จะเห็นได้ว่า แนวทางการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมในแบบต่างๆ ทั้ง 3 แบบ (S1, S2 และ S3) จะทำให้ประสิทธิภาพของมาตรการรับมือต่างๆ ที่มีอยู่ทั้งในปัจจุบัน และคาดว่าจะมีการดำเนินต่อไปในอนาคตมีความแตกต่างกัน บางมาตรการเดิมที่มีอยู่และใช้อยู่แล้วในปัจจุบัน อาจจะมีประสิทธิภาพลดลงหรือไม่มีความจำเป็นต่อไปในอนาคตในบางสถานการณ์ แต่บางมาตรการอาจจะยังสามารถใช้ได้และใช้ได้ดีอยู่ในสถานการณ์อนาคตข้างหน้า แต่โดยความเป็นจริงแล้ว แนวทางการพัฒนาทั้ง 3 แบบนั้นคงจะไม่ได้เกิดขึ้นแบบมุ่งไปในทางใดทางหนึ่ง อาจจะมีการผสมผสานกันในหลักการและแนวคิดบางอย่างที่จะทำให้แนวทางการพัฒนาที่เกิดขึ้นจริงๆ ตลอดจนมาตรการรับมือในอนาคตจะไม่เปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือสามารถดำเนินไปได้อย่างสอดคล้อง

ทั้งนี้ ดังที่ได้กล่าวไว้ตั้งแต่เบื้องต้นแล้วว่า แนวทางการพัฒนาเกาะเต่าในอนาคตจะเกิดความยั่งยืนได้นั้น จะต้องมีการพิจารณาร่วมกันระหว่างปัจจัยภายในของเกาะเต่า (คน) ร่วมกับปัจจัยภายนอก (การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตความ และการพัฒนากระแสสังคมภายนอก) ซึ่งจะมีส่วนในการผลักดันหรือเอื้อให้เกาะเต่าเดินไปสู่ภาพอนาคตแบบต่าง ๆ นั้นได้อย่างไร

ปัจจัยภายในที่มีอิทธิพลหลัก ได้แก่ ภาวะผู้นำของท้องถิ่น และความร่วมมือของชุมชน อีกทั้งยังมีเรื่องของคุณธรรม ความรู้ ความเข้าใจในปัญหา และวิสัยทัศน์ในอนาคตของผู้นำและชุมชนบนเกาะอีกด้วย สำหรับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการผลักดันให้การพัฒนาเป็นไปในแนวทางใดแนวทางหนึ่งนั้น ได้แก่ กรรมสิทธิ์ที่ดิน เงินทุน นโยบายและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ภาวะเศรษฐกิจโลก กติกาโลกด้านสิ่งแวดล้อม การตลาดและคู่แข่ง รวมทั้งความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่สามารถหามาใช้ในพื้นที่ได้ ดังได้สรุปไว้ในตารางที่ 4-14 นี้

ตารางที่ 4-14 ปัจจัยภายในและภายนอกที่จะนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในแนวทางต่าง ๆ

ปัจจัย	เกาะสวาท หาดสวรรค์	สลัมชายหาด	การพัฒนาสีเขียว
ปัจจัยภายใน			
• ความรู้และความเข้าใจปัญหา	0	-	+
• คุณธรรม	0	-	+
• ภาวะผู้นำท้องถิ่น	0	-	+
• เครือข่าย/ความร่วมมือในชุมชน	0	-	+
ปัจจัยภายนอก			
• กรรมสิทธิ์ที่ดิน	+	0	+
• เงินทุน	+	0	+
• นโยบาย/กฎหมาย	+	-	+
• เศรษฐกิจโลก	-	-	0
• กติกาโลกด้านสิ่งแวดล้อม	-	-	+
• คู่แข่ง/ตลาด	+	0	-
• ความรู้/เทคโนโลยีใหม่ ๆ	+	0	+

หมายเหตุ: + ปัจจัยเอื้อให้เกิดการพัฒนาไปในแนวทางนั้น
- ปัจจัยที่ขัดไม่ให้เกิดการพัฒนาไปในแนวทางนั้น
0 ปัจจัยที่ไม่มีผลกระทบ

