



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การจัดทำรายงานสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้
ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 2
(ด้านความเสี่ยงและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ)”

**Thailand's Second Assessment Report on Climate Change
(Risk and Climate Change Adaptation)**

โดย ศุภกร ชินวรรณโณ และคณะ



กรกฎาคม 2559

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การจัดทำรายงานสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 2 (ด้านความเสี่ยงและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ)”

Thailand’s Second Assessment Report on Climate Change (Risk and Climate Change Adaptation)

คณะผู้วิจัย

สังกัด

1. นายศุภกร ชินวรรณโณ	SEA START RC จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผ.ศ.ดร.วิจิตรบุษบา มารมย์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
3. ร.ศ.ดร.ณัชชัญญ์ ติกุล	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
4. ผ.ศ.ดร.วนรัตน์ กรอิสราณกุล	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
5. ดร.พงษ์ศักดิ์ สุทธินนท์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. ดร.ไพยม สราภิรมย์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
7. ดร.พนมศักดิ์ พรหมบุรณย์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
8. ดร.กรรณิการ์ ธรรมพานิชวงค์	สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาแห่งประเทศไทย

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนำ

แม้ว่าจะมีความพยายามในระดับนานาชาติที่จะลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและได้มีการจัดตั้งกลไกและข้อตกลงระหว่างประเทศร่วมกันหลายประการเพื่อที่จะนำไปสู่การควบคุมการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในระดับที่พอจะเป็นที่ยอมรับกันได้ก็ตาม แต่ภาวะโลกร้อนก็ยังมีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงมากขึ้นจากการที่นานาชาติยังไม่สามารถดำเนินการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้อย่างจริงจัง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งที่ไม่น่าจะหลีกเลี่ยงได้ การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตซึ่งอาจผิดแผกแตกต่างไปจากสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นและพบเห็นในปัจจุบันนี้นำมาซึ่งผลกระทบและผลสืบเนื่องที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อภาคส่วนต่างๆ ที่สังคมไทยจะต้องเตรียมตัวให้สามารถรับมือกับสถานการณ์ในอนาคตได้อย่างเหมาะสมหรือมีขีดความสามารถในการบริหารจัดการกับความเสี่ยงได้มากขึ้น โดยจะต้องคิดถึงการปรับวิถีชีวิต ปรับยุทธศาสตร์ประเทศ ชุมชน และธุรกิจ ให้สอดคล้องกับทิศทางการเปลี่ยนแปลงในอนาคตที่อาจเกิดขึ้น

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้น มีความหมายที่กว้างไกลกว่าการหาแนวทางแก้ปัญหาอนาคตจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แต่การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นมีหลากหลายมิติและหลายแง่มุม การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นเรื่องของการคิดในเชิงยุทธศาสตร์โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างความเข้มแข็ง (resilience) ให้กับภาคส่วนและชุมชนต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตในบริบทของเศรษฐกิจและสังคมที่หลากหลาย หรืออาจจะพิจารณาในเชิงของการปรับทิศทางของยุทธศาสตร์การพัฒนาในปัจจุบันให้สอดคล้องเหมาะสมกับทิศทางการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต เพื่อให้แน่ใจว่าผลของการดำเนินการจะไม่นำสังคมไปสู่ปัญหาใหม่ภายใต้สภาพการณ์ที่ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต หรือเป็นการวางแผนการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์เพื่อให้ยุทธศาสตร์นั้นทนทานและยั่งยืน (robust) ต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคตและยังคงบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ หรือ อาจหมายถึงการจัดตั้งกลไกในการกระจายความเสี่ยงข้ามภาคส่วน ข้ามพื้นที่ และข้ามช่วงเวลา หรืออาจหมายถึงการปรับทิศทางเศรษฐกิจ โครงสร้างสังคม หรือวิถีชีวิตชุมชน เป็นต้น

นอกจากนั้น การวางแผนและยุทธศาสตร์เพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้น อาจเป็นการวางแผนในขอบเขตและขนาด (scale) ที่แตกต่างกัน โดยอาจพิจารณาถึงการปรับตัวของภาคส่วนต่างๆ เช่น การเกษตร การท่องเที่ยว การจัดการทรัพยากรน้ำ เป็นต้น หรือเป็นการมองถึงการปรับตัวในระดับประเทศ หรือ กลุ่มน้ำ หรือ จังหวัด หรือ ชุมชน ซึ่งความหลากหลายเหล่านี้มีบริบทของการวางแผนการปรับตัวที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังต้องคำนึงด้วยว่า การปรับตัวนั้นเป็นเรื่องเฉพาะที่และเฉพาะกาล แนวคิดหนึ่งๆ ในวันนี้อาจจะไม่เหมาะสมเมื่อวันเวลาผ่านไป เพราะบริบทของพื้นที่และภาคส่วนอาจเปลี่ยนไปตามพลวัตของสภาพเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้น จึงอาจต้องพิจารณาถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในแง่ที่เป็นกระบวนการวางแผนอย่างต่อเนื่อง

การที่การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นเป็นเรื่องที่มีความเฉพาะเจาะจงขึ้นอยู่กับบริบทที่เฉพาะของพื้นที่ อีกทั้งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งพลวัตทางเศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่จะทำให้รูปแบบความเสี่ยงเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ทำให้เกิดความต้องการความรู้และความเข้าใจต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ต่อเนื่อง ประเด็นนี้นำมาซึ่งความหมายขององค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ได้สังเคราะห์ขึ้นในรายงานนี้ ซึ่งมีใช้การรวบรวมข้อมูลข้อควรดำเนินการในแต่ละภาคส่วนหรือพื้นที่เพื่อตอบสนองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งนอกจากจะมีการศึกษาที่จำกัดแล้ว ข้อมูลเหล่านั้นยังอาจไม่สามารถใช้ดำเนินการได้จริงเนื่องจากข้อจำกัดของบริบทที่เฉพาะของพื้นที่และการเปลี่ยนแปลงที่อาจเปลี่ยนไปตามกาลเวลาจากพลวัตด้านเศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่นั้นๆ แต่รายงานนี้เน้นการนำเสนอถึงองค์ความรู้ด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง

ภูมิอากาศ โดยนำเสนอกรอบแนวคิดที่ว่าด้วยการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในแง่มุมต่างๆ ที่จะช่วยนำไปสู่การวางแผนในภาคส่วนต่างๆ ตลอดจนขอบเขตและขนาด (scale) ที่แตกต่างกันและสังเคราะห์องค์ความรู้ในแง่ที่เป็นความเข้าใจถึงแนวคิดในการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและวิธีการประยุกต์ใช้แนวคิดเหล่านั้นในการศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยจนเกิดเป็นข้อสรุปในบริบทที่หลากหลาย อันมีเป้าหมายที่จะสร้างความมั่นคงยั่งยืน (resilience & robustness) ให้กับภาคส่วน และ/หรือ สังคม ต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคตระยะยาว

รายงานนี้เป็นการสังเคราะห์องค์ความรู้จากงานการศึกษาที่เกิดขึ้นในประเทศไทยเท่าที่สามารถสืบค้นได้ และคัดเลือกเฉพาะการศึกษาที่จับประเด็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตเท่านั้น ประเด็นหลักที่ได้นำเสนอในรายงานนี้ประกอบด้วย พัฒนาการของกรอบและแนวคิดด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในวงการวิชาการระดับสากล โดยชี้ให้เห็นถึงการกำหนดกรอบแนวคิดด้านการปรับตัวซึ่งยังเป็นประเด็นที่มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง และสังเคราะห์องค์ความรู้ด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของภาคส่วนสำคัญซึ่งเป็นประเด็นที่มีการศึกษามากพอสมควรในระยะที่ผ่านมา คือ การปรับตัวของการตั้งถิ่นฐาน โดยจับประเด็นด้านการตั้งถิ่นฐานที่มั่นคงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต และแสดงให้เห็นถึงตัวอย่างการประยุกต์แนวคิดด้านการสร้างความมั่นคงในระยะยาวในบริบทของมหานคร เมืองขนาดเล็ก และ ชุมชน-ครัวเรือน การปรับตัวในภาคส่วนทรัพยากรน้ำ โดยนำเสนอแนวคิดด้านการจัดการทรัพยากรน้ำที่ยั่งยืนในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การปรับตัวในภาคการเกษตรที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต และนำเสนอแนวคิดและแนวทางในการขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศให้สามารถเกิดขึ้นได้เป็นรูปธรรมในประเทศไทย ซึ่งจะต้องอาศัยแนวคิดใหม่ๆ และการปรับกระบวนการคิดในการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยเฉพาะแนวคิดด้านการรวบรวมการปรับตัวเข้ากับการวางแผนของหน่วยงานในปัจจุบัน การสร้างความตระหนักด้านความเสี่ยงที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตที่เป็นรูปธรรมและสามารถเข้าใจได้ถึงเชื่อมโยงที่มีต่อวิถีชีวิตในปัจจุบัน และกรอบแนวคิดด้านการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์อนาคตที่มีความไม่แน่นอน

คณะผู้เขียนหวังว่าองค์ความรู้ดังกล่าวนี้จะสามารถชี้แนะและช่วยพัฒนากรอบความคิดในด้านการศึกษากการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะต่อไป อีกทั้งสามารถสนับสนุนการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เหมาะสมได้บ้างในอนาคต

ศุภกร ชินวรรณ และคณะ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	i
สารบัญ	iii
สารบัญตาราง	vi
สารบัญตารางท้ายบท	viii
สารบัญรูป	ix
บทที่ 1 แนวคิดในการศึกษาเรื่องการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและ การศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย	1-1
1.1 การศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย	1-8
1.1.1 การเกษตรกรรม	1-29
1.1.2 ทรัพยากรน้ำ	1-57
1.1.3 ระบบนิเวศและชีวกายภาพ	1-67
1.1.4 ด้านการตั้งถิ่นฐาน ชุมชน ผังเมือง และระบบโครงสร้างพื้นฐาน	1-78
1.1.5 ภัยพิบัติธรรมชาติ (ดินถล่ม)	1-89
1.1.6 สุขภาพอนามัย	1-90
1.1.7 การท่องเที่ยว	1-93
1.1.8 ภาครัฐกิจอุตสาหกรรม	1-95
1.2 การศึกษาเพื่อออกแบบและพัฒนาแบบกรอบแนวคิดและวิธีการศึกษาและประเมินความ เสี่ยงของพื้นที่และภาคส่วนต่างๆ	1-97
1.3 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเชิงพื้นที่แบบองค์รวม	1-100
1.4 การประเมินช่องว่างกลไกเชิงสถาบันเพื่อรวบรวมการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ	1-103
1.5 สรุป	1-103
1.6 เอกสารอ้างอิง	1-104
บทที่ 2 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของการตั้งถิ่นฐานที่มั่นคง ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	2-1
2.1 การเสริมสร้างเมืองให้มีความมั่นคง (urban resilience) และทนทาน (robustness) ต่อการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	2-2
2.2 แรงขับเคลื่อนและความท้าทายที่ก่อให้เกิดความจำเป็นของการปรับตัวของการตั้งถิ่นฐานและ เมือง	2-4
2.2.1 การตั้งถิ่นฐานและภาวะกดดันจากภูมิอากาศ	2-4
2.2.2 กรอบความคิดแบบองค์รวมเพื่อรับมือกับความเสี่ยงต่อการตั้งถิ่นฐานอัน เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงรอบด้าน	2-8

	หน้า
2.2.3 แนวคิดที่หลากหลายของการปรับตัวในบริบทของการตั้งถิ่นฐาน	2-10
2.3 การปรับตัวในบริบทของมหานคร: กรณีศึกษา กรุงเทพมหานครและปริมณฑล	2-13
2.3.1 ความเสี่ยงของกรุงเทพมหานครต่อสภาพน้ำท่วมและแนวโน้มความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต	2-15
2.3.2 แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภาวะน้ำท่วมในอนาคตจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ: กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร	2-22
2.4 การปรับตัวในบริบทของเมืองขนาดเล็ก: กรณีศึกษา เขตผังเมืองรวมพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี	2-26
2.4.1 ความเสี่ยงของเขตผังเมืองรวมพุนพินต่อสภาพน้ำท่วมและแนวโน้มความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต	2-29
2.4.2 แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภาวะน้ำท่วมในอนาคตจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ: กรณีศึกษาเขตผังเมืองรวมพุนพิน	2-36
2.5 การปรับตัวในบริบทของชุมชนและครัวเรือน: กรณีศึกษา ชุมชนผู้มีรายได้น้อยจังหวัดเชียงใหม่	2-41
2.5.1 ความเสี่ยงของชุมชนผู้มีรายได้น้อยกับปัญหาน้ำท่วมและแนวโน้มความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	2-46
2.5.2 แนวทางการปรับตัวของชุมชนผู้มีรายได้น้อยต่อการเปลี่ยนแปลงภาวะน้ำท่วมในอนาคต: กรณีศึกษาชุมชนผู้มีรายได้น้อยในจังหวัดเชียงใหม่	2-50
2.6 สรุป	2-56
2.7 เอกสารอ้างอิง	2-58
บทที่ 3 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของการจัดการน้ำที่ยั่งยืน	3-1
3.1 แรงขับเคลื่อนและความท้าทายที่ก่อให้เกิดความจำเป็นของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการจัดการทรัพยากรน้ำ	3-2
3.2 แนวคิดด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการจัดการทรัพยากรน้ำ	3-20
3.3 แนวคิดและแนวทางในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของการจัดการทรัพยากรน้ำในประเทศไทย	3-23
3.4 สรุป	3-42
3.5 เอกสารอ้างอิง	3-44
บทที่ 4 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของระบบเกษตรที่มั่นคงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	4-1
4.1 แรงขับเคลื่อนและความท้าทายที่ก่อให้เกิดความจำเป็นของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคส่วนการเกษตร	4-2
4.1.1 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับแนวโน้มผลผลิตการเกษตรในอนาคต	4-4
4.1.2 การเปลี่ยนแปลงของความถี่และความรุนแรงของภาวะอากาศรุนแรงต่อผลผลิตการเกษตร	4-5
4.1.3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับทรัพยากรการผลิตทางการเกษตร	4-6

	หน้า
4.2 แนวคิดด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคการเกษตร	4-13
4.3 แนวคิดและแนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคการเกษตรในประเทศไทย	4-14
4.3.1 การปรับตัวต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยในอนาคต	4-14
4.3.2 การปรับตัวต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภาวะอากาศรุนแรงซึ่งอาจทวีความรุนแรงหรือเพิ่มความถี่มากขึ้นในอนาคต	4-26
4.3.3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับทรัพยากรการผลิตทางการเกษตร	4-28
4.4 สรุป	4-32
4.5 เอกสารอ้างอิง	4-35
บทที่ 5 การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย	5-1
5.1 การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชาติ	5-2
5.1.1 การรวบรวมประเด็นการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเข้ากับแผนงานต่างๆ	5-6
5.1.2 สรุปและข้อเสนอแนะ	5-23
5.2 การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชุมชน	5-23
5.2.1 การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชุมชน	5-24
5.2.2 ขีดความสามารถของชุมชนในการรับมือกับผลกระทบและความเสี่ยงจากสภาพอากาศและภัยธรรมชาติ	5-26
5.2.3 ปัญหาภาวะชุมชนขาดขีดความสามารถในการรับมือกับผลกระทบของสภาพอากาศ	5-27
5.2.4 การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชุมชนโดยการสร้างขีดความสามารถของชุมชนเพื่อรับมือกับความเสียหายจากสภาพอากาศในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	5-30
5.2.5 สรุปและข้อเสนอแนะ: ข้อเสนอเชิงยุทธศาสตร์ต่อการขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชุมชน	5-37
5.3 กรอบการวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจต่อการดำเนินการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	5-40
5.3.1 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน	5-42
5.3.2 กรณีศึกษาการปรับตัวของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	5-47
5.4 สรุปและข้อเสนอแนะ	5-50
5.6 เอกสารอ้างอิง	5-51
บทส่งท้าย	6-1

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	การศึกษาด้านผลกระทบ ความเสี่ยงและภาวะเปราะบาง และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	1-9
1.2	การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและความเปราะบางของคลัสเตอร์ทางการท่องเที่ยว	1-95
2.1	แสดงตัวอย่างของผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทั้งในปัจจุบันและอนาคตอันจะมีต่ออุตสาหกรรม การตั้งถิ่นฐานและสังคม และการมีปฏิสัมพันธ์กับมิติอื่นๆ	2-4
2.2	แสดงกรณีศึกษาการรับมือของชุมชนเมืองในบริบทต่างๆ ต่อความเสี่ยงจากน้ำท่วม	2-11
2.3	ตารางแสดงปริมาณฝนตกหนัก (ฝนตกสะสม 3 วัน) ที่มีรอบการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี 10 ปี 20 ปี และ 50 ปี ของกรุงเทพมหานคร	2-17
2.4	แสดงความมั่นคงทางสังคมของแต่ละโซนจากสถานการณ์ในอนาคตทั้ง 3 ในอีก 50 ปีข้างหน้า	2-21
2.5	ตารางแสดงปริมาณฝนตกหนัก (ฝนตกสะสม 3 วัน) ที่มีรอบการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี 10 ปี 20 ปี และ 50 ปี ของลุ่มน้ำตาปี	2-35
2.6	ตารางแสดงปริมาณฝนตกหนัก (ฝนตกสะสม 3 วัน) ที่มีรอบการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี 10 ปี 20 ปี และ 50 ปี ของอำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่	2-50
3.1	ผลการตรวจวัดของผลกระทบด้านทรัพยากรน้ำจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	3-2
3.2	สรุปผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อวัฏจักรของน้ำ	3-4
3.3	ศักยภาพทรัพยากรน้ำในประเทศไทย	3-5
3.4	ความต้องการใช้น้ำในประเทศไทย	3-5
3.5	สรุปสภาพปัญหาทรัพยากรน้ำ	3-7
3.6	ประเด็นสถานการณ์ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และทิศทางการจัดการน้ำของประเทศไทย	3-15
3.7	ตัวอย่างเมทริกแสดงความกังวลของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	3-20
3.8	ตัวอย่างการปรับตัวจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	3-22
3.9	ทางเลือกในการปรับตัว	3-23
3.10	ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (cc) ต่อกลยุทธ์และเป้าหมายในแต่ละยุทธศาสตร์	3-25
3.11	มาตรการด้านอุปทานและอุปสงค์ด้านทรัพยากรน้ำ	3-32
3.12	ประเด็นและข้อเสนอแนะภาคทรัพยากรน้ำ: การจัดการน้ำ อุตภัย และภัยแล้ง	3-42
4.1	พื้นที่เพาะปลูกข้าวที่เสียหายอันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติ ตั้งแต่ปี 2548-2551	4-5
4.2	พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่เสียหายอันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติ ตั้งแต่ปี 2548-2551	4-6
4.3	ปริมาณน้ำในเขื่อน และอ่างเก็บน้ำต่างๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2556-2559 (ข้อมูล ณ วันที่ 24 มีนาคม 2559)	4-7
4.4	สรุปการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (Food Bowl scenario)	4-18
4.5	สรุปการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทน (Green Energy scenario)	4-21

ตารางที่		หน้า
4.6	สรุปการเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในประเทศไทยตามแนวทางที่ดำเนินอยู่ในปัจจุบัน (Business as usual scenario)	4-23
4.7	สรุปการเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในประเทศไทยตามแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (Food bowl scenario)	4-24
4.8	สรุปการเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในประเทศไทยตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario)	4-24
5.1	สรุปงานเบื้องต้น ช่องว่าง และอุปสรรคต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในแต่ละภาคส่วนที่สำคัญ	5-9
5.2	สรุปความเชื่อมโยงระหว่างเป้าหมายการพัฒนาและความต้องการต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในแต่ละภาคส่วนที่สำคัญ	5-13
5.3	สรุปงานการประยุกต์ใช้แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในแต่ละภาคส่วนที่สำคัญ	5-16
5.4	สรุปงานการรายงาน การติดตาม และการทบทวนแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในแต่ละภาคส่วนที่สำคัญ	5-17
5.5	ประเด็นและข้อเสนอแนะภาคทรัพยากรน้ำ: การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง	5-18
5.6	โครงการที่มีความสำคัญเร่งด่วนภายใต้กรอบการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติภาคทรัพยากรน้ำ	5-19
5.7	ลำดับความสำคัญของโครงการภายใต้กรอบการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติภาคเกษตร	5-21

สารบัญตารางท้ายบท

ตารางบทที่		หน้า
1	งานวิจัย เอกสาร บทความ ที่ไม่เข้าตามหลักเกณฑ์สำหรับการทบทวนความรู้และความเข้าใจ เรื่องการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในครั้งนี้	1-115

สารบัญรูป

	หน้า
1.1	กรอบแนวคิดด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 1-5
1.2	กรอบแนวคิดด้านการวางแผนการปรับตัวต่อภาวะอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภายใต้พลวัตของระบบเศรษฐกิจและสังคม 1-6
1.3	กรอบแนวคิดด้านการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของระบบเศรษฐกิจสังคม 1-7
1.4	การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวนาห่น้ำฝน/ข้าวนาปี ภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่างๆ ในอนาคต (ก) พ.ศ.2523-2532 (ข) พ.ศ.2573-2582 (ค) พ.ศ.2633-2642 1-32
1.5	การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวนาชลประทานฤดูแล้ง/ข้าวนาปรัง ภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่างๆ ในอนาคต (ก) พ.ศ.2523-2532 (ข) พ.ศ.2573-2582 (ค) พ.ศ.2633-2642 1-33
1.6	การเปลี่ยนแปลงผลผลิตอ้อยภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่างๆ ในอนาคต (ก) พ.ศ.2523-2532 (ข) พ.ศ.2573-2582 (ค) พ.ศ.2633-2642 1-33
1.7	การเปลี่ยนแปลงผลผลิตมันสำปะหลังภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่างๆ ในอนาคต (ก) พ.ศ.2523-2532 (ข) พ.ศ.2573-2582 (ค) พ.ศ.2633-2642 1-34
1.8	การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวโพดภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่างๆ ในอนาคต (ก) พ.ศ.2523-2532 (ข) พ.ศ.2573-2582 (ค) พ.ศ.2633-2642 1-34
1.9	ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงผลผลิตมันสำปะหลังในอนาคตตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (BAU) ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (ก) Baseline (ข) พ.ศ.2553-2573 (ค) พ.ศ.2583-2603 และ (ง) พ.ศ.2613-2633 1-36
1.10	ตัวอย่างพื้นที่ปลูกข้าวนาปีในเขตพื้นที่นาห่น้ำฝนในฤดูฝนตามแนวทางที่เน้นผลิตอาหาร (Food bowl scenario) และผลผลิตต่อไร่ (ก) Baseline (ข) พ.ศ.2553-2573 (ค) พ.ศ.2583-2603 และ (ง) พ.ศ.2613-2633 1-37
1.11	ตัวอย่างพื้นที่ปลูกอ้อยตามแนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario) และผลผลิตต่อไร่ (ก) Baseline (ข) พ.ศ.2553-2573 (ค) พ.ศ.2583-2603 (ง) พ.ศ.2613-2633 1-38
1.12	พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังตามแนวทางที่เน้นการผลิตแบบผสมผสาน (Mixed farming scenario) และผลผลิตต่อไร่ (ก) Baseline (ข) พ.ศ.2553-2573 (ค) พ.ศ.2583-2603 (ง) พ.ศ.2613-2633 1-40
1.13	พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตข้าวนาห่น้ำฝน/ข้าวนาปี จากผลกระทบของภูมิอากาศ 1-42
1.14	พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตข้าวชลประทาน/ข้าวนาปรัง จากผลกระทบ (ก) ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ.1980 (พ.ศ.2523) (ข) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ.2030 (พ.ศ.2573) (ค) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ.2090 (พ.ศ.2633)ของภูมิอากาศ 1-43
1.15	พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตอ้อยจากผลกระทบของภูมิอากาศ (ก) ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ.1980 (พ.ศ.2523) (ข) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ.2030 (พ.ศ.2573) (ค) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090 (พ.ศ.2633) 1-43
1.16	พื้นที่เสี่ยงของการผลิตมันสำปะหลังจากผลกระทบของภูมิอากาศ (ก) ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ.1980 (พ.ศ.2523) (ข) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ.2030 (พ.ศ.2573) (ค) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ.2090 (พ.ศ.2633) 1-44
1.17	พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตข้าวโพดจากผลกระทบของภูมิอากาศ (ก) ปัจจุบันช่วงทศวรรษ 1-45

	ค.ศ.1980 (พ.ศ.2523) (ข) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ.2030 (พ.ศ.2573) (ค) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ.2090 (พ.ศ.2633)	
1.18	การแพร่กระจายความเค็มเฉลี่ยรายเดือนของทะเลสาบสงขลาในปี พ.ศ.2576 (ค.ศ.2033) กรณี F0 เป็น baseline ของการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ระหว่างวันที่ 1 ม.ค.2572 – 31 ธ.ค. 2594	1-53
1.19	ผลจากแบบจำลองน้ำท่า (SWAT Model) ภายใต้สถานการณ์แบบ A2 (บน) และ B2 (ล่าง) (ก) ปริมาณน้ำท่ารายปี (ข) ปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูฝน (ค) ปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้ง	1-62
1.20	การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไม้ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในแต่ละช่วงปี (ก) ค.ศ.2030-2039 (พ.ศ.2573-2582) (ข) ค.ศ.2050-1059 (พ.ศ.2593-2602) และ (ค) ค.ศ.2080-2089 (พ.ศ.2623-2632)	1-68
1.21	ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบป่าในอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า	1-69
1.22	ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อทรัพยากรสัตว์ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า	1-69
1.23	ระดับความเสี่ยงของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	1-70
1.24	ตัวอย่างผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระดับของน้ำทะเลต่อการเสียดียภาพชายฝั่งบริเวณจังหวัดกระบี่	1-74
1.25	ตัวอย่างผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลและการปนเปื้อนของน้ำเค็มต่อน้ำจืดบริเวณชายฝั่งจังหวัดกระบี่	1-74
1.26	พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในกรณีต่างๆ	1-76
1.27	ระดับความเสี่ยงชายฝั่งเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล	1-77
1.28	ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่น้ำท่วมต่อการตั้งถิ่นฐานชุมชนในลุ่มน้ำสงครามตอนล่าง	1-79
1.29	ระดับชั้นความสูงของพื้นที่นาในปัจจุบันที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำทะเลหนุนท่วม	1-80
1.30	ความลึกระดับน้ำสูงสุดจากเหตุการณ์น้ำท่วมการคาดการณ์เปรียบเทียบ (ก) ช่วงระยะเวลาปัจจุบัน (C2008-T30) และ (ข) ช่วงอนาคต (C2050-LS-SR-A1FI-T30)	1-82
1.31	ผลกระทบจากน้ำท่วมต่อโครงสร้างพื้นฐานการขนส่งเปรียบเทียบกรณีศึกษา (ก) ช่วงระยะเวลาปัจจุบัน (C2008-T30) และ (ข) ช่วงอนาคต (C2050-LS-SR-SS-A1FI-T30)	1-83
1.32	ประมาณการค่าใช้จ่ายสำหรับ 'รายจ่ายที่เป็นต้นทุน' สำหรับการปรับตัวต่อผลกระทบจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นในช่วง 30 ปีข้างหน้ามีมูลค่าสะสมเท่ากับ 334,966 บาท	1-85
1.33	ตัวอย่างรูปแบบที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมคือ "บ้านชั้นเดียว ใต้ถุนสูง" เพื่อปล่อยให้ผ่านและสามารถใช้พื้นที่ใต้ถุนได้ในเวลาที่น้ำไม่ท่วม	1-87
1.34	(ก) แนวคิดปรับผังเมือง และ (ข) รูปแบบการใช้ที่ดินให้สอดคล้องกับภูมิอากาศอนาคต	1-88
1.35	ตัวอย่างแผนที่แสดงความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มจากข้อมูลคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนปีอนาคต (ก) SRES A2 และ (ข) B2	1-90
1.36	ระดับความเสี่ยงต่อการเกิด (ก) โรคมาลาเรีย และ (ข) โรคไข้เลือดออกในอนาคตในจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1-92
1.37	โครงสร้างกรอบวิเคราะห์ ESC Model สำหรับการวิเคราะห์ด้วยบริบทในปัจจุบัน	1-97
1.38	โครงสร้างกรอบวิเคราะห์ ESC Model สำหรับการวิเคราะห์ด้วยบริบทในอนาคต	1-98
1.39	ระดับความเสี่ยงจากภัยพิบัติทุกด้าน	1-99

	หน้า
1.40	กรอบการมองภาพองค์รวมของความเสี่ยงในอนาคตของระบบสังคม 1-101
1.41	การจัดการความเสี่ยงเชิงพื้นที่ซึ่งหวัตุต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอนาคต 1-102
2.1	ภาวะภัยหลักที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศและผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นในเมืองขนาดใหญ่ทั่วโลก 2-7
2.2	กรอบแสดงแนวคิดการสร้างเมืองให้มั่นคงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ใช้ประเมินความเสี่ยงของเมืองในอนาคต กรณีศึกษาจากงานวิจัย Coastal Cities at Risk (CCaR) 2-14
2.3	การเปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์; %) ปริมาณฝนรวมรายปี (มม.) ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา เปรียบเทียบ 2 ช่วงทศวรรษ (ก) ปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009) และ (ข) อนาคต (8.L.2050-2069) 2-16
2.4	การเปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์; %) ปริมาณฝนรายเดือนในลุ่มน้ำเจ้าพระยา 2-16
2.5	แสดงการหนุนของน้ำทะเลในอนาคต 50 ปีข้างหน้า 2-18
2.6	แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรุงเทพฯ และพื้นที่โดยรอบ ระหว่างปี พ.ศ.2544-2553 2-18
2.7	แสดงพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากและพื้นที่เมืองที่ขยายในช่วงปี พ.ศ.2549 ถึง พ.ศ.2554 2-19
2.8	แสดงแผนที่ดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI Map) 2-20
2.9	แสดงความสูงของคันกันน้ำเพื่อรับมือกับน้ำท่วมและการทรุดตัวของแผ่นดินในอีก 50 ปีข้างหน้า 2-22
2.10	การยกคันกันน้ำโดยอาศัยแนวเส้นรอนสิทธิใต้แนวเสาไฟฟ้าแรงสูงของงานวิจัย Coastal Cities at Risk 2-24
2.11	ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ที่ดินใต้แนวเสาไฟฟ้าแรงสูงเป็นสวนสาธารณะในต่างประเทศ (ก) Gravelly Industrial Park, Birmingham, UK และ (ข) Fairford Leys, Aylesbury. UK 2-24
2.12	แสดงแนวคิดการโอนสิทธิการพัฒนาเพื่อหาพื้นที่รองรับน้ำท่วมเพิ่มมากขึ้น 2-25
2.13	แผนที่แสดงเขตผังเมืองรวมพุนพิน 2-30
2.14	ผังเมืองรวมพุนพินประกาศบังคับใช้ปี 2545 2-31
2.15	ระดับความสูงน้ำท่วมและอาคารในเขตผังเมืองรวมพุนพินปี 2554 2-32
2.16	ผลกระทบระดับความสูงทางหลวงสาย 4153 ต่อทิศทางการไหลและการระบายน้ำ 2-33
2.17	ผลกระทบน้ำท่วมต่อการใช้ที่ดินในเขตผังเมืองรวมพุนพินปี 2554 2-34
2.18	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี (มม.) ในลุ่มแม่น้ำตาปี เปรียบเทียบ 2 ช่วงทศวรรษ (ก) ปัจจุบัน (ค.ศ.10990-2009) และ (ข) อนาคต (ค.ศ.2050-2069) 2-35
2.19	ที่ตั้ง เมืองใหม่-เมืองเก่า 2-37
2.20	ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Zoning ordinances) ที่เอื้อให้เมืองพุนพินรับมือกับภาวะน้ำท่วม 2-37
2.21	แนวทางการกำหนดพื้นที่ทางน้ำหลาก (Floodway) 2-38
2.22	แนวทางการกำหนดมาตรการด้านการออกแบบอาคารในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมสูง 2-39
2.23	แสดงแนวพลัดเวย์ในเขตผังเมืองรวมพุนพิน 2-40
2.24	ถมดินเพื่อสร้างบ้าน 2-43
2.25	การยกเสาสูง 2-43
2.26	ชุมชนลอยน้ำ floating 'condo community' 2-44
2.27	บ้านลอยน้ำ แบบ "lift floating" 2-44
2.28	กำแพงกันน้ำจากแผ่นสเมิร์ทบอร์ดขึ้นโครงด้วยเหล็กพับ 2-45

	หน้า
2.29	การปล่อยน้ำผ่าน 2-45
2.30	รูปแบบบ้านชั้นเดียวกับความสามารถในการดำรงชีวิต 2-47
2.31	รูปแบบบ้านใต้ถุนสูงกับความสามารถในการดำรงชีวิต 2-48
2.32	รูปแบบบ้านสองชั้นความสามารถในการดำรงชีวิต 2-48
2.33	ตัวอย่างบ้านในชุมชนสามัคคีพัฒนาที่ยกใต้ถุนสูง โครงสร้างแข็งแรง 2-49
2.34	ตัวอย่างบ้านในชุมชนบ้านสันกุ้ที่ถมพื้นสูงขึ้น 2-49
2.35	ผนังไม้ไผ่สาน 2-51
2.36	ผนังไม้อัด 2-51
2.37	ประตู-หน้าต่าง สามารถถอดประกอบได้ 2-52
2.38	การจัดเรียงเฟอร์นิเจอร์เป็นพื้นที่กั้นอยู่หลับนอนช่วงน้ำท่วม 2-52
2.39	การจัดเรียงเฟอร์นิเจอร์เป็นทางสัญจรในชุมชนขนาดเล็กช่วงน้ำท่วม 2-52
2.40	การเตรียมชั้นลอยไว้และนำมาประกอบเป็นพื้นที่ใช้สอยเมื่อน้ำท่วม 2-53
2.41	การเตรียมชั้นลอยไว้และนำมาประกอบเป็นทางสัญจรในชุมชนเมื่อน้ำท่วม 2-53
2.42	ตัวอย่างการเตรียมโครงสร้างคานพื้นแบบวางบนจตุรรองรับบนเสาไม้ 2-54
2.43	ตัวอย่างการเตรียมโครงสร้างคานพื้นแบบแขวนกับคานหลังคา 2-54
2.44	ตัวอย่างการเตรียมโครงสร้างทางสัญจรด้วยเสาคอนกรีต 2-55
3.1	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในรอบ 20 ปีในอนาคต (ค.ศ.2040-2059) เมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009) 3-11
3.2	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเมื่อเทียบปีที่มีฝนมากที่สุดไปถึงปีที่มีฝนน้อยที่สุดในรอบ 20 ปี (ค.ศ.2040-2059) เมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009) 3-12
3.3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในรอบ 20 ปีในอนาคต (ค.ศ.2050-2069) เมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009) 3-12
3.4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเมื่อเทียบปีที่มีฝนมากที่สุดไปถึงปีที่มีฝนน้อยที่สุดในรอบ 20 ปี (ค.ศ.2050-2069) เมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009) 3-12
3.5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในรอบ 20 ปีในอนาคต (ค.ศ.2060-2079) เมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009) 3-13
3.6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเมื่อเทียบปีที่มีฝนมากที่สุดไปถึงปีที่มีฝนน้อยที่สุดในรอบ 20 ปี (ค.ศ.2060-2079) เมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009) 3-13
3.7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยและปริมาณฝนสูงสุด-ต่ำสุดในรอบ 20 ปี ในอนาคตเมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009) 3-14
3.8	ผลการจำลองสถานการณ์อนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตามแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 A2 แสดงถึงการขยายตัวของพื้นที่น้ำบาดาลดินและการแพร่กระจายความเค็มในพื้นที่ห้วยขามเรียน จ.ขอนแก่น ในช่วงปี ค.ศ.2050 และ 2099 3-15
3.9	การวางแผนพัฒนาน้ำที่ทนทานและยั่งยืน 3-21
4.1	รูปแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต 4-3
4.2	พื้นที่แล้งซ้ำซาก น้ำท่วมซ้ำซากของประเทศไทย 4-5
4.3	ภาพการจำลองภูมิอากาศอนาคตตามภาพฉายที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากสำหรับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (Average maximum temperature) 4-9

	หน้า
(ก) ปีฐานปัจจุบันช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ข) ปีอนาคตช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	
(ค) ปีฐานปัจจุบันช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ง) ปีอนาคตช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	
4.4 ภาพการจำลองภูมิอากาศอนาคตตามภาพฉายที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากสำหรับการเปลี่ยนแปลงจำนวนวันที่มีอากาศร้อนในรอบปี (Number of hot days; $T \geq 35^{\circ}\text{C}$)	4-10
(ก) ปีฐานปัจจุบันช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ข) ปีอนาคตช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	
(ค) ปีฐานปัจจุบันช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ง) ปีอนาคตช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	
4.5 ภาพการจำลองภูมิอากาศอนาคตตามภาพฉายที่แสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในทิศทางที่ภูมิอากาศจะมีฝนน้อยลง สำหรับปริมาณฝนรวมเฉลี่ยในแต่ละช่วงฤดูมรสุม (Average rainfall)	4-11
(ก) ปีฐานปัจจุบันช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ข) ปีอนาคตช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	
(ค) ปีฐานปัจจุบันช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ง) ปีอนาคตช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	
4.6 การแพร่กระจายความเค็มเฉลี่ยรายเดือนของทะเลสาบสงขลาในปี พ.ศ.2593	4-12
4.7 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกตามภาพฉายอนาคตตามแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร และแนวทางที่เน้นผลิตพลังงานทดแทน	4-18
4.8 พื้นที่เพาะปลูกข้าวน้ำฝนในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (Food bowl scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว	4-18
4.9 พื้นที่เพาะปลูกข้าวนาชลประทานในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (Food bowl scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว	4-19
4.10 พื้นที่เพาะปลูกอ้อยในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (Food bowl scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว	4-19
4.11 พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (Food bowl scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว	4-20
4.12 พื้นที่เพาะปลูกข้าวน้ำฝนในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว	4-21
4.13 พื้นที่เพาะปลูกข้าวนาชลประทานในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว	4-22
4.14 พื้นที่เพาะปลูกอ้อยในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว	4-22
4.15 พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตพืช	4-23

		หน้า
	พลังงาน (Green energy scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว	
4.16	(ก) พื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย และ (ข) พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก (ที่มา: องค์การบริหารส่วนตำบลเหล่าอ้อย) (ค) แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในบริเวณลำน้ำป่าว	4-29
4.17	(ก) และ (ข) สภาพน้ำท่วมในพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย และ (ค) ระดับความสูงของน้ำท่วม	4-30
4.18	(ก) การทำนาปรังฤดูแล้ง และ (ข) สถานีสูบน้ำ (ค) คลองซอย และ (ง) ระบบส่งน้ำใต้ดินที่มี	4-30
4.19	อยู่ในปัจจุบันในตำบลเหล่าอ้อยซึ่งอาจมีข้อจำกัดภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ตัวอย่างผลการคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคตของพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่พื้นที่นี้จะมีปริมาณฝนมากขึ้น และมีอุณหภูมิสูงขึ้น อีกทั้งระยะเวลาที่มีอากาศร้อนยาวนานมากขึ้น	4-31
4.20	พื้นที่หนองน้ำที่สามารถพัฒนาขึ้นเป็นแหล่งกักเก็บน้ำข้ามฤดูซึ่งจะเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต	4-32
5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างภาคส่วน	5-7
5.2	ความเชื่อมโยงของหน่วยงานที่รับผิดชอบการวางแผนของภาคส่วนต่างๆ	5-7
5.3	กรอบการวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจต่อสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอน	5-41
5.4	กระบวนการดำเนินการซ้ำของชุดคำสั่งภายใต้วิธีการ Robust Decision making (RDM)	5-44
5.5	ผลการดำเนินการทางด้านการบริหารจัดการน้ำในเมืองของ IEUA ภายใต้สถานการณ์ในอนาคต	5-45
5.6	กรอบแนวคิดการตัดสินใจปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตภายใต้ความไม่แน่นอน	5-46
5.7	ผลการวิเคราะห์ผลได้และผลเสียของการปรับตัวภายใต้ภาวะความไม่แน่นอน	5-48

บทที่ 1: แนวคิดในการศึกษาเรื่องการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและ การศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย

ศุภกร ชินวรรณ¹

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นประเด็นที่ทั่วโลกให้ความสำคัญมากขึ้น เพราะสังคมโลกยังไม่สามารถหาทางที่จะหยุดยั้งภาวะเรือนกระจกที่ผิดปกติอันเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อนได้ เนื่องจากเรายังคงต้องพึ่งพาพลังงานจากน้ำมันและถ่านหิน (fossil fuel) เป็นแหล่งพลังงานหลักและปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศอย่างต่อเนื่อง ก๊าซเรือนกระจกที่สะสมเพิ่มมากขึ้นในชั้นบรรยากาศคือสาเหตุของภาวะโลกร้อน และอุณหภูมิโลกที่สูงขึ้นนี้เองที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ ในอนาคต อันจะส่งผลให้สังคม ภาคส่วนในพื้นที่ต่าง ๆ ตกอยู่ในภาวะเสี่ยงที่แตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนแผนพัฒนาต่าง ๆ อาจจะไม่สามารถดำเนินการไปได้บรรลุเป้าหมายตามที่ได้ตั้งไว้

สถานการณ์ที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภายใต้ภาวะโลกร้อนนี้เองที่ทำให้สังคมต้องเริ่มคิดถึงการปรับตัวเพื่อให้อยู่ได้กับสถานการณ์ในอนาคต การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้เริ่มถูกกล่าวถึงอย่างชัดเจนในช่วงปี ค.ศ.1992 (พ.ศ.2535) โดยการประชุม UNFCCC convention ที่กรุง Rio de Janeiro ได้กล่าวถึงการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 2 ประเด็น คือ Mitigation และ Adaptation โดยได้มีการนิยามถึง Mitigation ว่าเป็นการดำเนินการเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อรักษาระดับความเข้มข้นหรือปริมาณของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศให้อยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อระบบบรรยากาศโลก (UNFCCC Article 2) แต่อย่างไรก็ดี สำหรับ Adaptation นั้น ไม่ได้มีการกำหนดนิยามที่ชัดเจนขึ้น และในระยะเวลาต่อมาก็มีการใช้คำว่า Adaptation ในความหมายต่าง ๆ ที่หลากหลายภายใต้การตีความที่แตกต่างกันไป

Adaptation หรือการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเริ่มมีความชัดเจนมากขึ้นเมื่อทาง IPCC ให้ความสนใจ และได้จัดทำรายงาน Third Assessment Report (IPCC AR3) ในปี ค.ศ.2001 (พ.ศ.2544) ซึ่งประกอบด้วยรายงาน 3 ส่วน คือ Climate science / Mitigation / Impact, adaptation and vulnerability ซึ่งเป็นการรวบรวมสังเคราะห์การศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ได้มีการศึกษากันมากขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 1990 ซึ่งการศึกษาในช่วงเวลาดังกล่าวนั้นเป็นการศึกษาที่เน้นการทำความเข้าใจถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการตอบสนองต่อผลสืบเนื่องของผลกระทบนั้น ๆ โดยได้มีการให้คำนิยามถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศว่า เป็นการปรับเปลี่ยนในระบบธรรมชาติหรือมนุษย์เพื่อตอบสนองต่อปัจจัยด้านภูมิอากาศหรือผลกระทบที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบต่าง ๆ เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นหรือเพื่อแสวงหาประโยชน์จากโอกาสที่อาจเกิดขึ้นใหม่

แม้ว่าการศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะแรกนี้จะเป็นการวางรากฐานที่ดีสำหรับการศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะต่อมาก็ตาม แต่ก็ยังมีจุดอ่อนบางประการซึ่งส่วนหนึ่งก็เป็นอุปสรรคในการจัดทำนโยบายด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Burton et al, 2002) กล่าวคือ

¹ ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ประเด็นเรื่องความไม่แน่นอนของอนาคตทำให้การวางแผนการปรับตัวเกิดขึ้นยาก เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการกำหนดทางเลือกการปรับตัวสำหรับอนาคตต่อสภาพภูมิอากาศที่ไม่แน่นอนในอนาคตภายใต้บริบทสังคมและเศรษฐกิจที่ไม่ทราบแน่ชัด ซึ่งผลจากการศึกษาในลักษณะนี้มักไม่สอดคล้องกับกระบวนการวางแผนและนโยบายในหลายระดับ ซึ่งมักจะต้องการข้อมูลที่ชัดเจนแน่นอนเป็นพื้นฐานในการวางแผน
- ประเด็นด้านความถูกต้องแม่นยำของภาพฉายภูมิอากาศต่อการวิเคราะห์สถานการณ์ด้านผลกระทบและแนวทางการปรับตัวในพื้นที่ที่เจาะจง ทำให้ทำให้ผลการศึกษาในพื้นที่ขนาดเล็กขาดความชัดเจน
- การประเมินผลกระทบนั้นไม่ได้ออกแบบมาเพื่อให้นำไปสู่การวางแผนการปรับตัวในบริบทที่หลากหลาย เช่น การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตของพืชเกษตรภายใต้ภูมิอากาศอนาคตนั้นมุ่งเน้นไปที่การวางแผนการปรับตัวที่เป็นการดำเนินการในไร่นาเป็นหลักมากกว่าที่จะเป็นการพิจารณาถึงการยกระดับความเป็นอยู่ของชาวนาหรือพิจารณาถึงกลไกอื่น ๆ เช่น นโยบายหรือกลไกเพื่อพยุราคาสินค้าเกษตร การเข้าแทรกแซงตลาดสินค้าเกษตร หรือ การจัดการการถือครองที่ดิน เป็นต้น
- แนวทางนี้ไม่ได้ให้ความสำคัญต่อเงื่อนไขทางสังคมตลอดจนพฤติกรรมของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการปรับตัว ในการที่จะรับเอาแนวทางหรือวิธีการปรับตัวไปนำไปใช้ปฏิบัติ
- กรอบการดำเนินการศึกษาตามแนวทางนี้ถูกออกแบบขึ้นภายใต้วัตถุประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ที่จะทำความเข้าใจต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยหวังว่าผลการศึกษาจะถูกนำไปใช้เป็นพื้นฐานหรือเป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แต่กรอบการศึกษานั้นไม่ได้สนใจถึงกระบวนการในการกำหนดนโยบายมากนัก

การศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะต่อมาในช่วงปลายทศวรรษที่ 1990 ถึงต้นทศวรรษที่ 2000 ได้พัฒนาไปสู่การทำความเข้าใจถึงภาวะความเปราะบางของสังคม (social vulnerability) มากขึ้นจากเดิมที่จับประเด็นเรื่องความเปราะบางในบริบทของระบบหรือภาคส่วนต่าง ๆ โดยพยายามทำความเข้าใจต่อความเปราะบางทางสังคมของกลุ่มสังคมต่าง ๆ ภายใต้ภาวะเสี่ยงที่อาจเปลี่ยนไปจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ด้วยเห็นว่าผู้ที่ต้องดำเนินการปรับตัวนั้นก็คือกลุ่มสังคมต่าง ๆ นั้นเอง การศึกษาในช่วงเวลานี้ได้มีการเสนอแนวคิดด้านการศึกษาความเปราะบางขึ้นหลายแนวคิด (Kelly and Adger, 2000) ซึ่งอาจกล่าวถึงความเปราะบางหรือภาวะเปราะบาง (vulnerability) โดยสรุปได้ว่า ความเปราะบางในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้คือระดับที่ระบบ (ชีวกายภาพ/เศรษฐกิจ/สังคม) เกิดความเสี่ยงที่ไม่สามารถรับมือได้ต่อผลที่ไม่พึงประสงค์ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งรวมถึงภาวะอากาศแปรปรวนและภาวะอากาศรุนแรง ภาวะเปราะบางนี้เป็นสิ่งที่จะต้องพิจารณาขึ้นจากรูปแบบและขนาดของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบนั้น และพิจารณาถึงการเปิดรับในแง่โอกาสที่จะได้รับผลกระทบ ความไวที่จะเกิดผลสืบเนื่องตามมาจากที่ได้รับผลกระทบนั้น และความสามารถที่ระบบจะสามารถรับมือต่อผลสืบเนื่องนั้น (Burton et al, 2002) อาจกล่าวได้ว่าการศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะที่สองนี้ได้หันเป้าหมายของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจากความพยายามที่จะลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อภาคส่วนต่าง ๆ ในอนาคต โดยไปเน้นประเด็นการพยายามที่จะลดความเปราะบางของกลุ่มสังคมต่าง ๆ ลงภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์อนาคต โดยเฉพาะผลสืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งการศึกษาในระยะนี้ได้เริ่มมีการพิจารณาถึงความเปราะบาง (vulnerability) ของกลุ่มสังคมโดยเริ่มใช้กลุ่มสังคมต่าง ๆ

เป็นหน่วยที่ใช้วิเคราะห์ในการศึกษาการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมากขึ้น นอกเหนือไปจากการวิเคราะห์ถึงผลกระทบในแง่ของภาคส่วนต่าง ๆ ตามการศึกษาในระยะแรก (Schipper, 2006)

อย่างไรก็ดี ประเด็นที่พึงพิจารณา คือ การศึกษาจำนวนหนึ่งในระยะนี้ไม่ได้กำหนดบริบทที่ชัดเจนของกลุ่มสังคมที่เป็นเป้าหมายในการศึกษาทำให้ข้อสรุปในเรื่องของความเปราะบางเชิงสังคมมีลักษณะเป็นนามธรรมหรือขาดความชัดเจน ส่งผลให้การวางแผนด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับประเด็นความเปราะบางของสังคมได้ นอกจากนี้ การศึกษาในระยะนี้แม้จะมองว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นส่งผลกระทบต่อทั้งระบบชีวภาพกายภาพและระบบเศรษฐกิจสังคม แต่การศึกษาก็ยังจับประเด็นความเปราะบางของสังคมนี้ในลักษณะที่เป็นผลที่ได้รับตามมาจากการเปลี่ยนแปลงของระบบชีวภาพกายภาพภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยยังไม่ได้คำนึงถึงพลวัตของระบบเศรษฐกิจสังคมอันจะมีผลต่อสภาพและระดับของความเปราะบางที่สังคมนั้น ๆ จะมีต่อผลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตมากนัก ส่งผลให้การวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้รับการสรุปออกมาในเชิงของการพยายามที่จะลดความเปราะบางในอนาคตลงโดยที่ยังยึดบริบทของระบบเศรษฐกิจสังคมในปัจจุบัน หรืออาจกล่าวในอีกทางหนึ่งได้ว่า เป็นการพยายามรักษาสถานภาพปัจจุบันของสังคมไว้ภายใต้เงื่อนไขที่ภูมิอากาศอาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต โดยข้อสรุปด้านแผนการปรับตัวยังมักจะเป็นการมองประเด็นการจัดทำนโยบายเป็นนโยบายที่เป็นเอกเทศซึ่งในหลายกรณีก็ยิ่งขับเคลื่อนให้เกิดขึ้นเป็นรูปธรรมได้ยาก

นอกจากนั้นจุดอ่อนหลายประการของแนวทางการศึกษาในระยะนี้ก็ยังคงสืบเนื่องมาถึงแนวทางการศึกษาในระยะที่สองนี้ โดยเฉพาะเรื่องความไม่แน่นอนของอนาคตที่ทำให้การขับเคลื่อนแผนการปรับตัวดำเนินไปได้ยาก

ในช่วงปลายทศวรรษที่ 2000 นี้เอง ก็ได้เกิดการปรับเปลี่ยนในแนวคิดด้านการศึกษาเรื่องการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศขึ้นอีกระลอกหนึ่ง โดยเริ่มปรับเปลี่ยนจากการเริ่มคิดถึงภูมิอากาศอนาคตตามที่สรุปได้จากภาพฉายอนาคตเป็นประเด็นตั้งต้น มาสู่การทำความเข้าใจกับประเด็นของความเปราะบางของกลุ่มสังคมต่อภาวะอากาศแปรปรวน (climate variability) ที่ภาคส่วนหรือกลุ่มสังคมต่าง ๆ เผชิญอยู่ในปัจจุบัน ตลอดจนพิจารณาถึงนโยบายหรือแผนการปรับตัวหรือการรับมือกับความเสี่ยงต่าง ๆ เหล่านั้นที่มีในปัจจุบันเป็นฐาน และนำมาพิจารณาภายใต้เงื่อนไขของอนาคตซึ่งภูมิอากาศอาจเปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบัน และการขยายมุมมองต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศให้กว้างขึ้น โดยมองว่าการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวางแผนการพัฒนา (Burton et al, 2002) ซึ่งการปรับเปลี่ยนแนวคิดต่าง ๆ ในด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอาจกล่าวโดยสรุปได้ดังต่อไปนี้

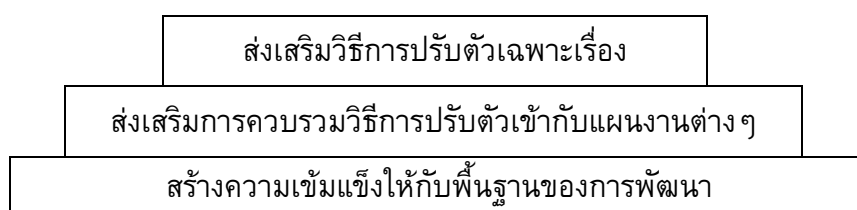
- การปรับเปลี่ยนขอบเขตความหมายของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Shifting in context of climate change adaptation)

การปรับเปลี่ยนมุมมองที่มีต่อการปรับตัวต่อผลกระทบมาสู่การจัดการความเสี่ยงและพิจารณาถึงความมั่นคงของระบบเศรษฐกิจสังคมมากขึ้น (Handmer and Dovers, 1996) โดยพิจารณาถึงประเด็นเรื่องการลดความเสี่ยงและความสามารถในการฟื้นคืนของระบบเศรษฐกิจสังคมจากผลของภาวะอากาศรุนแรงซึ่งอาจทวีความรุนแรงหรือมีความถี่สูงขึ้นในอนาคต ซึ่งในแง่นี้การจัดการภัยพิบัติจะต้องก้าวไปให้ไกลกว่าการเตรียมการรับมือภัยพิบัติดังเช่นที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และพิจารณาถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มองไปไกลกว่าการออกแบบยุทธศาสตร์การรับมือที่อยู่บนสมมติฐานของอนาคต โดยจะต้องมีการพิจารณาทั้งสองประเด็นควบรวมเข้าด้วยกัน กล่าวคือ พิจารณาทั้งประเด็นความแปรปรวนของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต (climate variability & climate change) นอกจากนี้การศึกษายังควรที่

จะต้องพิจารณาถึงแผนงานต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบันในการจัดการความเสี่ยงจากสภาพอากาศแปรปรวนหรือภัยพิบัติเป็นฐานในการคำนึงถึงการปรับตัวในอนาคตด้วย (UNDP, 2002)

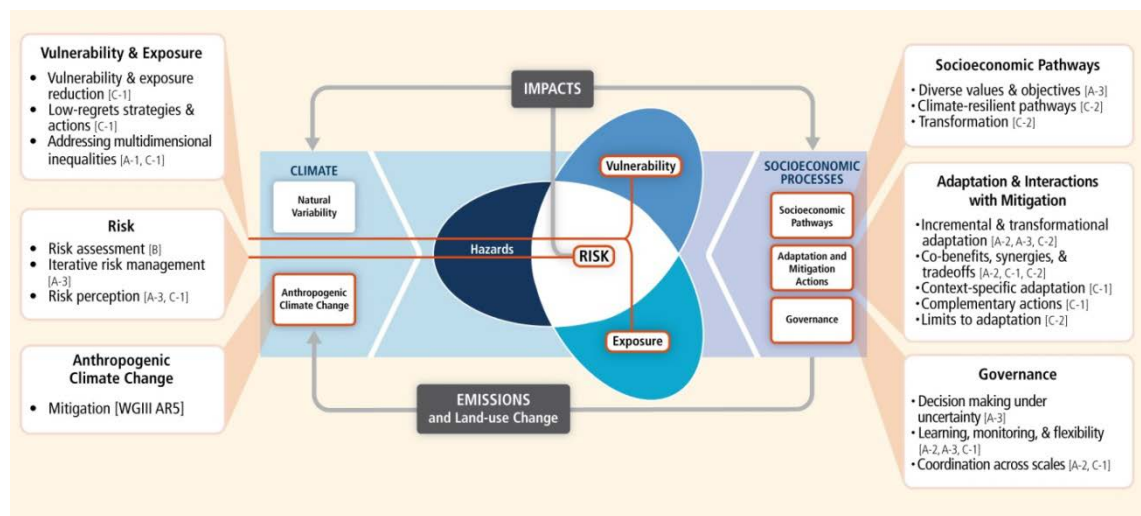
การปรับเปลี่ยนขอบเขตความหมายของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอีกประการหนึ่งเป็นเรื่องของการกำหนดโครงสร้างแผนการปรับตัว โดยได้เกิดแนวคิดว่าการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นควรที่จะได้รับการพิจารณาว่าเป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนการพัฒนา โดยมีเป้าหมายที่จะสร้างความมั่นคงของกลุ่มสังคมในแต่ละพื้นที่ต่อทั้งภาวะอากาศแปรปรวนในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงในอนาคต และควรรวมเข้ากับกระบวนการวางแผนและนโยบายที่มีอยู่ในปัจจุบัน (Hug and Reid, 2004) ซึ่งในแง่นี้อาจต้องพิจารณาถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทั้งในแง่ที่เป็นผลที่ได้จากการดำเนินการหรือตัวแผนการปรับตัวนั่นเอง และพิจารณาถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในฐานะที่เป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการดำเนินการหรือเกิดแผนการปรับตัวด้วย (Schipper and Burton, 2009) นอกจากนั้นการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะต้องคำนึงถึงบริบทที่เจาะจงมากขึ้น ทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา (Smit et al, 2000) เนื่องจากประเด็นเรื่องความเสี่ยงและภาวะเปราะบางเชิงสังคม ตลอดจนการปรับตัวนั้นเป็นเรื่องที่ขึ้นกับบริบทที่เฉพาะของกลุ่มสังคมในแต่ละพื้นที่ (Moench, 2007; Chinvarno et al, 2006 และ IPCC, 2014) และประเด็นที่ต้องพิจารณาคือ ความเสี่ยงและภาวะเปราะบางเชิงสังคมนี้แปรเปลี่ยนไปตามกาลเวลาขึ้นกับพลวัตทางสังคม (Chinvarno and Kerdsuk, 2013)

การดำเนินการเพื่อควมรวม (mainstreaming) การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเข้ากับยุทธศาสตร์และแผนงานที่มีอยู่นั้น อาจพิจารณาถึงการดำเนินการใน 3 ระดับ (UNDP-UNEP, 2011) คือ



- ระดับที่ 1: เป็นการดำเนินการเพื่อให้เป้าหมายการพัฒนาเป็นไปเพื่อการลดความเปราะบาง ซึ่งไม่จำกัดแต่เพียงประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และในขณะเดียวกันก็หลีกเลี่ยงการปรับตัวที่ไม่เหมาะสม (maladaptation) หรือการปรับตัวที่ก่อให้เกิดผลที่ไม่พึงประสงค์ตามมา ซึ่งอาจเป็นการเพิ่มความเข้มแข็งมั่นคง (resilience) ของประเทศหรือประชาชน
- ระดับที่ 2: เป็นการดำเนินการเพื่อให้ประเด็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งในการตัดสินใจวางแผนของหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อพัฒนาแนวนโยบายที่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นองค์ประกอบ การดำเนินการในระดับนี้ไม่เพียงแต่จะมีเป้าหมายให้เกิดนโยบายที่สามารถรองรับสภาพอากาศและภูมิอากาศที่ไม่พึงประสงค์ (climate-proofing policy) เท่านั้น แต่ยังจับประเด็นความต้องการใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นต่อการปรับตัวในระดับภาคส่วน และ/หรือ พื้นที่ต่าง ๆ ด้วย
- ระดับที่ 3: เป็นการวางแผนการปรับตัวเฉพาะเรื่อง ซึ่งมุ่งเป้าไปที่เรื่องที่มีการดำเนินการในระดับที่ 1 และ 2 ไม่ครอบคลุมหรือไม่สามารถจัดการได้

การปรับเปลี่ยนแนวคิดในขอบเขตความหมายของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยเฉพาะในประเด็นที่ว่าด้วยการจัดการความเสี่ยงที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นนี้ ได้มีการสะท้อนให้เห็นชัดเจนมากขึ้นในรายงาน IPCC Fifth Assessment Report ซึ่งได้เสนอกรอบแนวคิดว่าการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มองประเด็นเรื่องความเสี่ยงซึ่งขับเคลื่อนโดยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นแกนกลางในการคิดถึงการปรับตัว (รูปที่ 1.1) นอกจากนั้นทาง UNFCCC ก็ได้รับเอาแนวคิดด้านการรวบรวมการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเข้ากับแผนงานที่มีอยู่ไปพัฒนาขึ้นเป็น National Adaptation Plan และได้กำหนดให้กลุ่มประเทศพัฒนาน้อย (least develop country) จัดทำรายงานว่าด้วยแผนการปรับตัวของประเทศที่เป็นการรวบรวมเข้ากับแผนงานหรือนโยบายที่มีอยู่ในปัจจุบัน



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (ที่มา: IPCC, 2014)

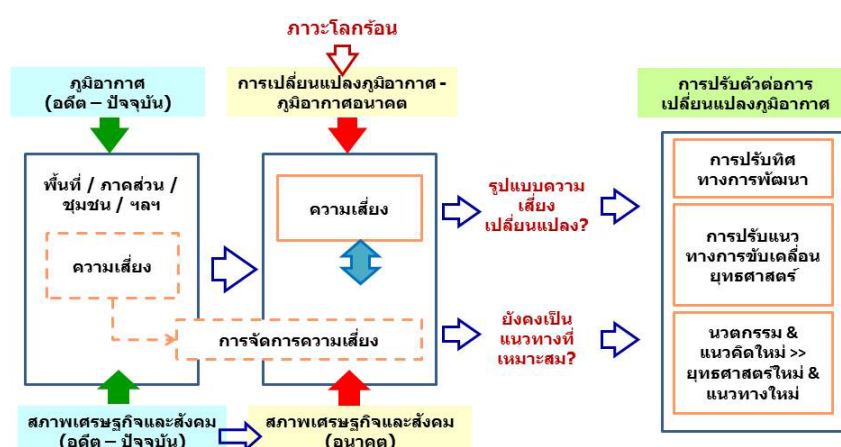
- การปรับเปลี่ยนในประเด็นเรื่องขอบเขตขนาดของการปรับตัว (Shifting in scale of adaptation)

พัฒนาการของการศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะที่ผ่านมาก่อให้เกิดความหลากหลายในการกำหนดขนาดหรือขอบเขตของการปรับตัว โดยมีการกำหนดการปรับตัวทั้งในแง่ของภาคส่วนระดับประเทศลงไปจนถึงระดับชุมชน (community-based adaptation) และแม้กระทั่งระดับปัจเจกบุคคล ซึ่งในแง่นี้อาจกล่าวได้ว่า การปรับตัวนั้นเกิดได้ทุกที่ทุกระดับ โดยที่เราจำเป็นต้องทำความเข้าใจต่อบริบทเฉพาะของการปรับตัวในแต่ละระดับให้ดีเพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนในการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Schipper and Burton, 2009) ทั้งนี้การปรับเปลี่ยนในแนวคิดด้านขอบเขตของการปรับตัวที่สำคัญคือ การทำความเข้าใจถึงลักษณะของระบบเศรษฐกิจสังคม ซึ่งจะต้องพิจารณาร่วมกันเป็นระบบ มิเช่นนั้นอาจจะนำไปสู่การวางแผนการปรับตัวที่ไม่เหมาะสมได้ (maladaptation) (Smitters and Smit, 1997) เนื่องจากภาวะความเปราะบางของสังคมต่อผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตนั้นไม่ได้อันตรกิริยาทางภูมิอากาศแต่เพียงอย่างเดียว หากยังขึ้นกับความเชื่อมโยงของภาคส่วนต่าง ๆ ในระบบเศรษฐกิจสังคม ตลอดจนปัจจัยทางการเมือง วัฒนธรรม และปัจจัยอื่น ๆ อีกมาก (Ribot et al, 1996) ดังนั้นการศึกษาจะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านเศรษฐกิจสังคมในฐานะที่เป็นตัวกำหนด (determinant) ความเสี่ยงและความเปราะบางเชิงสังคม ร่วมไปกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต (Smit et al, 2000) และการพิจารณาถึงการปรับตัวนั้น จะต้องคำนึงด้วยว่าการปรับตัวของภาคส่วนหนึ่ง ๆ หรือในพื้นที่หนึ่ง ๆ อาจ

ก่อให้เกิดผลกระทบต่อภาคส่วนอื่น ๆ หรือพื้นที่อื่น ๆ ได้ และอาจก่อให้เกิดการส่งผ่านความเสี่ยงจากภาคส่วนหนึ่งหรือพื้นที่หนึ่งไปยังอีกภาคส่วนหนึ่งหรืออีกพื้นที่หนึ่ง ทำให้การพิจารณาถึงการปรับตัวของระบบเศรษฐกิจสังคมในลักษณะที่เป็นองค์รวม (holistic approach) เป็นเรื่องที่สำคัญ (Chinvanno et al, 2006 และ Chinvanno, 2013)

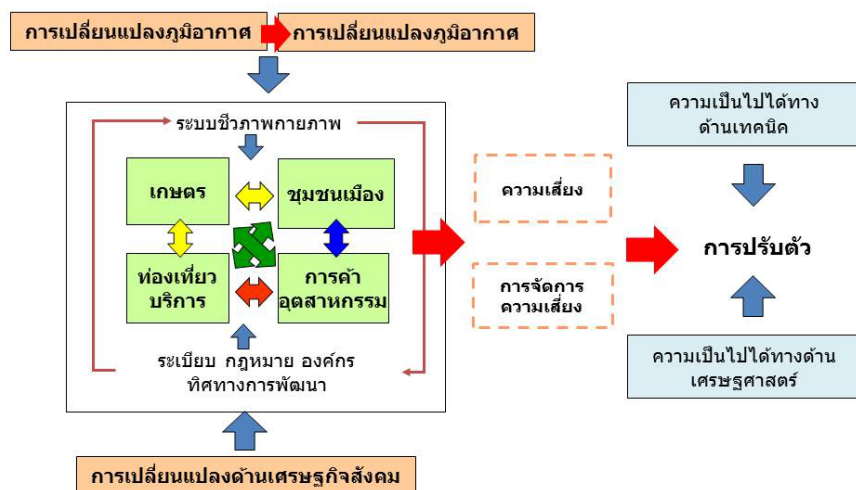
การปรับเปลี่ยนในแนวคิดด้านขอบเขตของการปรับตัวโดยจับประเด็นความเชื่อมโยงของภาคส่วนนี้เป็นพื้นฐานของการจัดตั้งการศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของพื้นที่ขนาดใหญ่ที่โครงสร้างเศรษฐกิจสังคมมีความหลากหลาย โดยศึกษาถึงความเสี่ยงของภาคส่วนต่าง ๆ ซึ่งอาจมีรูปแบบความเสี่ยงที่หลากหลายและเกิดขึ้นจากแรงขับเคลื่อนจากปัจจัยทางด้านภูมิอากาศและปัจจัยด้านเศรษฐกิจสังคมที่แตกต่างกัน และพยายามทำความเข้าใจถึงประเด็นที่เชื่อมโยงระหว่างภาคส่วนและพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อกำหนดกรอบและบริบทของการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยมีเป้าหมายให้การวางแผนการปรับตัวเกิดขึ้นได้โดยไม่เกิดการปรับตัวที่ไม่เหมาะสม (maladaptation) ขึ้น (ศุภกร, 2557)

การปรับเปลี่ยนในแนวคิดพื้นฐานที่มีต่อการศึกษารองรับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในช่วงปลายทศวรรษที่ 2000 นี้ นำไปสู่กรอบการศึกษาที่ขยายจากการประเมินผลกระทบ การประเมินความเสี่ยงและภาวะเปราะบาง ไปครอบคลุมประเด็นด้านกระบวนการวางแผนนโยบายซึ่งจะต้องพิจารณาถึงช่องว่างในแผนงานต่าง ๆ เพื่อที่จะกำหนดความจำเป็นเร่งด่วนในการรวบรวมประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเข้าไปในแผนงานต่าง ๆ ที่มีอยู่ เพื่อให้แผนงานเหล่านั้นยังคงดำเนินการไปได้และบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ภายใต้เงื่อนไขที่สถานการณ์ในอนาคตอาจเปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบัน โดยมีเป้าหมายที่จะให้สังคมสามารถก้าวไปสู่อนาคตได้อย่างมั่นคงภายใต้สถานการณ์ที่อาจเปลี่ยนแปลงไปจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและพลวัตอื่น ๆ ของระบบเศรษฐกิจสังคม ดังตัวอย่างแผนผังกรอบการศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (รูปที่ 1.2 และ 1.3)



รูปที่ 1.2 กรอบแนวคิดด้านการวางแผนการปรับตัวต่อภาวะอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภายใต้พลวัตของระบบเศรษฐกิจและสังคม (ที่มา: SEA START RC, 2013)²

² กรอบแนวคิดด้านการวางแผนการปรับตัวต่อภาวะอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภายใต้พลวัตของระบบเศรษฐกิจและสังคม พัฒนาโดย SEA START RC (2013)



รูปที่ 1.3 กรอบแนวคิดด้านการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของระบบเศรษฐกิจสังคม (ที่มา: SEA START RC, 2013²)

อาจกล่าวโดยสรุปถึงพัฒนาการของแนวคิดด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันโดยพิจารณาประเด็นที่เป็นพื้นฐานในการพิจารณาถึงการปรับตัวที่ได้มีการถกกันในวงวิชาการและกลุ่มผู้วางนโยบายต่าง ๆ ในห้วงเวลาที่ผ่านมามีดังต่อไปนี้ (Schipper, 2006)

ห้วงเวลา	ประเด็น
ทศวรรษที่ 1970 ถึงต้นทศวรรษ 1980	- อะไรคือข้อจำกัดทางความสัมพันธ์ระหว่างคนกับสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการพัฒนาและการเติบโตของระบบเศรษฐกิจสังคม? - เราจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอย่างไร? - ผลกระทบอะไรบ้างที่ระบบต่าง ๆ สามารถทนรับได้? - ระบบต่าง ๆ (ชีวภาพกายภาพ) จะปรับตัวได้โดยอัตโนมัติหรือไม่?
ช่วงปลายทศวรรษที่ 1980	- อะไรคือผลกระทบ (ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ) ? - สังคมและระบบนิเวศมีความสามารถในการปรับตัวเพียงไร? - ความสามารถในการปรับตัวจะชดเชยความจำเป็นในการลดก๊าซเรือนกระจก (mitigation) ได้เพียงไร?
ช่วงต้นทศวรรษที่ 1990	- การลดก๊าซเรือนกระจก (mitigation) มีความสำคัญมากกว่าการปรับตัวในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือไม่? - การลดก๊าซเรือนกระจก (mitigation) และการปรับตัวเป็นทางเลือกในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
ช่วงปลายทศวรรษที่ 1990	- นโยบายต่าง ๆ จะสนับสนุนการปรับตัวได้อย่างไร? - การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตและการปรับตัวเป็นเรื่องจำเป็น - ความเชื่อมโยงที่แนบแน่นระหว่างการปรับตัวและการพัฒนา
ช่วงต้นทศวรรษที่ 2000	อะไรเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดความสามารถในการรับมือและปรับตัว (ต่อการ

หัวข้อ	ประเด็น
	เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ)? • การปรับตัวจะถูกควมรวมเข้ากับแผนพัฒนาที่ยั่งยืนที่มีอยู่ได้อย่างไร? • นโยบายการปรับตัวจะถูกออกแบบขึ้นได้อย่างไร?

1.1 การศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย

การศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยได้เริ่มขึ้นในช่วงต้นทศวรรษที่ 2540 โดยการศึกษาในระยะแรกมักจะเน้นประเด็นด้านการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อภาคส่วนต่าง ๆ ซึ่งมักจะเน้นที่ผลกระทบต่อระบบชีวภาพกายภาพ และมีการเสนอแนวคิดว่าด้วยการปรับตัวในเชิงที่เป็นการตอบสนองต่อผลกระทบนั้น ๆ และมีการศึกษาด้านความเสี่ยงของภาคส่วนต่าง ๆ และความเปราะบางของสังคมเกิดขึ้นในระยะต่อมา โดยมีการเสนอแนวทางการปรับตัวในเชิงที่เป็นการลดความเปราะบางในอนาคต ซึ่งมีความจำเป็นที่ศึกษาไม่มากนัก

การทบทวนผลการศึกษาเรื่องการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยโดยพิจารณาครอบคลุมทั้งประเด็นด้านการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การศึกษาด้านความเปราะบางต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะที่ผ่านมา ซึ่งคัดเลือกเฉพาะการศึกษาที่จับประเด็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตเท่านั้น โดยพบว่าม้งงานศึกษาวิจัยดังต่อไปนี้

- ด้านเกษตรกรรม จำนวน 32 บทความ/งานวิจัย
- ด้านทรัพยากรน้ำ จำนวน 22 บทความ/งานวิจัย
- ด้านพื้นที่ชุมชน ผังเมือง และโครงสร้างพื้นฐาน จำนวน 10 บทความ/งานวิจัย
- ด้านระบบนิเวศวิทยาและชีวภาพ พื้นที่ชายฝั่ง การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล จำนวน 10 บทความ/งานวิจัย
- ด้านภัยพิบัติธรรมชาติ (ดินถล่ม) จำนวน 1 บทความ/งานวิจัย
- ด้านสุขภาพอนามัย จำนวน 4 บทความ/งานวิจัย
- ด้านการท่องเที่ยว จำนวน 1 บทความ/งานวิจัย
- ด้านภาคธุรกิจอุตสาหกรรม จำนวน 1 บทความ/งานวิจัย
- ด้านงานวิจัยที่มีการนำเสนอและพัฒนาแนวคิด ตลอดจนเครื่องมือสำหรับการศึกษาและประเมินผลกระทบ ความเสี่ยง ความเปราะบาง และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย มีอยู่จำนวน 7 บทความ/งานวิจัย

นอกจากนี้แล้ว พบว่ามีการศึกษาอีกจำนวนหนึ่งซึ่งพยายามศึกษาเรื่องผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการปรับตัว แต่ก็ยังเป็นการศึกษาที่ยึดรูปแบบสภาพอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเป็นเงื่อนไขของการศึกษา โดยเป็นการจับประเด็นความแปรปรวนของสภาพอากาศในปัจจุบันบนเงื่อนไขของสภาพเศรษฐกิจสังคมปัจจุบัน และการศึกษาบางส่วนก็เป็นการจับประเด็นสภาพอากาศรุนแรงในปัจจุบันแต่ประการเดียวซึ่งจัดว่าเป็นการศึกษาด้านการลดทอนความเสี่ยงจากภัยพิบัติ ดังนั้น จึงมิได้นำมารวมไว้ในการทบทวนความรู้และความเข้าใจเรื่องการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในครั้งนี้ (ตารางภาคผนวก)

การศึกษาทั้งหมดที่ผ่านมา อาจแบ่งออกได้เป็นงานศึกษาที่เกิดขึ้นในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาและงานศึกษาที่เกิดขึ้นก่อนหน้านั้น เพื่อให้เห็นถึงพัฒนาการในการศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในห้วงเวลาที่ผ่านมา ดังที่แสดงในตารางที่ 1.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 การศึกษาด้านผลกระทบ ความเสี่ยงและภาวะเปราะบาง และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะเปราะบาง	การปรับตัว
เกษตรกรรม			
ก่อนปี 2553 / 2010	13 งาน	3 งาน	7 งาน
	● 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. ● Buddhagoon, 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 Chinvanho, 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. ● Chinvanho, S., Boulidam, S., Inthavong, T., Souvanalath,	● Chinvanho, S., Boulidam, S., Inthavong, T., Souvanalath, S. Lersupavithnapa, B., Kertsuk, 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 and J. Pulhin (eds) Climate Change and Vulnerability, Earthscan, London ● เกริก บัณฑิตเพ็ชร, วินัย ศรีวัตร, สมชาย บุญประดับ, สุกิจ รัตนศรีวงศ์, สหัชชัย คงทน, สมปอง นิลพันธ์, อิศระ พุทธสิมมา, ปรีชา กาเพ็ชร, แคทลียา เอกอุ้น, วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล, ชินนุชา บุตดาบุญ และ กิ่งแก้ว คุณเขต. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ “โครงการผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย. เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. ● วิเชียร เกิดสุข และวชิราพร เกิดสุข. 2549. การศึกษาความเปราะบางและการปรับตัวของเกษตรกรชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ.	● 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. ● Chinvanho, S., Souvanalath, S., Lersupavithnapa, B., Kertsuk, 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. ● Hellmuth, M., Osgood, D., Hess, U., Moorhead, A., and Bhojwani, H. 2009. Index insurance and climate risk: Prospects for

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	S. Lersupavithnapa, B., Kerdruk, 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 and J. Pulhin (eds) Climate Change and Vulnerability, Earthscan, London ● 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, Guatemala: 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. ● เกริก บัณฑิตเพ็ชร, วินัย ตรีวัต	ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้.	development and disaster management. International Research Institute for Climate and Society, Columbia University, New York. ● Linnerooth-Bayer J, Mechler R. 2005. Financial Strategies for Managing the Economic Impacts of Natural Disasters. Module of the on-line Natural Disaster Risk Management Program training course of the World Bank. ● 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. ● เกริก บัณฑิตเพ็ชร, วินัย ตรีวัต, สมชาย บุญประดับ, สุกิจ รัตนศรีวงศ์, สหทัย คงทน, สมปอง นิลพันธ์, อิศระ พุทธสีมา, ปรีชา กาเพ็ชร, แคทลียา เอกอุ้น, วิภา รัตน์ ดำริเข้มตระกูล, ชินนุชา บุคตาบุญ, และกิ่งแก้ว คุณเขต. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ "โครงการผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศ ไทย. เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	, สมชาย บุญประดับ, สุกิจ รัตนศรีวงศ์, สหทัยย์ คงทน, สมปอง นิลพันธ์, อิศระ พุทธสีมา, ปรีชา กาเพชร, แคทลียา เอกอุ้น, วิภารัตน์ ดำริเข้ม ตระกูล, ชินนุชา บุตตานบุญ, และ กิ่งแก้ว คุณเขต. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ "โครงการผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย. เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. ● คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2551. การศึกษาสถานการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ● วิเชียร เกิดสุข, สหทัยย์ คงทน และอรรถชัย จินตะเวช. 2547. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวในทุ่งกุลาร้องไห้. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ แห่งประเทศไทย, ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2547. ● สหทัยย์ คงทน, วินัย ศรีวัด และสุกิจ รัตนศรีวงศ์. 2547. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกต่อการผลิตข้าวโพด อ้อย และมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของ		● วิเชียร เกิดสุข และวิราพร เกิดสุข. 2549. การศึกษาความเปราะบางและการปรับตัวของเกษตรกรชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	ประเทศไทย: 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. ● สมชาย บุญประดับ, สุกิจ รัตนศรีวงษ์, วินัย ศรวัต, ปรีชา กาเพ็ชร, แคทลียา เอกอุ้น, วิภา รัตน์ ดำริเข้มตระกูล, อิสระ พุทธสีมา และเกริก ปั่นแห่งเพ็ชร. 2552. ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตพืชไร่หลักสามชนิดประเทศไทย. วารสารวิจัย มช. 14(7): 626-649. ● สมพร อิศวิลานนท์, สุวรรณ ประณีตวาทกุล และชนาพร คำวงษ์. 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัย การประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อการผลิตข้าวในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ. ● ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553. แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศของโลกการผันผวนของราคาพลังงาน และวิกฤตอาหารของ		

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	โลก. เสนอต่อ สำนักงาน คณะกรรมการพัฒนาการ เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.		
5 ปีล่าสุด (2554 – 2558) /(2011–2015)	7 งาน	4 งาน	5 งาน
	● Apiratikorn, S., Sdoodee, S., Lerslerwong, L. and Rongsawat, S. 2012. The Impact of Climatic Variability on Phenological Change, Yield and Fruit Quality of Mangosteen in Phatthalung Province, Southern Thailand. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 46:1 – 9. ● Apiratikorn, S., Sdoodee, S. and Limsakul, A. 2014. Climate-related Changes in Tropical-fruit Flowering Phases in Songkhla Province, Southern Thailand. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 7(15): 3150-3158. ● Babel, M.S., Agarwal, A., Swain, D.K., and Herath, S. 2011. Evaluation of climate change impacts and adaptation measures for rice cultivation in Northeast Thailand. Climate Research, 46: 137-146 pp. ● ปรีชา กาเพ็ชร และเกริก ปันแห่งเพ็ชร. 2555. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย: พื้นที่ศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์. แก่นเกษตร	● Chinvanho, S. and Kerdsuk, V. 2013. Mainstreaming Climate Change into Community Development Strategies and Plans: A Case Study in Thailand, Adaptation Knowledge Platform. Partner Report Series No.5. Stockholm Environmental Institute, Bangkok ● มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาแห่งประเทศไทย. 2558. (ร่าง) รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาการปรับตัวองเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ. ● วิเชียร เกิดสุข, ศุภกร ชินวรโรณ และ พรวิไล ไทรโพธิ์ทอง. 2554. รายงานผลการวิจัยโครงการ การประเมินผลกระทบความเสี่ยง ความล่อแหลมเปราะบาง และแนวทางการปรับตัวของระบบการเกษตรและสังคมเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต: กรณีศึกษาลุ่มน้ำ ชี-มูล. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ. ● วิเชียร เกิดสุข, พชรินทร์ ฤชวรา	● Babel, M.S., Agarwal, A., Swain, D.K., and Herath, S. 2011. Evaluation of climate change impacts and adaptation measures for rice cultivation in Northeast Thailand. Climate Research, 46: 137-146 pp. ● Chinvanho, S. and Kerdsuk, V. 2013. Mainstreaming Climate Change into Community Development Strategies and Plans: A Case Study in Thailand, Adaptation Knowledge Platform. Partner Report Series No.5. Stockholm Environmental Institute, Bangkok. ● ณัฐพงษ์ พัฒนพงษ์, โสมรัตน์ จันทรัตน์, ปรีสาร รักวาทิน และธนสิน ถนอมพงษ์พันธ์. 2557. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการศึกษากลไกการบริหารจัดการความเสี่ยงของภาคส่วนเกษตรต่อสภาวะรุนแรงโดยระบบประกันภัยพืชผล: กรณีศึกษา ระบบเพาะปลูกข้าว. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	40 ฉบับพิเศษ 3: 83-91. • วิเชียร เกิดสุข, ศุภกร ชินวรรณโณ และ พรวิไล ไทรโพธิ์ทอง. 2554. รายงานผลการวิจัยโครงการ การประเมินผลกระทบ ความเสี่ยง ความล่อแหลม เปราะบาง และแนวทางการปรับตัวของระบบการเกษตรและสังคมเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต: กรณีศึกษาลุ่มน้ำ ชี-มูล. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ. • สายัณห์ สดุดี, อัครมน ลี้มสกุล และนายวุฒิชัย แพงแก้ว. 2557. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ ความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในภาคใต้ของประเทศไทยที่มีผลต่อการผลิตยางพารา. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. • อัครมน ลี้มสกุล, สายัณห์ สดุดี และวุฒิชัย แพงแก้ว. 2557. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศกับผลผลิตยางพาราในพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย 28(2-3): 67-77.	รักษ์ และนายภฤติภาส วิชาโคตร. 2555. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการปรับตัวของเกษตรกรชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ.	• มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาแห่งประเทศไทย. 2558. (ร่าง) รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาการปรับตัวของเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ. • วิเชียร เกิดสุข, ศุภกร ชินวรรณโณ และ พรวิไล ไทรโพธิ์ทอง. 2554. รายงานผลการวิจัยโครงการ การประเมินผลกระทบ ความเสี่ยง ความล่อแหลม เปราะบาง และแนวทางการปรับตัวของระบบการเกษตรและสังคมเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต: กรณีศึกษาลุ่มน้ำ ชี-มูล. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ. • วิเชียร เกิดสุข, พชรินทร์ ฤชวรารักษ์ และนายภฤติภาส วิชาโคตร. 2555. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการปรับตัวของเกษตรกรชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ.
ปศุสัตว์และการประมง			
ก่อนปี 2553 / 2010	1 งาน	ไม่มี	ไม่มี

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	• คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2551. การศึกษาสถานการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. • ศรีอาภา คงดี. 2553. การวิเคราะห์ความเสี่ยงของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตกระบือในเขตพื้นที่จังหวัดชัยนาทและนครสวรรค์. ราชภัฏเพชรบูรณ์ สาร 12(1): 50-61.		
5 ปีล่าสุด (2554 – 2558) /(2011–2015)	1 งาน	1 งาน	1 งาน
	• หลุยส์ เลอเบล, ชนกันต์ จิตมนัส (บรรณาธิการ). 2558. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในภาคเหนือของไทย: การประเมินความเสี่ยงและทางเลือกในการปรับตัว. โครงการ อควาแดป. หน่วยวิจัยสังคมและสิ่งแวดล้อม, คณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.	• หลุยส์ เลอเบล, ชนกันต์ จิตมนัส (บรรณาธิการ). 2558. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในภาคเหนือของไทย: การประเมินความเสี่ยงและทางเลือกในการปรับตัว. โครงการอควาแดป. หน่วยวิจัยสังคมและสิ่งแวดล้อม, คณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.	• หลุยส์ เลอเบล, ชนกันต์ จิตมนัส (บรรณาธิการ). 2558. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในภาคเหนือของไทย: การประเมินความเสี่ยงและทางเลือกในการปรับตัว. โครงการอควาแดป. หน่วยวิจัยสังคมและสิ่งแวดล้อม, คณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
การระบาดของโรคและแมลง			
ก่อนปี 2553 / 2010	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
5 ปีล่าสุด (2554 – 2558) /(2011–2015)	3 งาน	ไม่มี	ไม่มี
	• Karuppaiah, V. and		

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	Sujayanad, G.K. 2012. Impact of Climate Change on Population Dynamics of Insect Pests. World Journal of Agricultural Sciences 8 (3): 240-246. • กรสิริ ศรีนิล, นุจรินทร์ จังชันธ์, ธราพร ยืนยงค์, กัลย์ธีรา คันทรา, อัญธิกา ตนมิตร์ และเนตรนภา พุ่มห่าน. 2557. การ เปลี่ยนแปลงประชากรของแมลง ศัตรูข้าวที่สำคัญในจังหวัด เชียงรายจากผลกระทบของ สภาวะภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง. สัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัย ข้าวภาคเหนือตอนบนและ ภาคเหนือตอนล่าง ประจำปี 2557 ณ โรงแรมแกรนด์ ฮิลล์ รี สอร์ท แอนด์ สปา จังหวัด นครสวรรค์, 25-26 มีนาคม 2557. หน้า 211-224. • นุจรินทร์ จังชันธ์, ปิยะพันธ์ ศรี คุ้ม, กรสิริ ศรีนิล, ธราพร ยืนยง และกัลย์ธีรา คันทรา. 2557. ผล ของการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศต่อการระบาดของโรค ข้าว จังหวัดเชียงรายและพะเยา. สัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัย ข้าวภาคเหนือตอนบนและ ภาคเหนือตอนล่าง ประจำปี 2557 ณ โรงแรมแกรนด์ ฮิลล์ รี สอร์ท แอนด์ สปา จังหวัด นครสวรรค์, 25-26 มีนาคม 2557: 104-109.		
ทรัพยากรน้ำ			
ก่อนปี 2553 / 2010	11 งาน	1 งาน	3 งาน
	• Chaowiwat, W. and Likitdecharote, K. 2009. Effect of climate change on	• สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศิ นทร์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. 2553. รายงาน	• Koch, M. 2008. Challenges for future sustainable water

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	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 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	ฉบับสุดท้าย Climate Change การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ภายใต้โครงการเตรียมการจัดทำ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11. เสนอ สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. กรุงเทพฯ. ● สุจริต คูณนกุลวงศ์. 2553. สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงของไทยและผลกระทบต่อด้าน น้ำ. หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบ การจัดการแหล่งน้ำ, คณะ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.	resources management in the face of climate change. ● สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. 2553. รายงานฉบับสุดท้าย Climate Change การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก ภายใต้ โครงการเตรียมการจัดทำ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11. เสนอ สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. กรุงเทพฯ. ● สุจริต คูณนกุลวงศ์. 2553. สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงของไทยและผลกระทบต่อ ด้านน้ำ. หน่วยปฏิบัติการ วิจัยระบบการจัดการแหล่งน้ำ , คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	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. ● Southeast Asia START Regional Center and WWF. 2008. Climate change impacts in Krabi province, Thailand. ● คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2551. การศึกษาสถานการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ● เฉลิมรัฐ แสงมณี. 2552. ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อปริมาณน้ำที่สามารถนำมาใช้ในลุ่มน้ำชี. วารสารวิจัย มข. 14(7): 601-610. ● สนิท วงษา, ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิชย์ และ เกรียงไกร ตริฤทธิวิทยา. 2552. ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อพฤติกรรมทางชลศาสตร์และความเค็มของแม่น้ำท่าจีน. บทความวิชาการใน The 4th THAICID National SYMPOSIUM, 19 มิถุนายน 2552 โรงแรมมิราเคิลแกรนด์		

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	กรุงเทพ. ● สิทธิพงษ์ ศุภผลา. 2553. ผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มี ต่อสภาพทางชลศาสตร์และ ความเค็มบริเวณอ่าวไทย. วิทยาศาสตร์การศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ: คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ● สุจิตต์ คุณนกุลวงศ์. 2553. สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ของไทยและผลกระทบต่อด้าน น้ำ. หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบ การจัดการแหล่งน้ำ, คณะ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.		
5 ปีล่าสุด (2554 – 2558) /(2011–2015)	9 งาน	1 งาน	1 งาน
	● ศูนย์บริการวิชาการแห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลง ของโลกแห่งภูมิภาคเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. 2554. รายงาน ฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาด้าน ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศและความ แปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ในอนาคตและการปรับตัวของ ภาคส่วนที่สำคัญ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผน ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม, กระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. ● Chulalongkorn. 2013. The Impact of Climate Change on	● Mott MacDonald. 2011. Hydro-Agronomic-Economic Model for Mekong River Basin and Local Adaptation in Thailand. National Final Report submitted to World Bank.	● Chulalongkorn. 2013. The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Dam Operation Analysis). Research Report submitted to JIID, February.

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	Irrigation Systems and Adaptation Measures (Dam Operation Analysis). Research Report submitted to JIID, February. ● Kure, S. and Tebakari, T. 2012. Hydrological impact of regional climate change in the Chao Phraya River Basin, Thailand. Hydrological Research Letters 6(2012): 53-58. ● Mott MacDonald. 2011. Hydro-Agronomic-Economic Model for Mekong River Basin and Local Adaptation in Thailand. National Final Report submitted to World Bank. ● Ogata T., Valeriano, O.C.S., Yoshimura C., Liengcharernsit, W. and Hirabayashi Y. 2012. Past and future hydrological simulations of Chao Phraya river basin. Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser.B1 (Hydraulic Engineering), Vol. 68, No.4: I_97 - I_102. ● Tachikawa, Y., Wichakul, S. and Yoroze, K. 2012. Rainfall-Runoff Simulation for the 2011 Flood in Thailand and Water Resources Prediction Research under a Changing Climate. In 2012 AIT-NUS-ITB-KU Join Symposium on Human Security Engineering,		

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	Bangkok, Thailand, November 19-20, 2012. ● Saraphirom, P., Wirojanagud, W. and Srisuk, K. 2013(a). Impact of climate change on waterlogging and salinity distributions in Huai Khamrian subwatershed, NE Thailand Environ Earth Sci 70: 887–900. ● Saraphirom, P., Wirojanagud W. and Srisuk K. 2013(b). Potential Impact of Climate Change on Area Affected by Waterlogging and Saline Groundwater and Ecohydrology Management in Northeast Thailand. Environment Asia 6(1) (2013) 19-28. ● Pratoomchai, W., Kazama, S., Hanasaki, N. and Ekkawatpanit C. 2014. A projection of groundwater resources in the Upper Chao Phraya River basin in Thailand. Hydrological Research Letters 8(1), 20–26.		
ระบบนิเวศวิทยาและชีวกายภาพ			
ก่อนปี 2553 / 2010	5 งาน	2 งาน	1 งาน
	● Dutta, D. and Niu, S. 2005. Impacts of Sea Level Rising on Flooding in Coastal Cities: A Case Study in Bangkok, Thailand. SEISAN KENKYU, 57(4): 334-337. ● Trisurat, Y., Alkemade, R. and Alets, E. 2009.	● Southeast Asia START Regional Center and WWF. 2008. Climate change impacts in Krabi province, Thailand ● สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553. รายงาน	● Southeast Asia START Regional Center and WWF. 2008. Climate change impacts in Krabi province, Thailand.

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	Projecting forest tree distributions and adaptation to climate change in northern Thailand. Journal of Ecology and Natural Environment, 1(3): 55-63. ● Southeast Asia START Regional Center and WWF. 2008. Climate change impacts in Krabi province, Thailand. ● คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2551. การศึกษาสถานการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ● สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553. รายงานฉบับสุดท้าย Climate Change การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ภายใต้โครงการเตรียมการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11. เสนอสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.	ฉบับสุดท้าย Climate Change การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ภายใต้โครงการเตรียมการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11. เสนอสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.	
5 ปีล่าสุด (2554 – 2558) /(2011- 2015)	5 งาน	3 งาน	2 งาน
	● Sojisuporn, S., Sangmanee, C and Wattayakorn, G. 2013. Recent estimate of sea-level rise in the Gulf of Thailand.	● บริษัท เทสโก้ จำกัด. 2555. โครงการวิเคราะห์สถานการณ์จำลอง ผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลต่อ	● บริษัท เทสโก้ จำกัด. 2555. โครงการวิเคราะห์สถานการณ์จำลอง ผลกระทบจากการเพิ่มขึ้น

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	Maejo Int. J. Sci. Technol. 7 (Special Issue): 106-113. ● กิรพัฒน์ พชรพิชชากร และ สมปรารถนา ฤทธิ์พริ้ง. 2555. การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในประเทศไทย. วิศวกรรมสารลาดกระบัง 56 29(3): 55-60. ● บริษัท เทสโก้ จำกัด. 2555. โครงการวิเคราะห์สถานการณ์จำลอง ผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบน. เสนอต่อ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. ● ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. ● ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2556. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการอนุวัติสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 410 หน้า	พื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบน. เสนอต่อ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. ● ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. ● ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2556. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการอนุวัติสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 410 หน้า	ของระดับน้ำทะเลต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบน. เสนอต่อ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. ● ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2556. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการอนุวัติสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 410 หน้า

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและ แผนทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม, กระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม. 410 หน้า		
ภัยพิบัติธรรมชาติ (ดินถล่ม)			
ก่อนปี 2553 / 2010	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
5 ปีล่าสุด (2554 – 2558) /(201 – 2015)	1 งาน	1 งาน	ไม่มี
	ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรม ปฐพีและฐานราก. 2557. รายงานฉบับสมบูรณ์ ความ เป็นไปได้และความถี่ของการ เกิดอุทกภัย/ ดินถล่มจากการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/ ภาวะโลกร้อน: พื้นที่ศึกษา ภาคเหนือ. คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.	ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรม ปฐพีและฐานราก. 2557. รายงานฉบับสมบูรณ์ ความ เป็นไปได้และความถี่ของการ เกิดอุทกภัย/ ดินถล่มจากการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/ ภาวะโลกร้อน: พื้นที่ศึกษา ภาคเหนือ. คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.	
การตั้งถิ่นฐาน ชุมชน ผังเมือง และโครงสร้างพื้นฐาน			
ก่อนปี 2553 / 2010	3 งาน	1 งาน	1 งาน
	- 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 - Panya Consultants. 2009. Final Report Climate Change Impact and Adaptation Study for Bangkok Metropolitan Region. World Bank. - Southeast Asia START	Panya Consultants. 2009. Final Report Climate Change Impact and Adaptation Study for Bangkok Metropolitan Region. World Bank.	Panya Consultants. 2009. Final Report Climate Change Impact and Adaptation Study for Bangkok Metropolitan Region. World Bank.

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	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.		
5 ปีล่าสุด (2554 – 2558) /(2011–2015)	2 งาน	6 งาน	5 งาน
	● Raks Thai Foundation and CARE Deutschland-Luxemburg e.V. 2013. Climate Vulnerability and Capacity Analysis Report: The South of Thailand. Building Coastal Resilience to Reduce Climate Change Impact in Thailand and Indonesia Project (BCR CC). Bangkok, Thailand. ● ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ. เสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและ	● Chinvano, S. 2013. A holistic approach to climate change vulnerability and adaptation assessment: Pilot study in Thailand. Adaptation Knowledge Platform, Partner Report Series No. 4. Stockholm Environment Institute, Bangkok ● Raks Thai Foundation and CARE Deutschland-Luxemburg e.V. 2013. Climate Vulnerability and Capacity Analysis Report: The South of Thailand. Building Coastal Resilience to Reduce Climate Change Impact in Thailand and Indonesia Project (BCR CC). Bangkok, Thailand. ● ณัฏวิทย์ ติกุล และสืบพงศ์ ทองดี. 2558. (ร่าง) รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษารูปแบบชุมชนและที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้น้อยในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อรับมือกับ	● Kulpraneet, A. 2013. Coastal household adaptation cost requirements to sea level rise impacts. Mitig Adapt Strateg Glob Change 18:285-302. ● ตรีณี รามสูต และประติมานันต์ นิ่มเสมอ. 2556. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการบ้านพักอาศัยพื้นที่กับความสามารถในการรับมือต่อความเสี่ยงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ: กรณีศึกษาชุมชนริมน้ำ อ.เสนา จ. พระนครศรีอยุธยา. เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ. ● ณัฏวิทย์ ติกุล และสืบพงศ์ ทองดี. 2558. (ร่าง) รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษารูปแบบชุมชนและที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้น้อยในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อรับมือกับความ

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	สิ่งแวดล้อม, กระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.	ความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ กรณีศึกษาน้ำท่วม. เสนอต่อ สำนักงานกองทุน สนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ. • ธีรณี รามสูต และประติมา นิ่ม เสมอ. 2556. รายงานวิจัยฉบับ สมบูรณ์โครงการบ้านพักอาศัย พื้นที่กับความสามารถในการ รับมือต่อความเสี่ยงจาก ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ: กรณีศึกษาชุมชน ริมน้ำ อ.เสนา จ. พระนครศรีอยุธยา. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการ วิจัย. กรุงเทพฯ. • วนารัตน์ กรอิสราณกุล. 2556. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ แนว ทางการวางแผนด้านผังเมือง เพื่อรองรับความเสี่ยงจากการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: กรณีศึกษาปัญหาน้ำท่วมและ แนวทางการจัดการน้ำท่วมใน เขตผังเมืองรวมพุนพิน จังหวัดสุ ราษฎร์ธานี. เสนอต่อ ส ำนักงานกองทุนสนับสนุนการ วิจัย. กรุงเทพฯ. • ศูนย์บริการวิชาการแห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลง ของโลกแห่งภูมิภาคเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. 2554. รายงาน ฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาด้าน ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศและความ แปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ในอนาคตและการปรับตัวของ ภาคส่วนที่สำคัญ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผน	เสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ กรณีศึกษาน้ำ ท่วม. เสนอต่อ สำนักงาน กองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ. • วนารัตน์ กรอิสราณกุล. 2556. รายงานวิจัยฉบับ สมบูรณ์ แนวทางการ วางแผนด้านผังเมืองเพื่อ รองรับความเสี่ยงจากการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ: กรณีศึกษา ปัญหาน้ำท่วมและแนว ทางการจัดการน้ำท่วมในเขต ผังเมืองรวมพุนพิน จังหวัดสุ ราษฎร์ธานี. เสนอต่อ ส ำนักงานกองทุนสนับสนุนการ วิจัย. กรุงเทพฯ. • ศูนย์บริการวิชาการแห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงาน วิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรม การเปลี่ยนแปลงของโลกแห่ง ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียง ใต้, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาด้าน ผลกระทบของการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และความแปรปรวนของ สภาพภูมิอากาศในอนาคต และการปรับตัวของภาคส่วน ที่สำคัญ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผน ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม, กระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
		ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม, กระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ	
สรุปภาพอนามัย			
ก่อนปี 2553 / 2010	2 งาน	ไม่มี	ไม่มี
	● 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. ● คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2551. การศึกษาสถานการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.		
5 ปีล่าสุด (2554 – 2558) /(2011–2015)	2 งาน	ไม่มี	ไม่มี
	● ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาด้าน		

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ. เสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. ● Pinichka, C., Bhaktikul, K., Sucharitakul, S., and Bundhamcharoen, K. 2013. Malaria epidemics under climate change scenarios in Thailand. J. Environ. Res. 35(2): 1-11.		
การท่องเที่ยว			
ก่อนปี 2553 / 2010	1 งาน	1 งาน	ไม่มี
	● ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อคลังเตอ์การท่องเที่ยวของไทย. เสนอต่อ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.	● ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อคลังเตอ์การท่องเที่ยวของไทย. เสนอต่อ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.	
5 ปีล่าสุด (2554 – 2558) / (201 – 2015)	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ภาคธุรกิจอุตสาหกรรม			
ก่อนปี 2553 / 2010	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
5 ปีล่าสุด (2554 – 2558) / (2011–2015)	1 งาน	1 งาน	ไม่มี
	● สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศิจ	● สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศิจ	

	ผลกระทบ	ความเสี่ยงและภาวะ เปราะบาง	การปรับตัว
	นทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรม การเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม โครงการย่อยที่ 2 การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคอุตสาหกรรมและมาตรการรองรับผลกระทบ. เสนอต่อ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.	นทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรม การเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม โครงการย่อยที่ 2 การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคอุตสาหกรรมและมาตรการรองรับผลกระทบ. เสนอต่อ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.	

1.1.1 การเกษตรกรรม

การศึกษาด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคการเกษตรส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการศึกษาถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการเพาะปลูกพืช โดยเน้นศึกษาพืชไร่นาเป็นหลัก มีการศึกษาถึงไม้ยืนต้นบ้าง ได้แก่ ยางพาราและปาล์มน้ำมัน เป็นต้น และมีการศึกษาถึงเรื่องสัตว์เลี้ยงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

1.1.1.1 การเพาะปลูกพืช

การศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเพาะปลูกพืช โดยเฉพาะในประเทศไทยซึ่งพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่เป็นระบบเกษตรที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของภูมิอากาศในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น หรือรูปแบบการกระจายตัวของฝนในช่วงฤดูฝนเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตทางการเกษตร การศึกษาในระยะที่ผ่านมาการใช้เทคนิคต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้แบบจำลองผลผลิตการเกษตร และใช้ข้อมูลการคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคตในการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตการเกษตร โดยใช้ข้อมูลในการประเมินผลผลิตในอนาคตภายใต้สถานการณ์ที่สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไป ได้แก่ คุณสมบัติของดิน ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic coefficient) สำหรับพืชที่ศึกษา ตลอดจนวิธีการบริหารจัดการการเพาะปลูกพืชร่วมกับข้อมูลสภาพอากาศจากการคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคต

- การศึกษาในระยะแรก ได้มีการจำลองผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าว โดยแบบจำลอง ORYZA1 และ SIMRIW ภายใต้สถานการณ์จำลองสภาพภูมิอากาศซึ่งเป็นผลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก 3 แบบจำลอง คือ GFDL, GISS และ UKMO ภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์จำลองที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นสองเท่า ซึ่งโดยปกติแล้วการที่ก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลผลิตเพิ่ม แต่หากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลผลิตลดลง ผลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกทั้ง 3 แบบจำลองแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในอนาคตจะสูงขึ้นประมาณ 4-5°C และปริมาณฝนเพิ่มขึ้น 8-15 เปอร์เซ็นต์ โดยผลจากแบบจำลอง ORYZA แสดงว่าผลผลิตข้าวของประเทศไทยในอนาคตภายใต้เงื่อนไขสภาพภูมิอากาศอนาคตจากแบบจำลองทั้ง 3 จะเปลี่ยนแปลงไป โดยอยู่ในช่วงระหว่าง +9.3 เปอร์เซ็นต์ ถึง -0.9 เปอร์เซ็นต์ และการคาดการณ์โดยแบบจำลอง SIMRIW พบว่าผลผลิตข้าวในอนาคตจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง +9.4 เปอร์เซ็นต์ ถึง -11.6 เปอร์เซ็นต์ (Matthews et al, 1977)

การกำหนดสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ตายตัวนั้นไม่ได้เป็นตัวแทนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตที่เหมาะสมเนื่องจากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ได้มีลักษณะเดียวกันตลอดทั้งปี หรือมีลักษณะเดียวกันทุกฤดูกาล สถานการณ์จำลองภูมิอากาศในอนาคตที่มีความละเอียดสูงจะเป็นการให้ข้อมูลภูมิอากาศในอนาคตโดยแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงรายวันซึ่งแสดงความแปรปรวนของสภาพอากาศตลอดฤดูกาลนั้นเป็นชุดข้อมูลที่ดีกว่าในการนำมาใช้วิเคราะห์ผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรในอนาคต

- การศึกษาอีกชิ้นหนึ่งในระยะต่อมาได้มีการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าว 3 พื้นที่ในประเทศไทย คือ จังหวัดเชียงราย สกลนคร และสระแก้ว โดยแบบจำลองผลผลิตการเกษตร Decision Support System for Agro Technology Transfers (DSSAT version 4.0) และใช้ข้อมูลสภาพอากาศรายวันในอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศ CCAM ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ปริมาณฝน รังสีจากดวงอาทิตย์ ประกอบกับรูปแบบการจัดการทางการเกษตรและคุณสมบัติของดิน โดยนำมาคำนวณผลผลิตข้าวในอนาคต ผลจากแบบจำลองแสดงถึงผลผลิตข้าวภายใต้สถานการณ์จำลองภูมิอากาศ 3 สถานการณ์ด้วยกัน ได้แก่ ช่วงปีฐานซึ่งเป็นการคำนวณผลผลิตภายใต้ภูมิอากาศจำลองโดยสถานการณ์ที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ 360 หนึ่งส่วนในล้านส่วน (ppm) และเปรียบเทียบกับสถานการณ์ภายใต้ภูมิอากาศอนาคตเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 และ 720 หนึ่งส่วนในล้านส่วน โดยการคำนวณในแต่ละเงื่อนไขนั้นครอบคลุมระยะเวลา 10 ปี (ทศวรรษที่ 1980s, 2040s และ 2070s) ผลจากแบบจำลองแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวเพียงเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ดี ภายใต้สภาพภูมิอากาศอนาคตเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 หนึ่งส่วนในล้านส่วนนั้น แม้ว่าผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ความแปรปรวนของผลผลิตรายปีในระยเวลานั้นก็เพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน โดยพื้นที่ทั้งสามจังหวัด มีผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ยในช่วงปีฐาน 2,522 (+216) กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ภายใต้เงื่อนไขสภาพภูมิอากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 หนึ่งส่วนในล้านส่วน ผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ยจะเป็น 2,552 (+270) กิโลกรัมต่อเฮกตาร์และภายใต้เงื่อนไขสภาพภูมิอากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 หนึ่งส่วนในล้านส่วน จะมีผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ยคือ 2,836 (+540) กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ นอกจากนี้ ยังพบว่าเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตข้าวในปีที่ฝนตกน้อย ฝนตกปานกลางและฝนตกมาก ภายใต้เงื่อนไขสภาพภูมิอากาศทั้ง 3 สถานการณ์จำลองแล้วพบว่าผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันมากนัก (Buddhaboon et al, 2005)
- นอกจากนี้ ยังมีการจำลองผลผลิตข้าวบริเวณพื้นที่ศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี โดยข้อมูลจากแบบจำลองผลผลิตจาก DSSAT และข้อมูลภูมิอากาศจากแบบจำลอง CCAM ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลต่อผลผลิตข้าวในพื้นที่ดังกล่าว สภาพอากาศในอนาคตทำให้ผลผลิตจากข้าวมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น โดยอยู่ในช่วง +1.48 เปอร์เซ็นต์ ถึง +15.29 เปอร์เซ็นต์ และในบางพื้นที่ผลผลิตจะ

สูงขึ้น 10-15 เปอร์เซ็นต์ (Southeast Asia START Regional Center 2006 และ Chinvano et al, 2008a) และผลจากการวิเคราะห์ข้าวหอมพันธุ์ข้าวดอกมะลิ KDML 105 บริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ ก็ได้ผลดีขึ้นเช่นเดียวกัน (วิเชียร และคณะ, 2547)

การใช้ข้อมูลจากสถานการณ์จำลองที่แตกต่างและการใช้เครื่องมือในการศึกษาต่างกัน ทำให้ได้ผลการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตการเกษตรที่แตกต่างกัน (Agarwal, 2008)

- การวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อผลผลิตข้าวในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2020, 2050 และ 2080 ในจังหวัดอุบลราชธานี ขอนแก่น และร้อยเอ็ด โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว CRES และใช้ข้อมูลภูมิอากาศในอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 GCM A2 ซึ่งได้ทำการคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค PRECIS แสดงให้เห็นว่าผลผลิตข้าวมีแนวโน้มลดลง 24 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตในช่วงปีฐาน ในปี ค.ศ. 1997-2006 (พ.ศ.2540-2549) โดยผลผลิตที่คาดการณ์ว่าจะลดลง ได้แก่ ข้าวสายพันธุ์ KDML105 (ข้าวขาวดอกมะลิ 105) โดยลดลง 15 เปอร์เซ็นต์ และข้าวสายพันธุ์ RD6 (กข 6) ลดลง 5.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคาดว่าเกิดจากการที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ในทางตรงข้าม เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นทุก ๆ 100 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ผลผลิตข้าวสายพันธุ์ KDML 105 จะเพิ่มขึ้น 8.7 เปอร์เซ็นต์ และสายพันธุ์ RD6 จะเพิ่มขึ้น 17.5 เปอร์เซ็นต์ (Agarwal, 2008; และ Babel et al, 2011)

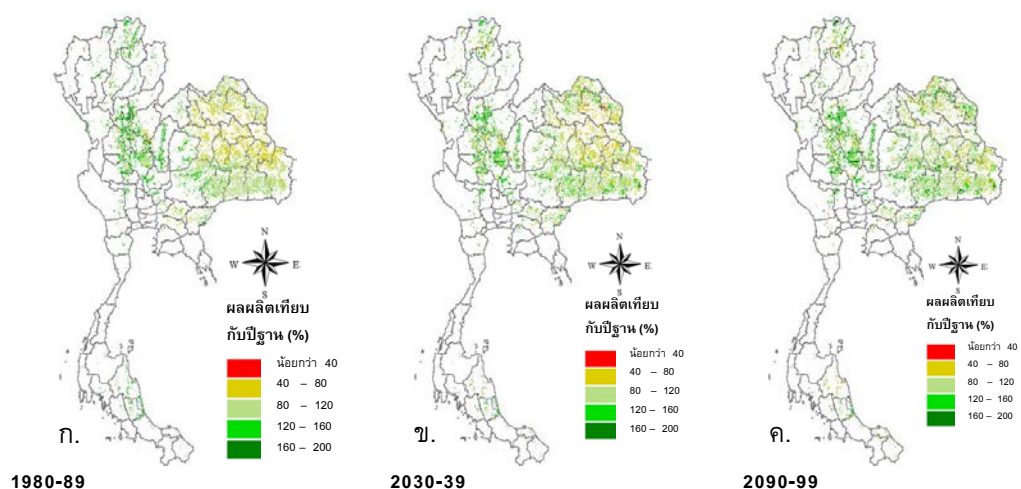
นอกจากการศึกษาเรื่องผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวแล้ว มีการศึกษาถึงผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรพืชไร่ที่เป็นพืชเศรษฐกิจหลักชนิดอื่น ๆ ในประเทศไทย ได้แก่ ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ซึ่งได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่แตกต่างกัน

- การศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อพืชไร่ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น (สหัสชัย และคณะ, 2547) พบว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทำให้ผลผลิตข้าวโพดและอ้อยในจังหวัดขอนแก่นเพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตจากมันสำปะหลังมีแนวโน้มลดลง
 - ในกรณีของการปลูกข้าวโพดนั้น การปรับเปลี่ยนการให้น้ำจะช่วยลดปัญหาจากความแปรปรวนของผลผลิตที่เกิดจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และยังช่วยลดจำนวนวันออกดอก 2-4 วัน และวันสุกแก่ 3-10 วัน
 - ในกรณีของการปลูกอ้อยนั้น เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการเติบโตของอ้อยจะสั้นลง อย่างไรก็ตาม มวลชีวภาพของอ้อยที่ระยะใบที่ 14 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และในปีที่มีฝนตกมากภายใต้สภาพอากาศเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น มวลชีวภาพของอ้อยที่ระยะใบที่ 14 จะลดลง แต่ในปีที่มีฝนตกน้อยในอนาคตมวลชีวภาพของอ้อยที่ระยะใบที่ 14 จากน้ำตาลอ้อยและลำต้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด
 - ผลผลิตจากมันสำปะหลังนั้นมีแนวโน้มลดลงในปีที่มีฝนตกน้อยและฝนตกปานกลาง แต่จะเพิ่มขึ้นอย่างมากในปีที่มีฝนมากภายใต้สภาพอากาศอนาคตเมื่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เพิ่มขึ้นเป็น 540 และ 720 ส่วนในล้านส่วน นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศยังส่งผลให้วันแตกกิ่งของมันสำปะหลังเกิดเร็วขึ้นภายใต้สภาพอากาศที่ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็น 540 และ 720 ส่วนในล้านส่วน ส่วนค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวลดลงเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น แต่ค่าดัชนีของพื้นที่ผิวใบ (leaf area index) จะเพิ่มขึ้น ยกเว้นในช่วงปีที่มีฝนตกน้อย

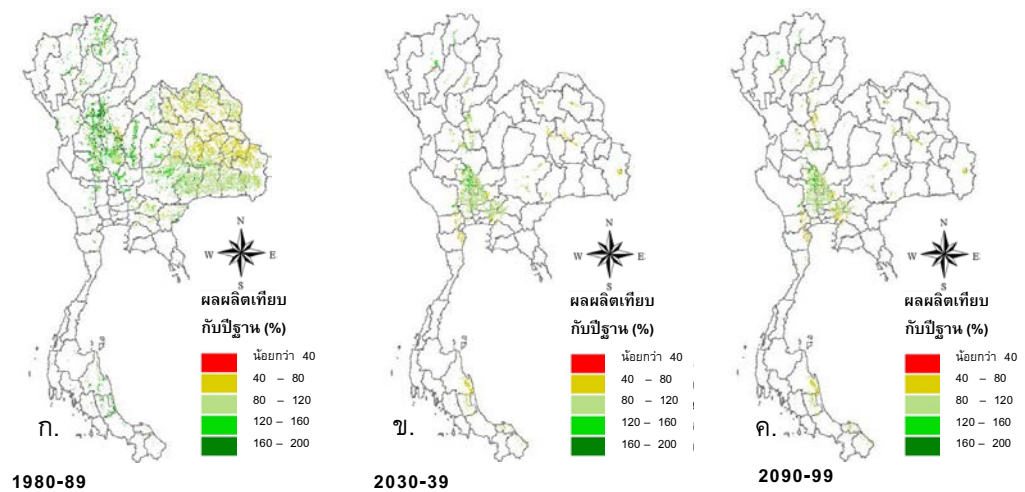
- นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาซึ่งพบผลกระทบในทางบวกจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตอ้อยใน จังหวัดขอนแก่นและจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งได้ใช้เครื่องมือและชุดข้อมูลเดียวกัน (Jintrawet and Prammanee, 2005)

การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตทางการเกษตรที่ได้มีการศึกษาโดยละเอียด ที่สุดในระยะเวลาที่ผ่านมาเป็นการศึกษาภายใต้โครงการ ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อผลผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลังและ ข้าวโพดของประเทศไทย ซึ่งเป็นโครงการวิจัยภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (เกริก และ คณะ, 2552 และ สมชาย และคณะ, 2552)

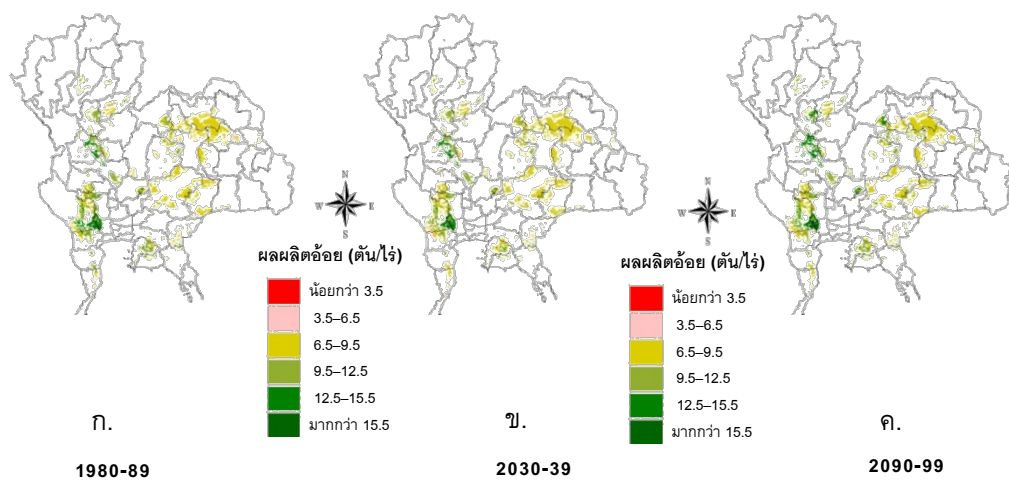
- การประเมินผลกระทบต่อพืชไร่นาเศรษฐกิจในโครงการวิจัย ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อผลผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลังและข้าวโพดของประเทศไทย (เกริก และคณะ, 2552) ได้ใช้แบบจำลองผลผลิต การเกษตร DSSAT4 โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 GCM A2 และ B2 ตลอดช่วงศตวรรษที่ 21 ซึ่งได้ทำการคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับ ท้องถิ่น PRECIS และได้ผลสรุปว่า เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตในอนาคตโดยมองภาพรวมที่เป็นค่าเฉลี่ย ของห้วงเวลานั้น ผลผลิตทางการเกษตรในประเทศไทยโดยทั่วไปไม่ได้รับผลกระทบที่รุนแรงจากการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ยกเว้น มันสำปะหลัง แต่รูปแบบความแปรปรวนของสภาพอากาศในอนาคตจะ ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรมีความแปรปรวนสูงขึ้นกว่าปัจจุบัน นอกจากนั้น ถึงแม้ว่าผลผลิต โดยรวมของประเทศจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรงมากนัก แต่พบว่าบางพื้นที่จัดได้ว่าเป็นพื้นที่วิกฤต ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งผลผลิตในอนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงมาก ทั้งนี้พื้นที่วิกฤตได้แก่ พื้นที่ทำน่าน้ำฝนหรือข้าวนาปี ตลอดจนพื้นที่ปลูกอ้อยและมันสำปะหลังทางภาคเหนือของประเทศ และ ในช่วงฤดูแล้ง พื้นที่นาข้าวและพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ที่ได้รับผลกระทบจะขยายขอบเขตไปในหลาย พื้นที่ (รูปที่ 1.4-1.8) ผลจากการประเมินพบว่า สาเหตุหลักที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงได้แก่ ธาตุอาหารใน ดิน และการกระจายตัวของฝน ส่วนสาเหตุที่ผลผลิต มันสำปะหลังลดลง เนื่องจากคุณสมบัติของดินและ ปริมาณน้ำฝนที่ไม่สัมพันธ์กันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นปัญหาหลักในบริเวณภาคเหนือตอนล่างและ ผลผลิตข้าวโพดที่ลดลงเนื่องจากการขาดน้ำในระยะออกดอก โดยเฉพาะในช่วงข้าวโพดออกใหม่และ ช่วงที่ปรากฏข้อเกสรตัวผู้ (เกริก และคณะ, 2552)



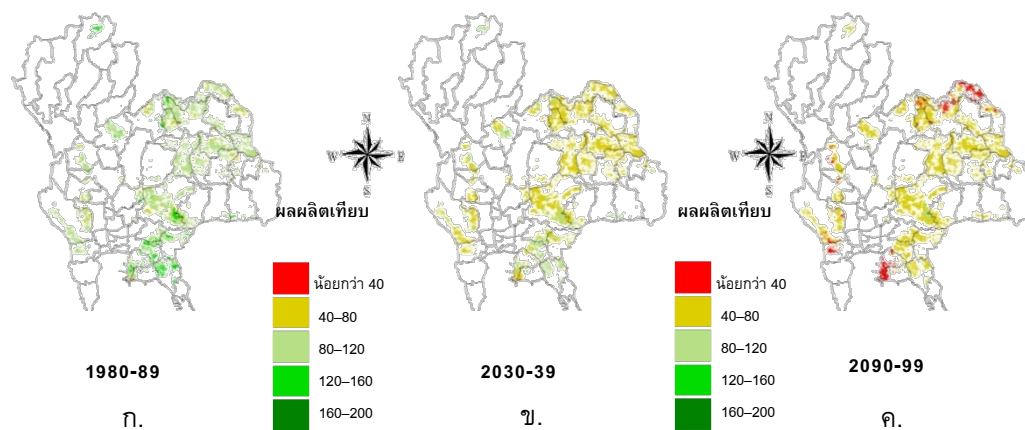
รูปที่ 1.4 การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวนาปี/นาฝน/ข้าวนาปี ภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ใน อนาคต (ก) พ.ศ.2523-2532 (ข) พ.ศ.2573-2582 (ค) พ.ศ.2633-2642 (ที่มา: เกริก และคณะ, 2552)



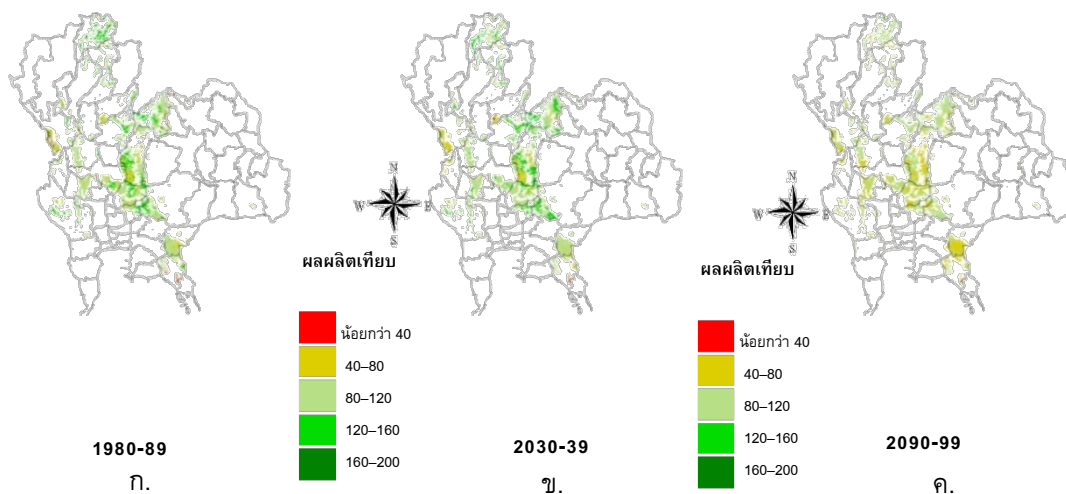
รูปที่ 1.5 การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวนาชลประทานฤดูแล้ง/ข้าวนาปรัง ภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต (ก) พ.ศ.2523-2532 (ข) พ.ศ.2573-2582 (ค) พ.ศ.2633-2642
(ที่มา: เกริก และคณะ, 2552)



รูปที่ 1.6 การเปลี่ยนแปลงผลผลิตอ้อยภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต (ก) พ.ศ.2523-2532 (ข) พ.ศ.2573-2582 (ค) พ.ศ.2633-2642
(ที่มา: เกริก และคณะ, 2552)



รูปที่ 1.7 การเปลี่ยนแปลงผลผลิตมันสำปะหลังภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต
(ก) พ.ศ.2523-2532 (ข) พ.ศ.2573-2582 (ค) พ.ศ.2633-2642
(ที่มา: เกริก และคณะ, 2552)



รูปที่ 1.8 การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวโพดภายใต้สภาพภูมิอากาศระยะต่าง ๆ ในอนาคต
(ก) พ.ศ.2523-2532 (ข) พ.ศ.2573-2582 (ค) พ.ศ.2633-2642
(ที่มา: เกริก และคณะ, 2552)

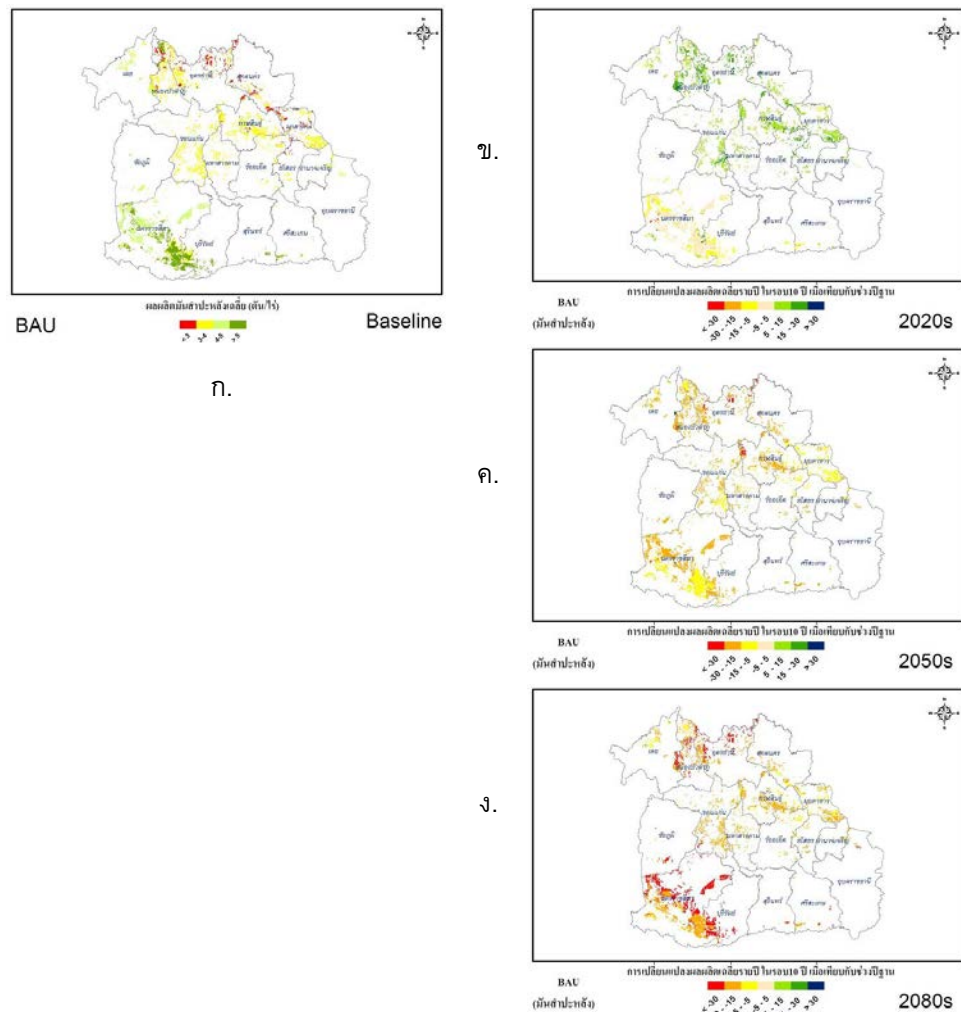
เนื่องจากในปัจจุบัน พื้นที่เพาะปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น และผลการศึกษาของ เกริก และคณะ (2552) ระบุว่าพื้นที่ผลิตอ้อยที่ได้รับผลกระทบส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ปลูกภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบในระดับที่วิกฤติบางส่วนอยู่ในจังหวัดกาฬสินธุ์ซึ่งเป็นพื้นที่มีชุดดินที่ใช้ปลูกอ้อยที่หลากหลาย ดังนั้น ปรีชา และคณะ (2555) จึงได้ทำการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ศึกษาจังหวัดกาฬสินธุ์ ในช่วงเวลา พ.ศ.2553-2593 (ค.ศ.2010-2050) โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศรายวันในอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 GCM A2 และประเมินภูมิอากาศในระดับภูมิภาคโดยแบบจำลอง PRECIS ผลจากแบบจำลองดังกล่าวจะเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองอ้อยในโปรแกรม