สรุป

เมื่อพิจารณาแนวโน้มความเสี่ยงในภาพรวมภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตของเกาะเต่าแล้ว แม้ว่าจะอยู่ในระดับที่ไม่สูงขึ้นและจัดว่าไม่เปราะบางหรือล่อแหลมต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศก็ตาม และส่วนใหญ่ในปัจจุบันก็มีมาตรรับมือกับปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นอยู่ในระดับหนึ่งแล้ว ดังนั้นก็ขึ้นอยู่กับว่า การวางแนวทางเดิน (raod map) หรือยุทธศาสตร์การพัฒนาของท้องถิ่นเองจะเป็นอย่างไรต่อไปในอนาคตหลังจากนี้ อะไรที่ควรเป็นปัจจัยหรือประเด็นสำคัญที่ควรนำมาพิจารณานอกเหนือจากเรื่องปากท้องของชุมชน รวมถึงมาตรการรับมือต่างๆ ที่มีอยู่เหล่านั้น จะยังคงประสิทธิภาพ หรือยังคงมีความสอดคล้องหรือไม่นั้น หากแนวทางการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมเปลี่ยนไปพร้อมๆ กันการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

"ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มิใช่เพื่อการทำนาย หรือการพยากรณ์อนาคต แต่เป็นเพียงการคาดการณ์แนวโน้มที่<u>คาดว่า</u> หรือ <u>อาจจะ</u>เกิดขึ้นของภูมิอากาศภายใต้แนวทางการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมแบบต่างๆ ซึ่งอาจจะเกิด หรือไม่เกิดขึ้นก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าแต่ละพื้นที่หรือประเทศ รวมถึงโลกนั้นจะมีแนวโน้มหรือทิศทางการพัฒนาเป็นไปในแบบใด ซึ่งภูมิอากาศอาจจะนำมาซึ่งภัยคุกคาม หรือโอกาสสำหรับการพัฒนาในแบบต่างๆ กัน"

"การกำหนดมาตรการรับมือหรือนโยบายใดๆ เพื่อรับมือหรือบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นอยู่ภายใต้เงื่อนไขของลักษณะอากาศในปัจจุบัน ดังนั้นในอนาคต การกำหนดวิสัยทัศน์ หรือยุทธศาสตร์ใดๆ เพื่อให้การพัฒนาไม่เปราะบางต่อภูมิอากาศในอนาคต จะต้องคำนึงถึงทิศทางการพัฒนาของท้องถิ่นหรือชุมชนนั้นเป็นสำคัญ"

บทที่ 5

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลต่อการพัฒนาประเทศในบริบทของการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ

ปฏิญญาแห่งสหัสวรรษเป็นข้อตกลงร่วมกันในระดับโลกเพื่อกำหนดเป้าหมายการพัฒนาที่มีกรอบระยะเวลาที่ชัดเจนเพื่อที่จะใช้ประเมินผลการดำเนินการของรัฐบาลและองค์การระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้อง โดยประเทศไทยได้ให้การรับรองปฏิญญานี้เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2543 ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2546 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติร่วมกับองค์การสหประชาชาติและธนาคารโลกได้มีการจัดทำรายงานฉบับแรกเพื่อประเมินสถานะภาพของการพัฒนาของประเทศไทยในขณะนั้น โดยมองทั้งเป้าหมายหลัก 8 ข้อ เป้าหมายรอง 18 ข้อและตัวชี้วัด 48 ตัวที่ได้มีการกำหนดไว้เป็นมาตรฐานสากลที่เรียกว่า Millennium Development Goal (MDG) ที่ต้องบรรลุให้ได้ในปี ค.ศ. 2015 (พ.ศ. 2558) นอกจากนั้นยังได้เพิ่มเป้าหมายและตัวชี้วัดที่ท้าทายเพิ่มเติมที่เรียกว่า MDG plus (MDG+) ขึ้นมาอีกจำนวนหนึ่งด้วย

จากรายงานฉบับดังกล่าวสามารถสรุปผลการประเมินสถานะภาพของประเทศไทยตามกรอบของการพัฒนาแห่งสหัสวรรษได้ตามตารางที่ 5-1 ซึ่งการวิเคราะห์ประเมินดังกล่าวได้กระทำโดยยังไม่ได้นำประเด็นด้านภูมิอากาศเข้ามาวิเคราะห์ร่วมด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เพิ่มเติมการวิเคราะห์ความเสี่ยงทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อเป้าหมายหลักและเป้าหมายรองของการพัฒนาแห่งสหัสวรรษของประเทศไทย ทั้งในส่วนที่เป็น MDG และ MDG+ เพิ่มเติม ซึ่งรายละเอียดของการวิเคราะห์ความเสี่ยงเหล่านี้จะอยู่ในส่วนถัดไปของรายงานนี้

ตารางที่ 5-1 สรุปเป้าหมายหลักและเป้าหมายรองของประเทศไทยตามแนวทางการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ และสรุปความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทั้งทางตรงและทางอ้อม สีแดงแสดงความเสี่ยงที่ภูมิอากาศจะมีในเชิงลบต่อเป้าหมายการพัฒนา สีเขียวแสดงถึงความเสี่ยงที่ภูมิอากาศจะมีในเชิงบวกต่อเป้าหมายการพัฒนา