DSSAT ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ มีผลกระทบต่อการผลิตอ้อยในระยะยาวเล็กน้อย (ช่วง พ.ศ.2553-2593; ค.ศ.2010-2050) แต่ผลผลิตมีความแปรปรวนสูงทั้งเชิงพื้นที่และเวลา โดยพบว่ามี ความแปรปรวนของผลผลิตในเชิงเวลามากกว่าความแปรปรวนเชิงพื้นที่ขึ้นอยู่กับความหลากหลายของชุดดิน และ สภาพภูมิอากาศ ส่วนความแปรปรวนเชิงเวลาขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝน

นอกจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตแล้ว ประเด็นที่พึง พิจารณาในการพิจารณาถึงผลผลิตการเกษตรในระยะยาวนั้น จะต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสัดส่วนพื้นที่ และการกระจายตัวของพื้นที่เพาะปลูกประกอบด้วย เนื่องจากพืชไร่นานี้เป็นพืชระยะสั้น การปรับเปลี่ยนจากการปลูก พืชชนิดหนึ่งไปปลูกพืชชนิดอื่นจึงเกิดได้โดยง่าย โดยเฉพาะภายใต้แรงขับเคลื่อนจากภาวะตลาดและนโยบายภาครัฐ

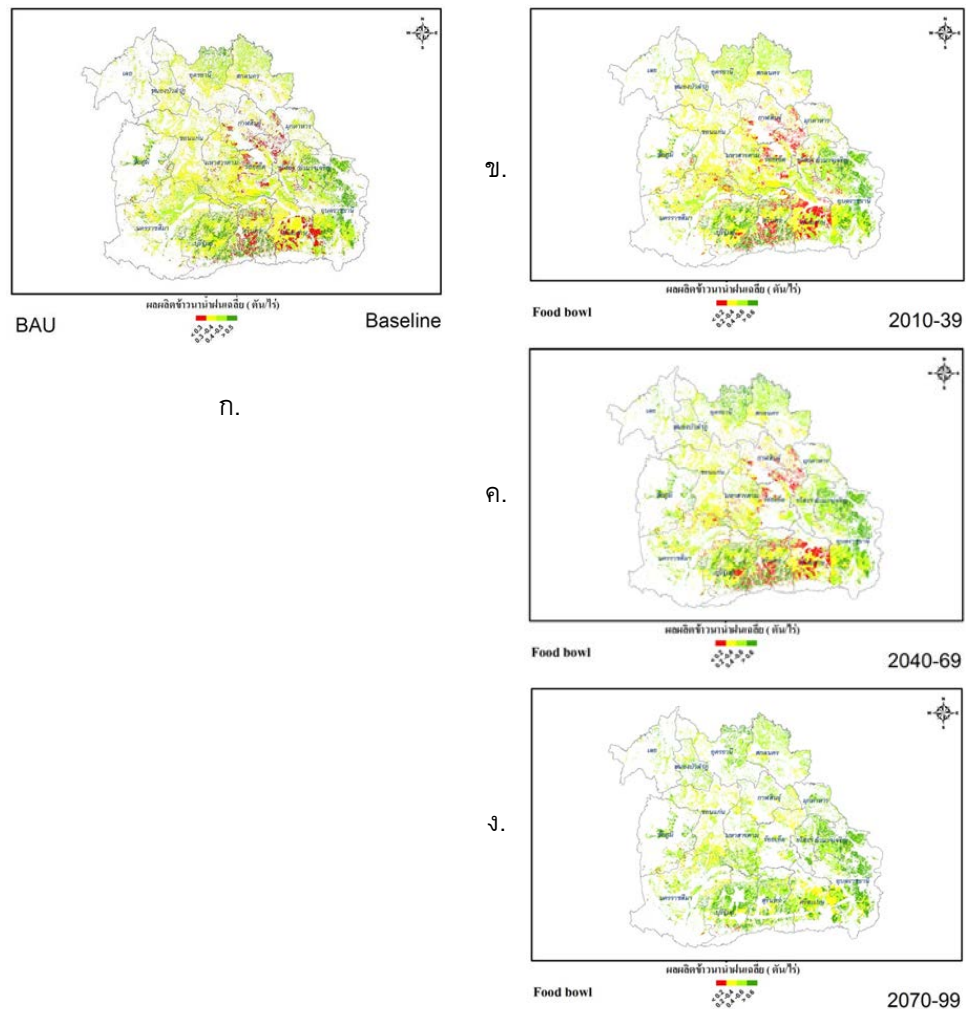
- งานศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตการเกษตรในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลได้ทำ การประเมินผลกระทบผลผลิตพืชไร่นา ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตร่วมกับภาพฉายอนาคตของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกพืชในแบบ ต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นโดยมีปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมผลักดัน จำนวน 3 แนวทาง คือ แนวทาง ที่เน้นการผลิตพืชอาหาร (Food bowl; เน้นการผลิตข้าว) แนวทางที่เน้นการผลิตพืชไร่พลังงาน (Green Energy-Bio fuel; ให้ความสำคัญกับการผลิตอ้อยและมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบพลังงานทดแทน) และแนวทางการผลิตแบบผสมผสาน (Mixed Farming; ใช้พื้นที่ปลูกตามความเหมาะสมของดินและให้ ความสำคัญกับระบบนิเวศน์) การศึกษานี้ใช้ชุดข้อมูลภูมิอากาศ PRECIS ECHAM4 A2 และ B2 เป็น ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองผลผลิตพืช DSSAT เพื่อทำการประเมินผลผลิตพืชในช่วงอนาคต 30 ปี (ช่วง 2010s-2030s, 2040s-2060s และ 2070s-2090s) (วิเชียร และคณะ, 2554)

O การเปลี่ยนแปลงผลผลิตภายใต้รูปแบบการเพาะปลูกที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (Business as usual – BAU) ผลการประเมินแสดงว่า ผลผลิตข้าวนาปีที่อาศัยน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย แต่ผลผลิตข้าวนาปรังที่อาศัยน้ำจากชลประทานในช่วงฤดูแล้งมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากผลผลิตข้าวนาปรังมีเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด จึงทำให้ผลผลิต ข้าวโดยรวมในพื้นที่ลุ่มน้ำชีลุ่มน้ำมูลมีแนวโน้มคงที่เมื่อเทียบกับปัจจุบัน ผลผลิตอ้อยก็มีแนวโน้ม ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่สำหรับมันสำปะหลังและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าผลผลิตพืชไร่ทั้งสอง มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะมันสำปะหลังที่ลดลงอย่างต่อเนื่องอาจส่งผลกระทบต่อ รายได้จากการส่งออก รวมถึงแผนการผลิตพลังงานทดแทนในอนาคตก็อาจจะได้รับผลกระทบ เช่นกัน



รูปที่ 1.9 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงผลผลิตมันสำปะหลังในภาคตามรูปแบบการผลิตแบบที่เป็นอยู่ (BAU) ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
(ก) Baseline (ข) พ.ศ.2553-2573 (ค) พ.ศ.2583-2603 (ง) พ.ศ.2613-2633
(ที่มา: วิเชียร และคณะ, 2554)

○ การเปลี่ยนแปลงผลผลิตภายใต้รูปแบบการเพาะปลูกที่ปรับรูปแบบพื้นที่การผลิตตามแนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร (Food Bowl) พบว่าผลผลิตข้าวในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก จากผลผลิตประมาณ 12 ล้านตันต่อปี เป็นประมาณ 14 ล้านตันต่อปี และเพิ่มเป็น 20 ล้านตันต่อปี สำหรับอนาคตระยะใกล้ และระยะกลาง ตามลำดับ เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาชลประทานเพิ่มสูงขึ้น ผลผลิตมันสำปะหลังมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องไปจนถึงสิ้นศตวรรษทั้งในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล โดยรวมผลผลิตลดลง 15 เปอร์เซ็นต์ ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ในอนาคต ซึ่งลดลงจากผลผลิตเดิมที่อยู่ในระดับประมาณ 27 ล้านตันต่อปี เหลือเพียงประมาณ 18 ล้านตันต่อปี ผลผลิตอ้อย เพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบัน และมีผลผลิตที่ทรงตัวตลอดช่วงศตวรรษที่ 21 ส่วนผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงบ้าง โดยลดลงเพียงเล็กน้อย

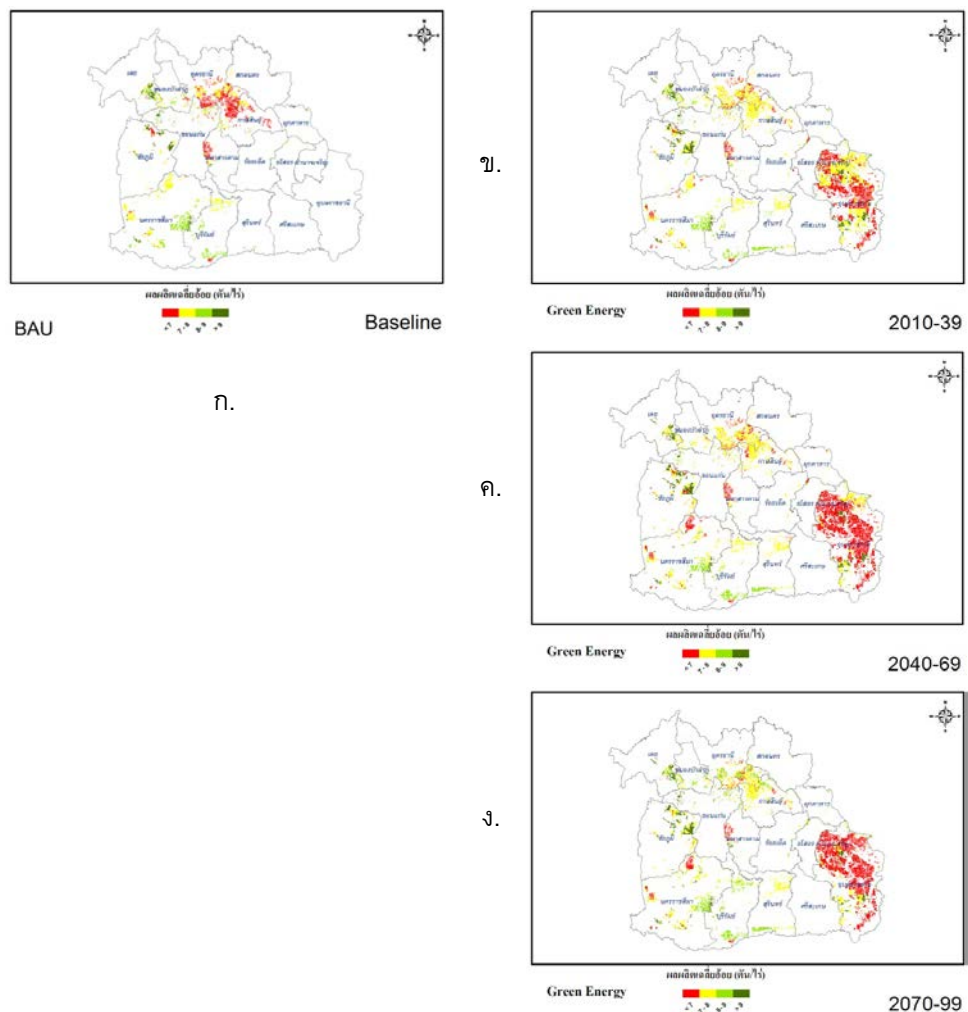


รูปที่ 1.10 ตัวอย่างพื้นที่ปลูกข้าวในปีในเขตพื้นที่นาในฤดูฝนตามแนวทางที่เน้นผลิตอาหาร (Food bowl scenario) และผลผลิตต่อไร่

(ก) Baseline (ข) พ.ศ.2553-2573 (ค) พ.ศ.2583-2603 (ง) พ.ศ.2613-2633
(ที่มา: วิเชียร และคณะ, 2554)

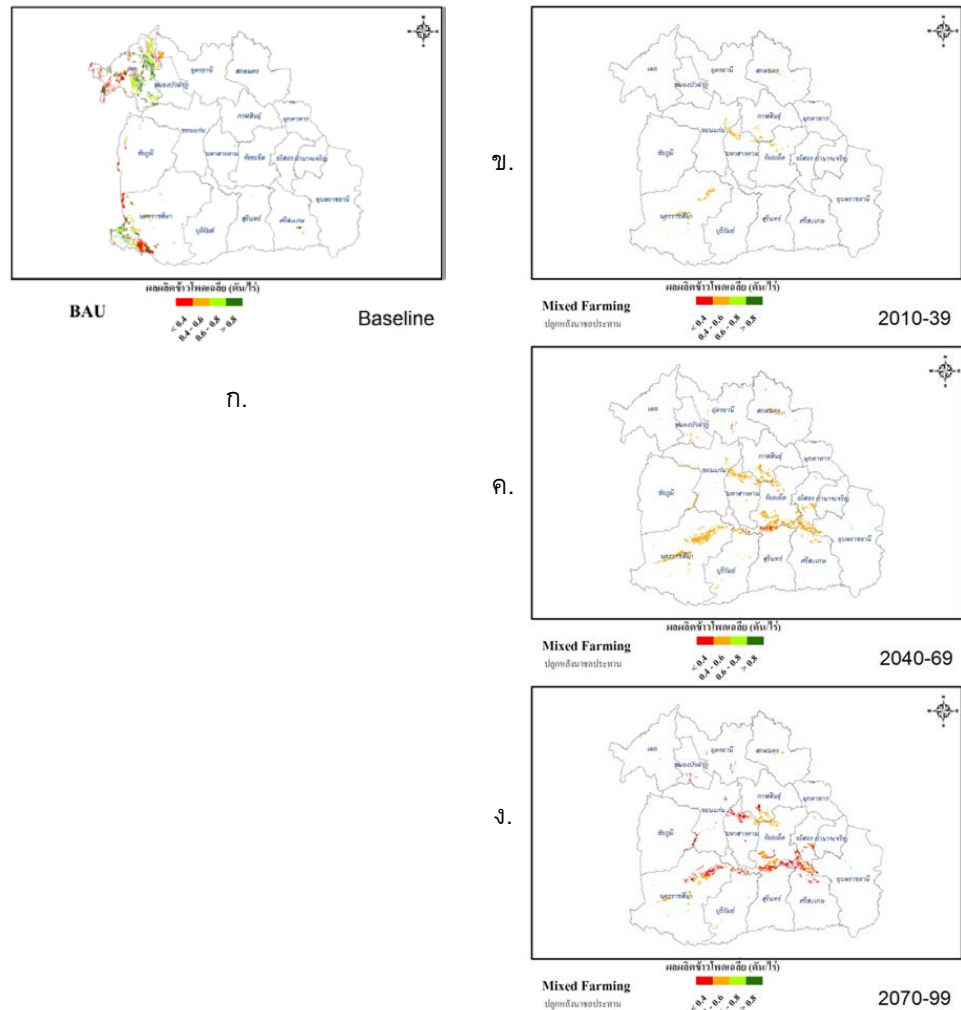
- การเปลี่ยนแปลงผลผลิตภายใต้รูปแบบการเพาะปลูกที่ปรับรูปแบบพื้นที่การผลิตตามที่เน้นการผลิตพืชไร่สำหรับพลังงานทดแทน (Green Energy-Bio fuel) ส่งผลให้ผลผลิตข้าวในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลนี้ลดลงในอนาคตระยะสั้น โดยลดลงจากผลผลิตรวมประมาณ 11 ล้านตันต่อปี เหลือเพียงประมาณ 6 ล้านตันต่อปี เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกข้าวลดลง แต่ในอนาคตระยะกลางและระยะยาว ผลผลิตข้าวโดยรวมก็จะเพิ่มกลับขึ้นมาใกล้เคียงกับผลผลิตปัจจุบันที่ระดับประมาณ 10 ล้านตันต่อปี เนื่องจากพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทานที่เพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในอนาคต ก็มีส่งผลให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อยในอนาคตอีกด้วย ผลผลิตมันสำปะหลังซึ่งมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบเชิงลบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในอนาคตนั้น จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกภายใต้แนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทนนี้ โดยเพิ่มจากผลผลิตเฉลี่ยต่อปีประมาณ 27 ล้านตัน เป็นกว่า 50 ล้านตันต่อปีในอนาคตระยะสั้นและระยะกลาง และแม้ว่าผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตมันสำปะหลังจะ

ส่งผลเชิงลบให้เห็นได้อย่างชัดเจนในอนาคตระยะยาวก็ตาม แต่ผลผลิตก็ยังสูงกว่าปัจจุบัน โดยคาดว่าลุ่มน้ำชี-มูลนี้จะสามารถผลิตมันสำปะหลังได้ถึงประมาณ 39 ล้านตัน ในอนาคตระยะยาวในช่วงปลายศตวรรษที่ 21 นี้ ผลผลิตอ้อยจะเพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบันอย่างมาก โดยเพิ่มขึ้นอีกมากกว่าสองเท่าตัว จากผลผลิตประมาณ 20 ล้านตันต่อปีในปัจจุบัน เป็นกว่า 60 ล้านตันต่อปีในอนาคต และมีผลผลิตที่ทรงตัวตลอดช่วงศตวรรษที่ 21 นี้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูก ส่วนผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมาก เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกเช่นกัน โดยจะมีการปลูกข้าวโพดในพื้นที่นาข้าวหลังฤดูการทำนาปี ทั้งนี้ปริมาณผลผลิตรวมของข้าวโพดในเขตลุ่มน้ำชี-มูล จะเพิ่มขึ้นจากระดับประมาณ 1.3 ล้านตันต่อปี เป็นประมาณ 2-3 ล้านตันต่อปีในอนาคต



รูปที่ 1.11 ตัวอย่างพื้นที่ปลูกอ้อยตามแนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario) และผลผลิตต่อไร่ (ก) Baseline (ข) พ.ศ.2553-2573 (ค) พ.ศ.2583-2603 (ง) พ.ศ.2613-2633 (ที่มา: วิเชียร และคณะ, 2554)

- O การเปลี่ยนแปลงผลผลิตภายใต้รูปแบบการเพาะปลูกตามแนวทางที่เน้นการผลิตแบบผสมผสาน (Mixed Farming) การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวเป็นไปในทิศทางเดียวกับแนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร กล่าวคือ พื้นที่ปลูกข้าวนาปีที่อาศัยน้ำฝนมีแนวโน้มลดลง แต่พื้นที่นาชลประทานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่จะไม่มีการปลูกข้าวนาปรังในพื้นที่ชลประทานในฤดูแล้งเพื่อประหยัดน้ำ และในอนาคตระยะยาวพื้นที่ปลูกข้าวมีแนวโน้มลดลงบ้างเนื่องจากการขยายตัวของชุมชน ผลผลิตข้าวค่อนข้างจะคงที่ในระดับประมาณ 10-11 ล้านตันต่อปี โดยผลผลิตมีการแกว่งตัวบ้างเล็กน้อย ผลผลิตมันสำปะหลังซึ่งมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบเชิงลบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ยังคงทรงตัวอยู่ได้ในอนาคตระยะสั้น และเพิ่มสูงขึ้นในอนาคตระยะกลางในช่วงกลางศตวรรษ เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้พื้นที่ปลูกพืชเชิงเดี่ยวยังคงมีพื้นที่ไม่แตกต่างจากปัจจุบันนัก แต่พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในนาข้าวหลังฤดูการทำนาจะเพิ่มมากขึ้น ทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้ โดยผลผลิตจะเพิ่มขึ้นจากประมาณ 27 ล้านตันต่อปีในปัจจุบัน เป็น 32 ล้านตันต่อปีในช่วงกลางศตวรรษ อย่างไรก็ตามในอนาคตรระยะยาวในช่วงปลายศตวรรษผลกระทบเชิงลบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศก็ส่งผลให้เห็นได้ โดยผลผลิตมันสำปะหลังต่อปีจะลดลงเหลือเพียงประมาณ 23 ล้านตันต่อปี แม้ว่าพื้นที่เพาะปลูกจะมากกว่าปัจจุบันก็ตาม สำหรับผลผลิตอ้อย มีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบัน โดยเฉพาะในอนาคตรระยะยาวในช่วงปลายศตวรรษที่ 21 นี้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกที่เพิ่มขึ้น ส่วนผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมาก อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้นมากและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งนี้ปริมาณผลผลิตรวมของข้าวโพดในเขตลุ่มน้ำชี-มูล จะเพิ่มขึ้นจากระดับประมาณ 1.3 ล้านตันต่อปี ไปอยู่ในระดับประมาณ 4 ล้านตันต่อปีในอนาคต



รูปที่ 1.12 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังตามแนวทางที่เน้นการผลิตแบบผสมผสาน (Mixed farming scenario) และผลผลิตต่อไร่
(ก) Baseline (ข) พ.ศ.2553-2573 (ค) พ.ศ.2583-2603 (ง) พ.ศ.2613-2633
(ที่มา: วิเชียร และคณะ, 2554)

นอกจากการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการปลูกข้าวในเชิงผลผลิตทางกายภาพแล้ว ยังมีการวิเคราะห์ผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกต่อการผลิตข้าวในประเทศไทย

- สมพร และคณะ (2552) ได้ใช้แบบจำลอง CropDSS ซึ่งได้แบ่งการจำลองตามภูมิภาคได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคเหนือ ทั้งนี้ในภาคกลางเลือกการวิเคราะห์ข้าวพันธุ์สุพรรณ 1 ส่วนภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเลือกใช้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งในการจำลองได้แบ่งช่วงเวลาออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงอดีต-ปัจจุบัน (ระหว่าง พ.ศ.2523-2530; ค.ศ.1980-1987) และช่วงอนาคต (ระหว่าง พ.ศ. 2553-2563; ค.ศ.2010-2020) ซึ่งผลการศึกษาจากแบบจำลอง CropDSS แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจะส่งผลกระทบต่อเกษตรกรที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ และเมื่อนำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงผลผลิตต่อไร่ เพื่อคำนวณหาปริมาณการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตพบว่าผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิจะเพิ่มขึ้นโดยรวม 1.4 ล้านตัน และมีมูลค่าเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเท่ากับ 14,195 ล้านบาท สำหรับเกษตรกรในภาคกลางที่ปลูกข้าวพันธุ์

สุพรรณบุรี1 มีผลผลิตข้าวพันธุ์ดังกล่าวเปลี่ยนแปลงลดลง โดยมีปริมาณผลผลิตโดยรวมเปลี่ยนแปลงลดลง 0.249 ล้านตัน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าการสูญเสีย 2,029 ล้านบาท เนื่องจากข้าวเป็นภาคการผลิตที่ใหญ่ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวตามชนิดของพันธุ์ที่เกิดขึ้นทั้งในด้านบวกและลบจะส่งผลกระทบต่อมูลค่าทางเศรษฐกิจในวงกว้างด้วย

งานศึกษาวิจัยด้านผลกระทบต่อการเกษตรส่วนใหญ่ในระยที่ผ่านมาเน้นการศึกษาพืชไรนา หรือพืชที่มีอายุสั้น เช่น ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง แต่ก็ได้มีการศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อพืชยืนต้นอยู่บ้าง ทั้งนี้การศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อไม้ยืนต้นอื่น ๆ เท่าที่พบส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในเชิงการวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ของพืชชนิดต่าง ๆ กับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศ

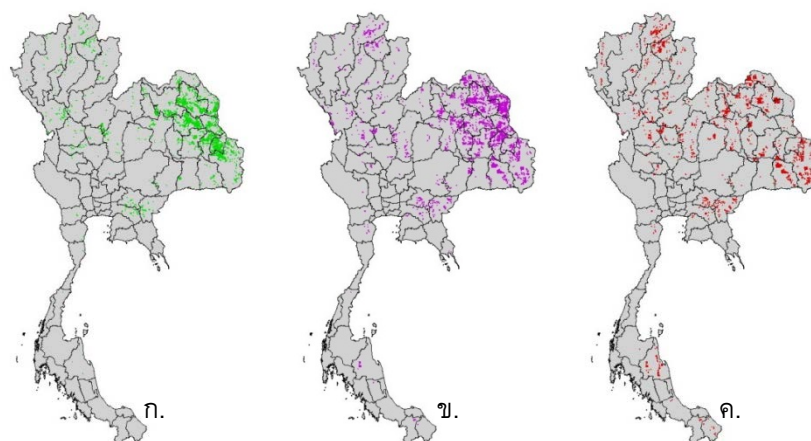
- การศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อไม้ยืนต้นอื่น ๆ เท่าที่พบส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในเชิงการวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ของพืชชนิดต่าง ๆ กับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศ ตัวอย่างเช่น การเปรียบเทียบผลผลิตยางพาราในพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน เนื่องจากภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อผลผลิตยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ โดยมีความสัมพันธ์แบบเชิงร่วกับตัวแปรภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการระเหยน้ำ ความเร็วลม นอกจากนี้ ยังพบว่าผลผลิตยางพารามีความสัมพันธ์โดยตรงกับปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño) ซึ่งจะทำให้มีผลผลิตสูงกว่าปกติ และกลับมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนในช่วงปรากฏการณ์ลานีญา (La Niña) และพบความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับสภาพอากาศในรูปแบบของจำนวนวันฝนตกกรมรายปี และความแรงของฝน โดยยางพาราจะมีผลผลิตสูงกว่าปกติในปีที่มีจำนวนวันฝนตกกรมรายปีน้อยกว่าปกติ หรือมีความแรงของฝนน้อยกว่าปกติ และกลับลดลงในปีที่มีจำนวนวันฝนตกมากกว่าปกติ หรือปีที่มีความแรงของฝนเพิ่มขึ้น (อัสมน และคณะ, 2557 และสายัณห์ และคณะ, 2557)
- ไม้ยืนต้นจำพวกผลไม้ในเขตภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ มังคุด และลองกองซึ่งเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้ ผลของความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศทำให้ชีพลักษณ์ในผลไม้มีการเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะช่วงเวลาการออกดอก งานวิจัยดังกล่าวได้ทำการศึกษการออกดอกและผลผลิตของมังคุดในช่วง 3 ปี (ตั้งแต่ปี พ.ศ.2551-2553; ค.ศ.2008 – 2010) ตลอดช่วงฤดูการปลูก พบการออกดอกมังคุดทั้งในและนอกฤดู จำนวนผลผลิตที่ได้รับในแต่ละปีมีความแปรปรวนขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและการออกดอก นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างของคุณภาพ (ขนาดผล) ของมังคุดในแต่ละปีด้วย (Apiratikorn et al, 2012) และพบการตอบสนองต่อสภาวะการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนและการระเหยของน้ำ ซึ่งมีผลทำให้การออกดอกของมังคุดและลองกองช้า (Apiratikorn et al, 2014)
- การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ พบว่าแนวโน้มของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันขยายตัวอย่างต่อเนื่อง พื้นที่ให้ผลและผลผลิตในช่วง 5 ปี (ช่วง พ.ศ.2548-2552; ค.ศ.2005-2009) เพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 11.65 และ 15.12 ต่อปี ตามลำดับ โดยพื้นที่เพาะปลูกสำคัญอยู่ในภาคใต้ และเมื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันในประเทศไทย โดยการใช้ข้อมูลกลุ่มชุดดินซ้อนทับกับพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทย (ปี 2551) และใช้ข้อมูลภูมิอากาศระดับภูมิภาคในอีก 20 ปีข้างหน้า (ทศวรรษที่ 1; 2000-2009 ทศวรรษที่ 2; 2010-2019 และทศวรรษที่ 3; 2020-2039) โดยนำข้อมูลเข้าแบบจำลอง PLANTGRO เพื่อประเมินผลผลิตปาล์มน้ำมันในแต่ละช่วงทศวรรษ พบว่าผลผลิตเฉลี่ยทั้งประเทศมี

แนวโน้มสูงขึ้นในช่วงปี 2009-2019 (พ.ศ.2552-2562) ซึ่งจะเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนสูงที่สุด และลดลงในช่วงทศวรรษถัดไป สำหรับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยไม่พบว่ามีผลต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันมากนัก ทั้งนี้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันที่ประเมินได้นั้น จะแตกต่างกันไปตามลักษณะและคุณสมบัติของดิน สภาพพื้นที่ และสภาพภูมิอากาศ (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)

การศึกษาด้านความเสี่ยงและภาวะเปราะบางของภาคการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

การศึกษาประเด็นด้านความเสี่ยงในภาคส่วนการเกษตรนั้น อาจพิจารณาได้จากการที่ผลผลิตทางการเกษตรนั้นลดลง ซึ่งมีการศึกษาด้านความเสี่ยงของภาคการเกษตรจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่วนใหญ่โดยพิจารณาความเสี่ยงในระดับพื้นที่ และ/หรือ ระดับจังหวัด ซึ่งพื้นที่เสี่ยงนี้แตกต่างกันไปตามพืชแต่ละชนิด

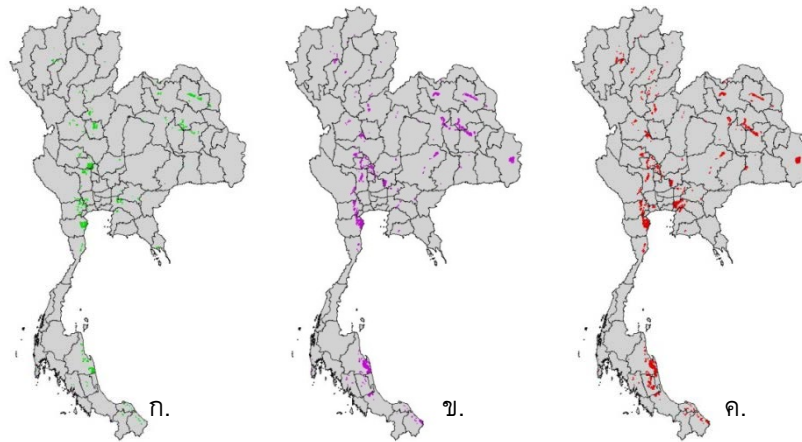
- เกริก และคณะ (2552) ได้ทำการวิเคราะห์พื้นที่ทางการเกษตรที่มีความเสี่ยงจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ใช้เกณฑ์การประเมินโดยกำหนดให้พื้นที่ที่มีผลผลิตต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ จากผลผลิตโดยเฉลี่ยของประเทศในช่วงปีฐานเป็นพื้นที่เสี่ยง ซึ่งเมื่อยึดเกณฑ์นี้ผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่วิกฤตในการปลูกข้าวหน้าน้ำฝน/ข้าวนาปี (รูปที่ 1.13) โดยส่วนใหญ่ได้แก่ พื้นที่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ เช่น จังหวัดหนองบัวลำภู อุดรธานี สกลนคร นครพนม กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด มุกดาหาร ยโสธร อำนาจเจริญ สุรินทร์ ศรีสะเกษ โดยในอนาคตนั้น พื้นที่เสี่ยงมีแนวโน้มขยายตัวกว้างขึ้น และในอนาคตระยะยาวพื้นที่เสี่ยงดังกล่าวจะเปลี่ยนรูปแบบ โดยมีการกระจายตัวมากขึ้นแต่จะมีความหนาแน่นของพื้นที่ต่ำลง



รูปที่ 1.13 พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตข้าวหน้าน้ำฝน/ข้าวนาปี จากผลกระทบของภูมิอากาศ
(ก) ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ.1980 (พ.ศ.2523) (ข) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 (พ.ศ.2573)
(ค) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090 (พ.ศ.2633) (ที่มา: เกริก และคณะ, 2552)

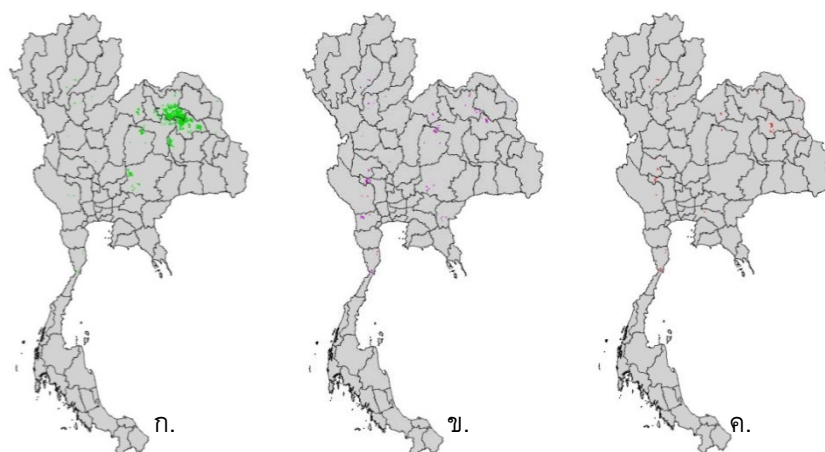
สำหรับนาข้าวชลประทาน/ข้าวนาปี/ข้าวนาปรังอยู่แล้วนั้น ผลการวิเคราะห์พบว่าผลผลิตโดยเฉลี่ยมีแนวโน้มที่จะลดลงทั้งประเทศ โดยพื้นที่วิกฤตจากผลกระทบจากภูมิอากาศครอบคลุมพื้นที่หลายจังหวัด (รูปที่ 1.14) ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ พะเยา โกล นครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี สุพรรณบุรี สระบุรี เพชรบุรี ราชบุรี

นครปฐม อัยยิกา นครนายก ฉะเชิงเทรา สกลนคร ขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ปัตตานี ยะลาและ
นราธิวาส โดยในอนาคตพื้นที่เสี่ยงจะมีแนวโน้มเช่นเดียวกับในช่วงปีฐาน



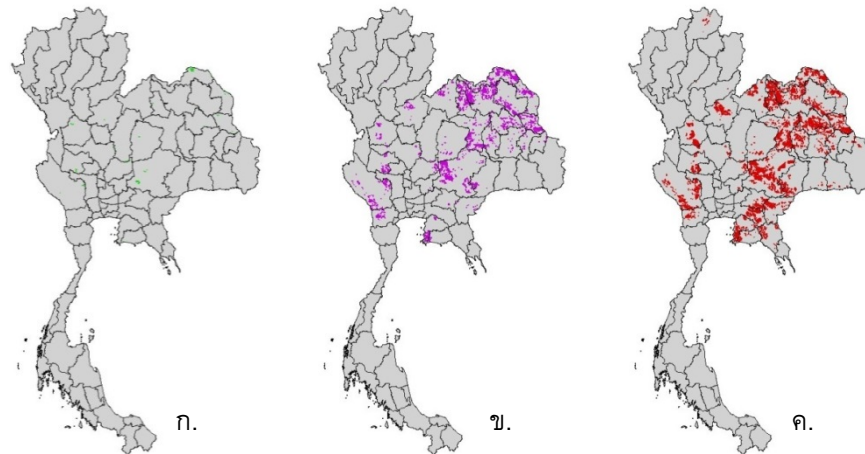
รูปที่ 1.14 พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตข้าวชลประทาน /ข้าวนาปรัง จากผลกระทบของภูมิอากาศ
(ก) ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ.1980 (พ.ศ.2523) (ข) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 (พ.ศ.2573)
(ค) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090 (พ.ศ.2633) (ที่มา: เกริก และคณะ, 2552)

พื้นที่วิกฤตในการผลิตอ้อยจากผลกระทบของความแปรปรวนของภูมิอากาศในช่วงปัจจุบัน พบใน
บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (รูปที่ 1.15) โดยเฉพาะ จังหวัดกาฬสินธุ์ พื้นที่
บางส่วนของจังหวัดมหาสารคาม ขอนแก่น และนครราชสีมา โดยในอนาคตผลจากการเปลี่ยนแปลง
ภูมิอากาศจะทำให้พื้นที่เสี่ยงลดลง



รูปที่ 1.15 พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตอ้อยจากผลกระทบของภูมิอากาศ
(ก) ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ.1980 (พ.ศ.2523) (ข) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 (พ.ศ.2573)
(ค) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2090 (พ.ศ.2633) (ที่มา: เกริก และคณะ, 2552)

สำหรับการเพาะปลูกมันสำปะหลังนั้น พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีความเสี่ยงจากความแปรปรวนของภูมิอากาศน้อย อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตทำให้พื้นที่เพาะปลูกดังกล่าวมีความเสี่ยงมากขึ้นและพื้นที่เสี่ยงจะขยายไปในหลายพื้นที่มากขึ้น (รูปที่ 1.16) ทั้งนี้พื้นที่เสี่ยงโดยส่วนใหญ่ ได้แก่ จังหวัด หนองคาย อุตรดิตถ์ หนองบัวลำภู ขอนแก่น กาฬสินธุ์ สกลนคร นครราชสีมา ราชบุรี กาญจนบุรี อุทัยธานี และระยอง



รูปที่ 1.16 พื้นที่เสี่ยงของการผลิตมันสำปะหลังจากผลกระทบของภูมิอากาศ
(ก) ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ.1980 (พ.ศ.2523) (ข) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ.2030 (พ.ศ.2573)
(ค) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ.2090 (พ.ศ.2633) (ที่มา: เกริก และคณะ, 2552)

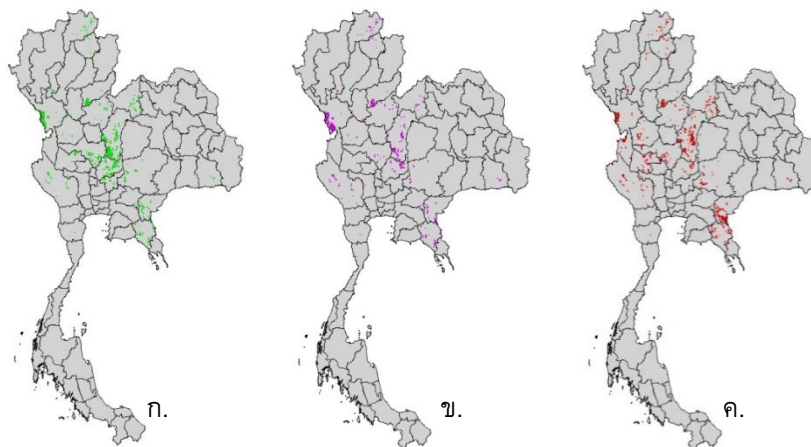
การเพาะปลูกข้าวโพดนั้น พื้นที่เสี่ยงจากผลกระทบของภูมิอากาศในอนาคตระยะใกล้จะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกับช่วงปีฐาน อย่างไรก็ตาม ในช่วงอนาคตระยะยาว พื้นที่เสี่ยงจะขยายตัวเพิ่มขึ้น (รูปที่ 1.17) โดยพื้นที่ที่วิกฤตแบ่งได้เป็น 4 บริเวณได้แก่

บริเวณที่ 1: จังหวัดเลย เพชรบุรี และนครราชสีมา

บริเวณที่ 2: จังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี กาญจนบุรี กำแพงเพชร ตาก และลำพูน

บริเวณที่ 3: จังหวัดสระแก้ว และจันทบุรี

บริเวณที่ 4: จังหวัดเชียงราย พระยา ลำปาง และ แพร่



รูปที่ 1.17 พื้นที่เสี่ยงของผลผลิตข้าวโพดจากผลกระทบของภูมิอากาศ
(ก) ปัจจุบันช่วงทศวรรษ ค.ศ.1980 (พ.ศ.2523) (ข) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ.2030 (พ.ศ.2573)
(ค) อนาคตช่วงทศวรรษ ค.ศ.2090 (พ.ศ.2633) (ที่มา: เกริก และคณะ, 2552)

การประเมินความเปราะบางของระบบการผลิตพืชไร่-นา ที่ได้มีการศึกษาในระยะเวลาที่ผ่านมา ได้นำปัจจัยทางด้านสภาพเศรษฐกิจและสังคมเข้าพิจารณาร่วมในฐานะที่เป็นตัวกำหนดภาวะความเปราะบางของภาคส่วนเกษตรด้วย

- วิเชียร และคณะ (2554) ทำการศึกษาความเปราะบางของระบบการผลิตพืชไร่-นาในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล โดยใช้การเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของมูลค่ารวมผลผลิตเกษตรเป็นตัวแทน (proxy) ของผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในช่วง 30 ปีในอนาคต ในกรอบเวลาระหว่างช่วงทศวรรษที่ 2020s – 2040s โดยพิจารณาประกอบกับตัวชี้วัดอื่น ๆ ที่ใช้บ่งชี้ถึงการเปิดรับต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงหรือความเสี่ยง และความไวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงหรือความเสี่ยงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ได้แก่ สัดส่วนประชากรในภาคการเกษตรต่อประชากรทั้งหมด สัดส่วนของผลผลิตการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรในผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด สัดส่วนของพื้นที่เพาะปลูกที่ประสบภัยธรรมชาติซ้ำซากเทียบกับพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด และสัดส่วนความยากจน และพิจารณาถึงการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกในรูปแบบต่าง ๆ ภายใต้ภาพฉายอนาคตที่ได้จัดทำขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของมูลค่ารวมผลผลิตเกษตรอันจะส่งผลกระทบต่อระดับความเสี่ยงของแต่ละจังหวัด โดยถือว่าการปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกเหล่านั้นจัดได้ว่าเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการรับมือต่อสถานการณ์อนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ผลการวิเคราะห์ตามแนวทางการปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกที่ให้มูลค่ารวมผลผลิตสูงสุด แสดงให้เห็นถึงความผันแปรของระดับความเสี่ยงของแต่ละจังหวัดในอนาคตในแต่ละช่วงทศวรรษ ซึ่งประเด็นที่น่าพิจารณาคือ ระดับความเสี่ยงของกลุ่มจังหวัดที่มีความเสี่ยงสูงและกลุ่มจังหวัดที่มีความเสี่ยงต่ำจะมีความแตกต่างกันมากขึ้นในอนาคต ส่วนการปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางที่มีความแปรปรวนน้อยที่สุดจะส่งผลให้กลุ่มจังหวัดที่มีความเสี่ยงสูงเพิ่มมากขึ้นในอนาคต และระดับความเสี่ยงที่แตกต่างจากกลุ่มจังหวัดที่มีความเสี่ยงต่ำ ก็จะมี ความแตกต่างกันมากขึ้นเช่นกัน

การพิจารณาถึงความเปราะบางของกลุ่มจังหวัดในลุ่มน้ำชีมูล จากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตพืชไร่-นา ได้มองถึงประเด็นที่การปรับเปลี่ยนรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกในอนาคตจะ

ส่งผลให้ระดับความเสี่ยงของจังหวัดนั้น ๆ ลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีการดำเนินการใด ๆ หรือว่า ยังคงรักษารูปแบบพื้นที่เพาะปลูกตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (Business as usual) ต่อไป ทั้งนี้โดยคำนึงว่า จังหวัดที่มีแนวโน้มระดับความเสี่ยงเพิ่มสูงขึ้นโดยที่ไม่มีแนวทางการปรับพื้นที่เพาะปลูกที่ส่งผลให้ระดับความเสี่ยงลดลงนั้น จัดว่าเป็นจังหวัดที่มีความเปราะบางต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ต่อผลผลิตพืชไร่นา ผลสรุปจากการศึกษา แสดงให้เห็นว่า การปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่าง ๆ ของแต่ละจังหวัดส่งผลให้จังหวัดต่าง ๆ มีศักยภาพในการบริหารจัดการความเสี่ยงในอนาคตจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ดีขึ้น ซึ่งในบริบทนี้อาจกล่าวได้ว่า กลุ่มจังหวัดในลุ่มน้ำชีมูลนั้นไม่เปราะบางต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ อย่างไรก็ตาม กลุ่มจังหวัดที่นำจับตามองก็คือ จังหวัดบุรีรัมย์ สุรินทร์ และ ศรีสะเกษ ซึ่งเป็นกลุ่มจังหวัดที่มีระดับความเสี่ยงสูง และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอีกในอนาคต ซึ่งแม้ว่าจะมีแนวทางการปรับพื้นที่เพาะปลูกซึ่งส่งผลให้ระดับความเสี่ยงลดลงบ้างก็ตาม แต่ก็ไม่ได้มีผลมากนัก

การศึกษาด้านความเสี่ยงและภาวะความเปราะบางในภาคการเกษตรนั้น อาจพิจารณาในบริบทของเกษตรกรโดยมีการศึกษาในประเด็นนี้อยู่บ้าง

- การทำความเข้าใจในเรื่องของความเสี่ยงและความเปราะบางในภาคการเกษตรนี้จำเป็นต้องมองในประเด็นของความเป็นอยู่ของผู้คนในภาคส่วนนี้ด้วย เกษตรกรทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบกับความเสี่ยงจากภูมิอากาศอยู่แล้ว ซึ่งสภาพอากาศที่รุนแรงทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลงและส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตในที่สุด โดยสภาพอากาศรุนแรงตามที่เกษตรกรระบุว่าส่งผลร้ายต่อการเพาะปลูก ได้แก่ ระยะเวลาที่ช่วงที่ยาวนานผิดปกติ ปัญหาหน้าท่วม และฤดูฝนที่สั้นสุดช้ากว่าปกติ ทั้งนี้ระยะฝนทั้งช่วงซึ่งเป็นช่วงต้นของการปลูกข้าวนาปีส่งผลให้ต้นกล้าของข้าวเสียหาย หรือทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นเนื่องจากในระยะเวลาที่รอฝนตกนั้น ต้องมีการจัดหาพื้นที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ถ้าหากระยะเวลาที่ฝนทั้งช่วงนี้ไม่ยาวนานมากจนเกินไป เกษตรกรยังสามารถปลูกทดแทนได้ทันฤดูการเก็บเกี่ยวนั้น แต่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ในกรณีที่ระยะฝนทั้งช่วงเกิดขึ้นยาวนานมาก เกษตรกรไม่สามารถที่จะปลูกข้าวทดแทนได้ในฤดูนั้นเพื่อให้ทันเก็บเกี่ยวได้ก่อนที่ฤดูฝนจะสิ้นสุดลง เมื่อเกิดกรณีที่ระยะฝนทั้งช่วงเกิดขึ้นยาวนานมากเช่นนี้ เกษตรกรจะสูญเสียทั้งผลผลิตและรายได้อย่างมาก นอกเหนือจากนั้น อีกปัญหาหลักอีกอย่างหนึ่งของชาวนาในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือนี้ ได้แก่ ปัญหาน้ำท่วม ซึ่งมักจะเกิดขึ้นช่วงปลายฤดูเพาะปลูกก่อนการเก็บเกี่ยว (Chinvanno et al, 2008a)

ภาวะความเปราะบางจากภูมิอากาศที่ครัวเรือนเกษตรกรต้องเผชิญนั้น เป็นผลจากตัวกำหนด 3 ประการ คือ ความไวต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสภาพอากาศแปรปรวนหรือการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การเปิดรับต่อผลกระทบดังกล่าว และ ชีตความสามารถที่ครัวเรือนจะรับมือกับผลกระทบนั้น การศึกษาหนึ่งซึ่งทำการประเมินความเสี่ยงและความเปราะบางของครัวเรือนชาวนาซึ่งใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ 560 ครัวเรือนในจังหวัดอุบลราชธานี แสดงให้เห็นว่าหนึ่งในสามของประชากรในการสำรวจครั้งนั้น เป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำ และมีกลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยงสูงประมาณ 15-25 เปอร์เซ็นต์ จากจำนวนครัวเรือนทั้งหมดที่ทำการสำรวจ โดยกลุ่มที่มีความเสี่ยงปานกลางเป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อระดับความเสี่ยง คือ ครัวเรือนเหล่านี้มีขีดความสามารถในการรับมือกับผลกระทบของสภาพอากาศที่จำกัด อันเนื่องมาจากการที่ครัวเรือนเหล่านั้นมีเงินออมน้อยและมีหนี้สินสูง นอกจากนั้น เศรษฐกิจครัวเรือนของกลุ่มชาวนาในการสำรวจนั้นยังต้องพึ่งพาผลผลิตจากข้าวเป็นหลัก โดยมีความหลากหลาย

ของแหล่งรายได้ต่ำ สภาพการณ์ดังกล่าวส่งผลให้กลุ่มครัวเรือนชาวนาเหล่านี้นับว่ามีความเสี่ยงและไวต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสภาพอากาศสูง (Chinvanno et al, 2008a)

ในการศึกษาถึงความเปราะบางของครัวเรือนชาวนาในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีนี้ ได้ยึดหลักที่ว่า ครัวเรือนเกษตรกรที่มีการย้ายกลุ่มเสี่ยงไปอยู่ในกลุ่มเสี่ยงที่มีระดับความเสี่ยงสูงขึ้นนั้นเป็นกลุ่มที่มีความเปราะบางต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต การจำลองสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าวในอนาคตโดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยเฉลี่ย และสถานการณ์สภาพภูมิอากาศรุนแรง โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศอนาคตจากการคาดการณ์โดยแบบจำลองภูมิอากาศโลก CCAM ภายใต้เงื่อนไขปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 และ 720 หนึ่งส่วนในล้านส่วน (ppm) ได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวแทนของผลกระทบของสภาพอากาศ ผลจากการวิเคราะห์ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มความเสี่ยงต่าง ๆ มากนัก ทั้งนี้กลุ่มที่มีความเสี่ยงปานกลางยังคงเป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด เนื่องจากผลการประเมินผลผลิตข้าวในอนาคตมีการคาดการณ์ว่าผลผลิตข้าวจะเพิ่มขึ้นภายใต้สถานการณ์จำลองที่พิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยเฉลี่ย แต่อย่างไรก็ตาม ภายใต้สถานการณ์สภาพอากาศรุนแรง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มที่มีความเสี่ยงปานกลางและความเสี่ยงสูง โดยครัวเรือนที่มีความเสี่ยงปานกลางจะเปลี่ยนเป็นครัวเรือนที่มีความเสี่ยงสูง ซึ่งพบว่าจำนวนครัวเรือนชาวนามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ มีความเปราะบางต่อผลกระทบจากสภาพอากาศรุนแรง โดยที่ระดับความเสี่ยงของครัวเรือนเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเปรียบเทียบกับปีฐาน ซึ่งพิจารณาได้จากคะแนนความเสี่ยงที่สูงขึ้น (Chinvanno et al, 2008a)

- การประเมินความเสี่ยงและความเปราะบางของครัวเรือนชาวนาในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยซึ่งเป็นพื้นที่สำคัญในการเพาะปลูกข้าวของประเทศ ได้มีการศึกษาโดยวิธีเดียวกัน โดยได้มีการสัมภาษณ์ครัวเรือนชาวนา 628 ครัวเรือน เมื่อเดือนเมษายน – พฤษภาคม พ.ศ. 2548 (ค.ศ.2005) และผลจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงแสดงให้เห็นว่า ผลกระทบจากสภาพอากาศโดยเฉลี่ยแล้วส่งผลให้ครัวเรือนชาวนาอยู่ในภาวะเสี่ยง ทั้งนี้เมื่อพิจารณาโดยแบ่งกลุ่มเสี่ยงออกเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำ ปานกลางและสูง พบว่าสัดส่วนครัวเรือนที่ทำการสำรวจตกอยู่ในภาวะเสี่ยงในระดับต่าง ๆ กัน คือ 8.8 เปอร์เซ็นต์, 61.6 เปอร์เซ็นต์ และ 29.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในกรณีสภาพอากาศรุนแรงซึ่งเป็นการประเมินผลกระทบโดยพิจารณาถึงผลกระทบจากภัยธรรมชาติ ซึ่งประเด็นปัญหาของชาวนาในพื้นที่นี้ โดยส่วนใหญ่จะพบปัญหาความแห้งแล้งและปัญหาน้ำท่วมซึ่งส่งผลให้ผลผลิตเสียหายโดยเฉลี่ยถึงประมาณ 45.5 เปอร์เซ็นต์ จากผลผลิตทั้งหมด เมื่อมีการนำปัจจัยดังกล่าวมาเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของผลกระทบจากภูมิอากาศ โดยสัดส่วนครัวเรือนที่มีความเสี่ยงภายใต้สถานการณ์สภาพอากาศรุนแรง ที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำ ปานกลาง และสูง เปลี่ยนแปลงเป็น 7.6 เปอร์เซ็นต์, 50 เปอร์เซ็นต์ และ 42.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า 77 เปอร์เซ็นต์ ของครัวเรือนที่สำรวจมีความเปราะบางต่อผลกระทบจากสภาพอากาศรุนแรง ในขณะที่ 23 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความเปราะบางหรือจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความทนทานต่อผลกระทบจากสภาพอากาศ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญคือ การที่มีรายได้จากหลายทางและรายได้หลักไม่ได้มาจากผลผลิตข้าว ส่วนครัวเรือนส่วนใหญ่ที่มีความเปราะบางนั้น สาเหตุหลักมาจากการมีหนี้สูง และหากมีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีความรุนแรงจะเกิดผลกระทบต่อผลผลิตข้าว จะส่งผลให้ชาวนาเหล่านี้นี้ไม่สามารถใช้หนี้ได้ และอาจจะก่อให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจครัวเรือนอื่น ๆ ตามมา (วิเชียร และวชิราพร, 2549)

การศึกษาด้านการปรับตัวของภาคการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

การศึกษาด้านการปรับตัวในภาคการเกษตรนี้ ได้มีการศึกษาถึงการปรับตัวในเชิงของการพยายามรักษา ระดับการผลิตที่เป็นอยู่ในปัจจุบันไว้ ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอนาคต โดยมักมีการนำเสนอในการศึกษาด้านการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นส่วนต่อเนื่องจากการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตการเกษตร นอกจากนั้นแล้ว ก็มีการศึกษาด้านการปรับตัวในภาคการเกษตรโดยพิจารณาถึงการปรับตัวของเกษตรกรให้สามารถจัดการความเสี่ยงได้ดีขึ้น ซึ่งรวมถึงการดำเนินการในพื้นที่เพาะปลูก การปรับวิถีชีวิต หรือการใช้กลไกและนวัตกรรมใหม่ในการจัดการความเสี่ยงจากสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม

- งานวิจัยของ Babel et al (2011) ให้คำแนะนำการปรับตัวของการปลูกข้าว โดยการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมและการเปลี่ยนแปลงวันปลูก พันธุ์ข้าวไฮบริดที่มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูง สามารถช่วยในการรับมือกับความท้าทายที่กำหนดโดยภูมิอากาศในอนาคต
- การรับมือกับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระบบเกษตรกรรมโดยทั่วไปแล้วมีมาตรการที่หลากหลายแตกต่างกันไป ได้แก่ การเปลี่ยนพันธุ์พืช นโยบายการกำหนดเขตเพาะปลูก การจัดการแปลงเพาะปลูก โดยเฉพาะการปรับปรุงคุณภาพดิน และการปรับกำหนดการเพาะปลูก (เกริก และคณะ , 2552)
- ในกรณีของข้าวนั้น ผลผลิตข้าวที่ลดลงในอนาคตเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นอาจดำเนินการโดยการจัดการแปลงเพาะปลูกที่เหมาะสม เช่น การปรับปรุงดินและให้มีธาตุอาหารที่เหมาะสมของพืช และการเปลี่ยนแปลงกำหนดการเพาะปลูก การดำเนินการเช่นนี้สามารถช่วยให้หลีกเลี่ยงผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงที่ข้าวออกดอก ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นอาจส่งผลให้ข้าวเป็นหมัน นอกจากนี้การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงก็นับว่าเป็นการจัดการปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเช่นกัน (Agarwal, 2008)
- การปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการแปลงเพาะปลูกจะช่วยลดความเสียหายจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตข้าว การจัดการความเสี่ยงในด้านนี้ได้แก่ การปลูกข้าวพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น เนื่องจากเอื้อให้สามารถปลูกข้าวได้สองรอบถ้าหากสามารถจัดหาน้ำได้เพียงพอสำหรับการเพาะปลูกครั้งต่อไป (Matthews et al, 1997)
- ถึงแม้ว่าในอดีตที่ผ่านมาชาวนาในประเทศไทยจะมีการปรับตัวต่อผลกระทบจากสภาพอากาศ หรือมีวิธีการจัดการความเสี่ยงทางด้านสภาพอากาศซึ่งก็มีการปรับเปลี่ยนไปตามยุคสมัย แต่อย่างไรก็ตาม ก็ยังไม่อาจตั้งข้อพิจารณาถึงการปรับตัวเหล่านั้นว่าเป็นการสนองตอบต่อความเสี่ยงเนื่องจากสภาพอากาศแยกออกจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการดำเนินวิถีชีวิตของเกษตรกร ทั้งนี้รูปแบบการดำเนินการปรับตัวต่าง ๆ เหล่านั้น เป็นผลจากการสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงด้านอื่น ๆ อีกหลายประการ ประกอบกันด้วยเช่นกัน ได้แก่ ผลจากการขยายตัวของประชากร การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม เทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ในหลาย ๆ กรณี การดำเนินการต่าง ๆ เป็นการตอบสนองต่อความเสี่ยงหลายอย่างซึ่งเกิดขึ้นจากปัจจัยหลายประการ (Chinvanno et al, 2008b) ตัวอย่างบางประการที่แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวเพื่อช่วยลดความเสี่ยงของชาวนาในประเทศไทย ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงเทคนิคในการหว่านเมล็ด ซึ่งมีการใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วย การปลูกพืชสลับหมุนเวียน ในช่วงฤดูการทำนาข้าวและเพิ่มการทำปุ๋ยคอก โดยชาวนาบางรายได้

ลงทุนเพื่อเพิ่มและรักษาระดับผลผลิต ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวส่งผลให้พวกเขามีความทนทานต่อผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพอากาศได้ดีขึ้นด้วยเช่นกัน เช่น การจัดสร้างระบบชลประทานขนาดเล็กเพื่อสำรองน้ำสำหรับช่วงระยะฝนทิ้งช่วงในช่วงต้นฤดูเพาะปลูก หรือ การสร้างแนวกันน้ำเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาน้ำท่วมเข้าทำลายผลผลิต แต่อย่างไรก็ตาม การดำเนินการดังที่ได้กล่าวนั้น จำเป็นต้องมีเงินเพื่อการลงทุนและเพื่อการดำเนินงาน โดยมีชาวนาบางส่วนผู้ที่มีที่ดินขนาดใหญ่ซึ่งเป็นส่วนน้อยเท่านั้นที่สามารถที่จะทำการเกษตรแบบผสมผสานหรือเปลี่ยนจากการปลูกข้าวไปเป็นพืชชนิดอื่นที่ทนทานต่อสภาพอากาศรุนแรงได้ดีกว่า ส่วนการการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากป่าโดยสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารและรายได้เสริมนั้น สามารถช่วยลดภาวะความเปราะบางได้บ้าง แต่มีข้อจำกัดในพื้นที่ศึกษาในประเทศไทยเนื่องจากมีความหนาแน่นของประชากรสูง และความอุดมสมบูรณ์พื้นที่ป่าที่ติดกับพื้นที่ทางการเกษตรหรือแหล่งชุมชนนั้นลดลง (Chinvanno et al, 2008b)

- การกำหนดนโยบายและมาตรการในระดับประเทศหลายอย่างซึ่งไม่ได้เป็นผลจากการคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นแรงขับเคลื่อน และไม่อาจกล่าวได้ว่าเป็นนโยบายหรือแผนงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยตรง แต่ก็อาจส่งผลช่วยให้ความเปราะบางของภาคการเกษตรและเกษตรกรต่อผลกระทบจากสภาพอากาศลดลง ได้แก่ การดำเนินการในระดับประเทศของไทยซึ่งรวมถึง การสนับสนุนทางการเงิน การพัฒนาระบบสาธารณูปโภค การเปลี่ยนแปลงระบบเกษตรกรรมให้มีความหลากหลาย การทำการตลาดให้กับผลผลิตท้องถิ่น การวางแผนทางการเกษตร ฯลฯ จะมีส่วนช่วยพัฒนาความยั่งยืนของเกษตรกรและเพิ่มความยืดหยุ่นในการรับมือกับสภาพอากาศรุนแรงได้ดีขึ้น งานวิจัยและพัฒนาโดยหน่วยงานวิจัยของรัฐจะช่วยให้พัฒนาข้าวที่มีความทนทานต่อสภาพอากาศแปรปรวนได้ดีขึ้น โดยที่ยังคงรักษาคุณภาพให้ตรงกับความต้องการของตลาดได้ (Chinvanno et al, 2008b)
- กลไกและนวัตกรรมใหม่ ๆ จะช่วยให้ชาวนาและระบบการผลิตข้าวมีความยืดหยุ่นต่อความเสี่ยงทางด้านภูมิอากาศ โดย United Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) ได้แนะนำถึงการใช้องค์กลไกการประกันภัยต่อสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม (Linnerooth-Bayer and Mechler, 2006) ซึ่งได้เกิดโครงการนำร่องของธนาคารโลกในการใช้องค์กลไกการประกันภัยเพื่อจัดการกับความเสี่ยงทางด้านภัยแล้ง โดยดำเนินการกับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดในพื้นที่ตำบลปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2550 (ค.ศ.2007) (Hellmuth et al, 2009) ทั้งนี้ปัจจัยที่ทำให้โครงการประสบความสำเร็จ ได้แก่
 - ข้อมูลภูมิอากาศในอดีตที่มีคุณภาพดีซึ่งใช้เป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในกรมธรรม์และเบี้ยประกัน
 - การดำเนินการโดยหน่วยงานที่เข้าถึงเกษตรกรและสามารถสร้างความมั่นใจให้แก่เกษตรกรได้ โดยโครงการนี้เป็นการดำเนินการโดยธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางของบริษัทประกันภัยอีก 9 แห่ง และเป็นผู้ที่มีส่วนสำคัญในการจูงใจให้เกษตรกรเข้าร่วมโครงการ เนื่องจากเกษตรกรเองมีความเชื่อมั่นและมีความสัมพันธ์เป็นระยะเวลายาวนานกับ ธกส.
 - การดำเนินโครงการนี้ได้มีการให้ความสำคัญในการสื่อสารและกิจกรรมเพื่อเผยแพร่ความรู้ต่าง ๆ ตลอดจนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เช่น ข้อสัญญาหรือกรมธรรม์เริ่มต้นที่ได้ออกแบบโดยธนาคารโลกก็ได้รับการปรับปรุงโดยนำข้อคิดเห็นจากเกษตรกร รวมทั้ง ธกส. บริษัทประกันภัยและผู้ประกอบการรายอื่น มาปรับปรุงในข้อสัญญา นอกจากนั้น การดำเนินการในช่วงทดสอบในปี พ.ศ. 2549 ก็ได้นำไปสู่การปรับปรุงการใช้ข้อมูลปริมาณฝนในการชี้วัดความเสี่ยงให้มีความ

เหมาะสมยิ่งขึ้น และต่อมาในปี พ.ศ. 2551 (ค.ศ.2008) การดำเนินการนี้ก็ได้มีการขยายการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง (Hellmuth et al, 2009) กิจกรรมการดำเนินงานเช่นนี้เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือในการจัดการความเสี่ยงทางด้านธุรกิจ จะสามารถช่วยให้เกษตรกรรายย่อยสามารถที่จะรับมือกับความเสี่ยงต่าง ๆ ที่เกิดจากความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาด้านความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในพื้นที่สำคัญในประเทศไทย คือ กลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและทุ่งกุลาร้องไห้ เพื่อทำความเข้าใจถึงการแบ่งกันแบกรับความเสี่ยง (risk sharing) ของการปลูกข้าวในสองพื้นที่นี้ต่อสภาวะอากาศรุนแรง เพื่อที่จะนำไปสู่การออกแบบระบบประกันภัยที่เหมาะสม ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ความเสี่ยงรวม (risk pool) ของระบบปลูกข้าวในสองพื้นที่ดังกล่าวจะลดต่ำลงเมื่อพิจารณาควบคู่กัน และการศึกษายังครอบคลุมผ่านกลไกการกระจายความเสี่ยงในประเทศออกไปยังต่างประเทศผ่านทางกลไกตลาดต่าง ๆ อีกด้วย (ณัฐพงศ์ และคณะ, 2557)

ประเด็นที่น่าพิจารณาประการหนึ่งคือ คริวเรือนเกษตรซึ่งอยู่ในพื้นที่ประสบภัยอันเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพอากาศนั้นไม่จำเป็นว่าคริวเรือนเหล่านั้นจะต้องมีความล่อแหลมเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือกล่าวได้ว่า พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อผลกระทบจากสภาพอากาศ อาจจะไม่ล่อแหลมเปราะบางต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต และในทางกลับกัน พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ำต่อผลกระทบจากสภาพอากาศในปัจจุบัน อาจจะไม่ล่อแหลมเปราะบางต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ทั้งนี้ขึ้นกับรูปแบบของความเสียหายที่เปลี่ยนไปในแต่ละพื้นที่ในอนาคต รวมทั้งขีดความสามารถในการรับมือกับสถานการณ์เสี่ยงต่าง ๆ ดังนั้น การวางแผนดำเนินการปรับตัวของประเทศไทยจะพิจารณาแต่เพียงพื้นที่ที่ประสบภัยซ้ำซากในปัจจุบันไม่ได้

- การศึกษาซึ่งทำการประเมินความเสี่ยงและความเปราะบางของคริวเรือนชาวนาซึ่งอยู่ในพื้นที่ประสบภัยแล้งและน้ำท่วมซ้ำซากในกลุ่มน้ำชี-มูล (วิเชียร และคณะ, 2554) จำนวน 4 กรณีศึกษา พบว่า พื้นที่ศึกษาเหล่านี้ แม้ว่าจะมีความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพอากาศสูง แต่ก็ไม่ได้ตกอยู่ในภาวะล่อแหลมเปราะบางต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เนื่องจากวิถีชีวิตของชุมชนพึ่งการเกษตรเป็นหลักและพื้นที่ศึกษาดังกล่าวยังมีศักยภาพที่จะปรับระบบการผลิตให้สามารถรับมือกับความเสี่ยงที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตได้ อย่างไรก็ดี แม้ว่าชุมชนเหล่านี้จะไม่ตกอยู่ในภาวะล่อแหลมเปราะบางต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศก็ตาม แต่ก็ยังจัดว่าเป็นชุมชนที่มีภาวะเสี่ยงสูง โดยมีขีดความสามารถต่ำในการรับมือกับความเสี่ยงอันเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพอากาศ ซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีการดำเนินการปรับตัวให้สามารถรับมือกับความเสี่ยงได้ดีขึ้น กล่าวคือ

○ ตำบลศรีสำราญ อำเภอคอนสวรรค์ จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งประสบปัญหาอุทกภัยซ้ำซากในช่วงฤดูฝน ชุมชนได้มีการดำเนินการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงของสภาพอากาศโดยพัฒนาระบบชลประทานขนาดเล็กเพื่อเก็บน้ำไว้ทำนาปรังในฤดูแล้งทดแทนความเสียหายจากน้ำท่วมที่เกิดกับการปลูกข้าวนาปี ซึ่งเป็นการลดการเปิดรับผลกระทบจากสภาพอากาศได้ ทั้งนี้จะต้องมีการจัดตั้งระเบียบสังคมควบคู่กันไปด้วย เพื่อให้การบริหารจัดการระบบชลประทานสามารถดำเนินการได้ตามเป้าหมาย ประกอบกับความจำเป็นในด้านการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต ซึ่งการดำเนินการในพื้นที่นี้ในระยะที่ผ่านมาอาศัยการถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างเกษตรกรด้วยกันเองจากเกษตรกรในพื้นที่อื่นที่มีประสบการณ์ด้านการทำนาปรัง

○ ตำบลเหล่าอ้อย อำเภอธำมรงค์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งประสบปัญหาอุทกภัยซ้ำซาก ชุมชนได้มีแนวคิดต่อการดำเนินการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงของสภาพอากาศโดยวางแผนทางเล็กทำนาปีในฤดูฝนและหันมาปลูกข้าวนาปรังแทน เพื่อเลี่ยงปัญหาอุทกภัย ซึ่งจัดว่าเป็นแนวทาง

ปรับตัวที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต โดยจะลดการเปิดรับต่อความเสี่ยงจากสภาพอากาศลง แต่รูปแบบการดำเนินการเพื่อขับเคลื่อนยุทธศาสตร์นั้น จะต้องมีการประเมินถึงความยั่งยืนในเงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งในกรณีนี้ จะต้องมีการปรับวิธีการที่เหมาะสมในการจัดหาน้ำเพื่อใช้ทำนาปรัง ฤดูแล้ง โดยปรับเปลี่ยนจากแนวคิดที่จะขยายระบบสูบน้ำจากลำน้ำปาวซึ่งเป็นแม่น้ำที่ไหลผ่านพื้นที่นี้ไปสู่การปรับปรุงหนองน้ำเพื่อรับน้ำจากฤดูฝนไว้ทำนาในฤดูแล้ง เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตซึ่งมีแนวโน้มที่จะร้อนมากขึ้นและมีระยะเวลาที่มีอากาศร้อนนานขึ้น ทั้งนี้ชุมชนไม่มีขีดความสามารถเพียงพอที่จะดำเนินการได้เอง ต้องอาศัยการสนับสนุนด้านองค์ความรู้จากหน่วยงานภายนอก นอกจากนั้น การบริหารจัดการแหล่งน้ำชลประทานที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตนั้น ก็จำเป็นต้องมีการจัดตั้งกลไกเพื่อกำหนดระเบียบและบังคับใช้ระเบียบดังกล่าว โดยอาจเป็นการดำเนินการในรูปแบบการร่วมระหว่างชุมชน ซึ่งจะต้องมีการประสานประโยชน์ที่เหมาะสม

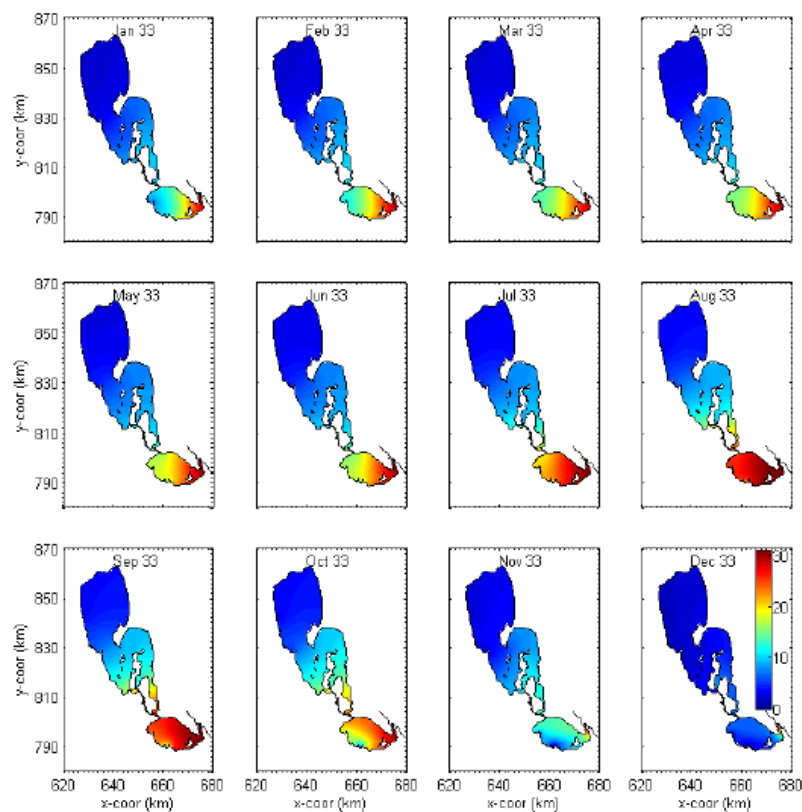
- ตำบลโพธิ์ศรี อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งประสบภัยแล้งซ้ำซาก ชุมชนได้มีการดำเนินการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงของสภาพอากาศได้ดีขึ้นโดยการปรับเปลี่ยนเทคนิคการผลิตในการจัดการแปลงเพาะปลูก ซึ่งแม้ว่าจะช่วยให้ชุมชนรับมือกับความเสี่ยงจากสภาพอากาศได้ดีขึ้นโดยลดความไวต่อผลกระทบของสภาพอากาศลง แต่ก็จำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาตลาดเพื่อรองรับผลผลิตที่จะมีปริมาณมากขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งแนวโน้มการผลิตเชื้อเพลิงพลังงานทดแทนจากมันสำปะหลังจะมีส่วนสนับสนุนในด้านกลไกตลาด รวมทั้งนโยบายภาครัฐในการประกันราคาสินค้าเกษตร เพื่อให้เกิดความแน่นอนในการลงทุนของเกษตรกรในแต่ละฤดูเพาะปลูก
- ตำบลทุ่งหลวง อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด เป็นพื้นที่ประสบภัยแล้งซ้ำซาก และความเสี่ยงนี้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งความแปรปรวนระหว่างปีอาจจะเพิ่มสูงขึ้น และฤดูแล้งมีแนวโน้มที่จะร้อนมากขึ้นและมีระยะเวลาที่มีอากาศร้อนนานขึ้น ชุมชนมีการเตรียมการรับมือโดยการดำเนินการทางวิศวกรรมโดยการผันน้ำข้ามพื้นที่ตำบลและอำเภออื่นเข้ามา ซึ่งจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือกับภาวะการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรได้ อย่างไรก็ตาม การดำเนินการดังกล่าวแม้จะเป็นเรื่องที่สามารถดำเนินการได้ในเชิงวิศวกรรม และช่วยลดการเปิดรับต่อความเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพอากาศ แต่ปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ดำเนินการได้นั้น เป็นเรื่องของการจัดตั้งกฎระเบียบสังคมในการจัดสรรทรัพยากรน้ำและวางแผนพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละฤดูร่วมกัน ซึ่งจะต้องมีการจัดตั้งกลไกเพื่อกำหนดระเบียบและบังคับใช้ระเบียบดังกล่าว นอกจากนั้น การปรับรูปแบบพื้นที่เพาะปลูกโดยหันไปปลูกพืชอื่นได้แก่ มันสำปะหลังในพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ก็สามารถช่วยลดความไวต่อความเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพอากาศได้ แต่ก็จำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาตลาดเพื่อรองรับผลผลิตที่จะมีปริมาณมากขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งแนวโน้มการผลิตเชื้อเพลิงพลังงานทดแทนจากมันสำปะหลังจะมีส่วนสนับสนุนในด้านกลไกตลาด รวมทั้งนโยบายภาครัฐในการประกันราคาสินค้าเกษตร เพื่อให้เกิดความแน่นอนในการลงทุนของเกษตรกรในแต่ละฤดูเพาะปลูก

การพิจารณาประเด็นผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและแนวทางการปรับตัวเป็นรายภาคส่วนนั้น แม้ว่าจะมีประโยชน์ต่อการพิจารณายุทธศาสตร์การปรับตัวในภาพกว้างในระดับชาติ แต่ก็ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากการดำเนินการปรับตัวในระดับชุมชนนั้น ปัจจัยที่ทำให้เกิดการดำเนินการขึ้นได้ (Enabling factor) และปัจจัยที่ทำให้เกิดผลสำเร็จ (Critical success factor) นั้นขึ้นอยู่กับบริบทของแต่ละชุมชน ขนาดของพื้นที่ และความหลากหลายเชิงเศรษฐกิจและสังคม ปฏิสัมพันธ์ระหว่างหน่วยสังคมในชุมชน และระหว่างชุมชน เป็นตัวกำหนดบริบทของพื้นที่ และ

พิจารณาโดยคำนึงถึงบริบทการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมในแต่ละช่วงเวลา การวางยุทธศาสตร์เพื่อการปรับตัวและการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์นี้เป็นกระบวนการที่ต้องใช้ชุมชนเป็นศูนย์กลางในการดำเนินการ และสร้างการเรียนรู้ขึ้นในชุมชน อีกทั้งระหว่างชุมชน โดยหน่วยงานรัฐและภาคประชาสังคมช่วยสนับสนุน การดำเนินการให้เกิดผลสัมฤทธิ์ได้นั้นจะต้องพิจารณาถึงการดำเนินการเพื่อตอบสนองต่อรูปแบบของปัญหาหรือความเสี่ยงจากสภาพอากาศ (Climate risk) ที่ประชาชนในพื้นที่เผชิญหน้าอยู่ในปัจจุบัน และคำนึงถึงความยั่งยืนในอนาคตภายใต้รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อชักจูงให้ประชาชนเข้ามีส่วนร่วมสนับสนุนการขับเคลื่อนการดำเนินการ

- การศึกษาด้านผลกระทบ ความเสี่ยงและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของชุมชนในระยะถัดมา จึงได้เน้นให้ความสำคัญกับบริบทของชุมชนมากขึ้น ตัวอย่างการศึกษาการวิเคราะห์ความเสี่ยงและความเปราะบางของเกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ให้กับกลุ่มตัวอย่างในระดับตำบลที่อยู่ลุ่มน้ำเสียใหญ่ซึ่งตั้งอยู่ในทุ่งกุลาร้องไห้ พบว่าความเสี่ยงในปัจจุบันของชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวและปลูกผักในทุ่งกุลาร้องไห้ที่เผชิญอยู่คือ ความเสี่ยงจากน้ำท่วมและน้ำแล้ง โดยปลูกข้าวนาปีจะเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมและฝนทิ้งช่วง ในขณะที่ข้าวนาปรังและผักจะเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำและอุณหภูมิที่สูง ทั้งนี้ระดับความเสี่ยง ความเปราะบาง และความสามารถในการรับมือจะแตกต่างกันไปตามแต่ละชุมชน ภายฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (พ.ศ.2583-2603; ค.ศ.2040-2060) ระบุว่าปริมาณฝนในลุ่มน้ำชี-มูลและลุ่มน้ำเสียใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและยังพบว่า ปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้งมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับอุณหภูมิภาพอนาคตแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลากลางวันมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย และอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเวลากลางคืนมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งสามารถสรุปสถานการณ์ความเสี่ยงในอนาคตของเกษตรกรในทุ่งกุลาร้องไห้ประกอบด้วยปัญหาน้ำท่วมและปัญหาฝนทิ้งช่วงในช่วงปลูกข้าวนาปีหรือฤดูฝน และปัญหาขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง และพืชผักเสี่ยงต่อการขาดน้ำมากขึ้นเช่นกัน และเมื่อนำผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงมาพิจารณาร่วมกับภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวจะยังคงเน้นการผลิตข้าวหอมมะลิเป็นหลัก แต่จะมีพื้นที่บางส่วนถูกไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นนอกเหนือจากการปลูกข้าว รวมถึงการปลูกข้าวที่ไม่ได้คุณภาพอันเนื่องมาจากนโยบายรับจำนำข้าวของรัฐบาลในยุคที่ผ่านมา ทำให้แต่ละชุมชนเห็นพ้องว่าต้องมีกลไกหรือแนวทางในการปรับตัวเพื่อรับสถานการณ์ดังกล่าวโดยชุมชนส่วนใหญ่เน้นการจัดการแหล่งน้ำจากนอกพื้นที่ การปรับปรุงพื้นที่รับน้ำ การจัดทำระบบชลประทานและระบบควบคุมน้ำและป้องกันน้ำท่วม รวมถึงการบริหารจัดการน้ำอย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตามก็ผู้วิจัยได้เสนอแนะถึงบทเรียนสำคัญที่พบจากการศึกษาดังกล่าว คือ ชุมชนจะพยายามดำเนินการเพื่อลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยเน้นเฉพาะของพื้นที่รับผิดชอบของชุมชนตนเองเป็นหลัก ยังไม่มีการมองภาพรวมเพื่อจัดการความเสี่ยงอย่างเป็นระบบซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการปรับตัวต่ำ และมีผลกระทบสืบเนื่องต่อไปยังชุมชนหรือพื้นที่ใกล้เคียงได้ (วิเชียร และคณะ, 2555)
- นอกจากพื้นที่ปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแล้ว พื้นที่ปลูกข้าวสำคัญอีกแหล่งหนึ่งทางภาคใต้อันได้แก่ พื้นที่ทุ่งระโนดซึ่งเป็นอู่ข้าวอู่น้ำสำคัญของจังหวัดสงขลาและภาคใต้ตอนล่าง ที่ผ่านมา การทำนาข้าวในทุ่งระโนดประสบปัญหาหลายด้าน ทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศ เศรษฐกิจและสังคม ผลการศึกษาพบว่า ในอดีตระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดเสี่ยงต่อปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝนและปัญหาการขาดแคลนน้ำจืด/น้ำเค็มในช่วงฤดูแล้ง อย่างไรก็ตามก็ เกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนดได้มีการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงจากเหตุการณ์น้ำท่วมโดยการเลื่อนปฏิทินปลูกข้าว แต่การปรับตัวดังกล่าวส่งผลให้ระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดเสี่ยงต่อปัญหาน้ำเค็มมากยิ่งขึ้น ซึ่งเมื่อพิจารณาจากภาพฉายอนาคตการ

เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค PRECIS ECHAM A2 และการวิเคราะห์ปัญหาน้ำเค็มโดยใช้แบบจำลองการกระจายตัวของน้ำเค็มในทะเลสาบสงขลา โดยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ Delft3D-FLOW พบว่าในอนาคตเมื่ออุณหภูมิบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและระยะเวลาที่มีอากาศร้อนยาวนานมากขึ้น โอกาสที่น้ำเค็มรุกไปยังทะเลสาบตอนบนจะมีสูงขึ้น (รูปที่ 1.18) และระยะเวลาที่ไม่สามารถใช้น้ำจากทะเลสาบตอนบนสำหรับทำนาปรังจะยาวนานขึ้น และเพื่อรับมือกับสถานการณ์ดังกล่าว ทางเลือกการปรับตัว 3 ทางเลือก อันประกอบด้วย (1) การทำไร่นาสวนผสมบนที่นาที่มีกรรมสิทธิ์ และปลูกข้าวมูลค่าสูงและปลูกพริกบนพื้นที่เช่า (2) การปลูกข้าวมูลค่าสูงแบบอินทรีย์ในฤดูฝนและปลูกถั่วเขียวอินทรีย์ในฤดูแล้ง และ (3) การแบ่งพื้นที่เพื่อปลูกข้าวมูลค่าสูง ปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ และเลี้ยงโคเนื้อ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน พบว่ากลยุทธ์ในการปรับตัวทั้ง 3 ทางเลือกส่งผลให้เกษตรกรในทุกะระโนดมีกำไรเพิ่มขึ้นกว่าการปลูกข้าวพันธุ์ส่งเสริมปีละ 2 ครั้งเช่นในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเกิดปัญหาน้ำเค็มรุกราล้ำหรือไม่ก็ตาม นอกจากนี้ กลยุทธ์ในการปรับตัวทำให้เกษตรกรสามารถลดการพึ่งพาน้ำจืดจากทะเลสาบสงขลา จึงช่วยลดความเสี่ยงต่อปัญหาน้ำเค็มได้ในระดับหนึ่ง (มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2558)



รูปที่ 1.18 การแพร่กระจายความเค็มเฉลี่ยรายเดือนของทะเลสาบสงขลาในปี พ.ศ.2576 (ค.ศ.2033) กรณี F0 เป็น baseline ของการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ระหว่างวันที่ 1 ม.ค. 2572 – 31 ธ.ค.2594 (ที่มา: มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2558)

1.1.1.2 ปศุสัตว์ และการประมง

งานศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับผลกระทบต่อปศุสัตว์ในประเทศไทย ส่วนใหญ่ยังเป็นเพียงการศึกษาในเชิงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านภูมิอากาศ อันได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อการเลี้ยงปศุสัตว์ โดยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นนี้จะก่อให้เกิดความเครียดในสัตว์ และมีผลทำให้ผลผลิตลดลง

- การศึกษาสถานการณ์และแนวโน้มการเลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย และคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อการเลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย โดยคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2551) พบว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ไม่ว่าจะเป็นความชื้นที่อาจเพิ่มมากขึ้นในบางฤดูกาล ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มมากขึ้น ระดับอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น จำนวนวันที่อากาศร้อนเพิ่มมากขึ้น และจำนวนวันอากาศเย็นที่ลดน้อยลง ล้วนแต่สามารถส่งผลกระทบต่อภาคปศุสัตว์ของไทย โดยปัจจัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่จะส่งผลกระทบต่อภาคปศุสัตว์ประกอบด้วย 4 ประเด็น ได้แก่ 1) แนวโน้มผลผลิตที่ลดลงเมื่อระดับอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากสัตว์เสียพลังงานความร้อนส่งผลให้ผลผลิตไม่ว่าจะเป็นเนื้อหรือนมลดลง 2) อัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 3) การผสมพันธุ์มีโอกาสติดยากขึ้น และ 4) มีโอกาสเกิดการแพร่ระบาดของโรคมากขึ้น
- งานวิจัยที่พบความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจนระหว่างปัจจัยด้านภูมิอากาศกับการผลิตกระบือในเขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท และนครสวรรค์ กระบือจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านพฤติกรรม และสรีรวิทยาเพื่อควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ โดยค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่กระบือสามารถทนได้ในช่วงฤดูร้อน $28.90 (+/-) 0.38$ ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูฝน $80.63 (+/-) 0.88$ และค่าเฉลี่ยดัชนีการทนความร้อนในฤดูร้อน $80.23 (+/-) 0.54$ (ศรีอาภา, 2553)
- สำหรับด้านการประมง ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด มีการศึกษาผลกระทบความแปรปรวนของสภาพอากาศต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย รายงานวิจัยระบุว่า “ฤดูกาล” ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณฝนและอุณหภูมิ เป็นปัจจัยสำคัญซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตของสัตว์น้ำเนื่องจากพื้นที่ภาคเหนือของไทยมีความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาลค่อนข้างชัดเจน โดยฤดูร้อนร้อนจัดและฤดูหนาวก็หนาวจัด งานศึกษาได้ทำการศึกษากับสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ได้แก่ ปลานิล เป็นหลัก ทั้งการเลี้ยงในบ่อดิน การเลี้ยงในกระชังในแม่น้ำ และกระชังในอ่างเก็บน้ำ และโรงเพาะพันธุ์ ซึ่งนอกจากฤดูกาล จะมีผลกระทบโดยตรงต่อการเพาะเลี้ยงแล้ว ลักษณะ/ระบบ/รูปแบบการเลี้ยงต่าง ๆ รวมถึงทำเลที่ตั้งของฟาร์ม ดังที่ได้กล่าวข้างต้นก็มีผลต่อความเสี่ยงที่แตกต่างกันด้วย (หลุยส์ และชนกันต์, 2558) งานวิจัยดังกล่าว ได้ระบุความเสี่ยงของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศไว้ดังนี้ โดยปกติ ปริมาณฝนที่มีมากในช่วงเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม จะมีผลต่อการไหลเวียนของน้ำในแม่น้ำสายต่าง ๆ ในภาคเหนือ ร่วมกับปัจจัยด้านลมพายุและลมมรสุมในฤดูฝนด้วย และสำหรับในหน้าแล้งช่วงเดือนธันวาคม – มีนาคม ปริมาณฝนที่มีน้อยลงจะส่งผลต่อปริมาณน้ำที่มีไหลเวียนในแม่น้ำที่ลดลง ประกอบกับปัจจัยจากกิจกรรมมนุษย์ อันได้แก่ การสร้างเขื่อน ระบบชลประทาน ลักษณะการใช้ที่ดิน รวมถึงการใช้น้ำเพื่อการเกษตรจะยิ่งทำให้ปริมาณน้ำที่มีเหลือสำหรับไหลลงแม่น้ำลดลง เหล่านี้จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือปลาในกระชังในแม่น้ำ สำหรับการเลี้ยงปลาในบ่อดิน จะมีความเสี่ยงจากสถานการณ์ภัยพิบัติ ได้แก่ น้ำท่วม และภัยแล้ง และภาวะฝนตกหนัก ส่วนการเลี้ยงปลาในกระชังในอ่างน้ำปิดขนาดใหญ่ จะมีความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและภาวะท้องฟ้าปิดเป็นเวลานาน และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ ภาวะร้อนจัด (เกิดคลื่นความร้อน) อากาศ

หนาวจัด และการขาดแคลนน้ำจัด งานวิจัยได้สร้างแบบจำลองภูมิอากาศอนาคต (พ.ศ.2583-2602; ค.ศ. 2040-2059 และพ.ศ.2623-2642; ค.ศ.2080-2099) ภายใต้สถานการณ์การเพิ่มขึ้นของระดับคาร์บอนไดออกไซด์ 2 รูปแบบ ได้แก่ RCP4.5 และ RCP8.5 เพื่อประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบการเลี้ยงปลา ร่วมกับสมมติฐานเกี่ยวกับความต้องการน้ำและปัจจัยอื่น ๆ ทั้งนี้จะใช้ปัจจัยด้านปริมาณฝนเป็นตัวแปรหลักเพื่อกำหนดสภาพอนาคต ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 แบบ ดังนี้ แบบที่ 1 ฝนตกหนักมากขึ้น (ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง) แบบที่ 2 แห้งแล้งกว่าเดิม (ฝนตกน้อยลงทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง) แบบที่ 3 ความแตกต่างของฤดูกาลมาก (ฝนตกมากในฤดูฝน และฝนตกน้อยมากในฤดูแล้ง) และแบบที่ 4 ความแตกต่างของฤดูกาลน้อย (ฝนตกน้อยในฤดูฝน และฝนตกมากขึ้นในฤดูแล้ง) ทั้งนี้สภาพอนาคตทั้ง 4 แบบ จะกำหนดให้ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกสถานการณ์ ทำการคาดคะเนทิศทางของสถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตเพื่อประเมินความเสี่ยง (ค่าเฉลี่ย, ปริมาณฝน, โอกาสเกิดน้ำท่วม, โอกาสเกิดภัยแล้ง, โอกาสเกิดไฟป่า, ฝนตกหนักบ่อยขึ้น ช่วงเวลาที่หนาวเย็น และภาวะคลื่นความร้อน) ที่จะเกิดขึ้นทั้ง 4 รูปแบบ ซึ่งโดยสรุปพบว่า สถานการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อปริมาณน้ำที่จะมีให้ใช้สำหรับบ่อดินเพื่อรักษาคุณภาพน้ำในบ่อ และปริมาณน้ำที่จะมีไหลในแม่น้ำในช่วงฤดูแล้งลดลงในกรณีการเลี้ยงปลาในกระชัง เช่นเดียวกันกับการเลี้ยงในกระชังในอ่างเก็บน้ำแบบปิด ซึ่งจะต้องมีการลดจำนวนความหนาแน่นของปลาในกระชังเพื่อรักษาอัตราการรอดของปลา และเพื่อลดความเสี่ยงของการตายของปลาลงเนื่องจากคุณภาพน้ำที่ต่ำลง ทั้งปริมาณออกซิเจนที่ลดลง และสารอาหารที่มีมากเกินไปจะส่งผลโดยตรงต่อปลาให้เกิดความเครียด เป็นโรคได้ง่าย และตาย สำหรับสถานการณ์น้ำท่วมจากฝนตกหนักและปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลกระทบต่อทั้งการเลี้ยงในบ่อดิน โรงเพาะพันธุ์และการเลี้ยงในกระชังในแม่น้ำ โดยการเลี้ยงในบ่อดินและโรงเพาะพันธุ์จากภาวะน้ำฝนที่ตกมากจะทำให้เกิดน้ำล้นบ่อ สัตว์น้ำหรือปลาจะหลุดจากบ่อหายไป หรือเกิดสัตว์อื่น ๆ ในธรรมชาติหลุดเข้ามาในบ่อได้กรณีที่สถานที่หรือบ่อไม่ได้มีการสร้างแนวป้องกันหรือสิ่งป้องกันน้ำท่วมไว้ และในกรณีบ่อดินที่อยู่ในสถานที่ราบลุ่ม หรือน้ำท่วมได้ง่าย การพัดพาตะกอนโดยน้ำฝนมาสะสมในบ่อ จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและทำให้ปลาเครียดและตายมากขึ้น เช่นเดียวกันกับการเลี้ยงในกระชังในแม่น้ำ ปริมาณน้ำที่มีมากในแม่น้ำและไหลแรงขึ้นจะทำให้ปลาต้องออกแรงในการว่ายน้ำมากขึ้น ปลาจะโตช้า และเครียดมากขึ้น สถานการณ์ช่วงเวลาที่ไฟป่าจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพในบ่อปลาโดยตรง ซึ่งจะทำให้แพลงก์ตอนพืช รวมถึงพืชน้ำอื่น ๆ สังเคราะห์แสงได้น้อยลงในช่วงกลางวัน ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดต่ำลงส่งผลกระทบต่อสุขภาพปลา นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลเข้าสู่ฤดูฝนช้าลงจะทำให้ภาวะอากาศร้อนในช่วงฤดูแล้งยาวนาน ทั้งความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นและยาวนานจะทำให้เกิดเติบโตของแพลงก์ตอนจำนวนมาก (bloom) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ ทำให้ออกซิเจนในน้ำต่ำลงโดยเฉพาะในบ่อเลี้ยงปลาแบบบ่อดิน อีกทั้งอุณหภูมิที่สูงยาวนานจะทำให้ส่งผลเสียต่อสุขภาพปลาในบ่อเครียด เป็นโรคง่ายขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงเพาะพันธุ์ การที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ความดกของไข่ปลาลดลงและพบได้อย่างชัดเจนในช่วงเดือนมีนาคม (ร้อนที่สุด) แต่การที่อุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวที่สูงขึ้นจะช่วยทำให้ความดกของไข่ปลามากขึ้น และทำให้ไข่ปลาฟักตัวได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิที่สูงมากเกินไปนอกจากจะทำให้ความดกของไข่และอัตราการฟักลดลงแล้วก็จะทำให้อัตราการรอดของลูกปลาในโรงเพาะฟักลดลงอีกด้วย ในทางตรงข้ามโอกาสที่ฝนตกหนักและอากาศที่หนาวจัดจะทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำในบ่อและอ่างเก็บน้ำ เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ชั้นน้ำที่มีออกซิเจนต่ำจะทำให้ปลาเครียดและเนือคตายได้ง่าย (หลุยส์ และชนกันต์, 2558)

- ปัจจุบันการบริหารจัดการความเสี่ยงที่เกี่ยวกับสภาพอากาศสำหรับการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ การจัดการและกลยุทธ์ในการบริหารความเสี่ยงที่เกษตรกรได้ปฏิบัติในฟาร์มประกอบด้วย การเลือกสถานที่เลี้ยงที่เหมาะสม การปรับความหนาแน่นของปลาที่เลี้ยง การติดตั้งเครื่อง

เดิมอากาศ ส่วนการบริหารความเสี่ยงระดับชุมชนและลุ่มน้ำ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเตือนภัยสภาพอากาศ การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านเทคนิคการเลี้ยงปลา ส่วนการจัดการภาครัฐจะเกี่ยวข้องกับการจ่ายค่าชดเชยให้กับผู้เลี้ยงปลาหากเกิดภัยพิบัติและการกำหนดนโยบายด้านการกำหนดที่เลี้ยง มาตรฐานการเลี้ยง มาตรฐานฟาร์มและผลผลิต สำหรับอนาคตการเสริมสร้างความเข้มแข็งในแนวทางเพื่อจัดการความเสี่ยงสำหรับการเลี้ยงปลาน้ำจืดจึงเป็นเรื่องสำคัญ ประกอบด้วย แผนระยะสั้น การจัดการที่สามารถทำได้ในทันทีในกรณีที่เกิดความเสี่ยง เช่น การย้ายกระชัง การติดตั้งเครื่องเติมอากาศ เป็นต้น แผนระยะกลาง การปรับเปลี่ยนแผนการเลี้ยง การวางแผนและจัดสรรการใช้ทรัพยากรน้ำ และแผนระยะยาว หามิแหล่งรายได้เสริม หรือรายได้นอกเหนือจากการเลี้ยงปลา หรือการวิจัยที่มีการพัฒนาสายพันธุ์ปลาที่มีความทนทานต่อสภาพอากาศ รวมถึงการปรับเปลี่ยนเทคนิควิธีการเลี้ยงให้เหมาะสมกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนไป (หลุยส์ และชนกันต์, 2558)

นอกจากสภาพอากาศที่เป็นปัจจัยเสี่ยงแล้ว อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ราคาอาหารที่เพิ่มสูงขึ้น รวมถึงความต้องการของตลาดที่ลดลง ก็เป็นปัจจัยเสี่ยงที่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาจะต้องคำนึงถึงและมีการจัดการไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้น ภาพสถานการณ์จำลองสภาพอากาศที่โครงการได้จัดทำขึ้น เพื่อช่วยให้เกษตรกรเข้าใจผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบเลี้ยงปลา จะช่วยในการกำหนดยุทธศาสตร์ในการปรับตัวระยะยาว ทั้งสำหรับการวางแผนนโยบาย เกษตรกรผู้เลี้ยงปลา และนักวิจัย อย่างไรก็ตามกลยุทธ์ต่าง ๆ ควรมีการใช้แบบผสมผสานเพื่อให้การปรับตัวของการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในสภาพอากาศที่ไม่แน่นอนเกิดผลดี มีประสิทธิภาพ และมีความยืดหยุ่น (หลุยส์ และชนกันต์, 2558)

1.1.1.3 การระบาดของโรคพืช / แมลงศัตรูพืช

การศึกษาวิจัยด้านผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการระบาดของโรคพืช และแมลงศัตรูพืช ในปัจจุบันได้มีผู้พยายามทำการศึกษาอยู่บ้างพอสมควร ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในบริบทของสภาพอากาศปัจจุบัน (2-3 ปีของช่วงเวลาการศึกษา) โดยยังไม่ได้ทำการศึกษาในบริบทของสภาพภูมิอากาศอนาคตในระยะที่ยาวนานเพียงพอ

- ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลต่อจำนวนของเพลี้ยจักจั่นสีเขียว (*Nephotetix Cincticeps*) ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลต่อการเพิ่มจำนวน และการที่อุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวสูงขึ้นจะทำให้แมลงชนิดดังกล่าวมีขนาดตัวใหญ่ขึ้น นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อการอยู่รอดของแมลง โดยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stal)) จะวางไข่มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิ 35°C และ 40°C ซึ่งมากกว่าอุณหภูมิในช่วง 25°C และ 30°C (Karupaiah and Sujayanard, 2012)
- การศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญในพื้นที่จังหวัดเชียงรายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในแปลงนาทดลองกับข้าว 2 สายพันธุ์ (สันป่าตอง และสุพรรณบุรี) ตลอดระยะเวลา 3 ปี (พ.ศ.2554-2556; ค.ศ.2011-2013) พบการเปลี่ยนแปลงของจำนวนของแมลงศัตรูข้าวสำคัญ ได้แก่ เพลี้ยจักจั่นลายหยัก เพลี้ยกระโดดหลังขาว และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พบการระบาดในแต่ละช่วงเวลาของปีมีจำนวนแตกต่างกัน และพบสูงสุดในช่วงเดือน มีนาคม และพฤษภาคม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะว่าการติดตามการเปลี่ยนแปลงชนิด ปริมาณแมลงศัตรูข้าวอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ควรเป็นงานวิจัยที่จะต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างต่อเนื่องและยาวนานอย่างเพียงพอ เพื่อประโยชน์ในการศึกษาการคาดการณ์การระบาดของแมลงศัตรูข้าวต่อไปในอนาคต (กรสิริ และคณะ, 2557)

- การศึกษาเกี่ยวกับการระบาดของโรคข้าว อันได้แก่ โรคใบไหม้ โรคใบจุดน้ำตาล และโรคขอบใบแห้ง กับข้าวพันธุ์สันปาดองและสุพรรณบุรี ในช่วงเวลาเดียวกัน (พ.ศ.2554-2556; ค.ศ.2011-2013) ซึ่งผู้วิจัยได้พยายามหาความสัมพันธ์ของการเกิดโรคระบาดในข้าวในแต่ละช่วงอายุของข้าวกับตัวแปรสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และปริมาณน้ำฝน ซึ่งพอจะเห็นแนวโน้มของความสัมพันธ์ดังกล่าวบ้างในช่วงระยะเวลาของการศึกษาพบว่า ทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ย 30 ปีย้อนหลัง ซึ่งเป็นไปในทั้งเกี่ยวกับการเพิ่มขึ้นของการระบาดของโรคข้าว (นุจรินทร์ และคณะ, 2557) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่า การระบาดของโรคข้าวนั้นมีความเกี่ยวพันกับตัวแปรสภาพอากาศจริง ซึ่งอาจเป็นผลจากความแปรปรวนของสภาพอากาศในแต่ละปีเท่านั้น งานวิจัยดังกล่าวจึงยังไม่สามารถสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะยาวจะส่งผลกระทบต่อการระบาดของโรคข้าวอย่างไร

1.1.2 ทรัพยากรน้ำ

การศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

การศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับประเด็นทรัพยากรน้ำที่ผ่านมามักจะเน้นที่ประเด็นการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับทรัพยากรน้ำในรูปแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำในลุ่มน้ำต่าง ๆ ทั้งปริมาณน้ำท่า น้ำหลากผิวดิน และน้ำใต้ดิน โดยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณน้ำ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของฝนและปริมาณฝน นอกจากนั้น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความเร็วและทิศทางลม ก็มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อแหล่งน้ำด้วยเช่นกัน

- การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำในลุ่มน้ำย่อยของแม่น้ำโขงในพื้นที่ประเทศไทยและลาว โดยการใช้แบบจำลองวัฏจักรน้ำ Variable Infiltration Capacity (VIC) และข้อมูลสภาพอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศ CCAM แสดงให้เห็นว่าลุ่มน้ำสาขาส่วนใหญ่ของแม่น้ำโขงในประเทศลาวและประเทศไทยในอนาคต มีแนวโน้มที่ปริมาณน้ำจะมากขึ้นเนื่องจากปริมาณฝนที่ตกเพิ่มขึ้น โดยเมื่อพิจารณาสถานการณ์ในปีที่ฝนตกมากในช่วงทศวรรษที่ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 หนึ่งส่วนในล้านส่วน (ppm) นั้น เกือบทุกลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำโขงในประเทศลาวและประเทศไทยจะมีปริมาณน้ำสูงขึ้น และจะเพิ่มสูงขึ้นอีกภายใต้สภาพอากาศเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 หนึ่งส่วนในล้านส่วน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาสถานการณ์ในปีที่ฝนตกน้อย พบว่า แหล่งน้ำสาขาในหลาย ๆ พื้นที่ จะมีปริมาณน้ำน้อยลงภายใต้สภาพภูมิอากาศเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 540 หนึ่งส่วนในล้านส่วน แต่ภายใต้สภาพอากาศเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 หนึ่งส่วนในล้านส่วน แม้ในปีที่มีฝนน้อย ปริมาณน้ำจากเกือบทุกลุ่มน้ำก็ยังเพิ่มสูงขึ้นกว่าปัจจุบัน (Southeast Asia START Regional Center, 2006)
- ผลการศึกษาอีกชิ้นหนึ่งซึ่งเป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริเวณลุ่มแม่น้ำโขงในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2030 โดยใช้ชุดข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกหลายแบบจำลอง รวมทั้งสิ้น 11 แบบจำลอง ซึ่งทำให้สามารถสรุปผลการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลนี้ได้เหมาะสมมากขึ้น ซึ่งให้เห็นถึงแนวโน้มปริมาณฝนเพิ่มขึ้นในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย ในช่วงฤดูแล้ง ส่วนทางภาคตะวันออกจะมีปริมาณฝนลดลง ทั้งนี้ คาดว่าปริมาณฝนรายปีโดยรวมทั้งประเทศจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากจะมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นในช่วงฤดู และได้ทำการคาดการณ์ว่าการไหลของน้ำบนผิวดิน (run-off) และการเกิดน้ำท่วมจะเพิ่มขึ้น (Eastham et al, 2008)

- ผลการศึกษาแนวโน้มของสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งดำเนินการจำลองโดยแบบจำลอง Variable Infiltration Capacity (VIC) ภายใต้สภาพอากาศในอนาคตตามการเปลี่ยนแปลงของระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศแบบ A2 และ B2 จากแบบจำลอง PRECIS โดยทำการศึกษาในช่วงเวลาอนาคต 3 ช่วง คือ ค.ศ.2010-2039 (พ.ศ.2553-2582), 2040-2069 (พ.ศ.2583-2612) และ 2070-2099 (พ.ศ.2613-2642) เปรียบเทียบกับปีฐาน (ค.ศ.1980-2009; พ.ศ.2523-2552) และพิจารณาปริมาณน้ำท่าที่จะไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำและเขื่อนสำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล ได้แก่ เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนลำปาว เขื่อนสิรินธร และเขื่อนลำตะคอง พบว่าปริมาณน้ำท่าที่จะไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำของเขื่อนสำคัญเหล่านี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทั้งแบบ A2 และ B2 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฝนอนาคตของพื้นที่ลุ่มน้ำที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยฯ, 2554)
- การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักจะได้รับผลกระทบค่อนข้างมากจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตภายใต้แบบจำลองไหลเวียนอากาศ MRI-AGCM3.1S โดยใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยาภูมิภาค วิเคราะห์ร่วมกับผลกระทบจากการบริหารจัดการน้ำในเขื่อนอ่างเก็บน้ำรวมด้วย สำหรับช่วงอนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2015-2039; พ.ศ.2558-2582) และ ช่วงอนาคตอันไกล (ค.ศ.2075-2099; พ.ศ.2618-2642) เปรียบเทียบกับปีฐานปัจจุบัน โดยผลการศึกษาคาดว่าปริมาณน้ำในเขื่อนป่าสักในอนาคตจะลดลงอย่างชัดเจนจนถึงระดับที่ไม่สามารถรองรับความต้องการใช้น้ำดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้ได้ (Tachikawa et al, 2012)
- การศึกษาซึ่งมีความร่วมมือระหว่าง JIID กรมชลประทานและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบชลประทานในลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้ประเมินผลการคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคตโดยชุดข้อมูล MRI GCM พบว่า ปริมาณฝนในลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน มีแนวโน้มลดลงในอนาคตระยะใกล้ (ค.ศ.2015-2039; พ.ศ.2558-2582) แต่จะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงปลายศตวรรษ (ค.ศ.2075-2099; พ.ศ.2618-2642) นอกจากนี้ยังพบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของฝน โดยปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนมีแนวโน้มลดลงแต่ปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเช่นนี้จะส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา และส่งผลสืบเนื่องต่อพื้นที่เกษตรกรรมในเขตชลประทาน (Chulalongkorn, 2013)
- การศึกษาในพื้นที่จังหวัดกระบี่พบว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภายใต้ภาวะโลกร้อน จะส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนลดลง อีกทั้งระยะเวลาของฤดูแล้งมีแนวโน้มยาวนานขึ้น นอกจากนั้น การขยายตัวของเมืองและการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมนั้น มีส่วนส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำและพื้นที่กักเก็บน้ำ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเกษตรและการขยายตัวของภาคเศรษฐกิจอื่น โดยเฉพาะภาคการท่องเที่ยวส่งผลต่อความต้องการใช้น้ำเพิ่มสูงขึ้น (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)
- อุณหภูมิที่สูงขึ้นและระยะเวลาฤดูร้อนที่ยาวนานขึ้นในอนาคตจะส่งผลกระทบต่อภาระการระเหยน้ำ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างปริมาณน้ำที่ต้องการใช้และปริมาณน้ำที่มีอยู่ในแหล่งน้ำ การศึกษาชิ้นหนึ่งซึ่งใช้ผลจากการจำลองภูมิอากาศโดยแบบจำลองภูมิอากาศโลก CCGCM2 และ HadCM3 GCM ภายใต้สถานการณ์ที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นตามภาพอนาคตแบบ A2 และ B2 โดยทำการคำนวณเพิ่มรายละเอียดพื้นที่บริเวณทางตอนล่างของแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงทศวรรษ ค.ศ.2020 (พ.ศ.2563), 2050 (พ.ศ.2593) และ 2080 (พ.ศ.2623) โดยเทคนิค SDSM ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด

จะเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์จะลดลง และผลกระทบจากภูมิอากาศจากแบบจำลองทั้งสองดังกล่าวส่งผลให้การคายระเหยสูงสุดของน้ำ (PET) จะเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 0.4-2.67 เปอร์เซนต์ และ 0.06-1.17 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปีฐาน ค.ศ.1974-1985 (พ.ศ.2517-2528) (Chaowiwat and Likitdecharote, 2009)

- การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการคายระเหยสูงสุดอีกชิ้นหนึ่งทำการประเมินสถานการณ์อนาคตภายใต้สภาพอากาศเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นจาก 360 หนึ่งส่วนในล้านส่วน ในปัจจุบัน เป็น 540 และ 740 หนึ่งส่วนในล้านส่วน ในอนาคต โดยแบบจำลองภูมิอากาศ CCAM แสดงให้เห็นว่า การคายระเหยน้ำมีแนวโน้มที่จะลดลงเพียงเล็กน้อย ภายใต้เงื่อนไขสภาพอากาศเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 หนึ่งส่วนในล้านส่วน แต่การคายระเหยน้ำจะเพิ่มขึ้น ภายใต้เงื่อนไขสภาพอากาศเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 หนึ่งส่วนในล้านส่วน อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่ามีการแปรปรวนระหว่างฤดูกาล ซึ่งการระเหยของน้ำจะมากขึ้นในช่วงฤดูแล้งแต่จะลดลงในฤดูฝน และงานศึกษานี้ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำซึ่งได้ผลสรุปว่า นาข้าวอาจมีความต้องการน้ำต่ำลงในช่วงฤดูฝน ภายใต้สภาพอากาศเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 540 หนึ่งส่วนในล้านส่วน แต่จะต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้นในช่วงเริ่มการเพาะปลูกภายใต้สภาพอากาศเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 หนึ่งส่วนในล้านส่วน (Noimunwai, 2008)
- นอกจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะมีผลต่อปริมาณน้ำที่มีให้ใช้ในกลุ่มน้ำโดยตรงแล้ว ลักษณะการใช้ที่ดิน รวมถึงการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มน้ำ ก็ส่งผลต่อปริมาณน้ำที่มีเหลือให้ใช้ได้เช่นกัน กลุ่มน้ำซึ่งเป็นกลุ่มน้ำขนาดใหญ่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และเป็นพื้นที่เกษตรกรรมนาข้าวที่สำคัญ ซึ่งจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยตรง ทั้งจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนที่เข้าสู่ลุ่มน้ำ และการเปลี่ยนแปลงของน้ำที่ต้องสูญเสียไปเนื่องจากปริมาณการใช้น้ำรวมของพืชอันเนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นและช่วงเวลาที่มียูทอปิกอื่นซึ่งจะยาวนานขึ้นในอนาคต นำมาซึ่งคำถามถึงความพอเพียงของปริมาณน้ำในอนาคต โดยการศึกษาดังกล่าวได้พิจารณาปริมาณน้ำที่สามารถนำมาใช้ได้ (Water availability) ซึ่งเป็นผลต่างของปริมาณฝนและปริมาณการใช้น้ำของพืช โดยใช้การวิเคราะห์จากการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ประเภท (การปลูกข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง และพื้นที่ป่า) ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระหว่างช่วงปี ค.ศ.2010 – 2039 (พ.ศ.2553-2582) โดยเปรียบเทียบกับ ค.ศ.1980 – 2009 (พ.ศ.2523-2552) โดย ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีระหว่าง ค.ศ.2010 – 2039 (พ.ศ.2553-2582) มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นประมาณ 3% เมื่อเปรียบเทียบกับปีฐาน (ค.ศ.1980 – 2009; พ.ศ.2523-2552) ในขณะที่ปริมาณการใช้น้ำรวมของพืชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เปอร์เซนต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนในอนาคตเพิ่มขึ้นมีความเพียงพอที่จะชดเชยความต้องการใช้น้ำของพืชในอนาคตหากการเพาะปลูกยังคงรูปแบบเดิมเช่นในปัจจุบัน ทั้งนี้ ความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ใช้นอกฤดูฝนก็ยังเป็นประเด็นที่มีความสำคัญที่ต้องคำนึงถึงอยู่ (เจลิมรัฐ, 2552)
- การเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของฝน ทำให้การจัดการทรัพยากรน้ำในอนาคตมีความซับซ้อนและยากมากขึ้น โดยเฉพาะการจัดการน้ำเพื่อรักษาการไหลที่เหมาะสมที่จะเอื้อต่อระบบนิเวศลำน้ำ การศึกษาความสมดุลของน้ำในกลุ่มน้ำแม่กลอง โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 ภายใต้สถานการณ์ที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นตามภาพฉายอนาคตแบบ A2 และทำการคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS ในช่วงทศวรรษ ค.ศ.2025 (พ.ศ.2568), 2050 (พ.ศ.2593)

และ 2095 (พ.ศ.2638) แสดงให้เห็นว่า ถึงแม้ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความต้องการใช้น้ำจากลำน้ำลดลง แต่อย่างไรก็ตาม การดำเนินงานของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์จะมีความยุ่งยากขึ้นเนื่องจากจะต้องมีการปล่อยน้ำเพื่อควบคุมการแพร่กระจายของน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำ โดยเฉพาะในฤดูแล้งซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำในลำน้ำลดต่ำลง (Rojruntavee, 2009) นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลจะยิ่งทำให้ปัญหาการแทรกตัวของน้ำเค็มในบริเวณปากแม่น้ำรุนแรงมากขึ้นด้วย การศึกษาบริเวณแม่น้ำท่าจีนแสดงให้เห็นว่าภายใต้สถานการณ์จำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์ที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นตามภาพฉายอนาคตแบบ A1F1 และ B1 พบว่าการแทรกตัวของน้ำเค็มจะรุนแรงมากขึ้นในอนาคต (สนิท และคณะ, 2552) เช่นเดียวกับผลการศึกษาบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง ซึ่งพบว่าระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นนั้น ส่งผลกระทบต่อศักยภาพการเจริญเติบโตของพืชผัก ผลไม้ท้องถิ่นบางชนิด เช่น ข้าว ข้าวโพด พริก ส้ม และลิ้นจี่บ้างเพียงเล็กน้อย (สิทธิพงษ์, 2553)

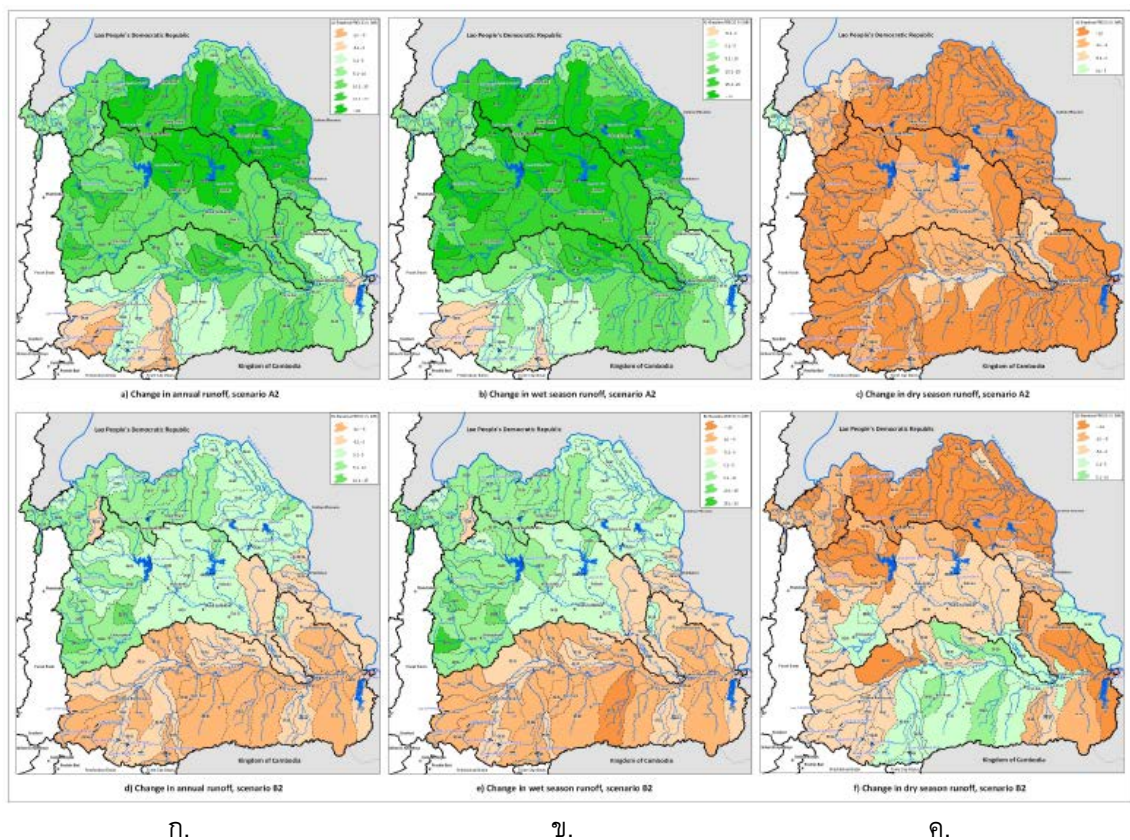
- การศึกษาทางด้านผลกระทบทางอุทกวิทยาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา เพื่อทดสอบหาปริมาณการไหลของน้ำในลุ่มน้ำ และความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมในบริเวณลุ่มน้ำ ซึ่งมีการศึกษาโดยใช้แบบจำลองที่แตกต่างกันออกไป รวมถึงข้อมูลตัวแปรภูมิอากาศอนาคตจาก GCMs หลาย ๆ GCMs ตัวอย่างเช่น การศึกษาตอนบนบริเวณลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำวัง ซึ่งเป็นบริเวณแหล่งต้นน้ำภูเขาสูงและมีเขื่อนขนาดใหญ่ที่สุดตั้งอยู่ ได้แก่ เขื่อนภูมิพล งานวิจัยดังกล่าวได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกวิทยา DHM (distribution hydrological model) ซึ่งเป็นแบบจำลองหนึ่งใน the Geomorphology-based hydrological model (GBHM) และข้อมูลปริมาณฝนอนาคตจากแบบจำลองการไหลเวียนอากาศโลก (GCMs) จำนวน 3 GCMs ได้แก่ MICROC3.2, MPI ECHAM และ CCSM3.0 ภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกตามภาพฉายอนาคตแบบ A1B ซึ่งได้รับการปรับแก้ค่าโดย H08 model เพื่อจำลองการไหลของน้ำในลุ่มน้ำ (discharge) และหาความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมในบริเวณลุ่มน้ำในช่วงเวลาปัจจุบัน (ค.ศ.2007-2009; พ.ศ.2550-2552) และช่วงอนาคต (ค.ศ.2010-2040; พ.ศ.2553-2583) ผลจากการจำลองพบค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลของน้ำสูงขึ้นกับทุก GCMs ในช่วงอนาคต และพบแนวโน้มความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมสูงในช่วงเดือนกันยายน (Otaga et al, 2012) ผลการศึกษาดังกล่าวให้ผลสอดคล้องในทางเดียวกับงานศึกษาการจำลองการไหลของกระแสน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา (ทั้งลุ่มน้ำ) เพียงแต่มีความแตกต่างกันในด้านเครื่องมือและข้อมูลสภาพอากาศอนาคตที่ใช้ โดย Kure and Tebakari (2012) ได้ใช้แบบจำลอง DHI-MIKE11 และใช้แบบจำลองการไหลเวียนภูมิอากาศโลก MRI-AGCM 20 (ver.3.1 และ 3.2) ภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกตามภาพฉายอนาคตแบบ A1B เพื่อประเมินผลกระทบต่อรูปแบบอุทกวิทยาลุ่มน้ำ พบว่าในอนาคตระยะยาว (ค.ศ.2075-2099; พ.ศ.2648-2642) ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำท่าในแต่ละปีที่ไหลออกสู่แม่น้ำที่ปากน้ำนครสวรรค์มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วม (flood frequency) ในขณะเกิดฝนตกหนักและมีปริมาณน้ำฝนมากก็มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน ทั้งนี้งานศึกษาวิจัยดังกล่าว ยังมีข้อจำกัดในเรื่องแบบจำลองดังกล่าวยังไม่ได้นำเรื่องการบริหารจัดการน้ำโดยระบบชลประทาน รวมถึงกิจกรรมการใช้น้ำอื่น ๆ โดยมนุษย์เข้ามารวมคำนวณในแบบจำลองด้วย
- ผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำบาดาลนั้นเริ่มเป็นประเด็นที่มีผู้สนใจ และได้มีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อสภาพน้ำขังใต้ผิวดิน (waterlogging) และน้ำใต้ดินเค็มในชั้นตื้น (shallow saline groundwater) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้แบบจำลอง SEAWAT เพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำใต้ดินร่วมกับการเติมน้ำใต้ดิน (recharge) จากแบบจำลองอุทกวิทยา HELP3 โดยใช้ชุดข้อมูลอากาศจากแบบจำลอง PRECIS ECHAM4 A2 และ B2 ซึ่งพบว่าบริเวณลุ่มน้ำย่อยห้วยขามเรียง (พื้นที่ขนาด 154

ตารางกิโลเมตร) จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษานั้นมีการเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มของน้ำบาดาลและน้ำใต้ผิวดิน (waterlogging) ในช่วงกลาง (ค.ศ.2050; พ.ศ.2599) และสิ้นศตวรรษ (ค.ศ.2099; พ.ศ.2642) โดยพบอัตราการเติมน้ำที่เพิ่มขึ้น ซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากปริมาณฝนที่ตกเพิ่มขึ้น พื้นที่ชั้นน้ำระดับตื้น (shallow watertable) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์ จากเดิมในช่วงกลางศตวรรษ และอาจจะเพิ่มได้ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ภายในสิ้นศตวรรษ นอกจากนั้นแบบจำลองยังชี้ให้เห็นสถานการณ์การขยายตัวของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำใต้ดินเค็มในชั้นตื้นด้วย อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ได้มีผลกระทบต่อการแพร่กระจายความเค็มโดยตรง แต่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการขยายตัวของพื้นที่น้ำขังใต้ดิน (Sarapirom et al., 2013a และ Sarapirom et al., 2013b) ผู้วิจัยได้แนะนำการบริหารจัดการพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบหรือพื้นที่ที่อาจจะได้รับผลกระทบจากการขยายตัวของพื้นที่ชั้นน้ำใต้ดินดังกล่าวโดยใช้หลักการทางอุทกวิทยาระบบนิเวศ (Ecohydrological) ซึ่งน่าจะเป็นวิธีการที่มีศักยภาพในการลดการเติมน้ำสู่ระบบน้ำบาดาลอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝนในอนาคต ร่วมกับการปลูกพืชหรือต้นไม้โตเร็วเพื่อลดการขยายตัวของพื้นที่น้ำขังใต้ดินและบริเวณที่มีความเค็มภายใต้สภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต (Sarapirom et al., 2013b)

- ในพื้นที่ภาคกลาง แถบพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีการศึกษาการลดลงของน้ำบาดาลที่คาดว่าจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงระยะเวลา ค.ศ.2060-2040 (พ.ศ.2603-2583) โดยใช้ข้อมูลแบบจำลองภูมิอากาศโลก (GCMs) จำนวน 3 GCMs คือ MIROC-ESM-CHEM (MIROC) HadGEM2-ES (HadGEM) และ GFDL-ESM2M (GFDL) กับสถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 และ RCP8.5 เป็นเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นฐานอ้างอิง (ค.ศ.1986-2000; พ.ศ.2529-2543) พบแนวโน้มการลดลงของปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายนจากแบบจำลอง HadGEM และ GFDL ซึ่งมีผลต่อค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำใต้ดินประจำปีลดลง โดยลดลง -12.9 เปอร์เซ็นต์ (-1.46 ลูกบาศก์กิโลเมตร), -9.7 เปอร์เซ็นต์ (-1.35 ลูกบาศก์กิโลเมตร), -13.9 เปอร์เซ็นต์ (-1.49 ลูกบาศก์กิโลเมตร) และ -10.7 เปอร์เซ็นต์ (-1.38 ลูกบาศก์กิโลเมตร) สำหรับ RCP2.6, 4.5, 6.0 และ 8.5 ตามลำดับ ผลการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินจะมีความแตกต่างกันในแต่ละ GCM ทั้งน้ำใต้ดินและการเก็บรักษา (recharge) แต่โดยรวมมีแนวโน้มลดลงเกือบทั้งหมด (Pratoomchai et al., 2014)
- งานศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำ โดยการพัฒนาแบบจำลอง HAE (Hydro-Agronomic-Economic Model) เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสำหรับลุ่มแม่น้ำโขง ซึ่งได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง WEAP; The Water Evaluation and Planning System สำหรับประเมินผลกระทบภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำในแม่น้ำโขง บริเวณลุ่มน้ำย่อยทางฝั่งของประเทศไทย ได้แก่ ลุ่มน้ำชี-มูล โดยใช้ข้อมูลภาพอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในช่วงทศวรรษที่ 2050s แบบ A2 และ B2 จากแบบจำลอง PRECIS เป็นข้อมูลนำเข้า ทั้งนี้ได้มีการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยด้านการพัฒนาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งจะส่งผลต่อความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ของภาคส่วนต่าง ๆ และการบริหารจัดการน้ำโดยระบบชลประทาน (เขื่อนและอ่างเก็บน้ำ) นอกจากนี้การศึกษาดังกล่าวยังได้ทำการจำลองสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศร่วมกับภาพอนาคตตามแนวทางที่เน้นการใช้พลังงานทดแทน (bio-fuel) ซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูก (การใช้ประโยชน์ที่ดิน) ผลการวิเคราะห์ให้ผลว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตส่งผลต่อทรัพยากรน้ำบริเวณตอนล่างลุ่มน้ำโขงของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภายใต้การพิจารณาพร้อมกับแผนพัฒนาในอนาคตและความต้องการน้ำก็พบว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตมีแนวโน้มที่จะทำให้อัตราการไหลของน้ำในพื้นที่ตอนบนสูงขึ้นและสำหรับพื้นที่ตอนล่างอัตราการไหล

จะลดต่ำลง อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับสถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ นอกจากนี้ผลการศึกษายังระบุว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลต่อปริมาณน้ำผิวดิน ซึ่งทำการวิเคราะห์โดยแบบจำลอง SWAT พบว่า ภายใต้สถานการณ์แบบ A2 ปริมาณน้ำท่ารายปี (annual runoff) เพิ่มขึ้นในพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสำหรับสถานการณ์แบบ B2 ปริมาณน้ำท่ารายปีจะเพิ่มขึ้นในพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ลุ่มน้ำโขง และลุ่มน้ำชี และจะลดลงในพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำ (Mott MacDonald, 2011)

นอกจากนี้ แบบจำลอง SWAT ยังให้ผลที่ระบุว่า ภายใต้สถานการณ์แบบ A2 นั้น มีความเสี่ยงที่จะเกิดสถานการณ์น้ำท่วมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญสำหรับพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วย



รูปที่ 1.19 ผลจากแบบจำลองน้ำท่า (SWAT Model) ภายใต้สถานการณ์แบบ A2 (บน) และ B2 (ล่าง)
(ก) ปริมาณน้ำท่ารายปี (ข) ปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูฝน (ค) ปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้ง
(ที่มา: Mott MacDonald, 2011)

การศึกษาด้านความเสี่ยงและภาวะประปรายต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

สมดุลของน้ำในลุ่มน้ำต่าง ๆ อาจใช้เป็นตัวชี้วัดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคส่วนทรัพยากรน้ำได้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาประเด็นนี้อย่างครอบคลุม นอกจากนั้น การพิจารณาถึงสภาพการณ์ในอนาคตในห้วงเวลาที่ยาวนานในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้น จำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบความต้องการการใช้น้ำเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมด้วย ซึ่งเรื่องนี้เป็นประเด็นที่ยังคงต้องการศึกษาต่อไป

- การศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก (ประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาชลบุรี ระยอง ตะวันตก และคลองใหญ่) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับการพัฒนาเชิงอุตสาหกรรมและท่องเที่ยวตามนโยบายของรัฐบาล ทำให้เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นอันมาก ขณะเดียวกันก็ส่งผลต่อความต้องการน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ในปี 2548 เกิดภาวะฝนแล้ง ส่งผลให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่มี มีน้อยไม่พอต่อการจัดสรรจนเกิดปัญหาการแย่งชิงน้ำ เกิดปัญหาทางสังคมตามมา การศึกษานี้ได้นำข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอนาคตภายใต้สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 และ B2 สำหรับช่วงอนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2010-2034; พ.ศ.2553-2577) และช่วงอนาคตอันไกล (ค.ศ.2076-2100; พ.ศ.2619-2643) ทำการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลในระดับภูมิภาคด้วยการใช้แบบจำลองเพิ่มความละเอียดสูงเชิงสถิติ โดยสังเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมipริมาณน้ำฝน และอัตราการระเหย และการประเมินผลกระทบต่อการจัดการน้ำ ประกอบด้วย การสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (NAM) และการวิเคราะห์ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน ด้วยการจำลองสภาพการบริหารจัดการน้ำด้วยแบบจำลองการจัดการน้ำในลุ่มน้ำ (MIKE BASIN) ทั้งนี้งานวิจัยดังกล่าวมุ่งพิจารณาเฉพาะข้อมูลน้ำเข้าที่ได้ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยตรง ในที่นี้คือข้อมูลน้ำฝน น้ำท่า อุณหภูมิ และอัตราการระเหย เท่านั้น สำหรับข้อมูลการจัดการน้ำของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ภาคตะวันออก เช่น ประปาภูมิภาค และบริษัท East Water และอื่น ๆ นั้นจะไม่ได้นำมาพิจารณาไว้ในแบบจำลอง โดยทำการจำลองสภาพการจัดการน้ำในอนาคตกำหนดให้ไม่มีการเปิดพื้นที่ชลประทานใหม่ และไม่มีการเพิ่มขึ้นของความต้องการน้ำอุตสาหกรรม การศึกษาแบ่งออกเป็น 5 กรณี ได้แก่

- กรณีที่ 1: สภาพปัจจุบัน (ค.ศ.1995-2004; พ.ศ.2535-2547)
- กรณีที่ 2: ภายใต้สถานการณ์ปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 C2A2 (ค.ศ.2010-2034; พ.ศ.2553-2557)
- กรณีที่ 3: ภายใต้สถานการณ์ปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ B2 C2B2 (ค.ศ.2076-2100; พ.ศ.2619-2643)
- กรณีที่ 4: ภายใต้สถานการณ์ปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 C2A2 (ค.ศ.2010-2034; พ.ศ.2553-2557)
- กรณีที่ 5: ภายใต้สถานการณ์ปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ B2 C2B2 (ค.ศ.2076- 2100; พ.ศ.2619-2643)

ผลการจำลองสภาพปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยรวม เท่ากับ 527 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี แบ่งเป็นฤดูแล้ง 149 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และฤดูฝน 378 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สภาพปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายเดือนในกรณี A2 และB2 ในอนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2010 -2034; พ.ศ.2553-2557) พบแนวโน้มลดลง 20.59 เปอร์เซ็นต์ และ 23.52 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากปริมาณฝนลดลง ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือนลดลงตามไปด้วย ส่วนสภาพปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายเดือนในกรณี A2 และ B2 ในอนาคตอันไกล (ค.ศ.