เป้าหมายหลัก	ประเด็น	เป้าหมายรอง		สถานะภาพหรือความคาดหวังในการบรรลุเป้าหมายเมื่อเริ่มดำเนินการในปี 2546 (โดยไม่คำนึงเรื่องภูมิอากาศ)	มูลเหตุของความเสี่ยงโดย*ตรง*จากภูมิอากาศอนาคต	มูลเหตุของความเสี่ยงโดย*อ้อม*จากภูมิอากาศอนาคต
1. ขจัดความยากจนและหิวโหย	1.1 ความยากจน	MDG	ลดสัดส่วนประชากรยากจนลงครึ่งหนึ่งในช่วงปี 2522-2558	บรรลุแล้ว	น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
		MDG+	ลดสัดส่วนประชากรยากจนลงให้ต่ำกว่าร้อยละ 4 ภายในปี 2552		น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
	1.2 ความหิวโหย	MDG	ลดสัดส่วนประชากรที่หิวโหยลงครึ่งหนึ่งในช่วงปี 2522-2558	บรรลุแล้ว	น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
2. ให้เด็กทุกคนได้รับการศึกษา	2.1 การศึกษา	MDG	ให้เด็กทุกคนสำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาภายในปี 2558	ใกล้บรรลุ	น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
		MDG+	ให้เด็กทุกคนสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นภายในปี 2549		น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
		MDG+	ให้เด็กทุกคนสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายภายในปี 2558		น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
3. ส่งเสริมบทบาทสตรีและความเท่าเทียมกันทางเพศ	3.1 ความเท่าเทียมทางเพศ	MDG	ขจัดความไม่เท่าเทียมทางเพศในการศึกษาระดับประถมและมัธยมศึกษาภายในปี 2548 และในทุกระดับการศึกษาภายในปี 2558	บรรลุแล้ว	น้อยมาก	น้อยมาก
		MDG+	เพิ่มสัดส่วนผู้หญิงในรัฐสภา องค์การบริหารส่วนตำบลและผู้บริหารระดับสูงในราชการส่วนกลางเป็นสองเท่าในช่วงปี 2545-2549		น้อยมาก	น้อยมาก

เป้าหมายหลัก	ประเด็น	เป้าหมายรอง		สถานะภาพหรือความคาดหวังในการบรรลุเป้าหมายเมื่อเริ่มดำเนินการในปี 2546 (โดยไม่คำนึงเรื่องภูมิอากาศ)	มูลเหตุของความเสี่ยงโดยตรงจากภูมิอากาศอนาคต	มูลเหตุของความเสี่ยงโดยอ้อมจากภูมิอากาศอนาคต
4. ลดอัตราการตายของเด็ก	4.1 สุขภาพเด็ก	MDG	ลดอัตราการตายของเด็กอายุต่ำกว่าห้าปีลงสองในสามในช่วงปี 2533-2558	ไม่สามารถใช้กับประเทศไทย	น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
		MDG+	ลดอัตราการตายของทารกให้เหลือ 15 ต่อการเกิดมีชีพ 1,000 ภายในปี 2549		น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
		MDG+	ลดอัตราการตายของเด็กอายุต่ำกว่าห้าปีในเขตพื้นที่สูงจังหวัดภาคเหนือบางแห่งและสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ลงครึ่งหนึ่งในช่วงปี 2548-2558		น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
5. พัฒนาสุขภาพสตรีมีครรภ์	5.1 สุขภาพสตรีมีครรภ์	MDG	ลดอัตราการตายของมารดาลงสามในสี่ในช่วงปี 2533-2558	ไม่สามารถใช้กับประเทศไทย	น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
		MDG+	ลดอัตราการตายของมารดาให้เหลือ 18 ต่อการเกิดมีชีพ 100,000 ภายในปี 2549		น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
		MDG+	ลดอัตราการตายของมารดาในเขตพื้นที่สูงจังหวัดภาคเหนือบางแห่งและสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ลงครึ่งหนึ่งในช่วงปี 2548-2558		น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
6. ต่อสู้โรคเอดส์มาลาเรียและโรคสำคัญอื่นๆ	6.1 โรคเอดส์	MDG	ชะลอและลดการแพร่ระบาดของโรคเอดส์ภายในปี 2558	บรรลุแล้ว	น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
		MDG+	ลดอัตราการติดเชื้อเอชไอวีในประชากรวัยเจริญพันธ์ให้เหลือร้อยละ 1 ภายในปี 2549		น้อยมาก	การย้ายถิ่น/ประชากรนอกระบบ
	6.2 มาลาเรียวัณโรคและ	MDG	ป้องกันและลดการเกิดโรคมาลาเรียและโรคสำคัญอื่นๆ ภายในปี 2558	บรรลุแล้วสำหรับมาลาเรีย	การระบาดเพิ่มของโรคที่ยุงเป็นพาหะ (มาลาเรีย)	การย้ายถิ่น