2076 -2100; พ.ศ.2619-2643) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.23 เปอร์เซ็นต์ และลดลง 2.94 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างจากปัจจุบันมากนัก เนื่องจากปริมาณฝนอนาคตไกลจะเพิ่มขึ้น (สุจริต, 2553)

สำหรับผลการวิเคราะห์ความต้องการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ โดยรวมเท่ากับ 150.43 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี แบ่งเป็นฤดูแล้ง 110.98 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และฤดูฝน 39.45 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ความต้องการน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปตามกรณีต่าง ๆ คือ ความต้องการน้ำชลประทาน ซึ่งมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ (กำหนดให้ความต้องการน้ำอุตสาหกรรมเท่ากับปัจจุบัน) กล่าวคือ ถ้าฝนมาก พื้นที่เพาะปลูกพืชก็ต้องการน้ำชลประทานน้อย ในทำนองเดียวกันถ้าฝนน้อย พื้นที่เพาะปลูกพืชก็ต้องการน้ำชลประทานมาก พบว่า ความต้องการน้ำในกรณี A2 และ B2 ช่วงปี ค.ศ. 2010 -2034 (พ.ศ.2553-2557) มีแนวโน้มลดลง 20.59 เปอร์เซ็นต์ และ 23.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลุ่มน้ำคลองใหญ่ซึ่งเป็นลุ่มน้ำที่มีความต้องการน้ำชลประทานและน้ำอุตสาหกรรมมากที่สุดมีแนวโน้มลดลง ส่วนในกรณี A2 และ B2 ช่วงปี ค.ศ. 2076-2100 (พ.ศ.2619-2643) มีแนวโน้มลดลง 18.43 เปอร์เซ็นต์ และ 22.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผลการสำรวจสภาพความขาดแคลนน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำพบว่า สภาพความต้องการน้ำในกรณี A2 และ B2 ช่วงปี ค.ศ.2010 -2034 (พ.ศ.2553-2557) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 116.47 เปอร์เซ็นต์ และ 127.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในกรณี A2 และ B2 ช่วงปี ค.ศ. 2076-2100 (พ.ศ.2619-2643) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 47.17 เปอร์เซ็นต์ และ 21.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งพบว่าลุ่มน้ำคลองใหญ่ซึ่งเป็นลุ่มน้ำที่มีความขาดแคลนน้ำมากที่สุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแม้ว่าความต้องการน้ำลดลง ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำที่จัดสรรไม่เพียงพอ (สุจริต, 2553)

- งานการศึกษาสมมูลน้ำภาพรวมในระดับลุ่มน้ำสำคัญของประเทศไทย โดยใช้วิธีการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคต (ค.ศ.2010-2039; พ.ศ.2553-2582) โดยเปรียบเทียบกับฐานปัจจุบัน (ค.ศ.1980-2009; พ.ศ.2523-2552) โดยใช้ผลการคำนวณจากแบบจำลอง PRECIS ซึ่งจำลองผลการเปลี่ยนแปลงภายใต้สมมุติฐานการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แบบ A2 โดยใช้ปริมาณน้ำฝนในอนาคต (ค.ศ. 2010-2039; พ.ศ.2553-2582) และนำไปหักลบด้วยปริมาณน้ำคาดการณ์ที่ถูกใช้ไปทั้งจากทางธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ ในอนาคตช่วงเวลาเดียวกัน ผลลัพธ์จะได้เป็นปริมาณสมมูลน้ำในอนาคต จากการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสมมูลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทยโดยเปรียบเทียบสมมูลน้ำช่วงปีฐานกับสมมูลน้ำในอนาคตเพื่อพิจารณาทิศทางผลกระทบในบริบทแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต รวมถึงพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสมมูลน้ำดังกล่าวโดยเปรียบเทียบกับแนวโน้มปริมาณน้ำฝนในอนาคตเพื่อพิจารณาความอ่อนไหวของสมมูลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำหลักต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝน สรุปผลได้ว่า กลุ่มลุ่มน้ำที่มีแนวโน้มจะมีสมมูลน้ำลดลง ได้แก่ กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน กลุ่มลุ่มน้ำแม่กลอง กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขง และกลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก และกลุ่มลุ่มน้ำที่มีแนวโน้มจะมีสมมูลน้ำเพิ่มขึ้น ได้แก่ กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันออก กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำสาละวิน และกลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก และเมื่อพิจารณาร้อยละของสมมูลน้ำต่อปริมาณน้ำฝนในอนาคตรายกลุ่มลุ่มน้ำ พบว่ากลุ่มลุ่มน้ำที่มีอัตราส่วนต่ำกว่าร้อยละ 30 มีอยู่ 2 กลุ่มลุ่มน้ำ โดยกลุ่มลุ่มน้ำที่มีอัตราส่วนต่ำที่สุด คือ กลุ่มลุ่มน้ำแม่กลอง และกลุ่มลุ่มน้ำที่มีอัตราส่วนต่ำเป็นอันดับรองลงมา คือ กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำสาละวิน สำหรับสองกลุ่มลุ่มน้ำนี้ถือว่าเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงสูง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในปริมาณน้ำฝนที่อาจเกิดขึ้นแม้เพียงเล็กน้อย 2 กลุ่มลุ่มน้ำนี้จะไม่มีสมมูลน้ำเพียงพอเพื่อใช้อุปโภคบริโภครวมถึงภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มลุ่มน้ำแม่กลองจะได้รับผลกระทบอย่างมากเพราะว่าเป็นบริเวณที่มีอุตสาหกรรมตั้งอยู่อย่างมาก (สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)

- การบริหารจัดการปริมาณน้ำเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ไขปัญหาสมดุลน้ำ เช่น การผันน้ำจากพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำมากเกินไปมาสู่พื้นที่ที่มีน้ำไม่เพียงพอ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำมากเกินไปมักจะมีความต้องการไปสู่อีกพื้นที่ที่มีน้ำไม่เพียงพอ และในทางกลับกันพื้นที่ที่มีน้ำไม่เพียงพอก็จะประสบกับปัญหาภัยแล้ง ดังนั้นการศึกษาเพื่อคาดการณ์โอกาสเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ (ภัยแล้ง น้ำท่วม) ในอนาคตโดยใช้การสร้างแบบจำลอง 2 ลักษณะ ได้แก่ การศึกษาถึงแนวโน้มของอุทกภัยและภัยแล้ง และการศึกษาถึงระดับความรุนแรงของภัยพิบัติ (สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)
 - การศึกษาภัยพิบัติทางธรรมชาติจาก “จำนวนปี” ที่ปริมาณฝนเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยการคาดการณ์แนวโน้ม (Trend) ของการเกิดเหตุการณ์ร้ายแรงทางธรรมชาติ (extreme events) (อุทกภัยและภัยแล้ง) ช่วงเวลาในอนาคตระยะสั้น 30 ปี (ค.ศ.2010-2039; พ.ศ.2553-2582) และช่วงเวลาในอนาคตระยะยาว 30 ปี (ค.ศ.2040-2069; พ.ศ.2583-2612) โดยกำหนดให้ระยะเวลาช่วงปี ค.ศ.1980-2009 (พ.ศ.2523-2552) เป็นช่วงของปีฐาน และทำการศึกษาค่าเฉลี่ย รูปแบบ (Pattern) ของปริมาณน้ำฝนที่มีแนวโน้มเปลี่ยนไปในอนาคต ในเชิงของการแปรปรวน ผลการศึกษาในภาพรวมของประเทศ ชี้ให้เห็นว่าภาพรวมระยะสั้น 30 ปี พื้นที่ส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในปริมาณน้ำฝนที่เด่นชัด แต่จะสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนได้จากการคาดการณ์อนาคตระยะยาว 30 ปีข้างหน้า อย่างไรก็ตาม ความเป็นไปได้ที่ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะมีจำนวนปีที่มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ภาคของประเทศ ทั้งในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ตอนล่างฝั่งตะวันออก (สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)
 - การศึกษาภัยพิบัติทางธรรมชาติจากแนวโน้มระดับความรุนแรงของภัยพิบัติ (Return Period) ปริมาณน้ำฝนที่มากที่สุด/ระดับน้ำสูงสุดรายปี (Return period) เป็นการคาดการณ์ระดับความรุนแรงสูงสุดของระดับความแห้งแล้ง หรือระดับปริมาณน้ำสูงสุด ที่อาจใช้เป็นดัชนีชี้วัดระดับความรุนแรงของภัยพิบัติทางธรรมชาติ (ภัยแล้ง และ น้ำท่วม) ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ผลการศึกษา ภาพรวมประเทศไทยมีความเป็นไปได้ที่ประเทศไทยมีความเสี่ยงที่จะเกิดอุทกภัยสูงขึ้นกว่าในอดีตทั้งในแง่ของความถี่ / จำนวนครั้งของเหตุการณ์ และระดับความรุนแรง ยิ่งไปกว่านั้นตัวเลขปริมาณน้ำฝนที่มากที่สุด (Return period) จากการคาดการณ์ในระยะยาวจะชี้ให้เห็นถึงทิศทางที่แน่ชัดของการเกิดอุทกภัย ยกเว้นพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ซึ่งมีแนวโน้มในทางตรงกันข้ามกับพื้นที่บริเวณอื่นของประเทศ คือจะมีโอกาสประสบกับภัยแล้งในระดับรุนแรงยิ่งขึ้น (สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)

การศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

แม้ว่าการศึกษาในประเด็นด้านการปรับตัวในภาคส่วนนี้ยังมีน้อยในระยะที่ผ่านมาก็ตาม แต่ก็ได้มีข้อเสนอให้พิจารณาการใช้น้ำจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการใช้น้ำผิวดินสลับกับน้ำใต้ดินในระบบชลประทานบางพื้นที่เพื่อช่วยจัดการความเสี่ยงในช่วงฤดูแล้งที่ยาวนานได้ เนื่องจากระบบน้ำใต้ดินมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศน้อยกว่าน้ำผิวดิน แต่การที่จะวางยุทธศาสตร์ด้านน้ำที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้นั้น ต้องมีความเข้าใจทางด้านอุทกวิทยากายภาพและกระบวนการการเติมน้ำใต้ดินเป็นอย่างดี (Koch, 2008)

- การปรับปรุงและแก้ไขปัญหาในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศ เพื่อรองรับกับความเสี่ยงและผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของน้ำเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค รวมถึงเพื่อรักษาไว้ซึ่งสมดุลของระบบนิเวศภายในอนาคต ทั้งนี้ แนวทางเชิงนโยบายที่สำคัญในการยกระดับการบริหารจัดการ

ทรัพยากรน้ำ มีใจความสำคัญดังนี้ คือ 1) การจัดการทรัพยากรน้ำอย่างเป็นองค์รวม การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำต้องมีความเกี่ยวเนื่องกันระหว่างสมดุลน้ำและภัยพิบัติทางธรรมชาติ อีกทั้งทรัพยากรน้ำทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินควรจะถูกรวมให้อยู่ภายใต้หน่วยงานเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อความเชื่อมโยงต่อเนื่องของการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างเป็นองค์รวม 2) หน่วยงานเพื่อกำหนดนโยบายการใช้ทรัพยากรน้ำ ควรมีหน่วยงานที่ดูแลภาพรวมเชิงนโยบายการใช้ทรัพยากรน้ำ เพื่อการจัดสรรการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างเหมาะสมมีประสิทธิภาพและไม่นำไปสู่ความขัดแย้ง การวางแผนเน้นแก้ปัญหาเชิงรุกและตอบสนองต่อปัญหาที่จะเกิดล่วงหน้า 3) หน่วยงานเพื่อกำกับดูแลการใช้ทรัพยากรน้ำ เพื่อการตรวจสอบว่าการใช้ทรัพยากรน้ำทั้งในภาคเกษตรและอุตสาหกรรมนั้น ได้เป็นไปตามนโยบายการใช้ทรัพยากรที่วางไว้หรือไม่ และ 4) หน่วยงานเกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรควรแยกออกจากหน่วยงานผู้ทำหน้าที่วางนโยบายและตรวจสอบอย่างชัดเจน เพื่อไม่เกิดผลประโยชน์ทับซ้อนและการกำกับดูแลการใช้ไปของทรัพยากรน้ำสามารถทำการตรวจสอบได้อย่างเป็นอิสระและมีประสิทธิภาพ (สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)

- การศึกษาซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่าง JJID กรมชลประทานและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Chulalongkorn, 2013) ซึ่งศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบชลประทานในลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้เสนอแนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในลุ่มน้ำซึ่งจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณและรูปแบบการกระจายตัวของฝนในอนาคตดังต่อไปนี้

○ การปรับตัวในพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำ

- การปรับ operation rule curve ของเขื่อนและอ่างเก็บน้ำให้เหมาะสม
- ปรับปรุงขีดความสามารถของเขื่อนในการกักเก็บน้ำเพื่อรับมือกับความผันผวนระหว่างช่วงปี

○ การปรับตัวโดยพิจารณาเป็นรายโครงการ

- ดำเนินโครงการด้านการหมุนเวียนการใช้น้ำชลประทาน (irrigation water rotation)
- ปรับปรุงระบบประตูน้ำเพื่อให้สามารถควบคุมการจ่ายน้ำได้ดีขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบชลประทาน
- ปรับตารางการจัดสรรน้ำและควบคุมพื้นที่เพาะปลูกให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง
- ปรับปรุงระบบระบายน้ำและระบบควบคุมน้ำท่วม

○ การปรับตัวในระดับไร่นา

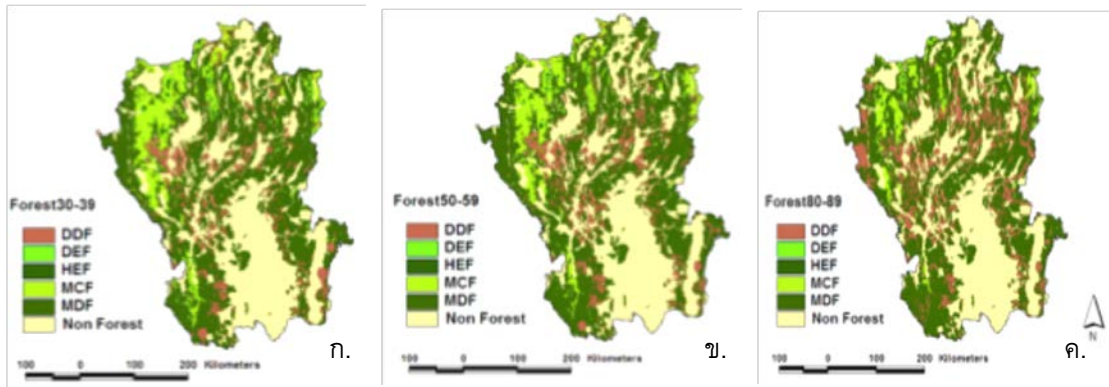
- จัดเตรียมแผนที่พื้นที่เพาะปลูกเพื่อใช้ในการวางแผนจัดสรรน้ำให้เหมาะสม
- จัดเตรียมพันธุ์ข้าวปลูกที่มีความทนทานกับสภาพอากาศผันผวนสูงขึ้น
- ปรับปฏิทินเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยวให้สอดคล้องกับการจัดสรรน้ำ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง
- ปรับเทคนิคการเพาะปลูกเพื่อให้ประหยัดน้ำ
- ปรับปรุงบ่อน้ำเพื่อใช้สำรองน้ำสำหรับหน้าแล้ง

1.1.3 ระบบนิเวศและชีวกายภาพ

ประเทศไทยมีผลงานการศึกษาคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบนิเวศและชีวกายภาพค่อนข้างจำกัด โดยการศึกษาส่วนใหญ่มักเป็นการศึกษาสถานะที่ระบบนิเวศหรือสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด ๆ กำลังถูกคุกคาม (Threatened) โดยการศึกษาที่ผ่านมาเป็นการวิเคราะห์ถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบนิเวศต่าง ๆ และตีความผลกระทบเหล่านั้นเป็นความเสี่ยงและภาวะเปราะบาง โดยพิจารณาถึงการที่พื้นที่ระบบนิเวศต่าง ๆ ลดลงหรือแปรเปลี่ยนไปเป็นระบบนิเวศอื่นภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอนาคตเป็นรูปแบบของความเสี่ยงและภาวะเปราะบางของพื้นที่นั้น ๆ

การศึกษาด้านผลกระทบ ความเสี่ยงและภาวะเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

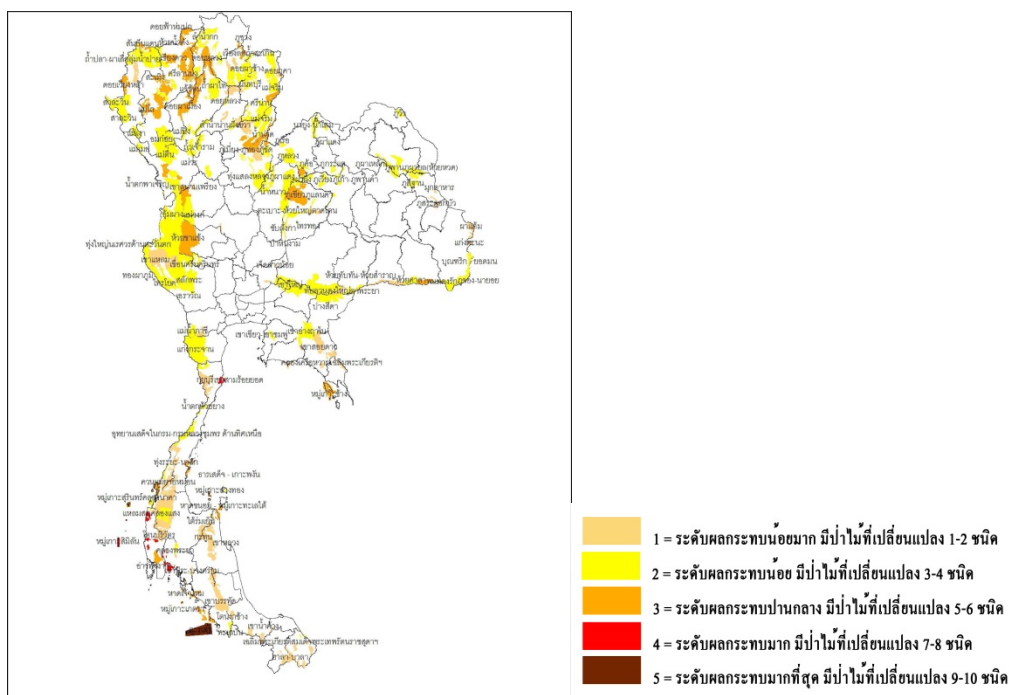
- การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและการกระจายตัวของฝนส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ โดยสิ่งมีชีวิตบางสายพันธุ์อาจจะได้รับผลดีจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในขณะที่บางสายพันธุ์จะสูญเสียสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการดำรงอยู่ไป การศึกษาการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อพืช 22 ชนิดในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยโดยใช้สภาพภูมิอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก HadCM3 GCM ตามแนวทางการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 ได้ทำการประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในช่วงทศวรรษที่ 2050 พบว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ส่งผลต่อจำนวนสายพันธุ์ของพืชอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่คือ การกระจายตัวของสายพันธุ์ต่าง ๆ จะเปลี่ยนแปลงไปและมีอัตราการหมุนเวียนสูง โดยเฉพาะพืชตระกูลที่มีใบเขียวตลอดปี ทั้งนี้ผลการศึกษาพบว่าพืช 10 ชนิดจากที่ทำการศึกษาทั้งหมด 22 ชนิดจะสูญเสียสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการดำรงชีวิตที่เหมาะสมส่วนอีก 12 ชนิดที่เหลือนั้นจะมีพื้นที่ที่เหมาะสมเพิ่มขึ้น โดยพืชสายพันธุ์ที่เป็นไม้ผลัดใบจะมีการขยายแหล่งกระจายพันธุ์ (distribution range) ซึ่งคาดว่าจะการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นบริเวณตะวันตกและบริเวณตอนบนของภาคเหนือ (Trisurat et al, 2009)
- ผลงานการศึกษาในประเด็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับความหลากหลายทางชีวภาพของไทยที่ผ่านมา เป็นผลการศึกษาวิจัยของคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2551) ซึ่งได้สร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างชนิดป่าไม้กับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดป่าไม้ชนิดต่าง ๆ และตรวจสอบแบบจำลองที่สร้างกับแผนที่ป่าไม้จริงของประเทศ ก่อนที่จะใช้สภาพอากาศในอนาคต (ECHAM4; A2) ช่วงปี ค.ศ. 2030-2039 (พ.ศ.2573-2582), 2050-2059 (พ.ศ.2593-2602) และ 2080-2089 (พ.ศ.2623-2632) ใส่เข้าไปในแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไม้ ซึ่งพบว่า ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน คือในปี ค.ศ.2030-2039 (พ.ศ.2573-2582) พื้นที่เหมาะสมต่อป่าไม้ผลัดใบของประเทศ ซึ่งประกอบด้วยป่าดิบเขา มีแนวโน้มที่ลดลงอย่างชัดเจน เหลือเพียง 1.34 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ป่าทั้งประเทศซึ่งเป็นแนวโน้มเดียวกับป่าดิบแล้งและป่าผสมสน ที่จะเหลือพื้นที่เพียง 0.001 และ 14.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจะยังคงลดลงไปอย่างต่อเนื่องในช่วงปี ค.ศ.2050-2059 (พ.ศ.2593-2602) และ 2080-2089 (พ.ศ.2623-2632) ซึ่งตรงข้ามกับพื้นที่ที่เหมาะสมต่อป่าผลัดใบ อันได้แก่ ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีค.ศ.2030-2039 (พ.ศ.2573-2582) เป็น 71.24 และ 12.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยังคงเป็นไปในทิศทางเดียวกันในปี ค.ศ.2050-2059 (พ.ศ.2593-2602) และ 2080-2089 (พ.ศ.2623-2632) คือเท่ากับ 73.18 และ 71.99 เปอร์เซ็นต์ สำหรับป่าเบญจพรรณ และ 13.89 และ 20.78 เปอร์เซ็นต์ สำหรับป่าเต็งรัง ตามลำดับ (รูปที่ 1.20) จากผลการศึกษาดังกล่าว พอสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าไม้ของประเทศอย่างชัดเจน



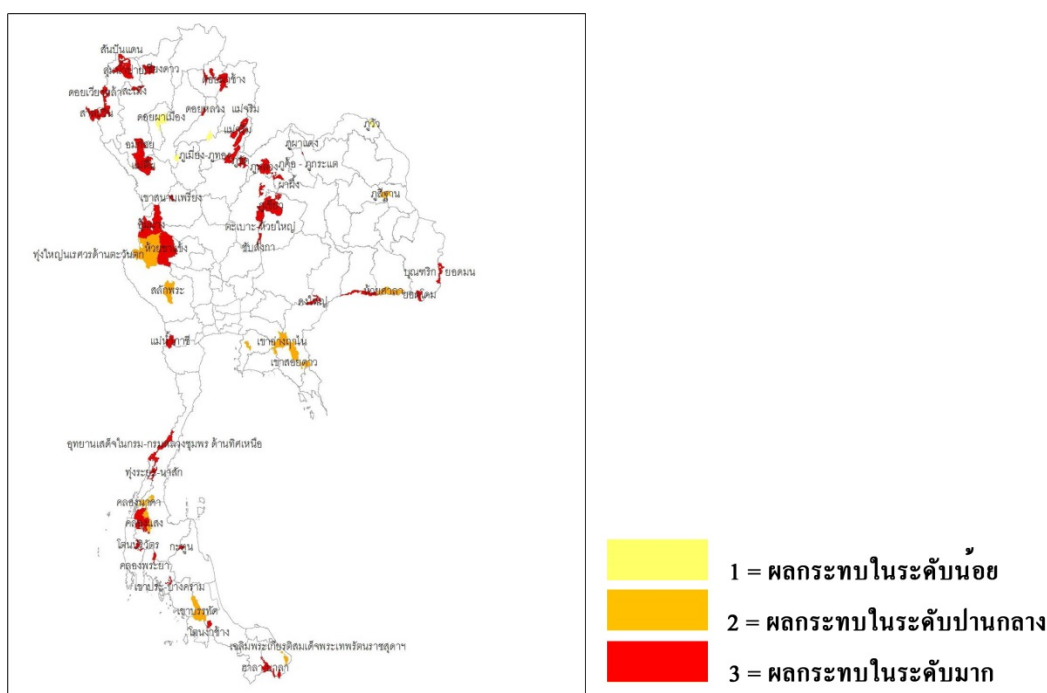
หมายเหตุ: Forest DDF = Dry Dipterocarp Forest MDF = Mixed Deciduous DEF = Dry Evergreen Forest
 HEF = Hill Evergreen Forest MCF = Mixed Coniferous Forest

รูปที่ 1.20 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไม้ภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในแต่ละช่วงปี ค.ศ. (ก) 2030-2039 (พ.ศ.2573-2582) (ข) 2050-2059 (พ.ศ.2593-2602) (ค) 2080-2089 (พ.ศ.2623-2632) (ที่มา: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2551)

- สถาบันบัณฑิตธุรกิจ ศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2553) ได้ทำการประมวลผลการศึกษาของคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2551) เพื่อแสดงให้เห็นถึงภาพรวมผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อชนิดป่าไม้ และการเปลี่ยนแปลงของนิเวศป่าไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติของประเทศไทยในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละภูมิภาค กล่าวคือ ในภาคเหนือ (อาทิตยอินทนนท์ ขุนตาล ลางส้าน เป็นต้น) และภาคอีสาน (เช่น ภูกระดึง) ได้รับผลกระทบปานกลาง ภาคตะวันออกได้รับผลกระทบมาก (ได้แก่ เขาสาร้อยยอด) ขณะที่ภาคใต้ได้รับผลกระทบในระดับมากที่สุด (คือ อุทยานแห่งชาติตะรุเตา) ขณะที่ผลกระทบต่อพื้นที่อนุรักษ์สัตว์ป่าสงวนและสัตว์ป่าคุ้มครองที่สำคัญ อาทิ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งและทุ่งใหญ่นเรศวรได้รับผลกระทบปานกลาง (รูปที่ 1.21) นอกจากนี้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบนิเวศป่าไม้ยังมีโอกาสส่งผลกระทบต่อป่ายังทรัพยากรสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศดังกล่าว ทรัพยากรสัตว์ป่าของประเทศไทยมีโอกาสได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสูงมาก กล่าวคือ ทรัพยากรสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเกินกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทั้งหมดของประเทศไทยมีโอกาสได้รับผลกระทบสูงสุด (รูปที่ 1.22)

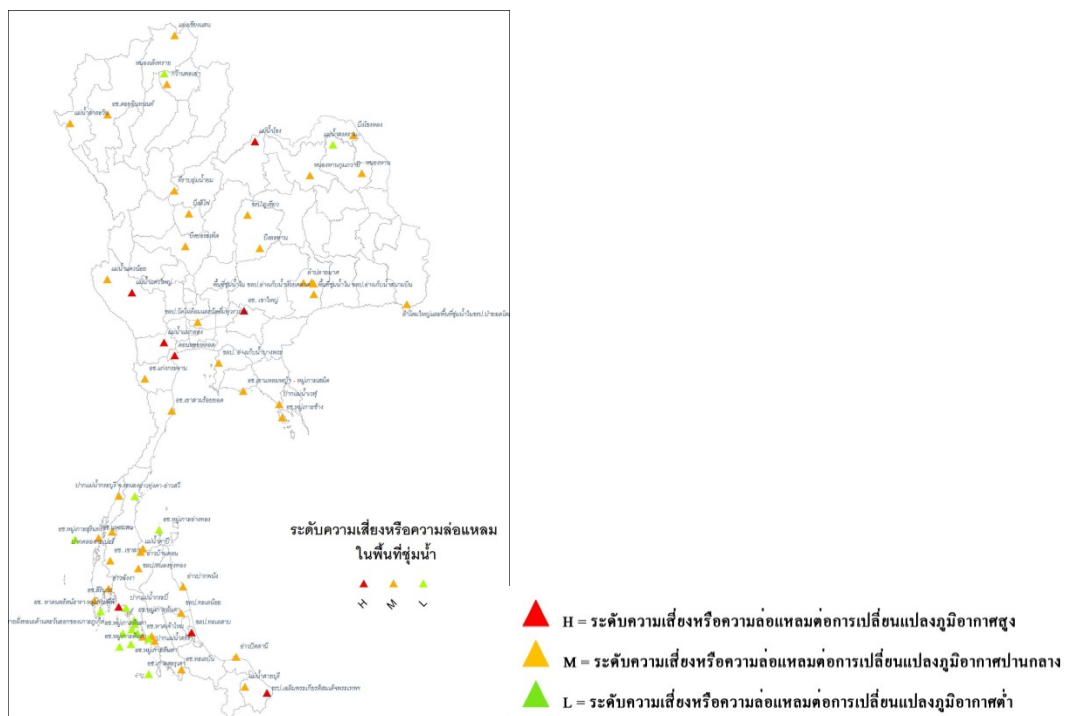


รูปที่ 1.21 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบป่าในอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า (ที่มา: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2551) ประมวลโดย SEA START RC



รูปที่ 1.22 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อทรัพยากรสัตว์ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า (ที่มา: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2551) ประมวลโดย SEA START RC

- การศึกษาของคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2551) พบว่า ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำและความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย ทั้งพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติในแผ่นดินและในบริเวณชายฝั่งทะเลซึ่งเป็นระบบนิเวศน้ำจืดและน้ำกร่อยเป็นส่วนใหญ่มีความเปราะบาง และมีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในอัตราที่สูง ทั้งที่เป็นผลกระทบโดยตรงและโดยอ้อมในช่วง 30 ปีข้างหน้า (ค.ศ.2010-2039; พ.ศ.2553-2636) โดยมีสาเหตุจากอุณหภูมิของอากาศและน้ำแปรปรวนหรือเปลี่ยนแปลง ปริมาณฝนแปรปรวนก่อให้เกิดโอกาสเกิดน้ำท่วมและภาวะแห้งแล้งบ่อยครั้งมากขึ้น ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งการเกิดคลื่นลมพายุบ่อยครั้งและมีความรุนแรงยิ่งขึ้น การศึกษาวิเคราะห์พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญในระดับนานาชาติของไทยในช่วง ค.ศ.2010-2039 (พ.ศ.2553-2636) พบว่ากว่า 75 เปอร์เซนต์ของพื้นที่ชุ่มน้ำเหล่านั้นจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับปานกลาง ในขณะที่อีก 13 เปอร์เซนต์ (8 แห่ง) จะได้รับผลกระทบในระดับสูง อาทิ แม่น้ำโขง แม่น้ำแควใหญ่ แม่น้ำแม่กลอง ดอนหอยหลอด พื้นที่ชุ่มน้ำในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่พื้นที่ชุ่มน้ำในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลสาบ พื้นที่ชุ่มน้ำในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพฯ (พรุโตะแดง) และพื้นที่ชุ่มน้ำในอุทยานแห่งชาติหาดนพรัตน์ธารา-หมู่เกาะพีพี ทั้งนี้มีเพียง 12% เท่านั้นที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับต่ำ การประมวลภาพรวมผลการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติในประเทศไทยของคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ข้างต้น โดยสถาบันบัณฑิตธุรกิจจตุรทิศแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2553) แสดงดังรูป



รูปที่ 1.23 ระดับความเสี่ยงของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
(ที่มา: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2551) ประมวลโดย SEA START RC

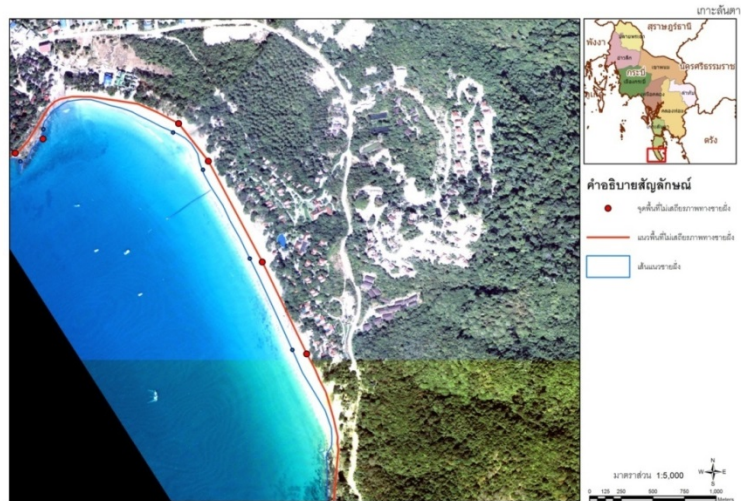
- การศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับระบบนิเวศและชีวกายภาพเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงและเปราะบาง (vulnerability area) ต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับพื้นที่ (area base) โดยศูนย์วิจัยป่าไม้ (2556) ได้ทำการศึกษากับระบบนิเวศที่สำคัญ ได้แก่ ระบบนิเวศภูเขา ระบบนิเวศป่าไม้ และระบบนิเวศเกษตร โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะนำผลการศึกษาดังกล่าวมาประกอบการจัดทำนโยบายมาตรการ/ ยุทธศาสตร์/ แผนปฏิบัติการด้านปรับตัวของประเทศไทย ทั้งนี้การศึกษาได้คัดเลือกพื้นที่ซึ่งเป็นตัวแทนของระบบนิเวศ 3 ประเภทข้างต้น ตามเกณฑ์ที่ได้มีการกำหนดไว้ ร่วมกับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นหลัก ซึ่งกำหนดให้พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ตั้งแต่ 1°C เป็นพื้นที่คัดกรองเบื้องต้นในการนำไปสู่กระบวนการจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่เสี่ยงและความเปราะบาง เพื่อคัดเลือกพื้นที่ตัวแทนการศึกษาในแต่ละระบบนิเวศ อย่างไรก็ตาม การทบทวนเอกสารครั้งนี้จะขอลำดับถึงระบบนิเวศ 2 ชนิด คือ นิเวศภูเขาและป่าไม้เท่านั้น ไม่รวมนิเวศเกษตรซึ่งเป็นนิเวศที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ สำหรับตัวแทนของระบบนิเวศภูเขา ได้แก่ ดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ การศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยจากแบบจำลอง PRECIS ซึ่งดำเนินการโดยกรมอุตุนิยมวิทยา มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในช่วงปลายศตวรรษที่ 21 (ค.ศ.2091-2100; พ.ศ.2634-2643) ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงหรือกล่าวได้ว่ามีความแห้งแล้งเพิ่มมากขึ้น ทำให้พื้นที่ดอยสุเทพ-ปุย ตกอยู่ภายใต้สถานการณ์เสี่ยงจากภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลกระทบโดยตรงต่อการสืบพันธุ์ของพืช (tress regeneration) บริเวณแนวรอยต่อป่า (ecotone) เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความผันแปรของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศค่อนข้างชัดเจน ประกอบกับมีชนิดพันธุ์พืช ทั้งพันธุ์ไม้ผลัดใบและไม่ผลัดใบขึ้นอยู่ร่วมกันเป็นจำนวนมาก จึงพบเห็นการตอบสนองของพืชต่อการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศได้ง่าย โดยชนิดพันธุ์พืชผลัดใบจากป่าเต็งรัง มีแนวโน้มจะขยายการตั้งตัวรุกขึ้นสู่พื้นที่ระดับสูงมากขึ้น ในขณะที่กลุ่มชนิดพันธุ์พืชไม่ผลัดใบของป่าดิบเขาระดับต่ำ จะไม่สามารถสืบต่อพันธุ์ในพื้นที่แนวรอยต่อป่าเดิมได้ต้องถอยร่นขึ้นสู่พื้นที่ระดับสูง เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นไม่เหมาะสมต่อการตั้งตัวของกล้าไม้ (seedling establishment) ทำให้ประชากรกลุ่มพืชไม่ผลัดใบสูญหายไปจากบริเวณนี้ และจะถูกแทนที่โดยกลุ่มพืชผลัดใบ ผลจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ยังส่งผลกระทบไปถึงคุณค่าทางเศรษฐกิจและสังคมอีกด้วย อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นยังส่งผลกระทบต่อการออกดอกของ “นางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides*)” หรือที่รู้จักกันในชื่อ “ซากุระเมืองไทย” โดยปกติเมื่อถึงช่วงฤดูหนาว (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) สภาพอากาศหนาวเย็นมีอุณหภูมิต่ำต่อเนื่อง การติดดอกของนางพญาเสือโคร่งบริเวณดอยสุเทพ-ปุย จะมีเป็นปริมาณมาก ถือเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญในการชมดอกนางพญาเสือโคร่ง เมื่อสภาพอากาศร้อนขึ้นหรืออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้การติดดอกของนางพญาเสือโคร่งลดลง ส่งผลกระทบต่อยาได้ที่เกิดจากการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ของชุมชน (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2556)
- นอกจากผลกระทบที่การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอาจจะมีต่อความหลากหลายของพรรณพืชแล้ว การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศยังส่งผลต่อการสืบต่อพันธุ์และขนาดพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสม อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ประชากรของสัตว์ป่าลดลง รวมถึงมีแนวโน้มสูญพันธุ์ไปจากพื้นที่เนื่องจากสูญเสียถิ่นอาศัยที่เหมาะสม พบจำนวน 27 ชนิด จำแนกออกเป็นกลุ่มสัตว์ 4 กลุ่ม ดังนี้ สัตว์เลี้ยงลูกน พบจำนวน 8 ชนิด นก พบจำนวน 6 ชนิด เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้การฟักไข่ของนกไม่ประสบความสำเร็จ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม พบจำนวน 2 ชนิด เนื่องจากสัตว์บางชนิดต้องการสภาพอากาศที่หนาวเย็นในการดูแลลูกให้อยู่รอดและเติบโตได้ และสุดท้ายสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก พบจำนวน 11 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นสัตว์ที่อาศัยได้เฉพาะแหล่งน้ำบริเวณป่าดิบเขาที่มีอุณหภูมิต่ำตลอดทั้งปี การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านเพศของตัวอ่อน คือ จะทำให้มีเพศผู้เพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ในทำนองเดียวกันยัง

ทำให้ถิ่นที่อาศัยที่เหมาะสมลดน้อยลงเนื่องจากความร้อนที่เพิ่มขึ้นทำให้แหล่งน้ำแห้งจนไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2556)

- การศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับระบบนิเวศและชีวกายภาพ ซึ่งศึกษาระบบนิเวศป่าไม้ โดยใช้กรณีศึกษาพื้นที่บริเวณรอบอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง (ครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัดพิษณุโลกและเพชรบูรณ์) และพิจารณาถึงผลจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของจังหวัดเพชรบูรณ์ในอนาคต ซึ่งข้อมูลการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (PRECIS) ระบุว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทศวรรษที่ 21 และสูงมากกว่าทศวรรษที่ 20 ประมาณ 3 - 4°C สอดคล้องกับแนวโน้มของอุณหภูมิที่ต่ำสุดเฉลี่ยที่มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนกลับมีแนวโน้มลดลงหรือมีความแห้งแล้งเพิ่มมากขึ้น พื้นที่ตัวแทนศึกษาที่อยู่ในจังหวัดเพชรบูรณ์จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในด้านความหลากหลายของพรรณพืช กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิส่งผลให้มีความแห้งแล้งยาวนานมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการสืบต่อพันธุ์ของพันธุ์พืชโดยตรง พันธุ์พืชภายในป่าเต็งรัง ป่าเต็งรังผสมสน และป่าสนเขา (pine forest) ที่สามารถปรับตัวต่อสภาพความแห้งแล้งได้ดีมีแนวโน้มที่ประชากรจะเพิ่มขึ้น และมีโอกาสรุกเข้าไปตั้งตัวบนที่สูงได้มากขึ้นเมื่อเกิดความแห้งแล้งขยายตัวขึ้นสู่พื้นที่สูง เนื่องจากการตั้งตัวของกล้าไม้ที่ต้องการสภาพอากาศที่ค่อนข้างหนาวเย็นหรืออุณหภูมิต่ำอย่างต่อเนื่อง ทำให้ประชากรในอนาคตมีแนวโน้มลดลง และถูกแทนที่ด้วยกลุ่มพันธุ์ไม้ผลัดใบ ส่งผลให้พื้นที่ป่าสนเขาลดน้อยลง อาจส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวของพื้นที่ เนื่องจากการท่องเที่ยวของจังหวัดส่วนใหญ่เน้นให้ชมความงามตทัศน์ภาพของป่าสน และสัมผัสกับอากาศที่หนาวเย็น เมื่อไม่มีป่าสนหลงเหลืออยู่ก็อาจต้องสูญเสียเงินรายได้จากนักท่องเที่ยวที่ลดลง หรือเปลี่ยนสถานที่พักผ่อนไปที่อื่น นอกจากนี้อาจต้องใช้งบประมาณการลงทุนเพิ่มเติมเพื่อการปลูกไม้สนสำหรับการท่องเที่ยวขึ้นมาใหม่ สำหรับผลกระทบต่อความหลากหลายของสัตว์ป่า ซึ่งพิจารณาจากความต้องการทางนิเวศวิทยา (ecological niche) ของสัตว์แต่ละชนิด พบว่า สัตว์ป่าจำนวน 3 กลุ่ม คือ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก และสัตว์เลื้อยคลาน ที่พบในการศึกษาเป็นกลุ่มสัตว์ป่าที่มีความสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต รวมถึงการที่มีความสามารถอพยพโยกย้ายถิ่นได้เพื่อหลีกเลี่ยงสภาพนิเวศที่ไม่เหมาะสมได้ด้วย อย่างไรก็ตาม สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก จะแสดงออกถึงผลกระทบในด้านลบ กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศจะส่งผลกระทบต่อสถานที่สืบพันธุ์และเพศของมัน เนื่องจากสัตว์กลุ่มนี้ต้องอาศัยแหล่งน้ำเป็นที่วางไข่และเป็นที่อยู่ของตัวอ่อน (ลูกอ๊อด) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงและแห้งแล้งมากขึ้น จะมีโอกาสทำให้แหล่งน้ำเพื่อการสืบพันธุ์และเป็นที่อยู่ของตัวอ่อนลดน้อยตามไปด้วย และเนื่องจากสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็นกลุ่มสัตว์ที่มีชีววิทยาพิเศษในด้านการกำหนดเพศที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในช่วงที่ลูกอ๊อดเปลี่ยนรูปร่างเป็นตัวเต็มวัย พบว่า ถ้ามีอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงกว่าปกติ ลูกอ๊อดกลุ่มนั้นจะเจริญเติบโตเป็นกบเพศผู้ทั้งหมด และสัตว์กลุ่มนี้มีความสามารถในการเคลื่อนที่อพยพโยกย้ายถิ่นอยู่อย่างจำกัด จึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตได้ (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2556)
- ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลกระทบต่อระดับน้ำทะเล โดยเฉพาะบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร เช่น ในประเทศไทย อันเป็นผลเนื่องจากการละลายของน้ำแข็งและการขยายตัวของมวลน้ำในมหาสมุทรจากอุณหภูมิน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น (Parry et al, 2007) ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจากข้อมูลสถานีตรวจวัดระดับน้ำทะเล 13 สถานีในบริเวณอ่าวไทย (ตั้งแต่ปี 1985 – 2009; พ.ศ.2528-2552) พบว่า ระดับทะเลปานกลางเฉลี่ยรายปี (Annual local MSL) จำนวน 11 สถานีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในอัตราที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสถานที่ที่สถานีตรวจวัดระดับน้ำตั้งอยู่ และพบอัตราการเพิ่มขึ้นของระดับทะเลปานกลางเฉลี่ยในอัตรา 5 มิลลิเมตรต่อปี (ในช่วงระยะเวลา 25 ปี)

ทั้งนี้คาดว่า การทรุดตัวของแผ่นดินบริเวณปากแม่น้ำที่สถานีวัดระดับน้ำตั้งอยู่จะมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มขึ้นของระดับทะเลปานกลางท้องถิ่นประจำปีสูงขึ้น ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวชี้ให้เห็นข้อเท็จจริงที่ว่าประเทศไทยอาจต้องเผชิญกับภาวะการถดถอยชายฝั่งอย่างรุนแรงในอนาคตอันใกล้หากไม่มีมาตรการที่จะถูกนำไปหยุดการทรุดตัวของแผ่นดินที่อยู่ใกล้ชายฝั่ง (Sojisuoporn et al, 2013)

- การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในทะเลอันดามันนั้น มีงานวิจัยที่ดำเนินการศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำกรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม บริเวณอันดามัน จำนวน 5 สถานี พบการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล มีค่าเพิ่มขึ้นสอดคล้องกันทั้งหมด ในอัตราค่าการเพิ่มขึ้น 1.30-36.70 มิลลิเมตรต่อปี (กิริพจน์ และสมปรรณนา, 2555)
- การศึกษาด้านผลกระทบการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศไทยในช่วงแรก ๆ ยังเน้นเรื่องผลกระทบด้านกายภาพ (physical) เป็นหลัก ตัวอย่างกรณีศึกษาบริเวณเมืองชายฝั่งกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้ทำการศึกษาผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลต่อภาวะน้ำท่วมบริเวณเมืองชายฝั่ง กรณีศึกษา: กรุงเทพมหานคร โดยใช้ภาพฉายอนาคตการเพิ่มขึ้นของระดับทะเล 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร ซึ่งอ้างอิงจากรายงานของ IPCC AR3 (2001) ทำการประเมินผลกระทบภาวะน้ำท่วมโดยเปรียบเทียบระดับน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมกรุงเทพฯ เมื่อปี 1995 (พ.ศ.2538) โดยใช้แบบจำลองอุทกวิทยา (Hydrologiccal model) ผลการศึกษาพบว่า กรุงเทพฯ มีพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมอันเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในระดับ 50 เซนติเมตร ประมาณ 55 เพอร์เซ็นต์ และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในระดับ 100 เซนติเมตร ประมาณ 72 เพอร์เซ็นต์ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเหตุการณ์น้ำท่วมเมื่อปี 1995 (พ.ศ.2538) ถึง 16 เพอร์เซ็นต์ และ 34 เพอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวยังไม่ได้นำเรื่องโครงสร้างป้องกันน้ำท่วม อาทิ เขื่อนป้องกันบริเวณด้านทิศตะวันตก และตะวันออกของเมืองกรุงเทพฯ ระบบสูบน้ำและระบายน้ำ รวมถึงการผันน้ำเข้ามารวมในการวิเคราะห์ด้วย อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาดังกล่าวก็เป็นจุดเริ่มต้นเพื่อสร้างความตระหนักถึงความเสี่ยงภาวะน้ำท่วมอันอาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคตให้กับผู้วางแผนนโยบายเพื่อการบริหารจัดการความเสี่ยงภาวะน้ำท่วมต่อไปในอนาคต (Dutta and NIU, 2005)
- การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตไม่ได้เป็นรูปแบบเช่นเดียวกับในอดีต รูปแบบภูมิอากาศในอนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงในอัตราที่กำหนดเนื่องจากผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อน การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลไทยโดยการใช้เครื่องมือ Dynamic Interactive Vulnerability Assessment (DIVA), ซึ่งพัฒนาโดย DINAS-COAST Consortium (www.dinas-coast.net) แสดงให้เห็นว่าระดับน้ำทะเลปานกลางบริเวณจังหวัดกระบี่ในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2020 (พ.ศ.2563) และ 2050 (พ.ศ.2593) จะเพิ่มขึ้น 11 เซนติเมตร และ 21 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับช่วงปีฐาน คือ ปี ค.ศ.1995 (พ.ศ.2538) นอกจากนั้น อิทธิพลจากลมท้องถิ่นก็ยังมีผลทำให้ระดับน้ำทะเลสูงเพิ่มมากขึ้นในบางฤดูกาลอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008) และการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลนี้จะส่งผลกระทบสืบเนื่องต่อไปยังระบบนิเวศชายฝั่ง โดยเฉพาะผลกระทบต่อเสถียรภาพของชายฝั่ง (รูปที่ 1.24) และการปนเปื้อนของน้ำเค็มในชั้นน้ำจืดหรือบ่อน้ำตื้นบริเวณชายฝั่ง (รูปที่ 1.25) (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)



รูปที่ 1.24 ตัวอย่างผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระดับของน้ำทะเลต่อการเสียเสถียรภาพชายฝั่งบริเวณ จังหวัดกระบี่ (ที่มา: Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)



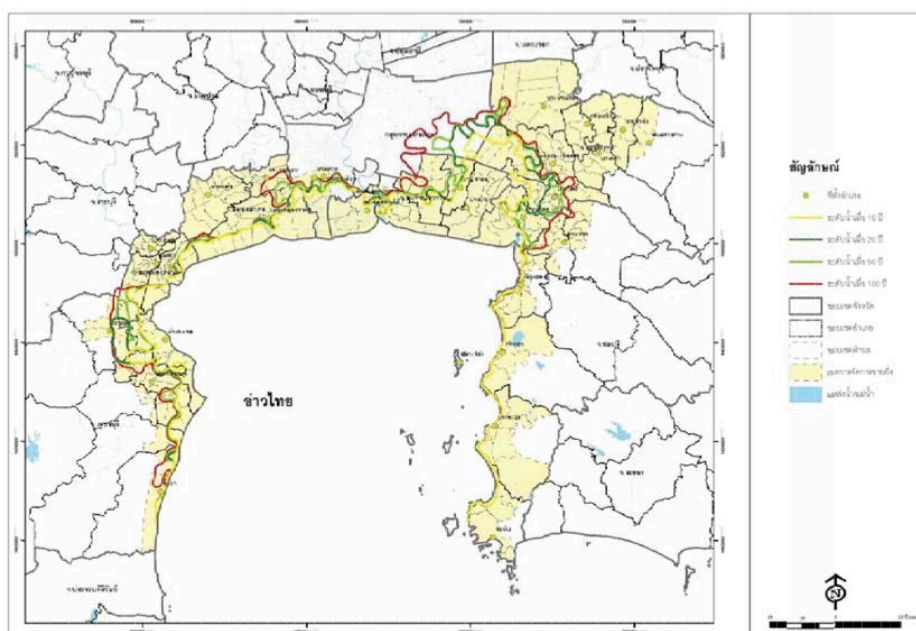
รูปที่ 1.25 ตัวอย่างผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลและการปนเปื้อนของน้ำเค็มต่อน้ำจืด บริเวณชายฝั่งจังหวัดกระบี่ (ที่มา: Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)

- งานศึกษาที่ทำการจำลองระดับน้ำทะเลของจังหวัดกระบี่ โดยแบบจำลอง DIVA แสดงให้เห็นว่าระดับทะเลเฉลี่ยของจังหวัดกระบี่ในอนาคตจะเพิ่มขึ้นอย่างสมบูรณ์ สำหรับสถานการณ์อนาคต SRES A2 High Sea Level เทียบกับปีฐาน (ค.ศ.1995; พ.ศ.2538) พบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของระดับน้ำสมบูรณ์ในแต่ละช่วง 30 ปีในอนาคตจะสูงประมาณ 5, 13 และ 26 มิลลิเมตรต่อปี สำหรับช่วงปี ค.ศ. 2010-2039 (พ.ศ.2553-2582), 2040-2069 (พ.ศ.2583-2612) และ 2070-2099 (พ.ศ.2613-2642) ตามลำดับ นอกจากการเพิ่มขึ้นอย่างสมบูรณ์ของระดับทะเลเฉลี่ยแล้ว การศึกษาดังกล่าวยังได้พิจารณาการเคลื่อนที่ทางดิ่งของพื้นที่ชายฝั่ง ซึ่งส่งผลให้ระดับน้ำทะเลสัมพัทธ์กับระดับแผ่นดินด้วย โดยชายฝั่งทะเลในภาคใต้ของประเทศไทยทั้งสองฝั่ง (อ่าวไทยและอันดามัน) เคยเป็นชายฝั่งแบบยกตัว แต่หลังจากการเกิดแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ชายฝั่งทั้งหมดมีแนวโน้มที่จะปรับการเคลื่อนที่ทางดิ่งเป็นแบบจมตัว การศึกษาโดยภาควิชาชีพวิศวกรรม

สำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับสถานีอ้างอิงที่ภูเก็ต พบอัตราการจมตัวในทางตั้งอยู่ที่ประมาณ 9.1 มิลลิเมตรต่อปี และใช้ค่าดังกล่าวเป็นเกณฑ์สำหรับจังหวัดกระบี่เพื่อหาค่าระดับสัมพัทธ์ทางตั้งของผิวน้ำทะเลเทียบกับระดับของแผ่นดินในอนาคตจะพบว่าในระยะอันใกล้ (ค.ศ.2010-2039; พ.ศ. 2553-2582) การจมตัวของแผ่นดินชายฝั่งจะคงยังมีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับทะเลสัมพัทธ์มากกว่าการเปลี่ยนแปลงระดับทะเลสัมบูรณ์เนื่องมาจากภาวะโลกร้อน แต่ปัจจัยทั้งสองนี้จะเริ่มมีความสำคัญใกล้เคียงกันในช่วงปลายของศตวรรษ (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยฯ, 2554)

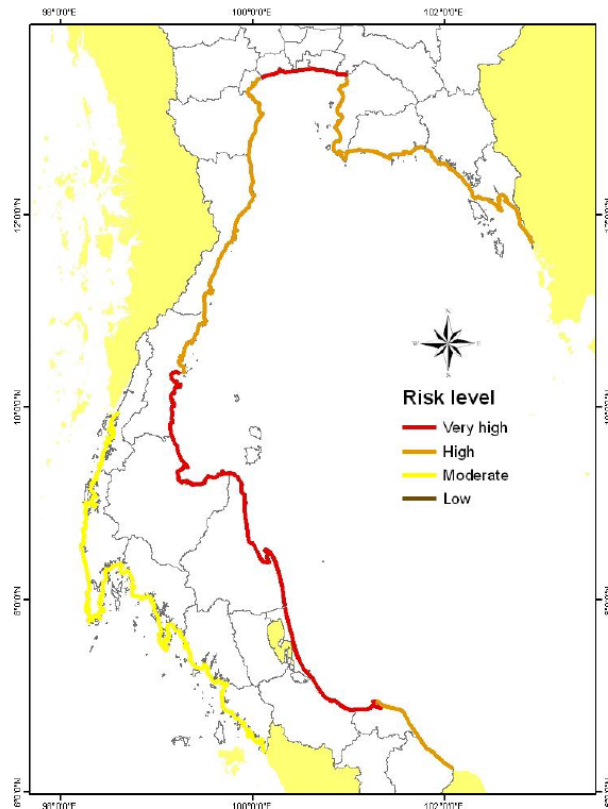
- ผลการวิเคราะห์สถานการณ์จำลองผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบน (จังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ กรุงเทพฯ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และเพชรบุรี) โดยการสร้างสถานการณ์จำลอง 6 แบบ ประกอบด้วยปัจจัยการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ย 5 มิลลิเมตรต่อปีจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ในปัจจุบัน (พ.ศ.2555; ค.ศ.2012) ร่วมกับการทรุดตัวของแผ่นดินที่ลุ่มอ่าวไทยตอนบนเท่ากับ 14 มิลลิเมตรต่อปี อันเนื่องมาจากการสูบน้ำบาดาลในระยะ 10 และ 20 ปีข้างหน้า เป็นกรณีที่ 1 และ 2 ภายหลังคาดการณ์ว่าการทรุดจะหยุดลงอันเนื่องจากสามารถควบคุมการสูบน้ำบาดาลได้ แต่ยังพบการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอัตรา 5 มิลลิเมตรต่อปี ในระยะ 50 และ 100 ปีข้างหน้า เป็นกรณีที่ 3 และ 4 และ 2 กรณีสุดท้ายคือ กรณีที่ 5 และ 6 เป็นกรณีที่การทรุดตัวของแผ่นดินยังไม่หยุดในระยะ 50 และ 100 ปี ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอ่าวไทยทำให้เกิดการรुकล้ำของน้ำทะเลในอ่าวไทยในช่วงอีก 20 ปีข้างหน้ามากกว่าในช่วง 10 ปีข้างหน้า โดยพื้นที่ที่มีน้ำทะเลรุกล้ำมากที่สุด คือ พื้นที่ชายฝั่งตอนเหนือของอ่าวไทย โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ชายฝั่งระหว่างแม่น้ำเจ้าพระยากับแม่น้ำท่าจีน (รูปที่ 1.26) และเมื่อพิจารณา ร่วมกับการทรุดตัวของแผ่นดินของพื้นที่ชายฝั่งอันเนื่องมาจากสาเหตุการสูบน้ำบาดาล จะพบว่าการรุกตัวของทะเลจะมีความรุนแรงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (บริษัทเอสโก้ จำกัด, 2555)

ในประเด็นของผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคตจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ คณะผู้วิจัยได้มีการคาดการณ์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับตัวทรัพยากรชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้ 1) กลุ่มทรัพยากรธรรมชาติบริเวณชายฝั่งที่มีความเปราะบางมาก (most vulnerability) ต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ซึ่งทรัพยากรเหล่านี้มีข้อจำกัดในการปรับตัวสูง ได้แก่ ป่าชายเลน สัตว์ทะเลต่าง ๆ นกชายฝั่ง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล และ 2) กลุ่มทรัพยากรธรรมชาติบริเวณชายฝั่งที่มีความเปราะบางน้อย (least vulnerability) ต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ทรัพยากรเหล่านี้มีความสามารถในการปรับตัวได้ดี ได้แก่ ทรัพยากรปะการัง หอยทะเล แหล่งทรัพยากรประมง แพลงก์ตอน และสัตว์ทะเลหน้าดิน เป็นต้น (บริษัทเอสโก้ จำกัด, 2555)



รูปที่ 1.26 พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในกรณีต่าง ๆ
(ที่มา: บริษัทเทสโก้ จำกัด, 2555)

- การศึกษาประเมินความเสี่ยงที่พื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศไทยและจัดลำดับพื้นที่วิกฤตในบริบทการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต โดยคำนึงถึงลักษณะเฉพาะทางธรรมชาติของแต่ละพื้นที่ และปัจจัยกำหนดความเสี่ยงที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จากการศึกษาพบว่า โดยรวมแล้วชายฝั่งของประเทศไทยจัดว่ามีแนวโน้มระดับความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตที่ค่อนข้างรุนแรง โดยผลจากการศึกษา 12 ส่วนย่อยของพื้นที่ชายฝั่งทะเลไทย พบว่าพื้นที่ชายฝั่งจำนวน 4 แห่งถูกระบุว่ามีระดับผลกระทบรุนแรงมากที่สุด (VH) พื้นที่ชายฝั่งจำนวน 6 แห่งถูกระบุว่ามีระดับผลกระทบสูง (H) และสำหรับระดับผลกระทบที่ต่ำที่สุดของผลการศึกษาในครั้งนี้ อยู่ที่ระดับผลกระทบปานกลาง (M) ซึ่งมีพื้นที่ชายฝั่งจำนวน 2 แห่งเท่านั้น และไม่มีชายฝั่งไทยที่ได้รับผลการประเมินความเสี่ยงที่ระดับผลกระทบต่ำ (L) (รูปที่ 1.27) ผลการศึกษาพอสรุปโดยสังเขปได้ว่า พื้นที่ชายฝั่งประเทศไทยที่มีความเสี่ยงสูงมีโอกาสได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตอย่างรุนแรง ทั้งจากปัญหาชายฝั่งถูกกัดเซาะรวมถึงแนวโน้มการเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเลจำเป็นต้องกำหนดมาตรการรองรับและปรับตัวอย่างเร่งด่วนเพื่อบรรเทาผลกระทบและความสูญเสีย ได้แก่ ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนใน จ. ชะเชิงเทรา - สมุทรสาคร และชายฝั่งทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ตั้งแต่บริเวณอ่าวสวี - อ่าวบ้านดอน ชายฝั่งทะเล นครศรีธรรมราช และชายฝั่งทะเล จ. สงขลา - แหลมโพธิ์ ปัตตานี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงรวมในระดับรุนแรง (VH) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงถูกกัดเซาะชายฝั่งอยู่แล้วในปัจจุบัน (สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)



รูปที่ 1.27 ระดับความเสี่ยงชายฝั่งเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล
(ที่มา: สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)

การศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

- การศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับระบบนิเวศและชีวกายภาพเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงและเปราะบาง (vulnerability area) ต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับพื้นที่ (area base) โดยศูนย์วิจัยป่าไม้ (2556) งานวิจัยดังกล่าวยังได้พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ พื้นที่แหล่งน้ำ และการปรับตัวหรือตั้งรับของพื้นที่ รวมทั้งผลการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่จากปัจจัยหลัก 2 ด้าน คือ ความหลากหลายทางชีวภาพและเศรษฐกิจ สังคม (สำหรับผลกระทบด้านเศรษฐกิจและสังคม ผู้วิจัยใช้การประเมินการรับรู้และความเข้าใจ ตลอดจนความตระหนักของประชาชนในพื้นที่) พบว่า เกือบทุกพื้นที่ที่ตัวแทนการศึกษาเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงและเปราะบางสูง แม้ว่าบางพื้นที่มีระดับความเปราะบางปานกลางแต่อาจมีความเป็นไปได้ที่จะยกระดับกลายเป็นพื้นที่ที่มีความเปราะบางสูง หากพื้นที่นั้นไม่มีการตั้งรับหรือปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เนื่องจากความเปราะบางเป็นการเปรียบเทียบระหว่างระดับความเสี่ยง (risk) กับความสามารถในการตั้งรับหรือปรับตัว (coping capacity) งานวิจัยดังกล่าวได้เสนอแนวทางการดำเนินงานที่เหมาะสมสำหรับการปรับตัวในระดับพื้นที่ (area base) สำหรับระบบนิเวศภูเขา และนิเวศป่าไม้ โดยเน้นไปที่การจัดระบบการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมและมีความเป็นธรรม รวมถึงรัฐบาลควรมีการปรับนโยบายที่สะท้อนให้เห็นถึงการปรับบทบาทของทรัพยากรป่าไม้ โดยการพิจารณาด้านการบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem services) ซึ่งหมายรวมถึงคาร์บอนเครดิตและความหลากหลายทางชีวภาพ (carbon credit and biodiversity) และกำหนดมาตรการที่

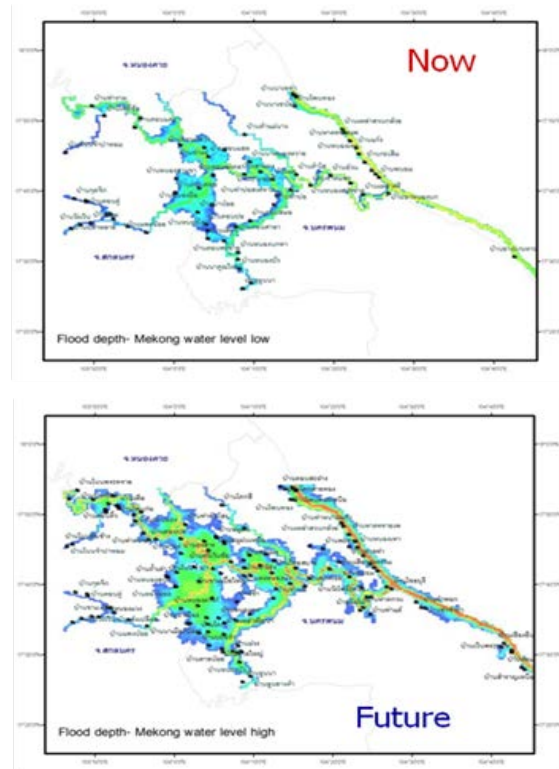
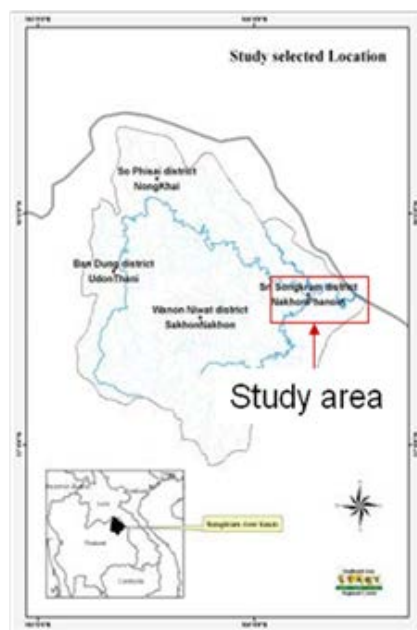
เหมาะสม โดยที่ไม่ทำให้สถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินและป่าไม้เลวร้ายลงไปกว่าเดิม เพื่อให้ทรัพยากรส่วนนั้นนอกจากจะไม่สร้างปัญหาทางระบบนิเวศแล้วยังสามารถเป็นส่วนช่วยในการลดและบรรเทาผลกระทบ (mitigation) จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วย การตั้งรับและปรับตัวในส่วนของระบบนิเวศป่าไม้และระบบนิเวศภูเขา นับว่ามีความซับซ้อนมาก แต่ถึงกระนั้นก็สามารถดำเนินการได้โดยให้ชุมชนมีส่วนร่วม (participatory) ในการบริหารจัดการและรับผิดชอบ (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2556)

- ป่าชายเลนซึ่งมีความสำคัญในการเป็นแนวป้องกันชายฝั่ง โดยทำหน้าที่ป้องกันผลกระทบจากคลื่นพายุซัดฝั่ง (storm surges) และยังเป็นแหล่งวางไข่ของปลาและหอยต่าง ๆ ดังนั้นป่าชายเลนจึงเป็นแหล่งอาหารและเป็นแหล่งพื้นที่ที่สำคัญสำหรับชุมชนท้องถิ่น อีกทั้งทำให้เกิดการหมุนเวียนสารอาหารจากบริเวณต้นน้ำ และเป็นระบบนิเวศที่ช่วยปรับคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอีก 25 ปีข้างหน้าอาจส่งผลให้พื้นที่ป่าชายเลนบริเวณจังหวัดกระบี่ลดลงโดยเฉลี่ย 18 เมตร ดังนั้นจึงเป็นประเด็นที่ควรคำนึงว่า จะต้องมีการวางแผนก่อสร้างถนนหรือสาธารณูปโภคอื่น ๆ ให้ห่างจากพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อให้พื้นที่ที่ป่าชายเลนสามารถขยายร่นเข้ามาในแผ่นดินได้มากขึ้นในอนาคต (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008)

1.1.4 ด้านการตั้งถิ่นฐาน ชุมชน ผังเมือง และระบบโครงสร้างพื้นฐาน

การตั้งถิ่นฐานชุมชนต่าง ๆ มีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผลสืบเนื่องจากการที่พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมหรือภัยพิบัติอื่น ๆ ที่อาจจะเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ส่งผลให้พื้นที่เมืองและชุมชนต่าง ๆ ตกอยู่ในความเสี่ยงที่ต่างไปจากปัจจุบัน และจะต้องหาแนวทางปรับตัวเพื่อให้ชุมชนเหล่านั้นมีความเข้มแข็งมั่นคงต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

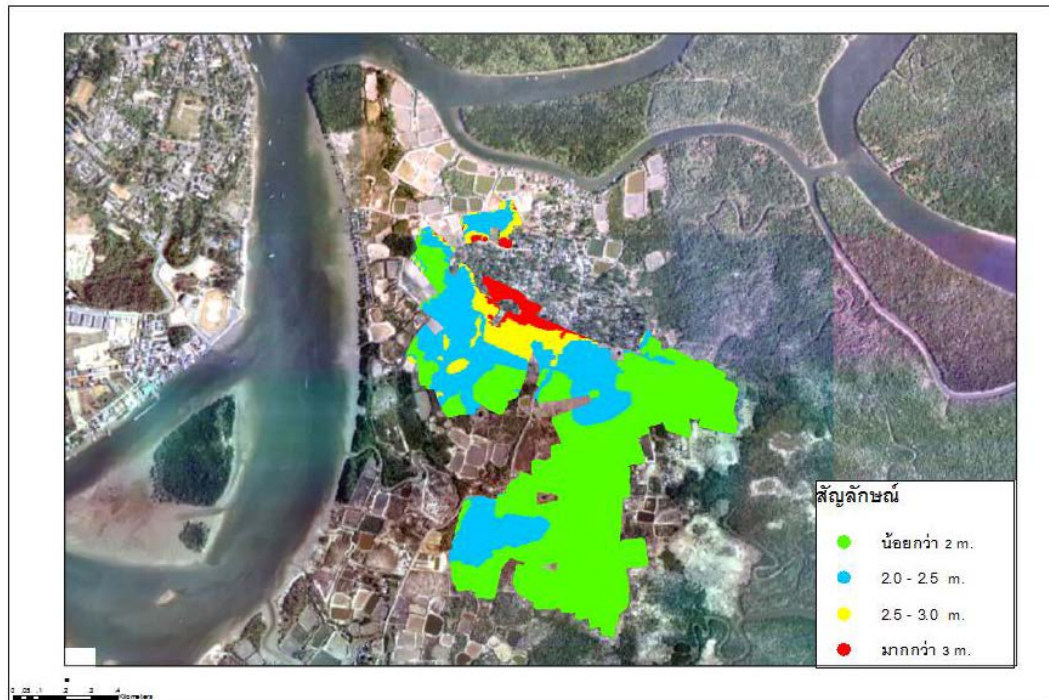
- การศึกษาโดยกลุ่ม Water Utilization Program – Finland team (WUP Fin) ที่ Mekong River Commission (MRC) แสดงให้เห็นผลของขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำสงครามที่จะเปลี่ยนไปภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตามการจำลองสถานการณ์สภาพอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศ CCAM โดย CSIRO ภายใต้เงื่อนไขสภาพอากาศเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 720 หนึ่งส่วนในล้านส่วน (Southeast Asia START Regional Center, 2006) ซึ่งผลการศึกษาบ่งชี้ว่า ปริมาณฝนในลุ่มน้ำโขงในอนาคตอาจทำให้สภาพน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำสงครามตอนล่างมีขอบเขตที่กว้างกว่าปัจจุบัน และอาจส่งผลกระทบต่อสภาพความเป็นอยู่ของชุมชน (รูปที่ 1.28)



รูปที่ 1.28 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่น้ำท่วมต่อการตั้งถิ่นฐานชุมชนในลุ่มน้ำสงครามตอนล่าง
(ที่มา: Southeast Asia START Regional Center, 2006)

- ปัญหาน้ำเค็มที่รุกเข้าท่วมพื้นที่นาข้าวในพื้นที่บ้านเกาะกลาง ตำบลคลองประสงค์ จังหวัดกระบี่ อันเนื่องมาจากการหนุนสูงของระดับน้ำทะเลเนื่องด้วยปัจจัยต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นความแปรปรวนของสภาพอากาศเนื่องจากลมมรสุม การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเนื่องจากปัจจัยระดับมหาสมุทร อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของชาวนาไม่สามารถปลูกข้าวในบริเวณพื้นที่หมู่ 1 และหมู่ 2 ซึ่งเป็นพื้นที่นาที่สำคัญของบ้านเกาะกลางได้ การศึกษาความถี่ของการเกิดน้ำทะเลหนุนท่วมพื้นที่นาข้าวในอดีตและความเสี่ยงในอนาคต โดยคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงระดับทะเลเฉลี่ยโดยใช้โปรแกรม DIVA สำหรับสถานการณ์ SRES A2 และการเคลื่อนตัวทางตั้งของแผ่นดินในแต่ละช่วงเวลา เพื่อหาระดับทะเลสัมพันธ์กับระดับของแผ่นดิน (เมตร) จากนั้นวิเคราะห์หาความแปรปรวนของระดับน้ำเกิดสูงสุดรายเดือนเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมในอนาคตจากแบบจำลอง PRECIS ที่ปรับแก้การเพิ่มขึ้นของระดับทะเลสัมบูรณ์เนื่องมาจากภาวะโลกร้อนตามสถานการณ์อนาคตแบบ A2 จะพบว่าถึงแม้ว่าระดับน้ำเกิดสูงสุดสัมบูรณ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลโลกแต่ความแปรปรวนของระดับน้ำเกิดสูงสุดภายในแต่ละเดือนมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย หรืออีกนัยหนึ่งอิทธิพลจากลมมรสุมในแต่ละปีมีแนวโน้มที่จะมีความเป็นระเบียบมากขึ้นในอนาคตโดยเฉพาะในระยะยาว เมื่อประเมินความถี่ของการเกิดน้ำทะเลหนุนท่วมพื้นที่นาข้าวในอดีตและความเสี่ยงในอนาคต พบว่าความรุนแรงของการเกิดน้ำท่วมจากน้ำทะเลหนุนสูงเนื่องจากลมมรสุมกับทั้งระดับน้ำเกิดสูงสุดและระดับความสูงของผิวดินแต่ละแห่งสามารถจำแนกความถี่ของการเกิดน้ำทะเลท่วมได้ โดยพื้นที่นาหรือที่เคยเป็นนาส่วนใหญ่ (513.1 ไร่ หรือ 83 เปอร์เซ็นต์) ในช่วงปีฐาน (อดีต-ปัจจุบัน) ซึ่งกระจายตัวอยู่ที่ระดับความสูง 1.5 – 2.5 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง; MSL₀ ในขณะที่น้ำทะเลสามารถหนุนสูงขึ้นไปได้ถึงระดับ 1.75 เมตรจาก MSL₀ ในอนาคตพื้นที่ที่ในปัจจุบันไม่เคยท่วมก็จากท่วมเพิ่มมากขึ้นเนื่องมาจากระดับทะเลที่สูงขึ้นผนวกกับการทรุดตัว

ของแผ่นดินชายฝั่ง โดยน้ำทะเลจะรุกเข้าไปได้จนถึงแนวเส้นชั้นความสูงที่ในช่วงปีฐานเคยอยู่เหนือกว่า MSL₀ ถึง 2.25, 2.75 และ 3.25 เมตร ในช่วงปี ค.ศ.2010-2039 (พ.ศ.2553-2582), 2040-2069 (พ.ศ.2583-2612) และ 2070-2099 (พ.ศ.2613-2642) ตามลำดับ (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ, 2554)

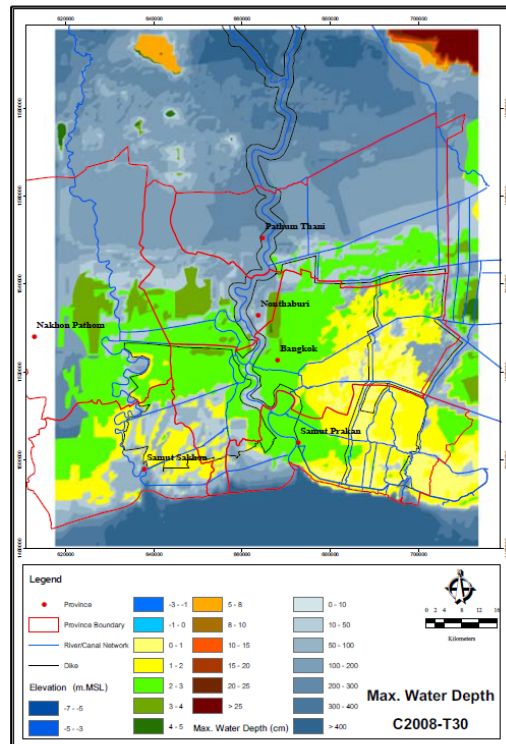


รูปที่ 1.29 ระดับชั้นความสูงของพื้นที่นาในปัจจุบันที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำทะเลหนุนท่วม
(ที่มา: ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ, 2554)

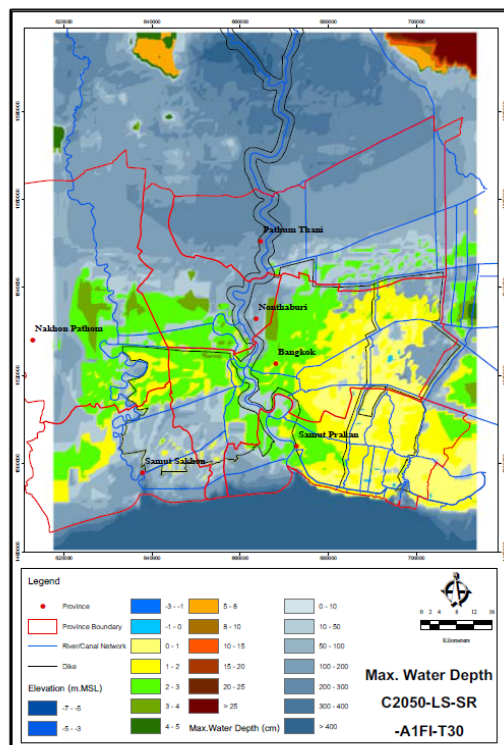
- การเปลี่ยนแปลงด้านอุณหภูมิ โดยเฉพาะการที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นนั้น จะส่งผลกระทบต่อความต้องการการใช้ไฟฟ้า การศึกษาซึ่งได้ประเมินความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยรายวันในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ แสดงให้เห็นผล การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก HadCM3 ว่า ประเทศไทยจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากที่สุดในช่วงฤดูร้อน ซึ่งตรงกับช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศสูงสุดด้วยเช่นกัน ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์ที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นตามภาพฉายอนาคตแบบ A1/A2/B1 และ B2 อาจส่งผลให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้น 1.5-3.1 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงทศวรรษ ค.ศ.2020 (พ.ศ.2563) และเพิ่มขึ้น 13.7-8.3 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2050 (พ.ศ.2593) และ 6.6-15.3 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการคาดการณ์ความต้องการการใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาการเติบโตทางเศรษฐกิจเพียงอย่างเดียวและไม่ได้คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอาจจะทำให้ผลที่ได้จากการคาดการณ์ต่ำกว่าความเป็นจริง (Parkpoom and Harrison, 2008)

การศึกษาด้านความเสี่ยงและภาวะเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

- ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่สำคัญจะเกิดขึ้นกับระบบโครงสร้างพื้นฐานจะเป็นผลมาจากสภาพอากาศรุนแรง (Extreme weather events) มากกว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดแบบค่อยเป็นค่อยไป (Gradual climate change) ทั้งนี้ประเด็นที่พึงพิจารณาคือสภาพอากาศรุนแรงนี้อาจเปลี่ยนแปลงทั้งความถี่และระดับความรุนแรงในอนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ระบบโครงสร้างพื้นฐานที่จะมีโอกาสได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับที่สูงและอาจไม่สามารถดำรงหน้าที่ตามที่ได้รับบริการออกแบบไว้ได้แก่ ระบบโครงสร้างที่ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ชายฝั่งหรือพื้นที่ลุ่มต่ำปากแม่น้ำ และระบบโครงสร้างตั้งอยู่ในพื้นที่เสี่ยงจากการเกิดสภาพอากาศรุนแรง/ภัยพิบัติ เป็นต้น ซึ่งการศึกษาถึงพื้นที่เสี่ยงในประเทศไทยที่มีโอกาสจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อที่ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่ง ได้แก่ พื้นที่เขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล โดยการศึกษาได้ใช้ข้อมูลพื้นฐานจากรายงานวิเคราะห์เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ครั้งที่ 4 (AR4) ของ IPCC มาประมวลซึ่งคาดว่าจะส่งผลให้ระดับอุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ (Local mean temperature) เพิ่มขึ้นระหว่าง 1.2-1.9°C ขณะที่ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น 2-3 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้ภาพฉายอนาคตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามแนวทาง IPCC SRES B1 และ A1FI ตามลำดับ ผนวกกับการคาดการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่ออุทกวิทยาในบริเวณพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล ซึ่งมีแนวโน้มได้รับผลกระทบจากการทรุดตัวของแผ่นดิน (ระหว่าง 0.05-0.30 เมตร ตามแต่ละพื้นที่) และการเกิด Storm Surge (ความสูงมากที่สุดที่ 0.61 เมตร ในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา) รวมถึงแนวโน้มการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในอนาคต ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ในช่วงปี 2050 พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะน้ำท่วมของเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลจะขยายตัวกว้างขึ้น ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ (ภายใต้สถานการณ์ A1FI) และระยะเวลาการท่วมยาวนานขึ้นโดยบางพื้นที่อาจกินเวลายาวนานกว่า 1 เดือน ขณะที่ระดับน้ำท่วมอาจเพิ่มสูงขึ้นด้วยตามปริมาณน้ำฝนที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น รวมถึงการเกิด Storm Surge ที่อาจส่งผลให้พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ภายในปี 2050 (พ.ศ.2593) การศึกษาข้างต้น ยังชี้ให้เห็นว่า แนวโน้มการเกิดภาวะน้ำท่วมมากขึ้นในอนาคตที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอาจก่อให้เกิดความเสียหายคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่าจากปัจจุบันภายในปี 2050 (พ.ศ.2593) (กล่าวคือเพิ่มขึ้นจากประมาณ 35,000 ล้านบาท ณ ราคาปัจจุบัน เป็นประมาณ 148,000 ล้านบาท) อย่างไรก็ตาม สาเหตุหลักของความเสียหายนี้เป็นผลมาจากการทรุดตัวของแผ่นดิน (คิดเป็น 70 เปอร์เซ็นต์) โดยอาคารบ้านเรือนที่พักอาศัยเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่มีโอกาสได้รับผลกระทบสูงสุด คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย (Partial damage) ไม่น้อยกว่า 110,000 ล้านบาท (ณ ราคาปัจจุบัน) โดยพื้นที่เสี่ยงสูงได้แก่ เขตบางขุนเทียน บางบอน บางแค และพระสมุทรเจดีย์ ทั้งนี้ ภาคเอกชนยังอาจได้รับผลกระทบต้นทุนค่าเสียโอกาสหากต้องหยุดกิจการเนื่องจากประสบปัญหาน้ำท่วมคิดเป็นมูลค่าไม่ต่ำกว่า 22,000 ล้านบาท และ 10,000 ล้านบาท ในภาคธุรกิจ (Commercial) และภาคอุตสาหกรรม (Industrial) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลการศึกษาดังกล่าวจะเป็นการศึกษาในกรอบพื้นที่ที่จำกัด แต่ก็ได้รับบ่งชี้ให้เห็นถึงนัยสำคัญของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่อาจจะเกิดขึ้นต่อระบบโครงสร้างพื้นฐานที่ประเทศไทยจำเป็นต้องให้ความสำคัญ และเตรียมพร้อมพัฒนาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมจากปัจจุบันเพื่อนำไปสู่การกำหนดแนวทางที่เหมาะสมและเป็นรูปธรรมในการรับมือกับผลกระทบ รวมถึงเตรียมวางแผนการลงทุนในระบบโครงสร้างพื้นฐานของประเทศในอนาคต ที่มีความเหมาะสมสอดคล้องกับบริบทการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อไป (Panya Consultant, 2009)

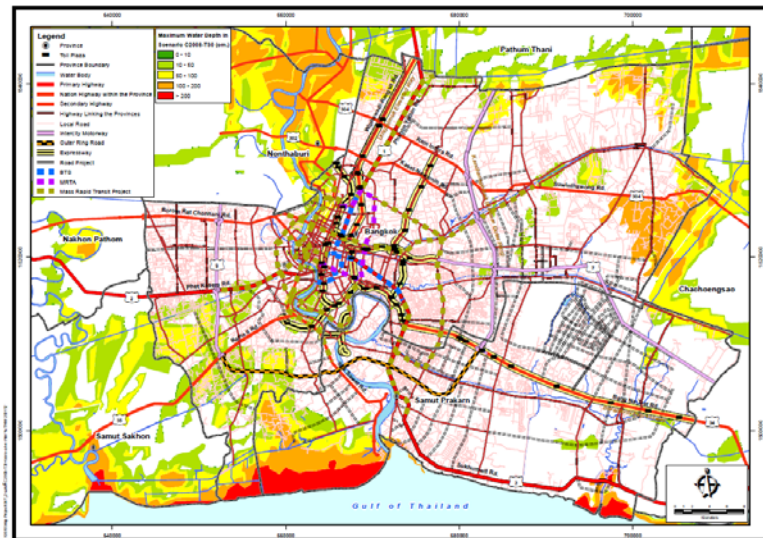


ก.

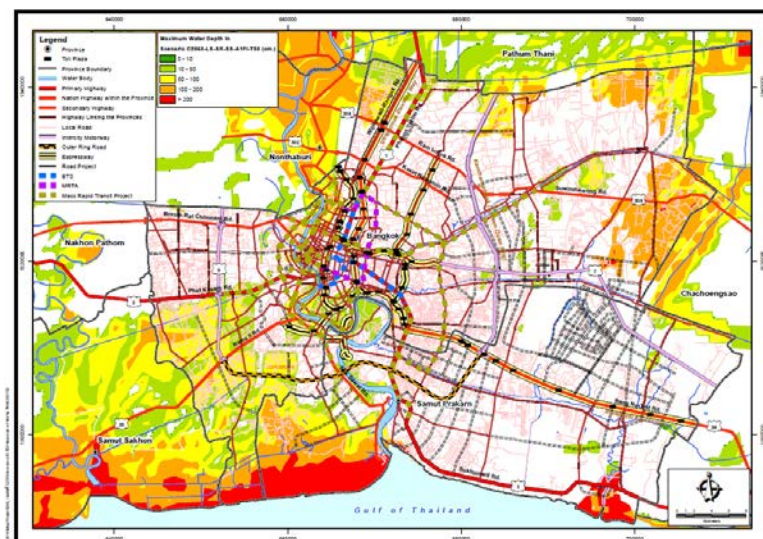


ข.

รูปที่ 1.30 ความลึกระดับน้ำสูงสุดจากเหตุการณ์น้ำท่วมการคาดการณ์เปรียบเทียบ
(ก) ช่วงระยะเวลาปัจจุบัน (C2008-T30) และ (ข) ช่วงอนาคต (C2050-LS-SR-A1FI-T30)
(ที่มา: Panya Consultant, 2009)



ก.



ข.

รูปที่ 1.31 ผลกระทบจากน้ำท่วมต่อโครงสร้างพื้นฐานการขนส่งเปรียบเทียบกรณีศึกษา
(ก) ช่วงระยะเวลาปัจจุบัน (C2008-T30) และ (ข) ช่วงอนาคต (C2050-LS-SR-SS-A1FI-T30)
(ที่มา: Panya Consultant, 2009)

- การศึกษาและประเมินความเสี่ยงชุมชนชายฝั่งทะเลในระดับพื้นที่ ตัวอย่างเช่นงานของมูลนิธิริรักษ์ไทยซึ่งดำเนินการในพื้นที่ 4 จังหวัดชายฝั่งทะเลภาคใต้ ทั้งฝั่งอ่าวไทย (จังหวัดชุมพร และนครศรีธรรมราช) และฝั่งอันดามัน (จังหวัดตรังและกระบี่) ซึ่งการศึกษาดังกล่าวได้พยายามเชื่อมโยงปัจจัยด้านภูมิอากาศกับภาคส่วน / กิจกรรมด้านอาชีพของชุมชนฝั่ง ซึ่งพบว่า ภาคส่วน/ กิจกรรม/ อาชีพของชุมชนที่มีความเสี่ยงจะได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ กิจกรรมการประมง (จับ) โดยเฉพาะเรือประมงขนาดเล็กที่จะไม่สามารถออกทำการประมงในช่วงฤดูมรสุมกำลังแรงในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตก (อันดามัน) ได้แก่ จังหวัดตรังและกระบี่ ผลการศึกษาระบุว่า มรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีกำลังแรงในช่วงอนาคต (ค.ศ.2030-2049; พ.ศ.2573-2592) ส่วนกิจกรรมด้านการเกษตร ซึ่งพืชหลักสำคัญ ได้แก่ ปาล์มน้ำมันและยางพารา ผลการศึกษาจากแบบจำลองภูมิอากาศระบุว่า

ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยไม่ได้ส่งผลกระทบมากนัก เนื่องจากปริมาณฝนรวมไม่ได้เปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตามสำหรับบางพาราอาจจะได้รับผลกระทบจากการที่จำนวนวันฝนตกลดลงในบางพื้นที่ (ชุมพรและนครศรีธรรมราช) ซึ่งเป็นผลดีต่อผลผลิตยางพารา ส่วนการตั้งถิ่นฐานบ้านเรือนบริเวณชายฝั่งของชุมชนในพื้นที่ 4 แห่งดังกล่าวผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคตจะส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของชายฝั่ง นอกจากนี้ผลจากการที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่มีกำลังแรงขึ้นจะยังเป็นปัจจัยเสริมที่ทำให้เกิดคลื่นลมที่รุนแรง นำมาซึ่งการกัดเซาะชายฝั่งที่มีความรุนแรงยิ่งขึ้น (Raks Thai, 2013) นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้พยายามทำการประเมินความเปราะบางของชุมชนชายฝั่งในระดับครัวเรือนเพื่อเสริมสร้างศักยภาพในการปรับตัวของชุมชนต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (CVCA) โดยใช้ข้อมูลสภาพอนาคตของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศข้างต้น เพื่อมองภาพกว้าง ๆ ถึงผลกระทบจากความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับท้องถิ่น (จังหวัด) เพื่อเป็นแนวทางทำให้ชุมชนได้มองเห็นภาพของผลกระทบที่จะมีความเชื่อมโยงกับวิถีชีวิตและกิจกรรมการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพของชุมชนได้ชัดเจนในระดับหนึ่ง และเข้าใจถึงความไม่แน่นอนของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์หาแนวทางการรับมือ/ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และ/หรือความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งจะต้องอาศัยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน คัดวิเคราะห์ โดยเน้นให้ชุมชนมีความยืดหยุ่น (resilience) ต่อสถานการณ์อนาคตไม่ว่าจะเปลี่ยนไปในรูปแบบใดก็ตาม (Raks Thai, 2013)

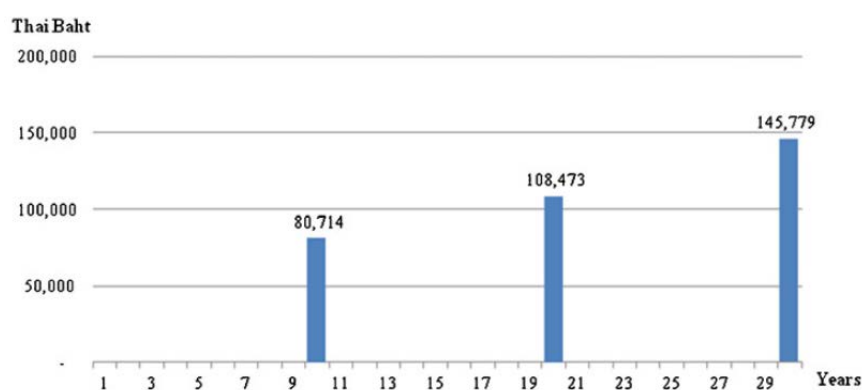
การศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

- การศึกษาการปรับตัวของชุมชนเกษตรปลูกข้าวบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลบ้านเกาะกลาง ตำบลคลองประสงค์ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ จากผลกระทบการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเนื่องมาจากความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อพื้นที่นาซึ่งเป็นแหล่งปลูกข้าวสำคัญของชุมชนจะถูกน้ำทะเลท่วมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยในปัจจุบัน เกษตรกรในชุมชนได้พยายามที่จะรับมือกับสถานการณ์ดังกล่าวด้วยการสร้างเขื่อนกันน้ำเค็มล้อมรอบพื้นที่นาข้าวอยู่แล้ว แต่จากผลการประเมินโดยคณะผู้วิจัยพบว่า ในอนาคตความถี่ของการเกิดน้ำทะเลหนุนท่วมพื้นที่นาจากน้ำทะเลหนุนสูง อันเนื่องจากลมมรสุมจะเกิดบ่อยขึ้น และกินพื้นที่บริเวณกว้างมากขึ้น งานวิจัยดังกล่าวจึงได้เสนอแนะแนวทางการรับมือกับภาวะน้ำทะเลหนุนสูง 3 แนวทาง คือ ทางเลือกที่ 1 การป้องกันโดยใช้คันกันน้ำเค็ม ซึ่งวิธีดังกล่าวจะใช้ได้ผลดีในช่วงอนาคตอันใกล้ (30 ปี) แต่ในอนาคตระยะยาวถัดไป เนื่องจากภาวะการทรุดตัวของแผ่นดินร่วมกับการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจะทำให้เขื่อนกันน้ำเค็มดังกล่าวจะมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง เพื่อเพิ่มความสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งอาจจะไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ส่วนทางเลือกที่ 2 การใช้คันกันน้ำเค็มร่วมกับการขุดเซาะความเสียหาย คันกันน้ำที่สร้างขึ้นอาจจะไม่สามารถป้องกันน้ำทะเลหนุนท่วมได้เต็ม 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากอาจจะมึน้ำที่สูงเกินความคาดหมายหรือที่เป็นไปได้มากกว่าคือการขาดความต่อเนื่องของงบประมาณในการขยายหรือปรับปรุงความสูงของคันกันน้ำให้เหมาะสมตามสภาพของระดับทะเลที่เพิ่มขึ้นและการทรุดตัวของแผ่นดินในอนาคต และทางเลือกที่ 3 การปรับตัวกับความเค็มโดยเปลี่ยนพื้นที่นาที่ได้รับผลกระทบเป็นบ่อเลี้ยงปูทะเล ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีชาวบ้านเกาะกลางบางส่วนได้เริ่มทำในพื้นที่ที่ดินเค็มอย่างถาวรอยู่แล้ว โดยการขุดเป็นบ่อขนาด 2-3 ไร่ให้พื้นที่บ่อบางส่วนลึกลงไปถึงระดับน้ำลงต่ำสุดและบางส่วนปรับให้เป็นที่สูงเพื่อให้ปูขุดรูอยู่อาศัยรวมทั้งปลูกต้นไม้ชายเลนยืนต้นเพื่อให้ร่มเงาและเพิ่มสารอินทรีย์ในบ่อด้วย

ผู้วิจัยได้เสนอแนะให้เลือกใช้แนวทางแบบผสมผสาน กล่าวคือ เลือกใช้โครงสร้างทางวิศวกรรม หรือคันกันน้ำเค็มเพื่อป้องกันการท่วมของน้ำทะเลในปัจจุบัน ซึ่งนับว่าเป็นการรับมือที่ได้ผลดีเพียงระยะสั้น ๆ แต่ในอนาคตหากคำนึงถึงเรื่องความแปรปรวนของภูมิอากาศ โดยเฉพาะลมมรสุมประกอบการทรุดตัวของแผ่นดินด้วยแล้ว โครงสร้างดังกล่าวที่มีอยู่ในปัจจุบันจะไม่สามารถป้องกันการท่วมของน้ำทะเลได้เพียงพอ ดังนั้นใน

ระยะยาวชุมชนควรใช้แนวทางการรับมือโดยนำหลักการ Ecosystem based หรือการใช้ระบบนิเวศเข้ามามีส่วนช่วยให้การป้องกัน หรือการอยู่ร่วมกับปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นไปได้อย่างลงตัวและเหมาะสมที่สุด โดยการปรับเปลี่ยนที่นาที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มเป็นบ่อเลี้ยงปูทะเล ซึ่งในระยะแรก ๆ ผลตอบแทนหรือความคุ้มค่าต่อการลงทุนนั้นต่ำกว่าการใช้เชือกกันน้ำเค็ม แต่ผลตอบแทนในระยะยาวกลับพบว่า ผลตอบแทนต่อการลงทุนจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นซึ่งตรงกันข้ามกับแนวทางแรก ดังนั้นในระยะยาว การใช้ส่วนผสมของทั้งสองแนวทางระหว่างวิธีการทางวิศวกรรมและการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลที่สอดคล้องกับความเค็มที่เพิ่มขึ้นจากระดับน้ำทะเลสัมพัทธ์ที่สูงมากขึ้นน่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับบริบทของพื้นที่มากที่สุด (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ, 2554)

- สำหรับพื้นที่ชุมชนชายฝั่งอ่าวไทย บริเวณตำบลพันท้ายนรสิงห์ จังหวัดสมุทรสาคร ตำบลแหลมฟ้าผ่า และตำบลคลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของตะกอนชายฝั่ง การทรุดตัวของแผ่นดินชายฝั่ง การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล และผลกระทบจากคลื่นและลมพายุที่มีความรุนแรงอยู่เสมอ ทำให้ชุมชนเหล่านั้น ต้องมีค่าใช้จ่ายเพื่อการรับมือกับผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าใช้จ่ายสำหรับการซ่อมแซมที่อยู่อาศัย Kulpraneet (2013) จึงได้ทำการศึกษาความต้องการค่าใช้จ่ายในการปรับตัวของครัวเรือนชุมชนชายฝั่งที่มีความเสี่ยงต่อผลกระทบจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นในอีก 30 ปีข้างหน้า โดยวิธีการใช้แบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายที่ครัวเรือนคาดว่าจะใช้สำหรับการซ่อมแซม/รับมือกับผลกระทบดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่าครัวเรือนที่ได้รับผลกระทบส่วนใหญ่ จะใช้เงินสำหรับค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับบ้านที่อยู่อาศัยและการทำฟาร์ม (พื้นที่เพาะเลี้ยงในธรรมชาติ) เป็นหลัก การประมาณค่าใช้จ่ายในการปรับตัวในอนาคตจะคิดรวมกับอัตราเงินเฟ้อตลอด 30 ปีข้างหน้าซึ่งจะเป็นค่าของค่าใช้จ่ายในปัจจุบัน ดังนั้นครัวเรือนจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนในการออมอย่างระมัดระวัง เพื่อเป็นเงินสำรองสำหรับการซ่อมแซมที่อยู่อาศัยและฟาร์มเพื่อรับมือกับผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นในอนาคต ทั้งนี้ข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการปรับตัวในระดับครัวเรือนเป็นเรื่องที่ประมาณการได้ค่อนข้างยาก แต่ก็ยังเป็นสิ่งจำเป็นและจะเป็นประโยชน์ให้กับผู้กำหนดนโยบายเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับโครงการความช่วยเหลือในอนาคต



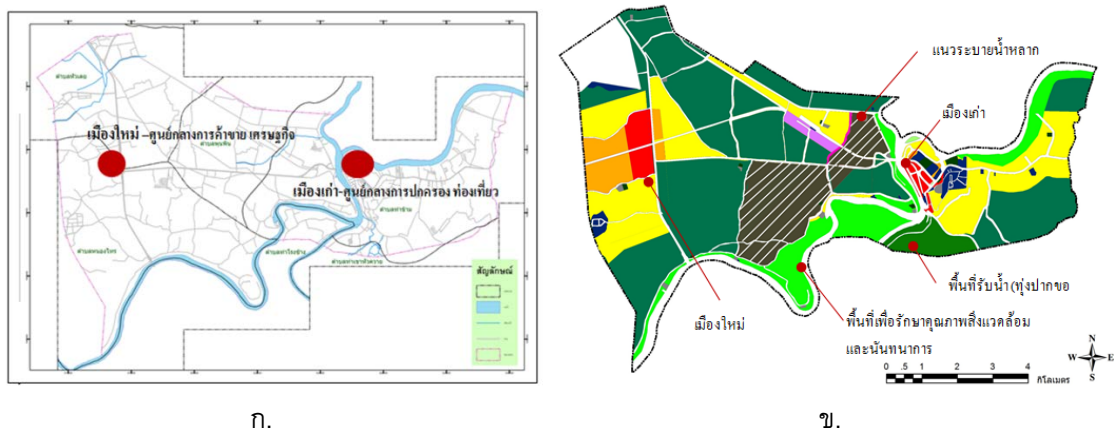
รูปที่ 1.32 ประมาณการค่าใช้จ่ายสำหรับ 'รายจ่ายที่เป็นต้นทุน' สำหรับการปรับตัวต่อผลกระทบจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นในช่วง 30 ปีข้างหน้ามีมูลค่าสะสมเท่ากับ 334,966 บาท (ที่มา: Kulpraneet, 2013)

- การศึกษาการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยพิจารณาถึงรูปแบบบ้านเรือนในชุมชนที่อาศัยอยู่ริมน้ำภาคกลาง ที่สามารถรับมือกับผลกระทบของภาวะน้ำท่วมที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต โดยศึกษากรณีศึกษาในอำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งชุมชนดังกล่าวมีลักษณะเฉพาะของบ้านพักอาศัยหรือลักษณะบ้านพื้นถิ่น และวิถีชีวิตที่มีความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมซึ่งประสบกับปัญหาน้ำท่วมอยู่เป็นประจำตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตและการประกอบอาชีพของชุมชนริมน้ำดังกล่าวและพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบบ้านเรือนในช่วงเวลาอดีตถึงปัจจุบัน ทำให้ความสอดคล้องของลักษณะและรูปแบบสิ่งปลูกสร้างกับสภาพน้ำท่วมเปลี่ยนแปลงไป และส่งผลให้บ้านเรือนมีขีดความสามารถในการรับมือกับภาวะน้ำท่วมลดลง เมื่อประเมินสถานการณ์อนาคตในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับภาวะน้ำท่วมที่อาจรุนแรงมากขึ้น ผลการศึกษาพบว่าบ้านเรือนเหล่านี้เกิดความเสียหายที่จะเกิดความเสียหายจากน้ำท่วมมากขึ้น โดยลักษณะรูปแบบบ้านพื้นถิ่นริมน้ำในชุมชนที่มีความสามารถในการรับมือต่อความเสี่ยงจากผลกระทบจากสภาพอากาศแปรปรวนในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตได้ดี คือ บ้านปูน (โครงสร้างเหล็ก) หลังคาเตี้ย มีใต้ถุน ซึ่งรูปแบบบ้านดังกล่าวจะมีความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมน้อยที่สุด (ทั้งงานด้านโครงสร้าง ด้านสถาปัตยกรรม) แต่มีข้อเสียในเรื่องภาวะความสบายในสภาพอุณหภูมิสูง โดยจะมีความอบอุ่นกว่าบ้านไม้แบบเดิม ซึ่งมีภาวะอยู่สบายในสภาพอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าและความเร็วลมต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม บ้านปูนนั้นจะมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมความเสียหายจากน้ำท่วมน้อยกว่า ซึ่งเห็นได้ชัดเจนว่า การปรับลักษณะรูปแบบสถาปัตยกรรมโดยอิงรูปแบบการปลูกสร้างแบบพื้นถิ่นแต่ประยุกต์ใช้วัสดุและเทคโนโลยีการก่อสร้างที่ทันสมัยจะช่วยเพิ่มความสามารถในการรับมือกับปัญหาน้ำท่วมได้ดี (ธาริณี และประติมา, 2556)
- แนวคิดเรื่องสถาปัตยกรรมที่ทนทานต่อสภาพอากาศ (climate resilient architecture) โดยอาศัยหลักการออกแบบที่ปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ (Adaptive design) เพื่อสร้างความยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตก็เป็นแนวทางหนึ่งในการปรับตัวของชุมชนเพื่อให้รับมือกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้ดีขึ้น การศึกษาการพัฒนาารูปแบบชุมชนและที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้ต่ำในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้กรณีน้ำท่วมกับชุมชนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม เช่น พื้นที่ริมคลอง พื้นที่ติดทางระบายน้ำ หรือพื้นที่ต่ำ ซึ่งประสบภาวะน้ำท่วมหลายลักษณะ ทั้งระยะเวลาการท่วม จำนวนครั้ง ปริมาณน้ำ ขนาดพื้นที่น้ำท่วม และความแรงของน้ำที่ท่วม โดยชุมชนที่ทำการศึกษาคือ ชุมชนบ้านสันกุ (อยู่ในพื้นที่แอ่งกะทะ) ชุมชนสามัคคีพัฒนา (อยู่ในพื้นที่ราบต่ำ ครอบคลุมสาธารณะ) และชุมชนกำแพงงาม (อยู่ในพื้นที่ราบต่ำ ริมคลอง) ซึ่งเผชิญภาวะน้ำท่วมที่แตกต่างกันตามลักษณะของพื้นที่ที่ชุมชนตั้งอยู่ การจัดทำภาพฉายอนาคตของสถานการณ์น้ำท่วมในอนาคตของทั้ง 3 ชุมชน ทำให้ทราบถึงแนวโน้มรูปแบบและระดับความเสี่ยงของครัวเรือนในชุมชนต่อภาวะน้ำท่วมในอนาคตที่อาจเปลี่ยนแปลงไป การเสนอการปรับปรุงที่พักอาศัยโดยใช้วัสดุหาง่าย ราคาถูก โดยมีเป้าหมายให้ผู้อยู่อาศัยสามารถปรับที่พักให้สามารถทนความสามารถในการใช้เป็นที่พักอาศัยได้เมื่อเกิดน้ำท่วม โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนแบบบ้านมากนัก เช่น การสร้างโครงสร้างที่รองรับต่อการจัดทำชั้นลอยเพื่อให้อยู่อาศัยชั่วคราว โดยถอดชิ้นส่วนในบ้านเช่น ประตู หรือแผ่นไม้ที่อาจหามาใช้ชั่วคราวมาจัดทำชั้นลอย ตลอดจนการออกแบบระบบสาธารณูปโภค ทางเดิน และระบบสุขาภิบาลที่เหมาะสมในชุมชน และสามารถปรับให้รองรับน้ำท่วมในระดับที่แตกต่างกันได้ จะช่วยลดปัญหาการดำรงชีวิตขณะเกิดน้ำท่วมได้ และสอดคล้องกับสถานะทางการเงินของครัวเรือนในชุมชนซึ่งเป็นชุมชนผู้มีรายได้ต่ำ การปรับตัวตามแนวทางเหล่านี้จะช่วยให้ชุมชนเมืองมีความเข้มแข็งและทนทานต่อภาวะน้ำท่วมได้ดีขึ้นทั้งจากภายใต้สภาพอากาศแปรปรวนในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต (ณัชชวิญญ์ และสิบบงศ์ , 2558)



รูปที่ 1.33 ตัวอย่างรูปแบบที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมคือ “บ้านชั้นเดียว ใต้ถุนสูง” เพื่อปล่อยให้น้ำผ่านและสามารถใช้พื้นที่ใต้ถุนได้ในช่วงเวลาที่น้ำไม่ท่วม (ที่มา: ณัชวิชัย และสิบบงศ์, 2558)

- การศึกษาการปรับตัวของชุมชนเมืองเพื่อให้สามารถรับมือกับภาวะน้ำท่วมในอนาคตได้ดีขึ้น อาจพิจารณาได้ในแง่ของการวางผังเมืองที่เหมาะสม การศึกษาโดยใช้กรณีศึกษาปัญหา น้ำท่วมที่เกิดขึ้นกับอำเภอพนมพิณ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งให้เห็นถึงการขยายตัวของเมืองภายใต้แผนการใช้ที่ดินที่ไม่สอดคล้องกับภูมิประเทศและสถานการณ์น้ำท่วม โดยมีการขยายตัวไปในพื้นที่เสี่ยงที่ขวางทางน้ำหลากเป็นปัจจัยผลักดันที่ทำให้ความเสี่ยงของตัวเมืองพนมพิณสูงขึ้น ซึ่งปัญหานี้จะมีความรุนแรงมากขึ้นภายใต้สภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่บ่งชี้ถึงความเสี่ยงน้ำท่วมที่อาจรุนแรงกว่าปัจจุบัน เนื่องจากแนวโน้มปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้น และรอบการเกิดซ้ำของการเกิดฝนตกหนักนั้นมีแนวโน้มที่จะเกิดซ้ำในเวลาที่สั้น งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการปรับตัวของชุมชนต่อปัญหาน้ำท่วมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยเสนอแนวทางการวางผังเมืองเพื่อลดความเสี่ยงในอนาคต ได้แก่ การพัฒนาเมืองแบบ 2 ศูนย์กลาง การปรับปรุงข้อกำหนดการใช้ที่ดิน โดยกำหนดพื้นที่ควบคุมสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่น้ำหลาก รวมไปถึงการออกข้อกำหนดรูปแบบอาคารในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม และโครงสร้างพื้นฐานในการรับมือกับปัญหาน้ำท่วม เช่น ทางระบายน้ำ และพังกั้นน้ำ เป็นต้น การปรับตัวตามแนวทางเหล่านี้จะช่วยให้ชุมชนเมืองมีความเข้มแข็งและทนทานต่อภาวะน้ำท่วมได้ดีขึ้นทั้งจากภายใต้สภาพอากาศแปรปรวนในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต (วนรัตน์, 2556)



รูปที่ 1.34 (ก) แนวคิดปรับผังเมือง และ (ข) รูปแบบการใช้ที่ดินให้สอดคล้องกับภูมิอากาศอนาคต
(ที่มา: วารัตน์, 2556)

- บริษัทเอสโก้ จำกัด (2555) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบน โดยใช้สถานการณ์จำลองการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอ่าวไทย และได้ให้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการบริหารจัดการชายฝั่งทะเลเพื่อรองรับผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบน ทั้งแนวทางและมาตรการเชิงโครงสร้าง (Hard structure) เพื่อป้องกัน รักษา รวมถึงชะลอผลกระทบอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลต่อลักษณะทางกายภาพของชายฝั่ง อันได้แก่ การกัดเซาะ และการทรุดตัวของพื้นที่ชายฝั่ง เป็นต้น เช่น มาตรการการกำหนดเขตและประเภทขนาดโครงสร้างเพื่อการควบคุมการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ รวมถึงการพัฒนาโครงการต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อการทรุดตัวของพื้นที่ชายฝั่งทะเล รวมไปถึงมาตรการที่จะมีผลทำให้การสูบน้ำบาดลตามแนวชายฝั่งทะเลลดลง เพื่อลดช่องว่างของชั้นน้ำบาดลที่จะเป็นผลทำให้เกิดการทรุดตัวของแผ่นดิน รวมถึงการมีโครงสร้างเพื่อยกระดับความสูงของชายฝั่งทะเล เพื่อลดความรุนแรงของผลกระทบและมูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจด้วย

แนวทางและมาตรการที่ไม่เน้นเรื่องโครงสร้าง (Soft structure) โดยเน้นการบังคับใช้กฎหมาย การออกกฎหมายพื้นที่คุ้มครองทางสิ่งแวดล้อมตามแนวชายฝั่งทะเล ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2535 เพื่อให้ความคุ้มครอง และปกป้องการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเล ซึ่งรวมถึงการให้ความคุ้มครองกับพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่ยังคงมีความสมบูรณ์ ประกาศเป็นพื้นที่อนุรักษ์ตามความเหมาะสม นอกจากนี้ การควบคุมการพัฒนาที่ดิน และส่งเสริมการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินเพื่อลดความเสียหายมูลค่าทางเศรษฐกิจในพื้นที่เสี่ยงซึ่งได้รับผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

สำหรับมาตรการและแนวทางการวิจัยและพัฒนาด้านผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เน้นที่การจัดทำบัญชีของทรัพยากรฯ ที่มีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบทั้งในแง่ การสูญพันธุ์ ความอุดมสมบูรณ์ และแหล่งที่อยู่อาศัยจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการจัดทำแผนปฏิบัติการ และกำหนดเขตพื้นที่และมาตรการคุ้มครองทรัพยากรชายฝั่งที่มีความเปราะบางต่อการได้รับผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอ่าวไทย

- ทางเลือกในการปรับตัวเพื่อรับมือกับน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในกรุงเทพฯ ที่เสนอโดย Panya Consultants (2009) ระบุว่า ผลจากแบบจำลองน้ำท่วมในอนาคต ชี้ให้เห็นว่าแผนการรับมือรวมถึงระบบป้องกันน้ำท่วมที่มีอยู่ใน

ปัจจุบันของกรุงเทพฯ ไม่เพียงพอหรือไม่สามารถรองรับผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางทั้งแบบมาตรการเชิงโครงสร้าง และมาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง

มาตรการที่ใช้โครงสร้าง ได้แก่ การเพิ่มความสูงของเขื่อนกันน้ำท่วม เพื่อรองรับกับระดับน้ำที่จะเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต ซึ่งความสูงของเขื่อนที่มีอยู่ในปัจจุบันจะไม่เพียงพอสำหรับ 10 ปีข้างหน้า การพัฒนาและปรับปรุงระบบการระบายน้ำของเขื่อนต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยา รวมไปถึงการเพิ่มความความสามารถในการระบายน้ำออกจากพื้นที่ให้มากขึ้นกว่าเดิม ทั้งทางด้านฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกของกรุงเทพฯ และพัฒนาพื้นที่ลุ่มให้เป็นแก้มลิงเพื่อกักเก็บน้ำ

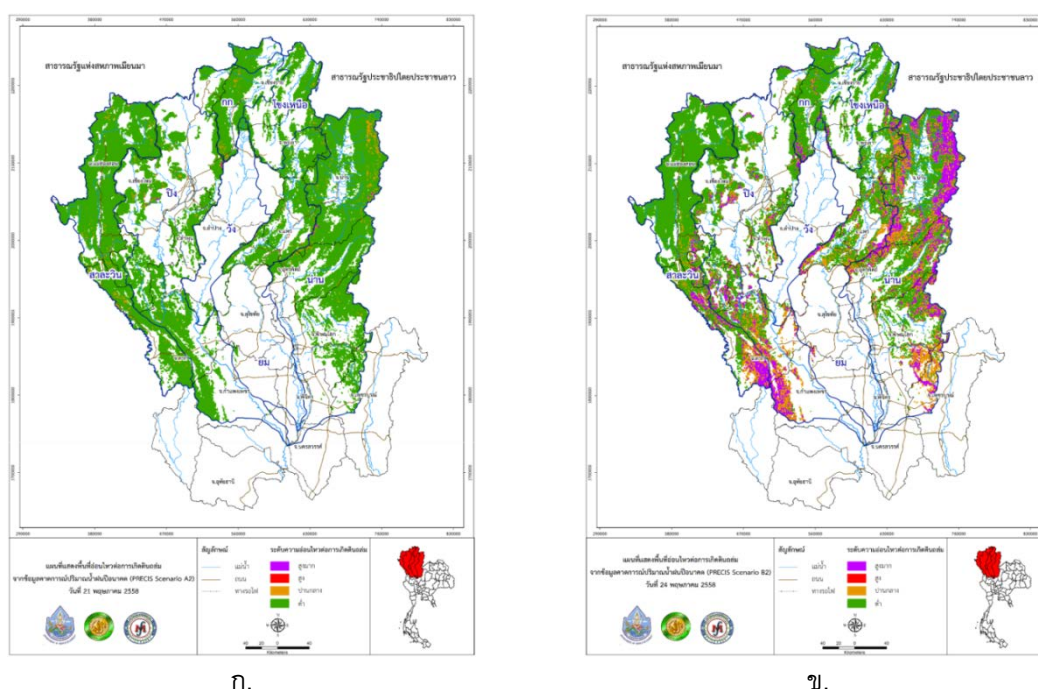
สำหรับมาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง ได้แก่ การปรับเปลี่ยนการดำเนินงานของอ่างเก็บน้ำ ซึ่งจะมีผลต่อการเพิ่มหรือลดลงปริมาณน้ำที่จะมีไว้เพื่อการชลประทานและการผลิตไฟฟ้า กฎหมายควบคุมการทรุดตัวของแผ่นดินเนื่องจากการทรุดของแผ่นดินบริเวณพื้นที่กรุงเทพฯ รวมถึงพื้นที่โดยรอบจะมีผลต่อความสูงของเขื่อนกันน้ำที่จะลดลงในอนาคต แผนรับมือภัยพิบัติ ซึ่งรวมไปถึงการมีระบบการพยากรณ์น้ำท่วม และระบบเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งการแผนงานในขณะเกิดน้ำท่วม และแผนการฟื้นฟูหลังจากน้ำท่วม ซึ่งจะต้องประกอบด้วยความร่วมมือร่วมของภาคส่วนต่าง ๆ เป็นต้น

1.1.5 ภัยพิบัติธรรมชาติ (ดินถล่ม)

การศึกษาแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตจากหลาย ๆ งานศึกษาวิจัยให้ผลที่สอดคล้องไปในทางเดียวกันว่า พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนเฉลี่ยในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจุบัน การเกิดภาวะฝนตกหนักย่อมส่งผลให้เกิดภัยดินถล่มตามมาในพื้นที่ลาดชันเชิงเขาโดยเฉพาะในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสำคัญทางภาคเหนือ ได้แก่ ลุ่มน้ำสาละวิน โขงเหนือ กก ปิง วัง ยม และน่าน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดเหตุการณ์ดินถล่มสูงกว่าในพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศ

- การศึกษาความถี่ของโอกาสการเกิดดินโคลนถล่มจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS และชุดข้อมูลภูมิอากาศโลก ECHAM4 ภายใต้สถานการณ์การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 และ B2 ในช่วงปีอนาคต (พ.ศ.2555-2612; ค.ศ.2012-2069) เปรียบเทียบกับปีฐานปัจจุบัน (พ.ศ.2523-2554; ค.ศ.1980-2011) ผลจากแบบจำลองพบแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีสูงขึ้นในทั้งแบบ A2 และ B2 ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลการจำลองดังกล่าวมาวิเคราะห์หาปีวิกฤติที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดซึ่งอาจจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เสี่ยงต่อภัยดินถล่มในพื้นที่ 7 ลุ่มน้ำดังกล่าว พบว่า ปีวิกฤติที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดของปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง Scenario แบบ A2 ของลุ่มน้ำกกและโขง คือปี พ.ศ.2578 (ค.ศ.2035) ส่วนลุ่มน้ำ ปิง วัง ยม น่าน และสาละวิน คือปี พ.ศ.2569 (ค.ศ.2026) สำหรับปีวิกฤติที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดของปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง Scenario แบบ B2 ของลุ่มน้ำกกและโขง คือปี พ.ศ. 2576 (ค.ศ.2033) ส่วนลุ่มน้ำ ปิง วัง ยม น่าน และสาละวิน คือปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ.2015) โดยปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลองภายหลังปรับแก้ จะนำไปใช้กับแบบจำลองการวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดภัยดินถล่มในพื้นที่ศึกษาด้วยวิธีการกึ่งสถิติ (Semi Statistical Method) เรียกว่า %RTL Model ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวได้นำค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเหตุการณ์ดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน (พ.ศ.2556) ที่เกิดขึ้นใน 7 ลุ่มน้ำภาคเหนือ ซึ่งพบว่า การเกิดเหตุการณ์ดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากอดีต ตัวอย่างการวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหว

ต่อการเกิดดินถล่มสำหรับแบบจำลอง A2 ในปี พ.ศ.2558 (ค.ศ.2015) พบว่า ลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำน่านแสดงพื้นที่ที่มีระดับความอ่อนไหวสูงมาก ในส่วนแบบจำลอง B2 ปี พ.ศ.2558 (ค.ศ.2015) พบพื้นที่ที่แสดงระดับความอ่อนไหวสูงมากทั่วทั้ง 7 ลุ่มน้ำอย่างชัดเจน (หน่วยวิจัยดินถล่ม ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก, 2557) อย่างไรก็ตาม ประเด็นที่พึงพิจารณาประการหนึ่งคือ ผลการศึกษานี้เป็นเพียงการคาดการณ์แนวโน้มอนาคต โดยพิจารณาถึงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนรายปีในอนาคตที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลองเท่านั้น ปริมาณน้ำฝนรายปีในอนาคตซึ่งจัดว่าเป็นปีวิกฤตที่คาดการณ์ได้นี้ อาจเกิดขึ้นในปีใดปีหนึ่งในช่วงทศวรรษนั้น ๆ โดยมิได้หมายถึงปีนั้น ๆ เป็นการเฉพาะ



รูปที่ 1.35 ตัวอย่างแผนที่แสดงความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มจากข้อมูลคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนปีอนาคต (ก) SRES A2 และ (ข) B2 (ที่มา: หน่วยวิจัยดินถล่ม ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก, 2557)

1.1.6 สุขภาพอนามัย

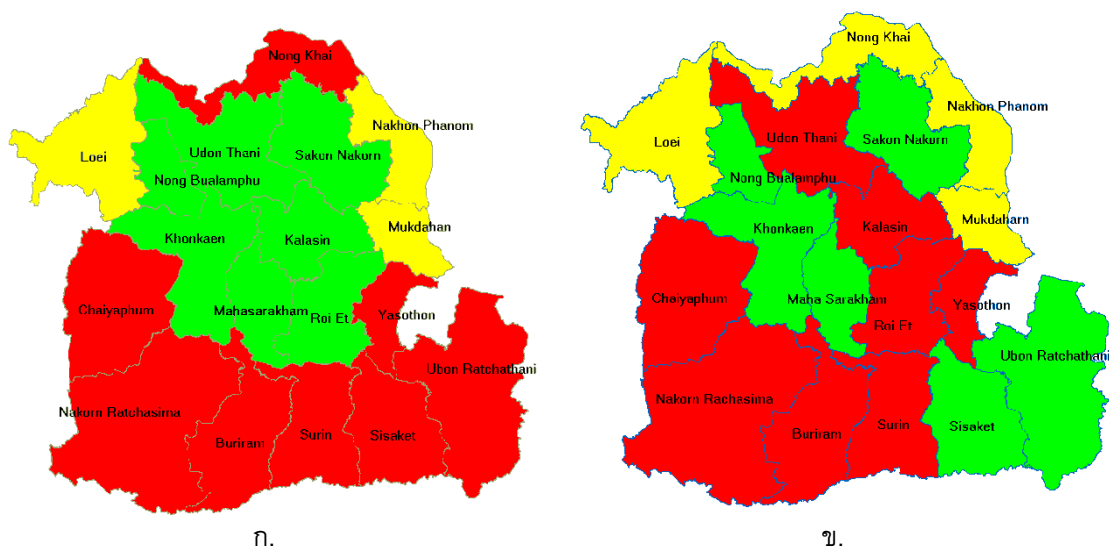
จากการรวบรวมข้อมูลและทบทวนรายงานการศึกษาประเด็นทางสุขอนามัยกับปัจจัยทางภูมิอากาศในบริบทของประเทศไทยที่มีอยู่ค่อนข้างจำกัดในปัจจุบันพบว่า การศึกษามักเน้นและชี้ให้เห็นแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทางสถิติเมื่อเกิดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป (อาทิ อากาศที่ร้อนขึ้น ภาวะน้ำท่วม หรือการพบการอพยพย้ายถิ่นของแมลงหรือค้างคาวที่เชื่อว่าเป็นพาหะนำโรค เป็นต้น) กับสถิติการเกิดขึ้นหรือการระบาดเพิ่มขึ้นของโรค ณ ช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งในอดีต ในพื้นที่ที่ทำการศึกษานั้น ๆ ซึ่งคาดว่าจะจะเป็นพื้นฐานคาดการณ์แนวโน้มความสัมพันธ์ต่อไปในอนาคต

- การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยการที่อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเพิ่มสูงขึ้นในหลาย ๆ พื้นที่ เป็นตัวชักนำให้เกิดโรคที่มีแมลงเป็นพาหะและโรคระบาดที่มาจากน้ำมากขึ้น (Parry et al, 2007) การศึกษาซึ่งใช้ผลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก 3 แบบจำลอง คือ ECHAM1, UKTR

และ GFDL89 พบว่าในกลางศตวรรษที่ 21 ช่วงทศวรรษ ค.ศ. 2050 (พ.ศ.2593) อุณหภูมิเฉลี่ยจะเพิ่มสูงขึ้น 1.16°C จากปีฐาน ค.ศ.1931–1980 (พ.ศ.2474-2523) ซึ่งจะส่งผลให้โรคไข้เลือดออกมีแนวโน้มจะระบาดมากขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้ผลจากแบบจำลองโรคไข้เลือดออก Epidemic Potential (EP Model) ระบุว่า แนวโน้มโรคไข้เลือดออกจะระบาดมากที่สุด ในช่วงเดือน เมษายน – พฤษภาคม ซึ่งระยะที่เชื้อเพิ่มจำนวน (log growth phase) เป็นระยะเวลาประมาณ 3 เดือน โดยจะส่งผลให้เกิดผู้ป่วยมากที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคมและเดือน สิงหาคม (Jonathan et al, 1998)