เป้าหมายหลัก	ประเด็น	เป้าหมายรอง		สถานะภาพหรือความคาดหวังในการบรรลุเป้าหมายเมื่อเริ่มดำเนินการในปี 2546 (โดยไม่คำนึงเรื่องภูมิอากาศ)	มูลเหตุของความเสี่ยงโดย*ตรง*จากภูมิอากาศอนาคต	มูลเหตุของความเสี่ยงโดย*อ้อม*จากภูมิอากาศอนาคต
	โรคหัวใจ	MDG+	ลดอัตราการเกิดโรคมาลาเรียใน 30 จังหวัดชายแดนให้เหลือ 1.4 ต่อประชากร 1,000 ภายในปี 2549		การระบาดเพิ่มของโรคที่ยุงเป็นพาหะ (มาลาเรีย)	การย้ายถิ่น
7. รักษาและจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน	7.1 การพัฒนาที่ยั่งยืน	MDG	กำหนดนโยบายและแผนพัฒนาประเทศให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืนและลดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	มีโอกาสบรรลุ	เร่งการเสื่อมโทรมของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบางประเภท	การดำเนินการตามUNFCCC ช่วยเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากร
		MDG+	เพิ่มสัดส่วนพลังงานหมุนเวียนให้เป็นร้อยละ 8 ของพลังงานเชิง พาณิชย์ขั้นต้นภายในปี 2554		การใช้พลังงานโดยรวมเพิ่มขึ้นเพื่อรับมือกับภูมิอากาศและระดับน้ำในอนาคต	การดำเนินการตาม UNFCCC ช่วยเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน
		MDG+	เพิ่มสัดส่วนการนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์เป็นร้อยละ 30 ภายในปี 2549		น้อยมาก	การดำเนินการตาม UNFCCC ช่วยเสริมการลดและ recycle ขยะ
	7.2 น้ำดื่มสะอาดและส้วมถูกสุขลักษณะ	MDG	ลดสัดส่วนประชากรที่ไม่สามารถเข้าถึงน้ำดื่มสะอาดและส้วมถูกสุขลักษณะลงครึ่งหนึ่งในช่วงปี 2533-2558	บรรลุแล้ว	คุณภาพและปริมาณน้ำดิบเพื่อการประปา	การอพยพย้ายถิ่น/ประชากรแฝงนอกระบบ
	7.3 ความมั่นคงด้านที่อยู่อาศัย	MDG	ยกระดับคุณภาพชีวิตประชากรในชุมชนแออัดภายในปี 2563	มีโอกาสสูงที่จะบรรลุ	การสูญเสียพื้นที่อยู่อาศัย	การอพยพย้ายถิ่น/ประชากรแฝงนอกระบบ

เป้าหมายหลัก	ประเด็น	เป้าหมายรอง		สถานะภาพหรือความคาดหวังในการบรรลุเป้าหมายเมื่อเริ่มดำเนินการในปี 2546 (โดยไม่คำนึงเรื่องภูมิอากาศ)	มูลเหตุของความเสี่ยงโดย<u>ตรง</u>จากภูมิอากาศอนาคต	มูลเหตุของความเสี่ยงโดย<u>*อ้อม*</u>จากภูมิอากาศอนาคต
8. ส่งเสริมการเป็นหุ้นส่วนเพื่อการพัฒนาในประชาคมโลก					ความร่วมมือบนฐานของทรัพยากรที่เสี่ยงต่อภูมิอากาศ เช่นน้ำระดับภูมิภาค	การแข่งขันเพื่อรักษาและขยายฐานการลงทุนในแต่ละประเทศ การแย่งชิงทรัพยากรที่อ่อนไหวต่อภูมิอากาศระหว่างประเทศ
						ความร่วมมือระดับภูมิภาคเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและเพิ่มอำนาจต่อรองในการเจรจา

- **เป้าหมายที่ไม่มีความเสี่ยงหรือเสี่ยงน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ**