- การศึกษาความสัมพันธ์ของโรคไข้เลือดออกกับอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในระดับประเทศรายปี ช่วงระยะเวลา พ.ศ. 2532 – 2549 นั้น โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว (อุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน) และตัวแปรตาม 1 ตัว (จำนวนผู้ป่วยรายปี; โรคไข้เลือดออก) และคาดการณ์การเกิดโรค (จำนวนผู้ป่วย) ในช่วงเวลาอนาคตโดยใช้ภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีจากของแบบจำลอง PRECIS ECHAM4: A2 Scenario (4 ช่วงเวลา ค.ศ.2010-2039; พ.ศ.2553-2582, ค.ศ.2050-2059; พ.ศ. 2593-2602 และ ค.ศ.2080-2089; พ.ศ.2623-2632) คือ 1,820, 1,875 และ 2,050 มิลลิเมตร ตามลำดับ และผลการคาดการณ์อุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้น $1-2^{\circ}\text{C}$ จึงกำหนดอุณหภูมิ ณ ช่วงปี ค.ศ.2030-2039 (พ.ศ.2573-2582), ค.ศ.2050-2059 (พ.ศ.2593-2602) และ ค.ศ.2080-2089 (พ.ศ.2623-2632) คือ 29, 30 และ 31°C ตามลำดับ เมื่อนำค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีและอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี เข้าไปแทนค่าในสมการความสัมพันธ์ สามารถคาดการณ์ได้ว่า ในช่วงปี 2010-2039 (พ.ศ.2553-2582), 2050-2059 (พ.ศ.2593-2602) และ 2080-2089 (พ.ศ.2623-2632) จะมีผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจำนวน 107,870 143,190 และ 170,280 ราย ตามลำดับ (ปี 2532-2549; 1980-2006 มีผู้ป่วยเฉลี่ย 66,200 ราย) โดยที่ช่วงปี 2050-2059 (พ.ศ.2593-2602) มีการคาดการณ์ว่าจะมีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นมากกว่าสองเท่า จากจำนวนผู้ป่วยในปี 2006 (พ.ศ.2549) ซึ่งทำให้ประเมินสถานการณ์โรคได้และสามารถวางแผนรณรงค์ เฝ้าระวัง และควบคุมโรคได้ในอนาคต (คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2551)
- การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อสุขภาพของประชากรไทย โดยการเก็บข้อมูลด้านสถานการณ์ และใช้แบบจำลองในการคำนวณอัตราการระบาดของโรคมาลาเรีย และโรคไข้เลือดออก โดยอัตราการระบาดในแต่ละปีจะขึ้นกับศักยภาพการเกิดโรคซึ่งถูกกำหนดโดยปัจจัยทางสภาพอากาศในแต่ละปี ละด้วยประสิทธิภาพด้านการสาธารณสุข (การควบคุมโรค) ของแต่ละจังหวัด โดยตัวแปรทางสภาพอากาศที่ใช้ จำนวน 8 ตัวแปร ได้แก่ ค่าเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดรายวัน ค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละปี จำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 10 มิลลิเมตร จำนวนวันที่อุณหภูมิสูงกว่า 35°C จำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15°C และปริมาณฝนรวมของแต่ละปี โดยปีฐาน คือ ค.ศ. 1985-2007 (พ.ศ.2528-2550) ผลการวิเคราะห์แนวโน้มอัตราการเกิดโรคระบาดในอนาคต โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากแบบจำลอง PRECIS ตามช่วงปีในอนาคตจำนวน 3 ช่วงเวลา (ค.ศ.2010-2039; พ.ศ.2553-2582, ค.ศ.2040-2069; พ.ศ.2583-2612 และค.ศ.2070-2099; พ.ศ.2613-2642) ภายใต้แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศในอนาคตแบบ A2 พบว่า โรคมาลาเรียโดยรวมจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะอากาศมากกว่าโรคไข้เลือดออก แต่อย่างไรก็ตามพบว่าบางจังหวัดจะมีลักษณะความสัมพันธ์ที่แตกต่างไปจากจังหวัดส่วนใหญ่ ในกรณีของมาลาเรีย ได้แก่ เลย นครพนม และมุกดาหาร และในกรณีของไข้เลือดออก ได้แก่ เลย หนองคาย นครพนม และมุกดาหาร ซึ่งในจังหวัดเหล่านี้อัตราการเกิดโรคทั้งสองก็มักจะไม่ค่อยมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทางภูมิอากาศ โดยจะพบได้ว่าจังหวัดเหล่านี้ ล้วนเป็นจังหวัดที่ติดกับแม่น้ำโขงด้านประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จึงอาจจะเป็นไปได้ว่าอัตราการเกิดโรคในจังหวัดเหล่านี้จำนวนมากอาจจะมาจาก

การเคลื่อนที่ของประชากรข้ามไปมาระหว่างประเทศมากกว่าจะเนื่องมาจากการระบาดเนื่องมาจากปัจจัยทางภูมิอากาศ จังหวัดที่มีความเสี่ยงสูงในการเกิดโรคมาลาเรียในอนาคต ได้แก่ ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ยโสธร และหนองคาย ซึ่งเกือบทั้งหมดเป็นจังหวัดในภาคอีสานตอนล่าง ในขณะที่จังหวัดที่เป็น ‘ไข่แดง’ ที่อยู่ตอนกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีความเสี่ยงของการเกิดโรคมาลาเรียในอนาคตค่อนข้างต่ำกว่า (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยฯ, 2554)



สีแดง=ระดับความเสี่ยงสูง, สีเขียว=ระดับความเสี่ยงปานกลาง และสีเหลือง=ขึ้นกับปัจจัยอื่น

รูปที่ 1.36 ระดับความเสี่ยงต่อการเกิด (ก) โรคมาลาเรีย และ (ข) โรคไข้เลือดออก

ในอนาคตในจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(ที่มา: ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยฯ, 2554)

- การคาดการณ์การระบาดของโรคมาลาเรียภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทยที่มีความแตกต่างกันระหว่างสถานการณ์แบบ A2 ที่เน้นการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจเป็นหลักและ B2 ที่เน้นความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม โดยการสร้างแบบจำลองถดถอยไม่เป็นเส้นตรงแบบผสม พบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2555-2563 (ค.ศ.2012-2020) อุบัติการณ์ระบาดของมาลาเรียที่ได้จากสถานการณ์แบบ A2 มีแนวโน้มสูงขึ้น (อุบัติการณ์เฉลี่ย 79,703 คนต่อปี) และสำหรับสถานการณ์แบบ B2 อุบัติการณ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและจากนั้นจึงลดลงอย่างต่อเนื่อง (อุบัติการณ์เฉลี่ย 40,407 คนต่อปี) ในการศึกษาที่ผู้วิจัยได้พยายามชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของนโยบายที่จะพยายามลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกซึ่งจะเป็นผลให้สามารถลดอัตราการระบาดของมาลาเรียได้ ทั้งนี้แบบจำลองดังกล่าวสามารถนำไปใช้กับระบาดของโรคที่มียุงเป็นพาหะ ได้แก่ ไข้เลือดออก หรือโรคระบาดอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับภูมิอากาศได้ (Pinichka et al, 2013)

ผลการศึกษาข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ในอนาคตนั้นการระบาดของโรคมาลาเรียและไข้เลือดออกมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทางด้านภูมิอากาศ ซึ่งเป็นลักษณะของการระบาดติดต่อกันในเชิงพื้นที่อย่างไรก็ตาม ยังมีปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ที่มีผลกระทบต่อระบาดของโรค เช่น การข้ามเขตแดน

ระหว่างประเทศของประชากร ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เป็นต้น ซึ่งเป็นประเด็นที่ต้องตระหนัก และนำมาร่วมวิเคราะห์ในการป้องกัน และแก้ไขปัญหาการระบาดของโรคระบาดในอนาคต

1.1.7 การท่องเที่ยว

การท่องเที่ยวเป็นภาคส่วนสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในลักษณะต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนและรูปแบบการกระจายของฝนรายปี ตลอดจนอุณหภูมิและปัจจัยที่สำคัญทางสมุทรศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่ายังมีไม่มีการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการท่องเที่ยวของประเทศไทยอย่างเต็มรูปแบบ แต่กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาได้จัดทำการประเมินความเสี่ยงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและความเปราะบางต่อคลัสเตอร์ทางการท่องเที่ยว ทั้ง 14 คลัสเตอร์ซึ่งมีรูปแบบความเสี่ยงแตกต่างกันไป การศึกษาความเสี่ยงของภูมิอากาศในอนาคตภายใต้สถานการณ์จำลองลักษณะภูมิอากาศในสองช่วงเวลา ได้แก่ ค.ศ.2020-2029 (พ.ศ.2563-2572) และ ค.ศ.2050-2059 (พ.ศ.2593-2602) โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศอนาคตจากแบบจำลอง GCM ECHAM4 ภายใต้เงื่อนไขการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 ทั้งนี้ พื้นที่ที่มีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยตรงมีแนวโน้มจะเป็นพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวมาก เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีโอกาสได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์ และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ, 2552)

- การท่องเที่ยวทางทะเลบริเวณชายฝั่งอันดามัน
ในช่วงอนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2020-2029; พ.ศ.2563-2572) การท่องเที่ยวทางทะเลในจังหวัดพังงา ภูเก็ต และกระบี่ จะได้รับประโยชน์จากการมีฤดูฝนที่สั้นลง ทำให้การดำเนินกิจกรรมกลางแจ้งสามารถทำได้ยาวนานขึ้นถึง 4 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม ปัญหาด้านการขาดแคลนน้ำที่เป็นปัญหาสำคัญของพื้นที่มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอาจทวีความรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่ไม่มีแผนการรองรับเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำ โดยระยะเวลาของฤดูฝนที่มีแนวโน้มลดลงในอนาคตคาดว่าจะส่งผลกระทบต่อพื้นที่และผู้ประกอบการด้านการท่องเที่ยว
- การท่องเที่ยวทางทะเลบริเวณชายฝั่งอ่าวไทย
เป็นที่คาดการณ์ว่าในเกือบทุกจังหวัดบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยจะมีปริมาณฝนตกที่รุนแรงมากขึ้น โดยมีระยะเวลาที่ฝนตกมากขึ้นถึงประมาณ 2 สัปดาห์ในช่วงอนาคต 20 ปีข้างหน้า และอาจเพิ่มสูงขึ้นถึง 4 สัปดาห์ในอีก 50 ปีข้างหน้า โดยปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลกระทบโดยตรงต่อการท่องเที่ยวที่มีกิจกรรมกลางแจ้ง
- การท่องเที่ยวเชิงเกษตรภาคตะวันออก
สวนผลไม้ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในจังหวัดระยองจันทบุรี และตราด คาดว่าจะมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในบริเวณดังกล่าว และมีระดับอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงฤดูหนาวไม่เปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบันมากนัก ส่งผลดีต่อพื้นที่ เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวมีความสำคัญต่อการติดดอกของผลไม้หลาย ๆ ชนิด อย่างไรก็ตาม มีความเป็นไปได้ที่พื้นที่ที่มีความชื้นมากจะยังคงต้องเผชิญกับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน ขณะที่ในพื้นที่ลุ่มมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมขัง

- การท่องเที่ยวทางในพื้นที่ป่าและการท่องเที่ยวผจญภัยบริเวณคาบสมุทรทางตอนล่างของภาคใต้ แหล่งท่องเที่ยวในบริเวณพื้นที่ป่าซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชันและบริเวณเชิงเขาบรรทัดและสันกาลาคีรี คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากแนวโน้มปริมาณฝนตกที่รุนแรงมากขึ้น เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลันและการเกิดดินถล่ม โดยเฉพาะในจังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง สตูล สงขลา ยะลา และปัตตานี
- การท่องเที่ยวเชิงนิเวศในภาคเหนือ แหล่งท่องเที่ยวในกลุ่มนี้ ได้แก่ แหล่งน้ำพุร้อนและแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติและป่าสงวนแห่งชาติ โดยในหลายพื้นที่มีลักษณะเป็นป่าผลัดใบแล้ง จึงมีโอกาที่จะเกิดไฟป่าสูงในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงหน้าแล้ง ที่โดยอิทธิพลของสภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศคาดว่าจะส่งผลให้ภาคเหนือของประเทศมีระดับอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น 2-3°C ในอีก 20 ปีข้างหน้า จำนวนวันที่มีอากาศเย็น (มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15°C) คาดว่าจะลดลง 5-10 วันต่อปี และลดลงมากกว่า 20 วันในอีก 50 ปีข้างหน้า โดยบริเวณภูเขาของจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ และเชียงราย มีแนวโน้มมีจำนวนวันเย็นลดลงมากกว่า 60 วัน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านเอกลักษณ์การท่องเที่ยวแม้ว่าจำนวนวันที่ฝนตกหนักอาจไม่เปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบันมากนัก แต่ในบางจังหวัดของภาคเหนือคาดว่าจะมีปริมาณน้ำฝนรายปีเพิ่มขึ้น 200 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มเนื่องจากปริมาณน้ำสะสม ประกอบกับแผนการระบายน้ำของพื้นที่ดังกล่าวยังไม่เหมาะสม ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร
- การท่องเที่ยวทางด้านวัฒนธรรม ซากดึกดำบรรพ์ และวิถีชีวิตชุมชน คลัสเตอร์การท่องเที่ยวนี้ประกอบด้วย กลุ่มท่องเที่ยวอารยธรรมล้านนา วิถีชีวิตลุ่มแม่น้ำภาคกลาง มหัศจรรย์เส้นทางบุญ อารยธรรมอีสานใต้ เลียบฝั่งแม่น้ำโขงและเส้นทางไดโนเสาร์ ซึ่งมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม จะต้องตระหนักถึงความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมที่อาจมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ทางตอนล่างของแม่น้ำชี แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำแม่กลอง แต่เนื่องจากปัญหาน้ำท่วมจะไม่ใช้ประเด็นใหม่ของพื้นที่ ดังนั้น จึงประมาณการณ์ในขั้นต้นว่า แหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ดังกล่าวจะยังมีขีดความสามารถในการรับมือกับปัญหาน้ำท่วมหากเกิดขึ้นได้
- แหล่งท่องเที่ยวมรดกโลกและการท่องเที่ยวเชิงเกษตรบริเวณตอนล่างของภาคเหนือและทางตอนบนของภาคกลาง เป็นที่คาดการณ์ว่าปริมาณฝนรายปีในพื้นที่นี้จะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ยกเว้นทางภาคตะวันตกของประเทศ ที่ติดกับเทือกเขาตะนาวศรี บริเวณชายแดนประเทศไทยและพม่า ซึ่งมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้น 300 มิลลิเมตรต่อปี ประกอบกับอุณหภูมิที่ร้อนขึ้น จะทำให้คลัสเตอร์การท่องเที่ยวมีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าและการสูญเสียระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงการเกิดน้ำท่วมฉับพลันและน้ำท่วมบริเวณที่ลุ่มที่มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น แต่จะไม่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการท่องเที่ยวมากนัก อย่างไรก็ตาม จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศที่มีความสลับซับซ้อน และมีความเป็นเอกลักษณ์ของพื้นที่

การประเมินความไวต่อภาวะเสี่ยงและความเสี่ยงของคลัสเตอร์ทางการท่องเที่ยวต่อสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตได้ใช้ข้อมูลอุณหภูมิตามวิทย์ ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณฝนรวมรายปี และการกระจายของฝน จำนวนวันฝนตก รายปี ลักษณะลม และคลื่น ประกอบกับลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะทางกายภาพและกิจกรรมการท่องเที่ยว เพื่อประเมินความเสี่ยงของคลัสเตอร์ทางการท่องเที่ยวทั้ง 14 คลัสเตอร์ ทั้งนี้ได้มีการกำหนดกลยุทธ์และแผนงานเพื่อเตรียมตัวรับมือกับความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งจะเน้นในเรื่องการเพิ่มความยืดหยุ่นของคลัสเตอร์ต่อผลกระทบและยังคงสภาพที่เหมาะสมเพื่อให้ยังสามารถใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยวต่อไปได้ (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์ และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ, 2552)

ตารางที่ 1.2 การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและความเปราะบางของคลัสเตอร์การท่องเที่ยวที่เกี่ยวข้อง (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์ และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ, 2552)

คลัสเตอร์การท่องเที่ยวที่เกี่ยวข้อง	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
มหัตตวรรษเส้นทางบุญ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
อารยธรรมอีสานใต้	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
มหัตตวรรษสองสมุทร	ต่ำ	ต่ำ	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง

1.1.8 ภาครุทริกิจอุตสาหกรรรม

โดยทั่วไปภาครุทริกิจอุตสาหกรรรมเป็นสาขาที่มีความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสาขาเศรษฐกิจอื่น ๆ (IPCC, 2007) การวิเคราะห์ความเสี่ยงและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในมิติทางกายภาพที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อประกอบการของภาครุทริกิจอุตสาหกรรรมไทย (ไม่รวมการศึกษาผลกระทบในมิติของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก) โดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางด้านภูมิอากาศที่สำคัญ (ประกอบด้วยฝน อุณหภูมิ และลม) ประมวลเป็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของภูมิอากาศของประเทศไทย โดยพิจารณาโอกาสที่จะเกิดผลกระทบทางด้านกายภาพ เช่น ความแห้งแล้ง น้ำท่วม การสูญเสียพื้นที่ชายฝั่ง และดินถล่ม ซึ่งภาครุทริกิจอุตสาหกรรรมมีโอกาสได้รับผลกระทบอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเช่นเดียวกับภาคส่วนอื่น ๆ ของประเทศ ไม่ว่าจะเป็นจากการเปลี่ยนแปลงในส่วนในระดับ

อุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มสูงขึ้น แบบแผนและปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำซึ่งเป็นหนึ่งในวัตถุดิบหลักในขั้นตอนกระบวนการผลิต รวมถึงโอกาสที่จะเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติภาวะน้ำท่วม หรือการเกิดลมพายุที่มีความถี่หรือระดับความรุนแรงมากขึ้น ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่และสาขาอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีโอกาสได้รับผลกระทบนั้น ๆ เป็นต้น (สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ, 2554)

- การศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยง/ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในมิติทางกายภาพ (Physical Effects) ที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อประกอบการของภาคอุตสาหกรรมไทย ซึ่งได้นำผลการสร้างภาพจำลองภูมิอากาศในอนาคต (ประกอบด้วยฝน อุณหภูมิ และลม) ประมวลเป็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของภูมิอากาศของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งโอกาสที่จะเกิดผลกระทบทางด้านกายภาพ เช่น ความแห้งแล้ง น้ำท่วม การสูญเสียพื้นที่ชายฝั่ง และดินถล่ม พิจารณาร่วมกับแหล่งที่ตั้งและลักษณะการกระจายตัวของอุตสาหกรรมในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย เพื่อศึกษาว่าภาคอุตสาหกรรมหลักของประเทศมีการเปิดรับหรือมีโอกาสได้รับผลกระทบ (Exposure) จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากหรือน้อยเพียงใด ร่วมกับการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity) ของภาคอุตสาหกรรมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลจากลักษณะจำเพาะของภาคอุตสาหกรรมที่มีความแตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นจากการใช้ปัจจัยการผลิต อาทิเช่น น้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยการผลิตพื้นฐานของภาคอุตสาหกรรม ปัจจัยการผลิตชั้นกลาง (เกษตร ประมง ปศุสัตว์) และกระบวนการผลิต รวมถึงเงื่อนไขของการตั้งและรูปแบบของสถานประกอบการ และการลงทุน การพึ่งพิงและความพร้อมด้านระบบโครงสร้างพื้นฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างอุตสาหกรรมต่าง ๆ ภายในห่วงโซ่คุณค่าที่มีความเชื่อมโยงกัน และประมวลและวิเคราะห์เป็นระดับความเสี่ยง (Potential Risk) ซึ่งผลการศึกษาพบว่า หลายสาขาอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศมีระดับความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับที่สูงกว่ากลุ่มอุตสาหกรรมอื่น ๆ โดยเป็นผลมาจากปัจจัยสำคัญทางด้านความอ่อนไหว (Sensitivity) ของภาคอุตสาหกรรมนั้น ๆ เป็นสำคัญ การวิเคราะห์สามารถจัดกลุ่มอุตสาหกรรม 16 สาขาอุตสาหกรรมหลักของประเทศออกตามระดับความเสี่ยงจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในเชิงเปรียบเทียบ ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ดังตารางด้านล่าง (สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ, 2554)

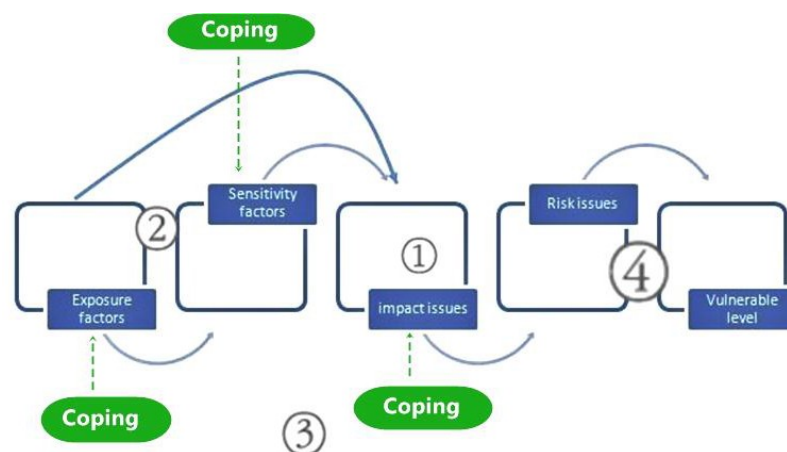
ระดับความเสี่ยงที่มีโอกาสได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	กลุ่มอุตสาหกรรม
ระดับสูง (H)	5 สาขาอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์, อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ กระดาษ และสิ่งพิมพ์, อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม, อุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ยาง และอุตสาหกรรมอาหาร
ระดับปานกลาง (M)	5 สาขาอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า, อุตสาหกรรมยานยนต์, อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, อุตสาหกรรมพลาสติก และอุตสาหกรรมปิโตรเคมี
ระดับต่ำ (L)	6 สาขาอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมเซรามิก, อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์, อุตสาหกรรม

ระดับความเสี่ยงที่มีโอกาสได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	กลุ่มอุตสาหกรรม
	ไม้และเครื่องเรือนไม้, อุตสาหกรรมยา, อุตสาหกรรมรองเท้าและผลิตภัณฑ์หนัง และอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ

อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ระบุว่า การประเมินระดับความเสี่ยงที่ภาคอุตสาหกรรมมีโอกาสดได้รับในบริบทการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ยังไม่รวมถึงการประเมินขีดความสามารถในการรับมือของสาขาอุตสาหกรรม (Coping Capacity) เนื่องจากข้อจำกัด คือ ขีดความสามารถในการรับมือในแต่ละสาขาอุตสาหกรรมเป็นผลมาจากหลากหลายปัจจัย ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังมีความสลับซับซ้อนและสามารถพิจารณาได้ในขอบเขตและหลากหลายระดับของการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน

1.2 การศึกษาเพื่อออกแบบและพัฒนาแบบกรอบแนวคิดและวิธีการศึกษาและประเมินความเสี่ยงของพื้นที่และภาคส่วนต่าง ๆ

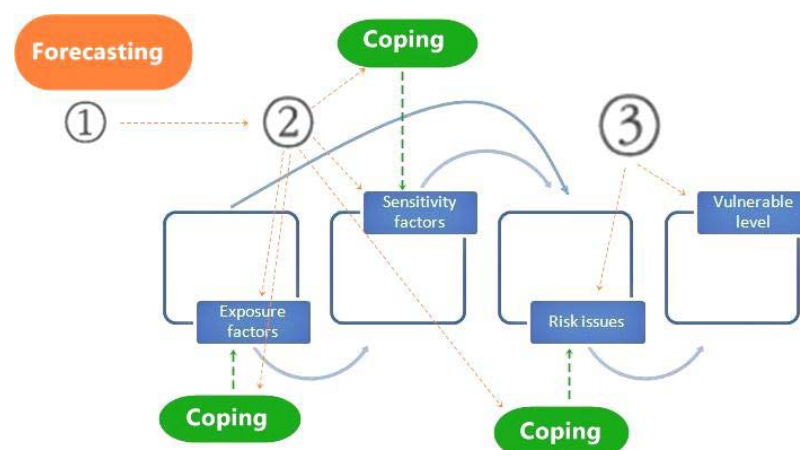
- ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ (2555) ได้ทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงและความเปราะบางต่อภูมิอากาศ โดยใช้กรอบการวิเคราะห์ของ ESC Model การนำข้อมูลบริบทของภาคส่วนการพัฒนา/ประเด็นสำคัญ รวมทั้งบริบททางภูมิอากาศเข้าสู่โครงสร้างของ ESC Model



รูปที่ 1.37 โครงสร้างกรอบวิเคราะห์ ESC Model สำหรับการวิเคราะห์ด้วยบริบทในปัจจุบัน
(ที่มา: ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ, 2555)

การวิเคราะห์ด้วยบริบทปัจจุบัน จะเริ่มจากการพิจารณาผลกระทบ (impacts) พิจารณาไปหาต้นเหตุพร้อมจำแนกประเภทของปัจจัยเหตุเป็น 2 ประเภทคือ ปัจจัยเปิดรับ (exposure factors) และปัจจัยความอ่อนไหว(sensitivity factors) จากนั้นจะพิจารณาความเป็นไปได้ในการเกิดประเด็นความเสี่ยงต่าง ๆ (risk issues) และระดับความร้ายแรงของความเสี่ยงแต่ละประเด็น ขั้นตอนต่อไปคือ การพิจารณากลไกรับมือ (coping mechanisms) ว่ามีการใช้ในตำแหน่งใดบ้าง ตอบสนองปัจจัยใดบ้าง แล้วจึงระบุระดับความล่อแหลมเปราะบาง (vulnerable level) ของแต่ละประเด็นความเสี่ยง รวมทั้งความล่อแหลมเปราะบางโดยรวม

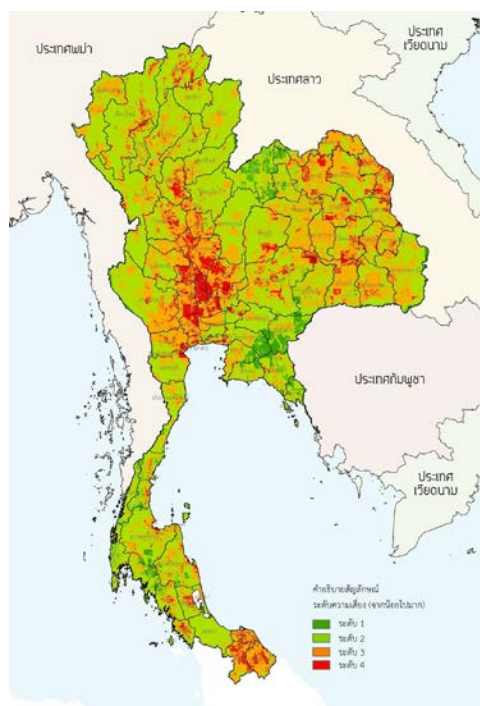
การวิเคราะห์ด้วยบริบทปัจจุบัน จะเป็นลักษณะการสร้างทฤษฎีแบบอุปมาน (induction) คือวิธีการหาเหตุจากผล ซึ่งเป็นหนึ่งในสองวิธีสำหรับการสร้างทฤษฎีในศาสตร์แขนงต่าง ๆ การอุปมานเป็นการรวบรวมข้อเท็จจริงจากปรากฏการณ์ที่ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ตรวจสอบได้ ในทางสถิติจะเรียกว่าการสรุปความจีย่อยเพื่อนำไปสู่ความจริงหลัก อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์นี้ จะใช้วิธีอนุมาน (deduction) ในบางส่วน ซึ่งเป็นการตั้งสมมติฐานเบื้องต้นแล้วตรวจสอบหาข้อมูลสนับสนุนเพื่ออธิบายตามหลักเหตุและผลแบบตรรกวิทยา (วิธีสร้างทฤษฎีแบบที่สอง)



รูปที่ 1.38 โครงสร้างกรอบวิเคราะห์ ESC Model สำหรับการวิเคราะห์ด้วยบริบทในอนาคต
(ที่มา: ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ, 2555)

การวิเคราะห์ด้วยบริบทในอนาคต จะเริ่มจากการพิจารณาชุดข้อมูลตามโครงสร้าง ESC Model ซึ่งเป็นผล การวิเคราะห์ด้วยบริบทในปัจจุบัน จากนั้น เป็นการคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคตของ ปัจจัย 3 ประเภท คือ exposure factors – sensitivity factors – coping mechanisms (ESC) ใน ระยะเวลาประมาณ 30 ปี ซึ่งปัจจัยทางภูมิอากาศเป็นส่วนหนึ่งในนั้น การคาดการณ์ปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากปัจจัยทางภูมิอากาศ จะพิจารณาประเด็นบางส่วนที่มีนัยสำคัญต่อการสร้างการเปลี่ยนแปลง ในท้ายสุด เมื่อสรุปแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย ESC ได้แล้ว จะทำการวิเคราะห์ และระบุแนวโน้ม ความเสี่ยงและความเปราะบาง กล่าวโดยสรุป การวิเคราะห์บริบทปัจจุบันและบริบทอนาคตจะเป็น ลักษณะของเหตุและผลที่สืบเนื่องกันไปเป็นกระบวนการ

- ปุ่น และคณะ (2557) ได้ริเริ่มและพยายามออกแบบและพัฒนาแบบจำลองประเมินความเสี่ยงของเมืองในประเทศไทยเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการความเสี่ยงและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยนำกรอบแนวคิดด้านผังเมืองมาประยุกต์ใช้ในบริบทการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งจะพิจารณาปัจจัยที่ก่อให้เกิดความล่อแหลมต่อเมือง และปัจจัยที่จะช่วยให้เมืองมีความล่อแหลมน้อยลงและมีความมั่นคงยั่งยืนสูงขึ้น โดยวิธีการศึกษาได้วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยในด้านต่าง ๆ อันได้แก่ น้ำท่วม ดินถล่ม ภัยแล้ง และหมอกควัน ซึ่งอาศัยข้อมูลสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยหลักโดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน ผลการศึกษาได้ระบุถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงภัยด้านต่าง ๆ ในภาพรวมทั้งประเทศ และได้พิจารณาตัวชี้วัดด้านผลกระทบต่อชีวิตของประชาชน อันได้แก่ ความหนาแน่นของประชากร เนื่องจากพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูงจะส่งผลกระทบต่อความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินตามมาด้วย สำหรับความเสียหายต่อทรัพย์สินได้พิจารณาตัวชี้วัดด้านผลิตภัณฑ์จังหวัดต่อหัว เนื่องจากเหตุการณ์ต่าง ๆ จะส่งผลให้กิจกรรมด้านเศรษฐกิจชะงัก ซึ่งเป็นผลให้สูญเสียรายได้ทั้งต่อรายได้ครัวเรือน และรายได้ภาพรวมของจังหวัดนำไปสู่การอธิบายสมการความเปราะบางของเมือง ซึ่งการศึกษาดังกล่าวได้ทำการจำแนกปัจจัยความสามารถในการรับมือกับภัยพิบัติของเมืองโดยยกกรณีศึกษาของเมืองเชียงราย โดยพิจารณาปัจจัย 2 ด้าน คือ 1) ลักษณะโครงสร้างทางกายภาพ ได้แก่ คุณภาพที่อยู่อาศัย การใช้ระบบสื่อสาร พื้นที่ชลประทาน การเข้าถึงระบบขนส่งทางบก และการใช้ระบบพลังงานทดแทน และ 2) ความเข้าใจของภาครัฐ ได้แก่ การวางแผนผังเมือง การสนับสนุนความรู้จากสถาบัน นโยบายจากภาครัฐ และความเข้มแข็งของผู้นำ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาจากงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นแนวคิดของแบบจำลอง (proof of concept) ดังกล่าวสามารถใช้งานได้จริง แต่การศึกษาเพื่อระบุว่าแต่ละพื้นที่มีระดับความเปราะบางเชิงพื้นที่ในระดับใด จะต้องมีการศึกษาเชิงลึกต่อไป นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังระบุว่า อุปสรรคของการดำเนินงานนั้น พบว่า ข้อมูลเชิงพื้นที่นั้นมียุ่อย่างจำกัด แม้ว่าจะเป็นข้อมูลในระดับจังหวัดก็ตาม



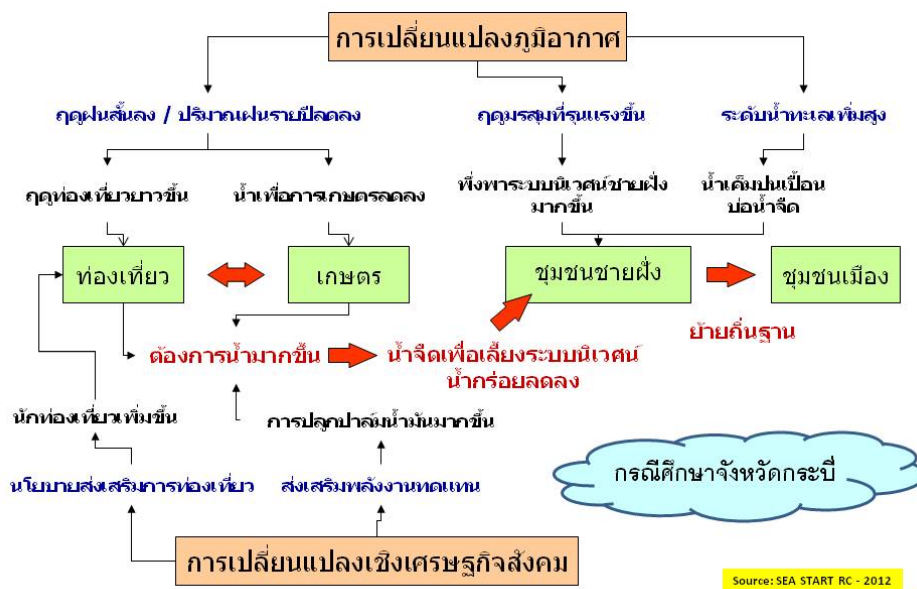
รูปที่ 1.39 ระดับความเสี่ยงจากภัยพิบัติทุกด้าน (ที่มา: ปุ่น และคณะ, 2557)

1.3 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเชิงพื้นที่แบบองค์รวม

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้กลายเป็นประเด็นสำคัญในหัวข้อการที่กำลังถกเถียงกันสำหรับการพัฒนาในปัจจุบัน Keskinen et al (2010) ได้ยกตัวอย่างงานวิจัยที่ดำเนินการศึกษาในลุ่มน้ำโขง เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่ได้ทำการศึกษามลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบสหสาขาวิชา (multidisciplinary) โดยการวิจัยเน้นถึงผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศและระบบสังคมในลุ่มน้ำโขง และข้อค้นพบจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นเรื่องที่ไม่ควรที่จะแยกศึกษาโดยเอกเทศ โดยยกตัวอย่างการศึกษาแบบสหวิทยาในแม่น้ำโขง ซึ่งนอกจากปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อสภาพอุทกวิทยาของแม่น้ำโขง ได้แก่ การพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากและส่งผลกระทบให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงมากกว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ บทความดังกล่าวยังสรุปว่า การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศควรได้รับการขยายมุมมองให้กว้างขึ้น โดยต้องพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยที่แตกต่างในระดับพื้นที่และเวลาต่าง ๆ และประเด็นสำคัญคือ การทำความเข้าใจว่า การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งการคำนึงถึงการปรับตัวนั้น นอกจากการพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแล้วยังจะต้องรวมไปถึงบริบททางสังคมและการเมืองทั้งในปัจจุบันและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคตด้วย

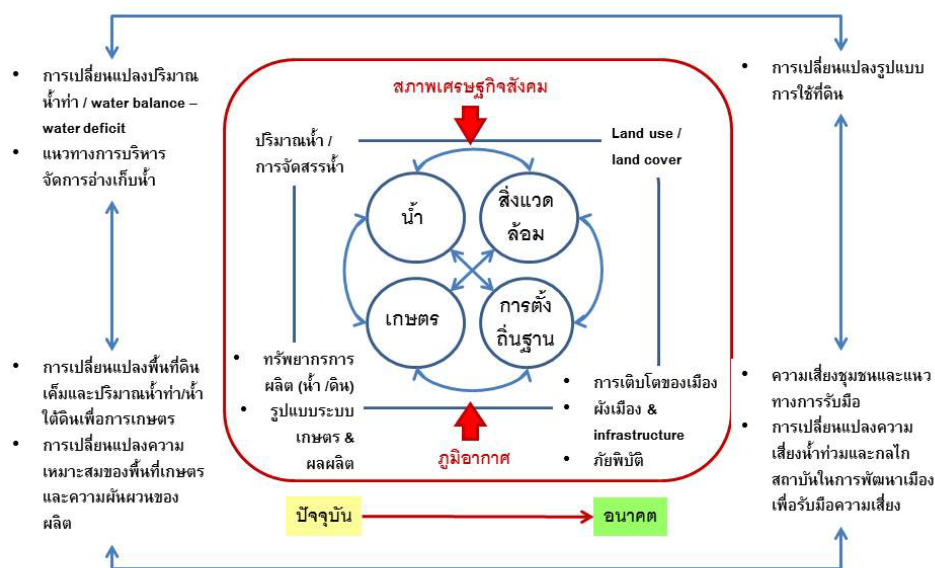
- การศึกษาด้านการประเมินความเสี่ยง ความเปราะบาง และความสามารถในการปรับตัวในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลโดยการประเมินในภาพรวม ควรที่จะต้องคำนึงถึงความเชื่อมโยงประเด็นทางด้านกายภาพตลอดไปจนถึงประเด็นด้านสังคมและเศรษฐกิจ ภายใต้แนวคิดที่ว่า ชุมชนต่าง ๆ หรือ ภาคส่วนต่าง ๆ จะมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่แตกต่างกัน และจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในรูปแบบหรือวิธีการที่แตกต่างกันด้วย ทั้งนี้การดำเนินการเพื่อรับมือกับผลกระทบของภูมิอากาศที่ฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดดำเนินการไปอาจส่งผลสืบเนื่องถึงภาคส่วนอื่น ๆ ได้ กรณีศึกษาบริเวณจังหวัดกระบี่เพื่อพัฒนากรอบความคิดด้านการทำความเข้าใจต่อความเสี่ยงของระบบสังคมในพื้นที่โดยพิจารณาความเชื่อมโยงระหว่างภาคส่วนและหน่วยสังคมต่าง ๆ ได้พิจารณาถึงความเสี่ยงของชุมชนและพื้นที่ชายฝั่ง โดยประเมินผลสืบเนื่องที่ตามมาจากการเปลี่ยนแปลงในอนาคตซึ่งอาจส่งผลข้ามภาคส่วนหรือพื้นที่ซึ่งมีรูปแบบระบบนิเวศหรือการดำเนินชีวิตของผู้คนในพื้นที่นั้น ๆ ที่แตกต่างกัน การคาดการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในปี พ.ศ.2573 (ค.ศ.2030) พบว่า ปริมาณฝนมีแนวโน้มลดลงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น ระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อชุมชนและภาคส่วนต่าง ๆ ของจังหวัดกระบี่ กล่าวคือ ภาคการเกษตรซึ่งจะได้รับผลกระทบจากปริมาณฝนที่ลดลง และการกระจายตัวของฝนที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำที่มีใช้เพื่อการเกษตรลดลง ภาคการท่องเที่ยวอาจได้รับผลดีจากจำนวนวันฝนตกที่ลดลงและฤดูมรสุมที่สั้นลง ซึ่งอาจจะทำให้จำนวนวันที่สามารถทำกิจกรรมท่องเที่ยวทางทะเลได้มากขึ้น และสำหรับชุมชนชายฝั่งมรสุมที่อาจจะมีการกำลังแรงขึ้นและระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น จะส่งผลกระทบต่อช่วงเวลาที่เขาประมงจะออกทะเลเพื่อจับสัตว์น้ำได้ลดลง ส่งผลกระทบต่อรายได้หลักครัวเรือน อีกทั้งผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งอันเนื่องมาจากลมมรสุมที่รุนแรงประกอบกับการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจะทำให้พื้นที่อยู่อาศัยของชุมชนชาวประมงชายฝั่งลดลง นอกจากนี้ บ่อน้ำสำหรับชุมชนที่จะนำมาใช้เพื่อการบริโภค ซึ่งอาจจะถูกปนเปื้อนกรณีระดับน้ำทะเลสูงขึ้นและรุกล้ำเข้ามายังพื้นที่ชายฝั่ง (Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008 and Chinvano, 2013)

การมองภาพองค์รวมของสังคมกับความเสี่ยงในอนาคต



1-101

งานวิจัยประเด็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในด้านผลกระทบ ความเปราะบางและการปรับตัว เท่าที่ได้มีการสำรวจเอกสารเกือบทั้งหมดเป็นการศึกษาแบบรายภาคส่วน และเชิงพื้นที่เป็นหลัก ส่วนใหญ่จำกัดอยู่เฉพาะบางสาขาวิชา และยังไม่ได้มีการคิดวิเคราะห์เชิงระบบและแบบองค์รวม (System approach and Holistic view) ซึ่งนำไปสู่ข้อจำกัดในการวางนโยบายและยุทธศาสตร์ระดับชาติในการที่จะกล่าวถึงและนำเสนอประเด็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอย่างเป็นรูปธรรม อีกทั้งยังไม่ได้มีการรวบรวมประเด็นด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศลงในแผนงานของกระทรวง และ/หรือแผนพัฒนาจังหวัดหรือแผนพัฒนาชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว จึงทำให้สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้ให้การสนับสนุนชุดโครงการวิจัยในกรอบงานวิจัยในลักษณะเชิงพื้นที่แบบองค์รวมในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี-ลุ่มน้ำห้วยหลวงชั้นในชื่อชุดโครงการ” การจัดการความเสี่ยงเชิงพื้นที่จังหวัดอุดรธานีต่อสภาพอากาศแปรปรวนในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต กรณีศึกษา ภาคส่วนทรัพยากรน้ำ ภาคการเกษตร และชุมชนเมือง ชุมชนชนบท” ซึ่งชุดโครงการดังกล่าวมีที่มาจากการกระบวนการพัฒนากรอบโจทย์การศึกษาวิจัยด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีการมองภาพบริบทเชิงพื้นที่แบบองค์รวม เพื่อสนับสนุนการศึกษาวิจัยลักษณะหลากหลายสาขาวิชา (inter-multi-disciplinary) ที่จะช่วยพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ในสาขาวิชาต่าง ๆ สร้างองค์ความรู้และเสริมสร้างความเข้าใจและความตระหนักของฝ่ายวางแผนนำไปสู่การรวบรวมแนวคิดนี้เข้าสู่การปรับปรุงและจัดทำแผนพัฒนาจังหวัด/ยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดที่มีความคงทนและยั่งยืนภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงด้านภูมิอากาศและเศรษฐกิจสังคมในอนาคตระยะยาว ซึ่งผลจากการศึกษาวิจัยจากชุดโครงการเหล่านั้น จะนำมาสังเคราะห์รวมให้เห็นความเชื่อมโยงและผลสืบเนื่องข้ามภาคส่วนเป็นเชิงองค์รวม นำไปสู่การพัฒนาองค์ความรู้เพื่อเสริมสร้างศักยภาพการปรับตัวของระบบสังคมนิเวศในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยหลวง จังหวัดอุดรธานี และเพื่อบูรณาการข้อเสนอแนะยุทธศาสตร์การปรับตัวที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเข้ากับการจัดทำแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาของจังหวัดให้มีความยั่งยืนและสอดคล้องกับบริบทในอนาคต (ศุภกร, 2557)



รูปที่ 1.41 การจัดการความเสี่ยงเชิงพื้นที่จังหวัดอุดรต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอนาคต

1.4 การประเมินช่องว่างกลไกเชิงสถาบันเพื่อรวบรวมการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ช่องว่างกลไกเชิงสถาบันในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เป็นประเด็นที่มีสำคัญต่อการวางแผนพัฒนา / แผนยุทธศาสตร์ในระดับท้องถิ่นจนถึงระดับประเทศ แผนการปรับตัวลดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตจะไม่สามารถเกิดเป็นรูปธรรมได้ เนื่องจากมีช่องว่างระหว่างกลไกการวางแผนระดับท้องถิ่นกับนโยบายภาครัฐ ดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบันทำให้สถาบันในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในพื้นที่ศึกษาไม่สามารถสนองตอบต่อการปรับตัวและรับมือกับความเปลี่ยนแปลงได้

งานศึกษาวิจัยเพื่อประเมินช่องว่างกลไกเชิงสถาบันในบริบทของการวางแผนเมืองต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยใช้กรณีศึกษาอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นชุมชนที่มีความเป็นเมืองชายฝั่งที่มีความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการพัฒนาเมืองที่สูง พบว่า การวางแผนกลไกสถาบันที่เหมาะสมเพื่อรวบรวมการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการวางแผนพัฒนาเมือง มี 3 แนวทาง ได้แก่ 1) ผสานความร่วมมือระหว่างองค์กรของภาครัฐ 2) ปรับปรุงยุทธศาสตร์ และ 3) วางแผนการจัดตั้งหน่วยงานส่วนกลางภายใต้การกำกับดูแลขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดยมีหน้าที่และอำนาจในการจัดการเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมจะทำให้ชุมชนสามารถรวบรวมประเด็นการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการวางแผนพัฒนาเมืองในระยะยาว (คุณวุฒิ, 2557)

1.5 สรุป

แนวคิดด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องมาในช่วง 3 ทศวรรษที่ผ่านมา ซึ่งอาจพิจารณาได้เป็น 3 ระยะคือ ระยะแรก เป็นแนวคิดที่เน้นด้านการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและหาแนวทางการปรับตัวโดยเป็นการตอบสนองต่อผลกระทบนั้น และมีเป้าหมายที่จะลดผลกระทบนั้นลงจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ระยะที่สอง เป็นแนวคิดที่เริ่มคิดถึงประเด็นความเสี่ยงและความเปราะบางเชิงสังคมมากขึ้น และหาแนวทางการปรับตัวเพื่อลดความเสี่ยงและภาวะเปราะบางของสังคมภายใต้การเปลี่ยนแปลงในอนาคตลง ระยะที่สาม แนวคิดด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ขยายขอบเขตครอบคลุมประเด็นความเสี่ยงของภาคส่วนและสังคมภายใต้ภาวะอากาศแปรปรวนปัจจุบัน และพยายามนำเงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศประกอบกับการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจสังคมในอนาคตมาทำการประเมินความเสี่ยงและภาวะเปราะบางของสังคม ซึ่งอาจจะต้องพิจารณาในประเด็นผลสืบเนื่องที่อาจเกิดขึ้นข้ามภาคส่วนระหว่างกันด้วย และจับประเด็นการปรับตัวในเชิงของทิศทางยุทธศาสตร์ที่จะสร้างความมั่นคงให้แก่ภาคส่วนต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคตมากขึ้น โดยพิจารณาครอบคลุมเข้ากับแผนงานต่าง ๆ

สำหรับการศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยเท่าที่ผ่านมา นั้น อาจกล่าวได้ส่วนใหญ่แล้วยังเป็นการศึกษาที่อยู่บนฐานของแนวคิดด้านการปรับตัวในระยะที่หนึ่งและระยะที่สอง โดยมุ่งงานศึกษาที่ว่าด้วยผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ศึกษาเป็นรายภาคส่วนเป็นส่วนมาก และงานศึกษาเกือบทั้งหมดยังไม่ได้จับประเด็นพลวัตด้านเศรษฐกิจและสังคมในฐานะที่เป็นตัวกำหนดความเสี่ยงและภาวะเปราะบางของภาคส่วนหรือสังคมที่ศึกษา อีกทั้งเป็นเงื่อนไขของการปรับตัวของสังคมในพื้นที่ต่าง ๆ

1.6 เอกสารอ้างอิง

- กรสิริ ศรีนิล, นุจิรินทร์ จังชันท์, ธารพร ยืนยงค์, กัลย์ธีรา คันทา, อัญธิกา ตนมิตร และเนตรนภา พุ่มห่าน. 2557. การเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญในจังหวัดเชียงรายจากผลกระทบของสภาวะภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง. สัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง ประจำปี 2557 ณ โรงแรมแกรนด์ ฮิลล์ รีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดนครสวรรค์, 25-26 มีนาคม 2557. หน้า 211-224.
- กิริพัฒน์ พชรพิชชากร และ สมปรรารถนา ฤทธิ์พริ้ง. 2555. การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในประเทศไทย. วิศวกรรมลาดกระบัง 56 29 (3): 55-60.
- เกริก ปั่นแห้งเพชร, วินัย ศรีวัด, สมชาย บุญประดับ, สุกิจ รัตนศรีวงษ์, สหัชชัย คงทน, สมปอง นิลพันธ์, อิศระ พุทธสิมมา, ปรีชา กาเพชร, แคทลียา เอกอุ่น, วิภารัตน์ ดำริห์ตระกูล, ชินนุชา บุคตาบุญ, และกึ่งแก้ว คุณเขต. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ “โครงการผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย. เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2551. การศึกษาสถานการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- คุณวุฒิ อังครตันพิชัย. 2557. กลไกสถาบันเพื่อควมรวมการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการวางแผนพัฒนาเมือง: กรณีศึกษา อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ. การประชุมวิชาการ ประจำปี 2557 Built Environment Research Associates Conference; BERAC 5, 23 พฤษภาคม 2557. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: หน้า 359-364.
- เฉลิมรัฐ แสงมณี. 2552. ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อปริมาณน้ำที่สามารถนำมาใช้ในลุ่มน้ำชี. วารสารวิจัย มข. 14(7): 601-610.
- ณัฐพงษ์ พัฒนพงษ์, โสมรศมิ จันทรรัตน์, ปรีสาร รักวาทิน และธนสิน ถนอมพงษ์พันธ์. 2557. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการศึกษากลไกการบริหารจัดการความเสี่ยงของภาคส่วนเกษตรต่อสภาวะรุนแรงโดยระบบประกันภัยพิพล: กรณีศึกษาระบบเพาะปลูกข้าว. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- ณัชวิทย์ ดิกุล และสิปปพงศ์ ทองดี. 2558. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาการพัฒนารูปแบบชุมชนและที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้น้อยในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อรับมือกับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกรณีศึกษาน้ำท่วม. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- ธารินี รามสูต และประติมา นิ่มเสมอ. 2556. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการบ้านพักอาศัยพื้นที่ถิ่นกับความสามารถในการรับมือต่อความเสี่ยงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ: กรณีศึกษาชุมชนริมน้ำ อ.เสนา จ. พระนครศรีอยุธยา. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- นุจิรินทร์ จังชันท์, ปิยะพันธ์ ศรีคุ้ม, กรสิริ ศรีนิล, ธารพร ยืนยง และกัลย์ธีรา คันทา. 2557. ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการระบาดของโรคข้าว จังหวัดเชียงรายและพะเยา. สัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง ประจำปี 2557 ณ โรงแรมแกรนด์ ฮิลล์ รีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดนครสวรรค์, 25-26 มีนาคม 2557: 104-109.

บริษัทเทสโก้จำกัด. 2555. โครงการวิเคราะห์สถานการณ์จำลอง ผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบน. เสนอต่อ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ปรีชา กาเพชร และเกริก ปั่นแห่งเพชร. 2555. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย: พื้นที่ศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์. แกนเกษตร 40 ฉบับพิเศษ 3: 83-91.

ปุ่น เทียงบุรณะธรรม. 2557. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการออกแบบและการพัฒนาแบบจำลองประเมินความเสี่ยงของเมืองในประเทศไทยเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการความเสี่ยงและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (ระยะที่ 1 การพัฒนาแบบจำลองต้นแบบ). เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาแห่งประเทศไทย. 2558. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาการปรับตัวของเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

วนรัตน์ กรอิสานกุล. 2556. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ แนวทางการวางแผนด้านผังเมืองเพื่อรองรับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: กรณีศึกษาปัญหาน้ำท่วมและแนวทางการจัดการน้ำท่วมในเขตผังเมืองรวมพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

วิเชียร เกิดสุข, สหสชัย คงทน และอรรถชัย จินตะเวช. 2547. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวในทุ่งกุลาร้องไห้. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2547.

วิเชียร เกิดสุข และวชิราพร เกิดสุข. 2549. การศึกษาความเปราะบางและการปรับตัวของเกษตรกรชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้.

วิเชียร เกิดสุข, ศุภกร ชินวรรณ และพรวิไล ไทโพธิ์ทอง. 2554. รายงานผลการวิจัย โครงการประเมินผลกระทบ ความเสี่ยง ความล่อแหลมเปราะบาง และแนวทางการปรับตัวของระบบการเกษตรและสังคมเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต: กรณีศึกษาลุ่มน้ำ ชี-มูล. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

วิเชียร เกิดสุข, พชรินทร์ ฤชวรารักษ์ และ นายกฤติภาส วิชาโคตร. 2555. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการปรับตัวของเกษตรกรชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

ศรีอาภา คงดี. 2553. การวิเคราะห์ความเสี่ยงของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตกระบือในเขตพื้นที่จังหวัดชัยนาทและนครสวรรค์. ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร 12(1): 50-61.

ศุภกร ชินวรรณ. 2557. การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับยุทธศาสตร์การพัฒนา. โครงการสร้างองค์ความรู้เพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ กรณีศึกษาจังหวัดอุดรธานีและลุ่มน้ำห้วยหลวง. สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อคลังอาหารท้องถิ่นของประเทศไทย. เสนอต่อ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, กรุงเทพฯ.

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553. แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศของโลกการผันผวนของราคาพลังงาน และวิกฤตอาหารของโลก. เสนอต่อ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2555. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษามาตรการที่เหมาะสมเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2556. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการอนุวัติสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2557. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการความเป็นไปได้และความถี่ของการเกิดอุทกภัยดินถล่มจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/ ภาวะโลกร้อน: พื้นที่ศึกษาภาคเหนือ. เสนอต่อ กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สมชาย บุญประคับ, สุกิจ รัตนศรีวงศ์, วินัย ศรีวัต, ปรีชา กาเพชร, แคทลียา เอกอุ้น, วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล, อิศระ พุทธิสิมมา และเกริก ปั่นแห่งเพชร. 2552. ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตพืชไร่หลักสามชนิดประเทศไทย. วารสารวิจัย มช. 14(7): 629-649.

สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553. รายงานฉบับสุดท้าย Climate Change การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ภายใต้โครงการเตรียมการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11. เสนอ สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม โครงการย่อยที่ 2 การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคอุตสาหกรรมและมาตรการรองรับผลกระทบ. เสนอต่อ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สนิท วงษา, ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิชย์ และเกรียงไกร ตรียุทธวิทยา. 2552. ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อพฤติกรรมทางชลศาสตร์และความเค็มของแม่น้ำท่าจีน. บทความวิชาการใน The 4th THAICID National SYMPOSIUM, 19 มิถุนายน 2552 โรงแรมมิราเคิลแกรนด์, กรุงเทพฯ.

สหัชไชย คงทน, วินัย ศรวัต และ สุกิจ รัตนศรีวงษ์. 2547. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกต่อการผลิตข้าวโพด อ้อย และมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย: พื้นที่ศึกษา จังหวัดขอนแก่น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.seaclimatechange.org/Content/Document/Paper_T/SEA%20START%20RC_Doc_001T_2004.pdf.

สายัณห์ สุดดี, อัศมน ลิ้มสกุล และนายวุฒิชัย แพงแก้ว. 2557. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ ความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในภาคใต้ของประเทศไทยที่มีผลต่อการผลิตยางพารา. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

สมพร อิศวิลานนท์, สุวรรณา ประณีตวาทกุล และ ชนาพร คำวงศ์. 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัย การประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อการผลิตข้าวในประเทศไทย. เสนอต่ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

สิทธิพงษ์ ศุภผลา. 2553. ผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มีต่อสภาพทางชลศาสตร์และความเค็มบริเวณอ่าวไทย. วิทยาศาสตร์บูรณาการฉบับพิเศษ, กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุจิตต์ คุณนกุลวงศ์. 2553. สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงของไทยและผลกระทบต่อด้านน้ำ. หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการจัดการแหล่งน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

หลุยส์ เลอเบล และชนกันต์ จิตมนัส (บรรณาธิการ). 2558. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเพาะเลี้ยงสัตว์
น้ำในภาคเหนือของไทย: การประเมินความเสี่ยงและทางเลือกในการปรับตัว. โครงการอควาแดป. หน่วย
วิจัยสังคมและสิ่งแวดล้อม, คณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อัศมน ลิ้มสกุล, สายัณห์ สดุดี และวุฒิชัย แพงแก้ว. 2557. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศกับผลผลิตยางพาราในพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย 28(2-3): 67-77.

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.

Apiratikorn, S., Sdoodee, S., Lerslerwong, L. and Rongsawat, S. 2012. The Impact of Climatic Variability on Phenological Change, Yield and Fruit Quality of Mangosteen in Phatthalung Province, Southern Thailand. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 46:1 – 9.

Apiratikorn, S., Sdoodee, S. and Limsakul, A. 2014. Climate-related Changes in Tropical-fruit Flowering Phases in Songkhla Province, Southern Thailand. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 7(15): 3150-3158.

- Babel, M.S., Agarwal, A., Swain, D.K., and Herath, S. 2011. Evaluation of climate change impacts and adaptation measures for rice cultivation in Northeast Thailand. *Climate Research*, 46: 137-146.
- 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.
- Burton, I., Hug, S., Lim, B., Pilifosova, O. and Schipper, E.L.F. 2002. From impacts assessment to adaptation priorities: The shaping of adaptation policy. *Climate Policy*, 2(2-3): pp 145-159.
- 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., Souvannalath, S., Lersupavithnapa, B., Kerdsuk, V., and Thuan, N. 2006. Strategies for managing climate risks in the lower Mekong River basin. *In* Leary, N, Adejuwon, J., Barros, V., Burton, I., Kulkarni, J. and Lasco, R. (eds). *Climate Change and Adaptation*. Earthscan, London.
- Chinvanno, S., Boulidam, S., Inthavong, T., Souvannalath, S., Lersupavithnapa, B., Kerdsuk, V., and Thuan, N.T.H. 2006. Climate change risk and vulnerability of rain-fed rice farmers in the lower Mekong River. *In* Leary, N., Conde, C., Kulkarni, J., Nyong, A. and Pulhin, J. (eds). *Climate Change and Vulnerability*. Earthscan, London.
- 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* Leary, N., Conde, C., Kulkarni, J., Nyong, A. and Pulhin, J. (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* Leary, N., Adejuwon, J., Barros, V., Burton, I., Kulkarni, J. and Lasco, R. (eds). *Climate Change and Vulnerability*. Earthscan, London.
- Chinvanno, S. 2013. A holistic approach to climate change vulnerability and adaptation assessment: Pilot study in Thailand. *Adaptation Knowledge Platform, Partner Report Series No.4*. Stockholm Environment Institute, Bangkok. [Online]. Available at: www.asiapacificadapt.net or www.weADAPT.org.
- Chinvanno, S. and Kerdsuk, V. 2013. Mainstreaming Climate Change into Community Development Strategies and Plans: A Case Study in Thailand. *Adaptation Knowledge Platform, Partner Report Series No.5*. Stockholm Environment Institute, Bangkok.. [Online]. Available at: www.asiapacificadapt.net or [weADAPT.org](http://www.weADAPT.org).

- Chulalongkorn. 2013. The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Dam Operation Analysis). Research Report submitted to JIID, February.
- Dutta, D. and Niu, S. 2005. Impacts of Sea Level Rising on Flooding in Coastal Cities: A Case Study in Bangkok, Thailand. *SEISAN KENKYU*, 57(4): 334-337. [Online]. Available on: https://www.jstage.jst.go.jp/article/seisankenkyu/57/4/57_4_334/_article
- Eastham, J., Mpelaskoka, F., Mainuddin, M., Ticehurst, C., Dyce, P., Hodgson, G., Ali, R., and Kirby, M. 2008. Mekong River Basin Water Resources Assessment: Impacts of Climate Change. CSIRO: Water for a Healthy Country National Research Flagship. Handmer, J.W. and Dovers, S.R. 1996. A topology of resilience; Rethinking institutions for sustainable development. *Organization and Environment*, 9(4): pp 482-511.
- Handmer, J.W. and Dovers, S.R. 1996. A topology of resilience; Rethinking institutions for sustainable development. *Organization and Environment*, 9(4): pp 482-511.
- Hellmuth, M., Osgood, D., Hess, U., Moorhead, A., and Bhojwani, H. 2009. Index insurance and climate risk: Prospects for development and disaster management. International Research Institute for Climate and Society, Columbia University, New York.
- Hug, S. and Reid H. 2004. Mainstreaming adaptation in development. *IDS Bulletin*, 35(3): 15-21.
- IPCC. 2014. Summary for Policymakers. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.
- 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, Guatemala: pp. 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.
- Karuppaiah, V. and Sujayanad, G.K. 2012. Impact of Climate Change on Population Dynamics of Insect Pests. *World Journal of Agricultural Sciences*, 8 (3): 240-246.
- Kelly, P.M. and Adger, W.N. 2000. Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. *Climate Change*, 47(4): 325-352.

- Keskinen, M., Chinvanno, S., Kumm, M., Nuorteva, P., Snidvongs, A., Varis, O. and Vastila, K. 2010. Climate change and water resources in the Lower Mekong River Basin: putting adaptation into the context. *Journal of Water and Climate Change*; 01.2: 103-117.
- Kulpraneet, A. 2013. Coastal household adaptation cost requirements to sea level rise impacts. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 18:285-302.
- Koch, M. 2008. Challenges for future sustainable water resources management in the face of climate change. [Online]. Available at http://www.unikassel.de/fb14/geohydraulik/koch/paper/2008/Nakon_Pathom/Climate_Change_Groundwater.pdf.
- Kure, S. and Tebakari, T. 2012. Hydrological impact of regional climate change in the Chao Phraya River Basin, Thailand. *Hydrological Research Letters* 6: 53–58.
- Linnerooth-Bayer J, Mechler R. 2005. Financial Strategies for Managing the Economic Impacts of Natural Disasters. Module of the on-line Natural Disaster Risk Management Program training course of the World Bank.
- 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.
- Monech, M. 2007. Adapting to climate change and risks associated with other natural hazard: Methods for moving from concepts to action. *In* Moench, M. and Dixit, A. (eds). *Working with the Wind of Change*. Havana, Cuba, 19-21 June 2002; United Nations Development Programme, New York.
- Mott MacDonald, Southeast Asia START Regional Center and Panya consultant. 2011. National Final Report: Hydro-Agronomic-Economic Model for Mekong River Basin and Local Adaptation in Thailand. World Bank.
- 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.
- Ogata T., Valeriano, O.C.S., Yoshimura C., Liengcharernsit, W. and Hirabayashi Y. 2012. Past and future hydrological simulations of Chao Phraya river basin. *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser.B1 (Hydraulic Engineering)*, 68(4): I_97 - I_102.
- 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.
- Parry M.L. O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson, (eds.) 2007. *Climate change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 976 p.

- Pinichka, C., Bhaktikul, K., Sucharitakul, S., and Bundhamcharoen, K. 2013. Malaria epidemics under climate change scenarios in Thailand. *J. Environ. Res.*, 35(2): 1-11.
- Pratoomchai, W., Kazama, S., Hanasaki, N. and Ekkawatpanit C. 2014. A projection of groundwater resources in the Upper Chao Phraya River basin in Thailand. *Hydrological Research Letters*, 8(1):20–26.
- Panya Consultants. 2009. Final Report Climate Change Impact and Adaptation Study for Bangkok Metropolitan Region. World Bank.
- Raks Thai Foundation and CARE Deutschland-Luxemburg e.V. 2013. Climate Vulnerability and Capacity Analysis Report: The South of Thailand. Building Coastal Resilience to Reduce Climate Change Impact in Thailand and Indonesia Project (BCR CC). Bangkok, Thailand.
- Ribot, J.C., Najam, A., and Watson, G. 1996. Climate variation, vulnerability and sustainable development in the semi-arid tropics. *In* Ribot, J.C., Magalhaes, A.R. and Panagides, S.S. (eds). *Climate Variability, Climate Change and social Vulnerability in the Semi-Arid Tropics*. Cambridge University Press, Cambridge, pp13-17.
- Rojruntavee, 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.
- Saraphirom, P., Wirojanagud, W. and Srisuk, K. 2013a. Impact of climate change on waterlogging and salinity distributions in Huai Khamrian subwatershed, NE Thailand. *Environ Earth Sci*, 70: 887–900.
- Saraphirom, P., Wirojanagud W. and Srisuk K. 2013b. Potential Impact of Climate Change on Area Affected by Waterlogging and Saline Groundwater and Ecohydrology Management in Northeast Thailand. *Environment Asia*, 6(1): 19-28.
- Schipper, E.L.F. 2006. Conceptual history of adaptation to climate change under UNFCCC. *Review of European Community and International Environmental Law (RECIEL)*, 15(1): 82-92.
- Schipper, E.L.F. and Burton, I. 2009. Understanding adaptation: Origins, concepts, practice and policy. *In* E. Lisa F. Schipper and Ian Buton (eds). *Adaptation to Climate Change*. Earthscan, London.
- Smit, B., Burton, I., Klien, R.J.T., and Wandel, J. 2000. An anatomy of adaptation to climate change and vulnerability. *Climate Change*, 45(1): 223-251.
- Smithers, J. and Smit, B. 1997. Human adaptation to climate variability and change. *Global Environmental Change*, 7(2): 129-146.
- Sojisuporn, S., Sangmanee, C and Wattayakorn, G. 2013. Recent estimate of sea-level rise in the Gulf of Thailand. *Maejo Int. J. Sci. Technol.*, 7 (Special Issue): 106-113.

- 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.
- Southeast Asia START Regional Center and WWF. 2008. Climate change impacts in Krabi province, Thailand. [Online]. *Available from:* http://assets.panda.org/downloads/thailand_full_final_report.pdf.
- Tachikawa, Y., Wichakul, S. and Yorozu, K. 2012. Rainfall-Runoff Simulation for the 2011 Flood in Thailand and Water Resources Prediction Research under a Changing Climate. *In* 2012 AIT-NUS-ITB-KU Join Symposium on Human Security Engineering, Bangkok, Thailand, November 19-20, 2012.
- 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.
- UNDP. 2002. A climate risk management approach to disaster reduction and adaptation to climate change. Summary of the UNDP Expert Group Meeting 'Integrating Disaster Reduction and Adaptation to Climate Change'. Havana, Cuba, 19-21 June 2002; United Nations Development Programme, New York.
- UNDP-UNEP. 2011. Mainstreaming Climate Change Adaptation into Development Planning: A Guide for Practitioners. UNDP-UNEP Poverty-Environment Facility, Nairobi, Kenya.

ตารางท้ายบทที่ 1

งานวิจัย เอกสาร บทความ ที่ไม่เข้าตามหลักเกณฑ์สำหรับการทบทวนความรู้และความเข้าใจเรื่อง การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในครั้งนี้

ภาคส่วน/ระบบ	รายชื่อบทความ/ งานวิจัย/ โครงการ
เกษตรกรรม	• กรสิริ ศรีนิล, นุจรินทร์ จังชันท์, ธราพร ยืนยงค์, กัลย์ธีรา คันทา, อัญธิกา ดนมิตร และ เนตรนภา พุ่มห่าน. 2557. การเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญในจังหวัดเชียงรายจากผลกระทบของสภาวะภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง. สัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง ประจำปี 2557 ณ โรงแรมแกรนด์ ฮิลล์ รีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดนครสวรรค์, 25-26 มีนาคม 2557. หน้า 211-224. • ชมชวน บุญระหงษ์ และ อิสราพร อุจะนา. 2553. รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาการปรับตัวของเกษตรกรรายย่อยจากการปรับเปลี่ยนสภาพอากาศ. เสนอต่อ Oxfam GB, ประเทศไทย. • นุจรินทร์ จังชันท์, ปิยะพันธ์ ศรีคุ้ม, กรสิริ ศรีนิล, ธราพร ยืนยงค์ และ กัลย์ธีรา คันทา. 2557. ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการระบาดของโรคข้าว จังหวัดเชียงรายและพะเยา. สัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง ประจำปี 2557 ณ โรงแรมแกรนด์ ฮิลล์ รีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดนครสวรรค์, 25-26 มีนาคม 2557: 104-109. • ณรงค์ พลธิกร. 2556. โครงการการปรับตัวของการทำเกษตรกรรมจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก: จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. • พุทธพล สุวรรณชัย. (ไม่ปรากฏปี). การจัดการประมงทะเลในภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศด้วยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. • ภาสกร ธรรมโชติ และวีระศักดิ์ คงฤทธิ์. 2556. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ การปรับตัวของระบบการผลิตยางพาราต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในเขตภาคใต้ตอนบน. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. • ศิริพร วรกุลดำรงชัย, เตือนใจ ดุลจินดาชาพร, ชมภู จันท์, วีรภูมิ ชูตินันท์กุล, อรวินท์ ชูศรี, มัลลย์พร เชื้อบัณฑิต, วีรญา เต็มปีติกุล, หทัยรัตน์ การิเวทย์ และ วรณา เลาวกุล. (ไม่ปรากฏปี). รายงานผลงานวิจัย เรื่องศึกษารูปแบบการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี. โครงการพัฒนาและส่งเสริมความร่วมมือเครือข่ายนักวิจัยสิ่งแวดล้อม ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. • สมหมาย เลิศนา. 2557. การเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระบบการผลิตข้าวหน้าฝนอย่างยั่งยืนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2557, 19-21 มีนาคม 2557 ณ

ภาคส่วน/ระบบ	รายชื่อบทความ/ งานวิจัย/ โครงการ
	โรงแรมรอยัลแม่โขง อ.เมือง จ.หนองคาย, กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 176-188. ● Nara, P., Mao, Guan-Guay and Yen, Tsair-Bor. 2014. Climate Change Impacts on Agricultural Products in Thailand: A Case Study of Thai Rice at the Chao Phraya River Basin. APCBEE Procedia 8: 136-140. [Online]. Available on: www.sciencedirect.com
ทรัพยากรน้ำ	● เกรียงศักดิ์ ภิระไร. 2555. การติดตามผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำบาดาล. ศูนย์ปฏิบัติการและติดตามสถานการณ์ด้านน้ำบาดาล, กรมทรัพยากรน้ำบาดาล.
ระบบนิเวศวิทยาและชีวกายภาพ	● จงรัก วัชรินทร์รัตน์. 2554. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกกับการพัฒนาและการใช้ประโยชน์ไม้ยืนต้น. แก่นเกษตร 39 ฉบับพิเศษ 2: 27-30.
	● บริษัท เทสโก้ จำกัด. 2558. รายงานฉบับสุดท้าย ฉบับสมบูรณ์ โครงการเสริมสร้างความร่วมมือระดับภูมิภาคในการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.
ชุมชน เมือง และโครงสร้างพื้นฐาน	● กสิณา ลิ้มสมานพันธ์. 2555. รายงานกรณีศึกษา บทบาทของป่าชุมชนบ้านห้วยวินเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบ้านห้วยวิน อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ประเทศไทย. ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งชาติภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก (RECOFTC), กรุงเทพฯ. ● ปาริชาติ วิสุทธิสมาจาร, อรัญ งามผ่องใส, อุมพร มณีแนม, ปาริฉัตร สิงห์ศักดิ์ตระกูล, กมลวรรณ มิตรมุสิกและพัชรินทร์ เสริมการดี. 2553. ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยการประเมินความเปราะบาง / ความเสี่ยงด้านภูมิอากาศของพื้นที่อำเภอดงหลวง จังหวัดสงขลา. โครงการเครือข่ายเมืองในเอเชียเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (ACCCRN), สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรุงเทพฯ. ● มูลนิธิฟื้นฟูชีวิตและธรรมชาติ, มูลนิธิพิทักษ์ธรรมชาติเพื่อชีวิต และเครือข่ายชุมชนลุ่มน้ำโขง จังหวัดอุบลราชธานี. 2555. ชุมชนริมน้ำโขง ณ อุบลราชธานี: รายงานการศึกษาโดยชุมชนว่าด้วยศักยภาพในการปรับตัวจากโครงการขนาดใหญ่และสภาวะโลกร้อน. มูลนิธิไฮนริก เบิลล์ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้, กรุงเทพฯ. ● มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2554. ยุทธศาสตร์การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเมืองหาดใหญ่. โครงการเครือข่ายเมืองในเอเชียเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรุงเทพฯ ● มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2558. การประเมินความเปราะบางของเมืองอุดรธานีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Urban Climate Vulnerability Assessment) ภายใต้โครงการเสริมสร้างการรับมือของเมืองกับการ

ภาคส่วน/ระบบ	รายชื่อบทความ/ งานวิจัย/ โครงการ
	เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Mekong-Building Climate Resilient Asian Cities: M-BRACE). สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรุงเทพฯ. [Online]. Available on: http://thaicityclimate.org/document/การประเมินความเปราะบาง/ ● มุลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2558. การประเมินความเปราะบางของเมืองที่เกิดต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Urban Climate Vulnerability Assessment) ภายใต้โครงการเสริมสร้างการรับมือของเมืองกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Mekong-Building Climate Resilient Asian Cities: M-BRACE). สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรุงเทพฯ. [Online]. Available on: http://thaicity-climate.org/document/การประเมินความเปราะบาง-2/ ● ยรรยง อินทร์ม่วง. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์ การวิเคราะห์ความเสี่ยง ความเปราะบาง และการปรับตัวของชุมชน ในพื้นที่สาธิตกระบวนการวางแผนการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มยัง ประเทศไทย. คณะกรรมการแม่น้ำโขง (Mekong River Commission: MRC). ● วรกรกร ไม้เรียง, ھرรษา วัฒนานุกิจ, สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์, และอภินิติ โชติสังกาศ. 2553. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและงานวิศวกรรมเชิงลาด. วิศวกรรมสาร 63(1): 43-50. ● Bennett, N.J., Dearden, P., Murray, G., and Kadfak, A. 2014. The capacity to adapt?: communities in a changing climate, environment, and economy on the northern Andaman coast of Thailand. Ecology and Society 19(2): 5. [Online]. Available on: http://dx.doi.org/10.5751/ES-06315-190205
สุขอนามัย	● สรันยา เองพระพรหม และพรชัย สิทธิศรีธัญกุล. 2554. อหิวาตกโรค กับผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง. วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข 5(1): 9-17. ● สุพัตรา ทองรุ่งเกียรติ, เสฏฐวุฒิ แก้ววิเศษ และสมชัย บวรกิตติ. 2552. ภาวะโลกร้อนกับมาลาเรีย. วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข 3(4): 506-511. ● Chamnam A. 2012. Climate Change and Mosquito Vectors. J Trop Med Parasitol. 2012; 35:78-85.

บทที่ 2: การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของการตั้งถิ่นฐานที่ มั่นคงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Resilient Settlement to Climate Change)

ผ.ศ.วิจิตรบุษบา มารมย์¹ / ผ.ศ.วนรัตน์ กรอิสราณกุล² / ร.ศ.ณัชวิทย์ ติกุล³

ประเด็นสำคัญประการหนึ่งที่ต้องคำนึงเมื่อคิดถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ คือ ชีวิตและความเป็นอยู่ของคนจำนวนมากนั้นมีแนวโน้มที่จะตกอยู่ภายใต้ความเสี่ยงที่เปลี่ยนไปเนื่องจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการตั้งถิ่นฐาน (human settlement) อันรวมไปถึงระบบโครงสร้างพื้นฐาน สภาพแวดล้อมทางกายภาพ สิ่งแวดล้อมเมือง โครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมเมือง รวมถึงการบริหารจัดการที่เหมาะสม ซึ่งการตั้งถิ่นฐานในอดีตนั้นได้มีการนำปัจจัยทางภูมิอากาศเข้ามาผนวกเป็นแนวคิดในการกำหนดที่ตั้งเสมอ กล่าวคือ การเลือกทำเลที่ตั้งชุมชนต่าง ๆ นั้นจะต้องมีความเหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และทรัพยากรธรรมชาติในบริเวณนั้น โดยให้สอดคล้องกับการดำเนินชีวิตของผู้คนในสังคม ซึ่งชุมชนในแต่ละพื้นที่ก็ต่างมีภูมิวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน และชุมชนต่าง ๆ ก็ยังต้องเรียนรู้ที่จะจัดการกับสภาพอากาศที่รุนแรงอีกด้วย แต่เมื่อระบบสังคมและเศรษฐกิจได้เปลี่ยนแปลงไป การพัฒนาทางเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และกิจกรรมทางเศรษฐกิจเสริมสร้างความมั่งคั่งของสังคมมนุษย์ ทำให้การตั้งถิ่นฐานในอดีตที่จำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศได้ถูกลดทอนความสำคัญลง โดยมีการจัดการต่าง ๆ ตลอดจนการใช้แนวทางทางวิศวกรรมต่าง ๆ เข้ามาช่วยเสริมให้ชุมชนสามารถจัดการกับความเสี่ยงต่าง ๆ ให้อยู่ในระดับดำเนินวิถีสังคมไปได้ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีแนวโน้มที่จะมีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคตเป็นความท้าทายใหม่ต่อความมั่นคงของการตั้งถิ่นฐาน และก่อให้เกิดความจำเป็นในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของการตั้งถิ่นฐานที่มั่นคงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (resilience settlement) ซึ่งจะต้องพิจารณาในบริบทของการตั้งถิ่นฐานในระดับต่าง ๆ ได้แก่ ระดับมหานคร (megacity) ระดับเมืองขนาดเล็ก (small city หรือ town) และ ระดับชุมชน-ครัวเรือน (community-household) โดยทำความเข้าใจถึงบริบทที่แตกต่างกันนี้ในแง่ของความแตกต่างของความซับซ้อนของระบบสังคม กระบวนการวางแผนและการตัดสินใจ ตลอดจนการจัดหาทรัพยากรเพื่อขับเคลื่อนการปรับตัว

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีแนวโน้มที่จะผลักดันให้ประเทศไทยตกอยู่ในภาวะเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพอากาศที่แตกต่างไปจากปัจจุบัน โดยเฉพาะภาวะความเสี่ยงจากน้ำท่วมซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจและสังคมไทยเป็นอย่างมาก โดยภาวะน้ำท่วมอาจมีแนวโน้มที่จะมีความเสี่ยงสูงมากขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต นอกจากนั้นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมมักจะเป็นบริเวณที่ราบลุ่มและชายฝั่งทะเลซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินหนาแน่นทั้งเพื่อการตั้งถิ่นฐาน การทำการเกษตร อุตสาหกรรม ตลอดจนการคมนาคมขนส่งต่าง ๆ ดังนั้นเมื่อเกิดน้ำท่วมจึงก่อให้เกิดความเสียหายทั้งในระดับพื้นที่และสภาพเศรษฐกิจและสังคมโดยรวมของประเทศ การเตรียมการเพื่อรับมือต่อผลกระทบของเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

¹ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

² คณะคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

³ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2.1 การเสริมสร้างเมืองให้มีความมั่นคง (urban resilience) และทนทาน (robustness) ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ผ.ศ.วิจิตรบุษบา มารมย์

การเติบโตของชุมชนเมืองและมหานครในประเทศกำลังพัฒนานั้น มีผลทำให้เกิดแรงกดดันต่อสภาพแวดล้อมธรรมชาติเพิ่มมากขึ้นและมีผลต่อการเกิดจนไปถึงลักษณะของความเสียหายทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ยิ่งไปกว่านั้น ลักษณะและความถี่ของภัยพิบัติอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านสิ่งแวดล้อมระดับโลก (global environmental change) ยังเพิ่มแรงกดดันต่อระบบสังคมและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย โดยที่ระบบสังคมและสิ่งแวดล้อมของชุมชนเมืองนั้นควรถูกพิจารณาไปควบคู่กัน เนื่องจากความแปรปรวน (disturbance) ของระบบหนึ่ง ย่อมส่งผลไปอีกระบบหนึ่งอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Blackburn and Marques, 2013) ดังนั้นความสำคัญต่อการออกแบบองค์รวมเพื่อรับมือกับความเสียหายต่อการตั้งถิ่นฐานและเมืองจึงมีความจำเป็น โดยการปรับใช้แนวความคิดการเพิ่มความมั่นคง (resilience) ซึ่งมีที่มาจากแนวความคิดการปรับตัว (adaptation) เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศระยะยาว โดยระบุไว้ว่าความเปราะบาง (vulnerability) ต่อภาวะภัย (hazard) นั้น คือ ความอ่อนไหวหรือความไวของมนุษย์ (human sensitivity) ต่อผลกระทบอันจะเกิดจากภาวะภัยนั้น ๆ และเป็นผลลัพธ์อันเนื่องมาจากปัจจัยที่มีความหลากหลาย หรือมิได้เป็นเพียงปัจจัยธรรมชาติเท่านั้น (Wisner et al, 2004) ความมั่นคง (resilience) คือความสามารถที่จะทนทานต่อผลกระทบของภาวะภัย โดยที่ระบบที่ได้รับผลกระทบจะสามารถทำหน้าที่ได้อย่างปกติต่อไป หรือสามารถปรับตัวเพื่อรับมือกับภาวะภัยที่มีได้คาดการณ์ไว้ได้ (Cutter et al, 2008) ทั้งนี้เมืองมั่นคง (urban resilience) นั้นคือ เมืองที่มีการพัฒนาศักยภาพของตนเองเพื่อรองรับกับสภาวะปัญหาอันอาจเกิดขึ้นกับโครงสร้างพื้นฐานและระบบทางด้านเทคนิค ตลอดจนทางด้านเศรษฐกิจ รวมไปถึงทางด้านสังคมในอนาคต โดยที่เมืองเองนั้นก็ยังคงดำรงไว้ซึ่งการทำหน้าที่ โครงสร้าง ระบบ และอัตลักษณ์ของตนเองตามปกติ ภายใต้กรอบการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยการพัฒนาศักยภาพของเมืองนั้น เมืองจะมีการพัฒนาอย่างองค์รวมมากขึ้น เพื่อลดทอนผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต เหล่านี้แสดงให้เห็นว่า แนวความคิดการสร้างความมั่นคงจึงสัมพันธ์กับแนวความคิดการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีความไม่แน่นอนในอนาคตระยะยาวได้

การปรับตัวเพื่อที่จะนำไปสู่ความเสริมสร้างความมั่นคงเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะยาวนั้น มีความจำเป็นต้องพิจารณาระบบของเมือง (urban system) และการตั้งถิ่นฐานแบบองค์รวมและเป็นการสัมพันธ์เชิงระบบ ซึ่งหลักการในการสร้างเมืองให้มั่นคง (urban resilience principle) นั้น ได้ถูกกำหนดจากหลายองค์กรในระดับนานาชาติ แต่ในที่นี้ของยกหลักการจากองค์กร ResilientCity กล่าวถึงหลักการการสร้างเมืองมั่นคง 6 ประการคือ

- 1) เมืองที่มีความหลากหลาย (diversity): การเพิ่มความหลากหลายของระบบต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของเมืองเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เมืองมีความสามารถในการอยู่รอดและฟื้นฟูกลับมาสู่สภาพปกติจากภาวะวิกฤติได้ โดยไม่เกิดภาวะล่มทั้งระบบหากระบบใดระบบหนึ่งไม่สามารถดำเนินต่อไปได้ ในที่นี้หมายถึง การเพิ่มความหลากหลายให้แก่การประกอบการ การดำเนินงานของสถาบันต่าง ๆ ความหลากหลายของแหล่งอาหาร และกิจการอุตสาหกรรม เป็นต้น
- 2) เมืองที่มีระบบที่ซ้ำซ้อน (redundancy): ภัยพิบัติมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดเพิ่มมากขึ้นอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นหมายความว่า เมืองและชุมชนเมืองมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างความมั่นคงเพื่อรับมือกับความถี่และความรุนแรงของภาวะภัยที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ด้วย การเพิ่มความซ้ำซ้อนของระบบโครงสร้างพื้นฐาน อันรวมถึง ระบบไฟฟ้า เชื้อเพลิง ระบบ

จัดการน้ำเสีย ระบบน้ำประปาและการจ่ายอาหาร จะช่วยให้มีระบบสำรองมาทดแทนในกรณีที่ระบบหนึ่งเกิดความเสียหาย ถึงแม้ว่าการเพิ่มความซับซ้อนของระบบจะไม่เป็นการส่งเสริมหรือสวนทางกับการสร้างประสิทธิภาพ (efficiency) ของการทำงานก็ตาม แต่ก็มีความจำเป็นในการเพิ่มความมั่นคงให้กับเมือง

- 3) เมืองที่มีระบบแยกส่วนและมีความอิสระขององค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบ (modularity and independence of system components): ความมั่นคงของเมืองจะเพิ่มมากขึ้น หากองค์ประกอบในระบบนั้นเองก็มีความอิสระมากพอที่เมื่อเกิดความเสียหายหรือไม่สามารถใช้งานได้ จะทำให้องค์ประกอบอื่น ๆ ของระบบมีโอกาสน้อยที่จะเสียหายตามไปด้วย
- 4) เมืองที่มีความไวต่อการตอบสนอง (feedback sensitivity): เกี่ยวกับความสามารถของระบบในการค้นหาและตอบสนองกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับองค์ประกอบของระบบเอง ถ้าระบบสามารถค้นหาและตอบสนองได้เร็ว ประสิทธิภาพในการรับมือและความมั่นคงทนทานของระบบก็จะดีขึ้น ระบบต่าง ๆ ควรมีส่วนสะท้อนกลับ (feedback loop) ที่กระชับ กล่าวคือ ความหนาแน่นของเมือง (urban density) เป็นรากฐานที่สำคัญของความกระชับของวงสะท้อนกลับ โดยที่ความหนาแน่นจะช่วยย่นระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูลและวัตถุดิบของระบบเมืองอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล
- 5) เมืองที่มีขีดความสามารถในการปรับตัว (capacity for adaptation): ความมั่นคงทนทานของเมืองจะเพิ่มขึ้นโดยสัมพันธ์กับการปรับตัวของระบบต่าง ๆ ของเมือง ซึ่งระบบโครงสร้างพื้นฐานที่ถูกออกแบบให้ปรับตัวรับมือกับสภาพที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วจะเพิ่มความมั่นคงให้แก่เมืองด้วยนั่นเอง
- 6) เมืองที่มีการบูรณาการและตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม (environmental responsiveness and integration): ความมั่นคงทนทานของเมืองจะเพิ่มขึ้นได้โดยระบบต่าง ๆ ของเมือง มีการบูรณาการและตอบสนองกับระบบธรรมชาติและทรัพยากรได้ กล่าวคือ จะไม่เป็นเพียงการลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการดูแลรักษาโครงสร้างพื้นฐานเท่านั้น แต่จะเป็นการลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับระบบอื่นเนื่องมาจากวิกฤติด้านสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอีกด้วย

นอกจาก การสร้างความมั่นคงให้กับเมือง โดยอาศัยหลักการข้างต้นแล้ว วิธีการที่จะนำไปสู่การสร้างเมืองให้มั่นคงยังต้องอาศัยกระบวนการใหม่ด้วย กล่าวคือแนวคิดการสร้างความมั่นคงให้กับเมือง (urban resilience) ในปัจจุบันนั้น ยังถูกพัฒนาไปสู่แนวคิดการปฏิรูปเมือง (urban transformation) เพื่อการพัฒนาเมืองให้ยั่งยืนในระยะยาว โดยที่มหานครหรือเมืองขนาดใหญ่ มักมีความสามารถหรือทางออกในการตอบสนองและรับมือกับผลกระทบของภาวะภัยที่มากกว่าความสามารถของเมืองหรือชุมชนขนาดเล็ก มหานครมีการพัฒนาทางออกโดยอาศัยนวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อบริหารจัดการความเสี่ยงและปรับตัว และถูกขับเคลื่อนด้วยโครงข่ายระดับนานาชาติ เช่น C40 และ UNISDR's global 'Making Cities Resilient' campaign (2010-2015) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม การขับเคลื่อนระดับนานาชาติดังกล่าวยังมีช่องว่างเชิงยุทธศาสตร์ที่สำคัญกับการขับเคลื่อนระดับมหานครต่าง ๆ ทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการสร้างความเข้าใจ (understanding) และองค์ความรู้ (knowledge) ในการบริหารจัดการความเสี่ยงของระดับเมืองนั่นเอง กล่าวคือ การขาดการกำหนดความหมายที่ร่วมกันถึงประเภทของการตั้งถิ่นฐาน และคุณภาพของข้อมูลระดับชาติที่แตกต่างกัน ที่มีอาศัยการประเมินและแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจากระดับโลก เหล่านี้เป็นจุดอ่อนที่สำคัญไม่เพียงต่อการเก็บข้อมูลของการตั้งถิ่นฐาน เช่น สำมะโนประชากรพื้นฐาน แต่ยังรวมไปถึงข้อมูลประชากรที่เปิดรับต่อภาวะภัย หรือได้รับผลกระทบต่อความเสี่ยงอันเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี และพิบัติภัย ยิ่งไปกว่านั้น ข้อมูลเชิงลึกและการกระจายตัวทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับคนยากจนในเมืองก็มักจะถูกประเมินค่าให้ต่ำเกิน

จริง การลดช่องว่างทางความเข้าใจและองค์ความรู้ของเมืองต่าง ๆ มีความสำคัญ เนื่องจากว่าระบบสังคมเมืองที่มีได้คาดหวังจากการพึ่งพิงทางสังคมเหมือนสังคมชนบท จึงจำเป็นต้องมีการปกครองเมือง (urban governance) ที่มีระบบอย่างสอดคล้องกันและตอบสนองดีพอ กล่าวคือ การไหลเวียนของข้อมูลที่ชัดเจน ระหว่างการวิจัย การวางแผน และการปฏิบัติ ซึ่งโดยเบื้องต้นจะขึ้นอยู่กับการปรับปรุงการเก็บ การบริหารจัดการ และการเทียบเคียงของการสังเกต วิธีการสร้างแบบจำลอง เครื่องมือ จนรวมไปถึง การเสริมสร้างการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และการสร้างความเข้าใจของสังคมเมืองไปพร้อม ๆ กัน (Pelling, 2003)

2.2 แรงขับเคลื่อนและความท้าทายที่ก่อให้เกิดความจำเป็นของการปรับตัวของการตั้งถิ่นฐานและเมือง

2.2.1 การตั้งถิ่นฐานและภาวะกดดันจากภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่จำเป็นต่อการพิจารณาในบริบทของการตั้งถิ่นฐานนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในระดับท้องถิ่น (local climate) ซึ่งเป็นแรงขับเคลื่อนให้เกิดรูปแบบความเสี่ยง (risk profile) ที่แตกต่างกันตามบริบทของท้องถิ่นนั้น ๆ โดยแรงขับเคลื่อนดังกล่าวสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทหลักอันได้แก่ แรงขับเคลื่อนจากปัจจัยภายนอกหรือปัจจัยโดยตรง (direct pressure) อันได้แก่ ปัจจัยทางภูมิอากาศและที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศ (climate and climate-related factor) เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน พายุ น้ำทะเลหนุน เป็นต้น และปัจจัยภายในหรือปัจจัยโดยอ้อม (indirect pressure) อันได้แก่ ปัจจัยด้านการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม เช่น โครงสร้างพื้นฐาน โครงสร้างสังคมและเศรษฐกิจ รวมไปถึงนโยบาย โดยปัจจัยภายในเหล่านี้เองเป็นตัวเร่งหรือตัวขยายผลของความเสี่ยงอันเกิดจากปัจจัยภายนอก ซึ่งในบางบริบทอาจจะเป็นตัวแปรหลักที่ทำให้ความเสี่ยงเปลี่ยนรูปแบบไป สำหรับปัจจัยภายนอกสามารถสรุปผลสืบเนื่องที่จะเกิดขึ้นกับการตั้งถิ่นฐานและชุมชนเมืองได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทั้งในปัจจุบันและอนาคตอันจะมีต่อ

อุตสาหกรรม การตั้งถิ่นฐานและสังคม และการมีปฏิสัมพันธ์กับมิติอื่น ๆ

ปรากฏการณ์ที่ขับเคลื่อนโดยปัจจัยภูมิอากาศ	สิ่งบ่งชี้ของผลกระทบ/ความเปราะบางในปัจจุบัน	มิติหรือแรงขับเคลื่อนอื่นๆ	การคาดการณ์ผลกระทบ/ความเปราะบางในอนาคต
(ก) การเปลี่ยนแปลงของระดับความรุนแรง (changes in extremes)			
พายุหมุนเขตร้อนที่รุนแรง (tropical cyclones) และคลื่นพายุซัดฝั่ง (storm surges)	การเสียชีวิตและความเสียหายจากน้ำท่วมและลม ความสูญเสียทางเศรษฐกิจ การขนส่ง การท่องเที่ยว โครงสร้างพื้นฐาน และประมง	การใช้ประโยชน์ที่ดินและความหนาแน่นประชากรในพื้นที่เสี่ยง น้ำท่วม การป้องกันน้ำท่วม ขีดความสามารถเชิงสถาบันในการบริหารจัดการน้ำท่วม	ความเปราะบางเพิ่มขึ้นในพื้นที่ชายฝั่งที่เสี่ยงต่อคลื่นพายุ ความเป็นไปได้ของผลกระทบต่อการตั้งถิ่นฐาน สุขภาพ การท่องเที่ยว ระบบเศรษฐกิจและระบบขนส่ง อาคาร และ โครงสร้างพื้นฐาน
ปริมาณฝนรุนแรง (extreme rainfall) และน้ำท่วมจากแม่น้ำ (riverine flood)	การกัดเซาะ/ดินถล่ม น้ำท่วมบนดิน การตั้งถิ่นฐาน ระบบขนส่ง และโครงสร้างพื้นฐาน	เช่นเดียวกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากคลื่นพายุซัดฝั่ง และรวมไปถึงระบบระบายน้ำ	เช่นเดียวกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากคลื่นพายุซัดฝั่ง และรวมไปถึงระบบระบายน้ำ

ปรากฏการณ์ที่ขับเคลื่อน โดยปัจจัยภูมิอากาศ	สิ่งบ่งชี้ของผลกระทบ/ความ เปราะบางในปัจจุบัน	มิติหรือแรงขับเคลื่อนอื่น ๆ	การคาดการณ์ผลกระทบ/ความ เปราะบางในอนาคต
คลื่นความร้อน (heat wave) และคลื่นอากาศ หนาว (cold wave)	สุขภาพมนุษย์ ความมั่นคง ทางสังคม ความต้องการการ ใช้พลังงาน การใช้น้ำและ บริการอื่น ๆ และโครงสร้าง พื้นฐาน	การออกแบบอาคาร และการควบคุม อุณหภูมิภายในอาคาร บริบทสังคม ชีต ความสามารถเชิง สถาบัน	ความเปราะบางเพิ่มขึ้นสำหรับ กลุ่มคนบางกลุ่มและบางภูมิภาค ผลกระทบต่อสุขภาพ และความ ต้องการการใช้พลังงานที่ เปลี่ยนแปลงไป
ภาวะแล้ง (drought)	ปริมาณน้ำที่ใช้ได้ ความกิน ดีอยู่ดี การสร้างพลังงาน การอพยพย้ายถิ่น และการ ขนส่งในแหล่งน้ำ	ระบบน้ำ การแย่งการ ใช้น้ำ ความต้องการใช้ พลังงาน ข้อจำกัดของ การมีน้ำใช้	การขาดแคลนแหล่งน้ำในบริเวณ ที่เกิดภาวะแล้ง การเคลื่อนย้าย ของการตั้งถิ่นฐานและการ ประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ของประชากร การลงทุนที่เพิ่มขึ้น ในด้านน้ำประปา
(ข) การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย (changes in means)			
อุณหภูมิ (temperature)	ความต้องการและราคา พลังงาน คุณภาพอากาศใน เมือง การละลายของชั้นดิน เยือกแข็งคงตัว การ ท่องเที่ยวและสันตนาการ การจับจ่ายใช้สอยในตลาด ค้าปลีก ความกินดีอยู่ดี การ สูญเสียน้ำจากการระเหยที่ เพิ่มมากขึ้นโดยอุณหภูมิที่ สูงขึ้น	การเปลี่ยนแปลง โครงสร้างประชากร และเศรษฐกิจ การ เปลี่ยนแปลงการใช้ ประโยชน์ที่ดิน นวัตกรรมทางด้าน เทคโนโลยี มลภาวะ ทางอากาศ ชีต ความสามารถเชิง สถาบัน	การเปลี่ยนแปลงของความ ต้องการพลังงาน คุณภาพอากาศ แย่ลง ผลกระทบต่อการตั้งถิ่นฐาน และความกินดีอยู่ดีที่ขึ้นอยู่กับน้ำ ที่จะระเหยไป ภาวะคุกคามต่อ การตั้งถิ่นฐาน/โครงสร้างพื้นฐาน อันเนื่องมาจากการละลายของชั้น ดินเยือกแข็งคงตัวในบางภูมิภาค
ปริมาณน้ำฝน (precipitation)	การทำมาหากินทาง การเกษตร การรुक้าของ ความเค็ม โครงสร้างพื้นฐาน ในการจัดการน้ำ การ ท่องเที่ยว และการจัดหา พลังงาน	การแก่งแย่งจาก ภูมิภาคหรือพื้นที่อื่น ๆ และการจัดสรร ทรัพยากรน้ำ	ขึ้นอยู่กับความเฉพาะของแต่ละ ภูมิภาค บางพื้นที่มีความ เปราะบางเนื่องจากปริมาณ น้ำฝนที่เพิ่มมากขึ้น แต่สำหรับ บางพื้นที่อาจจะเป็นข้อดี และบาง พื้นที่อาจจะมีความเปราะบาง ลดลง เช่น พื้นที่ที่มีมักจะประสบ ภัยแล้ง
การรุกคืบของความเค็ม (saline intrusion)	ผลกระทบต่อโครงสร้าง พื้นฐานในการจัดการน้ำ (water infrastructure)	แนวโน้มการใช้น้ำใต้ ดิน	พื้นที่ชายฝั่งมีความเปราะบาง สูงขึ้น
การเพิ่มขึ้นของ ระดับน้ำทะเล (sea-level rise)	การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณ ชายฝั่ง ความเสี่ยงจากน้ำ ท่วม น้ำซังใต้ผิวดิน	แนวโน้มในการพัฒนา พื้นที่ชายฝั่ง การตั้งถิ่น ฐานและการใช้	พื้นที่ราบลุ่มที่มีพื้นที่ต่ำกว่า ระดับน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งจะ มีความเปราะบางที่สูงขึ้นเป็น

ปรากฏการณ์ที่ขับเคลื่อน โดยปัจจัยภูมิอากาศ	สิ่งบ่งชี้ของผลกระทบ/ความ เปราะบางในปัจจุบัน	มิติหรือแรงขับเคลื่อนอื่นๆ	การคาดการณ์ผลกระทบ/ความ เปราะบางในอนาคต
	(waterlogging) และ โครงสร้างพื้นฐานในการ จัดการน้ำ	ประโยชน์ที่ดิน	ระยะเวลายาว
(ค) การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศอย่างฉับพลัน (abrupt climate change)	วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของ การเกิด	การเปลี่ยนแปลง โครงสร้างประชากร เศรษฐกิจและ เทคโนโลยี และการ พัฒนาเชิงสถาบัน	ความเป็นไปได้ของผลกระทบที่ สำคัญต่อประชากรและพื้นที่ส่วนใหญ่ ของโลก อย่างน้อยที่สุด ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

ที่มา: ผู้เขียนแปลมาจากบางส่วนของเอกสาร

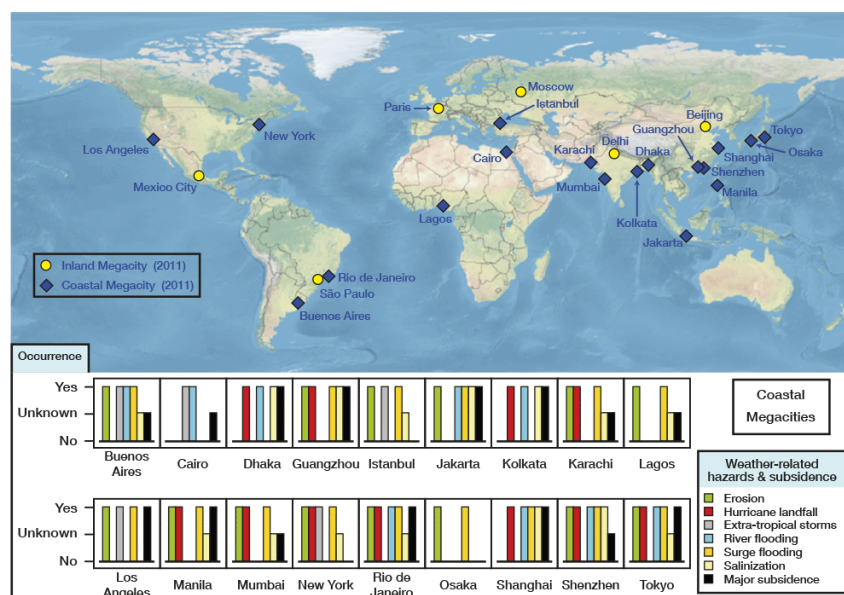
Wilbanks, T. and Romero Lankao, P. with Bao, M., Berkhour, F., Cairncross, S., Ceron, J.-P., Kapshe, M., Muir-Wood, R. and Zapata-Marti, R. (2007) 'Chapter 7: Industry, settlement and society.' in Parry, M., Canziani, O., Palutikof, J., van der Linden, P. and Hanson, C. (ed) Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge and New York, pp. 357-390

สำหรับความเสี่ยงอันจะเกิดได้จากปัจจัยภายในหรือทางอ้อมนั้น ได้แก่ปัจจัยด้านการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม จากรายงานขององค์การสหประชาชาติได้คาดการณ์ไว้ว่าภายในปี ค.ศ.2050 (พ.ศ.2593) จะมีประชากรอยู่อาศัยในพื้นที่ที่เรียกว่าเมืองถึงประมาณร้อยละ 75 ของประชากรโลก โดยภายในปี ค.ศ.2045⁴ (พ.ศ.2588) คาดว่าจะมีประชากรเมืองเกินกว่า 6 พันล้านคน โดยประชากรเหล่านี้ส่วนมากอาศัยอยู่ในเมืองในประเทศกำลังพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแอฟริกา เมืองเหล่านี้จะเกิดความท้าทายในการจัดสรรบริการสาธารณะที่มีความต้องการเพิ่มมากขึ้น อันได้แก่ ที่พักอาศัย โครงสร้างพื้นฐาน การคมนาคมขนส่ง พลังงาน แหล่งงาน และรวมถึงการศึกษาและสถานพยาบาลด้วย ความท้าทายอันจะเกิดขึ้นในชุมชนเมืองนี้เองมีความสำคัญมากดังคำกล่าวของ John Wilmoth ผู้อำนวยการของ UN DESA's Population Division ไว้ว่า “การบริหารจัดการเมืองเป็นส่วนหนึ่งของความท้าทายที่สำคัญมากที่สุดต่อการพัฒนาในศตวรรษที่ 21 การสร้างเมืองที่มีความยั่งยืนให้สำเร็จนั้นจะเป็นปัจจัยหลักเพื่อนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ของเป้าหมายของวาระการพัฒนาภายหลังปี ค.ศ.2015 (พ.ศ.2558) (post-2015 UN development agenda)”

ลักษณะการตั้งถิ่นฐานของชุมชนโลกในอดีตจะอยู่ในบริเวณชายฝั่ง (shoreline) เป็นส่วนมาก ซึ่งสวนทางกับระบบป้องกันภัยทางธรรมชาติที่จะกระจุกตัวอยู่ในการตั้งถิ่นฐานหรือเมืองชั้นใน (inland) ในขณะที่มลพิษจากการพัฒนาเมืองก็ทำลายชีวธรณีเคมี (biogeochemical) ของมหาสมุทร การขยายตัวของเมืองชายฝั่งจึงมีข้อจำกัดทางกายภาพและมักจะผลักดันให้โรงงานอุตสาหกรรมและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องไปตั้งอยู่ในพื้นที่ที่จะก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมได้ ตัวอย่างเช่น กรุงมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ สามารถบริหารจัดการน้ำเสียเข้าระบบได้เพียง 17% ของน้ำเสียทั้งหมด ในขณะที่เมืองก็ยังมีอัตราการโตอย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อคุณภาพของน้ำทั้งระบบ หรือแม้กระทั่งในมหานครที่มีความเจริญอย่างนครโตเกียว ปัญหาเกาะความร้อนในอนาคตจะส่งผลถึงมลพิษทางอากาศให้สูงขึ้นกว่าเดิม⁵

⁴ <http://www.un.org/en/development/desa/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html>

⁵ <http://www.igbp.net/news/features/features/coastalmegacitiesrisksandopportunities.5.62dc35801456272b46d17b.html>



รูปที่ 2.1 ภาพภัยหลักที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศและผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นในเมืองขนาดใหญ่ทั่วโลก
(ที่มา: Pelling and Blackburn, 2013)

อย่างไรก็ดี เมืองที่จะโตขึ้นนั้นมิได้มีแต่เพียงมหานครเท่านั้น แต่รวมไปถึงเมืองขนาดเล็กที่มีอัตราการโตที่สูงมากขึ้นและมากกว่าอัตราการโตของมหานคร โดยประมาณกึ่งหนึ่งของประชากรเมืองในโลก 3.9 พันล้านคนในปี ค.ศ. 2014 (พ.ศ.2557) นั้น อยู่อาศัยในถิ่นฐานขนาดเล็กที่มีประชากรไม่เกิน 500,000 คน เทียบกับจำนวนเมืองที่เป็นมหานครมีเพียง 1 ใน 8 ของจำนวนเมืองทั้งหมดหรือเทียบเท่าจำนวนมหานคร 28 เมืองทั่วโลก นอกจากนั้นประชากรในชนบทยังลดน้อยลงมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1950 (พ.ศ.2493) และอาจจะลดลงสูงสุดในปี ค.ศ.2020 (พ.ศ.2563) และลดลงไปสู่จำนวนเพียง 3.1 พันล้านคนในปี ค.ศ.2050 (พ.ศ.2593) (จากเดิมประมาณ 3.4 พันล้านคนในปี ค.ศ.2014 (พ.ศ.2557)) อันเนื่องมาจากการอพยพย้ายถิ่นเข้าไปอยู่อาศัยในพื้นที่ที่เรียกว่า เมือง นั้นหมายความว่า จะเกิดแรงกดดันของการแย่งชิงทรัพยากรพื้นฐานเพื่อหล่อเลี้ยงชุมชนเมืองและการตั้งถิ่นฐานมากขึ้นในทุกระดับและขนาดของชุมชนเมืองและการตั้งถิ่นฐาน ประกอบกับแรงกดดันจากภายนอกดังที่กล่าวมาแล้ว เหล่านี้ทำให้เกิดการตั้งคำถามต่อความสามารถในการรับมือของชุมชนเมืองและการตั้งถิ่นฐานที่จะรองรับความเปลี่ยนแปลงทั้งจากภายในและภายนอกหรือรอบด้านได้ ไม่ว่าจะเป็นความมั่นคงของระบบสังคม เศรษฐกิจ อาหาร พลังงาน และโครงสร้างพื้นฐาน โดยชุมชนเมืองยังคงดำรงไว้ซึ่งความสามารถในการดำเนินงานโดยปกติแม้เกิดภัยต่าง ๆ ได้ในอนาคตรยะยาว

2.2.2 กรอบความคิดแบบองค์รวมเพื่อรับมือกับความเสี่ยงต่อการตั้งถิ่นฐานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงรอบด้าน

หากพิจารณาความท้าทายจากปัจจัยภายนอก อันได้แก่ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับท้องถิ่นและภาวะภัย (hazards) และปัจจัยภายใน อันได้แก่ ปัจจัยด้านการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งสามารถขยายผลความเสี่ยงจากปัจจัยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้นั้น จะเห็นได้ว่า กรอบแนวความคิดในการควบคุมการพัฒนาเมือง (urban development control) ดังกล่าวข้างต้นนั้นมีเพียงพอต่อการรับมือต่อความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงรอบด้านที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยกรอบแนวคิดเพื่อรับมือกับความเสี่ยงของชุมชนเมืองและการตั้งถิ่นฐานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงรอบด้านสามารถสรุปได้เป็นประเด็นโดยสังเขปดังนี้

- กรอบแนวคิดในการบริหารจัดการเมืองและการตั้งถิ่นฐานของชุมชนจะต้องเป็นไปในรูปแบบการบริหารจัดการเชิงพื้นที่ (area-based) เพื่อบริหารจัดการความเสี่ยงอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงรอบด้าน ที่จะทำให้รูปแบบความเสี่ยง (risk profile) นั้นเปลี่ยนลักษณะไปตามพื้นที่ (space) และเวลา (time) ที่ต่างกัน กล่าวคือ การบริหารจัดการเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตนั้น ควรนำหลักการบริหารความเสี่ยงเชิงพื้นที่ (risk-based and area-based approach) มาปรับใช้แทนการประเมินความเปราะบาง⁶ ภายภาคส่วน (sector-based approach) อันเนื่องมาจากว่า ผลกระทบและรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงทั้งจากปัจจัยภูมิอากาศและปัจจัยการพัฒนาในอนาคตต่อภาคส่วนต่าง ๆ นั้น มีความไม่แน่นอน (uncertainty) หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการวิเคราะห์ความเสี่ยงในลักษณะโอกาสหรือความน่าจะเป็นของผลกระทบที่จะเกิดขึ้น ความไม่แน่นอนเหล่านี้ส่งผลให้มีความท้าทายต่อการกำหนดเป้าหมายเพื่อประเมินทั้งผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการวัดผลสัมฤทธิ์จากการปรับตัวเพื่อลดความเปราะบาง (vulnerability) ของแต่ละภาคส่วนในอนาคต การบริหารจัดการความเสี่ยงเชิงพื้นที่จึงจะมีความยืดหยุ่นมากพอที่จะรองรับการเปลี่ยนแปลงรอบด้าน การประเมินผลกระทบ และการวัดผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวได้
- การปรับตัว (adaptation) เพื่อที่นำไปสู่ความเสริมสร้างความมั่นคงเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (climate resilience) ในระยะยาวนั้น มีความจำเป็นต้องพิจารณากระบวนการตั้งถิ่นฐานแบบองค์รวมและเป็นระบบ (holistic and system approach) เช่น ระบบโครงสร้างพื้นฐาน ระบบโครงสร้างเศรษฐกิจและสังคม ระบบสิ่งแวดล้อม ระบบการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง เป็นต้น สืบเนื่องมาจากว่า ปัจจัยด้านภูมิอากาศมิได้เป็นปัจจัยขับเคลื่อน (driver) หลักของการพัฒนาเมือง (urban development) จากอดีตถึงปัจจุบัน หากแต่ปัจจัยขับเคลื่อนหลักเป็นการพัฒนาทางเศรษฐกิจเพื่อความกินดีอยู่ดีของสังคมภายในประเทศ การที่จะนำการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไปควบรวมกับกระแสหลัก (mainstreaming) ของการวางแผนพัฒนาเมืองและการตั้งถิ่นฐานในอนาคตนั้น จึงควรพิจารณาความสัมพันธ์ของระบบเมืองและการตั้งถิ่นฐาน อันเนื่องมาจากความสำคัญสองประการ คือ
 - เพื่อการกำหนดยุทธศาสตร์หรือทิศทางของการพัฒนาเมืองให้สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงรอบด้าน โดยเป็นไปเพื่อป้องกันผลกระทบที่มีพึงประสงค์จากการปรับตัวของภาคส่วนหนึ่ง (non-linear response) ไปเพิ่มความเดือดร้อนให้กับอีกภาคส่วนหนึ่งใน

⁶ ความเปราะบาง หรือ vulnerability นั้น เกิดจากการประเมินความสามารถใน 1) การเปิดรับ (exposure) หรือภาวะที่สินทรัพย์ได้รับผลกระทบ (impact) 2) ความอ่อนไหว (sensitivity) หรือระดับ (degree) ความเสียหายของสินทรัพย์ที่จะเกิดขึ้นได้จากผลกระทบ และ 3) ชีตความสามารถในการปรับตัว (adaptive capacity) หรือความสามารถของสินทรัพย์ที่จะรับมือหรือปรับเพื่อกองสภาพไว้เมื่อได้รับผลกระทบ (สืบค้นจาก <http://www.adaptingtorisingtides.org/vulnerability-and-risk>)

ชุมชนเมืองและการตั้งถิ่นฐานนั้น ๆ (feedback loop)⁷ หรือในทางกลับกันการรับมือของภาคส่วนหนึ่งอาจจะไปเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือให้กับอีกภาคส่วนหนึ่งในชุมชนเมืองและการตั้งถิ่นฐานนั้น ๆ ก็เป็นไปได้ การวางยุทธศาสตร์ระยะยาวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มักจะต้องใช้ทุนค่อนข้างสูงในการขับเคลื่อน การกำหนดทิศทางแบบองค์รวมจะมีโอกาสทำให้การบริหารจัดการความเสี่ยงของระบบหนึ่งไปลดต้นทุน (cost sharing) กับอีกระบบหนึ่งได้

- เพื่อสร้างความเชื่อมโยงระหว่างการจัดการทรัพยากรและสภาพแวดล้อมในระดับปฏิบัติการ (practice) ไปสู่การบริหารจัดการความเสี่ยงของชุมชนเมืองและการตั้งถิ่นฐานในระดับการวางแผนระยะยาวได้ (planning) และสามารถนำผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ไปสู่ทั้งการปรับตัวและการลดผลกระทบ (mitigation) ดังตัวอย่างเช่น การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงจากภาวะน้ำท่วมและนำไปสู่การควบคุมสิ่งปลูกสร้างเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น
- การประเมินความเสี่ยงและการวางแผนเชิงฉันททัศน์ (scenario based risk assessment and planning) การกำหนดลักษณะของระบบต่าง ๆ ในการตั้งถิ่นฐานในอนาคต มีความจำเป็นในการกำหนดทิศทางของการบริหารจัดการความเสี่ยงเชิงพื้นที่และแบบองค์รวมดังกล่าวมาข้างต้น ในการประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้กับการตั้งถิ่นฐานและชุมชนเมืองในปัจจุบันนั้น มักยังขาดการพิจารณาความสัมพันธ์อย่างเป็นพลวัต (dynamic interaction) ระหว่างแรงขับเคลื่อนทางด้านสิ่งแวดล้อมและด้านการกำเนิดและวิวัฒนาการของมนุษย์ (anthropogenic forces) อันเนื่องมาจากความซับซ้อนของความสัมพันธ์ดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีการวางกรอบแนวคิดโดยนำความเสี่ยงให้เป็นหัวใจสำคัญและเชื่อมต่อ (nexus) กับองค์ความรู้ 3 ประการ⁸ กล่าวคือ
 - ความเท่าเทียมด้านสิ่งแวดล้อม (environmental equality) รวมถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนทรัพยากรและความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศน์
 - ภาวะภัยจากธรรมชาติจะนำความเดือดร้อนมาได้หลายระดับตั้งแต่ระดับครัวเรือนจนถึงระดับเมืองขนาดใหญ่
 - บริบททางสังคม-การเมือง และเชิงสถาบัน⁹ (institutional) บ่งชี้ให้เห็นถึง แรงขับเคลื่อนอันได้แก่ การเติบโตของจำนวนประชากร ระบบการปกครอง ความมั่นคงทางการเมืองและการค้า

⁷ <http://www.igbp.net/news/features/features/coastalmegacitiesrisksandopportunities.5.62dc35801456272b46d17b.html>

⁸ <http://www.igbp.net/news/features/features/coastalmegacitiesrisksandopportunities.5.62dc35801456272b46d17b.html> (ibid)

⁹ สถาบัน (institution) คือโครงสร้างและกระบวนการที่อยู่ภายใต้กฎเกณฑ์ที่เป็นทางการไม่ว่าจะเป็นกฎหมาย ประเพณี และพิธีกรรมใด ๆ ซึ่งสามารถช่วยรักษามาตรฐานค่านิยมทางสังคมและช่วยสร้างกระบวนการเพื่อการควบคุมในสังคม สถาบันทางสังคมอาจพิจารณาได้หลายลักษณะ กล่าวคือ สถาบันสังคม (social institution) เป็นสร้างสังคมส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญต่อสมาชิกและสังคม ทำให้สมาชิกปฏิบัติตามสถานภาพและบทบาทของตนและทำสังคมดำรงอยู่ได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย สถาบันเศรษฐกิจ (economic institution) เป็นสถาบันสังคมที่ช่วยตอบสนองความต้องการที่จำเป็น คือ ปัจจัยพื้นฐานของมนุษย์ ได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค และปัจจัยที่จำเป็นต่อความสะดวกสบายต่าง ๆ ในการดำรงชีวิต และสถาบันการปกครอง (governmental institution) เป็นสถาบันทางการหรือ formal institution เป็น สถาบันที่ตอบสนองความต้องการของชีวิตและสังคมในการเสริมสร้าง ป้องกัน และรักษาความสงบเรียบร้อยของสังคม ระบบการปกครอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของสถาบันการปกครองนั้น นักวิเคราะห์ยังให้ความสนใจแก่การจัดโครงสร้างภายในมักเป็นเรื่องเกี่ยวกับการจัดองค์กรภาพในการแบ่งงานและอำนาจหน้าที่และการวางแผนขั้นตอนในการปฏิบัติหน้าที่ เพื่อให้เห็นถึงความพร้อมในด้านองค์กรในการตอบสนองปัญหาและความต้องการเฉพาะด้านในระบบการเมืองการปกครองในปัจจุบัน (สืบค้นจาก <http://pinu.blogspot.com/2012/08/institution-approach.html> และ <http://www.udru.ac.th/attachments/elearning/02/18.pdf>)

โดยองค์ประกอบทั้ง 3 นี้มักเป็นรูปแบบที่มีลักษณะเฉพาะของการพัฒนาเมืองและรูปแบบของความเปราะบางของการตั้งถิ่นฐานและชุมชนเมือง ตัวอย่างเช่น ประชากรที่เพิ่มมากขึ้นในชุมชนเมืองและโดยมากมาจากการอพยพย้ายถิ่น ทำให้เกิดความเสี่ยงที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้ทั้ง 3 ประการ กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้มีความต้องการอาหาร น้ำสะอาด พลังงาน และการใช้ที่ดินเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลกระทบที่จะทำให้ระบบนิเวศเสื่อมโทรมลง สูญเสียระบบป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งอย่างธรรมชาติ และนำมาซึ่งความเสี่ยงต่อสังคมและเศรษฐกิจมากขึ้น นอกไปจากนั้นแล้ว การกระทำของชุมชนเมืองในระดับท้องถิ่น อาจส่งผลกระทบไปสู่ระดับที่สูงขึ้นหรือระดับภูมิภาคได้ หรือแม้แต่ในบริบทนานาชาติ อาจกล่าวได้ว่า ความเสี่ยงมีการเปลี่ยนรูปแบบไปตามพื้นที่และเวลา เนื่องมาจากการตั้งถิ่นฐานและชุมชนเมืองสัมพันธ์กับระบบต่าง ๆ และสัมพันธ์ในหลายระดับไม่อาจแยกขาดกันได้

กล่าวโดยสรุปคือ กรอบการประเมินความเสี่ยงของการตั้งถิ่นฐานและชุมชนเมือง (urban/human settlement risk assessment) ควรพิจารณา 1) เชิงพื้นที่ (area-based) 2) เชิงระบบและองค์รวม (system and holistic approach) และ 3) เชิงฉากทัศน์ (scenario-based) โดยที่การประเมินความเสี่ยงและวางแผนเชิงฉากทัศน์ที่มีความหลากหลายมากพอ จึงเป็นวิธีการที่สำคัญในการกำหนดกรอบการวิเคราะห์เพื่อการประเมินความเสี่ยงทั้งจากปัจจัยภายนอกและภายในดังกล่าว โดยผลลัพธ์ที่ได้คือรูปแบบความเสี่ยงที่หลากหลายมากพอตามพื้นที่และเวลาแล้วนั้น ยังมีความจำเป็นในการวางแผนและการกำหนดมาตรการในการรับมือแบบต่าง ๆ ภายใต้ฉากทัศน์หลายรูปแบบและมีกลุ่มของนโยบายด้านต่าง ๆ ที่มีความครอบคลุมเพียงพอเพื่อรับมือกับความไม่แน่นอนของอนาคตจากทั้งปัจจัยภายนอกและภายใน ด้วยหลักการทั้งหลายเหล่านี้จะทำให้การสร้าง ความมั่นคง (resilience) นำไปสู่การสร้าง ความทนทานได้ (robustness) กล่าวคือ จะทำให้เป็นการวางแผนที่มีใช้เพียงเป็นไปเพื่อให้เมืองตั้งรับ ปรับตัวและฟื้นตัวได้เร็วเท่านั้น (resilience) แต่ยังเป็นเพื่อให้เมืองมีความทนทาน (robustness) ต่อความไม่แน่นอนดังกล่าว และในกระบวนการประเมินและวางแผนนี้เองยังเอื้อให้เกิดกระบวนการมีส่วนร่วม ลดความเหลื่อมล้ำ จนไปถึงการนำองค์ความรู้ท้องถิ่นมาปรับใช้เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงรอบด้านในอนาคต

2.2.3 แนวคิดที่หลากหลายของการปรับตัวในบริบทของการตั้งถิ่นฐาน

การปรับตัวของการตั้งถิ่นฐานและชุมชนเมืองในบริบทสากล โดยเฉพาะในชุมชนขนาดใหญ่การปรับตัวมิได้พึ่งเพียงมาตรการใดมาตรการหนึ่ง แต่มักจะเป็นการผสมระหว่างมาตรการแบบโครงสร้าง (structural measure) ได้แก่ การก่อสร้างระบบป้องกัน การสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่ทนทานต่อภูมิอากาศ และมาตรการแบบไม่ใช่โครงสร้าง (non-structural measure) ได้แก่ มาตรการทางสังคม การบังคับใช้กฎหมาย การใช้ประโยชน์ที่ดิน การผังเมือง และระบบชุดเซย์และประกัน เป็นต้น โดยปรับใช้ให้เกิดการปรับตัวต่อภาคส่วนและในระดับแตกต่างกัน นำไปสู่สังคมที่มั่นคงภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการตั้งถิ่นฐานเพื่อรับมือกับภาวะน้ำท่วมในอนาคตเป็นหลัก

ตารางที่ 2.2 แสดงกรณีศึกษาการรับมือของชุมชนเมืองในบริบทต่าง ๆ ต่อความเสี่ยงจากน้ำท่วม

เมืองและประเทศ	ลักษณะภูมิประเทศ (topography)	ความเสี่ยงจากน้ำท่วม	ทางเลือกการปรับตัว (adaptation option)		การวางแผนและธรรมาภิบาล (planning process & governance)
			แบบโครงสร้าง (structure)	แบบไม่ใช่โครงสร้าง (non-structure)	
ลอนดอน ¹⁰ (สหราชอาณาจักร)	London Basin ลุ่มแม่น้ำเทมส์ (Thames River Valley)	คลื่นพายุซัดฝั่ง การรुकล้ำของน้ำเค็ม ทำให้เกิดปัญหาแก่ระบบประปา และการระบายน้ำ ในภายหลัง ยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการน้ำ (comprehensive water strategy) ได้มีการพิจารณาภาวะภัยแล้งเข้ามาด้วย มุ่งเน้นการปรับปรุงพฤติกรรมการใช้น้ำของผู้บริโภค	ผนังป้องกันน้ำท่วมแม่น้ำเทมส์ (Thames Barrier) คันกั้นน้ำ อาคารที่สามารถรับมือ น้ำท่วม พื้นที่หนองน้ำจากคลื่นพายุซัดฝั่ง และพื้นที่ชุ่มน้ำ	ควบคุมการก่อสร้างในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากน้ำท่วมมาก แผนรองรับสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ (public contingency plan) ประกันภัยน้ำ	ยุทธศาสตร์การปรับตัวของมหานครลอนดอน (London Adaptation Strategy) ในการพัฒนาเมือง โดย Greater London Authority ¹¹ ซึ่งเป็นแผนที่มีการวางกรอบให้มีการตัดสินใจร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนได้เสียต่าง ๆ ¹²
นิว ออร์ลีอันส์ ¹³ (สหรัฐอเมริกา)		พายุทอร์นาโด คลื่นพายุซัดฝั่ง	ระบบเขื่อนป้องกันน้ำท่วม (levee) หรือ เขื่อนกั้นน้ำ (embankment) และทางระบายน้ำท่วม (Morganza floodway) ¹⁴	การเสริมสร้างอำนาจชุมชนโดย the New Orleans' Community-Driven	ขับเคลื่อนโดย Sewerage and water board of New Orleans และ Federal Emergency

¹⁰ Birkmann, J (2010) "Adaptive urban governance: new challenges for the second generation of urban adaptation strategies to climate change"

¹¹ <http://www.london.gov.uk/priorities/planning> + http://www.london.gov.uk/climatechange/sites/climatechange/staticdocs/Climiate_change_adaptation.pdf

¹² <http://www.sfrpc.com/Climate%20Change/6.pdf>

¹³ <http://www.oecd.org/dataoecd/22/17/40899422.pdf>

เมืองและประเทศ	ลักษณะภูมิประเทศ (topography)	ความเสี่ยงจากน้ำท่วม	ทางเลือกการปรับตัว (adaptation option)		การวางแผนและธรรมาภิบาล (planning process & governance)
			แบบโครงสร้าง (structure)	แบบไม่ใช่โครงสร้าง (non-structure)	
				Adaptation and Planning ¹⁵	Management Agency
เวนิส ^{16, 17} (อิตาลี)	อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง และมีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มทะเลสาบ	ระดับน้ำสูง คลื่นทะเล น้ำทะเลหนุน แผ่นดินทรุดตัว รวมถึงความเสื่อมโทรมของนิเวศน์	MOSE project ¹⁸ เป็นโครงสร้างที่รวมระบบป้องกันน้ำท่วมและการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งไว้ด้วยกัน	ถึงแม้ว่าการทำงานจะมีหุ้นส่วนร่วมกันระหว่างรัฐและเอกชน แต่ยังไม่มีความชัดเจนถึงการทำงานร่วมกับชุมชนและภาคส่วนนอกระบบ	ขับเคลื่อนโดย Ministry of infrastructure & transport และ Venice Water Authority (โดย Consorzio Venezia Nuova ซึ่ง เป็นหน่วยงานหลักที่รวมบริษัทต่าง ๆ เข้าด้วยกันในการนำไปปฏิบัติ)
รอตเตอร์ดัม (เนเธอร์แลนด์)	เมืองปากแม่น้ำ	คลื่นพายุซัดฝั่ง	คันและประตูกันน้ำ การถอยร่น ชุมชน และหมู่บ้านลอยน้ำ เชื่อนกันน้ำทะเล และโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถรับมือกับน้ำท่วมได้	โครงการ Rotterdam Climate Proof มีความร่วมมือกันที่เข้มแข็งระหว่างภาครัฐ เอกชน และภาคประชาสังคม	เมืองรอตเตอร์ดัม การทำเรือ และหน่วยงานของรัฐอีกหลายหน่วยงานได้ร่วมกันก่อตั้ง Rotterdam Climate Initiative เพื่อเป็นหน่วยงานในการขับเคลื่อนหลัก

¹⁴ <http://www.bloomberg.com/news/2011-09-05/new-orleans-levees-hold-flash-floods-seen-in-tennessee-valley.html> + <http://www.mvn.usace.army.mil/bcarre/morganza.asp>

¹⁵ http://www.iscvt.org/who_we_are/publications/Adaptation_Resource_Guide.pdf

¹⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/MOSE_Project

¹⁷ http://www.consortiovenezianuova.it/uk/settori_attività.htm

¹⁸ <http://www.i-italy.org/11281/how-italian-technology-trying-save-venice-mose-project-presented-new-york>

2.3 การปรับตัวในบริบทของมหานคร: กรณีศึกษา กรุงเทพมหานครและปริมณฑล¹⁹

ผ.ศ.วิจิตรบุษบา มารมย์

ภาวะภัย (hazards) ที่จะเกิดขึ้นในมหานครนั้น ขึ้นอยู่กับความเฉพาะทางภูมิศาสตร์และลักษณะทางกายภาพของเมืองนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น ความเสี่ยงจากน้ำท่วมต่อเมืองที่ตั้งถิ่นฐานอยู่ใกล้กับแม่น้ำหลัก และ/หรือมีคลื่นพายุซัดฝั่ง (storm surge) มักจะมีความเสี่ยงสูงที่สุดเมื่อเทียบกับเมืองที่มีการตั้งถิ่นฐานแบบอื่น อีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญก็คือ ความสูงต่ำของระดับผิวดิน ส่งผลโดยตรงต่อความเสี่ยงของน้ำท่วมชายฝั่ง โดยที่ที่ราบชายฝั่ง (coastal plain) นั้นอยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลางไม่มากหรือต่ำกว่า เช่น มะนิลา มุมไบ และกรุงเทพมหานคร นอกไปจากนี้ที่ราบดินดอนสามเหลี่ยม (deltaic plain) ก็มีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมในปัจจัยข้างต้นที่คล้ายคลึงกัน (Blackburn, 2013 อ้างถึงใน Pelling and Blackburn, 2013) แต่การก่อร่างของภาวะภัยนั้นมิได้เกิดขึ้นจากปัจจัยเปิดรับ (exposure) ต่อภาวะภัยเพียงอย่างเดียว แต่ยังเป็นผลพวงมาจากความเปราะบาง (vulnerability) ด้วย (Wisner et al, 2004) ในการนี้ Pelling (2011) ได้กล่าวถึงปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมทั้ง 7 ประการที่ส่งผลให้มหานครชายฝั่งมีความเปราะบางต่อภาวะภัยทางธรรมชาติ กล่าวคือ

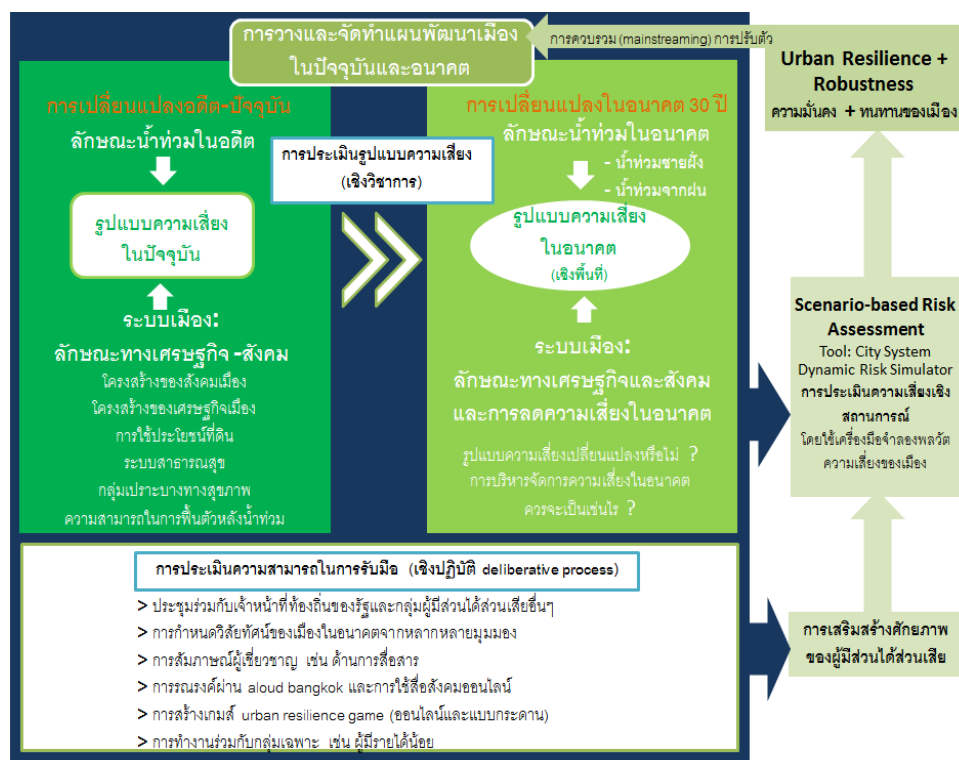
- 1) มหานครเป็นศูนย์กลางความมั่งคั่งจากการสะสมมาตั้งแต่อดีต ความมั่งคั่งของสินทรัพย์ทางกายภาพที่สำคัญ อุตสาหกรรมการผลิต และจำนวนประชากรที่เปิดรับกับภาวะภัย
- 2) มีจำนวนแรงงานข้ามชาติมากและนำมาซึ่งความหลากหลายของสภาพสังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม
- 3) ระบบโครงสร้างพื้นฐานของเมืองแผ่กระจายไปทั่วเมืองและพึ่งพิงระบบโครงข่าย อันได้แก่ พลังงาน น้ำประปา อาหาร และการเงิน นั้นทำให้ความเปราะบางของเมืองกระจายออกไปจากศูนย์กลางเมือง
- 4) ภาวะภัยของเมืองชายฝั่งเกิดจากปัจจัยหลายประการ มิได้มาจากปัจจัยทางธรรมชาติเพียงเท่านั้น กล่าวคือ การทรุดตัวของแผ่นดิน การปนเปื้อนของน้ำทะเล น้ำทะเลหนุน ซึ่งจะขยายผลกระทบของภาวะภัยน้ำท่วม โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อประชากรรายได้น้อยที่ไม่สามารถเข้าถึงระบบสาธารณูปโภคได้เพียงพอ เช่น น้ำดื่ม ระบบสุขาภิบาล
- 5) ความเสียหายทางเศรษฐกิจของมหานครสามารถส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจระดับชาติ ภูมิภาค และระดับโลกได้ เนื่องมาจากมหานครชายฝั่งเป็นศูนย์กลางของการค้าและการเงินระดับโลก
- 6) สภาพแวดล้อมทางทะเลเสื่อมโทรม ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศชายฝั่ง
- 7) มีโครงการพัฒนาเมืองต่าง ๆ ที่กระทบระบบชีวภาพกายภาพ เช่น การก่อสร้าง การขุดคลอง การเพิ่มมลพิษ ซึ่งจะส่งผลกลับไปสู่รูปแบบของภาวะภัยของเมือง

การวางแผนโครงสร้างพื้นฐานและการจัดการพื้นที่ที่เหมาะสมจะสามารถเพิ่มความมั่นคง (resilience) ของเมืองต่อความเสี่ยงจากภัยพิบัติในอนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้

จากที่ได้กล่าวมาแล้ว การประเมินความเสี่ยงของเมืองในอนาคตมิได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางภูมิอากาศอย่างเดียวเท่านั้น แต่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของเมืองด้วย เช่น โครงสร้างพื้นฐาน โครงสร้างสังคม และเศรษฐกิจ รวมไปถึงนโยบายการพัฒนาเมือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับมหานคร ความเปลี่ยนแปลงของเมืองขนาดใหญ่ย่อมมีความซับซ้อนกว่าเมืองขนาดเล็ก ซึ่งปัจจัยการพัฒนานี้เองเป็นตัวเร่งหรือตัวขยายผลของความเสียหาย

¹⁹ งานเขียนนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย เรื่อง Coastal Cities at Risk: Building Adaptive Capacities for Managing Climate Change in Coastal Megacities โดยได้รับทุนจาก the International Development Research Centre (IDRC), the Canadian Institutes of Health Research (CIHR), the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC), and the Social Sciences and Humanities Research Council of Canada (SSHRC), Ottawa, Canada โดย (ค.ศ.2011-2016)

อันเกิดจากปัจจัยทางภูมิอากาศหรือเหตุการณ์น้ำท่วมโดยตรง ดังนั้นในการประเมินความเสี่ยงควรจะประกอบไปด้วย การเปลี่ยนแปลงของทั้งสองปัจจัยไปควบคู่กัน กรอบการวิเคราะห์รูปแบบความเสี่ยง (risk profile) ที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากน้ำท่วมจากอดีตถึงปัจจุบันไปสู่ภาพอนาคตของกรุงเทพฯ และปริณทณสามารถแสดงโดยรูปด้านล่าง



รูปที่ 2.2 กรอบแสดงแนวคิดการสร้างเมืองให้มั่นคงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ใช้ประเมินความเสี่ยงของเมืองในอนาคต กรณีศึกษาจากงานวิจัย Coastal Cities at Risk (CCaR)

ความท้าทายในการประเมินความเสี่ยงของเมืองจากน้ำท่วมซึ่งอาจเป็นผลสืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตนั้นมิได้ขึ้นอยู่กับความไม่แน่นอน (uncertainties) ของช่วงเวลา ความถี่ (frequency) และขนาดความรุนแรง (magnitude) น้ำท่วมในอนาคตเพียงเท่านั้น แต่สิ่งสำคัญที่ทำให้การบริหารจัดการความเสี่ยงของเมืองขนาดใหญ่มีความยากและซับซ้อนกว่าเมืองขนาดเล็กนั้นคือ การเปลี่ยนแปลงของเมืองในอนาคตซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องและอยู่ในช่วงเวลาที่สั้นกว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ รูปแบบความเสี่ยง (risk profile) ของเมืองในอดีตถึงปัจจุบันย่อมมีความแตกต่างจากรูปแบบความเสี่ยงของเมืองในอนาคต ดังนั้น การวางแผนรับมือระยะยาวเพื่อให้เมืองมั่นคงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจึงมิได้ต้องการคำตอบเพียงคำตอบเดียว แต่จะต้องเป็นกระบวนการ (process) ของการปรับตัวในลักษณะต่าง ๆ ตามช่วงเวลาและพื้นที่ที่ศึกษา หรืออาจจะกล่าวได้ว่าการวางแผนปรับตัวในอนาคตบนสภาพเมืองในปัจจุบันไม่สามารถทำให้เมืองมีความมั่นคงต่อน้ำท่วมในอนาคตได้นั้นเอง รูปแบบความเสี่ยงในอนาคตจึงต้องมีการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของเมืองทั้งทางกายภาพและสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมไปพร้อม ๆ กับลักษณะน้ำท่วมในอนาคตระยะยาว ในที่นี้คือ 30 ปี รวมถึงความเดือดร้อนต่อสังคมเมืองที่จะเกิดขึ้นได้หรือรูปแบบความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นนั้นมีได้หลากหลายรูปแบบ ด้วยเหตุนี้เองจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือในการวิเคราะห์เชิงระบบที่เป็นองค์ประกอบต่าง ๆ ของเมืองที่สัมพันธ์กัน และสามารถมองภาพรวมของเมืองและน้ำท่วมได้ ในที่นี้ได้นำเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์พลวัตระบบเมือง (urban system dynamic) เพื่อประเมินความเสี่ยงในลักษณะสถานการณ์ต่าง ๆ (scenario-based risk assessment) และหลังจากได้รูปแบบความเสี่ยงที่แตกต่างกันภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ แล้ว จึงนำมาทดสอบความมั่นคงและแข็งแรงของระบบเมืองว่าสามารถรับมือกับน้ำท่วมได้มากน้อย

เพียงใด และความเสี่ยงได้เปลี่ยนรูปแบบไปอย่างไร ด้วยกระบวนการประเมินเชิงสถานการณ์นี้จะทำให้ผู้บริหารจัดการเมืองสามารถทดสอบแนวคิดหรือนโยบายที่ใช้รับมือกับน้ำท่วมด้านต่าง ๆ ได้ โดยที่การวางแผนรับมือระยะยาวจะเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องและสามารถนำนโยบายเหล่านั้นมาควมรวมเข้ากับวางแผนเมืองด้านต่าง ๆ ในปัจจุบันได้อีกด้วย (mainstreaming climate change adaptation into urban policy and planning) ด้วยกรอบวิเคราะห์นี้จะทำให้เมืองมีความยืดหยุ่นเพียงพอเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงรอบด้าน

2.3.1 ความเสี่ยงของกรุงเทพมหานครต่อสภาพน้ำท่วมและแนวโน้มความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต

ความท้าทายของการปรับตัวระยะยาวเพื่อสร้างเมืองมั่นคงที่สำคัญที่สุดประเด็นหนึ่งคือ ปัจจัยทางสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการยอมรับของสังคมจนไปถึงการปรับพฤติกรรมของคน เนื่องมาจากว่าสังคมทั้งในระดับบุคคลและระดับนโยบายมักจะต้องการคำตอบที่ค่อนข้างแน่นอนเพื่อวางแผนหรือตัดสินใจอนาคตของตนเองได้ แต่ในความเป็นจริงแล้วความเสี่ยงของเมืองในอนาคตที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมิได้มีรูปแบบที่เฉพาะตายตัวและมีความไม่แน่นอนของการเกิดปัจจัยเหล่านี้จะเป็นตัวผลักดันให้สังคมเลื่อนการตัดสินใจหรือวางแผนที่เกี่ยวกับน้ำท่วมให้ล่าช้าลง ดังนั้นการปรับตัวระยะยาวควรถูกเชื่อมโยงให้เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเรื่องอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันของสังคม ในสภาพปัจจุบัน เช่น เชื่อมโยงให้เห็นถึงแรงกดดันต่าง ๆ รอบตัวอันเนื่องมาจากน้ำท่วม ดังนั้นรูปแบบความเสี่ยงของเมืองที่ควรพิจารณาคือความเสี่ยงในระดับท้องถิ่นที่จะสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของสังคมได้ การวิเคราะห์ความเสี่ยงของกรุงเทพฯ และปริมณฑลจะต้องประกอบไปด้วยปัจจัยทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

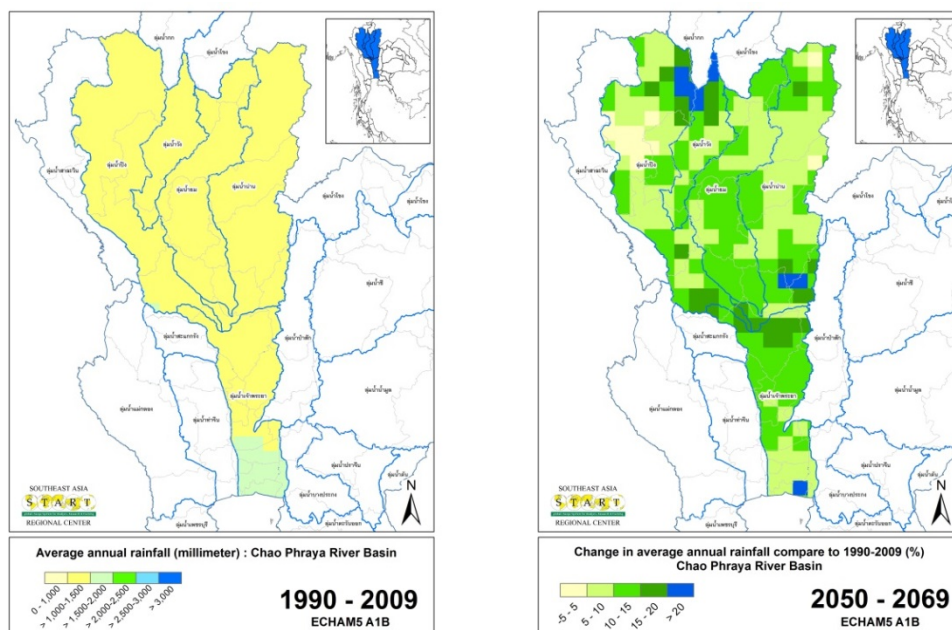
1) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (climate-related factor)

กรุงเทพฯ และปริมณฑลถูกจัดเป็น 1 ใน 10 เมืองของโลกที่มีความเสี่ยงที่สุดที่จะจมจากน้ำท่วมภายในปี ค.ศ. 2070²⁰ (พ.ศ.2613) โดยที่น้ำท่วมที่ได้ถูกนำมาพิจารณาประกอบไปด้วย 1) น้ำท่วมจากชายฝั่ง และ 2) น้ำท่วมจากปริมาณฝน โดยตัวอย่างหนึ่งของการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคต²¹ ในช่วงปี ค.ศ.2050-2069 (พ.ศ.2593-2612) ของพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยามีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับปีฐาน ค.ศ.1990-2009 (พ.ศ.2553-2552) (รูปที่ 2.3) โดยปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 11 เปอร์เซ็นต์ และจะมีฝนตกหนักมากขึ้นในช่วงฤดูฝนโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงปลายฤดูฝนในช่วงเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน (รูปที่ 2.4) ซึ่งอาจส่งผลให้โอกาสเกิดภาวะน้ำท่วมพื้นที่กรุงเทพฯ เพิ่มสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาปริมาณฝนตกในรอบการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี 10 ปี 20 ปี และ 50 ปี มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 2.3) แสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มภาวะน้ำท่วมในอนาคตซึ่งจะมีความรุนแรง และมีความถี่มากขึ้น นอกจากนั้นผลพวงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่สำคัญกับพื้นที่ศึกษาคือการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ที่จะทำให้เกิดผลกระทบน้ำท่วมชายฝั่ง จากการศึกษารายงานของ Trisirisatayawong and Cheewinsiriwat (2013) ได้ระบุไว้ว่าการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลของพื้นที่ศึกษาอยู่ในอัตรา 5 มิลลิเมตรต่อปี

²⁰ OECD สืบค้นจาก

<http://www.oecd.org/general/climatechangecouldtriplepopulationatriskfromcoastalfloodingby2070findsoecd.htm>

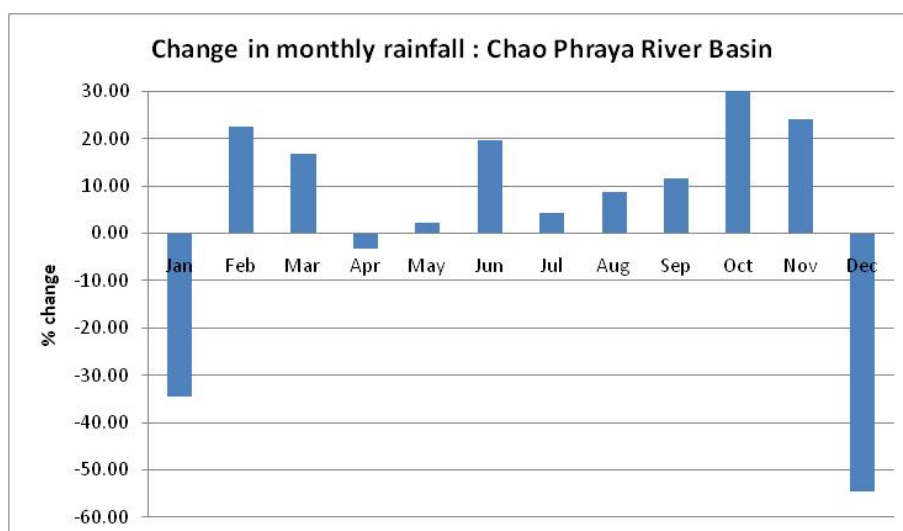
²¹ ข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM5 ตามภาพฉายอนาคตการเพิ่มขึ้นของระดับ CO₂ แบบ A1B และคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค PRECIS ประมวลผลโดย SEA START RC (2016)



ก.

ข.

รูปที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์; %) ปริมาณฝนรวมรายปี (มม.) ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา
เปรียบเทียบ 2 ช่วงทศวรรษ (ก) ปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009) และ (ข) อนาคต (ค.ศ.2050-2069)
(ที่มา: ประมวลผลโดย SEA START RC, 2016)



รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์; %) ปริมาณฝนรายเดือนในลุ่มน้ำเจ้าพระยา
(ที่มา: ประมวลผลโดย SEA START RC, 2016)

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงปริมาณฝนตกหนัก (ฝนตกสะสม 3 วัน) ที่มีรอบการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี 10 ปี 20 ปี และ 50 ปี ของกรุงเทพมหานคร

Return Period ฝนสะสม 3 วัน	2	5	10	20	50
ECHAM5 A1B : 1990 – 2009 (มม.)	91	122	152	189	253
ECHAM5 A1B : 2050 – 2069 (มม.)	106	140	172	211	278
% การเปลี่ยนแปลง	+17	+15	+13	+12	+10

ที่มา: ประมวลผลโดย SEA START RC (2016)

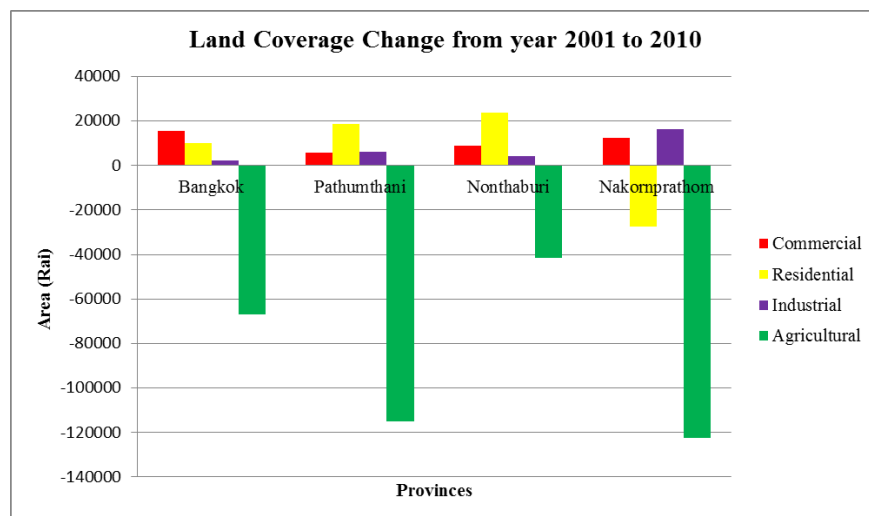
2) ปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (non-climate factor)

ปัจจัยการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมหรือการขยายตัวของเมืองและการเพิ่มความหนาแน่นของเมืองของกรุงเทพฯ และปริมณฑลนั้นเป็นปัจจัยที่ขยายผลกระทบของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศข้างต้น ในที่นี้คือจะทำให้ผลกระทบของน้ำท่วมชายฝั่งและน้ำท่วมจากฝนตักสมเมืองเป็นไปได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น ซึ่งสำหรับน้ำท่วมชายฝั่งนั้น (Trisirisatayawong and Cheewinsiriwat, 2013) ประกอบไปด้วยการเพิ่มขึ้นของน้ำทะเลหนุน การทรุดตัวของแผ่นดิน และการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นลักษณะภาวะภัยทางกายภาพที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเป็นเมือง โดยเฉพาะบริเวณที่มีความเป็นเมืองหนาแน่น หรือมีการปลูกสร้างอาคารขนาดใหญ่ จะมีอัตราการทรุดตัวของแผ่นดินสูงกว่าบริเวณที่ไม่ค่อยมีความหนาแน่นของเมือง ยกตัวอย่างเช่น บริเวณเขตสะพานสูง กรุงเทพฯ และเทพารักษ์ จ.สมุทรปราการ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีโรงงานขนาดใหญ่ตั้งอยู่ นั้นหมายความว่าหากไม่มีการควบคุมการพัฒนาเมืองที่เหมาะสมพื้นที่เสี่ยงทางกายภาพก็จะมีมากขึ้น

นอกจากนี้ การขยายตัวของเมืองและการเพิ่มความหนาแน่นของเมืองยังเป็นไปอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่เกษตรกรรมกลายเป็นพื้นที่เมืองมีเพิ่มมากขึ้นโดยบริเวณรอบของพื้นที่ศึกษา แผนภูมิด้านล่าง แสดงให้เห็นว่า ชุมชนเมืองขยายตัวเพิ่มมากขึ้นในช่วง 10 ปีระหว่าง พ.ศ.2544 (ค.ศ.2001) ถึง พ.ศ.2553 (ค.ศ.2010) นั้นหมายความว่าพื้นที่ที่จะใช้บริหารจัดการเพื่อรองรับน้ำท่วมได้มีขนาดลดลงอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้การบริหารจัดการน้ำท่วมเป็นไปได้ยากขึ้น



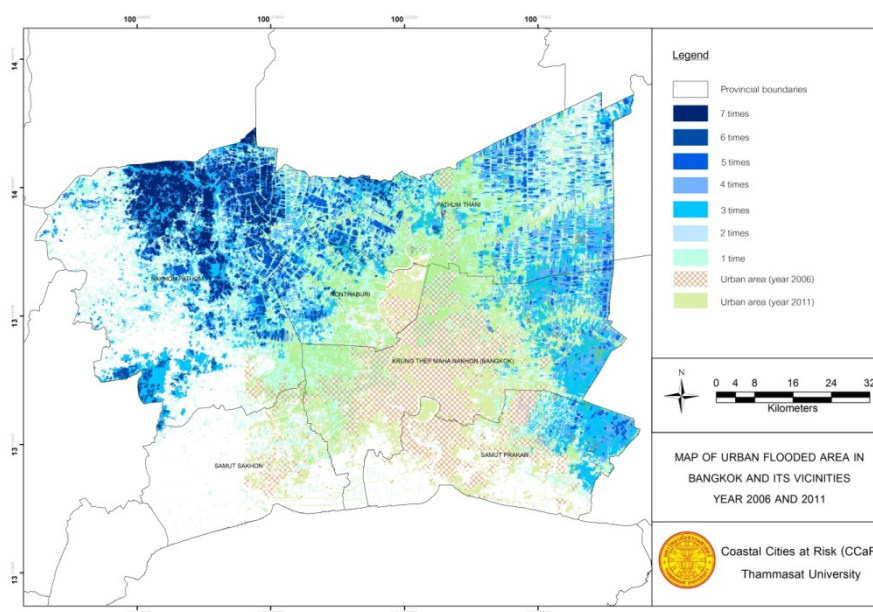
รูปที่ 2.5 แสดงการหนูนของน้ำทะเลในอนาคต 50 ปีข้างหน้า
(Trisirisatayawong and Cheewinsiriwat , 2013)



รูปที่ 2.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของ กรุงเทพฯ และพื้นที่โดยรอบ
ระหว่างปี พ.ศ. 2544-2553 (ที่มา: Marome, 2013)

ด้วยปัจจัยทั้ง 2 นี้เองทำให้การบริหารจัดการความเสี่ยงมีความเป็นไปได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเมืองขนาดใหญ่อย่างกรุงเทพฯ และปริมณฑลที่มีความซับซ้อนสูง และทำให้รูปแบบความเสี่ยงของเมืองมีได้หลายรูปแบบและหลายระดับ (multiple sector and scale) ทั้งความเสี่ยงทางตรงที่เกิดจากภาวะภัยที่ส่งผลกระทบต่อกายภาพของเมือง หรือส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของเมือง ยกตัวอย่างเช่น

- (1) รูปแบบความเสี่ยงทางกายภาพ (physical risk profile) รูปที่ 2.7 แสดงให้เห็นถึงพื้นที่เมืองมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ยิ่งไปกว่านั้นพื้นที่เมืองเหล่านี้ยังมีการขยายตัวไปในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากเพิ่มมากขึ้น นั่นหมายความว่าอาจจะมีพื้นที่เสี่ยงและจำนวนประชากรที่จะเปิดรับความเสี่ยงเพิ่มมากขึ้น หากเกิดน้ำท่วมในอนาคต เช่นทางตอนเหนือของเมืองมีอัตราการขยายตัวประมาณร้อยละ 35 ดังแสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 2.7 แสดงพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากและพื้นที่เมืองที่ขยายในช่วงปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2554
ที่มาข้อมูล Flood data: RADARSTAT-2, GISTDA, 2005-2013.

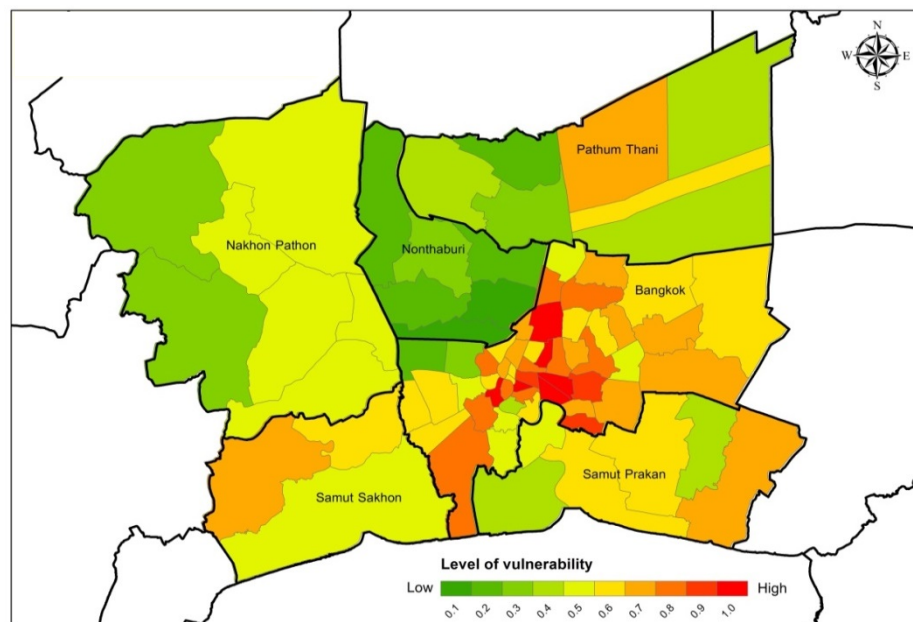
Urban area 2006: Landsat 5 (resolution 30 m.)

Urban area 2011: Theos (resolution 2 m.)

Land use data: Department of Public Works and Town & Country Planning

- (2) รูปแบบความเสี่ยงทางสังคม เช่น จะทำให้มีกลุ่มเสี่ยงใหม่ เนื่องจากเมืองมีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น ประชากรกลุ่มที่มาตั้งถิ่นฐานในที่ใหม่ไม่มีความคุ้นชินกับพื้นที่ดั้งเดิม ซึ่งอาจจะเป็นพื้นที่เสี่ยงกับน้ำท่วม ทำให้ประชากรเหล่านี้กลายเป็นกลุ่มเสี่ยงใหม่ที่มีการรับรู้ความเสี่ยงที่แตกต่างจากคนที่ตั้งถิ่นฐานมานานแล้ว และต้องการข้อมูลและองค์ความรู้ในการรับมือกับน้ำท่วมที่แตกต่างจากคนที่ท้องถิ่นเดิม

- (3) รูปแบบความเสี่ยงทางเศรษฐกิจ เนื่องมาจากเศรษฐกิจหลักของเมืองคือภาคการบริการ ซึ่งมีความอ่อนไหวกับน้ำท่วม หากเกิดน้ำท่วมก็มีแนวโน้มที่จะทำให้เศรษฐกิจของเมืองหยุดชะงักชั่วคราวเพิ่มมากขึ้น
- (4) รูปแบบความเสี่ยงทางโครงสร้างพื้นฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านตำแหน่งของโครงสร้างพื้นฐานหลักตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีขีดความสามารถต่ำในการฟื้นตัว (recovery capacity) เมื่อเกิดวิกฤติ โดยขีดความสามารถในการฟื้นตัวได้ถูกวิเคราะห์ผ่านแนวคิดของ Susan Cutter โดยใช้เทคนิคการสร้างดัชนีความเปราะบางทางสังคม (Social Vulnerability Index หรือ SoVI) (แสดงในรูปที่ 2.8) ที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงทั้งทางด้านกายภาพและเศรษฐกิจและสังคม ยกตัวอย่างเช่น ตำแหน่งของบ่อพักขยะอ่อนนุชและหนองแขม ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีขีดความสามารถในการฟื้นตัวต่ำมาก หากเกิดน้ำท่วมในบริเวณดังกล่าว ย่อมทำให้มีการปนเปื้อนของขยะ ส่งผลต่อสุขภาพของประชาชน ยิ่งไปกว่านั้นจากการศึกษายังพบว่า ตำแหน่งของสถานีส่งจ่ายน้ำประปาในบรีที่จ่ายน้ำสู่ฝั่งตะวันออกของกรุงเทพฯ ทั้งหมดนั้น มีเพียงสถานีเดียวและตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีขีดความสามารถในการฟื้นตัวต่ำ เช่นเดียวกัน นั่นหมายความว่า หากน้ำท่วมและปนเปื้อนน้ำประปาจะทำให้ประชาชนทางฝั่งตะวันตกของกรุงเทพฯ เดือดร้อนได้
- (5) รูปแบบความเสี่ยงเชิงสถาบัน (institutional risk profile) สืบเนื่องมาจากการบริหารจัดการเมือง ข้ามเขตการปกครองยังไม่มีหน่วยงานที่มีอำนาจโดยตรง โครงสร้างพื้นฐานแต่ละด้านก็มีหน่วยงานที่ต่างระดับกันมีอำนาจในการบริหารจัดการ จึงทำให้ประสิทธิภาพในการบริหารพื้นที่เสี่ยงข้ามเขตการปกครองของแต่ละท้องถิ่นมีข้อจำกัด



รูปที่ 2.8 แสดงแผนที่ดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI Map)
(ที่มา: การศึกษาจากงานวิจัย CCAR)

การวิเคราะห์ความเปราะบางทางสังคม: กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

งานศึกษาได้แบ่งพื้นที่ศึกษาของกรุงเทพฯ และปริมณฑลออกเป็น 4 โซนด้วยกัน กล่าวคือ โซน A คือบริเวณชายฝั่ง (coastal zone) ได้แก่ บางส่วนของสมุทรปราการ สมุทรสาคร และของกรุงเทพฯ (เขตบางขุนเทียน) โซน B คือบริเวณชานเมือง (semi-urban zone) ได้แก่ บริเวณจังหวัดนครปฐม และนนทบุรี สมุทรสาครและปทุมธานีบางส่วน โซน C คือบริเวณศูนย์กลางเมือง (urban core zone) ได้แก่ พื้นที่ส่วนใหญ่กรุงเทพฯ และพื้นที่เมืองของนนทบุรี และโซน D คือบริเวณพื้นที่รับน้ำ (flood plain zone) ได้แก่ พื้นที่ทางฝั่งตะวันออกของกรุงเทพฯ ที่อยู่นอกคันกั้นน้ำ และพื้นที่ของปทุมธานีในแนวเดียวกัน โดยหลักการการแบ่งพื้นที่แต่ละโซนได้พิจารณาจากความถี่ของการเกิดน้ำท่วม และดัชนีความเปราะบางทางสังคม ที่มีลักษณะไปในทิศทางเดียวกัน และยังสอดคล้องกับหลักการการจัดการน้ำอีกด้วย ซึ่งความแตกต่างของสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละโซนนี้เอง แสดงให้เห็นถึงความมั่นคงทางสังคม (social resiliency) ที่แตกต่างกัน

นอกจากนั้น การวิเคราะห์ความเสี่ยงแบบองค์รวมจำเป็นต้องพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของเมืองไปควบคู่กัน ซึ่งในที่นี้แทนค่าด้วยตัวชี้วัดความเปราะบางทางสังคม หรือ SoVi บ่งชี้ความสามารถในการฟื้นตัวของสังคมเมือง ซึ่งเป็นตัวแทนของปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมของเมืองที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นเหตุการณ์น้ำท่วมหรือไม่ การเปลี่ยนแปลงของเมืองนี้เองเมื่อมีเหตุการณ์วิกฤติจากน้ำท่วมขึ้น จะทำให้รูปแบบความเสี่ยง (risk profile) เปลี่ยนไปตามพื้นที่และเวลา โดยในที่นี้ได้จำลองสถานการณ์ในอนาคตของเมือง 3 แบบด้วยกัน กล่าวคือ เมืองดำเนินไปอย่างปกติ (BAU: Business As Usual) เมืองไม่มีการเปลี่ยนแปลงและเกิดน้ำท่วม (flood) และ เมืองมีการขยายตัวและเกิดน้ำท่วม (urban expansion and flood) ในช่วงอีก 50 ปีข้างหน้า จะเห็นได้ว่าความมั่นคงทางสังคมของแต่ละโซนมีความแตกต่างกันภายในแต่ละสถานการณ์จำลองในอนาคต และมีความแตกต่างกันเมื่อเทียบกับสถานการณ์ทั้ง 3 โดยจะเห็นได้ว่าการขยายตัวของเมืองนั้น ๆ ได้ขยายผลความเสี่ยงของน้ำท่วมที่จะเกิดขึ้น โดยที่ค่าความมั่นคงลดลงเมื่อเทียบกับสถานการณ์น้ำท่วม แต่เมืองไม่ได้มีการขยาย และผลการวิเคราะห์แสดงว่า ในสถานการณ์ปกติที่เมืองมีการดำเนินไปอย่างในอดีต (Scenario 1: BAU) นั้น โซน B หรือบริเวณชานเมือง ค่าความมั่นคงทางสังคมน้อยที่สุด เนื่องมาจากว่ามีรูปแบบความเสี่ยงทางกายภาพมากที่สุดในอดีตจนถึงปัจจุบันคือเมืองได้ขยายไปในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมซ้ำซากมากขึ้น เมื่อเทียบกับโซนอื่น ๆ โดยที่โซน C, D และ A มีความมั่นคงทางสังคมมากไปน้อยตามลำดับ สำหรับในสถานการณ์ที่เมืองไม่มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นแต่ประสบปัญหาน้ำท่วม (Scenario 2: flood) รูปแบบความเสี่ยงของเมืองได้เปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือ โซน C หรือบริเวณศูนย์กลางเมืองจะมีความเปราะบางสูงที่สุด เนื่องจากมีจำนวนประชากรที่จะได้รับผลกระทบจำนวนมากเนื่องมาจากมีความหนาแน่นสูง ในขณะที่โซน A หรือบริเวณชายฝั่ง จะมีความเปราะบางทางสังคมสูงขึ้นในกรณีทั้ง scenario 2 และ 3 สาเหตุมาจากปริมาณขยะที่เพิ่มมากขึ้นมากกว่าโซนอื่น ๆ และจะส่งผลให้ประชากรในบริเวณนั้นเดือดร้อนได้หากมีน้ำท่วม

ตารางที่ 2.4: แสดงความมั่นคงทางสังคมของแต่ละโซนจากสถานการณ์ในอนาคตทั้ง 3 ในอีก 50 ปีข้างหน้า

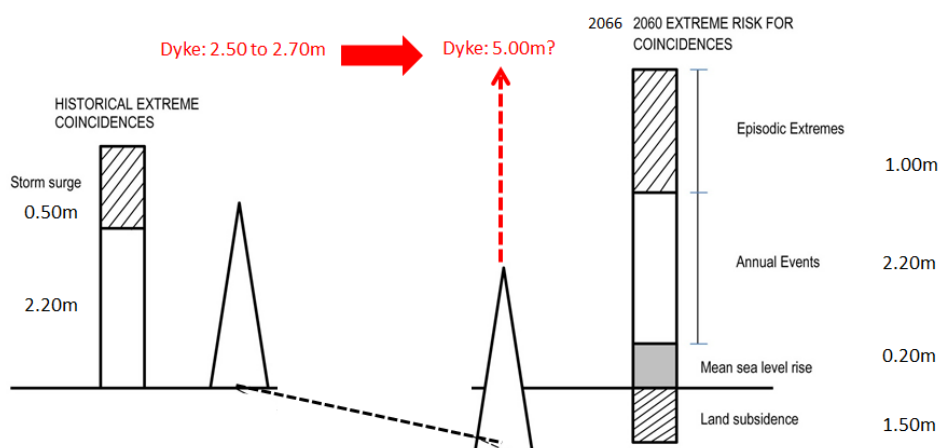
Time (Year)	0	50	Compare to baseline
Scenario 1: BAU			
Zone A	100	71.04	1.00
Zone B	100	67.14	1.00
Zone C	100	79.46	1.00
Zone D	100	71.25	1.00
Scenario 2: flood			
Zone A	100	54.51	0.77
Zone B	100	52.12	0.78
Zone C	100	54.74	0.69
Zone D	100	56.08	0.79
Scenario 2: Floods and urban expansion			
Zone A	100	50.41	0.71
Zone B	100	46.91	0.70
Zone C	100	54.74	0.69
Zone D	100	53.06	0.74

2.3.2 แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภาวะน้ำท่วมในอนาคตจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ: กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร

การวางแผนเพื่อให้เมืองมีความมั่นคงต่อน้ำท่วมนั้นควรนำไปควบรวมกับแผนด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเมือง และการวางแผนไปพร้อม ๆ กับการพิจารณาองค์รวมและเชิงระบบของการบริหารจัดการความเสี่ยงของเมืองซึ่งได้อธิบายมาก่อนหน้านี้ เหล่านี้จะช่วยลดช่องว่างของการวางแผนและผังเมืองที่ผ่านมา ที่มีได้พิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศเป็นปัจจัยผลักดัน (driving force) แต่หากว่าการพัฒนาทางเศรษฐกิจเพื่อความกินดีอยู่ดีของสังคมเมืองเป็นปัจจัยผลักดันหลัก ยิ่งไปกว่านั้น ภาพรวมของการพัฒนาเมืองของกรุงเทพฯ และปริมณฑล มิได้มีการวางแผนให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน จึงทำให้การบริหารจัดการความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นไม่สามารถทำได้เพียงการตั้งรับหรือการป้องกันน้ำท่วมของพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเท่านั้น แต่จะต้องคำนึงถึงการปรับตัวเชิงระบบขององค์ประกอบต่าง ๆ ของเมืองในระยะยาวเพื่อนำไปสู่การเพิ่มความมั่นคงให้แก่เมือง โดยในที่นี้จะขอยกตัวอย่างแนวคิดเชิงนโยบายที่ควบรวมเรื่องความเสี่ยงกับการผังเมืองและการจัดการที่ดินเพื่อบริหารจัดการความเสี่ยงในระยะยาว

- 1) มาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้าง หรือ structure measure ที่สามารถนำมาใช้ลดความเสี่ยงของสังคมเมืองได้

แนวคิดการสร้างคันกันน้ำเพื่อปกป้องชุมชนเมืองนั้น มักจะเป็นแนวคิดที่ถูกผลักดันโดยหน่วยงานภาครัฐ เนื่องมาจากว่าสามารถทำได้ภายใต้อำนาจหน้าที่ของหน่วยงานส่วนหนึ่งและการเพิ่มความเชื่อมั่นให้ชุมชนเมืองได้ส่วนหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามภายใต้กระบวนการสร้างคันกันน้ำนี้เองก็ย่อมมีกลุ่มคนที่จะเสียผลประโยชน์หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการโยกย้ายความเสี่ยงจากพื้นที่ที่ได้รับการป้องกันไปสู่พื้นที่นอกคันกันน้ำ กระบวนการสร้างความเป็นธรรมที่มีส่วนร่วมระหว่างภาครัฐ เอกชน และชุมชนและนโยบายอื่น ๆ ที่จะช่วยลดความเสี่ยงของประชากรที่อยู่นอกคันกันน้ำจึงมีความสำคัญมาก เพื่อให้เกิดการยอมรับแนวคิดการสร้างสิ่งก่อสร้างดังกล่าว ซึ่งการยอมรับของสังคมนี้เองถือได้ว่าเป็นประเด็นที่ท้าทายที่สุดในการวางแผนรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ดังตัวอย่างที่แสดงในแผนภาพด้านล่างซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสูงของคันกันน้ำที่จะต้องสร้างให้สูงถึง 5 เมตร เมื่อพิจารณาปัจจัยในอนาคตอีก 50 ปีข้างหน้าที่เกี่ยวข้องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทั้ง 2 ที่ได้กล่าวมาตอนต้น อาจเป็นสิ่งก่อสร้างที่สังคมในพื้นที่นั้นยอมรับได้ยาก



รูปที่ 2.9 แสดงความสูงของคันกันน้ำเพื่อรับมือกับน้ำท่วมและการทรุดตัวของแผ่นดินในอีก 50 ปีข้างหน้า (ที่มา: กรณีศึกษาจากงานวิจัย CCAR)

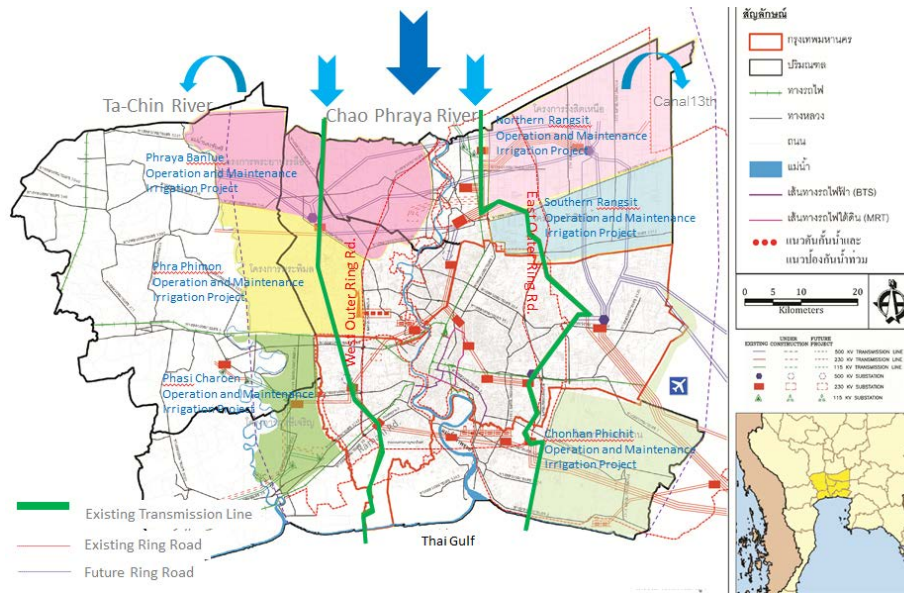
- 2) มาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง หรือ non-structure measure ที่สามารถนำมาใช้ลดความเสี่ยงของสังคมเมืองได้

การรวบรวมความเสี่ยงเข้ากับการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นแนวคิดที่จะสามารถลดความเสี่ยงในระยะยาวได้ โดยการพิจารณาทั้งการลดความเสี่ยงในยามวิกฤติและประโยชน์ของการนำนโยบายไปปรับใช้ในภาวะปกติ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการวางแผนรับมือความเสี่ยงมากขึ้น ในที่นี้ขอยกตัวอย่างแนวคิดด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 แนวคิดด้วยกัน กล่าวคือ

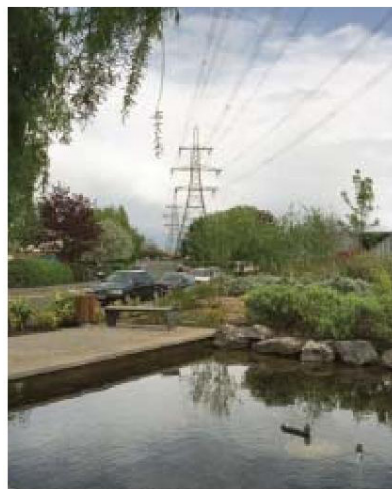
- (1) การยกแนวคันกันน้ำ เหนือ-ใต้ รอบกรุงเทพฯ และปริมณฑล และเพิ่มพื้นที่สาธารณะให้ชุมชนเมือง

การยกแนวคันกันน้ำนี้เป็นไปเพื่อสอดคล้องกับแนวคิดการเพิ่มพื้นที่รับน้ำให้กับเมืองขนาดใหญ่ ซึ่งในปัจจุบันมีข้อจำกัดสูงในการหาพื้นที่โล่งขนาดใหญ่เพื่อรองรับปริมาณน้ำในยามวิกฤติ ยิ่งไปกว่านั้น การยอมรับของสังคมในการเวนคืนที่ดินก็ดี การมีแนวคันกันน้ำในบริเวณบ้านตนเองก็ดี มักจะไม่ยอมรับการก่อสร้างและการเวนคืนที่ดิน แนวคิดนี้จึงควรรวมการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อสนองกับวิถีชีวิตคนเมืองไปด้วย โดยสามารถปรับพื้นที่ที่ไว้รองรับน้ำในยามวิกฤติให้เป็นพื้นที่สาธารณะของเมืองขนาดใหญ่ได้ในยามปกติ ยิ่งไปกว่านั้น ยังสอดคล้องกับทิศทางเรื่องการพัฒนาที่ดินของเมืองที่ต้องการให้ที่ดินมีราคาสูงขึ้น โดยพื้นที่รอบคันกันน้ำดังกล่าวจะอยู่ใกล้กับพื้นที่สาธารณะที่มีความสวยงาม ทำให้มูลค่าที่ดินที่อยู่รอบคันกันน้ำไม่มีมูลค่าต่ำลงหรืออาจจะสูงขึ้นก็ได้ ถือเป็นการเพิ่มมูลค่าที่ดินควบคู่ไปกับการวางแผนรับมือน้ำท่วม

แนวคิดหนึ่งในเรื่องของการยกคันกันน้ำนี้ จำเป็นต้องทำไปควบคู่กับกระบวนการยอมรับทางสังคม เช่นการอาศัยแนวเส้นรอนสิทธิใต้แนวเสาไฟฟ้าแรงสูง (เส้นสีเขียวในรูปที่ 2.10) ที่มีการรอนสิทธิอยู่แล้วในปัจจุบันทั้งสองข้างของเสาไฟฟ้าข้างละ 20 เมตร และยังสามารถพัฒนาพื้นที่ใต้แนวเสาไฟฟ้าเป็นพื้นที่ประโยชน์สาธารณะขนาดใหญ่ได้ตลอดแนว ดังตัวอย่างของต่างประเทศในรูปที่ 2.11 โดยที่แนวคิดนี้จะสามารถเพิ่มพื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่ได้ 7.2 ล้านลูกบาศก์เมตร (กรณียกคัน 1 เมตร) และเพิ่มพื้นที่สาธารณะให้แก่เมืองได้ถึง 7,200 ตารางกิโลเมตร



รูปที่ 2.10 การยกคั่นกันน้ำโดยอาศัยแนวเส้นรอนสิทธิ์ใต้แนวเสาไฟฟ้าแรงสูงของงานวิจัย Coastal Cities at Risk



Gravelly Industrial Park, Birmingham - an example of successful commercial development near overhead power lines.

ก.

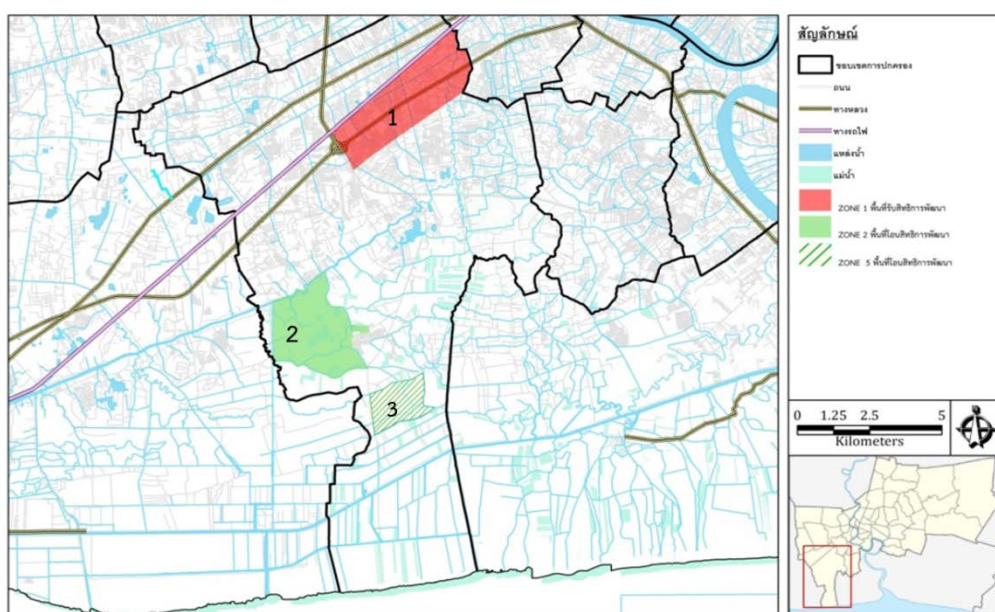


National Grid encourages developers to plan and lay out their development taking the presence of the overhead line into account.

ข.

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ที่ดินใต้แนวเสาไฟฟ้าแรงสูงเป็นสวนสาธารณะในต่างประเทศ
(ก) Gravelly Industrial Park, Birmingham, UK และ (ข) Fairford Leys, Aylesbury. UK

- (2) การโอนสิทธิการพัฒนา (Transfer Development Right หรือ TDR) เพื่อเพิ่มพื้นที่รับน้ำให้กับเมือง โดยมาตรการนี้ถือเป็นมาตรการทางสังคมเพื่อให้สังคมได้รับการชดเชยที่เป็นธรรมมากขึ้นกับการที่รัฐจะเวนคืนหรือเช่าที่ดินเพื่อประโยชน์สาธารณะ โดยการชดเชยสิทธิของการพัฒนาที่ดินที่เจ้าของสามารถปลูกสร้างหรือพัฒนาที่ดินในอัตราที่เหมาะสม โดยพื้นที่ที่รับการโอนสิทธินี้จะเป็นที่ดินในบริเวณอื่นที่มีศักยภาพในการพัฒนาที่ดินให้หนาแน่นขึ้นและจ่ายค่าชดเชยให้กับผู้โอนสิทธินั้น ๆ โดยในที่นี้จะต้องมีกระบวนการในการคิดอัตราในการโอนสิทธิระหว่างพื้นที่ที่โอน (sending area) และพื้นที่รับโอน (receiving area) ที่เหมาะสมทั้งด้านราคาและอัตราส่วนของขนาดพื้นที่ที่จะรับและส่ง



รูปที่ 2.12 แสดงแนวคิดการโอนสิทธิการพัฒนาเพื่อหาพื้นที่รองรับน้ำท่วมเพิ่มมากขึ้น
(ที่มา: กรณีศึกษาจากงานวิจัย CCAR)

ยกตัวอย่างพื้นที่เสี่ยงในเขตบางขุนเทียน โดยกำหนดให้อัตราการโอน 1 TDR = 0.2 พื้นที่ 2 และ 3 ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มี FAR (Floor Area Ratio) เท่ากับ 1 โดยที่พื้นที่ 2 โอนสิทธิการพัฒนาได้ 948,181 ตารางเมตร, พื้นที่ที่ 3 โอนสิทธิการพัฒนาได้ 433,952 ตารางเมตร และพื้นที่ที่ 1 สามารถรับสิทธิการโอน 1,382,934 ตารางเมตร คิดเป็น 5 ตารางเมตรต่อ 1 ตารางเมตร ด้วยหลักการการโอนสิทธิการพัฒนานี้เองจะทำให้พื้นที่ที่อยู่นอกคันกันน้ำหรือนอกพื้นที่ป้องกันน้ำท่วมได้รับมาตรการการชดเชยที่เหมาะสม หรือลดความเสี่ยงได้

จากตัวอย่างข้างต้นจะแสดงให้เห็นว่า มาตรการต่าง ๆ นั้นเสริมสร้างความมั่นคงให้กับเมืองแตกต่างกัน ความจำเป็นอยู่กับการปรับใช้มาตรการให้ครอบคลุมและหลากหลายมากพอเพื่อลดความเสี่ยงของชุมชนเมืองได้ในพื้นที่ต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้เมืองเกิดความทนทานถึงแม้ว่ามาตรการหนึ่งอาจจะล้มเหลวก็ยังมีมาตรการอื่น ๆ มาช่วยเสริมให้สังคมเมืองดำรงต่อไปได้

ประเด็นสำคัญที่พึงพิจารณาอีกประการหนึ่งก็คือ ความซับซ้อนของกลุ่มสังคมในมหานคร ดังนั้นปัจจัยที่สำคัญและยังมีอิทธิพลต่อความสำเร็จของโครงการป้องกันน้ำท่วมของมหานคร ซึ่งนอกเหนือไปจากมาตรการรับมือน้ำท่วมที่มีความหลากหลายมากพอทั้งในเวลาและพื้นที่ต่าง ๆ แล้วก็คือ กระบวนการ

สร้างยุทธศาสตร์เพื่อกำหนดและนำแผนต่าง ๆ ไปปรับใช้ อันเป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องมีการพิจารณา กลุ่มคนที่หลากหลายของสังคมเมืองเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจและรับรู้ถึงผลกระทบต่าง ๆ ที่จะ เกิดแก่ตนและกลุ่มของตน ประเด็นเหล่านี้มิใช่เป็นไปเพื่อการสร้างความชอบธรรมให้แก่โครงการ แต่ใน กระบวนการนี้เองจะเป็นกลไกที่สำคัญในการป้องกันมิให้แผนการบริหารจัดการน้ำท่วมเป็นเพียงการโอนถ่าย ความเสี่ยงจากกลุ่มคนหรือพื้นที่หนึ่งไปยังกลุ่มคนหรือพื้นที่อีกแห่งหนึ่ง โดยที่ไม่สามารถเห็นภาพรวมของ การบริหารจัดการความเสี่ยงได้ กระบวนการจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่สำคัญของกลุ่มคนที่เกี่ยวข้อง และเป็นกระบวนการที่จะทำให้เกิดการสร้างสรรควิธีการใหม่ ๆ เพื่อให้สังคมเมืองรับมือกับการเปลี่ยนแปลง รอบด้านได้ดียิ่งขึ้นไปเรื่อย ๆ ในอนาคต

2.4 การปรับตัวในบริบทของเมืองขนาดเล็ก: กรณีศึกษา เขตผังเมืองรวมพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี²²

ผ.ศ. วรรัตน์ กรอิสราหกุล

เมืองขนาดเล็กมีความแตกต่างจากมหานครในแง่ของความซับซ้อนของระบบเศรษฐกิจและสังคมและระดับ ของการพัฒนา ซึ่งในทางหนึ่งก็เอื้อให้สามารถกำหนดกรอบการปรับตัวในเชิงของการกำหนดทิศทางการ ยุทธศาสตร์การ พัฒนาเมืองที่จะทำให้เมืองมีความมั่นคงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตได้ง่ายกว่า แต่ผู้ที่มีหน้าที่ในการ วางแผนเมืองขนาดเล็กมักจะขาดความเข้าใจและความรู้ที่เหมาะสมในการกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาที่สอดคล้องกับ ภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว นอกจากนี้ เมืองขนาดเล็กอาจมีข้อกำหนดด้านกฎหมายในการวางแผน เมืองที่ไม่เข้มงวดเท่ากับการวางแผนของเมืองระดับใหญ่เช่นมหานคร ซึ่งอาจส่งผลให้การเติบโตของเมืองขาดทิศทางที่ ชัดเจน และอาจเพิ่มความเสี่ยงในการตั้งถิ่นฐานในอนาคตระยะยาว กรณีศึกษานี้จะชี้ให้เห็นถึงแนวคิดในการวางแผน เมืองที่สามารถวางแผนในเชิงของการคิดนอกกรอบที่จะนำไปสู่รูปแบบของเมืองแบบใหม่ที่มีความมั่นคงต่อการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตได้มากขึ้น

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อประเทศไทยโดยธรรวพันธ์ (2554) พบว่าการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะมีผลต่อการเกิดภัยพิบัติในประเทศไทย โดยประเด็นที่สำคัญคือ การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศอาจจะทำให้ฤดูกาลต่าง ๆ ของไทยเปลี่ยนไป โดยลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้มีแนวโน้มที่จะมีความรุนแรง มากขึ้น ก่อให้เกิดฝนตกในภาคใต้ที่มีรูปแบบการตกทั้งช่วง กล่าวคือ ฝนตกลงมาอย่างหนักแล้วหยุดไปเป็นระยะเวลา หนึ่ง แล้วจึงตกลงมาใหม่ และในแต่ละช่วงจะมีจำนวนครั้งที่ถี่ขึ้น ลักษณะดังกล่าวจะทำให้โอกาสการเกิดน้ำท่วมเพิ่ม มากขึ้น ส่งผลให้การตั้งถิ่นฐานของชุมชนในประเทศไทยบริเวณที่ราบริมน้ำมีการเปิดรับต่อความเสี่ยงจากการ เปลี่ยนแปลงรูปแบบของฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตมาก

นอกจากปริมาณน้ำฝนและรูปแบบฝนตกแล้ว ปัญหาน้ำท่วมในเขตชุมชนเมืองยังมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัย อื่น ๆ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (Watson and Adam, 2011) และการจัดการเมือง โดย Action Aid International (2006) ได้แบ่งประเภทของน้ำท่วมในเขตชุมชนเมืองของประเทศในทวีปแอฟริกาออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

²² งานศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยโครงการ แนวทางการวางแผนด้านผังเมืองเพื่อรองรับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: กรณีศึกษาปัญหาน้ำท่วมและแนวทางการจัดการน้ำท่วมในเขตผังเมืองรวมพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดย วรรัตน์ กรอิสราหกุล และคณะ (2556)

- 1) น้ำท่วมเฉพาะพื้นที่ สามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งต่อปี โดยเฉพาะในพื้นที่เปราะบางในเขตชุมชนเมือง เช่นชุมชนแออัดที่ไม่มีระบบท่อระบายน้ำ หรือระบบท่อระบายอุดตัน หากมีฝนตกหนักจะเกิดการไหลบ่าของน้ำบริเวณช่องทางระหว่างอาคารที่อยู่อาศัย
- 2) น้ำท่วมจากทางน้ำขนาดเล็กในเขตเมืองที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากฝนตกหนัก เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมามีปริมาณมากกว่าความจุของระบบระบายน้ำของเมือง ทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำที่ล้นจากท่อระบายน้ำเข้าท่วมพื้นที่ในเขตเมือง
- 3) น้ำท่วมจากแม่น้ำสายสำคัญที่ไหลผ่านพื้นที่เขตเมืองและได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและวิศวกรรมการก่อสร้างในพื้นที่ต้นน้ำ เช่น การสร้างเขื่อนทำให้เกิดการสะสมของดินตะกอนที่มีผลต่อการไหลของน้ำ การปล่อยน้ำปริมาณมากจากเขื่อน การเติบโตของเมืองที่มีการขยายตัวไปในที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ทำให้พื้นที่รับ หรือพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านได้ลดลง
- 4) ในเมืองที่ลุ่มต่ำหรือชายฝั่งทะเลอาจได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมในฤดูฝนที่เกิดจากปริมาณน้ำในแม่น้ำที่สูงขึ้นทั้งจากฝนตกและน้ำทะเลหนุน

จะเห็นได้ว่าน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในเขตชุมชนเมืองของประเทศในทวีปแอฟริกามีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการพัฒนาเมืองเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นลักษณะที่มีคล้ายคลึงกับสถานการณ์น้ำท่วมในเขตเมืองของไทย ซึ่ง โชติไกร (2546) และ สุจริต (2554) ได้สรุปสาเหตุของน้ำท่วมในเขตเมืองในประเทศไทยที่นอกเหนือไปจากการตกของฝนดังต่อไปนี้

- 1) การขยายตัวอย่างขาดการวางแผนของชุมชนเมืองต่าง ๆ ทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค การตั้งถิ่นฐานในประเทศไทยนับแต่อดีตจะอยู่ในบริเวณพื้นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำ ทั้งนี้เนื่องจากแม่น้ำเป็นปัจจัยที่มีสำคัญต่อการดำรงชีวิต และการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม การสร้างบ้านเรือนริมน้ำในสมัยก่อนมักมีการยกใต้ถุนสูงให้ตัวบ้านพ้นระดับน้ำหลากสูงสุดที่เคยท่วมเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาน้ำท่วม ซึ่งในบางช่วงเวลาระดับน้ำอาจสูงถึงใต้ถุนเรือน แต่ก็ไม่ได้ก่อให้เกิดความเดือดร้อนมากนัก เพราะมีการใช้เรือในการสัญจรกันอยู่ทั่วไป การเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวของชุมชนอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดความต้องการที่อยู่อาศัย และสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิต ตลอดจนการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการสร้างบ้านเรือนที่อยู่อาศัยที่มีลักษณะที่สอดคล้องต่อสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศน้อยลง ประกอบกับการขยายตัวของชุมชนที่ขาดการวางแผนจึงทำให้พื้นที่ชุมชนและอาคารบ้านเรือนได้รับผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วมที่รุนแรงขึ้น
- 2) การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ไม่เหมาะสมโดยเฉพาะในลักษณะของการเปลี่ยนแปลงจากสภาพธรรมชาติเป็นพื้นที่ก่อสร้างและการพัฒนาที่ดินที่ขาดการวางแผนและการจัดการที่เหมาะสม การขยายตัวของเมืองไปในทิศทางที่เป็นที่ต่ำ หรือที่ลุ่มทำให้ต้องมีการถมที่ดินเพื่อการก่อสร้าง ส่งผลกระทบททำให้พื้นที่รองรับน้ำลดลงเมื่อฝนตกหนัก จึงทำให้เกิดการท่วมขัง นอกจากนี้ ยังมีการก่อสร้างรुकาล้ำน้ำสาธารณะประกอบกับระบบระบายน้ำที่ไม่มีประสิทธิภาพจึงยิ่งทำให้ปัญหาน้ำท่วมชุมชนมีความรุนแรงมากขึ้น
- 3) สภาพภูมิประเทศเป็นปัจจัยภายในอันสำคัญ ที่มีผลกระทบต่อความไวต่อความเสี่ยงของพื้นที่ต่อภาวะน้ำท่วมโดยพื้นที่ที่มีความไวต่อความเสี่ยงสูง ได้แก่ พื้นที่ราบลุ่มเป็นแอ่ง หรือพื้นที่ทรุดตัว พื้นที่ที่มีผลกระทบจากการขั้่นลงของน้ำทะเลและพื้นที่ราบเชิงเขา เป็นต้น
- 4) การขาดการวางแผนและการใช้มาตรการในการป้องกันปราชัยทางด้านกฎหมายที่เหมาะสม กฎหมายผังเมืองรวมของแต่ละจังหวัด อำเภอ หรือเทศบาล ไม่มีความสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพ ยกตัวอย่างเช่น การกำหนดให้มีพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดอยุธยา หรือปทุมธานี ทำให้เกิดการขยายตัวของชุมชนอย่างรวดเร็ว เกิดความต้องการที่อยู่อาศัยและสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อรองรับการใช้

ชีวิตประจำวัน อันนำไปสู่การพัฒนาที่ดินทั้งในลักษณะของที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์ประเภทต่าง ๆ ตลอดจนระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการ การคมนาคมขนส่ง เกิดเป็นชุมชนหนาแน่น ในขณะที่ลักษณะตามธรรมชาติของพื้นที่เป็นที่ต่ำที่น้ำหลากท่วมได้ง่าย ซึ่งนอกจากจะทำให้ชุมชนมีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมสูงแล้ว การจัดการกับปัญหาน้ำท่วมยังทำได้ยากและต้องลงทุนสูง

- 5) การบริหารจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพ การขาดระบบคาดการณ์และระบบเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพก่อนเกิดภัย การไม่มีแผนปฏิบัติงานที่ชัดเจนในกรณีเกิดภัย และการจัดการหลัง การเกิดภัยที่ส่วนใหญ่ยังขาดการวางแผนและบรรเทาปัญหาตลอดจนการฟื้นฟูอย่างเป็นรูปธรรม รวมถึงข้อจำกัดในเรื่องงบประมาณและบุคลากรที่มีความรู้และประสบการณ์ในงานที่เกี่ยวข้อง
- 6) ปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การตัดไม้ทำลายป่า ทำให้เกิดการหลากเร็วขึ้น การก่อสร้างถนนหนทางขวางทางน้ำหลากและมีการระบายน้ำไม่เพียงพอ การเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่แก้มลิงตามธรรมชาติไปทำประโยชน์อย่างอื่นเนื่องจากจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น การที่ไม่มีการก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำเพิ่มเติมจากที่มีอยู่ เป็นต้น

การวางแผนชุมชนเมืองหรือการวางผังเมืองเป็นกระบวนการทางเทคนิคและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการใช้ที่ดินและการออกแบบของสภาพแวดล้อมของเมืองรวมทั้งเครือข่ายการคมนาคมขนส่งเพื่อให้การตั้งถิ่นฐานของและการพัฒนาเมืองเป็นไปโดยระเบียบเรียบร้อย กระบวนการวางแผนชุมชนเมืองต้องมีกระบวนการวิจัยวิเคราะห์ และการคิดเชิงกลยุทธ์ที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้งด้านสถาปัตยกรรม การออกแบบชุมชนเมือง การพัฒนาเมืองและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ตลอดจนการนำผังเมืองไปสู่การปฏิบัติและการบริหารจัดการ (Taylor, 2007) การวางแผนชุมชนเมืองสามารถอาจอยู่ได้ในหลายรูปแบบทั้งในลักษณะของแผนกลยุทธ์ ผังเมืองรวม ผังชุมชน กฎระเบียบและแรงจูงใจหรือแผนการอนุรักษ์เมืองเก่าหรือเมืองประวัติศาสตร์ การวางแผนชุมชนเมืองยุคใหม่เริ่มขึ้นจากความพยายามในการเคลื่อนไหวเพื่อต่อต้านเมืองอุตสาหกรรมในช่วงกลางศตวรรษที่ 19 และมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 แนวคิดของการวางผังเมืองมีความหลากหลายและสะท้อนถึงระบบสังคมเมืองที่มีความซับซ้อนมากขึ้น มีการนำแนวคิดด้านการฟื้นฟูเมือง (Urban renewal) และการออกแบบชุมชนเมือง (Urban Design) มาใช้ในการวางแผนพัฒนาเมือง ในปลายศตวรรษที่ 20 การวางผังเมืองเริ่มให้ความสำคัญกับแนวคิดด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable development and planning) ที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทั้งในด้านกายภาพและสังคม ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในกระบวนการวางผังซึ่งเป็นแนวคิดสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการวางผังเมืองในปัจจุบัน (Konisranukul, 2007; Taylor, 2007; Wheeler and Beatley, 2004)

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าการวางแผนการใช้ที่ดินเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบของเมืองและชุมชนทั้งในเชิงกายภาพ เศรษฐกิจและสังคมและมักถูกใช้เป็นกลยุทธ์สำคัญในการควบคุมการพัฒนาเมืองให้เป็นไปตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการพัฒนาซึ่งในปัจจุบันมักรวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การศึกษาวิจัยในด้านที่เกี่ยวข้องชี้ให้เห็นว่าการวางแผนการใช้ที่ดินเป็นเครื่องมือสำคัญในกระบวนการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศของชุมชนเมือง (Condon et al, 2009; Gleeson, 2008; Matthews, 2011; Wilson, 2006)

อาจกล่าวได้ว่าการวางแผนเมืองหรือผังเมืองเป็นเครื่องมือหรือแนวทางในการลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากมีความหลากหลายของงานที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถช่วยการพัฒนาเมืองและกิจกรรมการใช้พื้นที่ในเมืองให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย และในขณะเดียวกันก็ช่วยลดความขัดแย้งของกิจกรรมการใช้พื้นที่ที่เกิดขึ้น (Matthews, 2011) ในกระบวนการดังกล่าวนักผังเมืองจะเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการชี้แนะและกำหนดหน้าที่และโครงสร้างของระบบเมือง นอกจากนี้เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการวางผัง เช่น การจัดทำผัง การจัดการการพัฒนา การออกแบบชุมชนเมืองและอื่น ๆ ต่างเป็นเครื่องมือที่ใช้กันเป็นสากล ในขณะที่การวางแผนการใช้ที่ดินเป็นการทำงานในระดับพื้นที่ ดังนั้น การนำกลยุทธ์ด้านการวางผังมาใช้ในการลดความเสี่ยงหรือเพิ่มความสามารถในการ

รับมือกับสภาพภูมิอากาศจึงเป็นแนวทางที่ตอบสนองต่อการวางแผนด้านการปรับตัว ซึ่งให้ความสำคัญกับบริบทของพื้นที่

ถึงแม้ว่าการนำการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาเป็นปัจจัยพิจารณาร่วมกับปัจจัยด้านอื่น ๆ จะทำให้การวางแผนการใช้ที่ดินมีความซับซ้อนและอาจต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานมากขึ้น แต่ค่าใช้จ่ายดังกล่าวก็ยังนับว่าต่ำกว่าค่าใช้จ่ายที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดการและฟื้นฟูเมืองจากผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต (Wilson, 2006) รายงานการศึกษาของ United Nations Habitat (2007b) ชี้ให้เห็นว่าการวางผังเมืองเป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดการกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หากเมืองได้รับการวางแผนที่เหมาะสมจะเป็นรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาอย่างยั่งยืนเพราะนอกจากจะช่วยบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของเมืองแล้วยังช่วยทำให้ความสามารถในรับมือสูงขึ้น โดยเมืองจะมีความทนหรือยืดหยุ่นสูง (Resilience) สามารถปรับสภาพให้ตอบรับกับภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป

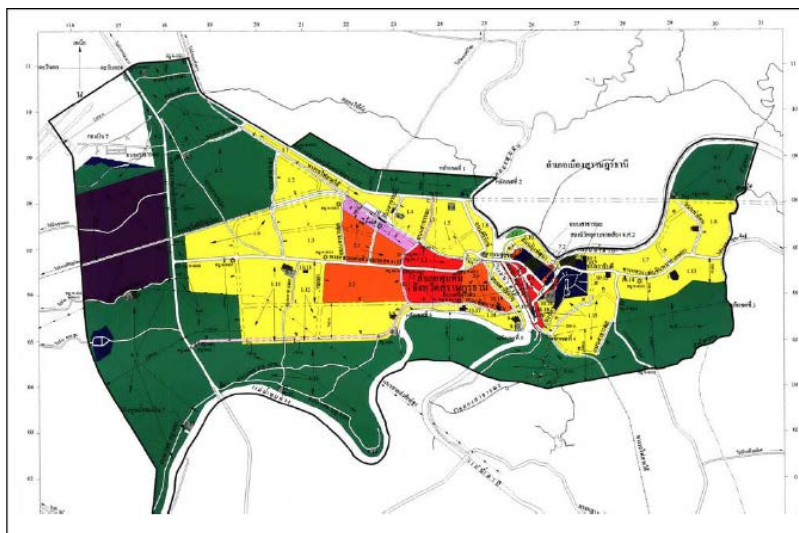
นอกจากนั้น โครงสร้างพื้นฐาน เช่น ทางระบายน้ำท่วม/น้ำหลาก (Floodway) และ มาตรฐานอาคารและข้อกำหนดอาคารก็เป็นกลยุทธ์สำคัญที่ช่วยลดความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วม โดยการออกข้อกำหนดอาคารจะต้องมีความสอดคล้องกับข้อกำหนดการใช้ที่ดิน โดยทั่วไปแล้ว การบังคับใช้ข้อกำหนดอาคารมักจะเคร่งครัดมากกว่าข้อกำหนดการใช้ที่ดิน มาตรการที่มักใช้ในการควบคุมอาคารในพื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับโครงสร้างและวัสดุก่อสร้าง

กรณีศึกษาของเขตผังเมืองรวมพุนพิน อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานีนี้เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยใช้แนวคิดด้านการวางผังเมืองและการกำหนดแผนการใช้ที่ดินเพื่อเพิ่มความมั่นคงทนทานให้แก่เมืองต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตซึ่งมีแนวโน้มส่งผลให้เมืองพุนพินมีความเสี่ยงสูงขึ้นจากปัจจุบัน

2.4.1 ความเสี่ยงของเขตผังเมืองรวมพุนพินต่อสภาพน้ำท่วมและแนวโน้มความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต

เมืองพุนพินในปัจจุบันเป็นอำเภอหนึ่งของจังหวัดสุราษฎร์ธานี อยู่ห่างจากตัวจังหวัดไปทางตะวันตกตามทางหลวงสายสุราษฎร์ธานี- พุนพิน เป็นระยะทางประมาณ 14 กิโลเมตร ขอบเขตผังเมืองรวมเมืองพุนพิน ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของเขตอำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีขนาดพื้นที่ 71.73 ตารางกิโลเมตร (44,831.25ไร่) คิดเป็นร้อยละ 7.94 ของอำเภอพุนพิน ครอบคลุมพื้นที่เขตเทศบาลเมืองท่าข้าม 14.09 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่นอกเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม 56.64 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วย 6 ตำบล คือ บางส่วนของตำบลห้วยเตย ตำบลพุนพิน ตำบลหนองไทร ตำบลท่าข้าม ตำบลเขาควายและตำบลท่าโรงช้าง

9. ที่ดินประเภทศาสนา (สีเทาอ่อน) มีพื้นที่ทั้งหมด 221.26 ไร่
10. ที่ดินประเภทสถาบันราชการ สารสาธาณูปโภคและสาธารณูปการ (สีน้ำเงิน) มีพื้นที่ทั้งหมด 767.65 ไร่



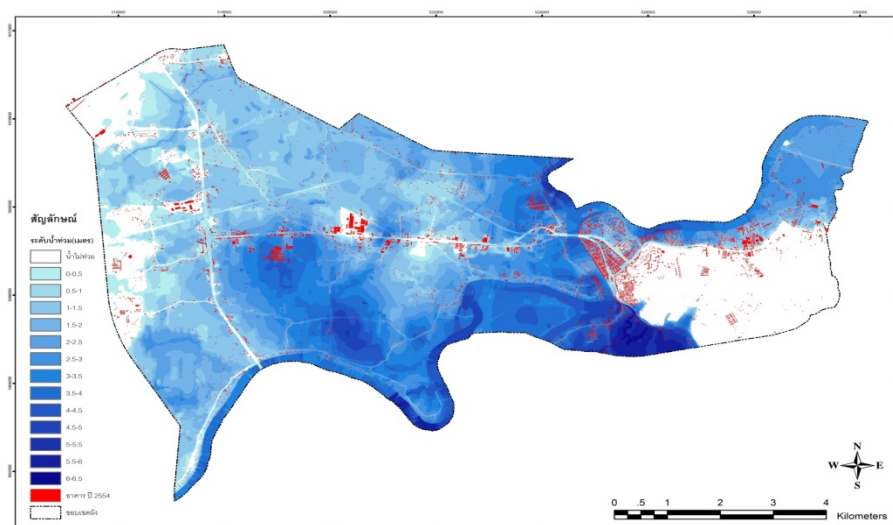
รูปที่ 2.14 ผังเมืองรวมพุนพินประกาศบังคับใช้ปี 2545 (ที่มา: วนารัตน์ และคณะ, 2556)

ชุมชนเมืองพุนพินเป็นชุมชนริมน้ำจึงมักประสบปัญหาน้ำท่วมในฤดูน้ำหลากอยู่เป็นประจำเกือบทุกปี ทั้งนี้ ตาม ข้อมูลน้ำท่วมในเขตชุมชนเมืองพุนพินชี้ให้เห็นว่าปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ที่มีความถี่และความรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะเหตุการณ์อุทกภัยในปี 2554 มีความรุนแรงของการเกิดอุทกภัย ทั้งในด้านความสูงของระดับน้ำ ความแรงของกระแสน้ำ และระยะเวลาเกิดอุทกภัย ซึ่งลักษณะของการเกิดอุทกภัยเป็นการล้นของน้ำจากแม่น้ำตาปี แม่น้ำพุมดวงและคลองสาขาอื่น ๆ ที่ขนาดของลำน้ำไม่สามารถรองรับน้ำหลากได้ ทำให้น้ำล้นตลิ่งไหลเข้าสู่พื้นที่ชุมชนซึ่งส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มต่ำริมน้ำ การขยายตัวของชุมชนและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอย่างต่อเนื่องเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อปัญหาน้ำท่วมของพื้นที่ทั้งในแง่ความรุนแรงของน้ำท่วมและการขยายตัวของพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม ระดับน้ำที่ท่วมสูงทำให้อาคารบ้านเรือนมีโอกาสที่จะได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมสูงตามไปด้วย สถานการณ์น้ำท่วมพื้นที่ในเขตอำเภอพุนพินก่อให้เกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจและสังคมของชุมชนเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะชุมชนในเขตเทศบาลที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง มีระบบสาธารณูปโภคสาธารณูปการตลอดจนระบบการคมนาคมขนส่งต่าง ๆ ทั้งทางบก ทางน้ำและทางอากาศทำให้ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ โดยถนนสายหลักหลายสายและทางรถไฟได้รับความเสียหายไม่สามารถใช้การได้ทำให้ชุมชนในบางพื้นที่ถูกตัดขาด น้ำท่วมยังก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบสาธารณูปโภคทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค เนื่องจากโรงผลิตน้ำประปาที่ให้บริการทั้งในเขตอำเภอเมืองและอำเภอพุนพิน ถูกน้ำท่วมเสียหายไม่สามารถให้บริการได้เป็นเวลาหลายวันเกิดภาวะขาดแคลนน้ำดื่มมาใช้

นอกจากนี้สถานการณ์น้ำท่วมยังก่อให้เกิดความเสียหายกับบ้านเรือนและย่านพาณิชยกรรมในเขตเทศบาลเมืองท่าข้ามซึ่งเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจของชุมชน รวมทั้งสถานประกอบการและโรงงานอุตสาหกรรมที่ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่น้ำท่วมซึ่งนอกจากจะได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมโดยตรงแล้ว ยังก่อให้เกิดการหยุดจ้างงานส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจโดยรวมของพื้นที่ สถานการณ์น้ำท่วมในอำเภอพุนพินยังก่อให้เกิดความเสียหายกับพืชผล

ทางการเกษตร โดยพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายส่วนใหญ่จะเป็นสวนปาล์มที่มีน้ำท่วมขังเป็นเวลานานเนื่องจากตั้งอยู่บนที่ราบริมฝั่งแม่น้ำ

ลักษณะการตั้งถิ่นฐานของชุมชนเมืองพุนพินเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่มีผลกระทบต่อความเสี่ยงน้ำท่วมโดยเฉพาะในแง่ของความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากน้ำท่วม ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของชุมชนเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในบริเวณที่มีความอ่อนไหวต่อน้ำท่วมโดยเฉพาะบริเวณริมฝั่งแม่น้ำตาปีทางตอนบนต่อเนื่องกับศูนย์กลางชุมชนปัจจุบันที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลเมืองท่าข้ามที่มีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ริมแม่น้ำตาปี ทั้งสองฝั่งมีบทบาทเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจและสังคมของชุมชน มีกิจกรรมการใช้ที่ดินเข้มข้นทั้งการตั้งบ้านเรือน การประกอบธุรกิจการค้าและบริการต่าง ๆ ทำให้มีโอกาสได้รับความเสียหายมากเมื่อเกิดน้ำท่วม



รูปที่ 2.15 ระดับความสูงน้ำท่วมและอาคารในเขตผังเมืองรวมพุนพินปี 2554
(ที่มา: วารัตน์ และคณะ, 2556)

การศึกษาวิเคราะห์สถานการณ์การใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในเขตผังเมืองรวมพุนพินจากปี 2538 จนถึงปี 2554 พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นการเปลี่ยนแปลงเพื่อตอบสนองความต้องการใช้ประโยชน์อาคารและสิ่งปลูกสร้าง โดยปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในเขตผังเมืองรวมพุนพินมี 2 ประการคือ การขยายทางประชากรและแรงผลักดันทางเศรษฐกิจ

การเติบโตทางเศรษฐกิจของชุมชนเมืองพุนพินที่มีแนวโน้มการขยายตัวไปในพื้นที่นอกเขตเทศบาลมากกว่าในเขตเทศบาล การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นผลกระทบทั้งจากการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและการพัฒนาการขนส่งทั้งทางด้านสินค้าและผู้โดยสารที่มีความสะดวกรวดเร็วมากขึ้น มีการก่อสร้างสนามบินเกาะสมุย การเปิดเส้นทางเดินรถโดยสารจากกรุงเทพฯ ไปยังเกาะสมุยและเกาะพะงันได้โดยตรง การปรับปรุงขยายถนนที่เชื่อมต่อกับอำเภอเมืองสุราษฎร์ธานีทำให้การเดินทางสะดวกรวดเร็วและไม่ผ่านชุมชนเมืองพุนพิน (เทศบาลท่าข้าม) ทำให้ชุมชนเมืองพุนพินมีลักษณะเป็นเมืองผ่าน ลดบทบาทของการเป็นศูนย์กลางการคมนาคมของจังหวัดลง รวมทั้งบทบาทด้านพาณิชย์กรรมระดับอำเภอยังลดความสำคัญลงด้วย แต่ในขณะเดียวเศรษฐกิจของชุมชนเมืองพุนพินยังคงมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง แต่การเติบโตทางเศรษฐกิจในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นผลมาจากสินค้าเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรมที่ส่วนใหญ่ตั้งอยู่นอกเขตเทศบาล

การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินนอกเขตเทศบาลที่ส่วนใหญ่เดิมเป็นพื้นที่สีเขียวและพื้นที่เกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่ปลูกสร้าง การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่าเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของอาคารประเภทต่าง ๆ แล้วพบว่า ส่วนใหญ่เป็นการเพิ่มการใช้ประโยชน์อาคารประเภทอุตสาหกรรมโดยพบว่ามีจำนวนการใช้อาคารประเภทอุตสาหกรรมในเขตผังเมืองรวมในปี 2550 เพิ่มขึ้นจากปี 2538 คิดเป็นร้อยละ 48 หากพิจารณาเฉพาะนอกเขตเทศบาลจะพบว่ามีเพิ่มขึ้นของจำนวนสถานประกอบการและโรงงานอุตสาหกรรมในสัดส่วนที่สูงมาก โดยมีโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 1.2 เท่าและสถานประกอบการเพิ่มขึ้นประมาณ 4.3 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับเพิ่มขึ้นของจำนวนบ้านพักอาศัยนอกเขตเทศบาลในช่วงเวลาเดียวกันพบว่าจำนวนบ้านเพิ่มขึ้นประมาณ 1 เท่าตัว อัตราการเพิ่มสูงสุดอยู่ในเขตตำบลพุนพิน โดยเพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 1.4 เท่า

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งผลให้เมืองตกอยู่ในภาวะเสี่ยงที่เปลี่ยนแปลงไป โดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเศรษฐกิจสังคมและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต อาจกล่าวได้ว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเป็นปัจจัยที่ทำให้ความเสี่ยงน้ำท่วมหรือความอ่อนไหวต่อภาวะน้ำท่วมในเขตผังเมืองรวมพุนพินสูงขึ้นโดยการพัฒนาที่ดินที่ทำให้เปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินจากสภาพธรรมชาติและการเกษตรไปเป็นพื้นที่ก่อสร้าง ส่งผลต่อความสามารถในการเก็บกักน้ำและการดูดซับน้ำของดิน ตลอดจนขัดขวางหรือเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของน้ำโดยจำแนกผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้

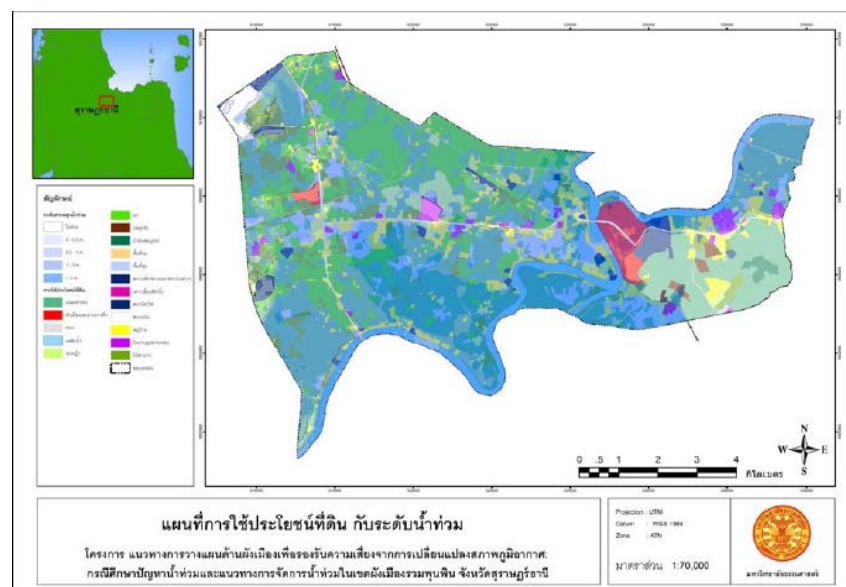
- การก่อสร้างถนนขวางการไหลของน้ำธรรมชาติ

การวิเคราะห์ระดับความสูงพื้นที่และการไหลของน้ำพบว่าการก่อสร้างถนนส่งผลกระทบต่อการไหลและการระบายน้ำตามธรรมชาติ ทำให้น้ำท่วมขังในพื้นที่ชุมชนนานมากขึ้น รูปที่ 2.16 แสดงให้เห็นว่าทางหลวงสาย 41 ที่ตัดผ่านพื้นที่ในเขตผังเมืองรวมเป็นแนวยาวตามแนวเหนือใต้ และทางหลวงสาย 4153 ที่ตัดผ่านเขตผังเมืองรวมตลอดแนวตะวันออกไปยังตะวันตก และเป็นเส้นทางคมนาคมหลักระหว่างชุมชนเมืองพุนพินและสนามบินสุราษฎร์ธานีและเชื่อมต่อไปยังอำเภอและจังหวัดข้างเคียง ซึ่งมีขนาดความกว้าง 6 ช่องทางจราจรและตัดขวางเส้นทางการระบายน้ำธรรมชาติ เมื่อเกิดภาวะน้ำล้นตลิ่งปริมาณมากเข้าท่วมพื้นที่ การระบายออกจากพื้นที่จะใช้เวลานานขึ้น



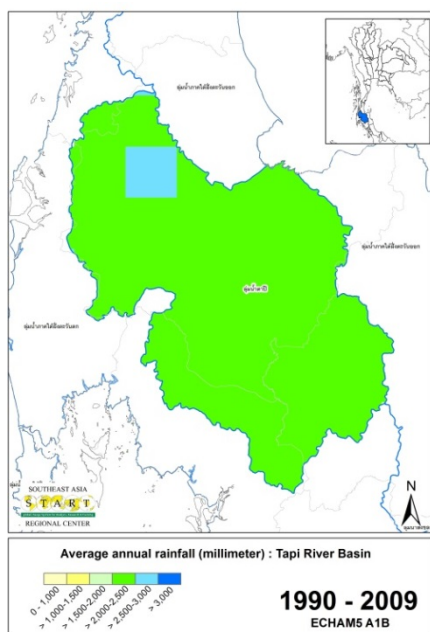
รูปที่ 2.16 ผลกระทบระดับความสูงทางหลวงสาย 4153 ต่อทิศทางการไหลและการระบายน้ำ (ที่มา:วนารัตน์ และคณะ, 2556)

- การก่อสร้างอาคารรุกล้ำแม่น้ำลำคลอง
ผลการสำรวจพื้นที่พบว่ามีการก่อสร้างอาคารรุกล้ำแหล่งน้ำสาธารณะ ทั้งในแม่น้ำสายหลักคือแม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวง รวมทั้งคลองต่าง ๆ ซึ่งการใช้ที่ดินในลักษณะดังกล่าวนอกจากจะส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ของน้ำแล้ว อาคารที่ตั้งอยู่ในทางน้ำยังมีความเสี่ยงต่อความเสียหายและได้รับอันตรายจากน้ำท่วมเพิ่มขึ้น
- การถมคู คลองทางระบายน้ำธรรมชาติเพื่อก่อสร้างอาคารและทำการเกษตร
การสำรวจพื้นที่ในเขตผังเมืองรวมพุนพินพบว่ามีการถมคูคลองและทางระบายน้ำธรรมชาติเพื่อก่อสร้างอาคารและทำการเกษตรอยู่ทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ในเขตผังเมืองรวมพุนพินเป็นที่ลุ่มต่ำ มีการกระจายตัวของแหล่งน้ำธรรมชาติอยู่ทั่วไปทั้งที่เป็นลำคลอง หนอง บึง และทางน้ำขนาดเล็กซึ่งแหล่งน้ำเหล่านี้บางแห่งจะน้ำแห้งในฤดูแล้ง ทำให้มีประชาชนเข้าไปใช้พื้นที่ดังกล่าวเพื่อประโยชน์อื่น ๆ ทั้งการทำการเกษตรปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งการถมที่เพื่อใช้ประโยชน์ที่ดิน สถานการณ์ดังกล่าวก่อให้เกิดผลกระทบต่อความมั่นคงของระบบน้ำและการไหลของน้ำในธรรมชาติ ก่อให้เกิดการไหลบ่าที่รุนแรงและรวดเร็วมากขึ้นส่งผลกระทบต่อพื้นที่น้ำไหลท่วมพื้นที่ชุมชนมากขึ้น
- การก่อสร้างอาคารในพื้นที่เกษตรกรรมและชนบท
จากผลการศึกษาการขยายตัวของอาคารสิ่งก่อสร้างดังกล่าวมาแล้วจะพบว่า การก่อสร้างอาคารใหม่ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นนอกเขตเทศบาลซึ่งเป็นพื้นที่สีเขียวและบางส่วนเป็นพื้นที่ระบายน้ำธรรมชาติ ส่งผลกระทบต่อพื้นที่รับและระบายน้ำธรรมชาติ การเพิ่มขึ้นของอาคารในลักษณะดังกล่าวส่งไม่เพียงพอแต่ทำให้พื้นที่สีเขียวที่ช่วยซับน้ำลดลง แต่การก่อสร้างอาคารยังมีการถมปรับระดับที่ดิน ทำให้ทิศทางการไหลของน้ำเปลี่ยนและยังขวางการไหลของน้ำอีกด้วย

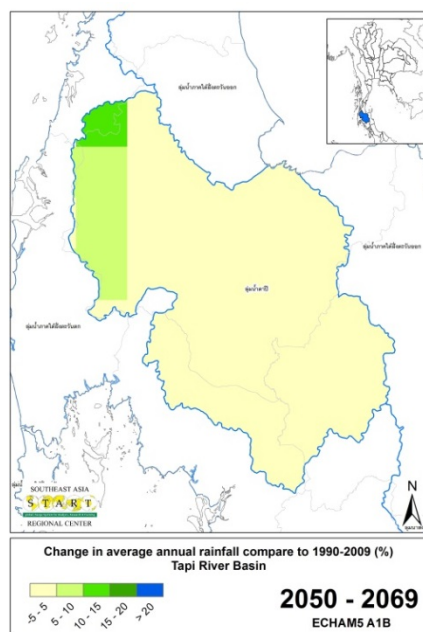


รูปที่ 2.17 ผลกระทบน้ำท่วมต่อการใช้ที่ดินในเขตผังเมืองรวมพุนพินปี 2554
(ที่มา:วนารัตน์ และคณะ, 2556)

เมื่อมองออกไปในอนาคต จากตัวอย่างข้อมูลการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต²³ ปริมาณฝนเฉลี่ยในลุ่มแม่น้ำตาปี เปรียบเทียบระหว่างช่วงปี ค.ศ.1990-2009 (พ.ศ.2553-2552) และ ค.ศ.2050-2069 (พ.ศ.2593-2612) พบว่า ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของลุ่มน้ำไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนักจากปัจจุบัน (รูปที่ 2.18) แต่รอบการเกิดซ้ำของปริมาณฝนตกหนักในอนาคตก็มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นและมีความรุนแรงมากขึ้น (ตารางที่ 2.5) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าแนวโน้มการเพิ่มความถี่และความรุนแรงของโอกาสการเกิดเหตุการณ์อุทกภัยรุนแรงในอนาคตจะเพิ่มมากขึ้นกว่าในปัจจุบัน



ก.



ข.

รูปที่ 2.18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี (มม.) ในลุ่มแม่น้ำตาปี เปรียบเทียบ 2 ช่วงทศวรรษ

(ก) ปัจจุบัน (ค.ศ.10990-2009) และ (ข) อนาคต (ค.ศ.2050-2069)

(ที่มา: ประมวลผลโดย SEA START RC, 2016)

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงปริมาณฝนตกหนัก (ฝนตกสะสม 3 วัน) ที่มีรอบการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี 10 ปี 20 ปี และ 50 ปี ของลุ่มน้ำตาปี

Return Period ฝนสะสม 3 วัน	2	5	10	20	50
ECHAM5 A1B : 1990 – 2009 (มม.)	96	124	151	184	239
ECHAM5 A1B : 2050 – 2069 (มม.)	89	123	157	201	277
% การเปลี่ยนแปลง	-7	-1	+4	+9	+16

ที่มา: ประมวลผลโดย SEA START RC, 2016

²³ ข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM5 ตามภาพฉายอนาคตการเพิ่มขึ้นของระดับ CO₂ แบบ A1B และคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค PRECIS ประมวลผลโดย SEA START RC (2016)

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความเสี่ยงการเกิดอุทกภัยบ่งชี้ถึงความจำเป็นของการเตรียมการเพื่อรับมือกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังกล่าวทั้งในลักษณะของการลดการเปิดรับความเสี่ยงและการปรับตัวเพื่อให้สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งการศึกษาและวิเคราะห์การรับมือต่อปัญหาน้ำท่วมของชุมชนและภาคส่วนในเขตผังเมืองรวมพุนพินสะท้อนให้เห็นว่าการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์น้ำท่วมในปัจจุบันยังไม่เพียงพอต่อการจัดการความเสี่ยงของการเกิดอุทกภัยที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ความเสี่ยงอุทกภัยในเขตผังเมืองรวมพุนพินยังได้รับผลกระทบจากนโยบายการใช้ที่ดินและแผนพัฒนาเมืองที่ไม่สอดคล้องต่อบริบทของพื้นที่ การวางผังเมืองและการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะทำให้ชุมชนเปิดรับความเสี่ยงมากขึ้น ทั้งนี้การปรับตัวต่อปัญหาดังกล่าวอาจพิจารณาถึงการนำวิธีการทางผังเมืองมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาในเขตผังเมืองรวมเพื่อลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

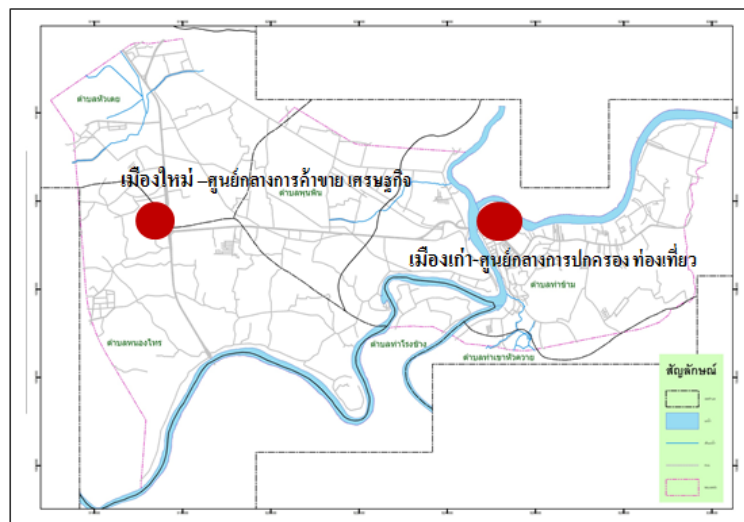
2.4.2 แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภาวะน้ำท่วมในอนาคตจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ: กรณีศึกษาเขตผังเมืองรวมพุนพิน

ในการวางแผนเพื่อรับมือความเสี่ยงน้ำท่วมในอนาคตในพื้นที่พุนพินจึงให้ความสำคัญในการลดความอ่อนไหวเชิงกายภาพหรือการลดความไวต่อความเสียหายของพื้นที่ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการวางแผนการใช้ที่ดินเป็นอย่างมาก ดังนั้นการวางแผนเพื่อลดความเสี่ยงน้ำท่วมในเขตผังเมืองพุนพินจึงให้ความสำคัญกับการประยุกต์กลยุทธ์และวิธีการด้านผังเมืองในการวางแผนเพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าว โดยมีแนวทางสำคัญคือ

- แนวทางการวางแผนพัฒนาเมือง 2 ศูนย์กลาง (เมืองใหม่-เมืองเก่า) เพื่อลดความเสี่ยงจากการขยายตัวของชุมชนในพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยรุนแรง
- แนวทางการปรับปรุงข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตผังเมืองรวมพุนพิน
- แนวทางการปรับปรุงข้อกำหนดอาคาร (Building Code) ในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม
- แนวทางการลดน้ำท่วมโดยใช้ระบบทางน้ำหลากธรรมชาติ (Floodway) และพื้นที่พักน้ำ

แนวทางการวางแผนพัฒนาเมือง 2 ศูนย์กลาง (เมืองใหม่-เมืองเก่า)

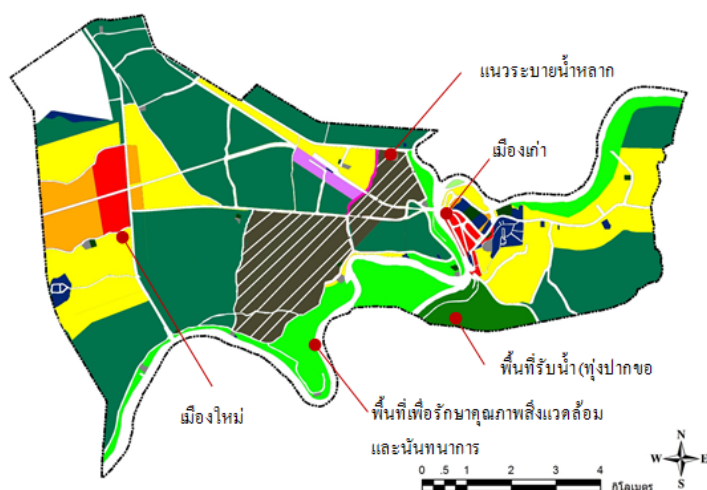
การวิเคราะห์ผังการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตผังเมืองรวมพุนพินบ่งชี้ว่า การพัฒนาตามผังเมืองรวมอาจนำไปสู่ความเสี่ยงอุทกภัยรุนแรงที่สูงขึ้น เนื่องจากพื้นที่การพัฒนาต่อเนื่องจากศูนย์กลางเดิม (เทศบาลเมืองท่าข้าม) จะอยู่ในเส้นการระบายน้ำหลากธรรมชาติ การปรับตัวแบบการพัฒนาเมืองแบบ 2 ศูนย์กลางจึงเป็นแนวทางที่มีความเหมาะสม สามารถช่วยลดความเสี่ยงจากอุทกภัยในอนาคต และยังช่วยแก้ปัญหาสภาพแวดล้อมของเมืองรวมทั้งปัญหาการจราจรในเขตเทศบาลเมืองท่าข้าม การพัฒนาเมืองดังกล่าวอาจเป็นไปในลักษณะการพัฒนาแบบเมืองใหม่-เมืองเก่าเป็นศูนย์กลางเมืองที่มีบทบาททางเศรษฐกิจและสังคมที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นแนวทางที่เป็นที่ยอมรับนิยมใช้ในการแก้ปัญหาการขยายตัวชุมชนเมืองเก่าที่มักมีข้อจำกัดของพื้นที่และทรัพยากร การลดความเสี่ยงจากอุทกภัยของชุมชนที่ตั้งอยู่บนที่ราบริมน้ำ และการอนุรักษ์เมืองเก่า/เมืองประวัติศาสตร์



รูปที่ 2.19 ที่ตั้ง เมืองใหม่-เมืองเก่า (ที่มา:วนารัตน์ และคณะ, 2556)

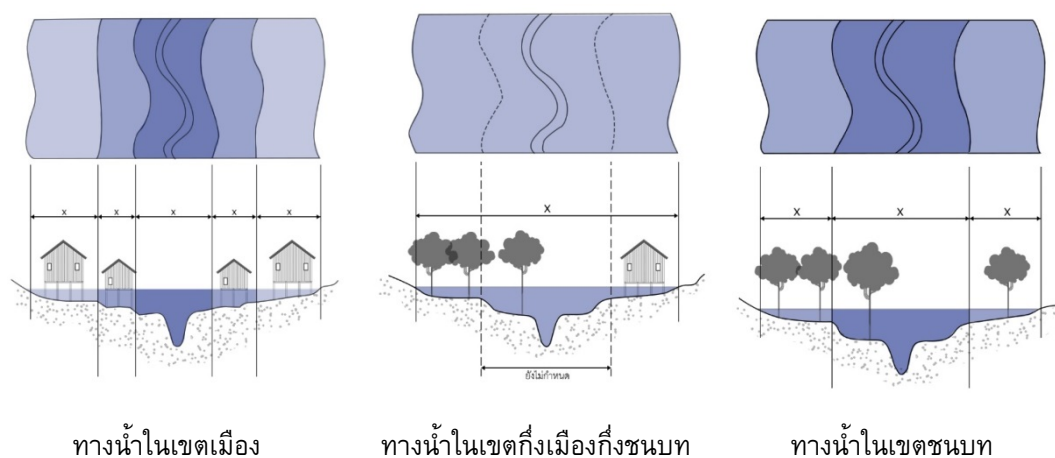
แนวทางการปรับปรุงข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตผังเมืองรวมเมืองพนพน

ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Zoning ordinances) เป็นเครื่องมือสำคัญในการวางผังเมืองและควบคุมการพัฒนาให้มีความเหมาะสมต่อศักยภาพและข้อจำกัดของพื้นที่ ทำให้เมืองมีความเป็นระเบียบสวยงาม ข้อกำหนดการใช้ที่ดินจึงเป็นแนวทางที่ใช้การวางแผนจัดการและแก้ไขปัญหาหน้าท่วมและลดความเสี่ยงของความเสียหายที่จะเกิดขึ้น



รูปที่ 2.20 ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Zoning ordinances) ที่เอื้อให้เมืองพนพนรับมือกับภาวะน้ำท่วมได้ดีขึ้น (ที่มา:วนารัตน์ และคณะ, 2556)

นอกจากการกำหนดข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินแล้ว ยังต้องคำนึงถึงข้อกำหนดเพื่อควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินในเส้นทางน้ำหลากอันเป็นแนวทางที่ใช้ในการควบคุมการใช้ที่ดินในพื้นที่ที่เป็นทางระบายน้ำธรรมชาติในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) โดยทั่วไปแล้วการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในเส้นทางน้ำหลากจะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 โซนคือ บริเวณเส้นทางน้ำหรือลำน้ำ (Floodway) บริเวณพื้นที่ขอบทางน้ำ (Flood fringe) และที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) ซึ่งแนวทางการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินในเส้นทางน้ำหลากในเขตผังเมืองรวมเมืองพุนพินสามารถแบ่งได้เป็น 3 กรณีคือ เส้นทางน้ำหลากในพื้นที่เมือง เส้นทางน้ำหลากในพื้นที่กึ่งเมืองกึ่งชนบทและพื้นที่ชนบทดังแสดงในรูปที่ 2.21 อย่างไรก็ตามการกำหนดระยะความกว้างทางน้ำและต้องมีการศึกษาข้อมูลของทางน้ำและระดับความสูงของน้ำหลากในช่วงหน้าน้ำเพื่อมากำหนดระยะถอยร่นให้มีความเหมาะสมมากขึ้น



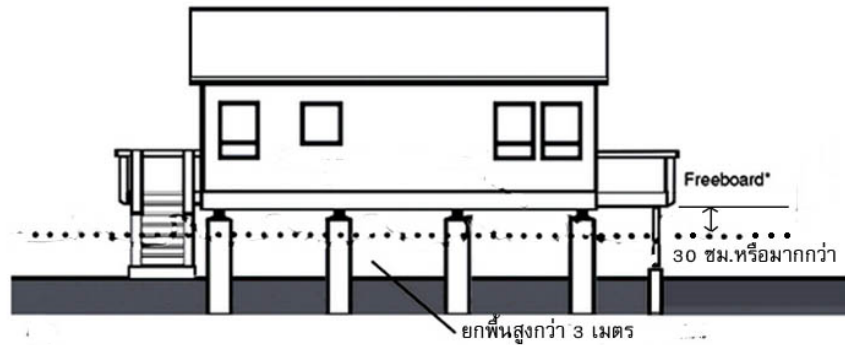
รูปที่ 2.21 แนวทางการกำหนดพื้นที่ทางน้ำหลาก (Floodway) (ที่มา:วนารัตน์ และคณะ, 2556)

แนวทางการปรับปรุงข้อกำหนดอาคาร (Building Code) ในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม

ลักษณะโครงสร้างตลอดจนวัสดุก่อสร้างอาคารมีผลกระทบต่อระดับความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากน้ำท่วม การปรับปรุงข้อกำหนดอาคารในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมจึงเป็นแนวทางสำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยลดความเสียหายจากน้ำท่วมชุมชนได้ การออกข้อกำหนดอาคารในเขตผังเมืองเมืองรวมพุนพินจำเป็นต้องมีความสอดคล้องกับข้อกำหนดการใช้ที่ดินหรือผังเมือง โดยอาคารที่อยู่ภายใต้ข้อกำหนดอาคารในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมจะเป็นอาคารที่ก่อสร้างในเขตการใช้ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม (สีเขียว) การใช้ที่ดินเพื่อการระบายน้ำหลาก (น้ำตลิ่งขาว) พื้นที่รับน้ำ (สีเขียวเข้ม) และการใช้ที่ดินเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและนันทนาการ ที่เป็นพื้นที่ที่มีระดับน้ำท่วมสูงมากกว่า 3 เมตร แนวทางการใช้มาตรการควบคุมอาคารในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมสูงมีดังนี้

- อาคารต้องไม่ปิดกั้นการไหลของน้ำธรรมชาติ กำหนดให้เป็นอาคารได้สูงที่น้ำสามารถไหลผ่านได้สะดวก
- อาคารมีระดับพื้นชั้นล่างสูงไม่ต่ำกว่า 3 เมตร หากเป็นไปได้ควรมีระยะเว้น (Free board) 20 เซนติเมตร
- การวางตัวตามแนวยาวของอาคารควรขนานไปกับทิศทางการไหลของน้ำ

- การติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้าหลักควรอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับน้ำท่วมสูง 3 เมตร
- ควรใช้วัสดุอาคารทนน้ำให้มากที่สุด

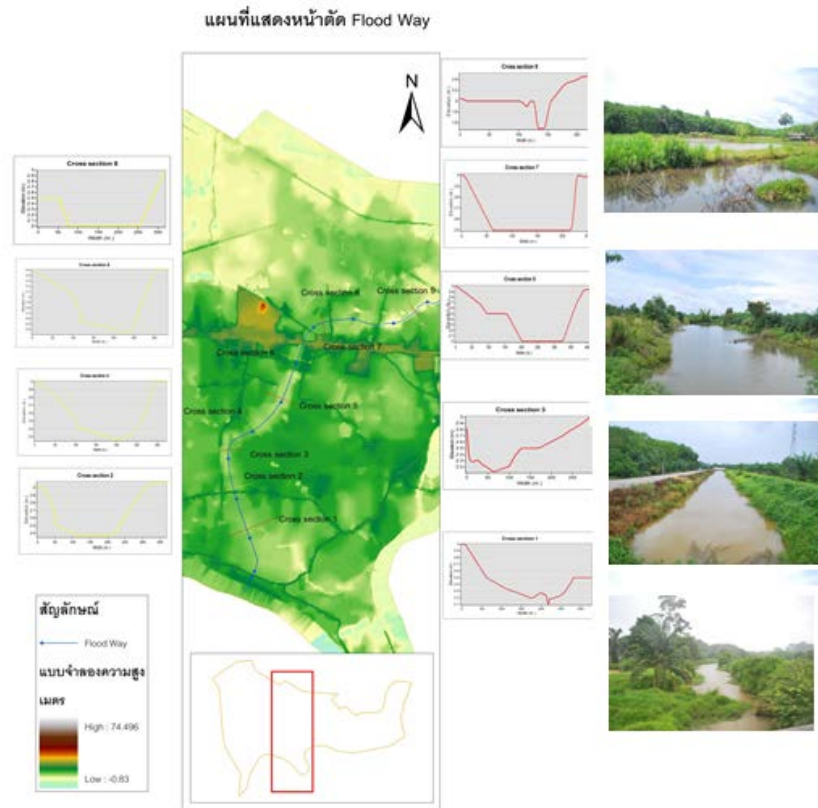


รูปที่ 2.22 แนวทางการกำหนดมาตรการด้านการออกแบบอาคารในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมสูง
(ประยุกต์จาก Watson and Adam, 2011)

แนวทางการป้องกันและลดความเสียหายจากน้ำท่วมด้วยวิธีการอื่นๆ

นอกจากการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นกลไกทางผังเมืองและการลดความเสี่ยงอุทกภัยรุนแรงในเขตชุมชนเมืองแล้ว ยังมีวิธีการอื่น ๆ มาใช้ร่วมกันเพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น โดยแนวทางในการดำเนินการดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มสำคัญคือ

- การป้องกันน้ำท่วมโดยไม่ใช้โครงสร้าง เป็นการป้องกันน้ำท่วมโดยใช้ลักษณะทางธรรมชาติของพื้นที่ช่วยในการรับและระบายน้ำ ตัวอย่าง การป้องกันน้ำท่วมที่ไม่ใช่โครงสร้างที่สำคัญได้แก่ กำหนดแนวพื้นที่สีเขียว (Greenway) เพื่อช่วยซับน้ำก่อนเข้าพื้นที่ชุมชน พื้นที่รับน้ำเพื่อกักเก็บน้ำชั่วคราวในช่วงเวลาน้ำท่วม โดยพื้นที่รับอาจเป็นได้ทั้งพื้นที่โล่งว่าง พื้นที่การเกษตรนอกเหนือฤดูเพาะปลูกหรือพื้นที่การใช้ประโยชน์เพื่อนันทนาการอื่น ๆ เช่น สนามกีฬา สวนสาธารณะ เป็นต้น ซึ่งพื้นที่รับน้ำเหล่านี้ควรออกแบบให้มีการกระจายตัวอยู่ในพื้นที่รอบ ๆ ชุมชน นอกจากนั้น การกำหนดพื้นที่น้ำหลาก (Flood way) ก็สามารถช่วยการระบายน้ำผ่านเมืองหรือออกจากเมืองเร็วขึ้น



รูปที่ 2.23 แสดงแนวฟลัดเวย์ในเขตผังเมืองรวมพุนพิน (ที่มา:วนารัตน์ และคณะ, 2556)

- การป้องกันน้ำท่วมโดยใช้โครงสร้าง เช่น การสร้างเขื่อน ฝายชะลอน้ำ อ่างเก็บน้ำ และกำแพงป้องกันน้ำ การศึกษาวิเคราะห์สภาพพื้นที่และการตั้งถิ่นฐานของชุมชนพุนพินพบว่าในพื้นที่เทศบาลท่าข้ามฝั่งตะวันตกที่ติดแนวแม่น้ำตาปีมีความเสี่ยงน้ำท่วมจากน้ำล้นตลิ่งสูง และบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เขตเศรษฐกิจและที่อยู่อาศัยหนาแน่น การก่อสร้างกำแพงป้องกันน้ำล้นตลิ่งร่วมกับการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำท่วมชุมชนได้
- การทำประกันภัยน้ำท่วม ก็เป็นอีกกลไกหนึ่งที่จะช่วยให้ชุมชนเมืองจัดการกับความเสี่ยงน้ำท่วมได้ดีขึ้น

แม้ว่าการวางผังเมืองจะเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในรับมือต่อความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเมืองสูงขึ้น ประเด็นที่ต้องสร้างความเข้าใจคือการวางผังเมืองไม่ใช่เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเมืองเชิงกายภาพแต่เพียงมิติเดียว การวางผังเมืองที่นำไปสู่การรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึงความหลากหลายของมิติที่เกี่ยวข้องที่สำคัญคือมิติด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental dimension) ด้านสังคม (Social dimension) และด้านเศรษฐกิจ (Economic dimension) ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเปิดรับและความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงการเกิดปฏิสัมพันธ์ของมิติต่าง ๆ เหล่านี้ที่ทำให้การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น รูปแบบการตั้งถิ่นฐาน การขยายตัวของชุมชนและแนวโน้มการพัฒนา ตลอดจนลักษณะทางประชากรเป็นผลกระทบจากปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพ สังคมและเศรษฐกิจของเมือง ดังนั้นการวางผังเมืองที่มีประสิทธิภาพ

จึงต้องอาศัยการบูรณาการและกระบวนการทางสังคมโดยเฉพาะการมีส่วนร่วมของประชาชน ในบริบทของเมืองเล็ก รัฐบาลของท้องถิ่นหรือองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นจะมีบทบาทสำคัญต่อในกระบวนการวางแผนเมืองนับตั้งแต่การ กำหนดวิสัยทัศน์และวัตถุประสงค์ของผังไปจนถึงการนำผังไปสู่การปฏิบัติ และที่สำคัญคือบทบาทในการส่งเสริมการมี ส่วนร่วมของประชาชนและภาคส่วนต่าง ๆ ที่ถือว่าเป็นกุญแจสำคัญที่นำไปสู่ความสำเร็จของการวางแผนเมืองเพื่อรับมือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างยั่งยืน

2.5 การปรับตัวในบริบทของชุมชนและครัวเรือน: กรณีศึกษา ชุมชนผู้มีรายได้น้อย จังหวัดเชียงใหม่²⁴

รศ. ณัฏฐ์ ดิกุล

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ปริมาณฝนและระดับน้ำทะเล การเกิดพายุและ คลื่นพายุซัดฝั่ง (IPCC, 2007) จนกลายเป็นภัยพิบัติในรูปแบบต่าง ๆ ที่ผ่านมาจะพบว่าเหตุการณ์ภัยพิบัติจาก ธรรมชาติที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งนั้นส่งผลกระทบต่อชุมชนและครัวเรือนอย่างยิ่ง เช่น การเกิดภัยแล้งจนเกิดภาวะขาดแคลน น้ำกินและน้ำใช้ การเกิดพายุจนบ้านเรือนพังเสียหาย การเกิดภาวะหนาวจัดหรือร้อนจัดจนมีผู้คนล้มตาย รวมทั้งภาวะ น้ำท่วมซึ่งเป็นภัยพิบัติที่เกิดขึ้นอย่างกว้างขวางทั่วโลกและมีแนวโน้มที่จะเกิดบ่อยขึ้นและรุนแรงมากขึ้น (Douben, 2006; IPCC, 2007) เมื่อเกิดน้ำท่วมครั้งใดชุมชนและครัวเรือนจะได้รับผลกระทบจากการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน (Jonkman et al, 2009; Bourque et al, 2006; Sullivent et al, 2006; Pardue et al, 2005) ได้แก่ การขาดแคลนที่อยู่ อาศัยเนื่องจากบ้านเรือนหรืออาคารสิ่งก่อสร้างที่ไม่แข็งแรง พังทลายจากการถูกกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยวทำลาย คนและ สัตว์อาจได้รับอันตรายถึงชีวิตจากการจมน้ำตาย ระบบสาธารณูปโภคและเส้นทางคมนาคมได้รับความเสียหายและส่ง ผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยทั่วไป นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของคน เช่น การเกิดโรคระบาด สุขภาพจิตเสื่อมเนื่องจากความวิตกกังวล ความหวาดกลัวและสูญเสียความปลอดภัย เป็นต้น

ตัวอย่างความเสียหายจากน้ำท่วมอันเนื่องมาจากพายุเฮอริเคนที่รัฐลุยเซียนา ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อ พ.ศ. 2549 ทำให้บ้าน 204,000 หลังคาเรือนพังลง (FEMA, 2006) ความเสียหายจากการเกิดน้ำท่วมที่เป็นผลมาจากพายุ ไต้ฝุ่นเลกิม่า (Lekima) ที่ประเทศเวียดนามเมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2550 ทำให้มีผู้เสียชีวิต 71 คน และผู้ไร้ที่อยู่อาศัย มากกว่า 70,000 คน (Vietnam News, 2007) และที่เกาะสุลาเวสี ประเทศอินโดนีเซีย เกิดฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องใน เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 เกิดแผ่นดินถล่มและทำให้ระดับน้ำท่วมสูงกว่า 1 เมตร มีผู้เสียชีวิตอย่างน้อย 16 คนและ อพยพย้ายถิ่น 4,000 คน บางคนต้องไปอาศัยอยู่ใต้สะพานลอย และจากสถานการณ์น้ำท่วมอย่างหนักในประเทศไทย ช่วงปลายปี พ.ศ. 2554 นับเป็นเหตุการณ์น้ำท่วมหนักที่สุดในรอบ 70 ปี มีจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจำนวน 65 จังหวัด จาก 76 จังหวัดของประเทศไทย มีประชากรได้รับผลกระทบประมาณ 4,405,315 คน มีผู้เสียชีวิต 680 คน ส่งผล กระทบต่อการคมนาคม ชุมชนขาดการติดต่อจากสังคมภายนอก ขาดแคลนเครื่องอุปโภคบริโภค เกิดโรคต่าง ๆ ที่มา กับน้ำ มีอันตรายจากสัตว์เลื้อยคลาน เกิดความหวาดกลัวและวิตกกังวล (อนงค์, 2551)

ผู้เชี่ยวชาญด้านน้ำท่วม นักวิทยาศาสตร์และสมาชิกขององค์การสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ในประเทศอังกฤษ (UK) รวมทั้งหน่วยงานรัฐบาลกลางสหรัฐอเมริกา (USA) ต่างยอมรับว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะส่งผลให้เกิดภัย พิบัติที่รุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความถี่และความรุนแรงของอุทกภัยหรือน้ำท่วมที่จะเพิ่มขึ้นในทั่วทุกมุมโลก ส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างกว้างขวาง (DEFRA, 2007) และอาจจะเกิดในพื้นที่ที่ไม่เคยเกิดมาก่อน (DTI, 2004)

²⁴ งานศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย การพัฒนารูปแบบชุมชนและที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้น้อยในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อรับมือกับความ เสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ : กรณีศึกษาน้ำท่วม โดย รศ.ณัฏฐ์ ดิกุล (2557)

สอดคล้องกับการศึกษาของ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ถึงสภาพภูมิอากาศที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 โดยการใช้แบบจำลอง SRES พบว่ามีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูงที่จะมีฝนจะตกบ่อยและหนักมากขึ้น (IPCC, 2007) เช่นเดียวกับการศึกษาของ ศุภกร ชินวโรจน์ และคณะ (2552) เรื่องภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทยจากผลของแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค – PRECIS ที่พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทั่วทุกภาคของประเทศไทย ซึ่งในช่วงปลายศตวรรษอาจเพิ่มสูงขึ้นถึงประมาณ 15 – 25 เปอร์เซ็นต์ ทั้งในด้านการกระจายตัวของพื้นที่และด้านปริมาณน้ำฝนที่ตกเพิ่มมากขึ้นในแต่ละครั้ง หรืออาจจะเรียกว่าฝนที่ตกแต่ละครั้งจะตกหนักมากขึ้นกว่าที่เป็นมาในอดีต ซึ่งหมายถึงความเสี่ยงต่อภาวะน้ำท่วมฉับพลัน น้ำหลาก และภัยธรรมชาติที่จะเกิดตามมาจากอุทกภัยอีกหลายชนิด (อำนาจ, 2553) และโอกาสที่ชุมชนจะเกิดความเสียหายและปัญหาการดำรงชีวิตย่อมมีมากขึ้นไปด้วย

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ชุมชนและที่อยู่อาศัยเสียหายและมีปัญหาการดำรงชีวิตเมื่อเกิดอุทกภัยได้แก่ ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่และสมบัติทางกายภาพของดินหรือโครงสร้างของดินซึ่งมีความสำคัญต่อการซึมผ่านของน้ำ การอุ้มน้ำและการระบายน้ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557) และสภาพทางกายภาพของชุมชนและที่อยู่อาศัย ได้แก่ ความแข็งแรงของโครงสร้างและวัสดุ รูปแบบที่อยู่อาศัยและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในชุมชน ประกอบกับความรุนแรงของน้ำท่วมซึ่งขึ้นอยู่กับความลึกของน้ำ (depth) ระยะเวลาของการท่วม (duration) ความเร็วในการไหลของน้ำ (velocity) ความถี่ของการเกิดน้ำท่วม (frequency) (กรมชลประทาน, 2557; Kreibich et al, 2009; Pistrika and Jonkman, 2010) ทำให้สามารถแบ่งลักษณะน้ำท่วมเป็น 3 รูปแบบได้แก่ น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมขังและน้ำล้นตลิ่ง (กรมอุตุฯ, 2557) แต่ในบางกรณีอาจรวมอุทกภัยที่เกิดจากคลื่นพายุซัดฝั่งและคลื่นสึนามิเข้าไปด้วย (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2557) การเกิดน้ำป่าไหลหลากหรือน้ำท่วมฉับพลัน (flash flood) มักจะเกิดขึ้นกับชุมชนที่ตั้งอยู่ใกล้ภูเขาต้นน้ำ เมื่อฝนตกหนักเหนือภูเขาต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้จำนวนน้ำสะสมมีปริมาณมากจนพื้นดินและต้นไม้ดูดซับไม่ไหวไหลมาลงสู่ที่ราบต่ำเบื้องล่างอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะมีความเร็ว (ความแรง) ของน้ำสูง แต่จะมีระยะเวลาท่วมไม่นาน น้ำท่วมลักษณะนี้จะส่งผลให้สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ของชุมชนและทำให้บ้านเรือนพังทลายเสียหายและอาจทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้ สำหรับน้ำท่วมขัง (drainage flood) เป็นสภาพน้ำท่วมภายในพื้นที่หนึ่งเป็นระยะเวลานาน แต่จะมีความเร็วของน้ำน้อย มักเกิดขึ้นในเขตเมืองใหญ่ที่มีระบบการระบายน้ำไม่ดี หรือมีสิ่งก่อสร้างกีดขวางทางระบายน้ำ สาเหตุมาจากน้ำภายนอกพื้นที่และฝนที่ตกหนักภายในพื้นที่ หากเป็นลักษณะน้ำท่วมแบบน้ำล้นตลิ่ง (river flood) นั้น จะเกิดขึ้นจากปริมาณน้ำจากลำน้ำ หรือแม่น้ำมีปริมาณมากจนระบายไม่ทัน ทำให้เกิดสภาวะน้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุมชนที่อยู่ริมฝั่งแม่น้ำหรือคลองระบายน้ำ

แนวคิดในการออกแบบชุมชนและที่อยู่อาศัยสำหรับน้ำท่วม อาจดำเนินการได้หลายแนวทาง ทั้งขึ้นอยู่กับพื้นฐานของการจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสมต่อบริบทของพื้นที่และสภาพเศรษฐกิจสังคมของชุมชนนั้น ๆ

กลุ่มที่ 1 การสร้างเหนือน้ำ แนวความคิดนี้จะหลีกเลี่ยงการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ ไม่ยอมให้น้ำเข้ามาในพื้นที่อยู่อาศัย ซึ่งอาจใช้วิธีการกั้น การยก หรือการสร้างสิ่งก่อสร้างที่สามารถลอยน้ำได้ เป็นต้น แนวทางนี้จะทำให้สามารถอยู่อาศัยได้ และไม่เกิดความเสียหายกับอาคารและสิ่งก่อสร้าง ได้แก่

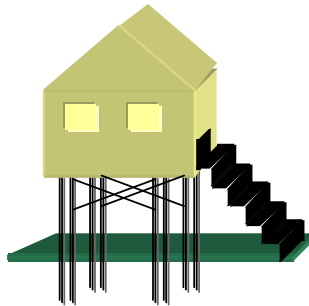
- เลือกที่ตั้งชุมชนหรือที่อยู่อาศัยที่น้ำไม่ท่วม หลีกเลี่ยงการก่อสร้างชุมชนหรือที่อยู่อาศัยในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ได้แก่ พื้นที่ที่อยู่ในเส้นทางระบายน้ำและเส้นทางน้ำไหล และพื้นที่ที่รัฐมิได้กำหนดให้เป็นพื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่แนวคันกั้นน้ำที่สัมพันธ์กับตำแหน่งคลองธรรมชาติ พื้นที่ต่ำเป็นแอ่งกระทะซึ่งจะเป็นพื้นที่รับน้ำจากพื้นที่โดยรอบ พื้นที่ที่ไม่มีมาตรการป้องกันน้ำท่วม พื้นที่ที่มีชั้นดินอ่อน ดังนั้นจึงควรเลือกสร้างบ้านหรือชุมชนบนพื้นที่สูง เช่น ที่ดอน หรือเนินเขาที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ที่สูงกว่าระดับน้ำท่วมถึง