จากตารางที่ 5-1 จะเห็นได้ว่าในภาพรวมเป้าหมายหลักที่ 1 ถึง 5 นั้นความเสี่ยงโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตนั้นมีน้อยมาก เนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายของการพัฒนาเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องหรืออ่อนไหว (sensitive) ต่อตัวแปรทางภูมิอากาศในเชิงกายภาพ เช่นอุณหภูมิ ฝน ระดับน้ำทะเล เป็นต้น ในระดับที่น้อยถึงน้อยมาก ในขณะที่ปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่ตัวแปรทางภูมิอากาศจะมีผลมากกว่าอย่างชัดเจน

ถึงแม้ว่าความเสี่ยงทางตรงจากภูมิอากาศจะมีเฉพาะกับดัชนีการพัฒนาที่เกี่ยวข้องในเชิงกายภาพกับตัวแปรทางอากาศ แต่ภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตก็อาจจะส่งผลทางอ้อมให้การพัฒนาต่างๆ ไม่บรรลุเป้าหมายที่คาดหวังไว้ โดยประเด็นที่น่าจะมีความสำคัญในอันดับต้นๆ น่าจะมาจากการย้ายถิ่นฐานทั้งแบบถาวรและแบบชั่วคราว และสามารถเป็นไปในทั้งการย้ายถิ่นภายในประเทศและการย้ายถิ่นข้ามประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้แนวนโยบายของ ASEAN ที่ตั้งเป้าให้ประชาชนในประเทศสมาชิกของประชาคมสามารถเดินทางผ่านพรมแดนประเทศโดยไม่ต้องใช้หนังสือเดินทางภายในปี 2015 อาจจะเอื้อให้การย้ายถิ่นและตั้งถิ่นฐานใหม่เกิดขึ้นง่ายและกว้างขวางขึ้น จนทำให้เกิดกลุ่มประชากรแฝงหรือกลุ่มประชากรที่ไม่ได้เข้าอยู่ในระบบการพัฒนาสังคมของประเทศอย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งมักจะไม่ได้รับสิทธิหรือเข้าถึงสิทธิประโยชน์จากนโยบายหรือมาตรการต่างๆ เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตเหล่านี้

- **เป้าหมายที่มีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ**

สำหรับเป้าหมายที่ 6 ซึ่งเป็นประเด็นด้านการสาธารณสุขนั้น ประเด็นเด่นน่าจะเป็นเรื่องมาลาเรียและโรคที่มีแมลงเป็นพาหะ ซึ่งอุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้น โดยเฉพาะในช่วงกลางคืน อาจจะทำให้วงจรชีวิตของเชื้อสั้นลงและพฤติกรรมของยุงพาหะของโรคมีความ active มากขึ้น นอกจากนี้ฝนที่อาจจะมีมากขึ้นก็อาจจะทำให้แหล่งน้ำเพื่อการวางไข่ของยุงมีมากขึ้นด้วย จึงทำให้โดยรวมอาจจะเป็นการเพิ่มความเสี่ยงที่การจัดการโรคมาลาเรียมีความซับซ้อนมากขึ้นได้ ซึ่งยังจำเป็นจะต้องมีข้อมูลทางด้านระบาดวิทยาและชีววิทยาของโรคและพาหะของโรคเพิ่มเติม

นอกจากความเสี่ยงทางตรงแล้วเป้าหมายด้านการสาธารณสุขยังมีความเสี่ยงโดยทางอ้อมจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศผ่านการอพยพย้ายถิ่นเนื่องมาจากความรุนแรงและภัยพิบัติจากภูมิอากาศทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ เช่นเดียวกับเป้าหมายการพัฒนาทางสังคมที่กล่าวมาแล้ว โดยคนสามารถเป็นพาหะของโรคและปัญหาทางสุขอนามัย เช่น การเกิดโรคอุบัติใหม่อุบัติซ้ำต่างๆ ดังเช่นกรณีของมาลาเรียและโรคเท้าช้างที่เกิดขึ้นใน 30 จังหวัดตามแนวชายแดนกับประเทศเพื่อนบ้านในอัตราที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศแสดงให้เห็นว่าขีดความสามารถในการรับมือต่อการแพร่ของโรคที่อาจจะมีคนเป็นพาหะ รวมทั้งการให้บริการด้านสุขอนามัยต่อกลุ่มประชากรอพยพนอกระบบยังน่าที่จะยังไม่เพียงพอต่อขนาดของปัญหาแม้แต่ในปัจจุบัน ดังนั้นถ้าไม่มีการปรับปรุงอย่างเป็นรูปธรรมปัญหาด้านสุขอนามัยทั้งในกรณีของโรคติดต่อและไม่ติดต่อโดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มผู้อพยพและประชากรนอกระบบน่าจะรุนแรงขึ้นเนื่องมาจากภูมิอากาศในอนาคต