- ปรับพื้นที่ตั้งให้สูงขึ้นโดยการถมที่เพื่อสร้างชุมชนหรือเป็นการถมเฉพาะที่เพื่อสร้างบ้าน ในกรณีนี้จะเป็นการถมพื้นที่สูงขึ้นจากระดับเดิม ดังรูปที่ 2.24 แต่วิธีการนี้อาจส่งผลกระทบต่อผู้ที่อยู่อาศัยในพื้นที่โดยรอบหรือเพื่อนบ้านได้ เช่น อาจก่อให้เกิดน้ำขังบริเวณโดยรอบเนื่องจากชุมชนหรือที่อยู่อาศัยของเราไปกีดขวางทางน้ำไหล หรือน้ำจากพื้นที่เราไหลลงไปสู่พื้นที่โดยรอบ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาเรื่องการพังทลายของดินขณะน้ำท่วม ดังนั้นจึงควรปรึกษาวิศวกรเกี่ยวกับความสูงและความลาดชันของดินที่ถมด้วย



รูปที่ 2.24 ถมดินเพื่อสร้างบ้าน
(ที่มา: FEMA, 2014)

- ปรับลักษณะทางกายภาพของสิ่งก่อสร้างในชุมชนและที่อยู่อาศัยให้สูงพ้นน้ำ เช่น การยกอาคารขึ้น ดังรูปที่ 2.25 หรือเป็นอาคารที่ออกแบบให้มีใต้ถุนโปร่งโล่งเป็นพื้นที่อเนกประสงค์ตามแนวคิดเรือนไทยโบราณให้อยู่เหนือระดับน้ำที่คาดว่าจะท่วม การออกแบบทางเดินภายในชุมชนในสูงขึ้นโดยเชื่อมต่อชั้น 2 ของบ้าน



รูปที่ 2.25 การยกเสาสูง
(ที่มา: FEMA, 2014)

- การสร้างชุมชนหรือบ้านลอยน้ำ มี 2 ลักษณะได้แก่ 1) boat floating เป็นบ้านหรือชุมชนที่สามารถลอยไปในน้ำได้อย่างอิสระทั้งแนวดิ่งและแนวราบ และสามารถยึดตัวบ้านไว้ในที่ใดที่หนึ่งได้ เช่น แพ บ้านบนเรือ หรือชุมชนบนเรือ (รูปที่ 2.26) และ 2) lift floating ซึ่งเป็นบ้านหรือชุมชนที่สามารถเคลื่อนที่ได้เฉพาะในแนวดิ่งเท่านั้น โดยมีเสาที่สามารถปรับระดับขึ้นลงได้ ซึ่งในฤดูแล้งตัวบ้านจะตั้งอยู่บนพื้นดินตามปกติ แต่เมื่อมีน้ำท่วมก็จะลอยขึ้นตามระดับน้ำได้ โดยจะมีการยึดตัวบ้านไว้กับเสาหลักทั้งที่มุมเพื่อป้องกันการโคลงตัวหรือลอยไปตามกระแสน้ำ และเมื่อระดับน้ำลดลงตัวบ้านก็จะกลับมาตั้งอยู่บนพื้นดินตามเดิม ตัวอย่าง แบบบ้านลอยน้ำของกรมโยธาธิการและผังเมือง (รูปที่ 2.27)



รูปที่ 2.26 ชุมชนลอยน้ำ floating 'condo community'
(ที่มา: River Cities Inc, 2013)



รูปที่ 2.27 บ้านลอยน้ำ แบบ "lift floating"
(ที่มา: วสท. 2557)

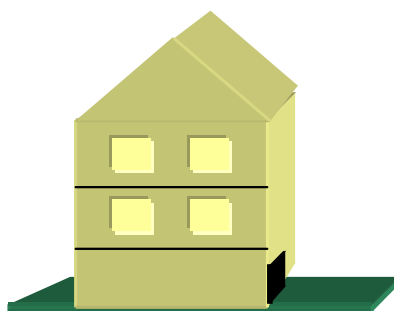
- การกันน้ำโดยการปิด (seal) หรือคลุมช่องเปิดหรือรอยต่าง ๆ ทั้งอาคารที่คาดว่าน้ำจะสามารถเข้าได้ โดยใช้วัสดุกันน้ำ โดยมีส่วนสำคัญที่ต้องให้ความสำคัญได้แก่ ผนังด้านนอกอาคาร ส่วนเปิดหรือช่องเปิดต่าง ๆ ของบ้าน เช่น ประตู หน้าต่าง และพื้นชั้นล่างและช่องเปิดต่าง ๆ ทั้งหมดที่ควรทำจากวัสดุที่ทนทานต่อน้ำ เช่น คอนกรีตบล็อก เลือกใช้สีและกาวกันน้ำ เป็นต้น
- การกันน้ำโดยการสร้างระบบคูและคันโดยรอบจะเป็นการป้องกันน้ำจากที่อื่น ๆ ไม่ให้ท่วมในพื้นที่ ในขณะเดียวกันน้ำของเราจะต้องมีพื้นที่เก็บกักชะลอไว้ไม่ให้ออกไปภายนอกไปท่วมที่อื่นด้วย มักใช้กับการออกแบบชุมชน เช่น สร้างคูน้ำโดยรอบหรือมีบึงน้ำขนาดใหญ่ในโครงการที่ยังสามารถเป็นส่วนหนึ่งของภูมิทัศน์เพื่อความสวยงามและการนันทนาการ นอกจากนี้ยังอาจเตรียมพื้นที่บางส่วนให้เป็น "แก้มลิง" ของชุมชน โดยยอมให้พื้นที่นั้นมีน้ำท่วมขังได้ชั่วคราว หรือโดยการสร้างกำแพงขึ้นมาเพื่อไม่ให้น้ำเข้าในบริเวณบ้าน ดังรูปที่ 2.28 สามารถสร้างขึ้นได้จากวัสดุที่หลากหลาย เช่น ทำจากคันดินบดอัด ทำจากถุงทราย การก่ออิฐฉาบปูน การใช้แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ต่าง ๆ อาจติดตั้งปั้มน้ำสำหรับสูบน้ำออกจากท่อภายในตัวบ้าน หรือสำหรับกรณีที่เกิดการรั่วซึมเข้ามา และต้องคำนึงถึงน้ำที่จะเข้ามาจากใต้พื้นดินภายในบ้านทั้งจากห้องน้ำและพื้นที่ซักล้าง



รูปที่ 2.28 กำแพงกันน้ำจากแผ่นสเมิร์ทบอร์ดขึ้นโครงด้วยเหล็กพับ
(ที่มา: วสท., 2557)

กลุ่มที่ 2 การยอมรับน้ำคือการยอมรับสภาพน้ำท่วม ไม่ต้านทานหรือไม่พยายามปิดกั้นน้ำไม่ให้อ่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุมชนหรือที่อยู่อาศัยที่เก่าแก่ไม่สามารถย้ายหรือเปลี่ยนที่ตั้งได้ ในบางครั้งอาจเรียกว่าแนวความคิด “การอยู่ร่วมกับน้ำ (live with the flood)” แนวความคิดนี้ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นและเป็นแนวความคิดแห่งการปรับตัวของมนุษยชาติที่ต้องประสบกับภัยพิบัติทางธรรมชาติอย่างแท้จริง (Blaikie et al, 1994; Mileti, 1999) มีวิธีการต่าง ๆ ได้แก่

- การสร้างบ้านและชุมชนที่ทนทานต่อน้ำท่วม แนวความคิดนี้จะช่วยลดความเสียหายและลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมที่อยู่อาศัยและชุมชนหลังน้ำท่วม โดยการปล่อยให้ผ่านเข้าบ้าน (รูปที่ 2.29) แต่เมื่อน้ำลดแล้วบ้านจะไม่เสียหาย หรือเสียหายน้อยที่สุดและทำความสะอาดง่าย ซึ่งจะมีหลักการสำคัญอยู่ 3 ประการได้แก่ 1) เปลี่ยนวัสดุประกอบอาคาร (โครงสร้าง สถาปัตยกรรมและวัสดุตกแต่งอาคาร) ในส่วนที่คาดว่าจะถูกน้ำท่วมด้วยวัสดุทนน้ำ เช่น คอนกรีต กระเบื้อง กระจุก สแตนเลส พลาสติก หรือป้องกันการเสียหาย เช่น การทาสารเคลือบกันน้ำในชั้นส่วนที่เป็นไม้ 2) ย้ายระบบไฟฟ้า ปลั๊ก สวิตช์ เครื่องใช้ไฟฟ้าราคาแพงที่ต้องติดตั้งถาวรไว้ที่ชั้นสองหรือที่สูงกว่าระดับน้ำท่วมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น 3) ออกแบบอาคารให้น้ำผ่านออกไปได้สะดวกไม่ขัง 4) เตรียมระบบสุขาภิบาลเพื่อป้องกันของเสียไหลย้อนเข้ามาภายในบ้าน หรือการออกแบบผังชุมชนโดยการปรับระดับพื้นที่ชุมชนให้มีที่สูงที่ต่ำ และจัดวางอาคารเป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งจะเป็นการวางแผนเพื่อลดระดับความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นเมื่อน้ำท่วม รวมถึงการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมในชุมชนที่เลือกใช้วัสดุที่ยอมให้น้ำซึมลงดินให้ได้มากที่สุด เลือกใช้ต้นไม้ที่ช่วยดูดซับน้ำฝนและเป็นพรรณไม้พื้นถิ่นที่ทนน้ำท่วม (Douglas et al, 2008) เพื่อช่วยจัดการกับปริมาณน้ำผิวดินในชุมชนขนาดเล็ก และปรับขอบถนนให้เป็นแบบไม่มีขอบคัน (curbless street) ช่วยให้น้ำไหลผ่านลงเส้นทางระบายน้ำได้เร็วและราคาถูกกว่าการทำคันถนน



รูปที่ 2.29 การปล่อยน้ำผ่าน
(ที่มา: FEMA, 2014)

- การสร้างบ้านและชุมชนที่สามารถซ่อมได้ง่าย เป็นแนวความคิดที่ปล่อยให้บ้านเช่าบ้านเช่นเดียวกับการสร้างบ้านและชุมชนที่ทนทานต่อน้ำท่วม แต่ในกรณีนี้ผู้อยู่อาศัยนอกจากจะยอมรับน้ำท่วมแล้วยังยอมรับความเสียหายที่จะเกิดขึ้น โดยการเตรียมการรับมือกับความเสียหายโดยการเลือกใช้วัสดุที่ถึงแม้จะไม่ทนน้ำแต่ก็สามารถซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ได้ง่าย (flood repairable) หรือสามารถทำได้ด้วยตนเองเมื่อน้ำท่วม แต่ทั้งนี้เมื่อยอมรับน้ำและป้องกันความเสียหายหรือสามารถป้องกันหรือฟื้นฟูสภาพหลังน้ำท่วมได้ง่ายแล้ว ขณะน้ำท่วมผู้อยู่อาศัยจำเป็นต้องสามารถอยู่อาศัยในอาคารหรือชุมชนได้ด้วย ดังนั้นแนวความคิดกลุ่มนี้จึงควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเตรียมพื้นที่อยู่อาศัยขณะน้ำท่วม เช่น การย้ายขึ้นไปอยู่ชั้น 2 หรือในกรณีบ้านชั้นเดียวควรต่อเติมพื้นที่ลอยไว้บางส่วน เป็นต้น

2.5.1 ความเสี่ยงของชุมชนผู้มีรายได้น้อยกับปัญหาน้ำท่วมและแนวโน้มความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ชุมชนผู้มีรายได้น้อยหรือชุมชนแออัดนั้นมักเกิดขึ้นและกระจายอยู่ตามเมืองต่าง ๆ ทั่วโลกควบคู่ไปกับการพัฒนาเมืองและประเทศ (โสมสกา, 2547) เนื่องจากการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันระหว่างผู้มีรายได้น้อยและเมือง (ดาร์ณี, 2549; Huchzermeyer, 2011) โดยที่เมืองเป็นแหล่งงานสำหรับผู้มีรายได้น้อยและผู้ที่มีรายได้น้อยที่อาศัยในชุมชนแออัดเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของเมือง เช่น เป็นแรงงานในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นผู้ช่วยดูแลและรักษาสีเขียวแวดล้อมเมืองโดยการเก็บขยะและของเก่าซึ่งเป็นการช่วยกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากเมืองได้เป็นอย่างดี เป็นต้น ปัจจุบันประเทศไทยมีชุมชนแออัดกระจายตัวอยู่ทั่วไปในเขตพื้นที่สำคัญทางเศรษฐกิจทั่วประเทศประมาณ 5,500 ชุมชน มีผู้มีรายได้น้อยอยู่อาศัยประมาณ 6.75 ล้านคน (โสมสกา, 2557) เช่น พื้นที่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ชลบุรี นครราชสีมา นครศรีธรรมราช และเชียงใหม่ (การเคหะแห่งชาติ, 2540)

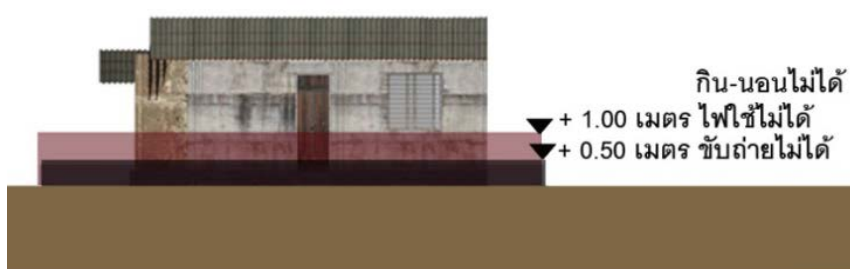
ชุมชนแออัดจะมีลักษณะเฉพาะแตกต่างไปในแต่ละภูมิภาคแต่สิ่งที่มีเหมือนกันคือชุมชนแออัดมักจะถูกซ่อนตัวในพื้นที่ที่เข้าถึงลำบาก จึงส่งผลทำให้สาธารณูปโภคต่าง ๆ ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน (United Nations Habitat, 2003) เช่น การไม่มีไฟส่องสว่างในชุมชน ไม่มีระบบดับเพลิง ไม่มีทางสัญจรที่รถยนต์หรือรถดับเพลิงสามารถเข้าถึงได้ ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีกรรมสิทธิ์ครอบครองและไม่เหมาะสมกับการอยู่อาศัย เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติต่าง ๆ ปัญหาสุขภาพอนามัย ปัญหาการดำรงชีวิตและความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน เช่น พื้นที่ริมคลองระบายน้ำ พื้นที่กร้าง พื้นที่ใต้สะพาน ลักษณะการครอบครองจะมีทั้งการบุกรุกที่สาธารณะ การเช่าที่ดินกับเอกชน การเช่าที่ดินราชพัสดุ หรือที่ดินของกรมธนารักษ์ เป็นต้น (อकिनและคณะ, 2542; Huchzermeyer, 2011) สภาพที่อยู่อาศัยในชุมชนแออัดส่วนใหญ่จะทรุดโทรม ไม่คงทนถาวร สภาพแวดล้อมในชุมชนไม่ถูกสุขลักษณะ ระบบสุขาภิบาลไม่ดี ผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนแออัดจึงมักมีปัญหาในการอยู่อาศัยหลายประการ ได้แก่ ปัญหาด้านความแออัดและทรุดโทรมของที่อยู่อาศัย ปัญหาด้านสภาพที่อยู่อาศัยไม่มีความมั่นคงแข็งแรง ปัญหาความมั่นคงในการอยู่อาศัย ปัญหาเรื่องสิทธิในการครอบครองที่ดิน เป็นต้น

ด้วยปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าวจึงทำให้ชุมชนแออัดได้รับผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงในด้านต่าง ๆ มากกว่าชุมชนและที่อยู่อาศัยทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกิดพายุหรือฝนตกหนักจะทำให้ชุมชนแออัดเกิดปัญหาน้ำท่วมบ่อยครั้งและเป็นปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นกับชุมชนแออัดส่วนใหญ่ทั่วโลก (Jabeen et al, 2010; Huchzermeyer, 2011) ผลที่ตามมาคือการเกิดโรคภัยไข้เจ็บ การขาดแคลนอาหาร การขาดแคลนสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ บ้านชำรุดเสียหายหรือพังลง การไร้ที่อยู่อาศัย ในบางครั้งจำเป็นต้องอพยพคนในชุมชนออกนอกพื้นที่ เนื่องจากสภาพของชุมชนและที่อยู่อาศัยไม่สามารถรองรับต่อพายุหรือภาวะน้ำท่วมนั้นได้ (United Nations Habitat, 2009) อีกทั้งมี

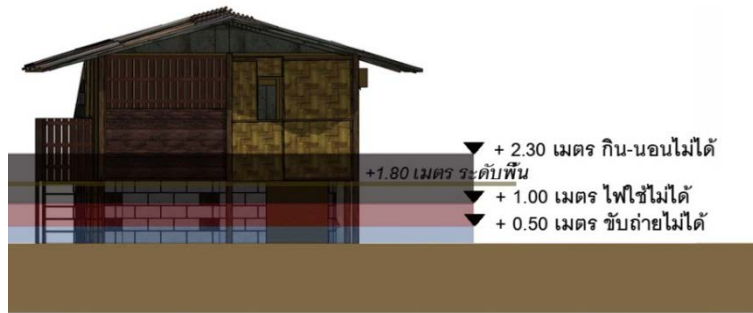
ทุนจำกัดในการซ่อมแซม และฟื้นคืนสภาพความเป็นอยู่หลังน้ำท่วม แต่ทั้งนี้ระดับความเสียหายและปัญหาการดำรงชีวิตของแต่ละชุมชนย่อมมีความแตกต่างกันตามสภาพทางกายภาพของชุมชนและที่อยู่อาศัยและระดับความรุนแรงของน้ำท่วมเช่นกัน

ชุมชนแออัดที่ตั้งอยู่บริเวณเชิงเขาหรือคร่อมเส้นทางระบายน้ำ เช่น ชุมชนสามัคคีพัฒนาในอำเภอเมืองเชียงใหม่ที่ตั้งอยู่คร่อมคลองกระแจซึ่งเป็นเส้นทางระบายน้ำที่ไหลจากดอยปุย มักจะถูกน้ำท่วมในลักษณะน้ำหลากที่มีลักษณะน้ำไหลแรง ท่วมสูงแต่ท่วมไม่นานน้ำก็ลดลง ที่อยู่อาศัยในชุมชนสามัคคีพัฒนามักเกิดความเสียหายในส่วนของโครงสร้างอาคาร (เสา คาน) จนอาคารพังเสียหายมากกว่าเกิดการผุกร่อนในส่วนงานสถาปัตยกรรม (ส่วนพื้น ผนัง ประตู หน้าต่าง เป็นต้น) สำหรับกรณีชุมชนบ้านสันกู่ ตั้งอยู่ที่บ่อสร้าง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นแหล่งทำรมที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย พื้นที่ชุมชนเป็นแอ่งกระทะทำให้ทุกปีจะเกิดน้ำท่วมขัง ท่วมนานและสูงแต่น้ำจะไม่แรงจะเกิดปัญหาการผุกร่อน การเกิดสนิม ทั้งส่วนสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง เมื่อถึงไวนานอาจทำให้บ้านพังจากโครงสร้างที่ผุกร่อนได้ แต่สำหรับที่อยู่อาศัยชุมชนแออัดที่มีน้ำท่วมที่เกิดจากน้ำล้นตลิ่ง เช่น ชุมชนกำแพงงาม ที่ตั้งอยู่ริมคลองแม่ข่า ซึ่งเป็นคลองสาขาของแม่น้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่ มักถูกน้ำท่วมบ่อย แต่น้ำไม่แรง ลักษณะค่อย ๆ ท่วมสูงขึ้นระดับน้ำท่วมไม่สูงและท่วมไม่นาน จะพบว่าไม่ค่อยเกิดความเสียหายต่อที่อยู่อาศัยแม้ว่าอาคารจะมีลักษณะโครงสร้างไม่แข็งแรงและใช้เศษวัสดุในการก่อสร้างอาคารก็ตาม

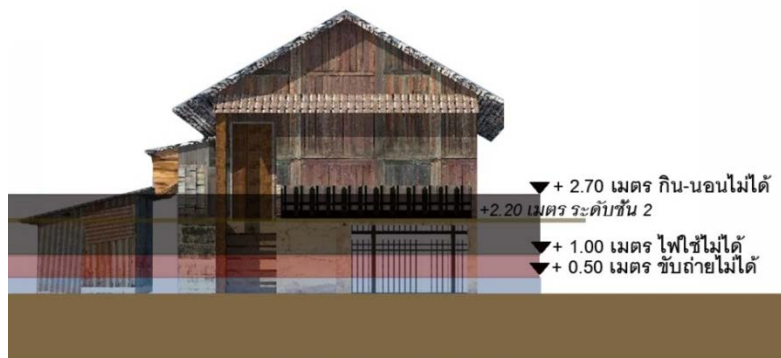
สำหรับความสามารถในการอยู่อาศัยขณะน้ำท่วมนั้นมีความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของอาคารกับระดับความสูงของน้ำเป็นสำคัญ (ณวิชัย, 2557) ความสามารถในการอยู่อาศัยจะเพิ่มขึ้นจากรูปแบบที่อยู่อาศัยแบบบ้านชั้นเดียวบ้านชั้นเดียวใต้ถุนสูง จนกระทั่งเป็นบ้านสองชั้น ดังรูปที่ 2.30-2.32 แต่ปัญหาการใช้ห้องส้วมกลับเกิดขึ้นในทุกูปแบบที่อยู่อาศัย โดยเริ่มมีปัญหาการใช้งานไม่ได้ตั้งแต่ระดับน้ำท่วมสูงประมาณ 0.50 เมตรและไม่สามารถใช้ไฟฟ้าได้ในระดับน้ำท่วม 1.00 เมตรขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่ในชุมชนแออัดถึงแม้จะเป็นบ้านใต้ถุนสูงหรือบ้านสองชั้นก็ตามแต่มักจะสร้างห้องส้วมไว้ชั้นล่างของบ้านหรือนอกบ้านและมีสวิทช์ไฟส่องสว่างในห้องน้ำนั้น



รูปที่ 2.30 รูปแบบบ้านชั้นเดียวกับความสามารถในการดำรงชีวิต
(ที่มา: ณวิชัย, 2557)



รูปที่ 2.31 รูปแบบบ้านใต้ถุนสูงกับความสามารถในการดำรงชีวิต
(ที่มา: ณัชวิชญ์, 2557)



รูปที่ 2.32 รูปแบบบ้านสองชั้นความสามารถในการดำรงชีวิต
(ที่มา: ณัชวิชญ์, 2557)

ถึงแม้จะมีรายได้น้อยแต่ผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนก็ยังพยายามที่จะปกป้องที่อยู่อาศัยของตนเองตามศักยภาพที่มีอยู่โดยเรียนรู้จากปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง เช่น การสร้างและปรับปรุงที่อยู่อาศัยในชุมชนสามัคคีพัฒนาส่วนใหญ่จะยกพื้นที่ 1 ขึ้นประมาณ 0.80 เมตร เพื่อให้พ้นจากระดับน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี และทำโครงสร้างที่อยู่อาศัยให้แข็งแรงมากกว่าการเน้นวัสดุทางสถาปัตยกรรมที่แข็งแรง ดังรูปที่ 2.33 หรือที่อยู่อาศัยในชุมชนบ้านสนักส่วนใหญ่จะยกพื้นโดยการถมพื้นและเปลี่ยนวัสดุผนังเป็นอิฐบล็อกที่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปและเลือกชนิดที่ราคาถูกเพียงเพื่อให้สามารถรองรับน้ำท่วมได้ในระดับน้ำท่วมปีปกติหรือสูงกว่าปกติเล็กน้อย ดังรูปที่ 2.34 แต่หากจะทำการปรับปรุงมากกว่านั้นจะปรับปรุงเมื่อบ้านใกล้พังหรือเมื่อมีเงิน ดังนั้นหากเกิดน้ำท่วมสูงกว่าปกติก็ไม่สามารถรองรับได้ ก็จะอพยพไปอยู่สถานที่สาธารณะโดยรอบ เช่น ตลาด โรงเรียน ชั่วคราวก่อน หรือหากใช้ห้องส้วมไม่ได้ก็จะแก้ปัญหาโดยการขอใช้ห้องส้วมของเพื่อนบ้านที่ขณะนั้นยังสามารถใช้ได้อยู่ ถ่ายใส่ถุง ออกไปใช้ข้างนอกชุมชนที่ใกล้เคียง เช่น ตลาด บ้านคนรู้จัก โรงเรียน กรณีที่ใช้ไฟฟ้าไม่ได้ ก็จะไม่ใช้ แต่ยังสามารถปรุงอาหารได้ แต่กรณีขาดแคลนน้ำดื่มและอาหาร ไม่ค่อยเกิดขึ้นเนื่องจากระยะเวลาท่วมไม่นาน และสามารถเดินออกไปซื้อได้ และได้รับความช่วยเหลือทั่วถึง เนื่องจากข้อได้เปรียบด้านที่ตั้งชุมชนที่อยู่ในเขตเมือง



รูปที่ 2.33 ตัวอย่างบ้านในชุมชนสามัคคีพัฒนาที่ยกใต้ถุนสูง โครงสร้างแข็งแรง
(ที่มา: ณัชวิชญ์, 2557)



รูปที่ 2.34 ตัวอย่างบ้านในชุมชนบ้านสันกุ้ที่ถมพื้นสูงขึ้น
(ที่มา: ณัชวิชญ์, 2557)

จึงเห็นได้ว่าการปรับปรุงที่อยู่อาศัยจะใช้แนวทางการปรับปรุงเพื่อการแก้ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นแต่ไม่เน้นวิธีการเตรียมการหรือป้องกันปัญหา ทำให้สามารถรองรับได้สำหรับน้ำท่วมที่เคยเกิดเป็นประจำทุกปีในแต่ละพื้นที่เท่านั้น แต่สำหรับปีที่น้ำท่วมสูงผิดปกติก็จะเกิดปัญหาอีก แต่ด้วยนาน ๆ จะเกิดซักครั้ง ชาวบ้านจึงไม่คิดจะปรับปรุงด้วยเหตุผลทางการเงินและไม่อยากลงทุน เพราะถ้านาน ๆ เกิดขึ้นครั้งก็สามารถอยู่ได้ และคิดว่าถ้าอะไรเสียหายค่อยเปลี่ยนหรือซ่อม ทำให้เห็นได้ว่าที่ผ่านมาหลายครัวเรือนในชุมชนแออัดได้พยายามที่จะปกป้องที่อยู่อาศัยและการดำรงชีวิตของตนเองตามกำลังทรัพย์ ภูมิปัญญาและความรู้ที่มีอยู่ ซึ่งอาจไม่ใช่วิธีการแก้ปัญหาที่สามารถรองรับความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะน้ำท่วมในอนาคตได้ แม้หลายภาคส่วนจะมีการศึกษาลักษณะที่อยู่อาศัยสำหรับอนาคตที่ช่วยให้ผู้อยู่อาศัยสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เมื่อเกิดน้ำท่วมข้างต้น แต่แนวทางเหล่านั้นไม่ได้ถูกออกแบบมาให้สอดคล้องกับสภาพทางกายภาพ เศรษฐกิจและสังคมของผู้มีรายได้น้อยในชุมชนแออัด

จากเหตุการณ์น้ำท่วมในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ.2554 ส่งผลให้เกิดความกังวลกับปัญหาน้ำท่วมที่อาจจะรุนแรงมากขึ้นในอนาคต ทำให้แนวทางการเลือกหรือสร้างที่อยู่อาศัยเปลี่ยนไป ได้แก่ การเลือกทำเลที่ตั้งชุมชนหรือที่อยู่อาศัยที่น้ำไม่ท่วม ความต้องการรูปแบบที่อยู่อาศัยแนวสูง เช่น ที่อยู่อาศัยประเภทคอนโดมิเนียมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผู้อยู่อาศัยให้ความสำคัญกับการออกแบบที่คำนึงถึงระบบต่าง ๆ ที่อยู่อาศัยในอาคารที่สามารถรองรับน้ำท่วมได้ เช่น ระบบไฟฟ้า สุขาภิบาล ระบบปรับอากาศ รวมถึงการเลือกวัสดุในการก่อสร้างที่ทนทานน้ำมากขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังพยายามหาวิธีการและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการป้องกันน้ำท่วม และจะพิจารณามาตรการในการป้องกันน้ำท่วมของโครงการและหน่วยงานในพื้นที่ร่วมกับการตัดสินใจเลือกซื้อหรือสร้างที่อยู่อาศัย ทำให้เจ้าของโครงการหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการชุมชนจำเป็นต้องเตรียมการเพื่อป้องกันปัญหาน้ำท่วมในอนาคตด้วย (ธอส., 2555)

เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลคาดการณ์ภูมิอากาศ²⁵ และพิจารณาในห้วงอนาคต (พ.ศ.2593-2612) พบว่า ปริมาณฝนรวมเฉลี่ยรายปีเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย แต่ปริมาณฝนตกหนักที่มีรอบการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี 10 ปี 20 ปี และ 50 ปี นั้น มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นมากในเกือบทุกกรณี และเมื่อนำข้อมูลปริมาณฝนดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์เชิงอุทกวิทยา ก็ได้ผลที่แสดงให้เห็นถึงสถานการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ศึกษานั้นมีแนวโน้มที่จะรุนแรงมากขึ้น

ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงปริมาณฝนตกหนัก (ฝนตกสะสม 3 วัน) ที่มีรอบการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี 10 ปี 20 ปี และ 50 ปี ของอำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

Return Period ฝนสะสม 3 วัน	2	5	10	20	50
ECHAM5 A1B : 1990 – 2009 (มม.)	86	143	210	309	514
ECHAM5 A1B : 2050 – 2069 (มม.)	82	176	314	560	1,204
% การเปลี่ยนแปลง	-4	+23	+50	+81	+134

ที่มา: ประมวลผลโดย SEA START RC (2016)

การที่ชุมชนผู้มีรายได้น้อย หรือชุมชนแออัดในกรณีศึกษาที่จังหวัดเชียงใหม่ ต้องตกอยู่ภายใต้ความเสี่ยงจากภาวะน้ำท่วมบ่อยครั้งภายใต้สภาพอากาศแปรปรวนในปัจจุบัน และความเสี่ยงที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตนี้ เป็นเรื่องที่ชุมชนจะต้องตระหนักและแสวงหาแนวทางปรับตัวที่เหมาะสม เพื่อให้ชุมชนมีความมั่นคงโดยสามารถรับมือกับภาวะน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นมากกว่าเดิม

2.5.2 แนวทางการปรับตัวของชุมชนผู้มีรายได้น้อยต่อการเปลี่ยนแปลงภาวะน้ำท่วมในอนาคต: กรณีศึกษาชุมชนผู้มีรายได้น้อยในจังหวัดเชียงใหม่

ความเข้าใจถึงลักษณะน้ำที่ท่วม สภาพพื้นที่ตั้งชุมชนและที่อยู่อาศัยมีความจำเป็นต่อการออกแบบที่ประหยัด และสามารถรองรับน้ำท่วมได้ดีภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ ทั้งด้านเศรษฐกิจ งบประมาณและสังคมของชุมชนผู้มีรายได้น้อย นำมาซึ่งแนวคิดในการเพิ่มขีดความสามารถของชุมชนและครัวเรือนในการรับมือกับสถานการณ์เสี่ยงน้ำท่วม โดยการสร้างความมั่นคงเข้มแข็งทางด้านกายภาพให้กับชุมชนและครัวเรือนภายใต้แนวความคิดหลักคือการยอมรับและอยู่ร่วมกับน้ำ โดยใช้การออกแบบการก่อสร้างบ้านและชุมชนที่ทนทานต่อน้ำท่วม ภายหลังจากน้ำลดแล้วจะไม่มีเสียหายหรือ ซ่อมได้ง่าย รวมทั้งการเตรียมพื้นที่อยู่อาศัยในช่วงที่น้ำท่วมโดยเฉพาะรูปแบบบ้านชั้นเดียวซึ่งพบมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ในชุมชนผู้มีรายได้น้อยทั่วไป (ณวิชัย, 2557) โดยการผสมผสานแนวความคิดการออกแบบที่อยู่อาศัยและชุมชนทั่วไปที่กล่าวไว้ข้างต้นเข้ากับภาวะน้ำท่วมในพื้นที่และสภาพเศรษฐกิจของครัวเรือนและชุมชนผู้มีรายได้น้อย ทำให้ได้แนวความคิดใหม่ในการออกแบบชุมชนและที่อยู่อาศัยผู้มีรายได้น้อย 3 ส่วนที่เชื่อมโยงกันดังนี้

- 1) Eco-robust design เป็นการออกแบบบ้านและชุมชนที่ทนทานต่อลักษณะน้ำท่วมเท่าที่จำเป็นตามแนวทางของชุมชนผู้มีรายได้น้อย ประเด็นสำคัญของแนวความคิดนี้นอกจากการปล่อยให้ผ่านและป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วมแล้วยังเน้นการประหยัดค่าใช้จ่ายด้วย โดยการออกแบบเพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายที่คำนึงถึงเฉพาะของชุมชนและครัวเรือนนั้น ๆ สอดคล้องกับลักษณะน้ำ

²⁵ ข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM5 ตามภาพฉายอนาคตการเพิ่มขึ้นของระดับ CO₂ แบบ A1B และคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค PRECIS ประมวลผลโดย SEA START RC (2016)

ท่วม และราคาไม่แพง ดังนั้นรูปแบบที่อยู่อาศัยจึงไม่จำเป็นต้องเป็นบ้านก่ออิฐฉาบปูนโครงสร้าง คสล. 2 ชั้นเสมอไปจึงจะสามารถอยู่ร่วมกับน้ำและทนทานน้ำท่วมได้ เช่น การออกแบบที่อยู่อาศัยใน ชุมชนสามัคคีพัฒนาที่มีน้ำท่วมลักษณะน้ำหลาก เจ้าของบ้านไม่จำเป็นต้องก่อสร้างที่อยู่อาศัยให้เกิด ความทนทานในทุกส่วน แต่ควรเน้นความแข็งแรงอาคารเพื่อต้านแรงน้ำ เช่น เลือกใช้เสาและคาน ที่ ทำจากคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) หรือไม้เนื้อแข็งและมีส่วนฐานรากรองรับ โดยที่วัสดุประกอบทาง สถาปัตยกรรมเช่น พื้น ผนัง ประตูหรือหน้าต่าง อาจเป็นวัสดุที่ไม่ทนทานหรือเป็นเศษวัสดุเหลือใช้ก็ ได้แต่ควรยึดติดให้แน่นหนาแข็งแรง และควรเป็นรูปแบบบ้านชั้นเดียวได้ถุนสูงเพื่อปล่อยให้น้ำผ่าน เร็ว หรือชุมชนที่น้ำท่วมขังดังเช่นชุมชนบ้านสนุกูไม่จำเป็นต้องเน้นความแข็งแรงของอาคารแต่ต้อง คำนึงความทนทานต่อน้ำของวัสดุก่อสร้าง เช่น การผูกเรือน การเกิดสนิมหรือการบวมน้ำ ทั้งส่วน สถาปัตยกรรมและโครงสร้าง โดยเน้นการเลือกใช้วัสดุราคาถูก หาได้ง่าย มีขายที่ร้านวัสดุก่อสร้างใน พื้นที่ เช่น อิฐบล็อก สังกะสี กระเบื้องแผ่นเรียบ เป็นต้น แต่สำหรับชุมชนกำแพงงามอาจไม่ จำเป็นต้องปรับปรุงที่อยู่อาศัยเพื่อป้องกันความเสียหายใด ๆ เพราะลักษณะน้ำท่วมไม่นานและไม่ แรง

- 2) Eco-repairable design เป็นการออกแบบที่นอกจากจะยอมรับน้ำท่วมแล้วยังยอมรับความเสียหายที่ จะเกิดขึ้นหลังน้ำท่วมด้วย ส่วนใหญ่จะเกิดกับวัสดุทางสถาปัตยกรรมแต่สามารถฟื้นฟู ซ่อมแซม กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ง่าย รวดเร็วและราคาถูก สมาชิกในชุมชนสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง เช่น ชุมชนบ้านสนุกูที่น้ำท่วมขังอาจเลือกออกแบบเฉพาะโครงสร้างอาคารให้ทนต่อการผูกเรือน แต่ ยังคงใช้วัสดุที่ไม่ทนน้ำหรือความชื้น เช่น ผนังไม้ไผ่สาน (รูปที่ 2.35) ผนังไม้อัด (รูปที่ 2.36) เป็นต้น เนื่องจากมีราคาถูก น้ำหนักเบา หาได้ง่ายในพื้นที่ สะดวกต่อการขนย้าย และติดตั้งง่ายซึ่งเจ้าของจะ สามารถเปลี่ยนผนังได้เอง



รูปที่ 2.35 ผนังไม้ไผ่สาน
(ที่มา: ณัชวิชญ์, 2557)



รูปที่ 2.36 ผนังไม้อัด
(ที่มา: ณัชวิชญ์, 2557)

- 3) Eco-adjustable design เป็นการออกแบบเพื่อการเตรียมพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกในชุมชน สำหรับการดำรงชีวิต ได้แก่ การกินอยู่หลับนอน มีห้องขั้วถ่าย มีน้ำและไฟฟ้าใช้ เป็นต้น ภายใต้ ลักษณะน้ำท่วมต่าง ๆ โดยไม่ต้องลงทุนสร้างเผื่อไว้มาก เพื่อความประหยัด โดยการออกแบบสิ่งของ องค์ประกอบอาคารและสภาพแวดล้อมในที่อยู่อาศัยในชีวิตปกติให้สามารถปรับเปลี่ยนใช้ได้ในเวลา น้ำท่วมด้วย โดยยกตัวอย่าง Eco-adjustable design สำหรับบ้านชั้นเดียวและชุมชน เพื่อให้สามารถ กินอยู่หลับนอนได้ในระดับน้ำท่วมไม่เกิน 1.00 เมตร 4 แบบ ได้แก่

○ แบบที่ 1 ปรับใช้เฟอร์นิเจอร์ที่มีอยู่ ผู้มีรายได้น้อยควรมีอุปกรณ์หรือสิ่งของภายในบ้าน เช่น โถงน้ำขนาดเล็ก โต๊ะ ตู้ เตียง ชั้นวางของ เป็นต้น ที่มีความสูงระหว่าง 0.80 - 1.00 เมตร และ

มีความแข็งแรง นอกจากนี้ อุปกรณ์อาคาร เช่น ฝาบ้านส่วนล่าง บานประตูตู้เสื้อผ้า บานประตูหน้าต่าง ควรใช้บานพับที่สามารถถอดประกอบได้ ดังรูปที่ 2.37 เพื่อให้เคลื่อนย้ายและสามารถนำมาจัดเรียงเป็นพื้นที่ยกสูงที่สามารถใช้สอยได้ช่วงเวลาที่น้ำท่วม โดยผู้อยู่อาศัยควรลองนำมาจัดเรียงและตรวจสอบความแข็งแรงไว้ก่อนเมื่อน้ำท่วมจะสามารถดำเนินการโดยสะดวก และเมื่อนำมาจัดเรียงแล้วควรมีขนาดพื้นที่เพียงพอต่อการใช้เป็นพื้นที่อยู่อาศัยช่วงน้ำท่วม (รูปที่ 2.38) หรือแก้ปัญหาทางสัญจรในกรณีชุมชนขนาดเล็ก ผู้อยู่อาศัยอาจนำเฟอร์นิเจอร์เหล่านั้นมาทำเป็นทางเดินชั่วคราวในชุมชนในช่วงน้ำท่วมได้ (รูปที่ 2.39)



รูปที่ 2.37 ประตู-หน้าต่าง สามารถถอดประกอบได้
(ที่มา: ณิชวิชญ์, 2557)

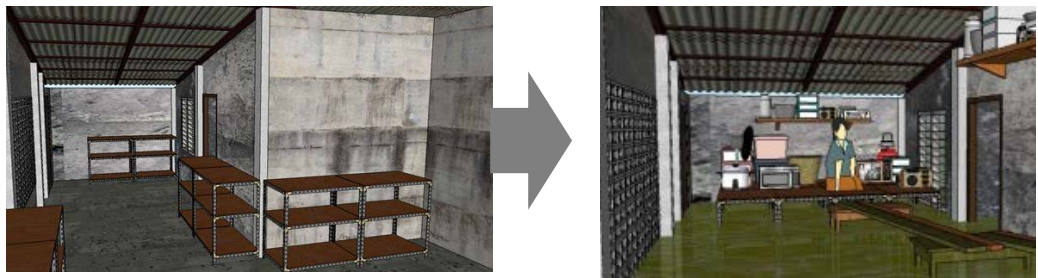


รูปที่ 2.38 การจัดเรียงเฟอร์นิเจอร์เป็นพื้นที่กั้นอยู่หลับนอนช่วงน้ำท่วม
(ที่มา: ณิชวิชญ์, 2557)

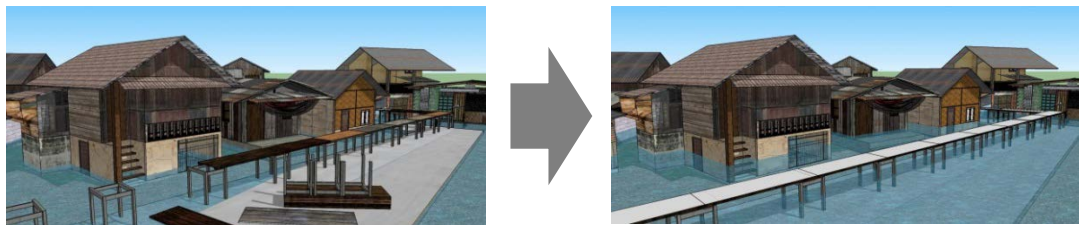


รูปที่ 2.39 การจัดเรียงเฟอร์นิเจอร์เป็นทางสัญจรในชุมชนขนาดเล็กช่วงน้ำท่วม
(ที่มา: ณิชวิชญ์, 2557)

- O แบบที่ 2 การสร้างชั้นลอยเคลื่อนที่ ในกรณีที่ยังไม่มีเฟอร์นิเจอร์ที่มีความสูงพอ แทนที่จะไปซื้อเฟอร์นิเจอร์ใหม่ราคาแพง ผู้มีรายได้น้อยสามารถสร้างชั้นลอยเคลื่อนที่ โดยการใช้โครงสร้างเหล็กฉาก หรือท่อเหล็กมาทำเป็นโครงชั้นลอย พื้นทำด้วยไม้อัด สามารถนำมาจัดเรียงเป็นพื้นที่ใช้สอยได้เมื่อน้ำท่วมและสามารถใช้เป็นชั้นวางของได้ในเวลาที่น้ำไม่ท่วม หากมีพื้นที่จำกัดอาจทำโครงชั้นเตรียมไว้และนำออกมาประกอบใช้เมื่อน้ำท่วมในกรณีนี้อาจใช้บานประตูหน้าต่าง ฝาตู้เสื้อผ้าทำเป็นพื้น ดังรูปที่ 2.40 หรือแก้ปัญหาทางสัญจรในกรณีชุมชนขนาดเล็ก ผู้อยู่อาศัยชั้นลอยเหล่านี้นำมาทำเป็นทางเดินชั่วคราวในชุมชนในช่วงน้ำท่วมได้เช่นเดียวกัน (รูปที่ 2.41)



รูปที่ 2.40 การเตรียมชั้นลอยไว้และนำมาประกอบเป็นพื้นที่ใช้สอยเมื่อน้ำท่วม
(ที่มา: ณิชวิชัย, 2557)



รูปที่ 2.41 การเตรียมชั้นลอยไว้และนำมาประกอบเป็นทางสัญจรในชุมชนเมื่อน้ำท่วม
(ที่มา: ณิชวิชัย, 2557)

- O แบบที่ 3 การเตรียมโครงสร้างรอไว้ เช่น
- สำหรับที่อยู่อาศัย สามารถเตรียมแท่นรองรับพื้นชั้นลอยฝากไว้กับเสา เป็นการเตรียมที่วางพื้นสำหรับเป็นพื้นที่ใช้สอยในกรณีที่น้ำท่วม โดยทำคานไม้หรือเหล็กยึดติดกับเสาบ้าน ดังรูปที่ 2.42 เมื่อน้ำท่วมจึงนำส่วนตงและพื้นมาวาง ซึ่งอาจใช้วัสดุที่มีอยู่ภายในบ้าน เช่น ประตู หน้าต่าง พื้นเตี้ย ไม้พื้น หรือไม้กระดาน หรือ ไม้อัด ในกรณีนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของเสาบ้านเดิมและระยะห่างของเสาที่จะใช้วางตงพื้นไม่ควรเกิน 3 เมตร เพื่อให้มีความแข็งแรงและสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยเมื่อน้ำท่วม



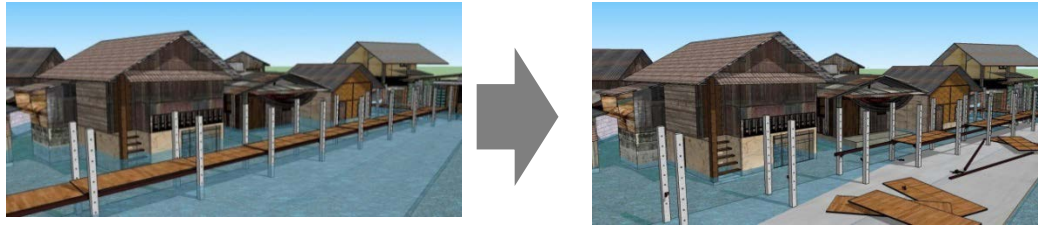
รูปที่ 2.42 ตัวอย่างการเตรียมโครงสร้างคานพื้นแบบวางบนจตุรองรับบนเสาไม้
(ที่มา: ณิชวิชัย, 2557)

- สำหรับที่อยู่อาศัย สามารถเตรียมพื้นแขวน โดยการทำจตุรองรับแบบยึดแขวนคาน (อะเส) ร่วมกับการทำโครงสร้างคานยึดเสาด้านหนึ่ง ดังรูปที่ 2.43 ในกรณีนี้ควรใช้เมื่อระยะห่างของเสาที่จะใช้ในการวางตงพื้นกว้างกว่า 3 เมตร และมีโครงสร้างหลังคา (คาน) ที่แข็งแรงเพียงพอที่จะรองรับน้ำหนักพื้นได้ รวมทั้งพิจารณาความสมบูรณ์ของคาน (รูปทรงและวัสดุ) ประกอบกัน โดยทำจตุยึดแขวนที่คานหลังคาบ้าน วัสดุที่รับแรงดึงสำหรับแขวนอาจใช้ท่อ พีวีซี ขนาดไม่น้อยกว่า 1-1/2" ชั้นคุณภาพ 13.5 เชือกไนลอน 6 มิลลิเมตร เหล็กสลิงหรือเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร เป็นต้น



รูปที่ 2.43 ตัวอย่างการเตรียมโครงสร้างคานพื้นแบบแขวนกับคานหลังคา
(ที่มา: ณิชวิชัย, 2557)

- สำหรับชุมชน สามารถเตรียมโครงสร้างทางสัญจรไว้ และเตรียมชิ้นส่วนพื้นทางสัญจรไว้ ประกอบเป็นทางเดินเมื่อเวลาน้ำท่วม ในกรณีนี้เหมาะสำหรับชุมชนที่น้ำท่วมอย่างซ้ำ ๆ ระดับความสูงของน้ำค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และคนในชุมชนต้องมีความสามัคคี ร่วมแรงร่วมใจ เพราะต้องออกมาช่วยกันประกอบทางเดินเมื่อเห็นวาระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นและต้องพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ประกอบด้วย แต่วิธีการนี้สามารถรองรับระดับน้ำท่วมได้หลายระดับและสูงได้ถึง 2.50 เมตร ในเวลาปกติยังใช้พื้นด้านล่างได้ ไม่เกะกะ ดังรูปที่ 2.44



รูปที่ 2.44 ตัวอย่างการเตรียมโครงสร้างทางสัญจรด้วยเสาคอนกรีต
(ที่มา: ณิชวิทย์, 2557)

ภาคครัวเรือนและที่อยู่อาศัยเป็นภาคหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ดังนั้นผู้อยู่อาศัยจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมตัวรับมือบนพื้นฐานความเป็นไปได้และความสามารถในการปรับตัวของแต่ละครัวเรือนและชุมชน นอกจากนี้ยังควรพิจารณาควบคู่กับระดับความรุนแรงและลักษณะของปัญหาที่จะเกิดขึ้นหากเกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาอุทกภัยที่จัดได้ว่าเป็นภัยพิบัติที่ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับภาคครัวเรือนและที่อยู่อาศัยมากที่สุด ในเบื้องต้นผู้อยู่อาศัยควรเตรียมการเพื่อรองรับปัญหาให้สูงกว่าระดับความรุนแรงสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นกับชุมชนและครัวเรือนในอดีต แต่สำหรับกลุ่มคนผู้มีรายได้น้อยที่อาศัยอยู่ในชุมชนแออัดแล้วกลับมีทางเลือกไม่มากนักในการเตรียมรับมือความเสี่ยงเหล่านี้ เนื่องจากข้อจำกัดทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สภาพทางกายภาพของที่อยู่อาศัย และทำเลที่ตั้งจึงถูกจัดว่าเป็นกลุ่มเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ดังนั้นการปรับตัวให้ชุมชนสามารถรับมือกับความเสี่ยงน้ำท่วมได้ดีขึ้นโดยใช้แนวคิด การยอมรับน้ำโดยปล่อยให้ น้ำท่วมแต่ลดความเสียหายและยังคงสามารถอยู่อาศัยได้ โดยใช้วิธีการออกแบบอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อให้สามารถรองรับปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้เท่าที่จำเป็น ได้แก่ Eco-robust design, Eco-repairable design และ Eco-adjustable design บนพื้นฐานรายละเอียดของครัวเรือนและชุมชนอย่างแท้จริง แนวคิดนี้จะเกิดประโยชน์ต่อชุมชนและครัวเรือนของผู้มีรายได้น้อยทั้งในปัจจุบันรวมทั้งสามารถลดโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดความเดือดร้อนจากภาวะน้ำท่วมที่อาจจะเปลี่ยนแปลงความรุนแรงในอนาคตได้

จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้นในอนาคต ทำให้ชุมชนและครัวเรือนจำเป็นต้องมีการเตรียมพร้อมด้านที่อยู่อาศัยหรือสิ่งก่อสร้างเพื่อลดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินและสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ภายใต้สภาพภูมิอากาศที่รุนแรงมากขึ้น แต่การเตรียมตัวเพื่อรับมือดังกล่าวจำเป็นต้องคำนึงถึงศักยภาพในการปรับปรุงหรือก่อสร้างที่อยู่อาศัยและชุมชน (1) ที่เชื่อมโยงกับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สภาพพื้นที่และบริบทโดยรอบ (2) กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่นั้น ๆ (3) และระดับความรุนแรงและลักษณะของภัยพิบัติที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต (4) ทำให้เกิดแนวความคิดและแนวทางการปรับตัวที่แตกต่างกัน ดังเช่นกรณีการปรับตัวสำหรับกลุ่มคนผู้มีรายได้น้อยที่อาศัยอยู่ในชุมชนแออัดเพื่อเตรียมรับมือกับสถานการณ์น้ำท่วมในอนาคต เขาเหล่านี้อาจมีทางเลือกสำหรับการปรับตัวไม่มากนักเนื่องจากข้อจำกัดทั้งทางด้านเศรษฐกิจของครัวเรือน สภาพทางกายภาพของที่อยู่อาศัยที่ไม่มั่นคงถาวร ข้อจำกัดด้านสิทธิในการอยู่อาศัย รวมถึงทำเลที่ตั้งที่มักจะอยู่ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยได้ง่าย แต่หากมีการนำแนวความคิดในการออกแบบก่อสร้างที่อยู่อาศัยและชุมชนเพื่อป้องกันน้ำท่วมที่มีอยู่มาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทั้ง 4 ประการข้างต้นที่เกี่ยวข้องกับครัวเรือนและชุมชนผู้มีรายได้น้อย ได้แก่ รายละเอียดของครัวเรือนและชุมชนผู้มีรายได้น้อย สภาพที่อยู่อาศัยและการใช้พื้นที่โดยรอบ กฎระเบียบของชุมชน และลักษณะน้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต จะสามารถสร้างแนวทางเพื่อการปรับตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การใช้แนวความคิดการยอมรับน้ำโดยปล่อยให้ น้ำท่วมแต่ลดความเสียหายและยังคงสามารถอยู่อาศัยได้ โดยใช้วิธีการออกแบบอย่างประหยัดและสามารถรองรับปัญหาน้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นได้เท่าที่จำเป็น สามารถสรุปเป็นแนวคิดได้ 3 ลักษณะที่เชื่อมโยงกัน ได้แก่ Eco-robust design Eco-repairable design

และ Eco-adjustable design โดยเน้นการลงทุนน้อยแต่ก่อให้เกิดประโยชน์ใช้สอยต่อชุมชนและครัวเรือนของผู้มีรายได้น้อยอย่างคุ้มค่าทั้งในสภาวะปกติที่น้ำไม่ท่วมรวมทั้งสามารถลดโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดความเดือดร้อนจากภาวะน้ำท่วมที่อาจจะเปลี่ยนแปลงความรุนแรงในอนาคต มากกว่าการสร้างสิ่งก่อสร้างสำหรับการใช้งานในขณะน้ำท่วมเพียงอย่างเดียว ทำให้เห็นได้ว่าแนวความคิดเรื่องการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตของภาคครัวเรือนและชุมชนจะไม่มีสูตรสำเร็จตายตัว ผู้อยู่อาศัยหรือเจ้าของอาคารจำเป็นต้องมีการประยุกต์แนวความคิดที่มีอยู่หรือสร้างแนวความคิดใหม่ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับศักยภาพของแต่ละครัวเรือนและชุมชนซึ่งมีความแตกต่างกันถึงแม้จะเป็นครัวเรือนหรือชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันก็ตาม

2.6 สรุป

การพิจารณาถึงจัดทำแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้อาจพิจารณาตามกรอบแนวคิดของ UNDP (2002) ซึ่งระบุแนวทาง 4 ประการที่พึงพิจารณาไว้ดังนี้ คือ

1. คำนึงถึงการปรับตัวต่อภาวะอากาศแปรปรวนและสภาพอากาศรุนแรงในระยะสั้นเป็นพื้นฐานในการวางแผนเพื่อลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะยาว
2. คำนึงถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของการพัฒนา
3. พึงตระหนักว่าการปรับตัวนั้นเกิดขึ้นได้ในทุกระดับของสังคม
4. พึงตระหนักว่าทั้งยุทธศาสตร์หรือแนวทางการปรับตัวและกระบวนการที่จะนำไปสู่การขับเคลื่อนการปรับตัวให้เกิดขึ้นได้เป็นรูปธรรมนั้นมีความสำคัญเท่าเทียมกัน

กรณีการปรับตัวของการตั้งถิ่นฐานต่อการเปลี่ยนแปลงความเสี่ยงจากภาวะน้ำท่วมที่อาจทวีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตามที่ได้อธิบายในบทนี้ ได้แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการวางแผนการปรับตัวในหลายระดับของการตั้งถิ่นฐาน ตั้งแต่ระดับมหานคร เมืองขนาดเล็ก และชุมชน-ครัวเรือน ซึ่งมีบริบทในการปรับตัวที่แตกต่างกัน และมีแนวทางในการดำเนินการที่แตกต่างกันไปภายใต้กรอบเงื่อนไขและโครงสร้างการตัดสินใจที่แตกต่างกัน โดยพิจารณาจากประเด็นความเสี่ยงที่เมือง/ชุมชนเผชิญอยู่ และขยายกรอบการมองความเสี่ยงออกไปในอนาคตระยะยาวภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและพลวัตทางเศรษฐกิจและสังคมของเมืองและชุมชนนั้น ๆ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะเพิ่มความมั่นคงทนทาน (Resilience) ของเมือง/ชุมชนต่อความเสี่ยงที่อาจจะเปลี่ยนไปในอนาคต ทั้งนี้ได้พิจารณาในบริบทของแนวทางการวางแผนพัฒนาเมืองและชุมชนเพื่อยกระดับความเป็นอยู่ของชุมชนและเพื่อให้เมืองรองรับความเสี่ยงได้มากขึ้น ซึ่งแนวทางการดำเนินการของแต่ละพื้นที่อาจมีความแตกต่างกันไปตามสภาพความเสี่ยงและตลอดจนความซับซ้อนของสภาพเศรษฐกิจสังคมของแต่ละพื้นที่

การขับเคลื่อนยุทธศาสตร์และแนวทางการปรับตัวเหล่านี้มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะโครงสร้างของการตัดสินใจและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในทางปฏิบัติ ทั้งนี้ในสังคมที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนและมีกลุ่มเสี่ยงที่หลากหลายซึ่งอาจเผชิญความเสี่ยงที่แตกต่างกันนั้นจะต้องให้ความสำคัญกับการวางแผนโดยการประเมินความเสี่ยงโดยพิจารณาถึงภาพรวมของความเสี่ยงให้ต้องแท้ เพื่อให้การกำหนดแนวทางการปรับตัวสามารถหลีกเลี่ยงการส่งผ่านความเสี่ยงจากกลุ่มหนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่ง ทั้งนี้ ประเด็นที่สำคัญในการผลักดันนโยบายการปรับตัวในระดับมหานครและเมืองคือ การสร้างเจตจำนงในทางการเมือง (Political will) หรือความปรารถนาและความมุ่งมั่นของฝ่ายการเมืองที่จะทำให้เกิดนโยบายที่ชัดเจน และในระดับชุมชน-ครัวเรือนคือ การสร้างแรงจูงใจที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการดำเนินการต่อแผนงานที่ครอบคลุมอนาคตระยะยาว ซึ่งจะนำไปสู่ความตั้งใจในการจัดหาทรัพยากรเพื่อสนับสนุนการลงทุนดำเนินการปรับตัวต่าง ๆ ในที่สุด

การรวบรวมการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเข้าสู่กระแสหลักของการวางแผนพัฒนาเมืองเป็นเรื่องที่มีความซับซ้อน โดยประเด็นทางนโยบายที่จะต้องคำนึงในด้านการบริหารงานภาครัฐของเมือง (urban governance) (Blanco et al, 2011) คือ 1) การประสานงานทางตั้ง (vertical coordination) ระหว่างหน่วยงานภาครัฐ เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนทั้งระดับชาติ จังหวัดและท้องถิ่น ในด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการเติบโตของเมือง และ 2) การประสานงานทางราบ (horizontal coordination) ระหว่างหน่วยงานในระดับเมืองขนาดใหญ่ (metropolitan) เพื่อให้การขยายตัวและการควบคุมการโตของเมือง สอดคล้องกับอำนาจการบริหารเมืองของพื้นที่โดยรอบ 3) การประสานงานทางราบขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่น (local government) เพื่อให้ท้องถิ่นบริหารจัดการเมืองและลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไปพร้อม ๆ กันได้ นำประเด็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศควบรวมกับการพัฒนาเมืองด้านต่าง ๆ ที่อยู่ในอำนาจของท้องถิ่น และสามารถนำไปปฏิบัติได้ตั้งแต่จะมีการบริหารจัดการเมืองแบบแยกส่วนอยู่ก็ตาม 4) กรอบด้านกฎหมายไม่เพียงพอ ในระบบของการจัดการสิทธิการครอบครองที่ดินควรพิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมด้วย

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องและเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในการดำรงชีวิต ซึ่งสะท้อนบรรทัดฐานสังคม (social norms) ที่เป็นอยู่ ดังนั้นการปรับตัวมิได้สามารถทำได้โดยอิสระ แต่อยู่ภายใต้กระบวนการทางสถาบัน (institutional process) เช่น กฎเกณฑ์ สิทธิในที่อยู่อาศัย และบรรทัดฐานทางสังคมในบริบทนั้น ส่วนการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวนั้น มิได้แยกขาดจากกระบวนการตัดสินใจอื่น ๆ โดยยังเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงด้านประชากร วัฒนธรรม เศรษฐกิจ และการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีการสื่อสาร การปกครอง ข้อตกลงทางสังคม และระบบการไหลเวียนของทุนในสังคมโลก ดังนั้น ความพยายามที่จะแยกขาดการปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจากการตัดสินใจอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตความเป็นอยู่จึงเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก การปรับตัวอาจจะมาจากเหตุผลโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ หรือมาจากความต้องการยกระดับทางเศรษฐกิจและสังคมโดยมีผลทางอ้อมให้รับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ดีขึ้นก็เป็นได้ ตัวอย่างเช่น การตัดสินใจของชุมชนในการย้ายชุมชนออกจากพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม อาจจะมีได้มาจากเหตุผลน้ำท่วมโดยตรง แต่เกี่ยวกับเหตุผลเรื่องความมั่นคงของที่ดินแล้วพิจารณาเรื่องพื้นที่ปลอดภัยในการตั้งถิ่นฐาน ผลลัพธ์ที่ได้อาจจะนำไปเพื่อรับมือระยะสั้นหรือระยะยาวก็เป็นได้ นอกจากนี้ การปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศยังเป็นการตัดสินใจในหลายระดับที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นจากระดับบุคคล องค์กร กลุ่มสังคม หรือจากภาครัฐในระดับต่าง ๆ เหล่านี้จึงเป็นสาเหตุให้พิจารณาประเด็นการปรับตัว (attributing adaptation) เข้าไปสู่กระบวนการตัดสินใจในระดับต่าง ๆ จึงมิใช่เป็นเรื่องที่สามารถทำได้ในระบบการตัดสินใจแบบเดิม (Adger, et al, 2005)

ประเด็นสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและภาวะอากาศแปรปรวนนี้มักจะเป็นประเด็นที่จุดความสนใจให้เกิดความต้องการการปรับตัวในแง่ของการปรับตัวต่อสภาพอากาศรุนแรงซึ่งนำไปสู่ภัยพิบัติ เช่น น้ำท่วม ภาวะแห้งแล้ง พายุ เป็นต้น โดยเป็นการพิจารณาถึงความเสี่ยงและการปรับตัวในบริบทของเมืองและชุมชนนั้น ๆ เป็นหลัก อย่างไรก็ตาม การคิดถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะยาวในแง่ของการตั้งถิ่นฐานที่มั่นคงนั้น เป็นเรื่องที่ยังจะต้องพิจารณาให้รอบด้านกว่านี้ โดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ข้ามพื้นที่และภาคส่วน โดยเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างเมืองและพื้นที่ชนบท เช่น การที่เมืองนั้นจะต้องพึ่งพาบริการของระบบนิเวศ (ecosystem services) จากภายนอกหรือในพื้นที่ชนบทหรือ ความเชื่อมโยงด้านพลวัตของเศรษฐกิจสังคมที่เมืองหรือชุมชนมีกับระบบเศรษฐกิจสังคมต่างพื้นที่ เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศที่จะต้องหล่อเลี้ยงเมืองและ/หรือ ระบบเศรษฐกิจสังคมในต่างพื้นที่ตลอดจนพลวัตของพื้นที่ชนบทที่มีต่อบริการของระบบนิเวศที่เมืองจำเป็นต้องใช้ อาจส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงของเมืองทั้งในเชิงกายภาพและระบบเศรษฐกิจสังคมในพื้นที่เมือง ซึ่งต้องการแนวทางการปรับตัวเช่นเดียวกับการปรับตัวต่อสภาพอากาศรุนแรงเช่นเดียวกัน ซึ่งประเด็นนี้ยังไม่มีการศึกษาในระยะที่ผ่านมา และอาจถือว่าประเด็นดังกล่าวนี้เป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของการตั้งถิ่นฐานที่มั่นคงในอนาคตต่อไป

2.7 เอกสารอ้างอิง

- กรมชลประทาน. 2557. ระบบสารสนเทศการติดตามและเฝ้าระวังสถานการณ์น้ำเพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมจังหวัด เชียงราย. (Online). สืบค้นเมื่อ 14 มกราคม 2557 จาก http://imine.biz/imine_mixkey/index.php
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2557. สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน: ความรู้เรื่องดิน. (Online). สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2557 จาก <http://oss101.idd.go.th>.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2557. หนังสืออุตุนิยมวิทยา ภัยธรรมชาติ: อุทกภัย. (Online). สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2557 จาก <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=70>
- การเคหะแห่งชาติ. 2540. มาตรฐานที่อยู่อาศัยและสิ่งแวดล้อม. กองวิจัยการก่อสร้าง, ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง, กรุงเทพฯ.
- ดารณี ถวิลพิพัฒน์กุล. 2549. กระบวนการกลายเป็นเมืองกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคมในประเทศกำลังพัฒนา. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพมหานคร.
- โชติไกร ไชยวิจารณ์. 2546. วิศวกรรมชลศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร.
- ณัชวิทย์ ตีกุล. 2557. การพัฒนารูปแบบชุมชนและที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้น้อยในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อรับมือกับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กรณีศึกษาน้ำท่วม. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย: กรุงเทพมหานคร.
- ธอส. 2555. ตลาดที่อยู่อาศัยและตลาดสินเชื่อที่อยู่อาศัยปี 2555 และแนวโน้มปี 2556. ฝ่ายวิชาการ, ธนาคารอาคารสงเคราะห์.
- ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล. 2554. โลกร้อนสุดขั้ว วิกฤตอนาคตประเทศไทย. สำนักพิมพ์ฐานบุ๊คส์, กรุงเทพฯ. 294หน้า
- วนรัตน์ กรอิสานกุล. 2556. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ แนวทางการการวางแผนด้านผังเมืองเพื่อรองรับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: กรณีศึกษาปัญหาน้ำท่วมและแนวทางการจัดการน้ำท่วมในเขตผังเมืองรวมพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- ศุภกร ชินวรโณ, วิริยะ เหลืองอร่าม, เฉลิมรัฐ แสงมณี และจุฑาทิพย์ ธนิกิตต์เมธาวุฒิ. 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการ การจำลองสภาพภูมิอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.). 2557. โลกร้อน: ท่านพร้อมรับมือภัยพิบัติแล้วหรือยัง? (Online). สืบค้นเมื่อ 24 สิงหาคม 2557 จาก <http://www.eitpr.com/ejournal.php>
- สุจิต คุนธนกุลวงศ์. 2554. อุทกวิทยา ทรัพยากรน้ำผิวดินและใต้ดิน. รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานการณ์ภาพขององค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย.
- โสมสกา เพชรานนท์. 2547. เศรษฐศาสตร์เมือง. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพมหานคร.

- โสภณ พรโชคชัย. การพัฒนาชุมชนแออัดที่ผิดทาง. (Online). สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2557 จาก <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1024913&page=2>
- อकिन รพีพัฒน์ และคณะ. 2542. ชุมชนแออัด องค์ความรู้และความเป็นจริง. มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาชุมชนเมือง. กรุงเทพฯ.
- อนงค์ ปะนะทั้ง. 2551. ผลกระทบจากน้ำท่วม. (Online). สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2557 จาก <https://www.gotoknow.org/posts/215379>
- อำนาจ ชิตโรตง. 2553. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ 2 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิอากาศในอนาคต. ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
- Action Aid International. 2006. Climate change, urban flooding and the rights of the urban poor in Africa. A report by Action Aid. (Berz, อ้างโดย Burrell et al, 2007)
- Adger, W.N., Arnell, N.W. and Tomkins, E.L. 2005. Successful Adaptation to Climate Change across Scales. *Global Environmental Change*, 15, pp.77-86.
- Blackburn, S. and Marques, C. 2013. Mega-urbanisation on the coast: Global context and key trends in the twenty-first century. In Peling M. and Blackburn, S. *Megacities and the Coast: Risk, Resilience and Transformation*, pp.11. Oxon: Routledge.
- Blaikie, Y.P., Cannon, I.D. and Wisner, B. 1994. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. Routledge: London.
- Blanco, H., P. McCarney, S. Parnell, M. Schmidt, K. C. Seto. 2011. The role of urban land in climate change. *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*, C. Rosenzweig, W. D. Solecki, S. A. Hammer, S. Mehrotra, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 217–248. [Online] Available from: <http://uccrn.org/files/2014/02/ARC3-Chapter-8.pdf>. Accessed on 23 jul 2015.
- Bourque, L.B., Siegel, J.M., Kano, M. and Wood, M.M. 2006. Morbidity and mortality associated with disasters. In: Rodríguez H, Quarantelli EL and Dynes RR (eds) *Handbook of Disaster Research*. New York: Springer, 97–112.
- Condon, P.M., Cavens, D. and Miller, N. 2009. *Urban Planning Tools for Climate Change Mitigation*. Policy Focus Report. Lincoln Institute of Land Policy. Cambridge, MA.
- Cutter, S., Barnes, L., Berry, B., Burton, C., Evans, E., Tate, E. and Webb, J. 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 18(4), pp.598-606.
- DEFRA. 2007. The costs of the summer 2007 floods in England. Environment Agency. UK.

- Douben, K.J. 2006. Characteristics of River Floods and Flooding: A Global Overview, 1985-2003. *Irrigation and Drainage*, 55, 9-21. (Online). Available URL:<http://dx.doi.org/10.1002/ird.239>
- Douglas, L., Alam, K., Maghenda, M., McDonnell, Y., Mclean, L., and Campbell, J. 2008. Unjust waters: climate change, flooding and the urban poor in Africa. *Environment and Urbanization*, 20(1):187-205.
- DTI. 2004. Foresight Future Flooding. Flood and Coastal Defence project of the Foresight programme. Department of Trade and Industry: London.
- FEMA. 2006. Hurricane Katrina in the Gulf Coast. Federal Emergency Management Agency, Washington DC
- Gleeson, B. 2008. Waking from the Dream: An Australian Perspective on Urban Resilience. *Urban Studies*, 45, pp.2653-2668.
- Huchzermeyer, M. 2011. Cities with 'Slums': from informal settlement eradication to a right to the city in Africa. University of Cape Town Press, Cape Town. South Africa.
- Trisirisatayawong I and Cheewinsiriwat, P. 2013. Assessment of flooded area from sea level rise in the Upper coastal area of Gulf of Thailand, the 12th South East Asian Survey Congress, Manila.
- IPCC. 2007. Fourth assessment report: climate change 2007: synthesis report. [Online]. Available URL: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/mains3-3-5.html [2013, July 20].
- Jabeen, H., Allen, A., and Johnson, C. 2010. Built-in resilience: learning from grassroots coping strategies to climate variability. *Environ.Urban*, 22, pp.415–431.
- Jonkman, S.N., Maaskant, B., Boyd, E., and Levitan, M.L. 2009. Loss of Life Caused by the Flooding of New Orleans After Hurricane Katrina: Analysis of the Relationship Between Flood Characteristics and Mortality. *Risk Analysis*, 29(5), pp.676–698
- Konisranukul, W. 2007. The Substantive Urban Design Considerations: Priorities for Creating Successful Places. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies* 5(2), pp,91-107..
- Kreibich, H., Piroth, K., Seifert, I., Maiwald, H., Kunert, U., Schwarz, J., Merz, B. and Thieken, A.H. 2009. Is flow velocity a significant parameter in flood damage modelling? *Nat. Hazards Earth Syst.Sci.*, 9, pp.1679–1692.
- Matthews, T. 2011. Climate Change Adaptation in Urban Systems: Strategies for Planning Regimes. Urban Research Program, Research Paper 32 February 2011.
- Marome, W. A. 2013. Urban Risk and Vulnerabilities of Coastal Megacity of Bangkok, Thailand. On-line Proceedings of the Resilient Cities 2013 Congress: Article 5. Available at: resilient-cities.iclei.org/resilient-cities-hub-site/congress-publications/on-line-proceedings-2013//index.php.

- Mileti, D. 1999. *Disasters by Design: A reassessment of Natural Hazards in the United States*. Joseph Henry Press, Washington, DC.
- Pardue, J.H., Moe, W.M., McInnis, D., Thibodeaux, L.J., and Valsaraj, K.T. 2005. Chemical and microbiological parameters in New Orleans floodwater following Hurricane Katrina. *Environ. Sci. Technol.*, 39(22), pp: 8591-9.
- Pelling, M. 2011. Introduction. In Pelling, M., *Megacities and the Coast: Transformation for resilience*. A preliminary review of knowledge, practice and future research. June, LOICZ
- Peling M. and Blackburn, S. 2013. *Megacities and the Coast: Risk, Resilience and Transformation*. Oxon: Routledge.
- Pistrika, A.K. and Jonkman, S.N. 2010. Damage to residential buildings due to flooding of New Orleans after hurricane Katrina. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 54, pp.413–434.
- River Cities Inc. 2013. *America's Floating Communities*. [Online]. Available URL: <http://www.rivercitiescondos.com/> [2013, July 20].
- Sullivent, E.E., West, C.A., Noe, R.S., Thomas, K.E., Wallace, L.J.D. and Leeb, R.T. 2006. Nonfatal injuries following hurricane Katrina—New Orleans, Louisiana, 2005. *J Safety Res*, 37, pp.:213–217.
- Taylor, N. 2007. *Urban Planning Theory since 1945*. London, Sage.
- Watson, D. and Adam, M. 2011. *Design for Flooding: Architecture, Landscape, and Urban Design for Resilience to Climate Change*. John Wiley and Son, Inc.: New Jersey.
- Wheeler, S. and Beatley, T. 2004. *The Sustainable Urban Development Reader*. London ; New York: Routledge.
- Wilbanks, T. and Romero Lankao, P. with Bao, M., Berkhour, F., Cairncross, S., Ceron, J.-P., Kapshe, M., Muir-Wood, R. and Zapata-Marti, R. 2007. Chapter 7: Industry, settlement and society. in Parry, M., Canziani, O., Palutikof, J., van der Linden, P. and Hanson, C. (ed) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge and New York, pp. 357-390
- Wilson, E. 2006. 'Adapting to Climate Change at the Local Level: The Spatial Planning Response. *Local Environment*, 11(6), pp.:609-625.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. and Davis, I. 2004. *At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disaster*. Second edition, Psychology Press, London; New York: Routledge.
- Vietnam News. 2007. ความต้องการที่อยู่อาศัย. กรุงเทพธุรกิจ. [Online]. Available URL: <http://www.bangkokbiznews.com>. สืบค้นเมื่อ 19 กรกฎาคม 2557.

UNDP. 2002. A climate risk management approach to disaster reduction and adaptation to climate change. Summary of the UNDP Expert Group Meeting 'Integrating Disaster Reduction and Adaptation to Climate Change'. Havana, Cuba, 19-21 June 2002; United Nations Development Programme, New York.

United Nations Habitat. 2007b. UN-HABITAT pitches for urban planning, Bonn, [Online]. Available URL: <http://www.unhabitat.org/content.asp?cid=4836&catid=550&typeid=6&subMenuId=0>

United Nations Habitat. 2003. The challenge of slums: global report on human settlements. United Nations Human Settlements Programme. Earthscan Publications, London.

United Nations Habitat. 2009. Planning sustainable cities: global report on human settlements. United Nations Human Settlements Programme. Earthscan Publications, London.

Coastal Cities at Risk: Building Adaptive Capacities for Managing Climate Change in Coastal Megacities โดย ได้รับทุนจาก the International Development Research Centre (IDRC), the Canadian Institutes of Health Research (CIHR), the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC), and the Social Sciences and Humanities Research Council of Canada (SSHRC), Ottawa, Canada โดย (ค.ศ.2011-2016)

Website:

1. <http://www.resilientcity.org/index.cfm?id=11900>
2. <http://www.un.org/en/development/desa/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html>
3. <http://www.igbp.net/news/features/features/coastalmegacitiesrisksandopportunities.5.62dc35801456272b46d17b.html>.
4. <http://www.adaptingtorisingtides.org/vulnerability-and-risk>
5. <http://www.igbp.net/news/features/features/coastalmegacitiesrisksandopportunities.5.62dc35801456272b46d17b.html>
6. <http://www.london.gov.uk/priorities/planning>
7. http://www.london.gov.uk/climatechange/sites/climatechange/staticdocs/Climiate_change_adaptation.pdf
8. <http://www.sfrpc.com/Climate%20Change/6.pdf>
9. <http://www.oecd.org/dataoecd/22/17/40899422.pdf>
10. <http://www.bloomberg.com/news/2011-09-05/new-orleans-levees-hold-flash-floods-seen-in-tennessee-valley.html> + <http://www.mvn.usace.army.mil/bcarre/morganza.asp>
11. http://www.iscvt.org/who_we_are/publications/Adaptation_Resource_Guide.pdf
12. http://en.wikipedia.org/wiki/MOSE_Project
13. http://www.consorziovenezianuova.it/uk/settori_attività.htm
14. <http://www.i-italy.org/11281/how-italian-technology-trying-save-venice-mose-project-presented-new-york>
15. <http://www.adb.org/documents/reports/hcmc-climate-change/hcmc-climate-change-summary.pdf>
16. <http://www.globaldatavault.com/climate-change-impact-analysis.htm>

18. http://nytelecom.vo.llnwd.net/o15/agencies/planyc2030/pdf/planyc_2011_climate_change.pdf
19. http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/nl/delta_cities_website/cities/new_york_city?category_id=3
20. http://www.mlit.go.jp/river/trash_box/paper/pdf_english/19.pdf
21. http://www2.montes.upm.es/Dptos/DptoIngForestal/Unidad%20Docente%20Zoolog%C3%ADa/pdf/Walter_Binder.pdf
22. http://www.fig.net/pub/vietnam/papers/ts06f/ts06f_abidin_etal_3491.pdf
23. http://web.idrc.ca/uploads/user-S/12885823531Policy_Brief_-_Indonesia_Sea_Level_Rise.pdf
24. http://unfccc.int/files/adaptation/application/pdf/nwp_integration_susandi.pdf
25. <http://www.oecd.org/general/climatechangecouldtriplepopulationatriskfromcoastalfloodingby2070findsoecd.htm>

บทที่ 3: การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของการจัดการน้ำที่ยั่งยืน

พงษ์ศักดิ์ สุทธิพนธ์¹ และ โพนม สราภิรมย์²

ในปี ค.ศ.2015 (พ.ศ.2558) องค์การสหประชาชาติ (WWAP, 2015) ได้นำเสนอรายงานการพัฒนาของน้ำของโลก (The United Nations World Water Development Report 2015, WWDR 2015) ภายใต้แนวคิดน้ำเพื่อโลกที่ยั่งยืน (Water for Sustainable World) องค์การสหประชาชาติได้สรุปว่าปัจจุบันโลกของเรานั้นมีการพัฒนาที่ไม่ยั่งยืนโดยมีความต้องการน้ำมากขึ้น ประชากรในโลกเพิ่มขึ้นประมาณ 80 ล้านคนต่อปี (USCB, 2012) และจะทำให้ประชากรในปี ค.ศ.2050 (พ.ศ.2593) สูงขึ้นเป็น 9,100 ล้านคน (UNDESA, 2013) ผลิตภัณฑ์มวลรวมประเทศของโลก (gross domestic product, GDP) เพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 3.5 เปอร์เซ็นต์ ต่อปีจากปี ค.ศ.1960 ถึงปี ค.ศ.2012 (พ.ศ.2553 ถึงปี พ.ศ.2557) (World Economics, 2014) ปัจจัยด้านการเติบโตของประชากร การขยายตัวของเมืองและการพัฒนาอุตสาหกรรม การบริโภคที่มากขึ้นเหล่านี้ส่งผลให้มีความต้องการใช้น้ำมากขึ้น (WWAP, 2015) ในปี ค.ศ.2030 (พ.ศ. 2573) มีการคาดการณ์ว่าโลกจะมีปัญหาการขาดแคลนน้ำประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ในบางพื้นที่ภายใต้ภาพฉายการพัฒนาแบบปกติเหมือนในอดีต (business-as-usual climate scenario) (2030 WRG, 2009)

องค์การสหประชาชาติ ได้นำเสนอมิติของน้ำกับการพัฒนาที่ยั่งยืนใน 3 มิติ (WWAP, 2015) คือ

1. น้ำเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยกล่าวถึงการใช้มาตรการโครงสร้างและไม่ใช่โครงสร้างในการจัดสรรน้ำเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจโดยเฉพาะการจัดการน้ำ
2. น้ำเพื่อสิ่งแวดล้อม โดยให้ความสำคัญกับระบบนิเวศที่ดีอันจะช่วยก่อให้เกิดการบริการน้ำที่ดียิ่งขึ้น เช่น แหล่งน้ำผิวดินธรรมชาติทำหน้าที่กักเก็บน้ำในช่วงน้ำท่วม หรือ น้ำบาดาลที่มีคุณภาพจะช่วยเสริมให้น้ำในช่วงหน้าแล้ง
3. น้ำเพื่อความเท่าเทียมกันทางสังคม โดยเน้นประเด็นการลดความยากจน และทุกคนในสังคมสามารถเข้าถึงแหล่งน้ำที่ปลอดภัยอย่างเท่าเทียมกัน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการพัฒนาอย่างยั่งยืนภายใต้ความเสี่ยงต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการความเสี่ยงด้านทรัพยากรน้ำเป็นสิ่งที่ต้องทำความเข้าใจกันต่อไป ยกตัวอย่างเช่น เราควรวางแผนการพัฒนาโดยคำนึงถึงปัจจัยหรือข้อจำกัดด้านน้ำ ในขณะที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำก็ไม่ควรพิจารณาในด้านกายภาพหรือมาตรการโครงสร้างเพียงอย่างเดียว แต่ควรคำนึงถึงมิติการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อมและความเสี่ยงอื่นควบคู่กันไป โดยรวมการพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วย เพื่อให้การพัฒนาเกิดความยั่งยืนได้อย่างแท้จริง

¹ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

² ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3.1 แรงขับเคลื่อนและความท้าทายที่ก่อให้เกิดความจำเป็นของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการจัดการทรัพยากรน้ำ

คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC) ได้เสนอรายงานทางเทคนิคของน้ำและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยกล่าวถึงแรงขับเคลื่อนของการเปลี่ยนแปลงในสองมิติที่จะมีผลต่อทรัพยากรน้ำและการปรับตัวต่อสถานการณ์ในอนาคตควบคู่กัน คือ แรงขับเคลื่อนที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ฝนหรือหิมะหรือไอน้ำ (ที่รุนแรงขึ้นและความผันแปรที่มากขึ้น) หิมะและธารน้ำแข็ง การใช้ น้ำของพืช และแรงขับเคลื่อนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น การใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไป การทำลายป่า ความต้องการใช้น้ำที่สูงขึ้นจากการพัฒนาเมืองและอุตสาหกรรม การสร้างและการจัดการอ่างเก็บน้ำ น้ำเสีย และการบำบัด (United Nations, 2003; IPCC, 2007a) การเพิ่มขึ้นของประชากรในมิติของจำนวนและการกระจายตัว ความต้องการอาหาร นโยบายด้านเศรษฐกิจศาสตร์ (ราคาน้ำ) เทคโนโลยี ลักษณะการดำเนินชีวิต การใช้น้ำของชุมชน เกษตรกรรม พื้นที่ลุ่มน้ำและระบบนิเวศ (Kundzewicz et al, 2007) แรงขับเคลื่อนเหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบด้านทรัพยากรน้ำดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผลการตรวจวัดของผลกระทบด้านทรัพยากรน้ำจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ผลการตรวจวัด	ผลกระทบจากการตรวจวัดและผลกระทบที่เป็นไปได้
การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศ	- การลดลงของปริมาณน้ำต้นทุนที่เกิดจากการลดลงของหิมะหรือธารน้ำแข็งซึ่งมาจากการตรวจวัดในหลายเมืองตลอดเทือกเขาอัลเดส (Andes) ในทวีปอเมริกาใต้ (Ames, 1998; Kaser and Osmaston, 2002) - ความเป็นไปได้ในการเพิ่มขึ้นของการสูญเสียของน้ำจากการระเหยในดินดินแห้ง การลดลงของน้ำท่าและการเติมน้ำในชั้นน้ำบาดาล
การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิผิวน้ำ	- การลดลงในปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen) และความสามารถในการฟื้นตัวของแม่น้ำ (self-purification capacity) - การเพิ่มขึ้นของจำนวนของกลุ่มชีวพืชจำนวนมาก ทั้งที่มองเห็นและไม่เห็นด้วยตาเปล่าอย่างรวดเร็ว ทำให้มีสีเขียวหรือแดง (algal blooms)
การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล	การเพิ่มขึ้นของความเค็มในชั้นน้ำบาดาลบริเวณใกล้ชายฝั่ง
รูปแบบของฝนที่เปลี่ยนไป	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนใช้การ (effective rainfall) ที่เปลี่ยนแปลงไป และปรากฏการณ์การเติมน้ำบาดาล (groundwater recharge) ปริมาณการใช้น้ำของพืช
การเพิ่มขึ้นของปริมาณฝนรายปี	ความยุ่งยากที่มากยิ่งขึ้นในการควบคุมน้ำท่วมและปริมาณน้ำใช้ในช่วงฤดูฝน
การใช้น้ำของพืช (evapotranspiration) ที่สูงขึ้น	- ปริมาณน้ำต้นทุนที่ลดลง - การเพิ่มขึ้นของความเค็มในแหล่งน้ำจืด - ระดับน้ำบาดาลที่ลดลง
เหตุการณ์วิกฤตที่เกิดบ่อยขึ้นและรุนแรงมากขึ้น	- ภัยน้ำท่วมส่งผลต่อคุณภาพน้ำ โครงสร้างทางน้ำ การกัดเซาะที่มากขึ้น - ภัยน้ำแล้งส่งผลต่อปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำ

ที่มา: Kundzewicz et al (2007)

จะเห็นได้ว่าทรัพยากรน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับวัฏจักรของน้ำนั้นมีความเกี่ยวข้องกับการผันผวนของตัวแปรทางภูมิอากาศมาก และประเด็นสำคัญที่ควรจะต้องพิจารณาคือ ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตต่อวัฏจักรของน้ำ ซึ่งจะทำให้การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำจะต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบไปจากปัจจุบัน

เมื่อกล่าวถึงทรัพยากรน้ำ นอกจากเรื่องน้ำผิวดินแล้ว ประเด็นเรื่องทรัพยากรน้ำบาดาลก็เป็นเรื่องที่จะต้องนำมาพิจารณาให้ความสำคัญด้วยเช่นกัน เนื่องจากทรัพยากรน้ำบาดาลเป็นทรัพยากรพื้นฐานเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคกว่าครึ่งหนึ่งของโลก (WWAP, 2009) เป็นแหล่งน้ำสำหรับการเกษตรกรรมประมาณร้อยละ 43 (Siebert et al, 2010) และใช้ในการอุตสาหกรรม และยังสำคัญต่อการไหลเสริม (baseflow) ลำน้ำ ทะเลสาบ พื้นที่ชุ่มน้ำ และระบบนิเวศในหลาย ๆ ประเทศ (Treidel et al, 2012) แต่องค์ความรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มผลกระทบระยะยาว และแนวทางการปรับตัวก็ยังไม่มีความแน่ชัดเนื่องจากยังมีข้อมูลการเปลี่ยนแปลงและผลการศึกษาวิจัยรองรับไม่มากนัก ดังนั้นการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อแหล่งน้ำบาดาลจึงเป็นประเด็นสำคัญประเด็นหนึ่งในการศึกษาวิจัยของนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรแหล่งน้ำในปัจจุบัน

ประเด็นปัญหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการใช้และการจัดการน้ำบาดาลอย่างยั่งยืนในอนาคต คือ การวางแผนการพัฒนาใช้น้ำบาดาลอย่างเหมาะสมภายใต้สภาวะที่สภาพภูมิอากาศมีการแปรปรวนและเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นสภาวะที่กำลังเกิดขึ้นทั่วทุกพื้นที่ของโลก (IPCC, 2014, Bates et al, 2008 และ Treidel et al, 2012) รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วจากการกระทำของมนุษย์ที่มีการเปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดินและการเพิ่มขึ้นอย่างมากของการใช้น้ำบาดาล งานวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและกิจกรรมของมนุษย์ที่มีต่อศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลมีการศึกษามากขึ้น ในหลายพื้นที่ทั่วโลก และมีการรวบรวมไว้ในรายงานของสมาคมนักอุทกธรณีวิทยาสากล (International Association of Hydrogeologists, IAH) รวบรวมโดย Treidel et al (2012) แสดงให้เห็นว่าหลายประเทศมีความตระหนักถึงภัยคุกคามต่อทรัพยากรน้ำบาดาลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ จึงมีการดำเนินการเพื่อศึกษาและประเมินสมดุลและศักยภาพน้ำบาดาลภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต เช่น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการเพิ่มเติมน้ำบาดาล (groundwater recharge) ในประเทศอูกันดา มาลี แคนาดา สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และสเปน และมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการใช้ที่ดินต่อน้ำบาดาล เช่น ประเทศในเขตแอฟริกาตะวันตก (พบว่า การตัดไม้ทำลายป่ามีผลทำให้เกิดการเพิ่มเติมน้ำบาดาลมากขึ้นและต้องเพิ่มการใช้น้ำและควบคุมระดับน้ำบาดาลเพื่อป้องกันการเกิดการแทรกตัวของน้ำเค็ม) อิสราเอล เนเธอร์แลนด์ จีน ญี่ปุ่น ฟินแลนด์ นอร์เวย์ ประเทศในกลุ่มยุโรป และมหานครในทวีปเอเชีย รวมถึงกรุงเทพมหานคร และมีการศึกษาส่วนที่มีผลต่อน้ำบาดาลและความเค็มในดินในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเมอร์เรย์ (Murray) ในประเทศออสเตรเลียอีกด้วย แต่เนื่องจากความไม่ชัดเจนในสภาพปัญหาและผลที่คาดว่าจะเกิดในอนาคตต่อทรัพยากรน้ำบาดาลที่ยังมีการศึกษากันไม่กว้างขวางมากนัก (UNESCO HIP, 2008) เพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจจากผลกระทบของมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ องค์การ UNESCO โดยกลุ่ม International Hydrological Programme (IHP) จึงตั้งโครงการ GRAPHIC หรือ Groundwater Resources Assessment under the Pressure of Humanity and Climate Change ขึ้นเพื่อศึกษาสาเหตุ สิ่งที่เกิดขึ้น และคาดว่าจะเกิดขึ้นต่อทรัพยากรน้ำบาดาลทั่วโลกจากการกระทำของมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศขึ้นในปี ค.ศ.2004 (พ.ศ. 2547)

อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change หรือ UNFCCC) ได้เสนอแนะการวิเคราะห์หาความเปราะบางและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในมิติด้านน้ำ โดยในการวิเคราะห์ดังกล่าวได้มีการสรุปผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อวัฏจักรของน้ำโดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.2 สรุปผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อวัฏจักรของน้ำ

ตัวแปร	ประเด็นหลักและผลกระทบ
การระเหย และฝน (Evaporation – precipitation)	- เปลี่ยนแปลงโดยการระเหยที่มากกว่าฝนตก (น้ำท่าและน้ำที่เติมหน้าบาดาลลดลง) ในตอนกลางของทวีปอเมริกาเหนือ อเมริกากลาง ตอนเหนือของอเมริกาใต้ ตอนใต้ของชายฝั่งซีกตะวันออกของทวีปแอฟริกา ยุโรปตะวันตก เมดิเตอร์เรเนียน ตอนใต้ของเอเชียกลาง - เปลี่ยนแปลงโดยมีฝนตกมากกว่าการระเหย (น้ำท่าและน้ำที่เติมหน้าบาดาลมากขึ้น) ในพื้นที่ที่มีละติจูดสูง ตะวันออกของอเมริกาเหนือ ส่วนตะวันตกเฉียงเหนือของอเมริกาใต้ แอฟริกาตอนกลาง อินเดียและเอเชียตะวันออก
น้ำบาดาล	- น้ำผิวดินที่เปลี่ยนไปจะส่งผลกระทบต่อการเติมน้ำในชั้นน้ำบาดาลในชั้นหินอุ้มน้ำไร้แรงดัน (Unconfined Aquifer) - การใช้น้ำที่มากขึ้นจากประชากรที่มากขึ้นและการลดลงของน้ำผิวดินที่ใช้ได้ส่งผลให้เกิดการลดลงของระดับน้ำใต้ดิน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ฝนตกน้อย
น้ำในลำน้ำ	- มีการเปลี่ยนแปลงในปริมาณน้ำท่าที่สูงขึ้นโดยเฉพาะในแม่น้ำในละติจูดสูง - การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในช่วงระยะเวลาที่กำหนดจะทำให้เกิดปัญหาทั้งด้านน้ำท่วมที่มากขึ้นและการขาดแคลนน้ำจากภาวะแล้งที่นานขึ้น การลดลงในกรณีที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก
พื้นที่ชายฝั่งทะเล	- การเพิ่มขึ้นของปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ที่ใกล้กับพื้นที่ชายฝั่งทะเลทำให้เกิดการรุกล้ำของน้ำเค็มในบริเวณปากแม่น้ำและชั้นน้ำบาดาล - การเปลี่ยนแปลงของเวลาและปริมาณของน้ำจืดที่มีผลต่อการผลักดันน้ำเค็ม ตะกอน และปริมาณธาตุอาหาร - การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำซึ่งเกิดจากการสูงขึ้นของระดับน้ำทะเลและการระบายน้ำ - ผลกระทบต่อระบบนิเวศ สัตว์ พืช และคนที่อยู่ในพื้นที่ดังกล่าว
คุณภาพน้ำ	- อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้เกิดคุณภาพน้ำที่แย่ลง - ปัญหาน้ำท่วมและแล้งทำให้เกิดคุณภาพน้ำที่แย่ลงจากการปนเปื้อนของตะกอน สารอาหารที่ละลายในน้ำ สารเคมี และเกลือ - การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลทำให้เกิดการขยายตัวของรุกล้ำของน้ำเค็มในบริเวณปากแม่น้ำและชั้นน้ำบาดาล
อุปสงค์ อุปทานของน้ำ	การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะทำให้การบริหารจัดการน้ำยุ่งยากมากขึ้น โดยเฉพาะอุปสงค์ อุปทานของน้ำ และธรรมชาติของน้ำ

ที่มา: IPCC (2013)

สำหรับประเทศไทย ข้อมูลศักยภาพทรัพยากรน้ำในประเทศจากอดีตถึงปัจจุบันชี้ให้เห็นว่าถึงแม้ประเทศไทยจะมีปริมาณน้ำผิวดินและปริมาณน้ำท่าต่อคนที่ค่อนข้างสูง แต่ปริมาณน้ำที่นำไปใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพจริง ๆ มีอยู่เพียงร้อยละ 28 เท่านั้น ซึ่งมาจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ซึ่งกักเก็บน้ำไว้ใช้ได้ ความแปรปรวนของสภาพอากาศในอดีตถึงปัจจุบันทำให้การบริหารจัดการน้ำมีความยุ่งยากมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีปีแล้งหรือปีน้ำน้อย เนื่องจากปริมาณฝนที่ลดลงในปีนั้นๆ ส่งผลให้ปริมาณน้ำในอ่างลดลงเนื่องจากปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างที่ลดลง แต่การระเหยที่เพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิที่สูง ขณะที่ความต้องการใช้น้ำยังคงที่หรือสูงขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว

ตารางที่ 3.3 ศักยภาพทรัพยากรน้ำในประเทศไทย

ตัวแปร	รายละเอียด
ปริมาณน้ำฝน	- ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั่วประเทศประมาณ 1,455 มิลลิเมตร - ความผันแปรตามพื้นที่ระหว่าง 900-4,000 มิลลิเมตรต่อปี
ปริมาณน้ำผิวดิน	ปริมาณน้ำบนผิวดินที่เกิดจากฝน โดยหักการซึมลงใต้ดิน และการระเหยแล้ว มีปริมาณรวมทั่วประเทศ 285,227 ล้านลูกบาศก์เมตร
ปริมาณแหล่งน้ำต้นทุนที่ควบคุมได้	- ปริมาณน้ำท่าธรรมชาติเฉลี่ยของประเทศไทยมีจำนวน 3,496 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี - มีการพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำรวมความจุ 79,890 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 28 ของปริมาณน้ำท่าธรรมชาติ - แหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ 73,480 ล้านลูกบาศก์เมตร ขนาดกลาง 4,200 ล้านลูกบาศก์เมตร และขนาดเล็ก 2,210 ล้านลูกบาศก์เมตร - มีปริมาณน้ำที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ปีละประมาณ 65,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งปริมาณน้ำส่วนนี้มากกว่าร้อยละ 90 มาจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ เช่น เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนศรีนครินทร์ และเขื่อนวชิราลงกรณ์

ที่มา: แผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ, คณะกรรมการกำหนดนโยบายและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (2558)

ตารางที่ 3.4 ความต้องการใช้น้ำในประเทศไทย

การใช้น้ำ	รายละเอียด
ภาคเกษตร	- มากกว่าร้อยละ 75 ของปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด แบ่งเป็น - พื้นที่เกษตรในเขตชลประทานเป็นการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำผ่านระบบชลประทาน ซึ่งมีการเพาะปลูกพืชฤดูแล้ง จึงมีการใช้น้ำเป็นปริมาณมาก โดยเฉพาะในพื้นที่โครงการเจ้าพระยาใหญ่ ซึ่งพบว่า ในเขตชลประทานทั่วประเทศทั้งสิ้น 30.22 ล้านไร่ ได้จัดสรรน้ำให้รวมทั้งปีเฉลี่ย 65,000 ล้านลูกบาศก์เมตร - พื้นที่นอกเขตชลประทานมีทั้งสิ้น 120 ล้านไร่ เป็นการใช้น้ำฝนโดยตรงเป็นส่วนใหญ่ และบางส่วนจากการสูบน้ำบาดาลและน้ำท่าบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง การขาดแคลนน้ำขึ้นกับปริมาณน้ำฝน และการกระจายของฝนในแต่ละปีรวมทั้งสภาพภูมิประเทศ ชนิดพืชและช่วงเวลาปลูก จึงต้องการปริมาณน้ำเพื่อป้องกันผลผลิตเสียหายในช่วงฝนทิ้งช่วงอีกประมาณปีละ 48,960 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเฉพาะ

การใช้น้ำ	รายละเอียด
	การปลูกฤดูฝนเท่านั้น)
อุปโภคบริโภค และการท่องเที่ยว	● ปัจจุบัน (ปี พ.ศ. 2557; ค.ศ.2014) มีความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค 6,490 ล้านลูกบาศก์เมตร ● ในอนาคต (ปี พ.ศ. 2570; ค.ศ.2027) คาดการณ์ความต้องการน้ำจำนวน 8,260 ล้านลูกบาศก์เมตร เนื่องจากการขยายตัวภาคบริการของประเทศมีการขยายตัวค่อนข้างมาก เป็นการขยายตัวด้านการท่องเที่ยว และภาคการค้าในระดับท้องถิ่นและในระดับภูมิภาค
อุตสาหกรรม	● ปัจจุบัน (ปี พ.ศ. 2557; ค.ศ.2014) ภาคอุตสาหกรรมมีความต้องการ 4,206 ล้านลูกบาศก์เมตร ● คาดการณ์ความต้องการน้ำในอนาคต (ปี พ.ศ. 2570; ค.ศ.2027) จำนวน 7,515 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยพื้นที่หลักที่มีโรงงานและกลุ่มอุตสาหกรรมคือ กรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง และพื้นที่ในภาคตะวันออกซึ่งเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมหลักของประเทศ สำหรับในภาคอื่น ๆ อุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากภาคเกษตรและการผลิตเพื่อใช้ในท้องถิ่น
รักษาระบบนิเวศ	● ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศในฤดูแล้งรวมทั้งประเทศปีละมากกว่า 27,090 ล้านลูกบาศก์เมตร
สรุป	● ความต้องการน้ำรวมทั้งประเทศ (ปี พ.ศ. 2557; ค.ศ.2014) ประมาณ 151,750 ล้านลูกบาศก์เมตร ● สามารถเข้าถึงแหล่งน้ำในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ แหล่งเก็บกักน้ำ อาคารพัฒนาแหล่งน้ำ แหล่งน้ำ/ลำน้ำธรรมชาติ และน้ำบาดาล เป็นต้น จำนวน 102,140 ล้านลูกบาศก์เมตร ● ที่เหลือน้ำยังไม่สามารถจัดสรรน้ำให้กับพื้นที่การเกษตรนอกเขตชลประทาน และน้ำอุปโภคบางส่วนอีกประมาณ 49,610 ล้านลูกบาศก์เมตร

ที่มา: แผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ, คณะกรรมการกำหนดนโยบายและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (2558)

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ภายใต้ความผันผวนของสภาพภูมิอากาศในอดีต (ปีน้ำน้อย ปีน้ำปกติ และปีน้ำมาก) ความต้องการใช้น้ำในบางช่วงเวลายังมีความเปราะบางเนื่องจากผู้ใช้น้ำในบางภาคส่วนยังขาดแคลนน้ำ ในบางช่วงเวลา ทั้งนี้ภายใต้ปัจจัยของความต้องการใช้น้ำ และการบริหารจัดการน้ำต้นทุนในอดีตจนถึงปัจจุบัน ประเทศไทยยังคงประสบปัญหาทรัพยากรน้ำ ประกอบด้วย การขาดแคลนน้ำ น้ำท่วม น้ำเสีย และน้ำเค็ม เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนที่ไม่เพียงพอหรือมากเกินไป การบุกรุกพื้นที่ป่าต้นน้ำและแหล่งน้ำสาธารณะ การเพิ่มขึ้นของประชากรและขยายตัวของชุมชนเมือง การพัฒนาพื้นที่เศรษฐกิจการขยายตัวด้านอุตสาหกรรม การท่องเที่ยวพิเศษ การปลูกพืชที่ไม่เหมาะสมกับสภาพดินและน้ำ การสร้างสิ่งกีดขวางทางน้ำ การปล่อยมลพิษลงสู่แม่น้ำลำคลอง การขาดแหล่งเก็บกักน้ำต้นทุนที่เพียงพอ และการบริหารจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ซึ่งจะแตกต่างกันตามสภาพพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำ เป็นต้น โดยอาจสรุปปัญหาได้ดังนี้

ตารางที่ 3.5 สรุปสภาพปัญหาทรัพยากรน้ำ

ปัญหา	รายละเอียด
ปัญหาการขาดแคลนน้ำ	- ในรอบ 40 ปีที่ผ่านมา ภัยแล้งในปี พ.ศ.2510, 2511, 2515, 2520, 2522, 2529, 2530, 2533, 2537, 2542, 2545 และ พ.ศ.2548 - ภัยแล้งครั้งรุนแรงที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2522, 2537 และ พ.ศ. 2542 เกิดเป็นบริเวณกว้างในเกือบทุกภาคของประเทศ - ช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ.2548-2556) มีพื้นที่แล้งซ้ำซากเพิ่มมากขึ้น อันมีสาเหตุมาจากฝนตกน้อยกว่าปกติหรือฝนตกไม่เป็นไปตามฤดูกาล ซึ่งพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในระดับต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ สภาพดิน ปริมาณฝน ด้วย โดยพื้นที่เสี่ยงภัยในระดับรุนแรง (เกิดมากกว่า 6 ครั้งต่อ 10 ปี) และระดับปานกลาง (เกิด 4-5 ครั้งต่อ10 ปี) มีพื้นที่รวมประมาณ 26.8 ล้านไร่ - สำหรับปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค พบว่าหมู่บ้านทั้งประเทศไทย (ปี พ.ศ. 2556) จำนวน 70,372 หมู่บ้าน มีปัญหาหมู่บ้านที่ไม่มีระบบประปา ทั้งสิ้น 7,490 หมู่บ้าน - ในปี 2548 มีความเสียหายจากการขาดแคลนน้ำประมาณ 7,565 ล้านบาท กระทบประชากรประมาณ 11 ล้านคน
ปัญหาน้ำท่วม	- ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา มีปัญหาน้ำท่วมเกือบทุกจังหวัดของประเทศถึง 13 ครั้ง ในปีต่าง ๆ ดังนี้ ปี พ.ศ.2515, 2518, 2521, 2523, 2526, 2532, 2538, 2544, 2545, 2548, 2549, 2553 และ พ.ศ.2554 - อุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่มีความรุนแรงถึง 8 ครั้ง คือ ปี พ.ศ.2518, 2526, 2538, 2545, 2548, 2549, 2553 และ พ.ศ.2554 ตามลำดับ - ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สิน และเศรษฐกิจของประเทศมากมายมหาศาล ดังเช่นปี พ.ศ.2554 มีความเสียหายทางเศรษฐกิจเป็นมูลค่า 1.44 ล้านล้านบาท กระทบประชากรประมาณ 12.8 ล้านคน เสียชีวิต 813 คน - พื้นที่น้ำท่วมซ้ำ ซ้ำซากของทั้งประเทศ ระดับปานกลาง คือ 4-5 ครั้งในรอบ 9 ปี และระดับสูง คือ มากกว่า 5 ครั้งในรอบ 9 ปี รวมทั้งสิ้น 10 ล้านไร่ - พื้นที่เสี่ยงตอดินโคลนถล่ม รวมทั้งสิ้นกว่า 6,042 หมู่บ้าน มีสาเหตุจากฝนที่ตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำ และจากสภาพทางกายภาพของลุ่มน้ำที่เป็นภูเขาสูงชัน และพื้นที่ป่าต้นน้ำตอนบนถูกทำลาย
ปัญหาคุณภาพน้ำผิวดิน	- ประเทศไทย มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ร้อยละ 29 พอใช้ ร้อยละ 49 และเสื่อมโทรม ร้อยละ 22 ของแหล่งน้ำหลักทั่วประเทศ (จำนวน 52 แหล่งน้ำ) - ในช่วง 10 ปีย้อนหลัง (ปี พ.ศ. 2548-2557) พบว่า แหล่งน้ำที่อยู่ในเกณฑ์ดีมีแนวโน้มลดลง ขณะที่แหล่งน้ำที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้และเสื่อมโทรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สาเหตุสำคัญของปัญหาคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมมาจากการระบายน้ำเสียจากชุมชน การชะนำดินที่มีปุ๋ยตกค้างจากการเกษตร และการปศุสัตว์ - ในส่วนของปัญหาการรุกรานของน้ำเค็ม เกิดขึ้นในตอนล่างของแม่น้ำเจ้าพระยา ทำจีน บางปะกง และแม่กลอง ทำให้เกิดผลกระทบต่อการเพาะปลูกพืช การประปา การประมง การ

ปัญหา	รายละเอียด
	อุตสาหกรรม ตลอดจนการอุปโภค-บริโภคของราษฎรที่อยู่ริมฝั่งแม่น้ำ การจัดสรรน้ำเพื่อผลิตต้นน้ำเค็ม เป็นการจัดสรรน้ำจากแหล่งเก็บน้ำในพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำ เช่น จากเขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนป่าสัก เขื่อนขุนด่านปราการชล รวมถึง เขื่อนศรีนครินทร์ และเขื่อนวชิราลงกรณ์ในฤดูแล้งปีละมากกว่า 2,800 ล้านลูกบาศก์เมตร เพื่อควบคุมความเค็มของน้ำ ณ จุดควบคุม ไม่ให้เกิดมาตรฐานของการเกษตรและการประปา

ที่มา: แผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ, คณะกรรมการกำหนดนโยบายและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (2558)

นอกจากนั้นประเด็นน้ำผิวดินซึ่งเป็นทรัพยากรน้ำหลักแล้ว ในบริบทของประเทศไทยน้ำบาดาลมีความสำคัญมากโดยเฉพาะในพื้นที่ๆ ยังไม่มีการพัฒนาระบบชลประทานและอุตสาหกรรมบางประเภทที่จำเป็นต้องใช้น้ำบาดาลหลายพื้นที่จึงมีการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จำนวนมาก และมีแนวโน้มที่จะมากขึ้นเรื่อยๆ จากการพัฒนาใช้น้ำบาดาลทั้งจากหน่วยงานของรัฐเอง เช่น การพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อสนับสนุนน้ำดื่มโรงเรียน การพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร โดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาลและกรมชลประทาน การพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อระบบประปาหมู่บ้าน โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรมทรัพยากรน้ำ และกรมทรัพยากรน้ำบาดาล โดยใช้งบประมาณของรัฐในการดำเนินงาน ส่วนการพัฒนาโดยเอกชนก็เป็นการใช้น้ำในครัวเรือน การพัฒนาน้ำดื่มเพื่อการพาณิชย์ และการอุตสาหกรรม ท่องเที่ยว และเกษตรกรรม ซึ่งเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วตามการขยายตัวของประชากร และระบบเศรษฐกิจ ประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญอีกประเด็นหนึ่ง คือ ความแปรปรวนของสภาพอากาศที่ทำให้เกิดการขาดแคลนแหล่งน้ำผิวดิน จึงทำให้ประชาชนและเอกชนที่ต้องการลงทุนต้องการมีความมั่นคงด้านน้ำมากขึ้น จึงหันมาเลือกที่จะลงทุนในการพัฒนาใช้น้ำบาดาลมากขึ้น

ในประเทศไทยมีการนำน้ำบาดาลมาใช้ในหลายๆ ด้าน เช่น การอุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม โดยเฉพาะระบบประปาหมู่บ้านและอุตสาหกรรมน้ำดื่ม และอุตสาหกรรมบางประเภทที่มีความจำเป็นต้องใช้น้ำบาดาล เนื่องจากมีคุณภาพดีและมีความแปรปรวนทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพน้อย ธุรกิจเครื่องดื่มบรรจุขวดน้ำดื่ม รวมถึงเครื่องดื่มต่างๆ ก็ใช้น้ำจากแหล่งน้ำบาดาลเป็นหลัก การศึกษาสถานการณ์น้ำบาดาลของประเทศไทย (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2558) อาจกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

- การใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคบริโภค

การประเมินปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคทั้งหมด พบว่าในปัจจุบันมีปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภครวมทั้งสิ้น 3,111 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยปริมาณการใช้น้ำดังกล่าวเมื่อพิจารณาตามลักษณะการใช้น้ำ พบว่าเป็นการใช้น้ำในระบบประปาเทศบาลและประปาหมู่บ้านสูงที่สุดถึง 1,451 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 47 ของปริมาณการใช้น้ำบาดาลทั้งหมด รองลงมาในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน คือ การใช้น้ำจากระบบประปาภูมิภาคและประปานครหลวง 1,375 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 44 ของปริมาณการใช้น้ำบาดาลทั้งหมด และในส่วนที่เหลือจะเป็นการใช้น้ำจากบ่อน้ำบาดาลเอกชน และบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นอีกร้อยละ 5 และ ร้อยละ 4 ตามลำดับ

แหล่งน้ำต้นทุนที่นำมาใช้ พบว่า ในส่วนของระบบประปาภูมิภาคและประปานครหลวงซึ่งเป็นระบบประปาขนาดใหญ่ นั้น เกือบทั้งหมดจะเป็นการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน โดยมีสัดส่วนที่นำมาใช้ถึงประมาณร้อยละ 98 และมีการใช้น้ำจากแหล่งน้ำบาดาลเพียงประมาณร้อยละ 2 เท่านั้น ส่วนระบบของประปาเทศบาลและประปา

หมู่บ้าน พบว่าในภาพรวมทั้งประเทศแล้วส่วนใหญ่จะเป็นการใช้น้ำจากแหล่งน้ำบาดาลประมาณร้อยละ 62 และมีการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินประมาณร้อยละ 38 และเมื่อพิจารณาในภาพรวมของการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคทั้งหมดพบว่าเป็นการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินประมาณร้อยละ 61 และเป็นการใช้น้ำจากแหล่งน้ำบาดาลร้อยละ 39 หรือคิดเป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำบาดาลเท่ากับ 1,213 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งในจำนวนนี้เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการใช้น้ำบาดาลรายพื้นที่ พบว่าในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกมีปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคบริโภคสูงสุดถึงประมาณร้อยละ 25 รองลงมาคือ พื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคใต้ มีปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคบริโภคร้อยละ 22 เท่ากัน ส่วนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างมีปริมาณการใช้น้ำบาดาลร้อยละ 17 และร้อยละ 14 ตามลำดับ

- การใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุตสาหกรรม

ในส่วนของผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุตสาหกรรม ซึ่งใช้ข้อมูลจากการประปาส่วนภูมิภาค/การประปานครหลวง และข้อมูลจากบ่อน้ำบาดาลเอกชนในการประเมิน พบว่าในปัจจุบันมีปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุตสาหกรรมรวมทั้งสิ้น 702 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยปริมาณการใช้น้ำบาดาลดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นการใช้น้ำจากบ่อน้ำบาดาลเอกชนเป็นหลัก ซึ่งปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุตสาหกรรมทั้งหมดนี้เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการใช้น้ำบาดาลรายพื้นที่ พบว่าในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกมีปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุตสาหกรรมสูงสุดถึงประมาณร้อยละ 62 รองลงมา คือ พื้นที่ภาคตะวันตกและภาคใต้ ที่มีปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุตสาหกรรมเท่ากับร้อยละ 23 ส่วนพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มีปริมาณการใช้น้ำบาดาลร้อยละ 8 ร้อยละ 4 และร้อยละ 3 ตามลำดับ

- การใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรม

การประเมินปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรม ซึ่งใช้ข้อมูลจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ร่วมกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนและการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ต่างๆ รวมถึงผลจากการสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาล และข้อมูลจากบ่อน้ำบาดาลเอกชน มาประกอบการประเมินการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรม พบว่าในปัจจุบันมีปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรมรวมทั้งสิ้น 1,530 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยปริมาณการใช้น้ำบาดาลดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นการใช้น้ำจากบ่อน้ำใต้ดิน ซึ่งปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรมทั้งหมดนี้เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการใช้น้ำบาดาลรายพื้นที่ พบว่าในพื้นที่ภาคเหนือ พื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออก และพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มีปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรมสูงใกล้เคียงกัน คือ ประมาณร้อยละ 25 ร้อยละ 25 และร้อยละ 24 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง และพื้นที่ภาคตะวันตกและภาคใต้ มีปริมาณการใช้น้ำบาดาลประมาณร้อยละ 16 และร้อยละ 10 ตามลำดับ

การจัดการน้ำบาดาลของประเทศไทย ในภาพรวมบริหารจัดการโดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทำหน้าที่สำรวจและประเมินศักยภาพ พัฒนาน้ำบาดาล อนุรักษ์และฟื้นฟู การติดตามสถานการณ์น้ำบาดาล และควบคุมการประกอบกิจการน้ำบาดาล หากพิจารณาในด้านโครงสร้างและบทบาทหน้าที่แล้ว การจัดการน้ำบาดาลของไทยถือว่ามีความครอบคลุมในเชิงวิชาการและเชิงพื้นที่เป็นอย่างดี แต่ในทางปฏิบัติหน่วยงานที่การดำเนินการในระดับท้องถิ่นยังขาดบุคลากรและองค์ความรู้ในการจัดการน้ำบาดาล จึงจำเป็นต้องพัฒนาศักยภาพในด้านนี้ต่อไป โดยการจัดการน้ำบาดาลส่วนที่สำคัญในปัจจุบัน คือ การติดตามสถานการณ์น้ำบาดาล

และการควบคุมการประกอบกิจการน้ำบาดาล อย่างไรก็ดี เนื่องจากความแปรปรวนของสภาพอากาศในระหว่างที่ผ่านมา และพลวัตของเศรษฐกิจและสังคมทำให้มีการใช้น้ำบาดาลมากขึ้นอย่างมาก แต่มีปริมาณการเพิ่มเติมน้ำบาดาลสู่ชั้นน้ำบาดาลน้อยลงไป สำหรับการสร้างระบบเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลนั้น กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ได้ดำเนินการก่อสร้างแล้ว 654 สถานี จำนวน 1,334 บ่อ แต่ข้อมูลที่ได้ยังไม่เพียงพอ ไม่ครอบคลุมทุกชั้นน้ำบาดาล และทุกแอ่งน้ำบาดาล ปัจจุบันนี้จึงมีการออกแบบระบบสังเกตการณ์ในแอ่งน้ำบาดาลให้ครบทั้ง 27 แอ่งทั่วประเทศ จำนวนทั้งสิ้น 2,628 บ่อ และอยู่ระหว่างการดำเนินการติดตั้งระบบ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2558)

ความแปรปรวนของสภาพอากาศในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของน้ำบาดาลทั้งทางตรงและทางอ้อม คือ กรณีที่เกิดขึ้นในทางตรง เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณและการเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของฝน เช่น ปริมาณน้ำฝนในบางพื้นที่ ๆ มีปริมาณลดลงจนทำให้ปริมาณการเพิ่มเติมน้ำบาดาล (groundwater recharge) ลดลง ส่งผลให้เกิดการลดลงของปริมาณการเก็บกักน้ำบาดาลในชั้นหินอุ้มน้ำ (aquifer) และทำให้ระดับน้ำบาดาลลดลงด้วย เช่น กรณีที่เกิดขึ้นในประเทศออสเตรเลีย (Ali et al, 2012) และส่งผลต่อระบบนิเวศที่ต้องอาศัยน้ำเข้าสู่ระบบที่มาจากน้ำบาดาล เช่น แม่น้ำที่รับน้ำจากน้ำบาดาลในฤดูแล้งและพื้นที่ชุ่มน้ำหรือแหล่งน้ำต่าง ๆ ในธรรมชาติ เช่น กุด แก่ง พรุ หนอง บึง เป็นต้น และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศยังก่อให้เกิดผลทางอ้อมด้วยเนื่องจากปริมาณฝนที่ลดลงและอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้น้ำต้นทุนของแหล่งน้ำผิวดินลดลง ขณะที่ความต้องการใช้น้ำโดยรวมมีมากขึ้น ประชาชนจึงนำน้ำบาดาลมาใช้มากขึ้น ทำให้เกิดการลดลงของระดับน้ำบาดาลจากผล การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทั้งทางตรงและทางอ้อม การลดลงของระดับและแรงดันน้ำบาดาลทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำบาดาล โดยเฉพาะในพื้นที่ที่เชื่อมต่อกับชายฝั่งทะเลที่จะเกิดการแทรกตัวของน้ำเค็มเข้ามาในชั้นน้ำบาดาล และในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในพื้นที่ ๆ มีการใช้น้ำบาดาลมากเกินปกติทำให้เกิดการแทรกตัวของน้ำบาดาลเค็มในระดับลึกเข้ามาในโซนน้ำบาดาลจืดที่อยู่ตื้นกว่าได้เช่นกัน (Nettusana et al, 2012) เนื่องจากพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเกลือหินรองรับอยู่ ทำให้น้ำบาดาลในพื้นที่นี้มีลักษณะเฉพาะคือ มีความเค็มอยู่ในระดับต่าง ๆ กัน และยังเกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายของพื้นที่ดินเค็มในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนืออีกด้วย เนื่องจากมีรายงานที่แสดงถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศทั้งการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนและการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ (Chinvarno et al, 2009) ที่มีผลกระทบต่ออุทกธรณีวิทยา จึงมีผลต่อปริมาณการเพิ่มเติมน้ำบาดาล สมดุลน้ำบาดาล และศักยภาพน้ำบาดาล การกระจายความเค็มในน้ำบาดาล และการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ดินเค็มในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในอนาคต (Saraphirom, 2013b) จึงเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการวางแผนการบริหารจัดการและการพัฒนาน้ำบาดาลมาใช้ในอนาคต เพื่อให้เกิดความยั่งยืนของทรัพยากรน้ำบาดาล และยังช่วยให้สามารถลดความเสี่ยงของการขยายตัวของพื้นที่น้ำขัง-ดินเค็ม ในอนาคตได้อีกด้วย

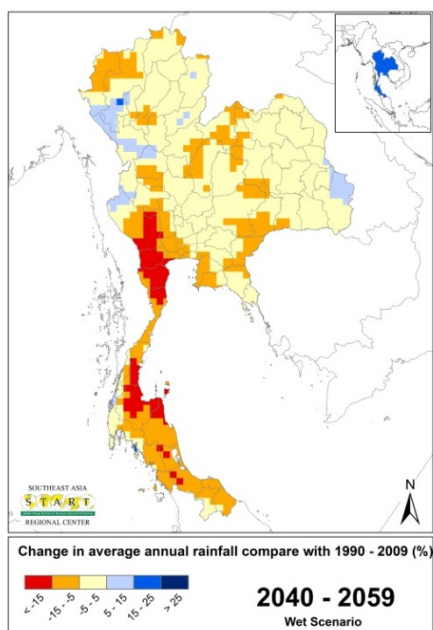
ประเด็นปัญหาสำคัญอีกด้านที่พบ คือ สภาวะการแปรปรวนและเปลี่ยนแปลงของฝน การเกิดฝนทิ้งช่วงและการลดลงของปริมาณฝนในเขตพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย ทำให้ประชาชนทั้งในเขตพื้นที่ชลประทานและนอกเขตชลประทานหันมาขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลขึ้นมาเพื่อใช้ในการทำนาข้าวและปลูกพืชไร่มากขึ้น จากที่มีการใช้กันอย่างมากมายแล้วในพื้นที่นอกเขตชลประทาน จนส่งผลต่อระดับน้ำบาดาลและทำให้เกิดปัญหาต่อเครื่องสูบน้ำบาดาล ทำให้เกษตรกรต้องมีการทรุดบ่อน้ำบาดาลเพื่อติดตั้งเครื่องสูบน้ำในระดับที่ลึกจากผิวดินลงไปมากขึ้น ทำให้หลายหน่วยงานต้องหามาตรการเพื่อจัดการและศึกษาวิจัยการจัดการการเติมน้ำบาดาล (Managed Aquifer Recharge, MAR) เพื่อแก้ปัญหาที่กำลังเกิดขึ้น เนื่องจากการเพิ่มเติมน้ำตามธรรมชาติไม่สมดุลกับปริมาณที่มีการนำมาใช้งานด้านต่าง ๆ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2553) และการบริหารจัดการน้ำที่เน้นการป้องกันน้ำท่วมในบางช่วงและการเร่งระบายน้ำออกสู่ทะเลก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้กระบวนการเพิ่มเติมน้ำบาดาลในธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ และปัญหานี้จะทวีความรุนแรงมากขึ้นอย่างแน่นอน เนื่องจากกระบวนการเติมน้ำบาดาลตามธรรมชาติมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากอัตราการเติมน้ำบาดาลจึงลดลง ขณะที่มีการใช้น้ำบาดาลมากขึ้นจนในบางพื้นที่เกิดการแห้งของน้ำ

บาดาลในชั้นหินอุ้มน้ำชั้นแรก (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2553) และการจัดการการเติมน้ำบาดาลก็เป็นกิจกรรมที่ดำเนินการในทางปฏิบัติในพื้นที่จริงได้ยากและมีขั้นตอนกระบวนการทำงานที่ต้องใช้ความร่วมมือจากหลายฝ่าย หน่วยงานของรัฐหลายๆ หน่วยงานและประชาชน และภาคเอกชนเองยังไม่เห็นความสำคัญของปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้มากเพียงพอ

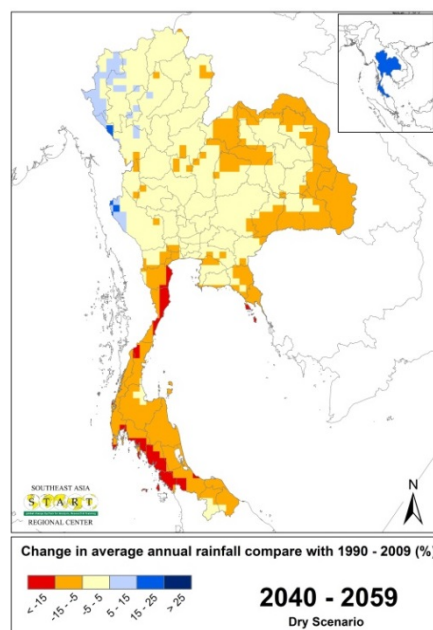
ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยสร้างฐานข้อมูลด้านน้ำบาดาลเพื่อการบริหารจัดการที่เหมาะสม และมีการศึกษาวิจัยหลายๆ ด้านทั้งด้านปริมาณน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำบาดาล แต่ยังไม่พบการศึกษาวิจัยด้านผลกระทบจากการแปรปรวนและเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำบาดาล และแนวทางการจัดการหรือการปรับตัวในอนาคต

การศึกษาด้านการจำลองสถานการณ์การคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคตที่ได้มีการศึกษาในประเทศไทยได้บ่งชี้ว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนและเกิดความผันผวนในเชิงปีน้ำมากและปีน้ำน้อยมากขึ้นในอนาคต ดังตัวอย่างการคาดการณ์ภูมิอากาศดังที่แสดงในรูปที่ 3.1-3.7 เป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของฝนทั้งในแง่ของพื้นที่และห้วงเวลานั้นเป็นความท้าทายของการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศไทยดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบต่างๆ และความผันผวนในห้วงเวลาปีต่อปีจะส่งผลให้การจัดการทรัพยากรน้ำจำเป็นต้องมีการปรับตัวให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในอนาคตมากขึ้น

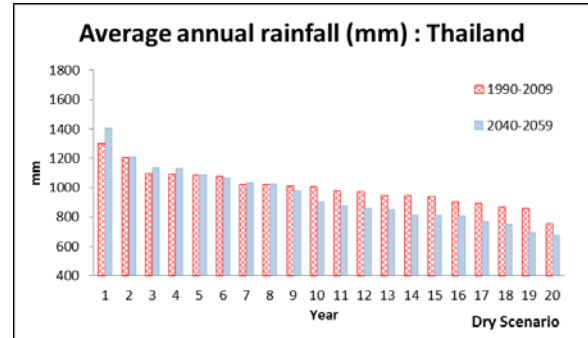
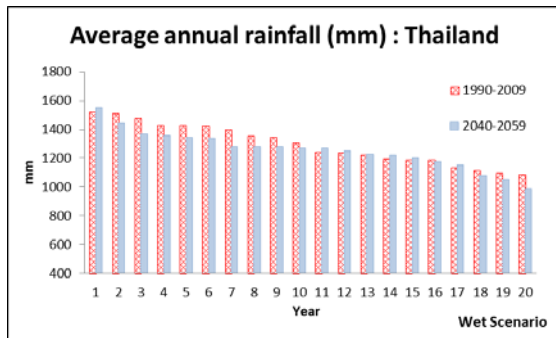
การคาดการณ์ภูมิอากาศในเชิงที่มีฝนมาก
(Wet scenario)



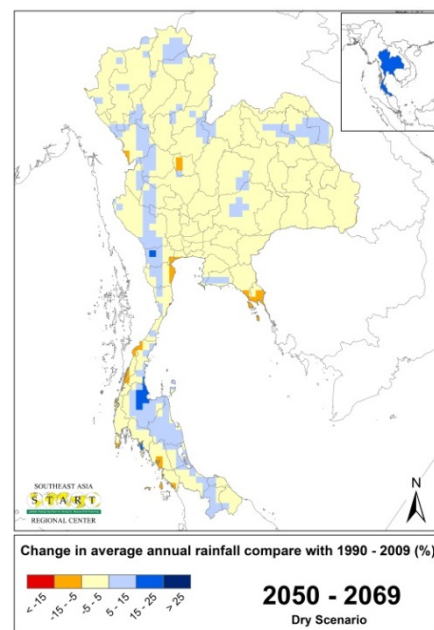
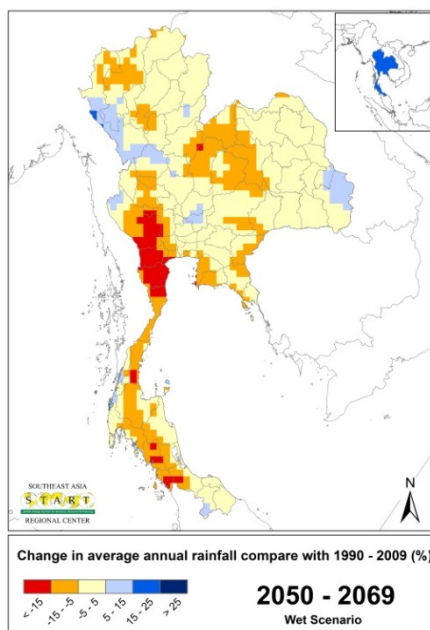
การคาดการณ์ภูมิอากาศในเชิงที่มีฝนน้อย
(Dry scenario)



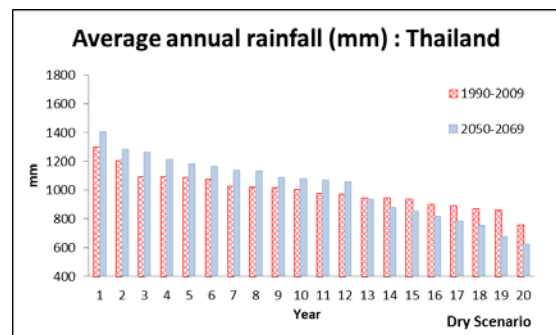
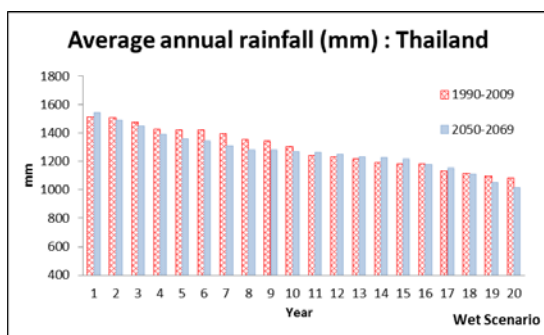
รูปที่ 3.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี (%) เฉลี่ยในรอบ 20 ปีในอนาคต (ค.ศ.2040-2059)
เมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009)



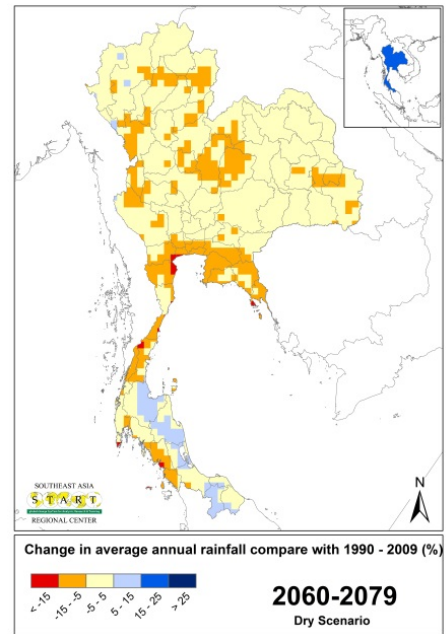
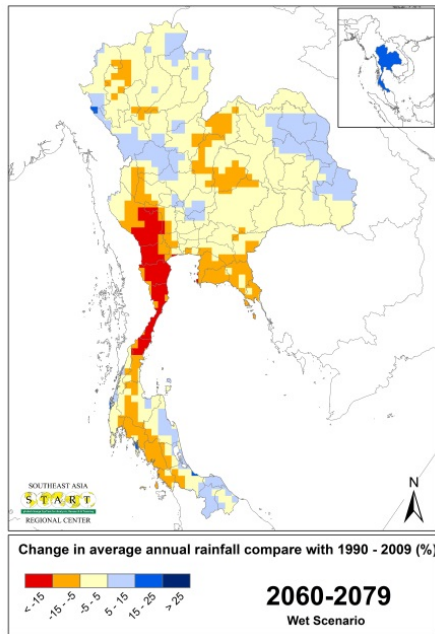
รูปที่ 3.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเมื่อเทียบปีที่มีฝนมากที่สุดไปถึงปีที่มีฝนน้อยที่สุดในรอบ 20 ปี (ค.ศ.2040-2059) เมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009)



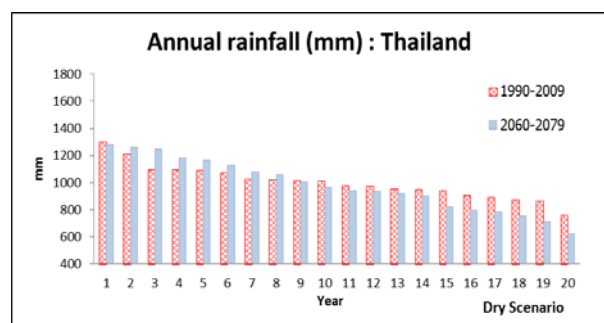
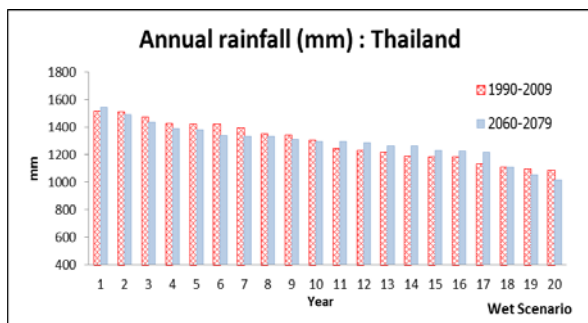
รูปที่ 3.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี (%) เฉลี่ยในรอบ 20 ปีในอนาคต (ค.ศ.2050-2069) เมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009)



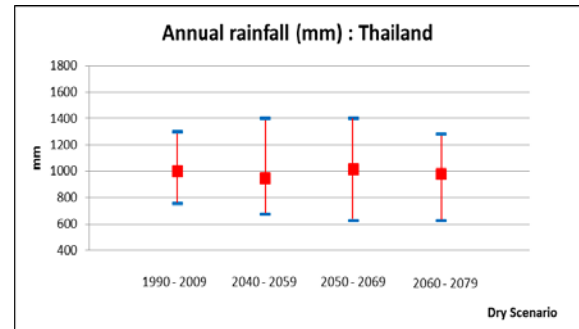
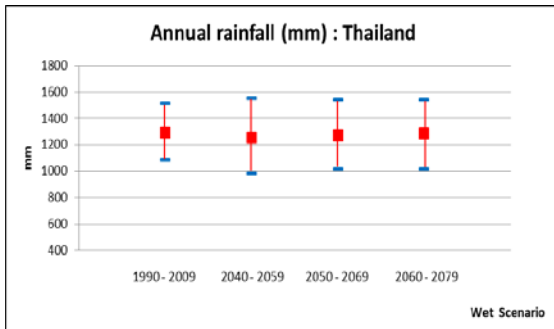
รูปที่ 3.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเมื่อเทียบปีที่มีฝนมากที่สุดไปถึงปีที่มีฝนน้อยที่สุดในรอบ 20 ปี (ค.ศ.2050-2069) เมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009)



รูปที่ 3.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี (%) เฉลี่ยในรอบ 20 ปีในอนาคต (ค.ศ.2060-2079) เมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009)



รูปที่ 3.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเมื่อเทียบปีที่มีฝนมากที่สุดไปถึงปีที่มีฝนน้อยที่สุดในรอบ 20 ปี (ค.ศ.2060-2079) เมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009)



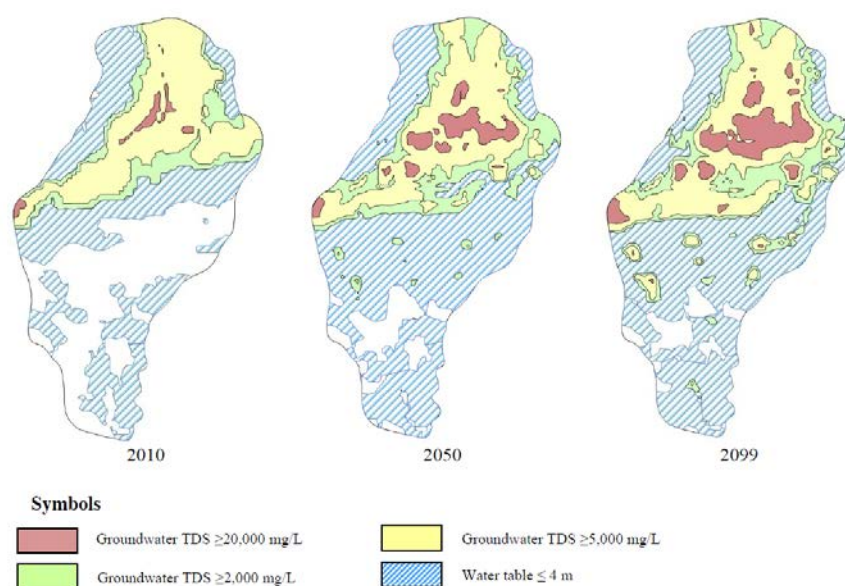
รูปที่ 3.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยและปริมาณฝนสูงสุด-ต่ำสุดในรอบ 20 ปี
ในอนาคตเมื่อเทียบกับช่วงปีปัจจุบัน (ค.ศ.1990-2009)

ที่มา: CCRS and MOHC³ (2014)

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตนี้ นอกจากจะส่งผลต่อปริมาณน้ำผิวดินซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เห็นได้ชัดเจนแล้ว ยังส่งผลต่อน้ำบาดาลด้วยเช่นกัน ซึ่งประเด็นที่พึงพิจารณาของการจัดการน้ำบาดาลในอนาคต เนื่องจากการแปรปรวนและลดลงของฝนจะทำให้มีเปลี่ยนแปลงของการเพิ่มเติมน้ำบาดาล (recharge) ดังนั้น สมดุลน้ำบาดาลจึงจะมีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพภูมิอากาศโดยตรง สิ่งที่เกิดขึ้นนี้ทำให้เกิดผลสืบเนื่องต่อน้ำบาดาลให้รูปแบบต่างๆ กัน เช่น ชั้นหินอุ้มน้ำบาดาลในเขตพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก กรุงเทพมหานครและปริมณฑล แอ่งน้ำบาดาลขนาดใหญ่ ที่มีฝนลดลง ประกอบกับการเพิ่มเติมน้ำบาดาลที่ลดลงเนื่องจากจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (land use and land cover) และมีการใช้น้ำบาดาลมากขึ้นอาจเกิดการแทรกตัวของน้ำเค็มเข้ามาในชั้นน้ำบาดาล ในทางกลับกันกรณีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่น้ำบาดาลระดับตื้นสัมพันธ์กับการแพร่กระจายดินเค็ม เนื่องจากน้ำบาดาลระดับตื้นนี้มีความเค็ม เมื่อมีระดับใกล้ผิวดินจึงเกิดการเคลื่อนตัวขึ้นสู่เขตรากพืชและผิวดิน เกิดผลกระทบต่อการเกษตรกรรม ดังนั้น การจัดการน้ำบาดาลในปัจจุบันซึ่งอิงแนวทางการประเมินน้ำบาดาลจากข้อมูลภาพรวมของสภาพภูมิอากาศ หรือเรียกว่า ปริมาณการใช้น้ำที่ปลอดภัย (safe yield) อาจจะต้องเปลี่ยนไปในอนาคต โดยจะต้องทำการประเมินใหม่โดยคำนึงถึงความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงในอนาคตมาประกอบ เพื่อให้ได้ปริมาณการใช้น้ำบาดาลที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศหรือเรียกว่า ปริมาณการใช้น้ำที่ยั่งยืน (sustainable yield) เพื่อใช้ในการวางแผนการใช้น้ำต่อไป

นอกจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนและอุณหภูมิจะส่งผลต่อปริมาณน้ำบาดาลที่สามารถนำมาใช้งานได้แล้ว การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลในบางพื้นที่อาจนำปัญหาอื่นตามมาอีกด้วย เช่น ในพื้นที่ที่มีระดับน้ำบาดาลตื้นและมีลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาที่มีชั้นที่มีหินเกลือแทรกตัวอยู่ในระดับตื้นในภาคอีสาน อาจเกิดการแพร่กระจายของน้ำบาดาลเค็มและส่งผลให้เกิดเป็นพื้นที่ดินเค็มกระจายตัวเป็นบริเวณกว้างมากขึ้นในอนาคต (ดังตัวอย่างผลการศึกษาที่แสดงในภาพประกอบ 3.8)

³ ชุดข้อมูลภูมิอากาศอนาคตเป็นการประมวลผลโดยการใช้ข้อมูลการจำลองภูมิอากาศโลก 17 แบบจำลองภายใต้ภาพฉายอนาคตการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ A1B และคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS และทำการหาข้อสรุปทิศทางของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในรูปแบบต่างๆ โดยความร่วมมือระหว่าง The Centre for Climate Research Singapore และ The Met Office Hadley Centre และเจ้าหน้าที่จากกรมอุตุนิยมวิทยาประเทศต่างๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้



รูปที่ 3.8 ผลการจำลองสถานการณ์อนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตามแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 A2 แสดงถึงการขยายตัวของพื้นที่น้ำบาดาลตื้นและการแพร่กระจายความเค็มในพื้นที่ห้วยขามเรียน จ.ขอนแก่น ในช่วงปี ค.ศ.2050 และ 2099 (ที่มา: Saraphirom et al, 2013b)

นอกจากความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณทรัพยากรน้ำในฤดูกาลต่างๆ และนำมาซึ่งความจำเป็นในการปรับแนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำแล้ว สถานการณ์และแนวโน้มการพัฒนาของประเทศซึ่งโครงสร้างด้านเศรษฐกิจของประเทศมีทิศทางการเปลี่ยนจากเกษตรกรรมไปสู่การผลิตในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกและการบริการเพิ่มมากขึ้น ก็จะมีส่วนสัมพันธ์อย่างมากต่อการวางแผนการใช้และการบริหารจัดการทรัพยากรในประเทศให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นเงื่อนไขที่จะต้องนำมาพิจารณาควบคู่ไปกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ทั้งนี้เมื่อพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและภายนอกประเทศ อาจสรุปถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมซึ่งมีผลต่อกำหนดทิศทางการยุทธศาสตร์และปรับแนวทางการพัฒนาให้สอดคล้องกับศักยภาพและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศได้ดังนี้

ตารางที่ 3.6 ประเด็นสถานการณ์ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และทิศทางการจัดการน้ำของประเทศไทย

ประเด็นสถานการณ์	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง	ทิศทางการจัดการน้ำ
ก. การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเปลี่ยนแปลงกระแสโลกที่มีผลต่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศไทย		
ก1. ประชากรเคลื่อนย้ายเข้าสู่เมืองหลักมากขึ้น	1.1 เมืองหลักของภูมิภาค จะมีการขยายตัวสูงถึงสูงมาก	1.1 การจัดหาเงินทุนเพื่อรองรับการพัฒนาและขยายตัวในอนาคต 1.2 มีข้อตกลงในการจัดสรรน้ำที่เหมาะสม
ก2. เศรษฐกิจโลกขยายตัวและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมมากขึ้น	2.1 การเคลื่อนย้ายเงินทุนรวมถึงการย้ายฐานการผลิตไปสู่ประเทศที่มีศักยภาพและความพร้อมในการผลิต 2.2 รายได้จากภาคอุตสาหกรรมมี	2.1 การจัดหาเพิ่มเพื่อรองรับการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม 2.2 การจัดสรรน้ำ (โควตา) ไม่ให้กระทบต่อภาคส่วนอื่นๆ

ประเด็นสถานการณ์	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง	ทิศทางการจัดการน้ำ
	สัดส่วนเพิ่มขึ้น 2.3 เน้นให้มีการเพิ่มมูลค่าในห่วงโซ่การผลิตในอุตสาหกรรมต้นน้ำ เช่น อุตสาหกรรมเหล็ก และปิโตรเคมี เป็นต้น	
ก3. การผลิตด้านการเกษตรเป็นแกนหลักสำคัญของประชาชนในชนบท	3.1 เปลี่ยนระบบการผลิตเป็นการผลิตในเชิงพาณิชย์มากขึ้น 3.2 การผลิตในภูมิภาคยังคงขึ้นกับการเกษตรเป็นสำคัญ 3.3 ภาพรวมการผลิตในภาคการเกษตรมีการแข่งขันที่สูงมากขึ้น	3.1 จัดหาน้ำ พัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพระบบชลประทาน 3.2 การปรับการผลิตเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีมูลค่าและความต้องการสูง
ก4. ภาคบริการและการท่องเที่ยว	4.1 กรุงเทพมหานครและพื้นที่โดยรอบภาคตะวันออก ภาคใต้ และภาคเหนือ เป็นพื้นที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ	4.1 จัดหาแหล่งน้ำในพื้นที่ท่องเที่ยวเดิม ที่มีข้อจำกัดและลงทุนสูง 4.2 การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวใหม่ตามความสามารถในการจัดหาแหล่งน้ำ
ก5. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	5.1 มีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น ช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงของพายุฝน และการกระจายตัวและกระจุกตัวของฝน 5.2 มีผลต่อปริมาณน้ำต้นทุนและผลผลิตทางการเกษตร	5.1 เร่งจัดทำแผนที่ความเสี่ยงการขาดแคลนน้ำและอุทกภัย รวมทั้งพัฒนาระบบพยากรณ์เตือนภัยให้มีประสิทธิภาพ 5.2 การสร้างความพร้อมในการรับมือและลดความเสียหายจากอุทกภัยและภัยแล้ง 5.3 มีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องด้วยความรวดเร็ว
ข. การเปลี่ยนแปลงทรัพยากรและสถานการณ์ของประเทศไทยที่มีผลต่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ		
ข1. การจัดการต้นน้ำและป่าไม้	1.1 พื้นที่ป่าต้นน้ำยังคงถูกบุกรุกอย่างต่อเนื่อง 1.2 การจัดการป่าไม้และการพัฒนาแหล่งน้ำไม่สอดคล้องกันในการกำหนดนโยบาย	1.1 การจัดการพื้นที่ต้นน้ำเพื่อลดผลกระทบในภาพรวมของกลุ่มน้ำทั้งน้ำท่วมและการขาดแคลนน้ำ
ข2. การเกิดอุทกภัย	2.1 มีแนวโน้มปริมาณน้ำท่า และอัตราการไหลสูงสุดเพิ่มขึ้น 2.2 สภาพการไหลของน้ำท่าจากพื้นที่การเกษตรมีการเปลี่ยนแปลง 2.3 การขยายตัวของชุมชนเมืองในพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยหรือฝั่งเมืองไม่เหมาะสม 2.4 การเกิดอุทกภัยที่มีความรุนแรงมากขึ้น	2.1 สถานการณ์อาจมีความรุนแรงขึ้น หากไม่มีมาตรการในการควบคุมปัจจัยที่ทำให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ เกิดขึ้น 2.2 น้ำท่วมชุมชนจะมีความรุนแรงมากขึ้น หากยังไม่สามารถควบคุมผังเมืองการบุกรุกทางน้ำ และการบังคับใช้ในประเด็นที่เกี่ยวข้อง 2.3 มีความจำเป็นต้องลงทุนสูงมากในการป้องกันหรือบรรเทาอุทกภัย

ประเด็นสถานการณ์	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง	ทิศทางการจัดการน้ำ
	2.5 คาดการณ์ระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้น	
ข3. การจัดหาน้ำต้นทุน	3.1 แนวโน้มการพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่และกลาง ทำได้ยาก และใช้เวลานานและอาจไม่สามารถพัฒนาได้เต็มศักยภาพ ควรพัฒนาด้านอื่นเพิ่ม - แหล่งเก็บกักน้ำตามศักยภาพเพิ่มความจุเก็บกักได้อีก 18,900 ล้านลูกบาศก์เมตร และพัฒนาพื้นที่ชลประทานเพิ่มได้อีก 18.8 ล้านไร่ - พื้นที่เกษตรน้ำฝนพัฒนาโดยใช้แหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบาดาล แหล่งน้ำชุมชน และแหล่งน้ำในไร่นา เสริมการใช้น้ำฝน - ปริมาณน้ำที่จะต้องจัดหา น้ำต้นทุนและจัดสรรในพื้นที่เกษตรน้ำฝนอีกประมาณ 48,960 ล้านลูกบาศก์เมตร 3.2 การขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคในชนบทได้รับการแก้ไขอยู่ในระดับดี แต่ยังมีปัญหาในปีที่แล้งมาก 3.3 การขาดแคลนน้ำเพื่อภาคอุตสาหกรรม ภาคบริการและเมืองหลัก จะต้องมีการบริหารจัดการน้ำระหว่างกิจกรรมให้เหมาะสม 3.4 แอ่งน้ำบาดาลขนาดใหญ่ ยังมีศักยภาพที่จะพัฒนาใช้ประโยชน์ได้เพิ่ม	3.1 การพัฒนาน้ำต้นทุนเพิ่มในอนาคตจะเพิ่มได้ไม่มาก จะต้องจัดการด้านความต้องการให้สอดคล้องกับศักยภาพการพัฒนาหรืออาจจะต้องจัดการด้านอื่นเสริม ดังนี้ - ภาคเหนือ : ทิศทางการพัฒนาควบคู่กับการอนุรักษ์ โดยการเพิ่มประสิทธิภาพโครงการเดิมและพัฒนาเพิ่มให้สมดุลระหว่างต้นน้ำและการใช้ประโยชน์ - ภาคกลาง : จำเป็นที่จะต้องสร้างความมั่นคงของแหล่งน้ำต้นทุน - ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ : มีศักยภาพการพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำในพื้นที่น้อย เร่งพิจารณาแหล่งเก็บน้ำในลุ่มน้ำชีตอนบน และพิจารณาการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำนานาชาติ รวมทั้งการปรับโครงสร้างการผลิตภาคเกษตรให้สอดคล้องกับต้นทุนการพัฒนา - ภาคตะวันออก : ความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค อุตสาหกรรมและภาคบริการจะยังคงขยายตัว ต้องจัดหาแหล่งเก็บน้ำ เสริมประสิทธิภาพการเก็บกักน้ำของแหล่งเก็บน้ำเดิม และสร้างระบบโครงข่ายน้ำรวมถึงมีระบบการจัดสรรน้ำที่เหมาะสม - ภาคตะวันตก : ในภาพรวมมีการพัฒนาน้ำต้นทุนและพื้นที่ชลประทานจำนวนมาก แต่ยังมีพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาที่มีความเสี่ยงขาดแคลนน้ำสูง ต้องมีการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดกลางและขนาดเล็กสนับสนุน - ภาคใต้ : มีการปลูกพืชเศรษฐกิจ ทำให้ความต้องการการพัฒนาระบบชลประทานลดลง แต่ด้านการบริการและท่องเที่ยว ยังคงขยายตัวอย่างต่อเนื่อง 3.2 การพัฒนาโครงข่ายน้ำเชื่อมระหว่างแหล่งน้ำเพื่อสร้างเสถียรภาพของน้ำต้นทุน 3.3 การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กทั้งผิวดินและน้ำบาดาลเพิ่มเติม เพื่อเป็นแหล่งน้ำสำหรับ

ประเด็นสถานการณ์	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง	ทิศทางการจัดการน้ำ
		ความจำเป็นพื้นฐานสำหรับชุมชน 3.4 การขยายความต้องการใช้น้ำในอนาคต โดยเฉพาะเพื่อภาคเศรษฐกิจจะต้อง พิจารณาศักยภาพที่จะพัฒนาน้ำต้นทุนเพิ่ม รวมทั้งการวางแผนการจัดสรรน้ำระหว่าง ภาคการใช้น้ำต่าง ๆ 3.5 แหล่งน้ำบาดาลจะสามารถเป็นแหล่งน้ำเสริม น้ำผิวดินเพื่อการผลิต (เกษตร/ อุตสาหกรรม)
ข4. การแก้ไขปัญหา คุณภาพน้ำ	4.1 ปริมาณน้ำเสียจากชุมชน เป็น ปริมาณน้ำเสียที่ระบายลงสู่แหล่ง น้ำมากที่สุดและจะเพิ่มขึ้นตามการ ขยายตัวของประชากรและเศรษฐกิจ 4.2 น้ำเสียจากการเพาะปลูก รวมทั้ง การรุกรตัวของน้ำเค็ม มีผลกระทบ รุนแรงในฤดูแล้ง 4.3 การเพิ่มขึ้นของโรงงานขนาด กลางและขนาดเล็ก 4.4 การใช้น้ำจากลำนํ้ามากขึ้น ทำให้ น้ำเค็มรุกตัวมากกว่าในอดีตมาก	4.1 มีผลกระทบต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำเพื่อ อุปโภคบริโภค 4.2 มีผลต่อการควบคุมคุณภาพน้ำของแหล่ง น้ำธรรมชาติ 4.3 การจัดสรรน้ำเพิ่มขึ้น เพื่อลดปัญหาน้ำเสีย การรุกรตัวของน้ำเค็ม และการรักษาระบบ นิเวศน์
ข5. การจัดการทรัพยากร ดินและการใช้ที่ดิน	5.1 นำพื้นที่การเกษตรมาใช้ในการ ขยายเมืองและพื้นที่อุตสาหกรรม 5.2 การใช้ประโยชน์จากที่ดินที่ไม่ เหมาะสมกับชนิดดิน	5.1 ประสิทธิภาพการผลิตลดลง 5.2 การจัดหาแหล่งน้ำไม่คุ้มค่ากับการลงทุน 5.3 ปรับระบบการปลูกพืชให้เหมาะสมกับ ศักยภาพน้ำและคุณสมบัติดิน
ข6. การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ	6.1 พื้นที่ชุ่มน้ำส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับ การคุ้มครองตามกฎหมาย 6.2 มีการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำจากการ ใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ	6.1 ปรับปรุงการจัดการให้เหมาะสมป้องกัน พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีขนาดลดลงหรือสูญเสีย ระบบนิเวศตามธรรมชาติ
ข7. หน่วยงานด้านน้ำมี ลักษณะแยกส่วนและมีความซ้ำซ้อนในการกิจ รวมทั้งยังไม่มีองค์กร ด้านนโยบายที่ชัดเจน	7.1 ปัญหาด้านน้ำมีความท้าทายและ ซับซ้อนมากขึ้น ทั้งในการกำหนด นโยบายและการวางแผน 7.2 ถ้าไม่มีระบบบริหารจัดการน้ำ องค์กร และกฎหมายจะทำให้ไม่ สามารถตัดสินใจที่เป็นเอกภาพใน การแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ	7.1 ต้องมีความชัดเจนในอำนาจหน้าที่และ องค์กรด้านนโยบายในการรับผิดชอบการ บริหารจัดการในภาพรวมทั้งระดับชาติและ ระดับลุ่มน้ำ 7.2 หน่วยงานด้านจัดการน้ำจำเป็นต้องบูรณา- การการทำงาน เพื่อแก้ปัญหาในการ ดำเนินการเกี่ยวกับการบริหารจัดการ ทรัพยากรน้ำของประเทศ ทั้งด้านนโยบาย และการจัดทำแผนปฏิบัติการ 7.3 มีระบบและกระบวนการที่เป็นเอกภาพและ

ประเด็นสถานการณ์	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง	ทิศทางการจัดการน้ำ
		สามารถตอบสนองต่อปัญหาด้านน้ำที่เกิดขึ้นได้อย่างทันทั่วทั้งที่

ที่มา แผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ, คณะกรรมการกำหนดนโยบายและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (2558)

พลวัตของระบบเศรษฐกิจและสังคมเหล่านี้ นอกจากจะเป็นแรงผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้น้ำผิวดินแล้ว ก็ยังก่อให้เกิดแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำบาดาลด้วยเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำบาดาลภาคเกษตร ซึ่งพลวัตของระบบเศรษฐกิจและสังคมที่สำคัญ คือ ราคาผลผลิตทางการเกษตรที่มีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมาก ทำให้เกิดการพัฒนาน้ำบาดาลมากขึ้นเพื่อขยายพื้นที่เกษตรกรรม เช่น การรับจำนำข้าวในราคาสูงทำให้มีการผลิตมากขึ้นพื้นที่นอกเขตชลประทานในภาคกลางส่งผลให้เกิดการนำน้ำบาดาลมาใช้มากขึ้น และในพื้นที่เขตส่งเสริมการผลิตอ้อยเพื่อพัฒนาผลผลิตอ้อยเพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาลในพื้นที่ภาคเหนือ กลาง และตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้เกิดบ่อน้ำบาดาลใหม่ขึ้นมาจำนวนมาก ปัญหาเหล่านี้เกิดจากการกระตุ้นโดยพลวัตของระบบเศรษฐกิจทั้งหมด นอกจากนั้นการใช้น้ำบาดาลภาคอุปโภคบริโภค น้ำบาดาลได้รับผลกระทบด้านน้อยอย่างมากเนื่องจากอุตสาหกรรมน้ำดื่มเครื่องดื่มและอาหารนั้นใช้น้ำจากแหล่งน้ำบาดาลเกือบทั้งหมด มีการลงทุนจากบริษัทขนาดใหญ่จำนวนมากในหลายพื้นที่ของประเทศ ในหลายๆ พื้นที่บ่อน้ำบาดาลภาคอุตสาหกรรมก่อให้เกิดผลกระทบต่อบ่อน้ำบาดาลของประชาชนทั่วไป และในอนาคตระบบอุตสาหกรรมที่ต้องการให้เกิดความมั่นคงด้านน้ำ จะหันมาพัฒนาระบบการจัดการน้ำผืนและน้ำบาดาลร่วมกันมากขึ้น เช่น การสร้างแหล่งกักเก็บน้ำฝนไว้ใต้พื้นที่โรงงานเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ในช่วงน้ำน้อย เป็นต้น

นอกจากนั้น พลวัตของการขยายตัวทางเศรษฐกิจและสังคมยังก่อให้เกิดผลกระทบทางอ้อมต่อทรัพยากรน้ำบาดาล คือ ระบบการจัดการขยะและการระบายน้ำทิ้งจากภาคอุตสาหกรรมที่ยังไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เกิดการปนเปื้อนของแหล่งฝังกลบขยะ และแหล่งอุตสาหกรรมต่อแหล่งน้ำบาดาล

การเปลี่ยนแปลงในอนาคตทั้งในแง่ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมเป็นแรงขับเคลื่อนและความท้าทายที่ก่อให้เกิดความจำเป็นของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการจัดการทรัพยากรน้ำ เนื่องจากกิจกรรมด้านเศรษฐกิจต่างๆ อาจจะได้รับผลกระทบจากความเสี่ยงที่มากขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และส่งผลกระทบต่อเนื่องกับสภาพสังคม ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่น้ำต้นทุนลดลงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตนั้น พื้นที่การเกษตรนอกเขตชลประทาน และน้ำอุปโภคบางส่วนที่ไม่สามารถเข้าถึงแหล่งน้ำและการพัฒนาที่ยั่งยืนใน 3 มิติ คือ น้ำเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ เช่น ชวนาที่ปลูกข้าวนอกเขตชลประทาน จะมีรายได้ที่ลดลง ในมิติของน้ำเพื่อความเท่าเทียมกันทางสังคมนั้น คนยากจนในสังคมที่รายได้ลดลงยังคงไม่มีความสามารถเข้าถึงน้ำที่ปลอดภัยและไม่มีความเท่าเทียมกัน มีการแย่งแย่งน้ำกันและกระทบต่อภาคส่วนอื่น เช่น น้ำเพื่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ดังนั้น หากความแปรปรวนของสภาพอากาศในอนาคตเกิดสูงขึ้น หรือมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนและการกระจายตัวของฝนที่เปลี่ยนไปทั้งในแง่ของช่วงเวลาและพื้นที่ จะทำให้ประเทศไทยต้องปรับตัวโดยพิจารณาถึงแนวทางการบริหารจัดการน้ำใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพของทรัพยากรน้ำในอนาคต

3.2 แนวคิดด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการจัดการทรัพยากรน้ำ

อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือ UNFCCC ได้เสนอว่าควรพิจารณาใช้การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการเป็นกรอบการประเมินความเปราะบางและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Integrated Water Resource Management as a Vulnerability and Adaptation Framework) เพื่อรับมือกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงในอนาคต อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายละเอียดและขั้นตอนที่ชัดเจนว่า การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการควรทำอย่างไร แต่ก็ได้มีการเสนอแผนการวางแผนพัฒนาที่ทนทานและยั่งยืนต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยประยุกต์ใช้ การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ (IWRM) (Groves et al, 2008; WaterRF, 2013; UNFCCC, 2014) ซึ่งประกอบด้วย

1. การพิจารณาผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย สนับสนุนการสนทนาเชิงอภิปรายของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอย่างสม่ำเสมอ การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายและผู้นำที่แข็งแกร่งคือปัจจัยของงานส่วนนี้ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผู้ตัดสินใจเชิงนโยบายควรจะต้องคุยและปรึกษากัน (co-design for co-benefit) เพื่อกำหนดภาพอนาคตร่วมกันและนำไปสู่ขั้นตอนต่อไป

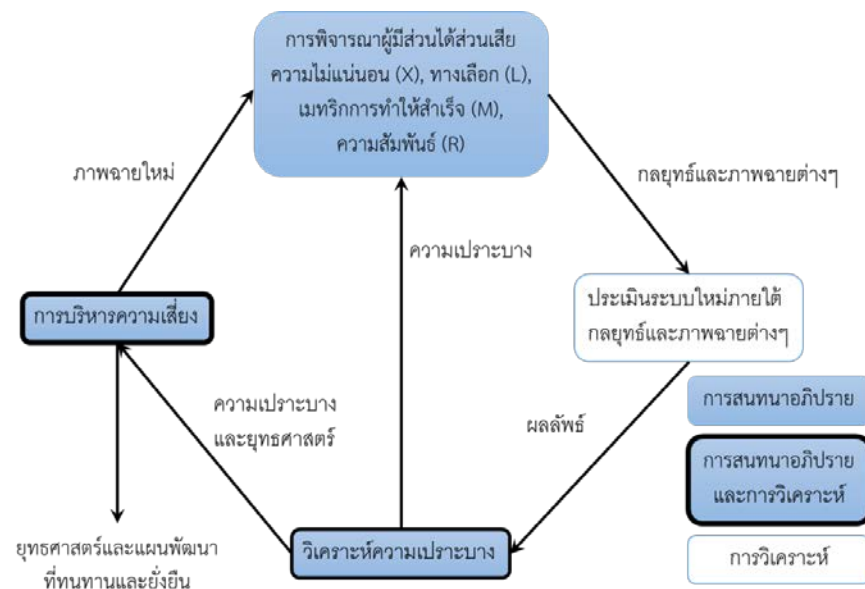
ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างเมทริกแสดงความกังวลของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

ความไม่แน่นอน (X: uncertainties) - เงื่อนไขด้านสภาพภูมิอากาศ ○ ในอดีต ○ สภาพแล้งที่ยาวนานขึ้น	การตัดสินใจ ทางเลือก (L: Decision/option/levers) - โครงสร้างที่มีในปัจจุบัน - การขยายการสูบน้ำใต้ดิน
ความสัมพันธ์ แบบจำลอง (R: Relationships or models) - แบบจำลองน้ำฝน น้ำท่า ความต้องการใช้น้ำ	เมทริกการทำให้สำเร็จ เป้าหมาย (M: Performance matrix/Goals) - ปริมาณน้ำต้นทุนที่ใช้ได้ - ราคาของน้ำต้นทุน

ที่มา: Lempert et al (2003)

2. ประเมินระบบใหม่ภายใต้กลยุทธ์และภาพฉายต่าง ๆ กำหนดช่วงความไม่แน่นอนและภาพฉายที่น่าเชื่อถือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นเพียงหนึ่งในความไม่แน่นอนที่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำเท่านั้น การพิจารณารวมความไม่แน่นอนต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อออกแบบภาพฉายที่เป็นไปได้ ผนวกภาพฉายร่วมกับช่วงของสภาพภูมิอากาศในอนาคตที่เป็นไปได้ ข้อมูลของสภาพภูมิอากาศในอนาคตได้จากผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ปรับเทียบให้เหมาะกับสภาพพื้นที่โดยควรพิจารณาสภาพวิกฤตทั้งช่วงตัวแปรที่มาก น้อย และกลาง
3. วิเคราะห์ความเปราะบางจากผลลัพธ์ภายใต้กลยุทธ์และภาพฉายต่าง ๆ กำหนดค่าความเปราะบางหลักทั้งที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรทางภูมิอากาศและตัวแปรอื่น ๆ ข้อมูลนี้จะเป็นข้อมูลที่สำคัญในการพัฒนายุทธศาสตร์การปรับตัว
4. การบริหารความเสี่ยงภายใต้ความเปราะบาง ผลลัพธ์ที่ได้คือ การวางแผนพัฒนาที่ทนทานและยั่งยืน

5. พัฒนายุทธศาสตร์ที่ทนทาน, ยั่งยืนและสามารถปรับตัว ควรครอบคลุมช่วงความไม่แน่นอนของตัวแปรสภาพภูมิอากาศในอนาคตและตัวแปรอื่น แผนยุทธศาสตร์ที่ดีควรจะสามารถบรรลุเป้าหมายถึงแม้จะเผชิญกับช่วงของความไม่แน่นอนแทนที่จะพิจารณาการบรรลุเป้าหมายภายใต้หนึ่งเซตของภาพฉายหรือหนึ่งสมมุติฐาน วิธีการประเมินอาจจะใช้วิธีที่ง่ายเช่น การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ (benefit/cost analysis) หรือวิธีการที่ยากขึ้นเช่น การตัดสินใจภายใต้หลายเงื่อนไข (Multi Criteria Decision Analysis)



รูปที่ 3.9 การวางแผนพัฒนาน้ำที่ทนทานและยั่งยืน (ดัดแปลงจาก Lempert et al, 2003)

นอกจากนั้นได้มีหลายหน่วยงานนำเสนอแนวคิดแนวทางการปรับตัวด้านทรัพยากรน้ำจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไว้ ซึ่งจะยกมาเป็นตัวอย่างพอสังเขปดังนี้

USAID (2010) ได้เสนอการปรับตัวด้านทรัพยากรน้ำประกอบด้วยการผนวกเรื่องของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศลงในการวางแผนหรือเป้าหมายหรือยุทธศาสตร์เพื่อให้แผนดังกล่าวมีความทนทานและมั่นคงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ตัวอย่างการปรับตัวจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ทางเลือก	รายละเอียด
การปรับตัวเพื่อลดภัย (exposure) และความอ่อนไหว (sensitivity)	
นโยบายเพื่อลดภัย	• โชนี้งการใช้ที่ดิน การบังคับใช้การโชนี้ง นโยบายการย้ายที่อยู่อาศัย
ประยุกต์ใช้ตัวอย่างที่ดีในแต่ละภาคส่วนกับพื้นที่อื่น	• การเลือกพืชที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงและมีความหลากหลายมากขึ้น • การเก็บและรองรับน้ำฝน • การใช้พื้นที่น้ำท่วมถึงในการเก็บกักน้ำ • การจัดการน้ำและพลังงาน
โครงสร้างที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง	• การเพิ่มความทนทานต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงผ่านกระบวนการออกแบบ วัสดุ ดิบ ระดับของโครงสร้าง
การปรับเพื่อเพิ่มความสามารถในการปรับตัว (adaptive capacity)	
ส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิต	• รายได้ที่สูงขึ้นและมีการกระจายตัวของคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นทำให้แต่ละครอบครัวมีความสามารถในการปรับตัวกับน้ำท่วม น้ำแล้ง และเหตุการณ์วิกฤตได้
สร้างความเข้มแข็งให้กับความสามารถในการจัดการความเสี่ยงของภัยธรรมชาติ	• ช่วยให้ชาวบ้านตอบสนองต่อน้ำท่วม น้ำแล้ง และเหตุการณ์วิกฤตได้ดียิ่งขึ้นโดยมีอัตราการตาย การบาดเจ็บลดลง และมีการฟื้นตัวที่เร็วยิ่งขึ้น
ปรับปรุงการจัดการการบริการทางภาครัฐ	• การจัดการที่ดีขึ้นในอุปสงค์และอุปทานด้านน้ำจะช่วยลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติ
ระบบเตือนภัยล่วงหน้า	• ระบบการติดตามและช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในน้ำท่วม น้ำแล้ง การระบาดของโรคติดต่อ โรคทางพืช สัตว์ แมลง
สร้างระบบบูรณาการการช่วยเหลือที่เชื่อมโยงกัน	• ผนวกระบบเข้าด้วยกัน เช่น ระบบส่งน้ำ ระบบไฟฟ้า การขนส่ง การติดต่อ และการสำรองอาหาร
รักษาระบบนิเวศให้สมบูรณ์	• ระบบนิเวศที่สมบูรณ์จะช่วยลดผลกระทบทางน้ำและควบคุมตะกอน ซึ่งสามารถลดผลกระทบจากน้ำท่วม น้ำแล้ง และเหตุการณ์วิกฤต

ที่มา: USAID (2010)

นอกจากนั้น Wilk and Wittgren (2009) ได้สรุปถึงทางเลือกในการปรับตัวด้านทรัพยากรน้ำซึ่งควรที่จะต้องพิจารณาให้เหมาะกับบริบทของชีวกายภาพ การพัฒนาเศรษฐกิจสังคม และสถาบัน ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ทางเลือกในการปรับตัว

การปรับตัว	การกระทำ
การเพิ่มน้ำต้นทุนและระบบนิเวศที่ดี	● การเพิ่มระบบการรวบรวมน้ำฝนเพื่อปรับปรุงระบบการปลูกพืชและการเติมน้ำใต้ดิน ● ปรับปรุงระบบการส่งน้ำ ● ปรับปรุงแหล่งน้ำโดยคำนึงถึงระบบนิเวศ ● เพิ่มปริมาณน้ำโดยการสร้างอ่างเก็บน้ำ
การลดความต้องการใช้น้ำและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ	● การกำจัดพืชต่างถิ่นที่รุกรานเข้ามาในพื้นที่ริมฝั่งน้ำ ● การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (water recycling) ● การปลูกพืชที่ทนแล้ง ● การปรับการจัดการระบบชลประทาน เช่น การเปลี่ยนพฤติกรรมการปลูกพืช การผสมผสานการปลูกพืช วิธีการให้น้ำ ซ่อมแซมโครงสร้างชลประทาน ● ใช้มาตรการทางเศรษฐศาสตร์เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์น้ำ ● ปรับปรุงระบบโครงสร้างน้ำในเมืองและระบบสาธารณสุขโลก
การปรับปรุงระบบป้องกันน้ำท่วม	● การสร้างโครงสร้างป้องกันน้ำท่วม ● ขยายพื้นที่ริมฝั่งน้ำ ● เพิ่มพื้นที่เก็บกักต้นน้ำ ● การฟื้นฟูและอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ ● ปรับปรุงระบบป้องกันน้ำท่วม

ที่มา: Wilk and Wittgren (2009)

3.3 แนวคิดและแนวทางในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของการจัดการทรัพยากรน้ำในประเทศไทย

ประเด็นความมั่นคงด้านน้ำในประเทศไทยกับการพัฒนาที่ยั่งยืนใน 5 มิติ คือ น้ำเพื่อการดำรงชีวิต น้ำเพื่อการประกอบอาชีพ น้ำเพื่อการพัฒนาเมือง น้ำเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ น้ำ และน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศและการควบคุมน้ำเสีย และเป้าหมายในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในประเทศไทยที่มีความยั่งยืนในอนาคต อาจกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้คือ

1. น้ำเพื่อการดำรงชีวิต ซึ่งในปัจจุบันนี้ยังไม่ทั่วถึงในชุมชนชนบท ปริมาณน้ำไม่เพียงพอ และมีชุมชนจำนวนมากที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน โดยชุมชนชนบทที่ยังไม่มีระบบประปาจะต้องมีน้ำต้นทุนและเข้าถึงระบบประปาครบทุกหมู่บ้าน จำนวน 7,490 หมู่บ้าน เพื่อให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นภายในปี 2560 สำหรับชุมชนเมืองนั้น จะต้องมีความเพียงพอต่อความต้องการขั้นพื้นฐานและรองรับการขยายตัวที่เพิ่มขึ้นในอนาคตในระยะสิบปี ภายใต้คุณภาพน้ำในเกณฑ์ดีและมีความปลอดภัยต่อการอุปโภคบริโภค
2. น้ำเพื่อการประกอบอาชีพ ด้านการเกษตร ปัจจุบันสามารถจัดหาได้อย่างเพียงพอในเขตชลประทานพื้นที่ 30 ล้านไร่ คิดเป็น ร้อยละ 20 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมด 150 ล้านไร่ โดยในอนาคตจะต้องมีการพัฒนาแหล่งน้ำระบบชลประทานเต็มศักยภาพอีก 18 ล้านไร่ พัฒนาแหล่งน้ำเพื่อพื้นที่เกษตรน้ำฝน เช่น

แหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำบาดาล และแหล่งน้ำในไร่นา ซึ่งการจัดหาแหล่งน้ำนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตและรายได้ให้กับเกษตรกรในชนบท เพื่อให้เกษตรกรเหล่านี้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ภายใต้การปรับโครงสร้างการผลิตภาคเกษตรให้เหมาะสมกับอุปสงค์และอุปทาน และระบบการปลูกพืชที่เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่

3. น้ำเพื่อการพัฒนาเมือง จากการเปลี่ยนแปลงความเป็นเมืองที่มากขึ้น จะต้องมีการจัดหาเงินทุนเพื่อการขยายตัวของชุมชนขนาดใหญ่ และกิจกรรมภาคบริการที่มากขึ้น โดยในอนาคตจะต้องจัดหาแหล่งน้ำต้นทุนให้เพียงพอและรองรับการขยายตัวภาคอุตสาหกรรมในอนาคต โดยเฉพาะพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษที่จัดตั้งตามแผนงานทั้ง 14 แห่ง
4. น้ำเพื่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ มีความเสี่ยงทั้งจากภาวะการขาดแคลนน้ำในป่าน้ำน้อยและการสูญเสียจากน้ำท่วมในป่าน้ำมาก
5. น้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศและการควบคุมน้ำเสีย มีบางลุ่มน้ำเท่านั้นที่สามารถจัดสรรน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ เช่น เจ้าพระยาและแม่กลอง โดยในอนาคตต้องมีการกำหนดปริมาณน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศในลุ่มน้ำที่มีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ รวมถึงการควบคุมและลดปริมาณน้ำเสียให้อยู่ในระบบที่แหล่งน้ำสามารถรองรับได้

นอกจากนั้น ยังมีการกำหนดถึงเป้าหมายในการจัดการน้ำเพื่อป้องกันและบรรเทาอุทกภัย เช่นการฟื้นฟูทางน้ำและการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ การพัฒนาพื้นที่รับน้ำนอง และการพัฒนาโครงการแหล่งน้ำ การป้องกันชุมชนเมืองและพื้นที่เศรษฐกิจที่สำคัญ จัดทำผังเมือง ผังการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ กฎหมายในการควบคุมการบุกรุกทางน้ำและปรับปรุงแหล่งน้ำที่เสื่อมสภาพให้กลับคืนสู่สภาพเดิม ทั้งนี้ในแง่ของการบริหารจัดการ จะต้องมียุทธศาสตร์บริหารจัดการน้ำระดับชาติ ที่เป็นเอกเทศ มีอำนาจเด็ดขาดในการกำหนดนโยบายและวางแผนการพัฒนา มีระบบฐานข้อมูลที่มีความถูกต้อง รวดเร็ว แม่นยำ ในพื้นที่เสี่ยงภัยในภาวะวิกฤต องค์การบริหารจัดการน้ำระดับลุ่มน้ำ พื้นที่ วางแผนรองรับความต้องการของท้องถิ่น ประสานแผนระดับชาติ รวมทั้งการบริหารการใช้น้ำในพื้นที่ มีการจัดระบบการวางแผนและการนำไปสู่การปฏิบัติให้มีการประสานกันระหว่างแผนระดับชาติและท้องถิ่น และมีระบบงบประมาณที่สนับสนุน แผนงาน โครงการระดับท้องถิ่น

เมื่อพิจารณาถึงความมั่นคงด้านน้ำในประเทศไทยกับการพัฒนาที่ยั่งยืนตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้แล้ว ประเด็นที่สำคัญที่จะต้องพิจารณาบริบทของการจัดการน้ำที่ยั่งยืนต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ คือ กลยุทธ์ในแต่ละยุทธศาสตร์ด้านน้ำที่วางไว้ ยังคงสามารถไปถึงเป้าหมายได้หรือไม่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และประเทศไทยควรมีแนวทางในการปรับตัวอย่างไรในการบรรเทาผลกระทบต่อเป้าหมายเหล่านั้น

เมื่อพิจารณาและวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เบื้องต้นพบว่า จากทั้ง 34 เป้าหมายระยะสั้น (ปี 58-59) กลาง (ปี 60-64) และยาว (ปี 65-69) นั้น มีโครงการที่มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศค่อนข้างมากประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ เป้าหมายที่มีผลกระทบน้อยประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ และเป้าหมายที่ไม่มีผลกระทบเลยประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ หรือสามารถพูดได้ว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ของเป้าหมายในยุทธศาสตร์ศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศไทยได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประเทศไทยจึงควรมีการผนวกผลกระทบและความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศลงไปในกาดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์เพื่อบรรเทา เตรียมรับมือและปรับตัวจากผลกระทบดังกล่าว

ตารางที่ 3.10 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (cc) ต่อกลยุทธ์และเป้าหมายในแต่ละยุทธศาสตร์

กลยุทธ์	เป้าหมายระยะสั้น (ปี 58-59)	เป้าหมายระยะกลาง (ปี 60-64)	เป้าหมายระยะยาว (ปี 65-69)	ผลกระทบ จาก cc
ยุทธศาสตร์ที่ 1 การจัดการน้ำอุปโภคบริโภค				
1. จัดหาแหล่งน้ำ ต้นทุนและก่อสร้าง ระบบประปา	ร้อยละ 90 ของหมู่บ้าน เป้าหมาย	ร้อยละ 10 ของหมู่บ้าน เป้าหมาย	-	มาก
2. พัฒนาระบบ ประปาเมืองและ พื้นที่เศรษฐกิจ	พัฒนาระบบประปาเมือง ร้อยละ 17 ของเมือง เป้าหมาย/ขยายเขตประปา ร้อยละ 100	พัฒนาระบบประปา เมือง ร้อยละ 48 ของ เมืองเป้าหมาย	พัฒนาระบบประปา เมือง ร้อยละ 35 ของ เมืองเป้าหมาย	น้อย
3. การเพิ่ม ประสิทธิภาพระบบ ประปาชนบทและ จัดหาแหล่งเก็บ น้ำฝน	ร้อยละ 10 ของหมู่บ้าน เป้าหมาย	ร้อยละ 90 ของหมู่บ้าน เป้าหมาย	-	มาก
4. จัดหาน้ำดื่มให้ โรงเรียนและชุมชน	ร้อยละ 45 ของหมู่บ้าน เป้าหมาย	ร้อยละ 55 ของหมู่บ้าน เป้าหมาย	-	น้อย
5. การใช้ใช้อย่างมี ประสิทธิภาพ	-	แหล่งท่องเที่ยวประเภท เกาะและพื้นที่ขาดแคลน น้ำต้นทุน	เมืองหลักที่มีแนวโน้ม ขาดแคลนน้ำ	มาก
ยุทธศาสตร์ที่ 2 การสร้างความมั่นคงของน้ำภาคการผลิต (เกษตรและอุตสาหกรรม)				
เกษตร				
1. การจัดการด้าน ความต้องการ	1. ศึกษา ตรวจสอบ เกณฑ์ การจัดสรรน้ำในลุ่มน้ำ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออก 2. ศึกษาวิจัย กำหนด มาตรการลดการใช้น้ำ ใช้ ให้คุ้มค่าและการนำน้ำ กลับมาใช้ใหม่	1. กำหนดเกณฑ์การ จัดสรรน้ำในลุ่มน้ำ ภาคกลาง ภาค ตะวันตก และภาค ตะวันออก 2. ลดการใช้น้ำได้ร้อยละ 10 3. กำหนดการขยายตัว ในภาคตะวันออกให้ เหมาะสม	1. ขยายผลในลุ่มน้ำอื่น ๆ 2. การศึกษา/วางแผน พื้นที่อุตสาหกรรม ส่งออกและ อุตสาหกรรมต้นน้ำ	น้อย
2. จัดการพื้นที่ เกษตรกรรม (Zoning) เพิ่มมูลค่า การใช้น้ำต่อหน่วย ให้สูงขึ้น	การบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการจัดระบบปลูกพืชอย่าง เหมาะสมในพื้นที่ชลประทานเดิม 30.22 ล้านไร่ โดยมุ่งเน้นลุ่มเจ้าพระยาใหญ่ ลุ่ม น้ำชี และลุ่มน้ำมูล			น้อย

กลยุทธ์	เป้าหมายระยะสั้น (ปี 58-59)	เป้าหมายระยะกลาง (ปี 60-64)	เป้าหมายระยะยาว (ปี 65-69)	ผลกระทบ จาก cc
3. การเพิ่ม ประสิทธิภาพ โครงการแหล่งน้ำ และระบบ ชลประทานเดิม	1. เพิ่มปริมาณเก็บกัก 95 ล้านลูกบาศก์เมตร 2. เพิ่มพื้นที่ชลประทาน 0.16 ล้านไร่ 3. ศึกษา/ปรับปรุงระบบ ชลประทานที่มีอยู่เดิม	1. ดำเนินการต่อเนื่อง จากผลศึกษา 2. เพิ่มประสิทธิภาพ โครงการอย่างน้อย ร้อยละ 10 3. ลดความต้องการใช้ น้ำในเขตอย่างน้อย ร้อยละ 10 4. ศึกษาปรับปรุง โครงการขนาดเล็ก โดยมุ่งเน้นพัฒนา ระบบส่งน้ำในแหล่ง น้ำขนาดเล็ก ภาคเหนือและภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ		น้อย
4. พัฒนาและฟื้นฟู แหล่งน้ำในพื้นที่ เกษตรน้ำฝน 4.1 ฟื้นฟูแหล่งน้ำ ธรรมชาติ 4.2 สนับสนุนการ ขุดสระน้ำในไร นา 4.3 พัฒนาน้ำ บาดาลเพื่อ การเกษตร 4.4 การสนับสนุน แหล่งน้ำชุมชน	4,330 แห่ง 70,000 บ่อ 141,750 ไร่ 465 แห่ง	5,756 แห่ง 100,000 บ่อ 553,600 ไร่ 750 แห่ง	4,357 แห่ง 100,000 บ่อ 346,700 ไร่ 500 แห่ง	มาก
5. การพัฒนาแหล่ง เก็บกักน้ำใหม่ การจัดหาแหล่งน้ำ ต้นทุน และระบบ กระจายน้ำ	5.1 เก็บกักน้ำได้เพิ่ม 1,100 ล้านลูกบาศก์เมตร 5.2 จัดการน้ำได้รวม 2,000 ล้านลูกบาศก์เมตร 5.3 เพิ่มพื้นที่ชลประทานได้ อีก 2 ล้านไร่	ดำเนินการทั้ง 25 ลุ่มน้ำ โดยมุ่งเน้นลุ่มน้ำโขง (เหนือ) ยม วัง โขง (อีสาน) ชี มูล เจ้าพระยา ท่าจีน สะแก กรัง โตนเลสาบ	ดำเนินการทั้ง 25 ลุ่มน้ำ โดยมุ่งเน้นลุ่มน้ำปิง น่าน แม่กลอง ปราจีนบุรี บางปะกง เพชรบุรี	มาก
6. การพัฒนาระบบ ผันน้ำและระบบ เชื่อมโยงแหล่งน้ำ	ศึกษาเตรียมความพร้อมใน ลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่ ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียง	ดำเนินการต่อเนื่องตาม ผลการศึกษา ศึกษาลุ่มน้ำที่มี	ดำเนินการต่อเนื่องตาม ผลการศึกษา	น้อย

กลยุทธ์	เป้าหมายระยะสั้น (ปี 58-59)	เป้าหมายระยะกลาง (ปี 60-64)	เป้าหมายระยะยาว (ปี 65-69)	ผลกระทบ จาก cc
	เหนือและลุ่มน้ำภาค ตะวันออก	ศักยภาพ		
อุตสาหกรรม				
7. การพัฒนาแหล่ง เก็บกักน้ำ และ ระบบส่งน้ำ 7.1 พื้นที่ อุตสาหกรรม ภาค ตะวันออก 7.2 เขตเศรษฐกิจ พิเศษและนิคม อุตสาหกรรมที่ พัฒนาขึ้นมาใหม่	70 ล้านลูกบาศก์เมตร ศึกษาเตรียมความพร้อม เพื่อจัดหาแหล่งน้ำรองรับการ พัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษ ระยะที่ 1 (5 จังหวัด)	ศึกษา/เตรียมความ พร้อมจัดหาแหล่งน้ำ 420 ล้านลูกบาศก์เมตร - ดำเนินการจัดหาน้ำ ตามผลการศึกษาใน พื้นที่เศรษฐกิจพิเศษ ระยะที่ 1 - ศึกษาเตรียมความ พร้อมเพื่อจัดหา น้ำรองรับการพัฒนาเขต เศรษฐกิจพิเศษระยะ ที่ 2 (5 จังหวัด)	ดำเนินการต่อเนื่องจาก ผลศึกษา จัดหาแหล่งน้ำรองรับ นิคมฯ ที่เกิดขึ้นใหม่	มาก
ยุทธศาสตร์ที่ 3 การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย				
1. การปรับปรุงทาง น้ำสายหลัก	230 กิโลเมตร มุ่งเน้นที่ลุ่ม น้ำยม และมูล	535 กิโลเมตร	105 กิโลเมตร	ไม่มี
2. การพัฒนาเพิ่ม ประสิทธิภาพการ ระบายน้ำผืนน้ำ และพื้นที่รับ น้ำนอง 2.1 การปรับปรุง การระบายน้ำ/ ทางผืนน้ำเลี้ยง พื้นที่ชุมชน 2.2 จัดทำพื้นที่รับ	ทะเลสาบสงขลา (คาบ สมุทรสทิงพระ/หาดใหญ่) งานศึกษา/สำรวจ ได้แก่ ลุ่ม น้ำยม เจ้าพระยา ทำจีน ปราชินบุรี โตนเลสาป ชี มูล ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ศึกษา พื้นที่เหนือ จ.นครสวรรค์ พื้นที่แก้มลิง บริเวณลุ่มน้ำชี มูล	ดำเนินการต่อเนื่องจาก ระยะสั้น ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ทำจีน ปราชินบุรี ยม โตนเลสาป ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ดำเนินการต่อเนื่องจาก	- ดำเนินการต่อเนื่องจาก	น้อย

กลยุทธ์	เป้าหมายระยะสั้น (ปี 58-59)	เป้าหมายระยะกลาง (ปี 60-64)	เป้าหมายระยะยาว (ปี 65-69)	ผลกระทบ จาก cc
น้ำนอง		ผลการศึกษาระยะสั้น และศึกษาเพิ่มเติม พื้นที่ ใต้ จ.นครสวรรค์	ผลการศึกษา	
3. การป้องกันน้ำท่วม ชุมชนเมือง	58 แห่ง	105 แห่ง	22 แห่ง	มาก
4. การกำหนดเขต การใช้ประโยชน์ ที่ดินลุ่มน้ำ/จังหวัด และปรับปรุง/จัดทำ ผังเมือง	5 ผัง ได้แก่ ลุ่มน้ำสะแกกรัง แม่กลอง ปราชินบุรี โตนเลสาป ชายฝั่งทะเลตะวันออก	10 ผัง ได้แก่ ลุ่มน้ำ สาละวิน โขง (เหนือ) กก เพชรบุรี ชายฝั่งทะเลตะวันออก ตาปี ปัตตานี ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	-	ไม่มี
5. การพัฒนาและ บริหารจัดการ แหล่งเก็บกักน้ำ	ศึกษาเตรียมความพร้อมใน ลุ่มน้ำที่มีปัญหา ได้แก่ ลุ่มน้ำสาละวิน โขง (เหนือ) ยม ปราชินบุรี ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	ดำเนินการต่อเนื่องตาม ผลการศึกษา	ดำเนินการต่อเนื่องตาม ผลการศึกษา	ไม่มี
6. การสนับสนุนการ ปรับตัวและหนีภัย	กลุ่มลุ่มน้ำภาคเหนือ กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน	กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้และ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	กลุ่มลุ่มน้ำอื่น ๆ	มาก
ยุทธศาสตร์ที่ 4 การจัดการคุณภาพน้ำ				
1. การพัฒนาและ เพิ่มประสิทธิภาพ ระบบรวบรวมและ ระบบบำบัดน้ำ เสีย 1.1 เพิ่ม ประสิทธิภาพ ระบบรวบรวม และระบบ บำบัดน้ำเสีย รวมของชุมชน (ระบบ ฯ ที่มี อยู่เดิม) 1.2. ก่อสร้างระบบ รวบรวมและ ระบบบำบัดน้ำ เสียรวมของ ชุมชน (ระบบ	72 แห่ง 28 แห่ง 44 แห่ง	137 แห่ง 14 แห่ง 123 แห่ง	39 แห่ง 5 แห่ง 34 แห่ง	ไม่มี

กลยุทธ์	เป้าหมายระยะสั้น (ปี 58-59)	เป้าหมายระยะกลาง (ปี 60-64)	เป้าหมายระยะยาว (ปี 65-69)	ผลกระทบ จาก cc
ฯ ใหม่)				
2. การลดน้ำเสียจาก แหล่งกำเนิด 2.1 กำหนดสัดส่วน การระบาย มลพิษ	ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ทำจีน ป่า สัก มูล ชี	ลุ่มน้ำแม่กลอง บางปะกง ปราจีนบุรี ปิง วังยม น่าน กก	ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเล ตะวันออก เพชรบุรี สะแกกรัง ตาปี ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ทะเลสาบสงขลา ปัตตานี	ไม่มี
2.2 ป้องกันและ แก้ไขปัญหา คุณภาพน้ำใน พื้นที่ลุ่มน้ำ วิกฤต	ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ทำจีน ป่าสัก ชี มูล (ลำตะคอง) แม่กลอง บางปะกง โขง (อีสาน) ชายฝั่งทะเลตะวันออก (ระยอง)	ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน บางปะกง ชี (พอง) ปราจีนบุรี ทะเลสาบสงขลา	ลุ่มน้ำเพชรบุรี สะแกกรัง ตาปี ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ทะเลสาบสงขลา ปัตตานี แม่กลอง ปิง (กวง)	
3. การควบคุมระดับ ความเค็ม 3.1 การใช้น้ำจืด ผลักดันน้ำเค็ม 3.2 การก่อสร้าง อาคาร ป้องกัน การรุกตัวของ น้ำเค็ม	ความเค็มไม่ให้เกิดมาตรฐานของการเกษตรและการประปา โดยเฉพาะในลุ่มน้ำ แม่กลอง ทำจีน เจ้าพระยา บางปะกง ปราจีนบุรี ชายฝั่งทะเล ตะวันออก และทะเลสาบสงขลา			มาก
4. การกำจัดวัชพืช และขยะมูลฝอยใน แหล่งน้ำ	เจ้าพระยา ทำจีน ชี (พอง) บางปะกง	นครนายก ปราจีนบุรี เจ้าพระยา (น้อย) ป่าสัก (ลพบุรี) ทะเลสาบสงขลา	เพชรบุรี สะแกกรัง	ไม่มี
ยุทธศาสตร์ที่ 5 การอนุรักษ์ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรมและป้องกันการพังทลายของดิน				
1. การอนุรักษ์ฟื้นฟู พื้นที่ป่าต้นน้ำที่ เสื่อมโทรม	0.564 ล้านไร่	2.610 ล้านไร่	1.596 ล้านไร่ ดำเนินการแล้วเสร็จ ในปี พ.ศ.2567	ไม่มี
2. การป้องกันและลด การชะล้างพังทลาย ของดิน	1.475 ล้านไร่	4.0 ล้านไร่	4.0 ล้านไร่	มาก
ยุทธศาสตร์ที่ 6 การบริหารจัดการ				
1. จัดทำ/เสนอ (ร่าง)	ดำเนินการ	-	-	น้อย

กลยุทธ์	เป้าหมายระยะสั้น (ปี 58-59)	เป้าหมายระยะกลาง (ปี 60-64)	เป้าหมายระยะยาว (ปี 65-69)	ผลกระทบ จาก cc
พระราชบัญญัติ ทรัพยากรน้ำ พ.ศ.	ภายในปี พ.ศ.2558			
2. ปรับปรุง โครงสร้างองค์กร ทั้งระดับชาติและ ระดับลุ่มน้ำ	ศึกษา ทบทวน การ ปรับปรุงองค์กร ดำเนินการ ภายในปี พ.ศ.2558	-	-	น้อย
3. สนับสนุนองค์กร ผู้ใช้น้ำองค์กร ชุมชน องค์กรลุ่ม น้ำ และเครือข่าย ระหว่างลุ่มน้ำ ทั้ง ในและระหว่าง ประเทศให้มีความ เข้มแข็ง	ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง			น้อย
4. การจัดทำแผน ยุทธศาสตร์/แผน แม่บท/แผนปฏิบัติ การ ในภาวะปกติ และภาวะวิกฤต ทั้งใน ระดับประเทศและ ระดับลุ่มน้ำ	ดำเนินการภายในปี พ.ศ. 2559	ทบทวน/ปรับปรุงภายใน ปี พ.ศ. 2564	-	น้อย
5. การศึกษา วิจัย แนวทางการ จัดการทรัพยากร น้ำ/ลุ่มน้ำสาขา 5.1 ศึกษา วิจัย พัฒนาและ ฟื้นฟูแหล่งน้ำ ผิวดิน 5.2 ศึกษา วิจัย พัฒนาและ ฟื้นฟูแหล่งน้ำ บาดาล 5.3 ศึกษาแนวทาง การจัดการลุ่ม	ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง -	ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง นำร่องในลุ่มน้ำสาขาลุ่ม น้ำชี แม่กลอง และ	ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ดำเนินการภายในปี พ.ศ. 2565 ขยายผล	น้อย

กลยุทธ์	เป้าหมายระยะสั้น (ปี 58-59)	เป้าหมายระยะกลาง (ปี 60-64)	เป้าหมายระยะยาว (ปี 65-69)	ผลกระทบ จาก cc
น้ำสาขา		ภาคใต้ฝั่งตะวันออก		
6. พัฒนาระบบ ฐานข้อมูล สนับสนุนการ ตัดสินใจ	✓	ดำเนินการถึงปี พ.ศ. 2561	-	น้อย
7. ตรวจสอบ ประเมิน เพื่อบำรุงรักษา และปรับปรุง ซ่อมแซมระบบ รวมทั้งอาคาร โครงการพัฒนา แหล่งน้ำเดิม	รักษาประสิทธิภาพของระบบชลประทาน และอาคารที่มีอยู่เดิมอย่างต่อเนื่อง โดย มุ่งเน้นภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และในพื้นที่ชลประทานเดิม 30.22 ล้านไร่			น้อย
8. การควบคุมการ บุกรุกทางน้ำ	ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง			ไม่มี
9. ติดตามและ ประเมินผล	ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง			ไม่มี
10. การ ประชาสัมพันธ์ และการมีส่วนร่วม	ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง			มาก

ที่มา: แผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ, คณะกรรมการกำหนดนโยบายและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (2558) และวิเคราะห์โดยผู้เขียน

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2557) ได้สรุปผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำดังนี้ แรงกดดันของปัญหาในด้านทรัพยากรน้ำที่มีมากขึ้น จะนำไปสู่ปัญหาความขัดแย้งที่รุนแรงขึ้น เพราะสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงมีผลเชื่อมโยงไปถึงปริมาณน้ำ การจัดสรรน้ำและความสามารถในการผลิตอาหาร ปัญหาที่รุนแรงขึ้นจะเป็นสาเหตุสำคัญให้ความตึงเครียดทางเศรษฐกิจและการเมืองมีมากขึ้น โดยเฉพาะในภูมิภาคที่มีทรัพยากรน้ำจำกัด และมีการแนะนำว่าทางเลือกในการปรับตัวต่อความเสี่ยงในเรื่องทรัพยากรน้ำมีไม่มากนัก แต่แนวทางที่สำคัญที่สุดที่จะช่วยลดปัญหาด้านทรัพยากรน้ำในระยะยาวถูกแสดงดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 มาตรการด้านอุปทานและอุปสงค์ด้านทรัพยากรน้ำ

มาตรการด้านอุปทาน (Water supply measures)	มาตรการด้านอุปสงค์ (Water demand measures)
• การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจัดการทรัพยากรน้ำ • การพัฒนาแหล่งน้ำใหม่และการจัดการแหล่งน้ำที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพในระยะยาว • การก่อสร้างแหล่งน้ำและระบบส่งน้ำเพื่อเพิ่มอุปทานน้ำ	• การใช้กฎระเบียบและเทคโนโลยีในการควบคุมที่ดินและน้ำโดยตรง • การสร้างแรงจูงใจและการเก็บภาษีที่มีผลต่ออุปนิสัยการใช้น้ำโดยตรง • การปรับปรุงระบบการจัดการน้ำ การดำเนินงานด้านสถาบัน มาตรการปรับตัวอื่นๆ อาจรวมถึงการปกป้องพืชพรรณธรรมชาติ • การปรับปรุงระบบการเกษตรที่อนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ

ภายใต้กรอบแนวทางดังกล่าว ก็ได้มีการนำแนวทางเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อให้เกิดแนวทางดำเนินการเพื่อปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ อันเป็นเรื่องที่จะต้องมีการวางแผนในบริบทเฉพาะของพื้นที่ ดังตัวอย่างที่ได้มีการศึกษามานี้ในระยะเวลาที่ผ่านมา

ผู้ศึกษา	ข้อมูลและประเด็นศึกษา	พื้นที่-ช่วงเวลาศึกษา	สรุปเนื้อหา
สุจิต คุณธนกุลวงศ์ และ วินัย เชาว์วิวัฒน์ (2552)	แบบจำลองภูมิอากาศ 3 แบบ ได้แก่ MRI – AGCM 3.1S, PRECIS และ CCCMA3 ด้วยภาพจำลองแบบ A1B A2 และ A1B Downscale ประเด็นศึกษา - ผลกระทบ, ความเปราะบางต่อทรัพยากรน้ำ	<u>พื้นที่</u> -ทั้งประเทศ <u>ช่วงเวลา</u> อนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2015 - 2039) และอนาคตอันไกล (ค.ศ.2075 - 2099)	ศึกษาเปรียบเทียบแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Models: RCMs) 3 แบบ ได้แก่ MRI – AGCM 3.1S, PRECIS และ CCCMA3 ด้วยภาพจำลองแบบ A1B A2 และ A1B ตามลำดับ แล้วปรับแก้ความเอนเอียงของข้อมูลด้วยเทคนิค rescaling เพื่อให้ได้ความน่าเชื่อถือของแบบจำลองมากยิ่งขึ้น ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณฝนในอนาคตอันใกล้ (near future) และอนาคตอันไกล (far future) เมื่อเปรียบเทียบกับฝนในช่วงเวลาปัจจุบัน ค.ศ.1979 – 2006 พบว่าปริมาณของฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงตามภูมิภาคต่างๆของประเทศไทย ในทุกแบบจำลองที่ได้ศึกษา พบว่า ส่วนมากฝนในพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันตก จะมีปริมาณฝนลดลงในช่วงอนาคตอันใกล้ ขณะที่พื้นที่อื่น เช่น ภาคตะวันตก ภาคใต้ฝั่งตะวันออก จะมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้น ส่วนช่วงเวลาดอนาคตอันไกลมีแนวโน้ม

ผู้ศึกษา	ข้อมูลและประเด็น ศึกษา	พื้นที่-ช่วงเวลา ศึกษา	สรุปเนื้อหา
			เพิ่มขึ้นในทุกภูมิภาค ยกเว้นผลจาก แบบจำลอง CCCMA3 ซึ่งฝนในภาคใต้กลับ ลดลง
หน่วยปฏิบัติการวิจัย ระบบการจัดการ แหล่งน้ำคณะ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย (2010)	AR4 แบบจำลองภูมิอากาศ PRECIS, MRI, CCCMA3 - Downscale ประเด็นศึกษา - ผลกระทบ, ความ เปราะบางและการ ปรับตัวต่อทรัพยากร น้ำ และภาคเกษตรกรรม	<u>พื้นที่</u> - ทั้งประเทศ <u>ช่วงเวลา</u> - สภาพปัจจุบัน - อนาคตอันใกล้ (2015-2039) - อนาคตไกล (2075-2099)	สภาพอากาศในอนาคตมีการเปลี่ยนแปลง และ มีการแกว่งตัวมากขึ้น ขณะที่ความต้องการใช้น้ำก็มีแนวโน้มมากขึ้นตามสภาพการเติบโต ของเศรษฐกิจและสังคม ทำให้การจัดการน้ำ จำเป็นต้องปรับตัวเพื่อให้เข้ากับสภาพความ ต้องการและศักยภาพใหม่ - ปรับกฎเกณฑ์การปล่อยน้ำให้เหมาะสมกับ สภาพของฝนที่มีรูปแบบเปลี่ยนแปลงไป เช่น การปล่อยน้ำให้ผู้ใช้น้ำเร็วหรือช้า กว่าเกณฑ์ที่เคยใช้ในอดีตตามฤดูฝนที่ เร็วหรือช้ากว่าเดิม - ปรับตารางการปลูกพืชให้เหมาะสมกับ รูปแบบฝนที่เปลี่ยนแปลง เช่น เริ่มการ ปลูกข้าวตามฝนที่ตกจริงในพื้นที่ซึ่งจะเร็ว หรือช้ากว่าช่วงเวลาปกติในอดีต โดยเฉพาะในเขตชลประทานที่เกษตรกร มักเริ่มปลูกตามความเคยชินในอดีต การปรับตัวจำเป็นต้องประเมินผลกระทบทั้ง ในเชิงปริมาณและตำแหน่งและควรบูรณาการ ให้ดำเนินการทั้งระดับลุ่มน้ำโครงการและพื้นที่ ในเวลาเดียวกันตามขนาดของผลกระทบการ ถ่ายทอดความรู้และเทคนิคการปรับตัวให้กับ ชาวนาทำให้ชาวนาเข้าใจและสามารถเตรียม ปรับตัวได้ดียิ่งขึ้น
รศ.ดร. สุจิต คุณธนกุลวงศ์ และ คณะ (2553)	AR4 แบบจำลองภูมิอากาศ ได้แก่ CGCM2 HadCM3 MRI และ PRECIS: ECHAM4 ประเด็นศึกษา - ผลกระทบ, ความ เปราะบางและการ ปรับตัวต่อทรัพยากร	<u>พื้นที่</u> - ทั้งประเทศ <u>ช่วงเวลา</u> - อนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2015 - 2039) - อนาคตอันไกล (ค.ศ.2075 - 2099)	วิเคราะห์ข้อมูลทั้งจากแบบจำลองโดยตรง (Raw) วิเคราะห์โดยใช้วิธีเทียบสัดส่วนด้วย ข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และวิเคราะห์ความ ละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD มีความแตกต่างกันไปทั้งแบบจำลองและทั้ง สมมติฐาน A2 และ B2 โดยรวมพบว่าอุณหภูมิ มีแนวโน้มสูงขึ้นในอนาคต และปริมาณฝนมี แนวโน้มลดลง ซึ่งจากการพิจารณาในภาพรวม ต่อการเลือกแบบจำลองและการวิเคราะห์ทาง สถิติเพื่อเลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ใน

ผู้ศึกษา	ข้อมูลและประเด็น ศึกษา	พื้นที่-ช่วงเวลา ศึกษา	สรุปเนื้อหา
	น้ำ		การพยากรณ์ข้อมูล ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การเทียบสัดส่วนจากแบบจำลอง CGCM2 โดยใช้การเทียบสัดส่วนค่อนข้างเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์เพื่อศึกษาผลกระทบและการปรับตัวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด เนื่องจากแนวโน้มค่าเฉลี่ยรายปี ลักษณะค่าเฉลี่ยรายเดือน และพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี มีความสอดคล้องโดยรวมกับข้อมูลตรวจวัดจริงมากที่สุด สำหรับแนวทางการปรับตัวด้านการบริหารจัดการน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ปริมาณฝนมีแนวโน้มลดลง สามารถทำได้โดยการปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำหลักให้สอดคล้องตามปีน้ำ เช่น มีการปรับเกณฑ์การปล่อยน้ำให้น้อยกว่าค่าในอดีตในปีน้ำน้อยเพื่อลดความเสี่ยงจากการขาดแคลนน้ำและปล่อยน้ำให้มากขึ้นในปีน้ำมากเพื่อลดความเสี่ยงจากน้ำท่วม พบว่า เกณฑ์ที่ปรับปรุงสามารถลดความขาดแคลนน้ำได้ 16.30 เปอร์เซ็นต์ ถึง 32.75 เปอร์เซ็นต์
รศ.ดร. สุจิตต์ คุณธนกุลวงศ์ และคณะภายใต้ความร่วมมือกับกรมชลประทานและ JIID ใน Chulalongkorn (2010)	AR4 แบบจำลองภูมิอากาศ ได้แก่ MRI ประเด็นศึกษา - ผลกระทบ, และการปรับตัวต่อทรัพยากรน้ำ และภาคเกษตรกรรม	<u>พื้นที่</u> - พื้นที่ลุ่มน้ำน่าน - พื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล <u>ช่วงเวลาศึกษา</u> - อนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2015 - 2039) และ - อนาคตอันไกล (ค.ศ.2075 - 2099)	วิเคราะห์ผลกระทบ การปรับตัวต่อภูมิอากาศโลกต่อพื้นที่เกษตรกรรม ระบบชลประทานและสภาพน้ำบาดาล ผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณฝนในอนาคตใกล้มีแนวโน้มสูงขึ้นประมาณ 4 – 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในอนาคตไกล แนวโน้มจะสูงขึ้นมากกว่าในอดีตถึง 10 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาในส่วนรายฤดูแล้วพบว่าในช่วงฤดูฝนปริมาณฝนจะลดลงแต่ในทางกลับกันปริมาณฝนในฤดูแล้งจะเพิ่มสูงขึ้น ผลกระทบด้านน้ำบาดาลโดยพิจารณาช่วงเวลาอายุประยะยาว 25 ปีทั้งในอนาคตใกล้ และอนาคตไกล พบว่าระดับน้ำบาดาลในอนาคตใกล้ระดับน้ำบาดาลจะต่ำลงมากกว่า 10 เมตรจากระดับผิวดิน มีโอกาสเกิด 16 เหตุการณ์ จาก 300 เหตุการณ์ ในฤดูแล้งเนื่องจาก

ผู้ศึกษา	ข้อมูลและประเด็น ศึกษา	พื้นที่-ช่วงเวลา ศึกษา	สรุปเนื้อหา
			ปริมาณกักเก็บน้ำบาดาลมีแนวโน้มลดลง ส่วน ฤดูฝนไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก สำหรับ อนาคตไถ่ระดับน้ำบาดาลไม่มีผลกระทบทั้ง ฤดูฝนและฤดูแล้งเนื่องจากระดับน้ำบาดาลมี การคืนตัวอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลง ปริมาณเก็บกักในอนาคตไถ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง ข้อเสนอแนะการปรับตัวมีทั้งในระดับลุ่มน้ำ ได้แก่ ปรับเกณฑ์การปล่อยน้ำของเขื่อนและ อ่างเก็บน้ำตามความต้องการน้ำและน้ำต้นทุนที่ ลดลงและเพิ่มขึ้นในอนาคต การเพิ่มระดับน้ำ เก็บกักในเขื่อนเพื่อลดความเสี่ยงจากน้ำท่วม ภายใต้มาตรการการเพิ่มความสูงของสันทาง ระบายน้ำล้นหรือเขื่อน ในระดับโครงการชลประทานได้แก่ การขุดลอก คลองที่บ่อขึ้น การปรับปรุงประตูควบคุม ปรับ ตารางการส่งน้ำ ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อลด ความเสี่ยงในการเสียหายจากน้ำท่วมและภัย แล้ง ในระดับแปลงน้านั้น เสนอแนะให้ปรับปรุงพันธ์ พืชที่ทนแล้งและน้ำท่วม การปรับตารางการ ปลูกให้ช้าหรือเร็วกว่าในอดีต การใช้เทคโนโลยี ในการปลูก การมีสระหรือแหล่งน้ำส่วนตัวหรือ บ่อน้ำในพื้นที่
รศ.ดร. สุจิต คุณธนกุลวงศ์ และ คณะภายใต้ความ ร่วมมือกับกรม ชลประทานและ JIID ใน Chulalongkorn (2011)	AR4 แบบจำลองภูมิอากาศ ได้แก่ MRI ประเด็นศึกษา - ผลกระทบ, และการ ปรับตัวต่อทรัพยากร น้ำ และภาคเกษตรกรรม	<u>พื้นที่</u> - พื้นที่ลุ่มน้ำปิง พื้นที่ชลประทานวัง บัว <u>ช่วงเวลาศึกษา</u> - อนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2015 - 2039) และ - อนาคตอันไกล (ค.ศ.2075 - 2099)	วิเคราะห์ผลกระทบ การปรับตัวต่อภูมิอากาศ โลกต่อพื้นที่เกษตรกรรม ระบบชลประทานและ สภาพน้ำบาดาล ผลกระทบต่อน้ำบาดาลช่วง ภัยแล้งในอดีตที่ผ่านมาโดยใช้แบบจำลองน้ำ บาดาลประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง ในปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิต่อการใช้น้ำได้ ดินในพื้นที่โครงการชลประทานวังบัว และ วิเคราะห์น้ำไหลเข้าอ่างและการปล่อยน้ำจาก เขื่อน ประเมินค่าของความต้องการน้ำ ชลประทานสำหรับเงื่อนไขในอนาคต พบว่า การสูบน้ำบาดาลจะมีความผันผวนมากขึ้นตาม รูปแบบการตกของฝนจะตกน้อยลงในฤดูฝน และปริมาณน้ำฝนมากขึ้นในช่วงฤดูแล้ง ดังนั้น

ผู้ศึกษา	ข้อมูลและประเด็น ศึกษา	พื้นที่-ช่วงเวลา ศึกษา	สรุปเนื้อหา
			การสูบน้ำบาดาลและน้ำจะมีการผันผวนมากขึ้น และได้มีข้อเสนอแนะการปรับตัวในระดับลุ่มน้ำ คือการปรับการบริหารอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปตามปีน้ำ (เก็บน้ำในปีน้ำน้อยและระบายน้ำในปีน้ำมาก) ควบคู่กับการควบคุมด้านความต้องการ การส่งเสริมให้มีการเพิ่มความจุเก็บกักน้ำรองรับการแกว่งตัวของสภาพภูมิอากาศในระดับโครงการชลประทานนั้น ส่งเสริมการปรับปรุงบ่อขุดเพื่อเพิ่มปริมาณเก็บกักน้ำ ปรับปรุงอาคารบังคับน้ำ เพื่อการจัดการน้ำที่ดีขึ้น ปรับการจัดสรรน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการจริงและสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไป ปรับปรุงระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม และในระดับแปลงนา ได้แก่ ปรับพันธุ์ข้าวให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศใหม่ ปรับตารางการปลูกพืช ปรับเทคนิคการปลูกพืช ขุดสระน้ำขนาดเล็กระดับแปลงนาเป็นน้ำสำรอง
รศ.ดร. สุจิต คุณธนกุลวงศ์ และ คณะภายใต้ความ ร่วมมือกับกรม ชลประทานและ JIID ใน Chulalongkorn (2012)	AR4 แบบจำลองภูมิอากาศ ได้แก่ MRI ประเด็นศึกษา - ผลกระทบ, และการ ปรับตัวต่อทรัพยากร น้ำ และภาคเกษตรกรรม	<u>พื้นที่</u> - เจ้าพระยา ตอนล่าง ได้แก่ พื้นที่สำนัก ชลประทานที่ 12 <u>ช่วงเวลาศึกษา</u> - อนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2015 - 2039) และ - อนาคตอันไกล (ค.ศ.2075 - 2099)	ผลวิเคราะห์สภาพพื้นที่จะประสบกับภาวะฝนจะตกน้อยลงในอนาคตอันใกล้แต่ฝนจะตกมากขึ้น (เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในอดีต) ในอนาคตอันใกล้แต่จะเกิด extreme event มากขึ้น ได้แก่ ลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่มีค่าเฉลี่ยความลึกฝนสูงขึ้นจาก 1,079 มิลลิเมตรต่อปี เป็น 1,121 มิลลิเมตรต่อปีในช่วงอนาคตอันใกล้ และ 1,140 มิลลิเมตรต่อปีในช่วงอนาคตอันไกล ซึ่งจะทำให้มีความเสี่ยงน้ำท่วมมากขึ้น นอกจากนี้ค่าอุณหภูมิที่สูงขึ้น 0.047°C ต่อปีในช่วงอนาคตอันใกล้และเพิ่มขึ้น 0.015°C ต่อปีในช่วงอนาคตอันไกล ส่งผลให้พืชมีความต้องการใช้น้ำมากขึ้น (evapotranspiration) ทำให้มีความเสี่ยงต่อภัยแล้งมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกษตรกรรมส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการปลูกพืช เตรียมความพร้อมสำหรับการจัดสรรน้ำที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้นโดยการจัดสรรน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นจริง / และมีการใช้น้ำบาดาลรองรับภัยแล้งและ

ผู้ศึกษา	ข้อมูลและประเด็น ศึกษา	พื้นที่-ช่วงเวลา ศึกษา	สรุปเนื้อหา
			มีการเตรียมความพร้อมสำหรับน้ำท่วมที่เกิดขึ้น ด้วยเหตุที่ฝนมีความผันผวนในอนาคต ดังนั้นจึงมีมาตรการการปรับตัวระดับโครงการชลประทานและแปลงนา โดยระดับโครงการชลประทาน ได้แก่ การขุดลอกคลองที่บ่อขึ้น การปรับปรุงประตูควบคุม ปรับตารางการส่งน้ำ ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อลดความเสี่ยงในการเสียหายจากน้ำท่วมและภัยแล้ง ในระดับแปลงนานั้น เสนอแนะให้ปรับปรุงพันธ์พืชที่ทนแล้งและน้ำท่วม การปรับตารางการปลูกให้ช้าหรือเร็วกว่าในอดีต การใช้เทคโนโลยีในการปลูก การมีสระหรือแหล่งน้ำส่วนตัวหรือบ่อน้ำในพื้นที่ มาตรการเหล่านี้บางส่วนเป็นมาตรการทางโครงสร้างที่เพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนในอนาคต บางมาตรการเน้นการลดความต้องการใช้น้ำและเพิ่มความสามารถในการรับมือกับความไม่แน่นอนของภูมิอากาศในอนาคต
รศ.ดร. สุจิต คุณธนกุลวงศ์ และ คณะภายใต้ความ ร่วมมือกับกรม ชลประทานและ JIID ใน Chulalongkorn (2013)	AR4 แบบจำลองภูมิอากาศ ได้แก่ MRI ประเด็นศึกษา - ผลกระทบ, และการ ปรับตัวต่อทรัพยากร น้ำ และภาคเกษตรกรรม	<u>พื้นที่</u> - ทั่วประเทศ <u>ช่วงเวลา</u> - อนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2015 - 2039) - อนาคตอันไกล (ค.ศ.2075 - 2099)	ผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศโลกที่เปลี่ยนแปลงมีผลต่อการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำต้องมีการปรับปรุงเกณฑ์การปล่อยน้ำเพื่อรองรับกับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างที่มีการผันผวนขึ้น สำหรับการศึกษผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พบว่า ในอนาคตอันใกล้ การบริหารอ่างฯของเขื่อนภูมิพลแบบปกติทั่วไปที่เคยทำในอดีตจะทำให้การขาดแคลนน้ำลดลงทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง จากที่เคยขาดแคลนน้ำ 14 ครั้งในอดีตเหลือเพียง 6 ครั้ง ในอนาคตอันใกล้ ขณะที่เขื่อนสิริกิติ์จะมีความขาดแคลนน้ำมากขึ้นจาก 13 ปีในอดีตเป็น 18 ปีในอนาคตอันใกล้ ในขณะที่การบริหารอ่างฯ เพื่อจัดการน้ำท่วมในฤดูฝนมีแนวโน้มขาดแคลนสูงขึ้น เนื่องจากมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ น้อยลงโดยที่รอบการเกิด 100 ปีนั้น ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างภูมิพลลดลงประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อ่างสิริกิติ์ลดลงประมาณ 27 เปอร์เซ็นต์ ประกอบกับการปล่อยน้ำในฤดูแล้งมาก ทำให้มีแนวโน้มขาด

ผู้ศึกษา	ข้อมูลและประเด็น ศึกษา	พื้นที่-ช่วงเวลา ศึกษา	สรุปเนื้อหา
			แคลนลดลง นอกจากนี้มีการรวบรวมความคิดเห็นในมาตรการการปรับตัวในระดับต่าง ๆ เช่น ปรับเกณฑ์การบริหารอ่างเก็บน้ำในช่วงปีน้ำมากและปีน้ำแล้ง โดยการปล่อยน้ำมากขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ ทั้งเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์ ในช่วงเวลาที่สอดคล้องกับการควบคุมการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ชลประทานทำให้การขาดแคลนนํ้าน้อยที่สุด ปรับปรุงระบบโทรมาตรระบบเตือนล่วงหน้าสภาพภูมิอากาศ เพิ่มมาตรการจัดเก็บอ่างเก็บน้ำ (เสริมสร้างเขื่อนขุดลอกตะกอนดิน) ปรับปรุงการบริหารจัดการลุ่มน้ำ (เตรียมการจัดเก็บชั่วคราว เช่น บ่อ การปลูกป่า) ปรับรูปแบบการเพาะปลูก เช่น ในกรณีอนาคตอันใกล้ของเขื่อนภูมิพล การเลื่อนเวลาการเพาะปลูกให้เร็วขึ้นหรือช้าลงตามการเริ่มต้นของฤดูฝนที่เปลี่ยนไปทำให้สามารถลดการขาดแคลนนํ้าได้ 15 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การเลื่อนการเพาะปลูกไม่มีผลกับเขื่อนสิริกิติ์
รศ.ดร. สุจิต คุณธนกุลวงศ์ และ คณะ (2558)	AR4 และ AR5 แบบจำลองสภาพ ภูมิอากาศโลก MRI- AGCM Downscaled and Bias Correction ประเด็นศึกษา - ผลกระทบ, ความ เปราะบางต่อ ทรัพยากรน้ำ	<u>พื้นที่</u> - ทั่วประเทศ <u>ช่วงเวลา</u> อนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2015 - 2039) และอนาคตอันไกล (ค.ศ.2075 - 2099)	การศึกษาการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงสูงสุดในระดับลุ่มน้ำของประเทศ ไทยและจีน ได้ทำการทบทวนและรวบรวมผลการจำลองและการทำนายจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก AR4 และ AR5 รวบรวมข้อมูลฝนรายวันจากสถานีวัดน้ำฝนในประเทศไทยจากกรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทานวิเคราะห์ downscaled products จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก AR4 และ AR5 ศึกษาปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุดในระดับลุ่มน้ำของประเทศไทย และประเมินสภาวะน้ำหลากด้วยปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงสูงสุดในลุ่มน้ำตัวอย่างพบว่า การกระจายตัวของฝนในอนาคตอันใกล้และในอนาคตอันไกลในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำยมมีการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่อย่างเด่นชัด โดยพบว่าปริมาณ Peak Flow ของสภาพฝนในอนาคตอันใกล้และอนาคตอันไกลในลำน้ำหลักทุกสถานีน้ำท่าวัดลดลง เมื่อเทียบกับปริมาณฝนสูงสุดในปัจจุบัน

ผู้ศึกษา	ข้อมูลและประเด็น ศึกษา	พื้นที่-ช่วงเวลา ศึกษา	สรุปเนื้อหา
			เนื่องจากปริมาณฝนมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ลดลงบริเวณพื้นที่ด้านบนของลำน้ำ และในพื้นที่ตอนล่างของลำน้ำก็มีปริมาณในขนาดอันไถ่และขนาดอันไถ่ที่ลดลงด้วย แม้ว่าพื้นที่ตอนกลางของลุ่มน้ำจะมีแนวโน้ม การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนเพิ่มสูงขึ้น แต่ ก็เป็นเฉพาะในบางพื้นที่เท่านั้น ส่งผลให้ ภาพรวมของน้ำท่าในลำน้ำหลักลดลงในเกือบ ทุกสถานี แม้ว่าปริมาณน้ำท่าคาดการณ์จาก ฝนในขนาดอันไถ่และขนาดอันไถ่จะมี แนวโน้มลดลง แต่การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน ดังกล่าวสามารถก่อให้เกิดสภาวะน้ำหลากแบบ สุดโต่ง (Extreme Flood) ได้ โดยเฉพาะบาง พื้นที่ในจังหวัด แพร่ สุโขทัย พิษณุโลก และ พิจิตร เนื่องจากปริมาณ Peak Flow ที่สูงกว่า ระดับตลิ่ง (จากการออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมในปัจจุบัน) อย่างไรก็ตามในการศึกษาเน้น การศึกษาด้านผลกระทบเท่านั้น ยังไม่ได้ศึกษา เรื่องมาตรการการปรับตัวในพื้นที่นี้

ในแง่ของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของทรัพยากรน้ำบาดาลนั้น เนื่องจากในอนาคต การปรับตัวของทุกภาคส่วนในแง่ของการใช้น้ำจะมุ่งเน้นการสร้างความมั่นคงด้านน้ำ (water security) ดังนั้นจะมีการ วางแผนการสำรองน้ำมากขึ้น เนื่องจากการแปรปรวนและเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นบ่อยมากขึ้นทำให้ ประชาชนและหน่วยงานที่ทำหน้าที่ให้บริการโครงสร้างพื้นฐานรู้สึกไม่มั่นคง จะมีการศึกษาแนวทางและสร้างทางเลือก ในการจัดการน้ำให้มีความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำให้น้อยลง ซึ่งน้ำบาดาลก็เป็นทางเลือกที่มีความมั่นคงสูง แต่การ สร้างเสถียรภาพของน้ำบาดาลนั้น เป็นเรื่องที่ทำหาย เนื่องจากในวัฏจักรของน้ำนั้น น้ำบาดาลเป็นส่วนที่ได้รับการ เพิ่มเติมมาจากน้ำฝนและน้ำผิวดิน ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ทั้งการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจึงก่อให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงของสมดุลน้ำอย่างมาก เช่น การเปลี่ยนแปลงอัตราการเพิ่มเติมน้ำบาดาล (recharge) ที่ลดลงอย่างมาก ของพื้นที่เมือง และน้ำที่เป็นน้ำไหลบ่า (runoff) ที่เพิ่มมากขึ้นนี้ก็เกิดปัญหาการระบายน้ำและทำให้เกิด อุทกภัย ดังนั้น การผันน้ำจากน้ำผิวดินมาเป็นน้ำบาดาล (MAR) ในฤดูฝนจึงเป็นแนวทางที่ชาญฉลาดในการจัดการน้ำ เพื่อเพิ่มน้ำสำรองไว้ใช้ในฤดูแล้งและเป็นการลดอัตราการไหลสูงสุดของการไหลในฤดูน้ำหลากได้ด้วย

การใช้น้ำบาดาล เป็นการเพิ่มศักยภาพในการจัดการ (coping capacity) ความแปรปรวนของทรัพยากรน้ำใน อนาคตจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จึงเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการจัดการน้ำในอนาคตในพื้นที่เขตที่มีปริมาณฝน มากแต่มีระบบการกักเก็บได้น้อยและเกิดสภาวะน้ำท่วมและภัยแล้งเป็นประจำเนื่องจากความแปรปรวนของปริมาณฝน เช่นนี้ เช่น พื้นที่ในลุ่มน้ำยม ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และพื้นที่ในภาคตะวันออก เป็นต้น

ข้อสรุปและเสนอแนะที่นักวิชาการในกลุ่ม GRAPHIC พบและสรุปรวบรวมไว้ 7 ประเด็นสำคัญ คือ จากกรณีศึกษาต่างๆ 20 กรณี จากประเทศต่างๆ 30 ประเทศทั่วโลก ที่มีความแตกต่างด้านลักษณะอุทกธรณีวิทยา และสภาพภูมิอากาศ (Treidel et al, 2012) คือ

1. เพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นของประชากร จะมีการเพิ่มขึ้นของการใช้น้ำบาดาลเพื่อการชลประทาน ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความมั่นคงด้านการผลิตอาหารและผลผลิตทางการเกษตร อย่างไรก็ตามการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลต้องอยู่บนพื้นฐานความเข้าใจลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาและการคาดการณ์ผลกระทบจากภูมิอากาศ และสถานะทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการใช้น้ำบาดาลและก่อให้เกิดปัญหาการลดระดับน้ำบาดาลอย่างรุนแรงในหลายพื้นที่ทั่วโลก
2. การให้การสนับสนุนการศึกษาลักษณะแหล่งน้ำบาดาลและการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลเป็นเรื่องสำคัญและเร่งด่วน เนื่องจากในประเทศที่กำลังพัฒนาหลายๆ ประเทศยังขาดการพัฒนากระบวนการและเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์ (รวมถึง ระดับน้ำบาดาล อัตราการใช้น้ำบาดาล จำนวนบ่อบาดาล คุณภาพน้ำบาดาล และแผนที่อุทกธรณีวิทยา) ดังนั้นข้อมูลที่มีอยู่จึงยังไม่สมบูรณ์และไม่น่าเชื่อถือ จึงเป็นเรื่องที่ต้องเร่งให้การสนับสนุนในการพัฒนาข้อมูลและสร้างบุคลากร ในการพัฒนาระบบบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลก่อนที่การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศขั้นรุนแรงจะมีผลต่อประเทศเหล่านั้น
3. การใช้น้ำบาดาลให้น้อยที่สุดเป็นการลดความเปราะบางของพื้นที่ชายฝั่งทะเล เนื่องจากการใช้น้ำบาดาลปริมาณมากในพื้นที่ใกล้ชายฝั่งทะเลมีผลให้เกิดการแทรกตัวของน้ำบาดาลเค็ม หากมีความเป็นไปได้จึงควรย้ายบ่อน้ำบาดาลที่อยู่ในบริเวณใกล้ชายฝั่งเข้าไปในเขตแผ่นดินให้มากขึ้น
4. การจัดการเชิงการปรับตัวต้องใช้แนวทางการร่วมมือเพื่อลดปัญหาจากผลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการกระทำของมนุษย์ต่อความยั่งยืนของทรัพยากรน้ำบาดาล จึงควรตระหนักว่าการจัดการปัญหาต้องดำเนินการเพื่อลดการใช้น้ำบาดาลให้น้อยที่สุด โดยใช้การบริหารจัดการการใช้น้ำร่วมกับน้ำผิวดินให้เหมาะสม (conjunctively manage surface and groundwater resources to meet demand) ให้การศึกษาและสร้างจิตสำนึกการประหยัดน้ำ กำหนดพื้นที่อนุรักษ์น้ำบาดาลเพื่อปกป้องแหล่งน้ำสำคัญ (establish protection zones around water supply wells) ปรับปรุงกฎหมาย และสร้างจิตสำนึกในทุกๆ ระดับ
5. การจัดการภัยแล้งในหลายๆ ประเทศนิยมใช้การเจาะบ่อน้ำบาดาลฉุกเฉินในการแก้ปัญหาภัยแล้ง แต่ไม่คำนึงถึงความยั่งยืนของทรัพยากรน้ำบาดาล ดังนั้นจึงเกิดปัญหาในระยะยาวขึ้น การวางแผนการรับมือภัยแล้งอย่างเป็นระบบจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้สามารถใช้น้ำบาดาลได้ในระยะยาว
6. การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลที่ยังไม่มีประสิทธิภาพทำให้แหล่งน้ำบาดาลตกอยู่ภายใต้ความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการกระทำของมนุษย์ การกำหนดนโยบายที่ไม่ชัดเจน ขาดกฎหมายที่ครอบคลุมสภาพปัญหา และการบังคับใช้กฎหมายที่อ่อนแอ นำไปสู่ความเสี่ยงของทรัพยากรน้ำบาดาลในหลายๆ ประเทศ
7. ในการกำหนดนโยบายควรมีการกำหนดกรอบการใช้น้ำบาดาลและขอบเขตของการลดลงของน้ำบาดาล (groundwater withdrawal) โดยการศึกษาการปริมาณเพิ่มเติมน้ำบาดาลและกำหนดปริมาณการใช้ที่ปลอดภัยและยั่งยืน (safe and sustainable yield) รวมทั้งมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล เนื่องจากจะเป็นข้อกำหนดในการควบคุมกิจการน้ำบาดาล การติดตามตรวจสอบปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล และ

กำหนดแผนการปรับตัวที่เกี่ยวข้องกับน้ำบาดาลจำเป็นต้องมีข้อมูลเหล่านี้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่หลาย ๆ ประเทศในโลกยังไม่มีการศึกษาวิจัย

ในบริบทของประเทศไทยการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลดำเนินการภายใต้องค์ความรู้ด้านอุทกธรณีวิทยา และมีการพัฒนาควบคู่กับการจัดการภายใต้องค์ความรู้และกฎหมายที่ครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ อย่างเหมาะสมในสถานการณ์ปัจจุบัน แต่ยังคงขาดการศึกษาวิจัยประเด็นที่อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต โดยเฉพาะประเด็นการศึกษาสมมูลน้ำบาดาลที่อาจเปลี่ยนแปลงไปจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยเฉพาะประเด็นการศึกษาการเพิ่มเติมน้ำบาดาลที่เปลี่ยนแปลงไปในพื้นที่ต่าง ๆ ในประเทศไทย ดังนั้นจึงควรเร่งทำการศึกษาวินิจฉัยผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำบาดาล และความเสี่ยงของพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งแตกต่างกันไปตามลักษณะอุทกธรณีวิทยา การใช้ที่ดิน และภูมิอากาศ โดยคำนึงถึงแรงขับเคลื่อนจากสภาพภูมิอากาศสภาพสังคม และเศรษฐกิจในอนาคต

เนื่องจากความแตกต่างกันของน้ำต้นทุนน้ำผิวดินและศักยภาพน้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำ ดังนั้นแหล่งน้ำบาดาลที่มีความมั่นคงจะช่วยให้เกิดความมั่นคงด้านน้ำในภาพรวมของพื้นที่ได้ โดยเฉพาะพื้นที่ที่ขาดมีน้ำต้นทุนน้อยและมีปัญหาด้านการพัฒนาแหล่งน้ำและระบบชลประทาน ดังนั้นการใช้น้ำร่วมระหว่างผิวดินและน้ำบาดาล (conjunctive use) จึงเป็นทางเลือกในการเพิ่มน้ำต้นทุนให้กับพื้นที่ลุ่มน้ำในภาพรวม การศึกษาและวางแผนการใช้และจัดการน้ำในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้น การกำหนดแผนงานและทางเลือกการพัฒนาการใช้น้ำร่วมระหว่างผิวดินและน้ำบาดาลจึงมีสำคัญมากในการลดความเสี่ยงด้านน้ำและเป็นการก่อให้เกิดความมั่นคงด้านน้ำในระยะยาว

การวางแผนจัดการน้ำในภาพรวมต้องเน้นการจัดการที่เชื่อมโยงกันของน้ำผิวดินและน้ำบาดาล และจัดการให้เกิดการใช้น้ำบาดาลให้เหมาะสมตามศักยภาพ จึงเป็นกุญแจสำคัญในการจัดการน้ำบาดาลในอนาคต แต่เนื่องจากการขาดความรู้เรื่องกระบวนการเพิ่มเติมน้ำบาดาลส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมมูลน้ำบาดาล จึงมักเกิดการพัฒนาใช้น้ำบาดาลโดยขาดการวางแผนการเติมน้ำบาดาลทดแทนส่วนที่ใช้ไป ดังนั้น หากมีแผนการจัดการเติมน้ำบาดาล (Managed Aquifer Recharge, MAR) ให้ครอบคลุมพื้นที่ต่าง ๆ จึงเป็นแนวทางการปรับตัวที่สำคัญในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในอนาคต เช่น การจัดการน้ำฝนในหลายประเทศที่พัฒนาแล้วได้กำหนดให้เป็นกฎหมายในพื้นที่เขตเมืองและเขตอุตสาหกรรม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ทำให้การเติมน้ำบาดาลเปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดการไหลบ่าบนผิวดินมากขึ้นเป็นเหตุให้มีปริมาณน้ำท่วมผิวดินที่มากกว่าสภาพธรรมชาติมาก จนเกิดเป็นปัญหาในการจัดการระบายน้ำและลดการเติมน้ำบาดาลจนเกิดเป็นปัญหาย้ายเล็งตามมาอย่างที่ไม่ควรจะเกิด

3.4 สรุป

เมื่อคิดถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของการจัดการน้ำที่ยั่งยืนแล้ว แนวทางที่ประเทศไทยควรจะต้องพิจารณาคือ การรวบรวมประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศลงในยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ด้านการจัดการน้ำ ซึ่งรวมไปถึงการจัดการภัยพิบัติอันเนื่องมาจากน้ำด้วย โดยในการจัดทำขอบข่ายงานการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย (National Adaptation Framework, NAF) นั้นจะต้องมีการจัดทำรายละเอียดประเด็นหลักและการจัดลำดับความสำคัญของโครงการภายใต้กรอบการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติของภาคส่วนในกลุ่มทรัพยากรน้ำ การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง ซึ่งมีแนวทางที่อาจสรุปได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.12 ประเด็นและข้อเสนอแนะภาคทรัพยากรน้ำ: การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง

ประเด็นและข้อเสนอแนะภาคทรัพยากรน้ำ: การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง	การมุ่งเน้น การจัดการน้ำ อย่าง บูรณาการ	การสร้าง ความร่วมมือ ในการรับมือและลด ความเสียหายจาก อุทกภัยและภัยแล้ง
1. การพัฒนาระบบฐานข้อมูล องค์ความรู้ เทคโนโลยี นโยบาย เครื่องมือ การบริหารจัดการและกฎหมาย ที่ครอบคลุมและเหมาะสมทั้งในสภาวะปกติและสภาวะวิกฤต		/
2. การพัฒนาและปรับปรุงองค์รหลักด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (เครือข่าย โครงสร้างองค์กร การบริหารทุกสถานการณ์)	/	/
3. การบูรณาการการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำจากทุกภาคส่วน (ศูนย์ข้อมูล กฎหมาย กำหนดทิศทาง ประสิทธิภาพ) โครงการบริหารจัดการน้ำจะต้องก่อประโยชน์ต่อสังคม หลังจากคำนึงถึงผลกระทบต่อกลุ่มบุคคลทุกกลุ่ม ตลอดจนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	/	
4. การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนในการจัดการทรัพยากรน้ำและภัยพิบัติ องค์การและการเรียนรู้ภาคประชาชน การมีส่วนร่วมการพึ่งพาตนเอง (เปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนได้เสียร่วมพิจารณาประโยชน์และทางเลือกของโครงการตั้งแต่ต้น และผลกระทบต่าง ๆ)	/	
5. การช่วยเหลือ ชดเชยและประกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ มีระบบประกันภัย แผนที่ความเสียหาย มีระบบการชดเชยที่เป็นธรรมต่อผู้ถูกผลกระทบทุกกลุ่ม ผู้ได้รับประโยชน์จากโครงการควรมีส่วนร่วมรับภาระการชดเชยแก่ผู้เสียหาย		/

ที่มา: สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ (2558)

นอกจากนั้นแล้ว ในอนาคตการพัฒนาและบริหารจัดการน้ำบาดาลจะเกี่ยวข้องกับความมั่นคงทางด้านน้ำ (water security) ในภาพรวมของประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยน้ำบาดาลมีความจำเป็นในหลายภาคส่วนการใช้น้ำ และมีความมั่นคงมากกว่าน้ำผิวดิน ดังนั้น หากมีการพัฒนาใช้อย่างเหมาะสมจะเป็นแหล่งน้ำสำคัญในการแก้ปัญหา ด้านความมั่นคงด้านน้ำในภาพรวมในอนาคตได้โดยเฉพาะในมิติน้ำเพื่อครัวเรือน น้ำเพื่อเขตเมือง (น้ำเพื่อการบริโภค) น้ำเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ (โดยเฉพาะอุตสาหกรรมและบริการ) และการสำรองไว้เพื่อลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ อย่างไรก็ดี การศึกษาและการรวบรวมข้อมูลงานวิจัยด้านน้ำบาดาลที่เกี่ยวข้องกับการแปรปรวนและเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศและประเด็นที่พึงพิจารณาของน้ำบาดาลและการบริหารจัดการในอนาคตของประเทศไทยยังมีไม่มากนัก จึง จำเป็นต้องเร่งดำเนินการเพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงศักยภาพของน้ำบาดาลในอนาคต ตลอดจนกระบวนการเติมน้ำใต้ดิน เพื่อให้สามารถเตรียมความพร้อมการพัฒนาไปในทิศทางที่ถูกต้องเพื่อลดความเสี่ยงและเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำใน อนาคตได้อย่างเหมาะสม

3.5 เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. 2558. รายงานสถานการณ์น้ำบาดาลประเทศไทย โครงการวางเครือข่ายสถานีสังเกตการณ์น้ำบาดาลเพื่อติดตามสถานการณ์น้ำบาดาล ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 ไตรมาสที่ 1 สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล, กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมทรัพยากรน้ำบาดาล 2553 โครงการสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาล ศึกษากำหนดเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์และประเมินการใช้น้ำบาดาลเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- คณะกรรมการกำหนดนโยบายและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ. 2558. แผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ, กรุงเทพฯ.
- สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และวินัย เชาวน์วิวัฒน์. 2552. การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก. การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14 พฤษภาคม 2552.
- สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ. 2553. สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงของไทยและผลกระทบด้านน้ำ รายงานวิจัยหน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบจัดการแหล่งน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ. 2553. โครงการผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝนน้ำทำรายเดือนของประเทศไทยและต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อจัดการทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่พร้อมระบบสนับสนุนการตัดสินใจและกระบวนการทางสังคมในบริเวณพื้นที่จังหวัดระยอง. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ
- สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ. 2558. การจัดทำกรอบการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ, 2558, โครงการการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงสูงสุด ในระดับลุ่มน้ำของประเทศไทยและจีน. รายงานฉบับสมบูรณ์ภายใต้ความร่วมมือไทย-จีน เสนอ ต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2557. สถานการณ์ก๊าซเรือนกระจก / ผลกระทบ/ ปริมาณน้ำฝนน้ำทำ. Available online:
<http://www.tgo.or.th/2015/thai/content.php?s1=8&s2=24&sub3=sub3>
- 2030 WRG (2030 Water Resources Group). 2009. Charting our water future: Economic frameworks to inform decision-making. Washington, DC, 2030 WRG.
- Ali, R., McFarlane, D., Varma, S., Dawes W., Emelyanova, I., and Hodgson, G. 2012. Potential climate change impacts on the water balance of regional unconfined aquifer systems in south-western

- Australia. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 16, 4581–4601, 2012. [Online]. Available on: <http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/16/4581/2012/hess-16-4581-2012.pdf>
- Ames, A. 1998. A documentation of glacier tongue variations and lake development in the Cordillera Blanca, Peru. *Zeitschrift fuer Gletscherkunde und Glazialgeologie* 34(1): 1–36.
- Bates, B., Kundzewicz, Z.W., Wu, S., and Palutikof, J.P. 2008. Climate change and water. Technical paper VI of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change Secretariat, Geneva, 210 pp.
- Chinvanno, S., Luang-Aram V., Sangmanee, C. and Thanakijmethavut, J. 2009. Simulation of future climate scenario for Thailand and surrounding countries. Final technical report to Thailand Research Fund, Bangkok.
- Chulalongkorn. 2010. The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Case Study: Plaichumphol Irrigation Project, Thailand). Presented at JIID Seminar on Impact of Climate Change on Irrigation Systems. Bangkok.
- Chulalongkorn. 2011. The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Wangbua Irrigation Project case study). Final Report submitted to JIID.
- Chulalongkorn. 2012. The Impact of Climate Change towards Irrigation Systems and Adaptation Measures (Case study: The Royal Irrigation Office Region 12). Research Report submitted to JIID.
- Chulalongkorn. 2013. The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Dam Operation Analysis). Research Report submitted to JIID.
- Groves, D., Knopman, D., Lempert, R., Berry, S. and Wainfan S. 2008. Identifying and Reducing Climate Change Vulnerabilities in Water Management Plans. The Rand Corporation, Santa Monica, CA.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M and H.L. Miller (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- IPCC. 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K, Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. and Midgley, P.M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- IPCC. 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental

- Panel on Climate Change. [Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, MacCracken A.N.S., Mastrandrea, P.R. and White, L.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.
- Kaser, G and Osmaston, H. 2002. Tropical Glaciers. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kundzewicz, Z.W., Mata, L.J., Arnell, N.W., Döll, P., Kabat, P., Jiménez, B., Miller, K.A., Oki, T., Sen, Z. and Shiklomanov, I.A. 2007. Freshwater resources and their management. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J and Hanson, C.E (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. pp. 173–210.
- Lempert, R.J., Popper, S.W. and Bankdes, S.C. 2003. Shaping the Next One Hundred Years: New Methods for Quantitative, Long-Term Policy Analysis. RAND Corporation.
- Nettasana, T., Craig, J. & Tolson, B., 2012, Conceptual and numerical models for sustainable groundwater management in the Thaphra area, Chi River Basin, Thailand, Hydrogeology Journal (2012) 20: 1355–1374, DOI 10.1007/s10040-012-0887-6.
- Saraphirom, P., Wirojanagud, W. and Srisuk, K. 2013 a. Impact of Climate Change on Waterlogging and Salinity Distributions in Huai Khamrian Subwatershed, NE Thailand, Environmental Earth Sciences, Springer, ISSN 1866-6280 (September 2013) Volume 70, Number 2: Pages 887–900.
- Saraphirom, P., Wirojanagud, W., and Srisuk, K. 2013 b. Potential Impact of Climate Change on Area Affected by Waterlogging and Saline Groundwater and Ecohydrology Management in Northeast Thailand, EnvironmentAsia Volume 6 (1) January 2013, Pages 19-28.
- The Centre for Climate Research Singapore and the Met Office Hadley Centre. 2014. A Regional Climate Modeling Experiment for Southeast Asia (SEACAM): Using PRECIS Regional Model and selected CMIP3 Global Climate Modeling. The Technical Report from SEACAM workshop. Available at: <http://ccrs.weather.gov.sg/wp-content/uploads/2015/03/Regional-Climate-Modelling-Experiment-for-Southeast-Asia.pdf>
- Treidel, H., Jose Luis Martin-Bordes, and Jason Gurdak. 2012. Climate Change Effects on Groundwater Resources: A Global Synthesis of Findings and Recommendations. Taylor and Francis – CRC Press in cooperation with the International Association of Hydrogeologists (IAH).
- UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs). 2013. World Population Prospects: The 2012 Revision. New York, Population Division, United Nations (UN). <http://esa.un.org/wpp/>

- UNFCCC. 2014. Introduction to the technical guidelines for the NAP process. Technical meeting on national adaptation plans 24 – 26 February 2014 Dar es Salaam, Tanzania.
- United Nations. 2003. World Water Development Report: Water for Life, Water for People. Paris: UNESCO and Barcelona: Berghahn Books. 544 pp.
- USAID. 2010. Asia-Pacific Regional Climate Change Adaptation Assessment. United States Agency for International Development. Available at http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADS197.pdf.
- USCB (United States Census Bureau). 2012. International Programs. World Population. http://www.census.gov/population/international/data/worldpop/table_population.php
- WaterRF. 2013. A framework for assessing climate change Vulnerability and Defining Robust Management for Water Utilities. The Water Research Foundation, WRF Report 4262, Denver, CO
- Wilk J and Wittgren HB (eds.). 2009. Adapting Water Management to Climate Change. Swedish Water House policy Brief nr. 7. SIWI.
- World Economics. 2014. World Economics: Global Growth Tracker. http://www.worldeconomics.com/papers/Global%20Growth%20Monitor_7c66ffca-ff86-4e4c-979d-7c5d7a22ef21.paper
- WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2009. The United Nations World Water Development Report 3: Water in Changing World. Paris, UNESCO.
- WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. Paris, UNESCO.
- UNESCO IHP. 2008. Ground Water Resource Assessment under the Pressure of Humanity and Climate Change (GRAPHIC): A frame work document GRAPHIC series N°2. Paris, UNESCO.
- Least Development Countries (LDC) Expert Group. 2012. The National Adaptation Plan Process: A brief overview. Bonn: UNFCCC secretariat. Bonn, Germany.