เป้าหมายของการพัฒนาที่น่าจะมีความเสี่ยงทางตรงสูงที่สุดต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตน่าจะเป็นเป้าหมายที่ 7 การรักษาและจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ซึ่งจะเห็นได้ว่าแม้แต่การประเมินโดยสำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เมื่อปี พ.ศ. 2546 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ที่ยังไม่ได้คำนึงถึงภูมิอากาศก็ตาม แต่ก็เป็นเป้าหมายเดียวที่ สศช คาดหวังโดยใช้เพียงคำว่า “มีโอกาสบรรลุ” ซึ่งเป็นเกณฑ์การคาดหวังที่ต่ำที่สุดในบรรดาเป้าหมายทั้ง 7 นี้ เนื่องจากมีปัจจัยอื่นๆ อีกมากทั้งทางกายภาพ เศรษฐกิจและสังคมที่จะส่งผลให้การรักษาและจัดการสิ่งแวดล้อมมีความซับซ้อนและไม่สามารถดำเนินการได้โดยง่าย ดังนั้นเมื่อประกอบกับการเปลี่ยนแปลงและความไม่แน่นอนของภูมิอากาศในอนาคตแล้วจึงยิ่งทำให้ทั้งความเสี่ยงและความเปราะบางที่เป้าหมายนี้อาจจะไม่สามารถบรรลุยิ่งเพิ่มสูงขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงเป้าหมายย่อยแต่ละตัวของเป้าหมายหลักที่ 7 พบว่าตัวชี้วัดสำคัญของเป้าหมายย่อยที่ 7.1 สองในสามตัวชี้วัดคือป่าไม้และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน น่าจะเกี่ยวข้องและอ่อนไหวโดยตรงต่อภูมิอากาศ โดยในด้านป่าไม้นั้นซึ่งป่าชายเลนจะเป็นป่ากลุ่มที่อาจจะได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเร็วที่สุด โดยเฉพาะจากการเพิ่มขึ้นของระดับทะเลสัมพัทธ์ ประกอบกับป่าชายเลนส่วนใหญ่ของประเทศไม่เหลือพื้นที่สำหรับถอยร่นหลังแนวป่าอีกด้วย จึงทำให้ป่าชายเลนมีความเสี่ยงสูงที่จะมีพื้นที่ลดลงมากกว่าป่าประเภทอื่นซึ่งส่วนใหญ่พื้นที่จะถูกกำหนดด้วยไม้ยืนต้นหลักขนาดใหญ่ซึ่งมักจะอ่อนไหวกับภูมิอากาศโดยตรงน้อยกว่า แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มของพืชอื่นๆ ตลอดจนสัตว์และกลุ่มจุลชีพต่างๆ ที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศอาจจะมีความอ่อนไหวต่อปัจจัยทางภูมิอากาศมากกว่าไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของป่า ดังนั้นถึงแม้ว่าพื้นที่ป่าในเชิงปริมาณอาจจะไม่ได้รับผลกระทบจากภูมิอากาศแต่ความหลากหลายทางชีวภาพของระบบป่าอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งอาจจะส่งผลต่อผลผลิตและบทบาทด้านบริการเชิงนิเวศ (ecosystem goods and services) ของป่าเหล่านั้นได้ อย่างไรก็ตามการดำเนินการตามอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเพื่อเพิ่มการดูดซับก๊าซเรือนกระจกก็อาจจะเป็นช่องทางที่เสริมให้มีการเพิ่มพื้นที่ป่าได้ซึ่งอาจจะเป็นผลเชิงบวกทางอ้อมจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

นอกจากดัชนีด้านป่าไม้แล้ว ดัชนีด้านการพัฒนาที่ยั่งยืนอีกตัวหนึ่งก็คือการใช้พลังงานก็มีความเสี่ยงที่จะมีอัตราเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของภูมิอากาศและระดับทะเลในอนาคตอาจจะเป็นกระบวนการที่ต้องใช้พลังงาน เช่นการสูบน้ำ การปรับอากาศ การก่อสร้างขนาดใหญ่และการขนส่งต่างๆ ดังนั้นการใช้พลังงานโดยรวมในส่วนนี้จึงน่าที่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และถึงแม้ว่าการดำเนินการตามอนุสัญญาฯ อาจจะมีส่วนช่วยให้สัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนสูงขึ้นด้วยก็ตามแต่ยังไม่ชัดเจนว่าการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานหมุนเวียนจะสามารถชดเชยการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยรวมได้สักเท่าใด

สำหรับในเป้าหมายย่อยที่ 7.2 และ 7.3 ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตั้งถิ่นฐานและชุมชนที่สำคัญคือการเข้าถึงสุขอนามัยที่ดีและมีความมั่นคงด้านที่อยู่อาศัยนั้นล้วนแต่มีความเสี่ยงต่อภูมิอากาศ เนื่องจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปาโดยเฉพาะพื้นที่ใกล้ชายฝั่งทะเลของประเทศจำนวนไม่น้อยยังใช้แหล่งน้ำผิวดินหรือชั้นน้ำตื้น ซึ่งเสี่ยงต่อการรุกเข้ามาของน้ำทะเล ในขณะที่ในพื้นที่ตอนในของลุ่มน้ำอาจจะมีการชะล้างหน้าดินมากขึ้นในช่วงที่ฝนมีความรุนแรงมากขึ้น ทำให้มีตะกอนแขวนลอยในน้ำซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการบำบัดและทำให้แหล่งกับเก็บน้ำดิบตื้นเขินเร็วขึ้นด้วย

พื้นที่อยู่อาศัยและตั้งบ้านเรือนตามแนวชายฝั่งทะเลโดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งที่มีความลาดชันน้อยและพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมโดยตรงน่าจะมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียที่ดินทั้งจากการเอ่อท่วมและการกัดเซาะชายฝั่งเนื่องจากจากระดับน้ำทะเลสัมพัทธ์และมรสุมที่รุนแรงมากขึ้น จึงเป็นความจำเป็นที่จะต้องมีทั้งมาตรการทางวิศวกรรมและนวัตกรรมเชิงเศรษฐกิจสังคม เช่นด้านการเงิน การย้ายถิ่นฐาน ฯลฯ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือกับปัญหาภูมิอากาศในอนาคต

- **ผลของภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงบทบาทของประเทศไทยในระดับนานาชาติ**

ความร่วมมือระดับนานาชาติที่อยู่บนฐานของทรัพยากรที่อ่อนไหวต่อภูมิอากาศ เช่น ทรัพยากรน้ำ จะมีความเสี่ยงต่อการที่เป้าหมายของความร่วมมืออาจจะไม่บรรลุ ตัวอย่างเช่นคณะกรรมาธิการลุ่มแม่น้ำโขง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศประกอบกับประเด็นการพัฒนาภายในแต่ละประเทศอาจจะบีบให้ประเทศสมาชิกต้องคำนึงถึงการแก้ปัญหาภายในก่อนความร่วมมือระหว่างประเทศ ซึ่งประเทศไทยในฐานะของประเทศที่ป้อนน้ำลงสู่แม่น้ำโขงมากเป็นอันดับที่สองรองจากสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวก็คงจะต้องหาจุดพอดีระหว่างการใช้น้ำเพื่อสนับสนุนความมั่นคงทางเศรษฐกิจสังคมภายในประเทศโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กับการปล่อยน้ำลงไปในลำน้ำสากลเพื่อเอื้อประโยชน์ทางเศรษกิจและระบบนิเวศของประเทศที่อยู่ปลายน้ำ

นอกจากแม่น้ำโขงแล้ว ยังมีลำน้ำและลุ่มน้ำระหว่างประเทศที่ประเทศไทยแบ่งปันกับประเทศเพื่อนบ้าน เช่น แม่น้ำสาละวิน แม่น้ำกระบุรี แม่น้ำโกลก ซึ่งผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยเฉพาะในประเด็นที่คาบเกี่ยวหรือข้ามพรมแดนระหว่างประเทศของลุ่มน้ำเหล่านี้ยังไม่มีความชัดเจนในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามนโยบายและปฏิบัติการใดๆ ในด้านของน้ำในลุ่มน้ำที่เกี่ยวข้องกับประเทศเพื่อนบ้านเหล่านี้ควรจะต้องมีความโปร่งใส มีเหตุมีผลที่รอบด้าน เพื่อให้ประเทศต่างๆ มีความเชื่อมั่นและยินดีร่วมมือกันเพื่อแก้ปัญหาในระดับภูมิภาคต่อไป

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศยังอาจจะนำไปสู่การปรับเปลี่ยนหรือย้านฐานการผลิตและการบริการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องไปยังพื้นที่ที่ภูมิอากาศมีความเหมาะสมมากกว่าทั้งที่อยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และภูมิภาคอื่นๆ ของโลก ซึ่งการที่ประเทศไทยจะยังคงรักษาการเป็นผู้นำหรือผู้ค้ารายใหญ่ในตลาดสินค้าเกษตร เช่น ข้าว มันสำปะหลัง น้ำตาลและยางพารา และการบริการเช่นการท่องเที่ยว เอาไว้ได้นั้นจำเป็นจะต้องมีการปรับกลยุทธ์และภาพลักษณ์จากการเป็นผู้ผลิตจากฐานภายในประเทศแต่เพียงอย่างเดียวไปเป็นพันธมิตรร่วมลงทุนและสนับสนุนเทคโนโลยีด้านการผลิตและการแปรรูปโดยตรงให้แก่ประเทศที่เป็นฐานการผลิตเหล่านั้น เพื่อลดการถูกกินเปล่าจากการพึ่งพาทุนและเทคโนโลยีจากประเทศที่ 3 (third party) ดังนั้นในการนี้ประเทศไทยจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีระบบและโครงสร้างเชิงองค์กรที่มีประสิทธิภาพเพื่อสนับสนุนการลงทุนในต่างประเทศรวมทั้งการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการร่วมลงทุนต่างๆ ในต่างประเทศอีกด้วย

อย่างไรก็ตามก็ต้องควรระวังไม่ให้การขยายฐานการลงทุนและการผลิตไปในต่างประเทศนั้นนำไปสู่การแข่งขันและความขัดแย้งกับประเทศอื่นๆ ด้วยเช่นกัน เนื่องจากประเทศที่มีฐานทางเศรษฐกิจและทรัพยากรใกล้เคียงกับประเทศไทย เช่น จีนและเวียดนามเป็นต้น ก็ล้วนแต่กำลังเตรียมการด้านการโยกย้ายฐานการผลิตในทำนองเดียวกันและในบางส่วนก็มีความคืบหน้าไปมากกว่าประเทศไทยแล้ว ตัวอย่างเช่นการลงทุนด้านการเกษตรของจีนและเวียดนามในประเทศลาวและพม่าเป็นต้น ดังนั้นจึงควรสนับสนุนให้เกิด dialogue ระหว่างประเทศด้านการแลกเปลี่ยนและโยกย้ายฐานการผลิตต่างๆ เพื่อกลไกหนึ่งในการป้องกันหรือสลายปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้เป็นการล่วงหน้า

ประเด็นทางสังคมที่สำคัญในระดับภูมิภาคที่เกี่ยวเนื่องกับภูมิอากาศได้แก่การอพยพย้ายถิ่นทั้งแบบชั่วคราวและถาวร ซึ่งการแก้ไขหรือรับมือกับปัญหาที่ปลายทางแต่เพียงด้านเดียว เช่นการจัดระบบรัฐสวัสดิการต่างๆ เพื่อรองรับนั้นคงจะไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงควรที่จะมีกระบวนการเพื่อป้องกันหรือแก้ไขปัญหาที่ต้นทางควบคู่กันไปด้วย อาทิเช่นการให้การสนับสนุนด้านการเตือนภัยแก่พื้นที่เสี่ยงต่อความแปรปรวนและลักษณะอากาศที่รุนแรง การให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนประเทศในภูมิภาคในการลดความอ่อนไหว การกระจายความเสี่ยงและการรับมือต่อปัญหาภัยพิบัติต่างๆ ซึ่งนอกจากจะเป็นการแก้ไขปัญหาที่ยั่งยืนและยังเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีของประเทศและเป็นการสื่อถึงความตั้งใจจริงที่จะร่วมเป็นพันธมิตรกับทุกประเทศในภูมิภาคเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

ประเด็นสุดท้ายของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับบทบาทของประเทศไทยในระดับนานาชาติและภูมิภาคคือการเป็นสมาชิกที่เข้มแข็งของกลุ่มความร่วมมือทั้งระดับภูมิภาคและระดับพหุภูมิภาคเพื่อรับมือและลดความเสี่ยงความเปราะบางต่อภูมิอากาศกลุ่ม ซึ่งไม่เพียงแต่สนับสนุนข้อมูลและจุดยืนในการเจรจาต่อรองระดับนานาชาติเท่านั้น แต่ควรจะรวมถึงการสนับสนุนด้านวิชาการ ความรู้ บุคคลากร งบประมาณและทรัพยากรพื้นฐานให้แก่กลุ่มต่างๆ ที่ประเทศเป็นสมาชิกตามความจำเป็นเพื่อให้เกิดกระบวนการปรับตัวร่วมกัน (collective adaptation) ที่เป็นรูปธรรมอย่างแท้จริงซึ่งจะเป็นการลดความซ้ำซ้อนด้านการลงทุนต่างๆ และยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการรับมือต่อภูมิอากาศอีกด้วย

สำนักงานประสานการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
60/1 ซอยพิบูลวัฒนา 7 ถนนพระรามที่ 6 แขวงสามเสนใน
เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์/โทรสาร 0 2265 6690, 0 2265 6692