บทที่ 4: การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของระบบเกษตรที่มั่นคง ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Robust Agriculture System to Climate Change)

ศุภกร ชินวรรณ¹ และ พนมศักดิ์ พรหมบุรณย์²

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตมีแนวโน้มที่จะส่งผลโดยตรงต่อการเกษตรทั้งในเชิงกายภาพของทั้งพืชและสัตว์ อีกทั้งอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ที่ใช้เพื่อการเกษตร โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปริมาณฝน ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในหลายพื้นที่อาจทำให้คุณสมบัติของดินและทรัพยากรน้ำซึ่งเป็นปัจจัยการผลิตหลักของภาคการเกษตรเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ปริมาณน้ำเพื่อการเกษตรก็อาจเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณฝนที่เปลี่ยนไปในอนาคต โดยการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันทั้งในเชิงพื้นที่และช่วงเวลา ผลสืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตการเกษตรโดยทำให้ระบบเกษตรตกอยู่ในภาวะเสี่ยงที่แตกต่างไปจากปัจจุบัน ดังนั้นภาคส่วนเกษตรจึงควรคิดถึงยุทธศาสตร์และแนวทางที่จะปรับตัวต่อสถานการณ์ในอนาคต

การทำการเกษตรของไทยโดยเฉพาะการเพาะปลูกพืชมีความหลากหลาย สาเหตุส่วนหนึ่งเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมทางกายภาพในพื้นที่เกษตรในภาคใต้จนถึงทางตอนเหนือของประเทศ ที่อยู่ระหว่างละติจูด 5 องศา 37 ลิปดาเหนือถึง 20 องศา 28 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 97 องศา 21 ลิปดาตะวันออกถึง 105 องศา 37 ลิปดาตะวันออก มีลักษณะทางภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูงในภาคเหนือ ที่ราบสูง ที่ราบลุ่มตอนกลาง และพื้นที่ชายฝั่งทะเลในตอนกลาง ตะวันออก และตอนใต้ของประเทศที่มีอิทธิพลต่อสภาพดิน ฟ้า อากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการกำหนดความเหมาะสมของการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิด ทั้งนี้ระบบเกษตรของประเทศไทยโดยเฉพาะที่มีระบบการปลูกพืชเป็นหลักนั้น พึ่งพิงทุนทรัพยากรการผลิต ภูมิอากาศ และสภาพปัจจัยแวดล้อมทางธรรมชาติ เศรษฐกิจ และสังคม/นโยบาย ที่มีความผันผวนอยู่ตลอดเวลา ไม่มีกรอบนโยบายและทิศทางการพัฒนาด้านการเกษตรที่เป็นรูปธรรมชัดเจนในการพร้อมรับมือการเปลี่ยนแปลงปัจจัยเหล่านี้ ทำให้ระบบเกษตรภายใต้สภาพการณ์ในอดีตถึงปัจจุบันต้องเผชิญกับความเสี่ยงในหลายมิติที่มีความสัมพันธ์กันไม่สามารถแยกผลกระทบที่เกิดจากแต่ละปัจจัยเสี่ยง (threats) ได้อย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตข้างหน้าแล้วอาจคาดการณ์ได้ว่าบริบทความเสี่ยงของระบบเกษตรโดยเฉพาะที่มีระบบพืชเป็นหลักจะเปลี่ยนไปในทิศทางที่อาจจะส่งผลกระทบเชิงลบเพิ่มมากขึ้น การกำหนดทิศทางการพัฒนาและการจัดการระบบเกษตรจำเป็นต้องทำความเข้าใจถึงบริบทความเสี่ยงที่มีความเฉพาะเจาะจงและผันแปรไปตามสภาพปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพภูมิสังคมนิเวศ และทิศทางการพัฒนาที่เฉพาะเจาะจงในแต่ละพื้นที่ เพื่อนำไปกำหนดทิศทางการจัดการระบบเกษตรที่เหมาะสมและมีความคงทน (robust) ต่อบริบทความเสี่ยงภายใต้สถานการณ์อนาคตที่อาจจะเปลี่ยนแปลงไปในระยะยาว

บทความนี้จับประเด็นระบบเกษตรในแง่ของการปลูกพืชหลักโดยมิได้รวมถึงการเลี้ยงสัตว์หรือการประมงเข้าไว้ด้วย เนื่องจากข้อจำกัดด้านองค์ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและภาคส่วนการเกษตร ซึ่งการศึกษาในประเทศไทยในระยะที่ผ่านมาได้เน้นที่ระบบการเพาะปลูกเป็นหลัก โดยมีเป้าหมายที่จะชี้ให้เห็นถึงภาวะคุกคามที่การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตอาจมีต่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจในประเทศไทยและความจำเป็นที่ระบบเกษตร

¹ ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

² ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร (ศวพก.), คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ไทยจะต้องคิดถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตอย่างจริงจัง และแนวคิดในการปรับตัวในภาคการเกษตรในระดับสากล ตลอดจนแนวทางการประยุกต์แนวคิดด้านการปรับตัวเหล่านั้นกับระบบเกษตรในประเทศไทย จากตัวอย่างเท่าที่ได้มีการศึกษาในประเทศไทยในระยะที่ผ่านมา

4.1 แรงขับเคลื่อนและความท้าทายที่ก่อให้เกิดความจำเป็นของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคส่วนการเกษตร

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตภายใต้ภาวะโลกร้อนอาจส่งผลกระทบต่อระบบเกษตรในหลายทาง กล่าวคือ

- การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับผลผลิตการเกษตร
โดยพื้นฐานแล้ว พืชต้องการสภาวะอากาศที่เหมาะสมเพื่อการเติบโต และการติดดอกออกผล การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทั้งกลางวันและกลางคืน ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน การกระจายตัวของฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างช่วงฤดูเพาะปลูก อีกทั้งการขยับเลื่อนของฤดูกาล จะมีผลโดยตรงต่อผลผลิตของพืชต่าง ๆ ซึ่งอาจแตกต่างกันไปตามความอ่อนไหวของพืชแต่ละชนิดที่มีต่อสภาพอากาศที่พืชนั้น ๆ จะทนทานหรือเติบโตได้ การเปลี่ยนแปลงผลผลิตที่ลดน้อยลงนำมาซึ่งความจำเป็นที่จะต้องเตรียมการปรับตัวเพื่อให้แน่ใจได้ว่า ผลผลิตทางการเกษตรยังคงอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับความต้องการบริโภคและการผลิตด้านอุตสาหกรรมเกษตรตลอดจนการค้าระหว่างประเทศในอนาคต
- การเปลี่ยนแปลงของความถี่และความรุนแรงของภาวะอากาศรุนแรงต่อผลผลิตการเกษตร
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตอาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของภาวะอากาศรุนแรง (รูปที่ 4.1) ได้แก่ ภาวะฝนแล้งหรือทิ้งช่วง และภาวะฝนตกหนักซึ่งก่อให้เกิดน้ำท่วม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณพื้นที่ราบริมแม่น้ำซึ่งมักจะใช้เป็นพื้นที่เพื่อการเกษตร ภาวะอากาศรุนแรงเหล่านี้นำมาซึ่งภัยพิบัติเมื่อเกิดความเสียหายในวงกว้าง ซึ่งพื้นที่เกษตรก็เป็นพื้นที่ที่มักจะอยู่ในข่ายเสี่ยงจากภัยพิบัติอันเนื่องจากภาวะอากาศรุนแรงเหล่านี้ โอกาสที่ผลผลิตการเกษตรอาจจะเกิดความเสียหายมากขึ้นนี้นำมาซึ่งความจำเป็นที่จะต้องเตรียมการปรับตัวเพื่อให้แน่ใจได้ว่าความเสี่ยงเหล่านี้จะถูกจัดการได้อย่างเหมาะสม

Phenomenon and direction of trend	Assessment that changes occurred (typically since 1950 unless otherwise indicated)	Assessment of a human contribution to observed changes	Likelihood of further changes	
			Early 21st century	Late 21st century
Warmer and/or fewer cold days and nights over most land areas	Very likely (2.6) Very likely Very likely	Very likely (10.6) Likely Likely	Likely (11.3)	Virtually certain (12.4) Virtually certain Virtually certain
Warmer and/or more frequent hot days and nights over most land areas	Very likely (2.6) Very likely Very likely	Very likely (10.6) Likely Likely (nights only)	Likely (11.3)	Virtually certain (12.4) Virtually certain Virtually certain
Warm spells/heat waves. Frequency and/or duration increases over most land areas	Medium confidence on a global scale Likely in large parts of Europe, Asia and Australia (2.6) Medium confidence in many (but not all) regions Likely	Likely ^a (10.6) Not formally assessed More likely than not	Not formally assessed ^d (11.3)	Very likely (12.4) Very likely Very likely
Heavy precipitation events. Increase in the frequency, intensity, and/or amount of heavy precipitation	Likely more land areas with increases than decreases ^c (2.6) Likely more land areas with increases than decreases Likely over most land areas	Medium confidence (7.6, 10.6) Medium confidence More likely than not	Likely over many land areas (11.3)	Very likely over most of the mid-latitude land masses and over wet tropical regions (12.4) Likely over many areas Very likely over most land areas
Increases in intensity and/or duration of drought	Low confidence on a global scale Likely changes in some regions ^d (2.6) Medium confidence in some regions Likely in many regions, since 1970 ^e	Low confidence (10.6) Medium confidence ^d More likely than not	Low confidence ^e (11.3)	Likely (medium confidence) on a regional to global scale ^b (12.4) Medium confidence in some regions Likely ^a
Increases in intense tropical cyclone activity	Low confidence in long term (centennial) changes Virtually certain in North Atlantic since 1970 (2.6) Low confidence Likely in some regions, since 1970	Low confidence ^e (10.6) Low confidence More likely than not	Low confidence (11.3)	More likely than not in the Western North Pacific and North Atlantic ⁱ (14.6) More likely than not in some basins Likely
Increased incidence and/or magnitude of extreme high sea level	Likely (since 1970) (3.7) Likely (late 20th century) Likely	Likely ^a (3.7) Likely ^a More likely than not ^a	Likely ⁱ (13.7)	Very likely ⁱ (13.7) Very likely ^a Likely

รูปที่ 4.1 รูปแบบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต
โดย สีน้ำเงิน = IPCC AR5 สีแดง = IPCC AR4
(ที่มา: IPCC AR5)

- การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับทรัพยากรการผลิตทางการเกษตร

นอกจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลโดยตรงต่อการเติบโตของพืชและผลผลิตการเกษตรดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตยังส่งผลทางอ้อมต่อความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูก โดยอาจส่งผลต่อทรัพยากรการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง น้ำในพื้นที่ชลประทานต่าง ๆ นอกจากนั้นปัญหาดินเค็มในบางพื้นที่ก็อาจเปลี่ยนแปลงไปภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต

ในประเทศไทยระบบการผลิตทางเกษตรใช้พื้นที่ประมาณ 130 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 40.6 ของพื้นที่ทั้งประเทศ การใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรของไทยมีลักษณะสำคัญสองประการ ได้แก่ ประการแรก พื้นที่การเกษตรดังกล่าวร้อยละ 40 อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและอีกประมาณร้อยละ 40 อยู่ในภาคเหนือและภาคกลางรวมกัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) การใช้พื้นที่ทางการเกษตรเป็นไปอย่างเสรีตามความต้องการของตลาดและแหล่งทุนจากภายนอกระบบชนบท และประการที่สอง ระบบการผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นพื้นที่อาศัยน้ำฝนซึ่งมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและเป็นแหล่งผลิตข้าวคุณภาพสำหรับการบริโภคภายในประเทศและส่งออก รวมทั้งเป็นแหล่งผลิตอ้อยโรงงานและมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศซึ่งเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมเกษตรในการผลิตอาหารสัตว์และพลังงานชีวมวล

การศึกษาเรื่องผลกระทบของสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตการเกษตรและระบบเกษตรในประเทศไทยโดยมีผลการศึกษาซึ่งบ่งชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการเตรียมการปรับตัวต่อสถานการณ์ในรูปแบบต่าง ๆ กัน กล่าวคือ

4.1.1 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับแนวโน้มผลผลิตการเกษตรในอนาคต

การศึกษาโดยเกริก และคณะ (2552) ได้ใช้แบบจำลองผลผลิตการเกษตร DSSAT4 และใช้ข้อมูลภูมิอากาศอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 GCM A2 และ B2 ซึ่งคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS พบว่า ผลผลิตพืชไร่วิถีหลัก ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย มัน และปาล์มน้ำมัน มีแนวโน้มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะเวลาประมาณ 20 ปีข้างหน้า (ช่วงทศวรรษที่ 2560-2570) เล็กน้อย โดยผลผลิตข้าวนาปีอาศัยน้ำฝนซึ่งเป็นระบบหลักในการผลิตอาหารของประเทศมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยและมีความแตกต่างกันระหว่างลุ่มน้ำหลักของประเทศ โดยการผลิตรข้าวนาปีในลุ่มน้ำเจ้าพระยาจะได้รับผลกระทบเล็กน้อย แต่การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะมีผลต่อการปลูกข้าวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น กาฬสินธุ์ สกลนคร มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร มุกดาหาร อำนาจเจริญ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี ทั้งนี้ผลผลิตข้าวนาปีอาจได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภายใต้สมมุติฐานว่ามีน้ำในระบบชลประทานเพียงพอ ส่วนผลผลิตมันสำปะหลังมีแนวโน้มคงที่ ผลผลิตของอ้อยโดยรวมแล้วมีแนวโน้มค่อนข้างดีขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกอ้อยในเขตภาคเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในพื้นที่ปลูกจังหวัดกาฬสินธุ์ มีแนวโน้มลดลง ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่มีความแปรปรวนสูงระหว่างปี และผลผลิตปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มคงที่ และค่อนข้างมีเสถียรภาพ

อย่างไรก็ดี แม้ว่าผลการศึกษาระบุว่าผลผลิตการเกษตรในอนาคตมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อคำนึงถึงค่าเฉลี่ยในห้วงเวลาประมาณ 20 ปี แต่ผลการศึกษาก็ได้ชี้ให้เห็นถึงประเด็นที่ทำให้ภาคการเกษตรไทยต้องคำนึงถึงเรื่องการปรับตัวให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในอนาคต กล่าวคือ สภาพอากาศภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตจะส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรมีความแปรปรวนสูงขึ้นกว่าปัจจุบัน นอกจากนี้ ถึงแม้ว่าผลผลิตโดยรวมของประเทศจะไม่มีเปลี่ยนแปลงที่รุนแรงมากนัก แต่พบว่าบางพื้นที่จัดได้ว่าเป็นพื้นที่วิกฤติต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งผลผลิตในอนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงมาก ทั้งนี้พื้นที่วิกฤติ ได้แก่

- พื้นที่ทำน่าน้ำฝนหรือข้าวนาปี ตลอดจนพื้นที่ปลูกอ้อยและมันสำปะหลังทางภาคเหนือของประเทศ
- พื้นที่นาข้าวและพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในช่วงฤดูแล้ง ที่ได้รับผลกระทบจะขยายขอบเขตไปในหลายพื้นที่ โดยส่วนใหญ่เป็นจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แถบจังหวัดอุดรธานี กาฬสินธุ์ สกลนคร มหาสารคาม ร้อยเอ็ด และอุบลราชธานี
- พื้นที่ที่ผลผลิตของมันสำปะหลังลดลงส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดหนองคาย ระยอง นครราชสีมา เลยกาญจนบุรี ระยอง สุพรรณบุรี และกำแพงเพชร
- พื้นที่ปลูกข้าวโพดที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด ได้แก่ บริเวณจังหวัดอุดรธานี จันทบุรี เพชรบูรณ์ พะเยา เชียงราย และศรีสะเกษ ให้ผลผลิตต่ำกว่าปีฐานน้อยกว่าร้อยละ 35 และแหล่งปลูกข้าวโพดที่ได้รับผลกระทบรองลงมา ได้แก่ จังหวัดตาก อุดรธานี เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครสวรรค์ เลย สระแก้ว สุพรรณบุรี สระบุรี พะเยา และเชียงราย

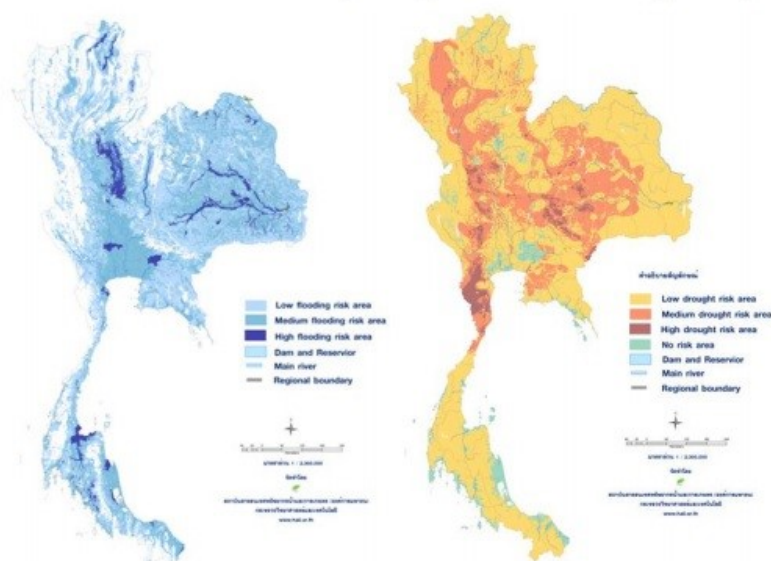
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงผลผลิตการเกษตรนี้บ่งชี้ถึงความจำเป็นที่ประเทศไทยจะต้องคิดถึงการปรับตัวที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต โดยพิจารณาเป็นรายพื้นที่ที่ผลผลิตการเกษตรอาจมีความแปรปรวนมากขึ้นในอนาคต

4.1.2 การเปลี่ยนแปลงของความถี่และความรุนแรงของภาวะอากาศรุนแรงต่อผลผลิต

การเกษตร

ภาวะอากาศรุนแรง ได้แก่ ภาวะความแห้งแล้งเนื่องจากปริมาณฝนในรอบปีมีน้อยกว่าปริมาณที่ควรเป็น หรือ มีช่วงเวลาฝนทิ้งช่วงที่ยาวนานกว่าปกติ อีกทั้งภาวะฝนตกหนักที่นำมาซึ่งสถานการณ์น้ำท่วมในพื้นที่เกษตร (รูปที่ 4.2) ภาวะสภาพอากาศรุนแรงเหล่านี้ส่งผลให้ผลผลิตการเกษตรเสียหาย ซึ่งประเทศไทยก็ประสบปัญหานี้มาอย่างต่อเนื่องเนื่องจากสภาพอากาศแปรปรวนในระยะที่ผ่านมา ดังจะเห็นได้จากสถิติพื้นที่เสียหายจากภาวะอากาศรุนแรง (ตาราง 4.1 และ 4.2)

พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (ซ้าย) และน้ำแล้ง (ขวา)



หลายพื้นที่มีความเสี่ยงทั้งภัยน้ำท่วมและน้ำแล้งในทีเดียวกัน

ข้อมูลจากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

5

รูปที่ 4.2 พื้นที่แล้งซ้ำซาก น้ำท่วมซ้ำซากของประเทศไทย (ที่มา: กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย)

ตารางที่ 4.1 พื้นที่เพาะปลูกข้าวที่เสียหายอันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2548-2551

หน่วย : ไร่

ภัยธรรมชาติ	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551
ภัยแล้ง	601,350.85	945.00	330,696.00	36,568.00
ฝนทิ้งช่วง	1,845,329.50	781,147.00	1,823,475.50	2,141,209.25
อุทกภัย	2,685,937.00	5,301,920.50	3,262,169.00	4,561,098.00

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2552)

ตารางที่ 4.2 พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่เสียหายอันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2548-2551

หน่วย : ไร่

ภัยธรรมชาติ	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551
ภัยแล้ง	1,079,078.25	28,880.00	85,643.25	35,054.00
ฝนทิ้งช่วง	504,038.00	221,114.00	391,035.25	61,384.75
อุทกภัย	306,765.54	779,543.75	621,180.25	1,271,843.25

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2552)

โดยในระยะเวลาที่ผ่านมา ภาครัฐได้ให้การช่วยเหลือต่อเกษตรกรผู้ประสบภัยโดยวิธีการสนับสนุนเงินช่วยเหลือ กรมส่งเสริมการเกษตรได้รวบรวมข้อมูลงบประมาณที่ภาครัฐต้องชดเชยให้กับเกษตรกรเนื่องจากความเสียหายจากภัยธรรมชาติ (ภัยแล้ง ฝนทิ้งช่วง และอุทกภัย) ตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ.2548 – 2551 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552) พบว่า พื้นที่เพาะปลูกข้าวและพืชไร่ รวมถึงจำนวนครัวเรือนซึ่งประสบภัยธรรมชาติธรรมชาติมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเป็นผลให้ภาครัฐต้องจ่ายเงินชดเชยให้กับเกษตรกรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 1,963.55 ล้านบาทในปี 2548 เป็น 3,289.08 ล้านบาท และ 3,891.59 ล้านบาท ในปี 2549 และ 2550 และเพิ่มขึ้นเป็น 5,252.17 ล้านบาทในปี 2551 ซึ่งงบประมาณที่ภาครัฐจะต้องใช้จ่ายในการชดเชยให้กับเกษตรกรอาจสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคตหากคำนึงถึงปัจจัยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น การปรับตัวโดยการแสวงหากลไกใหม่ ๆ เพื่อช่วยในการจัดการความเสี่ยงที่อาจจะเพิ่มสูงขึ้นในอนาคตจึงจัดว่าเป็นเรื่องที่สำคัญ

4.1.3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับทรัพยากรการผลิตทางการเกษตร

ระบบการเกษตรในประเทศไทยโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นระบบเกษตรที่อาศัยน้ำฝนธรรมชาติ และมีส่วนน้อยที่เป็นระบบเกษตรในพื้นที่ชลประทาน โดยมีสัดส่วนพื้นที่ประมาณ 22.87 เปอร์เซ็นต์³ อย่างไรก็ตาม ระบบเกษตรนอกพื้นที่ชลประทานซึ่งอาศัยน้ำฝนตามฤดูกาลเป็นหลักนั้น ก็มีการดำเนินกิจกรรมด้านชลประทานขนาดเล็กในหลายรูปแบบควบคู่ไปกับการอาศัยน้ำฝนตามฤดูกาลด้วยเช่นกัน เช่น บ่อน้ำขนาดเล็กในไร่นา อ่างเก็บน้ำขนาดเล็กของชุมชน หรือ การปั๊มน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อสนับสนุนกิจกรรมการเกษตรในชุมชน เป็นต้น ประเด็นที่พึงพิจารณา คือ ภาวะความผันผวนของสภาพอากาศแปรปรวนในปัจจุบันเริ่มส่งผลให้ระบบเกษตรต้องพึ่งพาการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการเกษตรมากขึ้น เนื่องจากความไม่แน่นอนของฤดูกาลและการกระจายตัวของฝนในรอบปี นอกจากนั้นแล้ว การทำการเกษตรแบบเข้มข้นโดยการปลูกพืชหลายรอบในรอบปี และการปรับเปลี่ยนพืชเศรษฐกิจในหลายพื้นที่ทำให้รูปแบบความต้องการทรัพยากรน้ำเพื่อการเกษตรเปลี่ยนแปลงไป ทั้งในแง่ของปริมาณความต้องการใช้น้ำและช่วงเวลาที่ต้องการใช้น้ำในรอบปี และเป็นปัจจัยที่ทำให้ระบบเกษตรต้องพึ่งพาการจัดการน้ำมากขึ้นเช่นกัน

อย่างไรก็ดี ภาวะความแปรปรวนของสภาพอากาศในระยะที่ผ่านมา ก็แสดงให้เห็นว่า ระบบชลประทานทั้งขนาดใหญ่และเล็กอาจจะไม่สามารถใช้งานได้ตามขีดความสามารถของระบบชลประทานนั้น ๆ เนื่องจากมีปริมาณน้ำในระบบชลประทานน้อยกว่าศักยภาพการกักเก็บ ทำให้ต้องเกิดการจัดสรรน้ำระหว่างภาคส่วนอย่างระมัดระวังมากขึ้น และอาจจะต้องมีการจำกัดพื้นที่เพาะปลูกเนื่องจากไม่มีน้ำเพียงพอที่จะสนับสนุนกิจกรรมการเกษตรต่าง ๆ ข้อมูล

³ พื้นที่การเกษตรรวมทั้งประเทศไทย 131.59 ล้านไร่ และพื้นที่ชลประทานรวม 29.98 ล้านไร่ (ข้อมูล ณ สิ้นปีงบประมาณ 2556 ที่มา: กรมชลประทาน, 2557 information.rid.go.th/secretary/scan/ppt02.ppt)

ดังที่แสดงในตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำใช้งานของอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ ซึ่งมีน้อยกว่าปริมาณที่ควรจะเป็น อันเป็นสิ่งบ่งชี้ประการหนึ่งถึงความเสี่ยงของภาคส่วนการเกษตรที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตถ้าหากปริมาณฝนในรอบปีเปลี่ยนแปลงไป หรือมีกรณีที่เกิดปีที่ภาวะฝนน้อยบ่อยครั้งขึ้นในอนาคต

ตารางที่ 4.3 ปริมาณน้ำในเขื่อน และอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2556-2559 (ข้อมูล ณ วันที่ 24 มีนาคม 2559)

ภาค อ่างเก็บน้ำ เขื่อน	ความจุ ที่ รณก. (ล้าน ม. ³)	ปริมาตรน้ำในอ่างฯ								ปริมาตรน้ำไหลลงอ่างฯ ค่าเฉลี่ยรวมทั้งปี (ล้าน ม.3)		
		ปัจจุบัน ปี 2559 (ณ วันที่ 24 มี.ค.59)		ปี 2558 (ณ วันที่ 24 มี.ค.58)		ปี 2557 (ณ วันที่ 24 มี.ค.57)		ปี 2556 (ณ วันที่ 24 มี.ค.56)		ปี 2558	ปี 2557	ปี 2556
		ปริมาตร น้ำ (ล้าน ม. ³)	% เทียบ รณก.	ปริมาตร น้ำ (ล้าน ม. ³)	% เทียบ รณก.	ปริมาตร น้ำ (ล้าน ม. ³)	% เทียบ รณก.	ปริมาตร น้ำ (ล้าน ม. ³)	% เทียบ รณก.			
ภาคเหนือ												
เขื่อนภูมิพล	13,462	4,469	33	5,587	42	5,774	43	5,918	44	5,641	5,716	5,602
เขื่อนสิริกิติ์	9,510	4,114	43	5,288	56	4,506	47	4,089	43	5,677	5,722	5,391
เขื่อนแม่งัด	265	51	19	136	51	184	69	129	49	323	331	332
เขื่อนกิ่วลม	106	26	25	49	46	81	76	52	49	549	562	281
เขื่อนแม่งวง	263	27	10	41	16	101	38	89	34	193	202	186
เขื่อนกิ่วคอหมา	170	22	13	72	42	130	76	128	75	215	245	297
เขื่อนแควน้อย	939	308	33	391	42	301	32	487	52	1,381	1,522	1,653
รวม ภาคเหนือ	24,715	9,017	36	11,564	47	11,077	45	10,892	44	13,979	14,300	13,742
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ												
เขื่อนลำปาว	1,980	492	25	676	34	477	24	256	13	2,314	2,389	1,985
เขื่อนลำตะคอง	314	94	30	122	39	212	68	104	33	272	275	270
เขื่อนลำพระเพลิง	110	58	53	25	23	77	70	41	37	174	177	184
เขื่อนน้ำอูน	520	152	29	231	44	211	41	111	21	444	454	443
เขื่อนอุบลรัตน์	2,431	597	25	996	41	1,087	45	787	32	2,482	2,526	2,271
เขื่อนสิรินธร	1,966	1,039	53	1,117	57	1,164	59	1,088	55	1,673	1,693	1,664
เขื่อนจุฬาภรณ์	164	59	36	79	48	54	33	63	38	158	161	165
เขื่อนห้วยหลวง	135	22	16	42	31	45	33	24	18	168	172	161
เขื่อนลำนางรอง	121	61	50	69	57	94	78	69	57	57	59	30
เขื่อนมูลบน	141	39	28	61	43	113	80	43	30	97	100	82
เขื่อนน้ำพุง	166	57	34	56	34	71	43	69	42	131	133	103
เขื่อนลำแซะ	275	78	28	120	44	242	88	122	44	206	213	193
รวมภาค ตะวันออกเฉียง เหนือ	8,323	2,748	33	3,594	43	3,847	46	2,777	33	8,176	8,352	7,551
ภาคกลาง												
เขื่อนป่าสักฯ	960	331	34	402	42	336	35	307	39	2,331	2,459	2,200
เขื่อนกระเสียว	240	53	22	107	45	164	68	117	49	341	348	256
เขื่อนทับเสลา	160	46	29	50	31	27	17	43	27	138	145	124

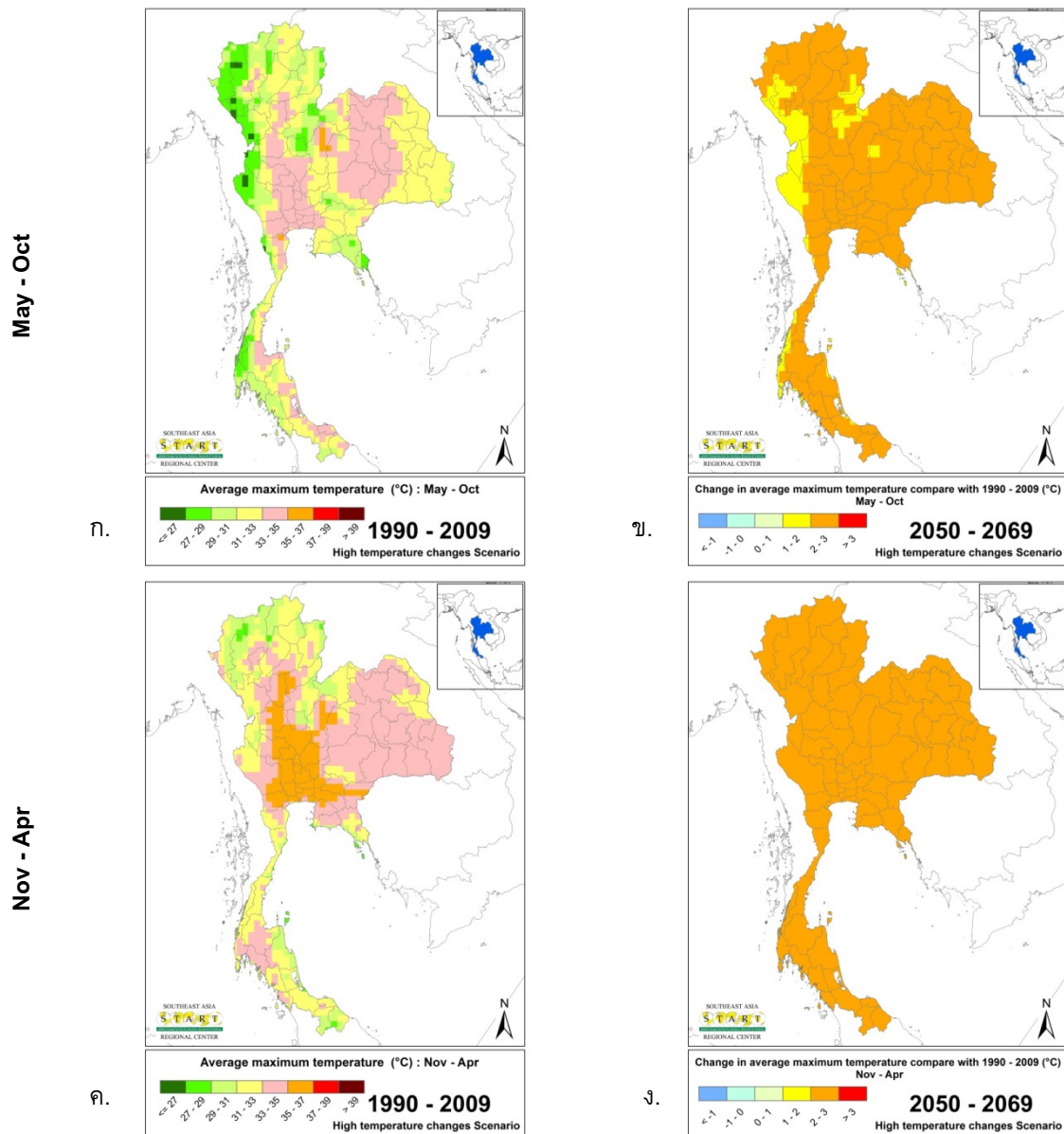
ภาค อ่างเก็บน้ำ เขื่อน	ความจุ ที่ รณก. (ล้าน ม. ³)	ปริมาณน้ำในอ่างฯ								ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ค่าเฉลี่ยรวมทั้งปี (ล้าน ม.3)		
		ปัจจุบัน ปี 2559 (ณ วันที่ 24 มี.ค.59)		ปี 2558 (ณ วันที่ 24 มี.ค.58)		ปี 2557 (ณ วันที่ 24 มี.ค.57)		ปี 2556 (ณ วันที่ 24 มี.ค.56)		ปี 2558	ปี 2557	ปี 2556
		ปริมาตร น้ำ (ล้าน ม. ³)	% เทียบกับ รณก. (ล้าน ม. ³)	ปริมาตร น้ำ (ล้าน ม. ³)	% เทียบกับ รณก. (ล้าน ม. ³)	ปริมาตร น้ำ (ล้าน ม. ³)	% เทียบกับ รณก. (ล้าน ม. ³)	ปริมาตร น้ำ (ล้าน ม. ³)	% เทียบกับ รณก. (ล้าน ม. ³)			
รวมภาค กลาง	1,360	430	32	559	41	527	39	467	39	2,810	2,952	2,580
ภาคตะวันตก												
เขื่อนศรีนครินทร์	17,745	12,262	69	12,509	70	13,931	79	14,298	81	4,641	4,703	4,339
เขื่อนวชิราลงกรณ์	8,860	4,377	49	4,575	52	5,556	63	5,856	66	5,485	5,519	5,369
รวมภาค ตะวันตก	26,605	16,639	63	17,084	64	19,487	73	20,154	76	10,126	10,222	9,708
ภาคตะวันออก												
เขื่อนบางพระ	117	30	26	43	37	59	50	61	52	45	45	44
เขื่อนหนองปลาไหล	164	125	76	106	65	111	68	122	75	220	216	203
เขื่อนคลองสียัด	420	112	27	105	25	164	39	207	49	298	303	204
เขื่อนขุนด่านปราการชล	224	88	39	74	33	36	16	88	39	314	324	337
เขื่อนประแสร์	248	188	76	193	78	190	77	190	77	284	284	295
รวมภาค ตะวันออก	1,173	543	46	521	44	560	48	668	57	1,161	1,172	1,083
ภาคใต้												
เขื่อนแก่งกระจาน	710	259	36	352	50	445	63	384	54	891	898	929
เขื่อนปาดมบุรี	391	81	21	186	48	258	74	108	31	448	457	436
เขื่อนรัชชประภา	5,639	4,252	75	4,355	77	4,496	80	3,659	65	2,611	2,623	2,598
เขื่อนบางลาง	1,454	930	64	1,316	91	1,005	69	976	67	1,567	1,564	1,545
รวมภาคใต้	8,194	5,522	67	6,209	76	6,204	76	5,127	63	5,517	5,542	5,508
รวมทั่วประเทศ	70,370	34,899	50	39,531	56	41,702	59	40,085	57	41,769	42,540	40,172

หมายเหตุ : รณก. หมายถึง ระดับน้ำเก็บกักของอ่างฯ

% เทียบกับ รณก.

	> 80%
	51-80%
	30-50%
	< 30%

ตัวอย่างการคาดการณ์อนาคตที่แสดงให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในทิศทางที่มีหน้าร้อนที่ร้อนมากขึ้น (รูปที่ 4.3) และระยะเวลาที่มีอากาศร้อนจัดในรอบปียาวนานมากขึ้น⁴ (รูปที่ 4.4)

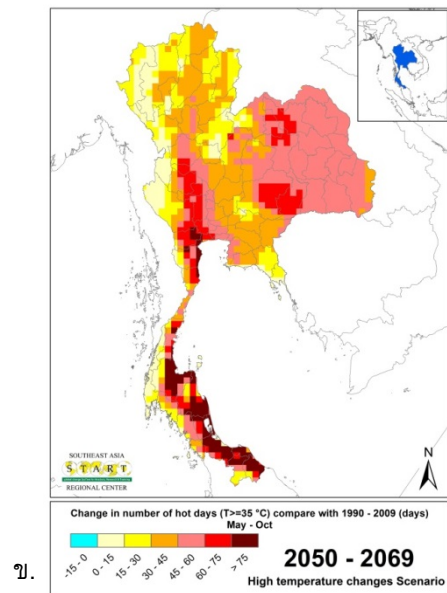
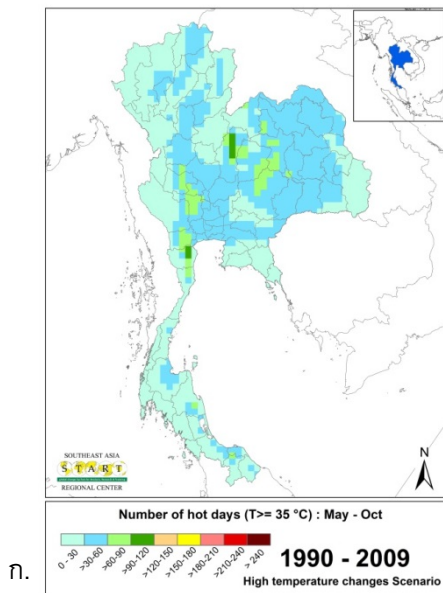


รูปที่ 4.3 ภาพการจำลองภูมิอากาศอนาคตตามภาพฉายที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมาก สำหรับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (Average maximum temperature) (ก) ปีฐานปัจจุบันช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ข) ปีอนาคตช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ค) ปีฐานปัจจุบันช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ง) ปีอนาคตช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ที่มา: CCRS and MOHC⁵, 2014)

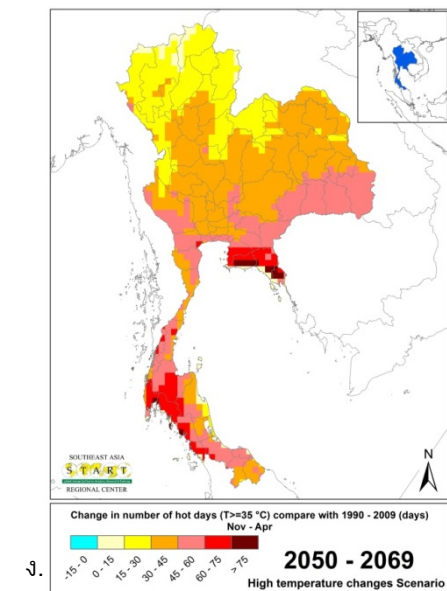
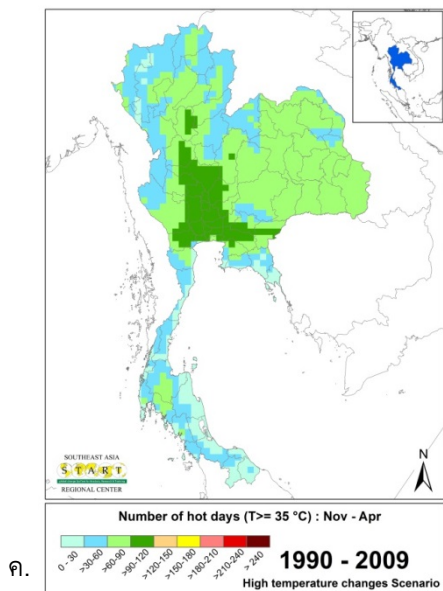
⁴ ภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตามแนวทางที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมาก (High temperature change scenario) ประมวลผลโดย SEA START RC (2016)

⁵ ชุดข้อมูลภูมิอากาศอนาคตเป็นการประมวลผลโดยใช้ข้อมูลการจำลองภูมิอากาศโลก 17 แบบจำลองภายใต้ภาพฉายอนาคตการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ A1B และคำนวณเพิ่มรายละเอียดโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS และทำการหาข้อสรุป

May - Oct

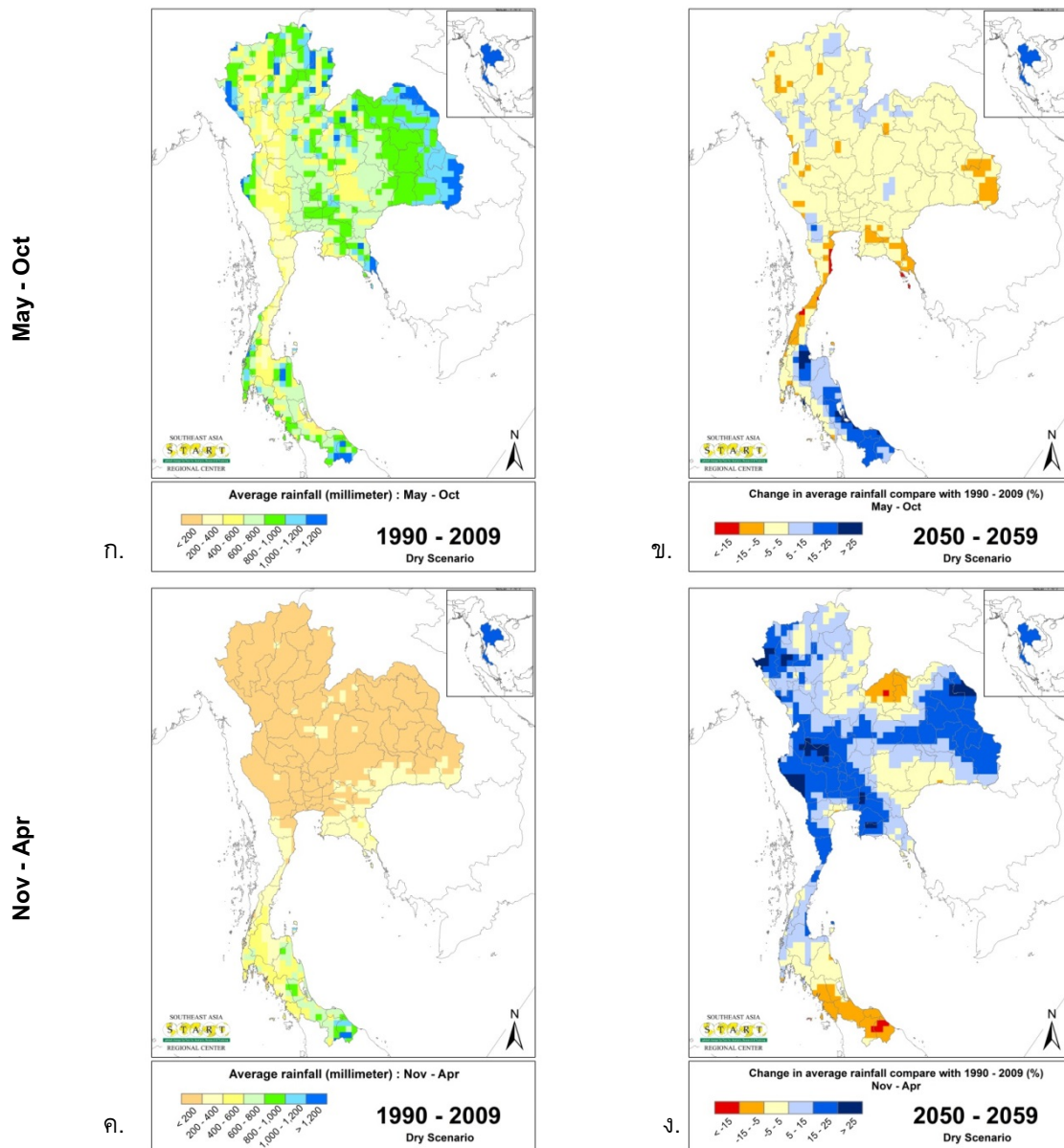


Nov - Apr



รูปที่ 4.4 ภาพการจำลองภูมิอากาศอนาคตตามภาพฉายที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากสำหรับการเปลี่ยนแปลงจำนวนวันที่มีอากาศร้อนในรอบปี (Number of hot days; $T \geq 35^{\circ}\text{C}$) (ก) ปีฐานปัจจุบันช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ข) ป้อนาคตช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ค) ปีฐานปัจจุบันช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ง) ป้อนาคตช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ที่มา: CCRS and MOHC, 2014)

ตัวอย่างการคาดการณ์อนาคตที่แสดงแนวโน้มที่ฤดูแล้งจะมีฝนน้อยลง แต่ปริมาณฝนในอนาคตจะเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูฝน⁶

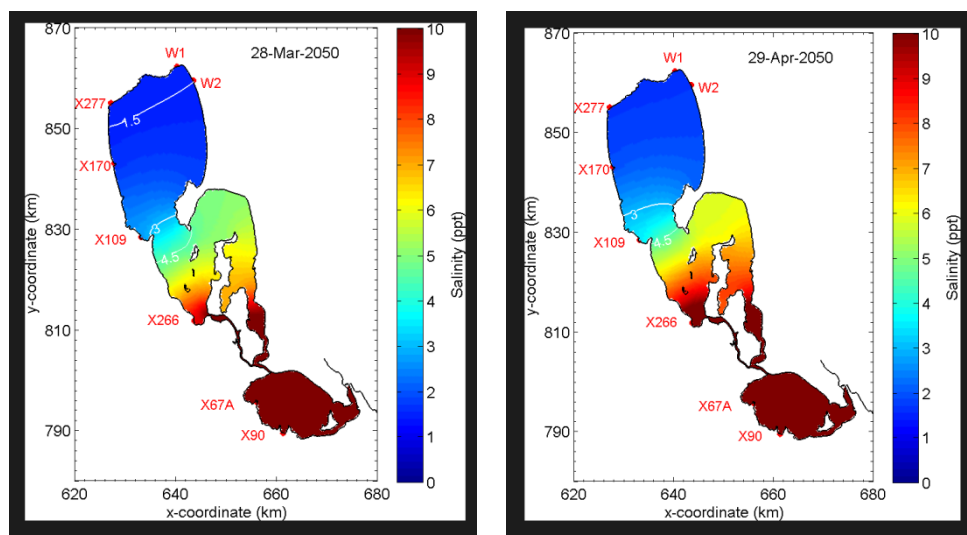


รูปที่ 4.5 ภาพการจำลองภูมิอากาศอนาคตตามภาพฉายที่แสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในทิศทางที่ภูมิภาคจะมีฝนน้อยลง สำหรับปริมาณฝนรวมเฉลี่ยในแต่ละช่วงฤดูมรสุม (Average rainfall)
(ก) ปีฐานปัจจุบันช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ข) ปีอนาคตช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
(ค) ปีฐานปัจจุบันช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ง) ปีอนาคตช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ
(ที่มา: CCRS and MOHC, 2014)

⁶ ภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่แสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในทิศทางที่ภูมิภาคจะมีฝนน้อยลง (dry scenario) ประมวลผลโดย SEA START RC (2016)

อีกประเด็นหนึ่งที่จะต้องคำนึงก็คือ นอกจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนจะส่งผลกระทบต่อน้ำซึ่งเป็นทรัพยากรการผลิตหลักของภาคการเกษตรแล้ว การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่จะเพิ่มสูงขึ้น และระยะเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปียาวนานขึ้นในอนาคตก็จะส่งผลให้ระบบชลประทานสามารถพึ่งพาแหล่งน้ำธรรมชาติได้น้อยลงเช่นกัน ตัวอย่างหนึ่งที่ได้มีการศึกษาคือ ระบบเกษตรในทุ่งระโนด จังหวัดสงขลา (กรรณิการ์ และคณะ, 2558) ซึ่งเป็นพื้นที่ราบลุ่มและเป็นอู่ข้าวอู่น้ำของภาคใต้ตอนล่าง มีการทำนาปีละ 2 ครั้ง จึงต้องการน้ำเพื่อการปลูกข้าวปริมาณมาก และมีการปรับปฏิทินปลูกข้าวนาปรังขยับเข้าไปในฤดูแล้งมากขึ้น โดยอาศัยการสูบน้ำจากทะเลสาบสงขลาเพื่อการทำนา และการขยายตัวของพื้นที่ปลูกข้าวในระยะที่ผ่านมา ก็ทำให้เกิดการพึ่งพาน้ำจากทะเลสาบสงขลามากขึ้น ทั้งนี้ในอดีตที่ผ่านมา ในปีที่เกิดภาวะแล้งหรือช่วงหน้าร้อนมีอากาศร้อนจัดทำให้น้ำทะเลรุกล้ำขึ้นถึงตอนบนของทะเลสาบสงขลาซึ่งเป็นพื้นที่น้ำที่ระบบเกษตรทุ่งระโนดจะต้องใช้น้ำเพื่อการเกษตร ในกรณีที่น้ำที่สูบขึ้นจากทะเลสาบสงขลาที่มีความเค็มเกินกว่าที่จะเอาไปใช้ในไร่นาโดยตรงได้ เกษตรกรจะทำการเจือจางด้วยน้ำจืดจากบ่อที่มีการกักเก็บไว้ แต่อย่างไรก็ดีปริมาณน้ำจืดนี้ก็จะมีจำกัด ดังนั้น หากน้ำจากทะเลสาบสงขลาที่มีความเค็มสูงขึ้น หรือเกิดสถานการณ์น้ำทะเลรุกล้ำขึ้นถึงตอนบนของทะเลสาบสงขลาบ่อยขึ้น ก็จะทำให้เกินขีดความสามารถที่เกษตรกรจะรับมือได้ และผลผลิตอาจจะเสียหายหรืออาจจะต้องงดการปลูกข้าวหรือกิจกรรมการเกษตรที่ต้องการน้ำปริมาณมากในปีนั้น ๆ

ตัวอย่างผลการจำลองสถานการณ์ในอนาคตของทะเลสาบสงขลาพบว่า การที่อุณหภูมิในอนาคตในพื้นที่จังหวัดสงขลาจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและระยะเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปีขยายตัวยาวนานมากขึ้น อาจทำให้ความเค็มรุกล้ำขึ้นถึงตอนบนของทะเลสาบสงขลาได้รุนแรงและบ่อยครั้งมากขึ้น ผลจากการวิเคราะห์แบบจำลองการแพร่กระจายน้ำเค็มในทะเลสาบสงขลา แสดงให้เห็นว่า น้ำในทะเลสาบตอนบนซึ่งเป็นน้ำต้นทุนของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ระโนด-กระแสดินรุ้งจะมีค่าความเค็มสูงขึ้นโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง และโอกาสที่ค่าความเค็มจะเกินระดับจุดวิกฤติ (Threshold) ที่จะสามารถใช้เพื่อการเกษตรได้ (ที่ระดับ 1.5 ส่วนในพันส่วน (ppt)) ก็จะมีมากขึ้นเช่นกัน



รูปที่ 4.6 การแพร่กระจายความเค็มเฉลี่ยรายเดือนของทะเลสาบสงขลาในปี พ.ศ.2593
(ที่มา: กรรณิการ์ และคณะ, 2558)

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ระบบเกษตรที่พึ่งพาทรัพยากรน้ำจากระบบชลประทานก็ตกอยู่ในข่ายเสี่ยงไม่น้อยไปกว่าระบบเกษตรที่อาศัยน้ำฝนและอยู่ในข่ายที่จะต้องเริ่มคิดถึงการปรับตัวต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตด้วยเช่นกัน

4.2 แนวคิดด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคการเกษตร

รายงาน IPCC AR4 (Cruz et al, 2007) และ IPCC AR5 (Smith et al, 2015) ได้เสนอแนวทางการปรับตัวในภาคการเกษตรซึ่งอาจกล่าวโดยสรุปได้ดังต่อไปนี้คือ

- การปรับปรุงพันธุ์และการใช้พันธุ์พืชที่เหมาะสม ได้แก่
 - พันธุ์พืชที่มีความทนทานต่อความร้อนและภาวะแห้งแล้งตลอดจนน้ำท่วม
 - พันธุ์พืชที่มีความทนทานต่อโรคพืชและแมลง
 - พันธุ์พืชที่มีความทนทานต่อความเค็มของน้ำและดิน
 - พันธุ์พืชที่ให้ผลผลิตสูงขึ้น
- การจัดการแปลงเพาะปลูก
 - การปรับเปลี่ยนการให้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลง
 - การปรับเปลี่ยนปฏิทินเพาะปลูกให้สอดคล้องกับฤดูกาล
- การเลี้ยงสัตว์
 - การปรับปรุงพันธุ์ที่มีความทนทานกับสภาพอากาศและให้ผลผลิตสูง
 - การจัดการเรื่องการจัดหาและสำรองอาหารสัตว์
 - การปรับปรุงการจัดการทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และการเก็บเกี่ยวอาหารสัตว์
 - การปรับปรุงการหมุนเวียนทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์
 - การใช้พันธุ์หญ้าพื้นถิ่นที่มีความทนทานสูงในทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์
 - การเพิ่มจำนวนพืชต่อพื้นที่ในทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์
 - การจัดให้มีการสนับสนุนด้านอาหารเสริมและบริการสัตวแพทย์
- การประมง
 - การปรับปรุงพันธุ์ปลาให้สามารถทนต่ออุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้น
 - พัฒนาการจัดการการประมงให้สอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
- การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการเกษตร
 - การพัฒนาและจัดแจกพันธุ์พืชที่ทนต่อภาวะแห้งแล้ง โรคพืช แมลง และความเค็มของดินและน้ำ
 - ปรับปรุงพันธุ์สัตว์โดยการผสมข้ามสายพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น
- การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการเกษตร

- การปรับปรุงการจัดการและจัดสรรน้ำเพื่อปศุสัตว์
- การปรับปรุงระบบชลประทานเพื่อการเกษตรและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ
- การปรับปรุงการสำรองน้ำฝน
- การปรับปรุงระบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารในระดับท้องถิ่น ประเทศ ภูมิภาค และนานาชาติ เพื่อการวางแผนที่ดีขึ้น
- การปรับปรุงระบบการจัดการน้ำทะเลหนุนสูงและน้ำท่วม
- การปรับปรุงการสื่อสารด้านการพยากรณ์อากาศต่อเกษตรกร

4.3 แนวคิดและแนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคการเกษตรในประเทศไทย

แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคการเกษตรซึ่งนอกเหนือจากที่ได้มีการสรุปไว้ในรายงาน IPCC แล้ว ยังมีรายงานของ FAO - Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: Perspective, framework and Priorities (FAO, 2007) ก็ได้เสนอแนวทางการปรับตัวในภาคการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคอื่นรวมถึง การปรับเปลี่ยนปฏิทินเพาะปลูก การปรับปรุงพันธุ์และการเลือกใช้พันธุ์ที่เหมาะสม การจัดการน้ำและการชลประทาน การจัดการแปลงเพาะปลูก โดยเฉพาะการใช้ปุ๋ย และวิธีการเตรียมแปลงเพาะปลูก ซึ่งแนวทางเหล่านี้ก็ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งอาจยกตัวอย่างให้เห็นโดยแยกพิจารณาเป็น 3 ประเด็นดังนี้คือ

- การปรับตัวต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยในอนาคต
- การปรับตัวต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภาวะอากาศรุนแรงซึ่งอาจทวีความรุนแรงหรือเพิ่มความถี่มากขึ้นในอนาคต
- การปรับตัวต่อทรัพยากรการผลิตการเกษตรที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

4.3.1 การปรับตัวต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยในอนาคต

ตัวอย่างการศึกษาโดย ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2553) ซึ่งได้เสนอแนวทางการปรับตัวในการเพาะปลูกพืชไร่เศรษฐกิจสำคัญในประเทศไทย โดยได้รวมถึงแนวทางที่ประกอบด้วยการปรับเปลี่ยนพันธุ์พืชที่เหมาะสม การปรับเปลี่ยนปฏิทินเพาะปลูกและเทคนิคการเพาะปลูกให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ตลอดจนแนวทางการปรับปรุงพันธุ์ให้สามารถทนทานต่อภูมิอากาศในอนาคตได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

แนวทางการปรับตัวของนาข้าว

- ใช้พันธุ์ที่อายุเบา เก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้นกว่าข้าวขาวดอกมะลิ105 เช่น พันธุ์ กข15 โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ฝนในช่วงต้นฤดูมีมากแต่มีน้อยช่วงปลายฤดู ในกรณีนี้ การใช้พันธุ์ข้าวที่มีอายุเบาสามารถแก้ปัญหาได้

- การปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่มีระบบรากลึกที่มีความทนทานต่อสภาวะแล้งได้มากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันกรรมกรข้าวก็ได้ดำเนินการอยู่แล้ว
- การเกษตรกรรมที่เหมาะสม ทั้งนี้จากการวิเคราะห์พบว่าเกิดความแปรปรวนของผลผลิตรายปีจากความแปรปรวนของสภาพอากาศที่เพิ่มสูงขึ้น อาจต้องแก้ไขโดยการจัดการที่เหมาะสมตามสภาพท้องถิ่น เช่น ปรับจากการปลูกโดยวิธีปักดำจากสภาพอากาศเดิมที่มีฝนเพียงพอต่อการเตรียมกล้าไปสู่การหว่านข้าวแห้ง หรือหว่านน้ำตม ในกรณีที่ฝนมาล่าจากการขยับเลื่อนของฤดูกาล ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้มีอยู่แล้วเพียงแต่นำไปปรับใช้ให้เข้ากับสถานการณ์และสภาพพื้นที่
- การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน การวิเคราะห์ผลกระทบขององค์ประกอบชุดดินชี้ให้เห็นว่าคุณสมบัติทางเคมีของดิน คือสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลง ดังนั้นการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมทั้งปุ๋ยอินทรีย์และเคมีเป็นเรื่องจำเป็น และสามารถจัดการและแก้ปัญหาได้ ด้วยการวิเคราะห์ต้นทุนของธาตุอาหารที่มีในดิน แล้วเติมส่วนที่ขาดให้ตรงกับความต้องการของข้าว ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้มีแล้วแต่อาจต้องปรับเพื่อความแม่นยำ รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

แนวทางการปรับตัวของนาชลประทาน

- การปรับเปลี่ยนพันธุ์ เนื่องอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงขึ้น ทำให้อายุข้าวสั้นลง (Ingram et al, 1995) ดังนั้นอัตราการเจริญเติบโตของข้าว (growth) ในอนาคตจะต้องสูงขึ้นเพื่อให้ทันกับระยะพัฒนาการ (development) ที่สั้นลง เพื่อคงประสิทธิภาพการให้ผลผลิตหรือให้สูงขึ้น ปัจจุบันแนวโน้มของเกษตรกรบางพื้นที่มีความต้องการพันธุ์ข้าวที่มีอายุสั้นลง เพื่อรอบการปลูกต่อปีที่มากขึ้น และหลีกเลี่ยงข้อจำกัดของพื้นที่ เช่น หลีกเลี่ยงน้ำท่วมและน้ำทะเลหนุนเข้าในพื้นที่เป็นต้น
- การเกษตรกรรมที่เหมาะสม เช่นเดียวกับข้าวหน้าน้ำฝน จากการวิเคราะห์พบว่าความแปรปรวนของสภาวะภูมิอากาศรายปีที่เพิ่มสูงขึ้นในอนาคตน่าจะเป็นปัญหาของระบบการผลิตข้าวมากกว่าผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มภูมิอากาศในระยะยาว การจัดการที่เหมาะสมตามสภาพท้องถิ่นจึงเป็นทางออกของการปรับตัวในแต่ละพื้นที่ แตกต่างกันที่ข้าวนาชลประทานสามารถปลูกข้าวได้ตลอดทั้งปี ดังนั้นการจัดการจึงทำได้หลากหลายมากกว่า ทั้งพันธุ์ข้าว การจัดการน้ำ วิธีการเตรียมดิน วิธีการปลูก ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้มีอยู่แล้วเช่นเดียวกัน เพียงแต่เกษตรกรนำไปปรับใช้ให้เข้ากับสถานการณ์และสภาพพื้นที่
- การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน การวิเคราะห์ผลกระทบขององค์ประกอบชุดดิน ชี้ให้เห็นว่าคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน เป็นปัญหาที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลง ทั้งนี้ไม่รวมปัญหาเรื่องระบบรากข้าวที่แก้ไขโดยความสามารถของพันธุ์ข้าวและการเตรียมดิน ฟางข้าวที่มีเป็นจำนวนมากในแต่ละฤดู หากมีการไถกลบลงไปในดินและปล่อยให้มีการย่อยสลายระยะหนึ่งก่อนการปลูกข้าว จะมีส่วนในการคืนธาตุอาหารสู่ดิน พร้อมกับปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพไปในขณะเดียวกัน ดังนั้นการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมทั้งปุ๋ยอินทรีย์และเคมีจึงเป็นเรื่องจำเป็น ซึ่งผลกระทบของส่วนนี้จะมีมากกว่าผลกระทบของสภาพอากาศ แต่สามารถจัดการและแก้ปัญหาได้ ด้วยการวิเคราะห์ต้นทุนของสารอาหารที่มีอยู่ในดิน แล้วเติมส่วนที่ขาดให้ตรงกับความต้องการของข้าว ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้มีอยู่แล้วแต่อาจต้องปรับเพื่อความแม่นยำ และรวดเร็ว มีประสิทธิภาพมากขึ้น

แนวทางการปรับตัวของการปลูกอ้อย

- ผลผลิตของอ้อยในระยะยาวจะไม่มีเปลี่ยนแปลงมากนัก อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดกับการผลิตอ้อยเป็นปัญหาเดิม ที่พบมาก่อนแล้ว และยังพบอยู่ในปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศอาจทำให้ปัญหาดังกล่าวรุนแรงขึ้นได้ ปัญหาการผลิตอ้อยเกิดขึ้นเนื่องจากดินมีสภาพที่ไม่เหมาะสม โดยเฉพาะคุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเก็บน้ำและระบายน้ำ เห็นได้จากผลการทดลองในสภาพอากาศเดียวกัน แต่ดินสองชนิดที่มีคุณสมบัติทางกายภาพต่างกัน มีผลต่อการให้ผลผลิตของอ้อย ขณะเดียวกัน อ้อยเป็นพืชอายุยาว การกระจายตัวของน้ำฝนจึงมีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตของอ้อย ความต้องการน้ำของอ้อยประมาณ 4-5 มิลลิเมตรต่อวันตลอดช่วงฤดูปลูก ปริมาณน้ำฝนต่อวันที่มากขึ้นไม่ได้ทำให้อ้อยเจริญเติบโตมากขึ้น แต่อาจจะส่งผลต่อการเกิดน้ำขัง หากการระบายน้ำไม่ดี อย่างไรก็ตาม การศึกษาโดยใช้แบบจำลองผลผลิตเกษตรนี้ยังไม่สามารถจำลองการเจริญเติบโตภายใต้สภาพน้ำท่วมขังได้ ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงผลผลิตอ้อยในเขตวิกฤต สามารถทำได้ 2 แนวทางคือการให้น้ำเสริมในช่วงสามเดือนแรกหลังปลูก และการปรับปรุงดินให้มีความเหมาะสมต่อความเป็นประโยชน์ของน้ำให้มากขึ้น

แนวทางการปรับตัวของการปลูกมันสำปะหลัง

- พื้นที่วิกฤตของมันสำปะหลัง ที่มีโอกาสเกิดขึ้นสูง 4.27 ล้านไร่ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ.2030-2039 (พ.ศ.2573-2582) จนถึงช่วงปี ค.ศ.2090-2099 (พ.ศ.2633-2642) นั้น ผลการวิเคราะห์พบว่าส่วนใหญ่จะเกิดจากสมบัติของดินในด้านกายภาพ ดังนั้นแนวทางในการปรับตัวในการผลิตมันสำปะหลัง จะต้องมีการปรับสภาพการไถเตรียมดินปลูกให้มีความลึกพอที่จะสามารถระบายน้ำลงสู่ดินชั้นล่างได้ดีขึ้น หรืออาจมีการใส่อินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงให้ดินมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำเพิ่มมากขึ้น อันจะเป็นประโยชน์ในการที่รากพืชจะเจริญลงไปหาความชื้นในดินได้ดียิ่งขึ้น
- การปรับเปลี่ยนปฏิทินการปลูก เช่น การเปลี่ยนมาปลูกในช่วงปลายฝน น่าจะเป็นการปรับช่วงเวลาในการใช้ความชื้น หรือน้ำในดินของพืชได้ทางหนึ่ง เพราะเมื่อปรับปรุงสมบัติด้านกายภาพของดินให้สามารถกักเก็บความชื้นได้ดีขึ้นแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตของราก (SRGF) ที่มีส่วนสัมพันธ์กับระดับชั้นความลึกของชุดดิน ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยยกระดับผลผลิตขึ้นมาได้ ดังนั้นหากมีการปลูกมันสำปะหลังในช่วงปลายฤดูฝน ซึ่งยังคงมีความชื้นในดินเพียงพอที่จะทำให้เติบโตผ่านฤดูแล้งจนได้อายุประมาณ 6 เดือน ซึ่งจะมีการสร้างหัว และมีปริมาณรากในดินมากพอที่จะใช้น้ำหรือความชื้นในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนของปีถัดไป ทั้งนี้ได้มีการศึกษาการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาปลูก จากเดิมเป็นการปลูกในช่วงต้นฤดูฝน วันที่ 15 พฤษภาคม มาเป็นการปลูกห่างกันทุก ๆ 1 เดือน จนถึงช่วงปลายฤดูฝนในเดือนตุลาคม พบว่า ผลผลิตหัวสดที่ได้ในการปลูก วันที่ 15 ตุลาคม จะสูงกว่าวันปลูกในช่วงต้นฝน
- การปรับปรุงพันธุ์นั้น จะต้องหาพันธุ์ที่มีคุณลักษณะทนทานต่ออุณหภูมิที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

แนวทางการปรับตัวของการปลูกข้าวโพด

- พื้นที่ปลูกข้าวโพดที่จัดว่าเป็นเขตวิกฤตนั้นพบการเกิดเขตวิกฤตในดินชุดปากช่องมากที่สุด รวมทั้งเป็นชุดดินที่เป็นแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทยสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตลดลงในปี ค.ศ. 2030-2039 (พ.ศ.2573-2582) และ ค.ศ.2090-2099 (พ.ศ.2633-2642) ในพื้นที่ที่เกิดเขตวิกฤตของชุดดินปากช่อง เกิดจากสภาวะเครียดของน้ำ (water stress) ในช่วงออกดอกติดฝัก โดยแสดง

ความสัมพันธ์แบบ polynomial ในทางลบระหว่างผลผลิตเมล็ดกับดัชนีความเครียดน้ำในระดับที่สูง การปรับตัวในพื้นที่ปลูกข้าวโพด ทำได้โดยการเปลี่ยนวันปลูกจากวันที่ 15 พฤษภาคม เป็นวันที่ 15 มิถุนายน หรือ 15 กรกฎาคม สำหรับปี ค.ศ.2030-2039 (พ.ศ.2573-2582) ส่วนปี ค.ศ.2090-2099 (พ.ศ.2633-2642) ควรเปลี่ยนช่วงเวลาเป็นวันที่ 15 กรกฎาคม โดยผลการจำลองการเจริญเติบโต ข้าวโพดพบว่า การปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ1 ในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม ให้ผลผลิตเมล็ดที่ ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นร้อยละ 90 และ 94 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกในเดือน พฤษภาคม ซึ่งให้ผลผลิตเมล็ด 250 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตาม ดินเป็นปัจจัยหลักที่เป็นสาเหตุของการเกิดเขตวิกฤต เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพภูมิอากาศ โดยดินมีผลกระทบต่อการลดลงของผลผลิต เมล็ดและน้ำหนักแห้งรวมของข้าวโพดที่ปลูกในพื้นที่เขตวิกฤตสูงกว่าสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน และพบว่าค่าปัจจัยการเจริญของราก (SRGF) เป็นสาเหตุหลักของการลดลงของผลผลิตเมล็ด และ น้ำหนักแห้งรวมของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

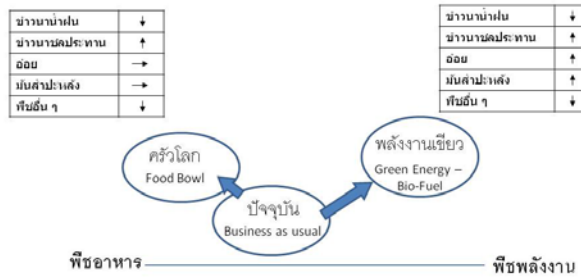
นอกจากการคำนึงถึงการปรับตัวในแง่ของการปรับการจัดการแปลงเพาะปลูกและการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยพิจารณา เป็นรายพืชแล้ว การปรับตัวของระบบเกษตรยังอาจพิจารณาได้ในแง่ของการปรับโครงสร้างการเพาะปลูกให้สอดคล้อง กับสภาพอากาศในอนาคต

การศึกษาการปรับโครงสร้างการเพาะปลูกโดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต (ศูนย์บริการ วิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553) ได้จัดทำภาพฉายอนาคต (Scenario) ของการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูก และทำการวิเคราะห์ผลผลิตภายใต้สถานการณ์จำลองต่าง ๆ เพื่อทดสอบแนวคิดของการหาทางเลือกที่อาจเกิดขึ้นใน อนาคต โดยทำการประเมินผลผลิต ข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง ในอนาคตครอบคลุมช่วงเวลา 3 ทศวรรษในระหว่าง ช่วงปี พ.ศ. 2563-2592 (ช่วงทศวรรษที่ 2020s – 2040s) โดยพิจารณาจากภาพฉายอนาคตที่มีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ เพาะปลูก 2 แนวทาง คือ แนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร คือ ข้าว และแนวทางที่เน้นการผลิตพืชไร่เพื่อใช้ผลิตพลังงาน ทดแทน คือ อ้อย และ มันสำปะหลัง โดยตั้งสมมุติฐานกำหนดให้พื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลเป็นตัวแปรหลักของการเปลี่ยนแปลง พื้นที่เพาะปลูกของประเทศไทยในอนาคต ผลการศึกษานี้จะชี้ให้เห็นถึงกรอบและแนวทางในการประเมินผลกระทบของ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตลอดจนผลวิเคราะห์ภายใต้เงื่อนไขหนึ่งซึ่งชี้ให้เห็นรูปแบบการจัดสรรพื้นที่เพาะปลูกที่จะ ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตได้ในระดับหนึ่ง

การศึกษานี้ได้กำหนดแนวทางโครงสร้างพื้นที่เกษตร 2 แนวทางคือ

- แนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (ครัวโลก หรือ Food Bowl) ซึ่งกำหนดสมมุติฐานให้โครงสร้างการ เพาะปลูกพืชไร่-นาเน้นการปลูกข้าวเป็นสำคัญเพื่อที่จะยังคงความเป็นผู้นำด้านการผลิตอาหารของ โลก
- แนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทน (พลังงานเขียว หรือ Green Energy – Bio fuel) ซึ่ง กำหนดสมมุติฐานให้ระบบเกษตรในอนาคตเป็นไปในทิศทางที่มุ่งเน้นการปลูกพืชไร่เพื่อใช้ผลิตเอทานอลเป็นพลังงานทดแทนเพื่อลดการนำเข้าเชื้อเพลิงที่อาจมีราคาสูงขึ้น และ/หรือ เพื่อสร้างความ มั่นคงทางด้านพลังงานให้เพิ่มสูงขึ้นในระดับหนึ่ง

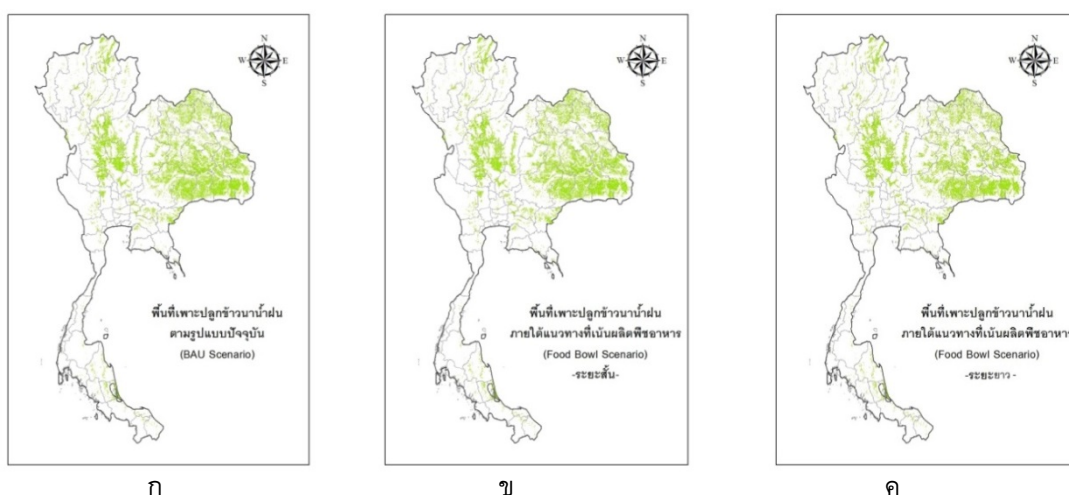
การปรับโครงสร้างการผลิตพืชไร่-นา :
ภาพฉายอนาคตของระบบการผลิตการเกษตรในลุ่มน้ำชี-มูล



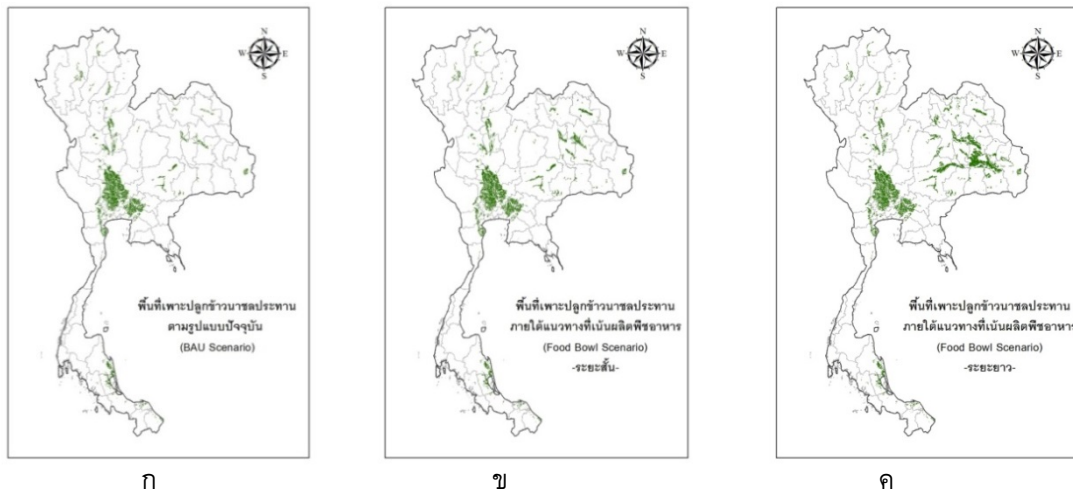
รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกตามภาพฉายอนาคตตามแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร และแนวทางที่เน้นผลิตพลังงานทดแทน (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)

ตาราง 4.4 สรุปการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (Food Bowl scenario)

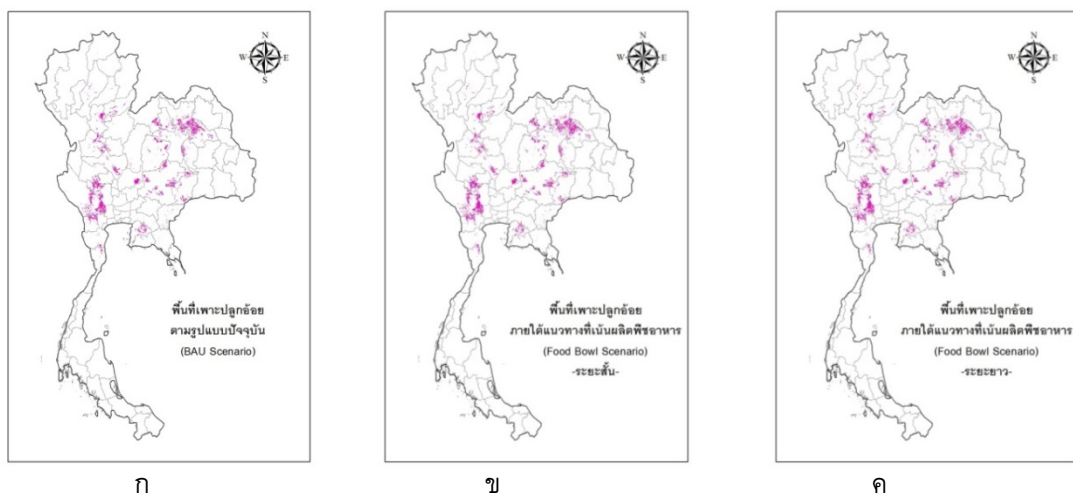
พื้นที่ปลูกพืช (ล้านไร่)	ปัจจุบัน	อนาคตระยะที่ 1 (พ.ศ. 2563-2582)	อนาคตระยะที่ 2 (พ.ศ. 2583-2592)
ข้าวน้ำฝน	45.2	44.7	41.8
ข้าวน้ำชลประทาน	11.0	12.4	17.2
อ้อย	7.9	7.9	7.9
มันสำปะหลัง	11.6	11.6	11.6



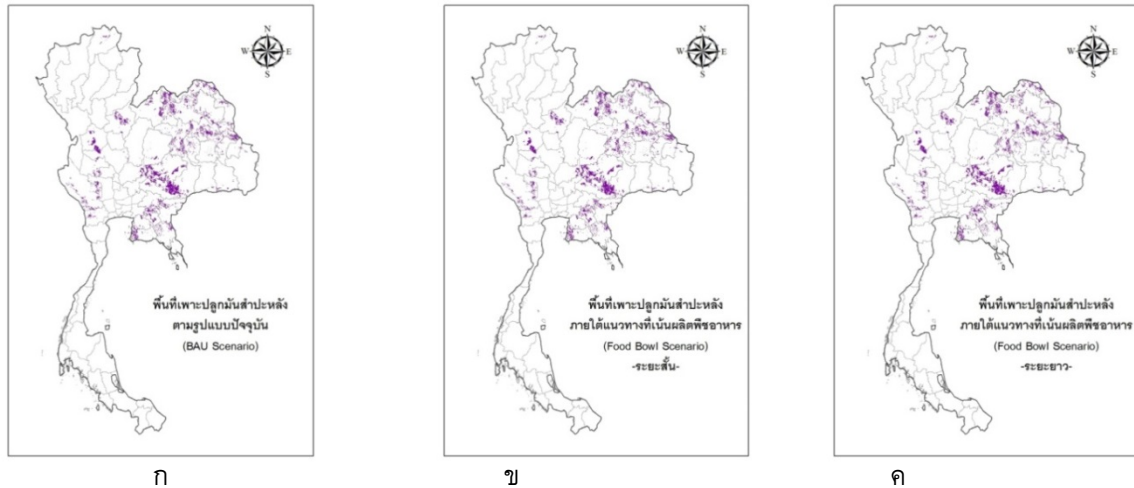
รูปที่ 4.8 พื้นที่เพาะปลูกข้าวน้ำฝนในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (Food bowl scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)



รูปที่ 4.9 พื้นที่เพาะปลูกข้าวนาชลประทานในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (Food bowl scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)



รูปที่ 4.10 พื้นที่เพาะปลูกอ้อยในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (Food bowl scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)



รูปที่ 4.11 พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (Food bowl scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)

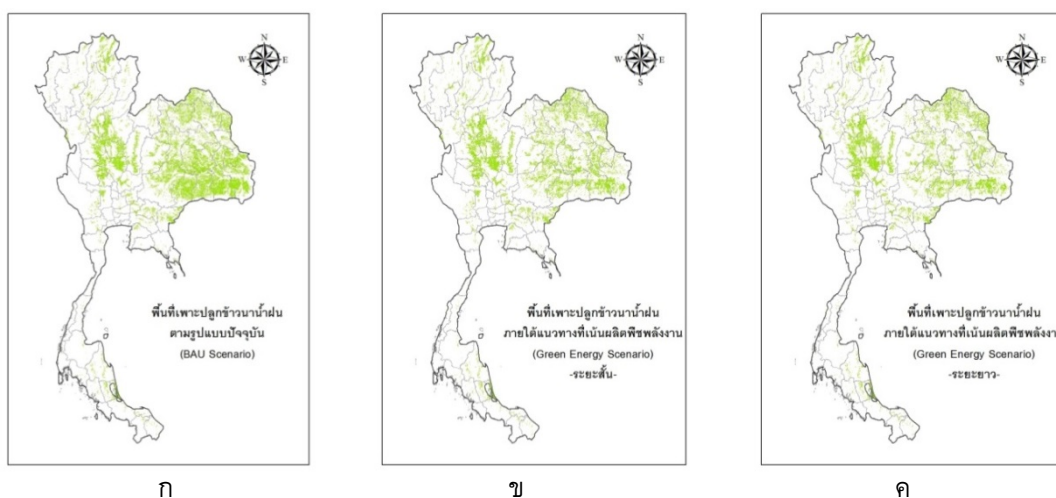
การกำหนดภาพฉายอนาคตตามแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทน (พลังงานเขียว - Green Energy หรือ Bio-Fuel) สมมุติฐานพื้นฐานของการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตตามแนวทางนี้ คือ แผนนโยบายด้านพลังงานในอนาคตจะเน้นการใช้เอทานอลมาผลิตก๊าซโซฮอลล์เพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทนน้ำมันมากขึ้น ดังนั้น การจัดทำภาพฉายอนาคตตามแนวทางนี้จึงได้ตั้งข้อกำหนดว่า จะมีการส่งเสริมให้ปลูกพืชที่สามารถนำไปผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น โดยจัดลำดับความสำคัญของการผลิต อ้อย มันสำปะหลัง ตามลำดับ แต่ก็ยังคงความสำคัญของการผลิตข้าวไว้ ทั้งนี้โดยถือว่าอ้อยเป็นพืชที่ใช้ผลิตพลังงานทดแทน (bio-fuel) ที่ให้ผลตอบแทนต่อพื้นที่สูงกว่ามันสำปะหลัง ดังนั้นอนาคตของระบบเกษตรพืชไร่ในเขตลุ่มน้ำชี-มูลสำหรับภาพอนาคตการผลิตพืชพลังงานทดแทนนี้ จึงมีการกำหนดพื้นที่ปลูกข้าวตามความเหมาะสมของพื้นที่ โดยเฉพาะในพื้นที่ลุ่ม เนื่องจากบางพื้นที่ไม่สามารถปลูกได้ทั้งอ้อย มันสำปะหลัง จึงยังคงให้มีการผลิตข้าวในพื้นที่ดังกล่าวด้วย ทั้งนี้อาจจะมีการลดพื้นที่ปลูกข้าวบางส่วนลงบ้าง และพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งรวมถึงที่นาในที่ดอนซึ่งมีปัญหาในการให้น้ำให้เพียงพอต่อการปลูกข้าวนั้น จะปรับเปลี่ยนมาใช้ปลูกอ้อย และมันสำปะหลัง นอกจากนั้น สมมุติฐานยังกำหนดให้มีการพัฒนาระบบชลประทานขนาดใหญ่ ทำให้สามารถปลูกอ้อยและมันสำปะหลังได้ดีในพื้นที่ดอน และสมมุติฐานเพิ่มเติมคือ การบริหารจัดการแปลงเพาะปลูกในอนาคตจะมีการควบคุมศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อพิจารณาพื้นที่เพาะปลูกทั่วประเทศจะเห็นว่าพื้นที่เพาะปลูกมีการเปลี่ยนแปลงไปดังที่แสดงในตารางที่ 4.5 ดังต่อไปนี้

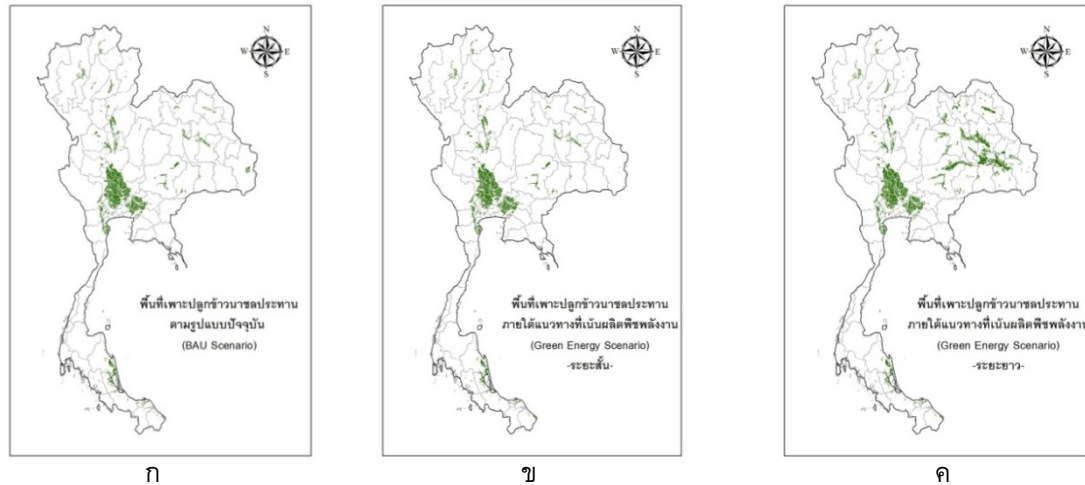
ตาราง 4.5 สรุปการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงานทดแทน (Green Energy scenario)

พื้นที่ปลูกพืช (ล้านไร่)	ปัจจุบัน	อนาคตระยะที่ 1 (พ.ศ. 2563-2582)	อนาคตระยะที่ 2 (พ.ศ. 2583-2592)
ข้าวนาหว่าน	45.2	35.1	32.6
ข้าวนาชลประทาน	11.0	10.9	17.2
อ้อย	7.9	12.6	13.0
มันสำปะหลัง	11.6	19.3	19.3

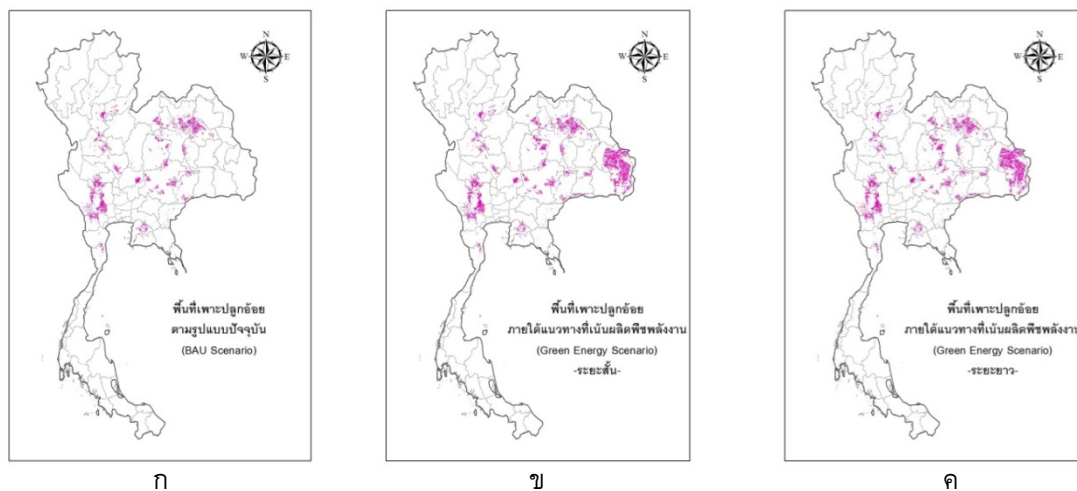
ทั้งนี้ พื้นที่ปลูกข้าว อ้อย และมัน จะมีการกระจายตัวดังที่แสดงในภาพประกอบดังต่อไปนี้



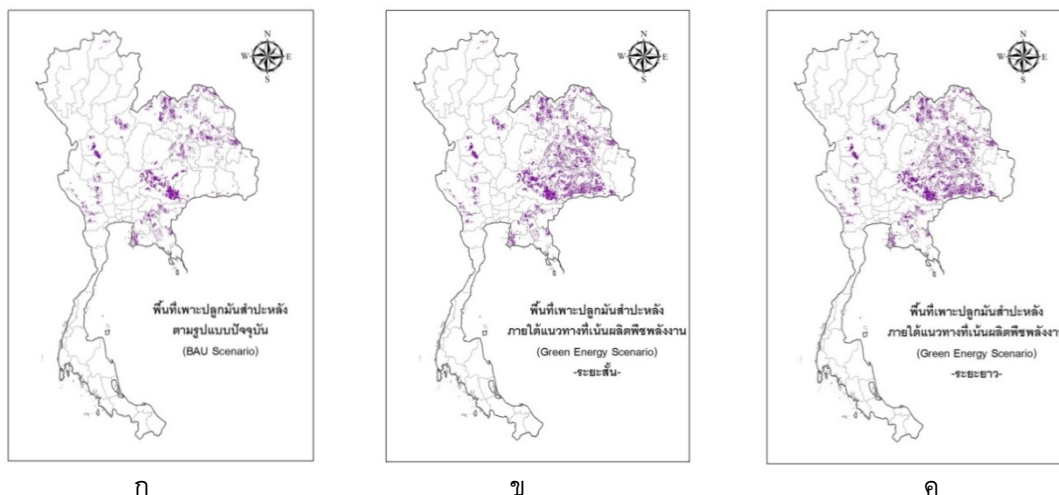
รูปที่ 4.12 พื้นที่เพาะปลูกข้าวนาหว่านในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)



รูปที่ 4.13 พื้นที่เพาะปลูกข้าวนาชลประทานในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)



รูปที่ 4.14 พื้นที่เพาะปลูกอ้อยในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)



รูปที่ 4.15 พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย ตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario) (ก) สถานการณ์ปัจจุบัน (ข) อนาคตระยะสั้น และ (ค) อนาคตระยะยาว (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553)

เมื่อพิจารณาผลการประเมินผลผลิตในอนาคตโดยรวม (ยึดผลการศึกษาของ ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2553) และ วิเชียร และคณะ (2554)) แล้วพบว่า หากดำเนินการผลิตในรูปแบบที่เป็นไปตามแนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (Business as usual scenario) นี้ ในระยะยาวผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลให้ผลผลิตพืชไร่นาทุกชนิดลดลงจากเดิม แม้ว่าในระยะสั้นอาจจะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อยก็ตาม โดยผลผลิตข้าวและอ้อยจะลดลงเล็กน้อย แต่ผลผลิตมันสำปะหลังจะลดลงได้มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.6 ดังนั้น หากประเทศไทยต้องการที่จะรักษาระดับการผลิตทางการเกษตรไว้ให้เท่าเดิมหรือเพิ่มมากขึ้นกว่าปัจจุบัน จะต้องมีการพิจารณาหาแนวทางปรับปรุงพันธุ์ หรือ การบริหารจัดการแปลงเพาะปลูกในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อรับมือกับภูมิอากาศที่อาจจะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต

ตารางที่ 4.6 สรุปการเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในประเทศไทยตามแนวทางที่ดำเนินอยู่ในปัจจุบัน (Business as usual scenario)

ผลผลิตเฉลี่ยต่อปีจากการผลิตตามแนวทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (Business as usual scenario)				
	ปัจจุบัน (2538-2547)	อนาคต (2563-2572)	อนาคต (2573-2582)	อนาคต (2583-2592)
ผลผลิตข้าวรวมทั้งประเทศ (ล้านตัน)	28.8	29.0 (+0.5%)	27.6 (-4.1%)	28.0 (-2.8%)
ผลผลิตอ้อยรวมทั้งประเทศ (ล้านตัน)	46.9	47.9 (+2.0%)	39.1 (-16.7%)	41.8 (-10.9%)
ผลผลิตมันรวมทั้งประเทศ (ล้านตัน)	77.0	75.8 (-1.6%)	71.9 (-6.7%)	73.9 (-4.1%)

แต่หากประเทศไทยมุ่งเน้นที่จะพัฒนาไปสู่การเป็นผู้นำด้านการผลิตอาหาร โดยเน้นการปลูกข้าวให้ได้มากที่สุด ก็ยังสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้เพียงเล็กน้อย ภายใต้การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้มากนัก เพราะการปลูกข้าวในปัจจุบันนั้นดำเนินการในพื้นที่เกือบทั้งหมดที่มีศักยภาพในการปลูกข้าวได้แล้ว ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจะมาจากพื้นที่ชลประทานที่เพิ่มขึ้น โดยที่ผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลังมีแนวโน้มที่จะลดต่ำลงใน

อนาคต ภายใต้ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.7 ดังนั้นหากประเทศไทยต้องการที่จะรักษา ระดับการผลิตทางการเกษตรของอ้อยและมันสำปะหลังไว้ให้เท่าเดิมหรือเพิ่มมากขึ้นกว่าปัจจุบันเพื่อใช้ในการผลิตเอทานอลแล้ว จะต้องมีการพิจารณาหาแนวทางปรับปรุงพันธุ์ หรือ การบริหารจัดการแปลงเพาะปลูกในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อรับมือกับผลกระทบจากภูมิอากาศที่อาจจะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต

ตารางที่ 4.7 สรุปการเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในประเทศไทยตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร (Food bowl scenario)

ผลผลิตเฉลี่ยต่อปีจากการผลิตตามแนวทางที่เน้นผลิตอาหาร (Food bowl scenario)				
	ปัจจุบัน (2538-2547)	อนาคต (2563-2572)	อนาคต (2573-2582)	อนาคต (2583-2592)
ผลผลิตข้าวรวมทั้งประเทศ (ล้านตัน)	28.8	30.7 (+6.6%)	29.4 (+2.0%)	29.6 (+2.9%)
ผลผลิตอ้อยรวมทั้งประเทศ (ล้านตัน)	46.9	47.9 (+2.0%)	39.1 (-16.7%)	41.8 (-10.9%)
ผลผลิตมันรวมทั้งประเทศ (ล้านตัน)	77.0	75.8 (-1.6%)	71.9 (-6.7%)	73.9 (-4.1%)

อย่างไรก็ดี หากประเทศไทยจะมุ่งเป้าการพัฒนากระบวนเกษตรเพื่อสนองต่อเป้าหมายนโยบายการใช้พลังงานทดแทนจากพืชไร่เพื่อใช้ผลิตเอทานอล โดยปรับโครงสร้างสัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกอ้อยและมันสำปะหลังให้มากขึ้นตามลักษณะกายภาพของพื้นที่ที่เหมาะสมแก่พืชต่าง ๆ แล้ว จะพบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลมีขีดความสามารถที่จะเพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลังได้อีกมาก โดยที่ผลผลิตข้าวจะลดลงบ้าง ดังที่แสดงในตารางที่ 4.8 การปรับโครงสร้างซึ่งแม้ว่าผลผลิตข้าวจะลดลงก็ตาม แต่ระดับของผลผลิตก็ยังน่าจะสูงเพียงพอต่อการรักษาระดับความมั่นคงของอาหารของประเทศไทยไว้ได้ และผลผลิตเอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นนี้ จะช่วยเพิ่มระดับความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศไทยให้สูงขึ้นได้มากพอสมควร⁷ ทั้งนี้การปรับปรุงพันธุ์และการบริหารจัดการแปลงเพาะปลูก ก็อาจจะช่วยยกระดับการผลิตข้าวขึ้นได้บ้างในระดับหนึ่ง

ตารางที่ 4.8 สรุปการเปลี่ยนแปลงผลผลิตข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในประเทศไทยตามภาพฉายอนาคตในแนวทางที่เน้นการผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario)

ผลผลิตเฉลี่ยต่อปีจากการผลิตตามแนวทางที่เน้นผลิตพืชพลังงาน (Green energy scenario)				
	ปัจจุบัน (2538-2547)	อนาคต (2563-2572)	อนาคต (2573-2582)	อนาคต (2583-2592)
ผลผลิตข้าวรวมทั้งประเทศ (ล้านตัน)	28.8	24.1 (-16.2%)	22.8 (-20.7%)	24.8 (-14.1%)
ผลผลิตอ้อยรวมทั้งประเทศ (ล้านตัน)	46.9	80.9 (+72.4%)	67.1 (+42.8%)	70.0 (+49.2%)
ผลผลิตมันรวมทั้งประเทศ (ล้านตัน)	77.0	108.5 (+40.9%)	107.5 (+39.5%)	111.7 (+45.0%)

⁷ การประเมินโดยประมาณ อ้อย 1 ต้น ใช้ผลิตเอทานอลได้ประมาณ 70 ลิตร ดังนั้นผลผลิตที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 26 ล้านตันต่อปี จะเท่ากับเอทานอลประมาณ 1,800 ล้านลิตร และ มันสำปะหลัง 1 ต้นจะใช้ผลิตเอทานอลได้ประมาณ 180 ลิตร ดังนั้นผลผลิตที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 31 ล้านตันต่อปี จะเท่ากับเอทานอลประมาณ 5,500 ล้านลิตร ทั้งนี้ยังไม่คำนึงถึงเทคโนโลยีการผลิตที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต (<http://as.doa.go.th/fieldcrops/cane/oth/004.HTM>)

ผลการประเมินผลผลิตข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง ในอนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่จะมีต่อพืชไร่ที่จะใช้ผลิตพลังงานทดแทนมีแนวโน้มลดลงในอนาคต ซึ่งการปรับพื้นที่เพาะปลูกโดยหันมาให้ความสำคัญกับการผลิตอ้อยและมันสำปะหลังมากขึ้น อาจจะเป็นทางเลือกที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการผลผลิตพืชไร่เพื่อใช้ผลิตพลังงานทดแทนที่อาจเพิ่มสูงขึ้นในอนาคตขึ้น ทั้งนี้ศักยภาพด้านความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูกในประเทศไทยยังเอื้อให้เพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลังได้อีกมาก โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารของประเทศ แม้ว่าผลผลิตข้าวจะลดลงบ้างก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาถึงการปรับโครงสร้างพื้นที่เพาะปลูกโดยมุ่งเน้นผลิตอาหารพบว่า อาจจะไม่สามารถปรับให้เพิ่มผลผลิตข้าวได้มากกว่าปัจจุบันได้อีกมากนัก เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกในปัจจุบันก็เน้นไปที่การปลูกข้าวมากอยู่แล้ว และการปรับโครงสร้างพื้นที่เพาะปลูกที่จะมุ่งเน้นผลิตอาหารก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกับรูปแบบการผลิตที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน กล่าวคือ ผลผลิตพืชไร่ที่จะใช้ผลิตพลังงานทดแทนมีแนวโน้มลดลงในอนาคตภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ผลการวิเคราะห์นี้ชี้ให้เห็นถึงโอกาสอันเนื่องมาจากการปรับพื้นที่เพาะปลูกโดยหันมาให้ความสำคัญกับการผลิตอ้อยและมันสำปะหลังมากขึ้น ซึ่งจะต้องมีการออกแบบนโยบายที่เหมาะสมในการผลักดันให้สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นได้ และจะต้องระวังเรื่องการที่ผลผลิตที่อาจจะข้ามภาคส่วนระหว่างอาหารและพลังงาน ซึ่งจะต้องมีกลไกที่เหมาะสมเพื่อควบคุม เช่น การกำหนดพื้นที่เขตการผลิตพืช (Crop zoning) โดยมีเป้าหมายเพื่อการผลิตที่ชัดเจน หรือ กลไกด้านการตลาด เป็นต้น

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ยังชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดของโครงสร้างพื้นที่เพาะปลูกในรูปแบบที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และแนวทางที่เน้นการผลิตอาหาร ซึ่งหากต้องการที่จะรักษาระดับผลผลิตหรือยกระดับผลผลิตพืชที่มีศักยภาพในการใช้ผลิตพลังงานทดแทนแล้ว จะต้องมีการดำเนินการอื่นในการดำเนินการ เช่น การปรับปรุงพันธุ์ การจัดการแปลงเพาะปลูก เป็นต้น ซึ่งจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญจึงจะสามารถยกระดับการผลิตให้สามารถจัดการกับเงื่อนไขด้านการใช้พลังงานทดแทนในบริบทของความผันผวนด้านราคาพลังงานและระเบียบใหม่ของสังคมโลกซึ่งอาจเกิดขึ้นภายใต้ความพยายามที่จะควบคุมภาวะโลกร้อนของโลก

การพิจารณาถึงโครงสร้างพื้นที่เพาะปลูกที่แตกต่างไปจากปัจจุบันและคำนึงถึงศักยภาพในการผลิตนี้อาจใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาถึงการปรับตัวของภาคการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต โดยพิจารณาถึงนโยบายหรือยุทธศาสตร์ด้านการเกษตรในระยะยาวเพื่อให้ระบบเกษตรปรับตัวไปในทิศทางที่สอดคล้องกับภูมิอากาศในอนาคต อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังที่ได้ยกมาเป็นตัวอย่างเป็นการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลจากผลการศึกษาที่ได้มีการดำเนินการมาก่อนหน้านี้มาทำการเรียบเรียงและวิเคราะห์ขึ้นในกรอบการวิเคราะห์ใหม่ เพียงเพื่อชี้ให้เห็นถึงแนวทางและขีดความสามารถของพื้นที่ประเทศไทยในการผลิตพืชไร่ฯ ภายใต้โครงสร้างของพื้นที่เพาะปลูกที่แตกต่างกันไปเท่านั้น โดยเงื่อนไขในการวิเคราะห์หลายประการนั้น เป็นการตั้งสมมุติฐานขึ้นเพื่อทดสอบผลสืบเนื่องที่อาจเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขของภาพฉายอนาคตที่กำหนดขึ้น ดังนั้น ผลผลิตที่ได้จากการคำนวณนี้จึงไม่ใช่การพยากรณ์อนาคต แต่เป็นเพียงการประเมินความเป็นไปได้ของการผลิตในอนาคตเท่านั้น

ที่เกิดภัยแล้ง หรือภัยแล้งรุนแรงตามที่กรมธรรม์กำหนด เกษตรกรผู้เอาประกันจะได้รับการจ่ายค่าสินไหมทดแทนร้อยละ 15 ของวงเงินกู้ สำหรับการประกันภัย และร้อยละ 40 ของวงเงินกู้สำหรับการประกันภัยในแต่ละกรณีตามลำดับ (กำหนดเกณฑ์การจ่ายค่าชดเชยความเสียหายตามระดับความเสี่ยงจากระดับสูง – ต่ำ) ทั้งนี้การสิ้นสุดความคุ้มครองจะเป็นไปตามวันที่กรมธรรม์ระบุ และไม่มีแบ่งเป็นช่วงการเพาะปลูกตามลำดับขั้นการเจริญเติบโตของพืชเช่นเดียวกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยเงื่อนไขสำคัญของการทำประกันภัยพืชผลของพืชทั้ง 2 ชนิด คือ จะต้องเป็นลูกค้าของ ธกส.

- ต่อมาในปี 2554 ก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ รัฐบาลได้ประกาศให้มีการช่วยเหลือเพื่อบรรเทาผลกระทบจากภัยธรรมชาติให้กับเกษตรกรใน 2 ลักษณะคือ

- ชดเชยให้กับเกษตรกรหากเกิดความเสียหายผ่านทางขั้นตอนของกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ตามหลักเกณฑ์วิธีปฏิบัติปลีกย่อยเกี่ยวกับการให้ความช่วยเหลือด้านการเกษตรผู้ประสบภัยพิบัติฉุกเฉิน พ.ศ.2552) โดยจะต้องได้รับการประกาศจากอธิบดีกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยหรือผู้ว่าราชการจังหวัดให้เป็นเขตภัยพิบัติฉุกเฉิน (ตามหลักเกณฑ์ในประกาศกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พ.ศ.2548) สำหรับกรณีปลูกข้าว เกษตรกรจะได้รับเงินชดเชยไร่ละ 606 บาท และอาจได้รับเงินช่วยเหลือเพิ่มเติมกรณีการขนย้ายซากสัตว์ตมัตถมเพื่อให้ทำการเพาะปลูกใหม่ได้ ในวงเงินไม่เกิน 5 ไร่ ไร่ละไม่เกิน 7,000 บาท
- รัฐบาลได้กำหนดให้มีการรับประกันภัยพืช โดยเป็นการดำเนินการร่วมระหว่างรัฐบาลโดยสำนักงานเศรษฐกิจการคลัง ร่วมกับ ธกส. และสมาคมประกันภัย ในการให้ค่าชดเชยไร่ละ 606 บาท หากเกิดความเสียหายเนื่องจากภัยธรรมชาติ (ได้แก่ น้ำท่วม ฝนแล้ง วาตภัย อากาศหนาว ลูกเห็บ และไฟป่า) ในกรณีที่พืชที่ปลูกมีอายุน้อยกว่า 60 วัน และจะชดเชยไร่ละ 1,400 บาท หากมีอายุเกินกว่า 60 วัน โดยคิดค่าเบี้ยประกันไร่ละ 120 บาท และรัฐบาลให้เงินสนับสนุนค่าเบี้ยประกันภัยร้อยละ 50 เพื่อเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรร่วมทำประกันภัยพืชผล

การดำเนินการโครงการประกันภัยพืชผลนี้ ได้มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการประกันภัยพืชผลคิดเป็น 1,057,111 ไร่ (หรือร้อยละ 1.5 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด) ในโครงการนี้สมาคมประกันภัยได้ดำเนินการร่วมกับ 9 บริษัทประกันภัยในการขายกรมธรรม์ประกันภัยให้กับเกษตรกร โดยร้อยละ 89 ของวงเงินประกันภัยนั้นได้รับประกันภัยต่อในต่างประเทศโดยบริษัท สวิส รีอินชัวรันด์ จำกัด ซึ่งการดำเนินงานโครงการดังกล่าวในปี 2554 สามารถเก็บเบี้ยประกันภัยได้รวม 126.85 ล้านบาท แต่ต้องจ่ายชดเชยให้กับเกษตรกรเนื่องจากน้ำท่วมครั้งใหญ่ในปี 2554 เป็นวงเงินรวมประมาณ 575 ล้านบาท ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 456 ของเบี้ยประกันภัย จากกรณีดังกล่าว บริษัท สวิส รีอินชัวรันด์ จำกัด ได้เสนอที่จะรับซื้อประกันภัยต่อในปี 2555 แต่จะปรับค่าเบี้ยประกันที่รับซื้อเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 1 เท่าตัว หรือคิดเป็นค่าเบี้ยประกันภัยไร่ละ 230 บาท (จากเดิม 120 บาท ต่อไร่) ซึ่งส่งผลต่อความต่อเนื่องของการดำเนินโครงการที่ได้รับการริเริ่มขึ้นนี้ ซึ่งนอกจากปัจจัยความเสี่ยงอันเนื่องมาจากภาวะอากาศรุนแรงที่อยู่นอกเหนือการคาดการณ์นี้แล้ว ความยั่งยืนของโครงการประกันภัยพืชผลยังอาจจะขึ้นกับปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น การใช้ทรัพยากรทั้งด้านเวลาและค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างมากกับการใช้บุคลากรและเครื่องมือในการติดตามการเพาะปลูกในพื้นที่ที่รับประกันภัยและการตรวจสอบความเสียหายเป็นรายแปลงเพาะปลูก นอกจากนั้น ยังมีปัจจัยเสี่ยงเนื่องจากพฤติกรรมของผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ทั้งจากเกษตรกร หรือจากบริษัทผู้รับประกันภัย หรือจากเจ้าหน้าที่ภาครัฐ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เบี่ยงเบนไปจากที่พึงประสงค์ เช่น พฤติกรรมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการประกาศพื้นที่ภัยพิบัติโดยมีเหตุจูงใจเนื่องจากผลประโยชน์จากการรับประกันภัย

หรือชดเชยความเสียหาย ก็อาจจะให้โครงการประกันภัยไม่สามารถรองรับมูลค่าความเสียหายทั้งหมดได้ และนำไปสู่การยุติโครงการในที่สุด

ข้อมูลและผลสืบเนื่องจากเหตุการณ์ข้างต้นนี้ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องแสวงหารูปแบบการประกันภัยพืชผลที่เหมาะสม และพัฒนาวิธีการตลอดจนเงื่อนไขในการจ่ายค่าชดเชย (สินไหม) ให้กับผู้เอาประกันที่สามารถลดปัจจัยเสี่ยงทั้งการใช้ทรัพยากรทั้งด้านเวลาและค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างมาก และปัจจัยเสี่ยงด้านพฤติกรรมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่เบี่ยงเบนไปจากที่พึงประสงค์ รวมถึงแนวโน้มของความถี่และความรุนแรงของภัยธรรมชาติได้ทวีความรุนแรงมากขึ้น ณัฐพงศ์ และคณะ (2557) ได้พยายามพัฒนาเทคนิคในการใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (remote sensing) ในการตรวจสอบและประเมินความเสียหายของการเพาะปลูกเนื่องมาจากสภาวะภัยพิบัติรุนแรง ซึ่งในกรณีของประเทศไทย นั้น ได้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลเพื่อประเมินความเสียหายทั้งจากกรณีของน้ำท่วม (ชาติชาย, 2554) และกรณีของภัยแล้ง (สุวิทย์, 2554) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลกับการติดตามสถานการณ์เพาะปลูกและประเมินผลความเสียหายของการปลูกข้าวบริเวณที่ราบลุ่มเจ้าพระยา และบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งเป็นบริเวณที่มักจะได้รับผลกระทบจากภัยแล้งหรือน้ำท่วมเมื่อเกิดสภาวะอากาศรุนแรง และนำไปประยุกต์และบูรณาการข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ประกันภัย (Actuarial method) และเศรษฐศาสตร์ในการกำหนดระบบดัชนีและออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยที่เหมาะสมและทำให้โครงการประกันภัยพืชผลสำหรับการปลูกข้าวมีความยั่งยืนโดยครอบคลุมทั้งการวิเคราะห์คุณลักษณะความเสี่ยง และมูลค่าเบี้ยประกันที่ควรจะเป็น รวมถึงการพัฒนาระบบการกระจายความเสี่ยงของโครงการรับประกัน โดยการกระจายความเสี่ยงภายในประเทศระหว่างพื้นที่เพาะปลูกในบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ และพื้นที่เพาะปลูกในบริเวณภาคกลาง และการกระจายความเสี่ยงในระดับนานาชาติ ผ่านการใช้เครื่องมือทางการเงินในตลาดนานาชาติ เช่น ตลาดตราสารสินค้าเกษตรล่วงหน้า หรือการใช้เครื่องมือทางการเงินอื่น ๆ โดยข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาพบว่า สามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม MODIS เพื่อสร้างดัชนีพืชพรรณ (Cumulative SVI) ซึ่งสามารถชี้บ่งการเจริญเติบโตและความเสียหายของการเพาะปลูกข้าวบริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนใต้ และการเปลี่ยนแปลงดัชนีดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับความเสียหายของการปลูกข้าวทั้งสองบริเวณ โดยงานวิจัยดังกล่าวได้เสนอแนะการพัฒนาประกันภัยพืชผลโดยใช้ค่า ดัชนีสภาวะพืชแบบ Cumulative SVI เป็นดัชนีบ่งบอกความเสียหายและใช้ข้อมูลความเสียหายจากการเพาะปลูกข้าวจากสำมะโนเกษตรกรรมของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในช่วงปี 2548-2553 เป็นฐานการคำนวณเบี้ยประกันภัย ซึ่งจากการคำนวณได้ราคาเบี้ยประกันภัยที่ 263.04 บาทต่อไร่ สำหรับกรณีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ 296.87 บาทต่อไร่ สำหรับกรณีพื้นที่เพาะปลูกภาคกลาง ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการบริหารความเสี่ยงการประกันภัยพืชผลของนาข้าวโดยการรวมคุณลักษณะความเสี่ยง (risk pooling) ของนาข้าวในภาคอีสานและภาคกลางโดยไม่ทำให้ผู้รับประกันภัยแบกรับภาระด้านความเสี่ยงมากขึ้น นอกจากนั้นแล้ว ผู้วิจัยได้แนะนำแนวทางการบริหารความเสี่ยงโดยใช้เครื่องมือทางการเงินในตลาดซื้อขายสินค้าล่วงหน้าในระดับนานาชาติมาประกอบในการจัดการความเสี่ยงโดยรวมให้ได้ผลมากขึ้น

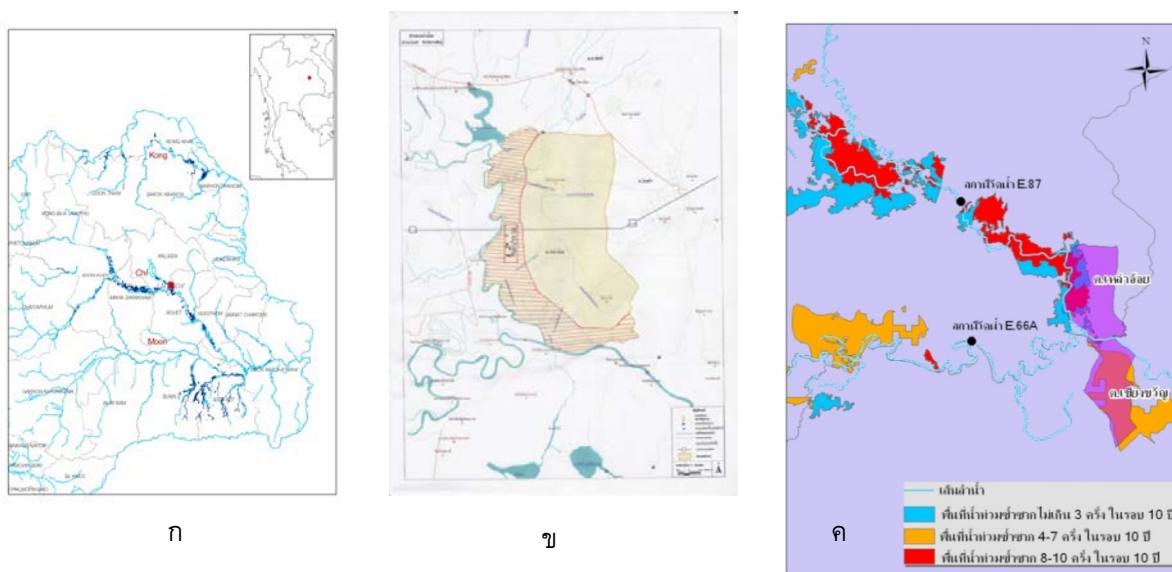
4.3.3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับทรัพยากรการผลิตทางการเกษตร

รายงานของ IPCC และ FAO ได้กล่าวถึงการหาแนวทางในการจัดการทรัพยากรการผลิต โดยเฉพาะการจัดการน้ำและการปรับปรุงระบบชลประทานเพื่อการเกษตรเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับตัวของภาคการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต อย่างไรก็ตาม ประเด็นที่จะต้องพิจารณาคือ แนวทางในการจัดการน้ำ หรือการปรับปรุงระบบชลประทานเพื่อการเกษตรนั้นจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตหรือไม่ เนื่องจากการดำเนินการที่ไม่คำนึงถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตนั้นอาจนำไปสู่การลงทุนที่สูญเปล่าหรือนำไปสู่ปัญหาใหม่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงในอนาคต

ตัวอย่างการศึกษาหนึ่งที่ชี้ให้เห็นถึงแนวคิดของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการปรับปรุงระบบชลประทานเพื่อการเกษตรให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต คือ การศึกษาการปรับตัวของชาวนาในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ โดยเป็นกรณีศึกษาถึงการปรับแนวทางการพัฒนาระบบชลประทานขนาดเล็กในตำบลเหล่าอ้อย อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ (Chinvanno and Kerdsuk, 2013)

ตำบลเหล่าอ้อยอยู่ภายใต้การปกครองของอำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลเหล่าอ้อย มีลักษณะเป็นที่ราบสูงแบบลูกคลื่นลอนตื้น ลาดชันจากตอนเหนือลงสู่ตอนใต้ของตำบล พื้นที่เป็นที่ดอน 60 เปอร์เซ็นต์ และเป็นที่ลุ่มติดกับลำน้ำ 2 สาย คือ ลำน้ำปาว และลำน้ำชี 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ โดยบริเวณที่ตั้งบ้านเรือนและที่อยู่อาศัยอยู่บริเวณส่วนกลางของตำบล มีประชากรประมาณ 1,000 หลังคาเรือน โดยประชากรมีอาชีพหลัก คือ การทำนา และอาชีพเสริม คือ เลี้ยงสัตว์ ผลิตกรรมในครัวเรือน รับจ้างทั่วไป

ตำบลเหล่าอ้อยประสบปัญหาน้ำท่วมซ้ำซากเกือบทุกปีในช่วงปลายฤดูฝน ในช่วงเดือน ต.ค. – พ.ย. ทั้งนี้ข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนตำบลเหล่าอ้อยบ่งชี้ว่า ได้ประสบภัยน้ำท่วมติดต่อกันมาตั้งแต่ ปี พ.ศ.2544 – 2551 เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 8 ปี โดยมีพื้นที่เสียหายประมาณไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่เกษตรซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าว กล่าวคือ พื้นที่เสียหายประมาณ 8,000 ไร่ จากพื้นที่เกษตรทั้งหมดประมาณ 20,000 ไร่ ดังข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมปี 2550 ระบุว่าพื้นที่เพาะปลูกและประมงเสียหายประมาณ 10,000 ไร่ และปี 2551 พื้นที่เพาะปลูกและประมงเสียหายประมาณ 8,000 ไร่ ทั้งนี้พื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ที่อยู่ริมลำน้ำปาว ซึ่งเป็นพื้นที่แนวยาวเป็นระยะประมาณ 26 กิโลเมตร ดังที่แสดงในรูปที่ 4.16 และ 4.17



รูปที่ 4.16 (ก) พื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย และ (ข) พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก (ที่มา: องค์การบริหารส่วนตำบลเหล่าอ้อย)
(ค) แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในบริเวณลำน้ำปาว (ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน)



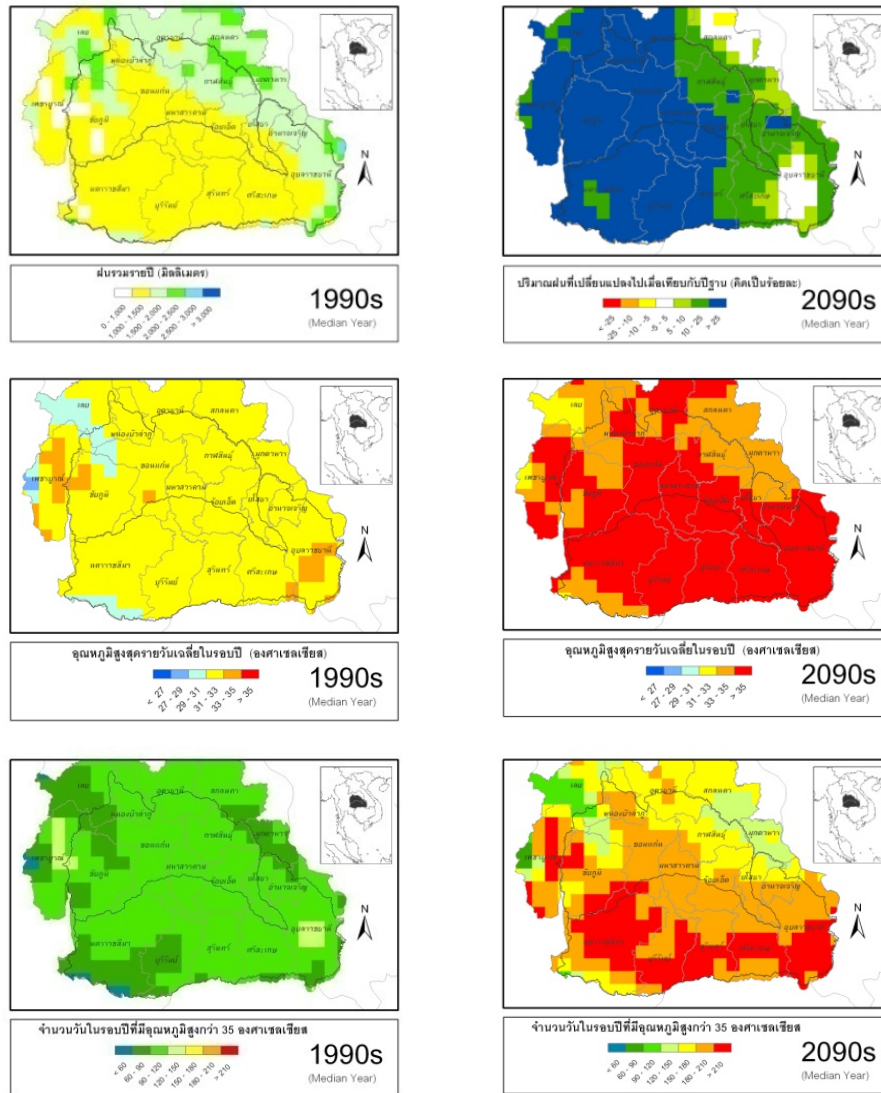
รูปที่ 4.17 (ก) และ (ข) สภาพน้ำท่วมในพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อย และ (ค) ระดับความสูงของน้ำท่วม
(ที่มา: องค์การบริหารส่วนตำบลเหล่าอ้อย)

ยุทธศาสตร์ชุมชนที่ได้วางแผนขึ้นก็คือ ไม่สู้ภัยน้ำท่วม โดยเลิกทำนาปีในฤดูฝน และเปลี่ยนไปเป็นการทำนาปรังในฤดูแล้งแทน และมีแผนการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ดังกล่าว โดยการสูบน้ำจากลำน้ำป่าวส่งผ่านเครือข่ายท่อใต้ดินด้วยแรงดัน ทั้งนี้ได้มีแนวคิดที่จะขยายระบบสูบน้ำและเครือข่ายท่อส่งน้ำให้ครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น (รูปที่ 4.18)



รูปที่ 4.18 (ก) การทำนาปรังฤดูแล้ง (ข) สถานีสูบน้ำ (ค) คลองซอย และ (ง) ระบบส่งน้ำ
ใต้ดินที่มีอยู่ในปัจจุบันในตำบลเหล่าอ้อยซึ่งอาจมีข้อจำกัดภายใต้การเปลี่ยนแปลง
ภูมิอากาศในอนาคต (ที่มา: Chinvanho and Kerdruk, 2013)

อย่างไรก็ดี แนวคิดดังกล่าวแม้ว่าจะสอดคล้องกับบริบทของชุมชน และสามารถลดการเปิดรับต่อภาวะเสี่ยงต่อผลกระทบของสภาพอากาศรุนแรงได้ ซึ่งในกรณีนี้คือ อุทกภัย แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่อาจส่งผลให้ภาคอีสานมีฤดูร้อนที่แห้งแล้งและยาวนานมากขึ้น โดยมีฝนตกหนักในฤดูฝน การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้จะมีผลต่อแนวทางที่ชุมชนวางแผนเพื่อจัดหาทรัพยากรน้ำในการทำนาปรังในฤดูแล้ง ทั้งนี้แผนการนำน้ำจากลำน้ำหลักมาใช้เพื่อกิจกรรมการเกษตรในฤดูแล้งในอนาคตอาจมีข้อจำกัดและไม่ใช่วิธีที่เหมาะสม เมื่อพิจารณาในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในพื้นที่



รูปที่ 4.19 ตัวอย่างผลการคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคตของพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่พื้นที่นั้นจะมีปริมาณฝนมากขึ้น และมีอุณหภูมิสูงขึ้น อีกทั้งระยะเวลาที่มีอากาศร้อนยาวนานมากขึ้น (ที่มา: Chinvanho and Kerdsuk, 2013)

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในกรณีตัวอย่างนี้เป็นการปรับระบบชลประทานเพื่อการเกษตรให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต โดยปรับจากแนวคิดที่จะสูบน้ำจากลำน้ำปาวในหน้าแล้งเพื่อการทำนาปรังซึ่งอาจเกิดความเสี่ยงในอนาคตภายใต้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ฤดูร้อนอาจร้อนมากขึ้นและยาวนานมากขึ้น โดยปรับมาเป็นการพัฒนาหนองเลี้ยวซึ่งเป็นหนองน้ำสาธารณะขนาดใหญ่ทางด้านทิศเหนือของตำบลเหล่าอ้อย ซึ่งมีพื้นที่รับน้ำมากกว่า 3,000 ไร่ แต่ในปัจจุบัน มีสภาพตื้นเขิน ซึ่งตามปกติน้ำจากลำน้ำปาวจะไหลเข้าสู่พื้นที่หนองเลี้ยวในช่วงหน้าน้ำหลาก โดยเมื่อทำการพัฒนาขุดลอกและควบคุมน้ำอย่างเหมาะสมแล้ว หนองน้ำนี้จะมีศักยภาพในการกักเก็บน้ำในฤดูแล้งได้ และจะสามารถใช้สนับสนุนพื้นที่ทำนาในตำบลเหล่าอ้อยและพื้นที่ข้างเคียงให้ปรับมาเป็นระบบนาปรังฤดูแล้งได้ทั้งหมด ซึ่งการปรับตัวโดยการปรับแนวคิดของการพัฒนาระบบชลประทานชุมชนนี้ เป็นการปรับตัวให้สอดคล้องกับแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีฝนมากขึ้นในฤดูฝน โดยที่เป็นการดำเนินการที่เกิดประโยชน์ทั้งในปัจจุบันซึ่งพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมเป็นประจำ

และทำให้การดำเนินกิจกรรมการเกษตรของชุมชนเกิดความมั่นคงและทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตด้วย



ก



ข



ค

รูปที่ 4.20 พื้นที่หนองน้ำที่สามารถพัฒนาขึ้นเป็นแหล่งกักเก็บน้ำข้ำมฤดูแล้งซึ่งจะเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต (ที่มา: Chinvanho and Kerdasuk, 2013)

4.4 สรุป

ภาคการเกษตรของไทยนั้นจัดว่าเป็นภาคส่วนที่มีความสำคัญกับระบบเศรษฐกิจและสังคมไทยอย่างมาก เนื่องจากเป็นภาคส่วนที่ผลิตอาหารเลี้ยงประชากรและสร้างรายได้ให้แก่ประเทศจำนวนมาก อีกทั้งประชากรจำนวนมากของไทยอยู่ในภาคส่วนนี้ แต่ความสำเร็จหรือความมั่นคงของภาคการเกษตรไทยนั้นขึ้นอยู่กับสภาพอากาศที่เหมาะสม เนื่องจากระบบเกษตรไทยส่วนใหญ่แล้วเป็นระบบเกษตรที่อาศัยน้ำฝน ดังนั้น ประเด็นเรื่องฝนมากไป ฝนน้อยไป ฝนมาไม่ตรงตามฤดูกาล ตลอดจนอุณหภูมิในแต่ละฤดูกาล จะส่งผลโดยตรงกับผลผลิตเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ สภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมเหล่านี้ยังส่งผลทางอ้อมอีกหลายประการต่อความมั่นคงของระบบเกษตรไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในประเด็นเรื่องความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูก เช่น การแพร่กระจายและระดับความรุนแรงของดินเค็มที่แปรผันไปตามความผันผวนของปริมาณฝนที่จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ที่มีชั้นหินเกลืออยู่ใต้ดิน ประกอบกับการระเหยน้ำผิวดินในปีที่มีอากาศร้อนจัดเป็นเวลานาน เป็นต้น ทั้งนี้ความแปรปรวนของสภาพอากาศเหล่านี้เป็นสิ่งที่พบเห็นอยู่เสมอในปัจจุบันและเป็นเงื่อนไขที่ทำให้ภาคการเกษตรไทยตกอยู่ในภาวะเสี่ยงเรื่อยมา แต่ภาวะโลกร้อนซึ่งจะนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตจะส่งผลให้รูปแบบของสภาพอากาศในแต่ละฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไป ตลอดจนเกิดความผันผวนแปรปรวนในรอบปีต่อปีมากขึ้นกว่าปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงที่กำลังจะเกิดขึ้นเหล่านี้เป็นความท้าทายใหม่ต่อความมั่นคงของภาคการเกษตรไทย และประเด็นที่ต้องคำนึงถึงก็คือ เราจะมียุทธศาสตร์เพื่อนำภาคการเกษตรไทยไปสู่ความมั่นคงในอนาคตระยะยาวภายใต้เงื่อนไขที่ภูมิอากาศจะเปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบันนี้ได้อย่างไร และเป้าหมายของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของภาคการเกษตรไทยควรจะเป็นอย่างไร

เป้าหมายการปรับตัวของระบบเกษตรไทยต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศน่าจะเป็นการก้าวไปสู่อนาคตอย่างมั่นคงยั่งยืน (resilience / robust) ภายใต้เงื่อนไขที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ความท้าทายในการตอบโจทย์ด้านการปรับตัวของภาคการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในอนาคตน่าจะเริ่มจากการขยายวิสัยทัศน์ของยุทธศาสตร์เกษตรไทยออกไปในอนาคตระยะยาว 20-30 ปีข้างหน้า โดยคำนึงว่าภายใต้การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจและสังคมระยะยาวทั้งของโลกและประเทศไทยนั้น ประเทศไทยต้องการ

ผลผลิตเกษตรชนิดใด จำนวนเท่าไร โดยพิจารณาจากปริมาณที่ต้องใช้เพื่อการบริโภคในประเทศ ปริมาณที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรม ปริมาณเพื่อการค้าระหว่างประเทศ และตั้งโจทย์ว่าเป้าหมายนี้จะเป็นไปได้หรือไม่ภายใต้เงื่อนไขที่ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยพิจารณาถึงผลกระทบที่ภูมิอากาศในอนาคตที่หลากหลายรูปแบบจะมีต่อผลผลิตการเกษตรทั้งทางตรงและทางอ้อม แล้วถอดบทเรียนออกเป็นยุทธศาสตร์การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยพิจารณาถึงการปรับตัวในแง่ของการกำหนดรูปแบบระบบเกษตรที่สอดคล้องกับสถานการณ์อนาคต เช่น รูปแบบของเขตพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูก (Land suitability) ที่อาจเปลี่ยนแปลงไปภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แนวทางการจัดการทรัพยากรการผลิต (ดิน-น้ำ) การจัดการแปลงเพาะปลูก เป็นต้น ทั้งนี้โดยมีเป้าหมายของการปรับตัวคือ เพื่อให้ผลผลิตเป็นไปได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศรูปแบบต่าง ๆ และอีกประการหนึ่งที่สำคัญคือ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ไม่ผันผวนมากนักตามความแปรปรวนของสภาพอากาศที่เกิดขึ้นปีต่อปีในอนาคต

เมื่อพิจารณาถึงองค์ความรู้ด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคการเกษตรที่มีอยู่ในปัจจุบันแล้ว การศึกษาในระยะที่ผ่านมายังคงจำกัดอยู่ที่การเพาะปลูกของพืชบางชนิดเท่านั้น และมองถึงความเสี่ยงของภาคการเกษตรในแง่ของผลผลิตที่มีแนวโน้มลดต่ำลงภายใต้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต โดยจับประเด็นการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในแง่ของการพยายามรักษาระดับการผลิตไว้ให้คงตามระดับการผลิตในปัจจุบัน ซึ่งองค์ความรู้นี้อาจยังไม่สามารถนำไปสู่การวางแผนการปรับตัวที่เหมาะสมหรือเกิดเป็นนโยบายที่เป็นรูปธรรมขึ้นมาได้ ซึ่งอาจจะมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้กล่าวคือ การศึกษาดังกล่าวเป็นการสร้างภาพฉายอนาคต (scenario) ภายใต้เงื่อนไขที่เป็นการจำลองสถานการณ์ขึ้น แนวทางนี้ยังคงมีช่องว่างในการทำความเข้าใจกับหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความคาดหวังที่จะให้ผลการศึกษาเป็นการทำนายอนาคตที่แม่นยำ อีกทั้งการศึกษาขาดความต่อเนื่องและขอบเขตการศึกษาก็ยังจำกัดอยู่กับพืชเศรษฐกิจเพียงไม่กี่ประเภทโดยที่ยังไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบทางอ้อมของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตการเกษตร นอกจากนั้น การปรับตัวยังคงเน้นเรื่องการปรับตัวต่อผลกระทบโดยมีเป้าหมายที่จะรักษาสถานภาพปัจจุบัน (status quo) เอาไว้ ซึ่งโดยความเป็นจริงแล้ว การเปลี่ยนแปลงที่ต่อเนื่องของสภาพเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตจะส่งผลให้ระบบเกษตรไทยปรับเปลี่ยนรูปแบบไปจากปัจจุบันมาก

ดังนั้น การสร้างองค์ความรู้ด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคการเกษตรในระยะต่อไปควรที่จะขยายกรอบของการศึกษาให้ครอบคลุมการผลิตด้านการเกษตรที่หลากหลายมากขึ้น ซึ่งนอกจากการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการผลิตผลผลิตเกษตรชนิดต่าง ๆ แล้ว ยังจะต้องพิจารณาถึงผลกระทบนั้นในเชิงของความเสี่ยงของระบบการผลิตที่แตกต่าง เช่น ระบบเกษตรแบบเชิงเดี่ยวเพื่อการค้าในพื้นที่ขนาดใหญ่ การผลิตในพื้นที่ขนาดเล็ก การผลิตแบบผสมผสาน ฯลฯ ตลอดจนการศึกษาถึงความเสี่ยงของระบบนิเวศเกษตรที่หลากหลาย เนื่องจากระบบนิเวศเกษตรที่แตกต่างกันนั้นมีรูปแบบความเสี่ยงและปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงที่แตกต่างกัน อีกทั้งมีเงื่อนไขของการปรับตัวที่แตกต่างกันด้วยเช่นกัน นอกจากนั้น การศึกษายังจะต้องจับประเด็นพลวัตทางด้านเศรษฐกิจและสังคมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ความเสี่ยงในอนาคต โดยอาจพิจารณาถึงเป้าหมายของการปรับตัวในเชิงของระบบเกษตรที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตในเชิงของระบบเกษตรที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เหมาะสมภายใต้สภาพภูมิอากาศในอนาคตและไม่ผันผวนไปตามความแปรปรวนของสภาพอากาศซึ่งอาจรุนแรงมากขึ้นในอนาคต

นอกจากประเด็นการปรับตัวที่พิจารณาในเชิงของโครงสร้างการผลิตในแง่รูปแบบต่าง ๆ แล้ว การศึกษาด้านการปรับตัวในภาคการเกษตรนี้ยังควรที่จะต้องศึกษาถึงรูปแบบโครงสร้างตลาดและกลไกราคาสินค้าเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลไกด้านตลาดล่วงหน้าซึ่งอาจจะสามารถนำมาใช้เป็นกลไกในการบริหารจัดการความเสี่ยงของเกษตรกรได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งการกำหนดรูปแบบโครงสร้างตลาดและกลไกราคานี้ อาจใช้เป็นเงื่อนไขที่จะนำไปสู่การปรับรูปแบบการเกษตรในอนาคตได้

สำหรับการปรับตัวของภาคส่วนการเกษตรในระดับท้องถิ่น อาจจะต้องพิจารณาในเชิงของการจัดการความเสี่ยงของเกษตรกรที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจะต้องทำความเข้าใจถึงรูปแบบการผลิต ความสามารถในการเข้าถึงทรัพยากรการผลิต ความสามารถในการลงทุนเพื่อปรับตัว โครงสร้างประชากร ฯลฯ เพื่อให้เข้าใจบริบทของการปรับตัวที่เหมาะสมในท้องถิ่นนั้น ๆ โดยอาจอิงกับแนวคิดระบบนิเวศเกษตรและความมั่นคงการดำรงชีพ ซึ่งพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ทางด้านระบบนิเวศธรรมชาติ นโยบาย เศรษฐกิจ สังคม ที่มีสภาพทางภูมิอากาศเป็นหนึ่งในปัจจัยภายนอก (external factor) ที่เป็นแรงผลักดันและส่งผลกระทบต่อบริบทความเสี่ยงของระบบนิเวศเกษตร และการตัดสินใจของเกษตรกรในการเลือกใช้ทรัพยากรวิธีการดำรงชีพโดยใช้ทุน (livelihood capitals) ที่มีอยู่ ร่วมกับการสนับสนุนโครงสร้างเชิงนโยบายและสถาบันเพื่อรับมือกับความเสี่ยงหรือสภาวะกดดันต่าง ๆ ทั้งที่เกิดจากสภาพอากาศและปัจจัยอื่นๆ

นอกจากนั้น การศึกษาการปรับตัวของภาคส่วนการเกษตรในระดับท้องถิ่นอาจจะต้องให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีในการผลิตมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะศึกษาถึงเทคโนโลยีด้านการปรับปรุงพันธุ์หรือเทคโนโลยีที่มุ่งเน้นไปในด้านการเพิ่มผลผลิตแล้ว เทคโนโลยีที่จะช่วยให้จัดการทรัพยากรการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้แก่ เทคโนโลยีในด้านการจัดการน้ำเพื่อการผลิต ก็เป็นประเด็นสำคัญที่จะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตเช่นกัน

การศึกษาเพื่อที่จะให้ได้คำตอบเพื่อถอดออกมาเป็นแนวทางการปรับตัวของภาคการเกษตรไทยต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคตนี้ต้องการการดำเนินการร่วมกันระหว่างหลายฝ่าย โดยเฉพาะกลุ่มนักวิชาการในสถาบันการศึกษาและหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง และจะต้องมีกลไกที่เหมาะสมสนับสนุนเนื่องจากจะต้องเป็น การศึกษาที่ต่อเนื่องเพื่อให้ยุทธศาสตร์และนโยบายต่าง ๆ สามารถปรับเปลี่ยนได้ทันกับพลวัตหรือการเปลี่ยนแปลงที่ต่อเนื่องของสภาพเศรษฐกิจและสังคมซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้เร็วและมีผลต่อความเสี่ยงของระบบเกษตรได้มากกว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ นอกจากนี้ การศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ที่จะใช้สนับสนุนยุทธศาสตร์และนโยบายต่าง ๆ ในภาคการเกษตรนี้ยังจะต้องรวบรวมประเด็นด้านความมั่นคงของสังคมเกษตรกรและภาคธุรกิจการเกษตรเข้าไว้ด้วย

4.5 เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2552. เอกสารประกอบการประชุมคณะกรรมการประกันความเสี่ยงของพืชผลทางการเกษตร ครั้งที่ 2/2552. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรณีการ ธรรมพานิชวงศ์, ชัยสิทธิ์ อนุชิตวรวงศ์, พรเพ็ญ วิจิษณ์ประเสริฐ, สุริยันธ์ สารมุล, ทิพวัลย์ แก้วมีศรี และปริญญรัตน์ เลียงเจริญ. 2558. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาการปรับตัวของเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- ชาติชาย ไวยสุระสิงห์. 2554. การใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลสำหรับการประเมินความเสียหายจากน้ำท่วม: การทบทวนวรรณกรรม. วารสารวิศวกรรม มข., 38(2): 197-209.
- ณัฐพงษ์ พัฒนพงษ์, โสมรัตน์ จันทรัตน์, ปรีสาร รักวาทิน และธนสิน ถนอมพงษ์พันธ์. 2557. การศึกษาการบริหารจัดการความเสี่ยงของภาคส่วนเกษตรต่อสภาวะอากาศรุนแรงโดยระบบประกันภัยพืชผล: กรณีศึกษา ไร่เพาะปลูกข้าว. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพมหานคร.
- วิเชียร เกิดสุข, ศุภกร ชินวรรณ และพรวิไล ไทรโพธิ์ทอง. 2554. รายงานผลการวิจัย โครงการการประเมินผลกระทบ ความเสี่ยง ความล่าช้าและแนวทางปรับตัวของระบบการเกษตรและสังคม เกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต: กรณีศึกษาลุ่มน้ำ ชี-มูล. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553. โครงการจัดทำแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศของโลกการผันผวนของราคาพลังงาน และวิกฤตอาหารของโลก. เสนอต่อ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2553. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 416. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. ตัวชี้วัดเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2556. รายงานผลเบื้องต้น สำมะโนการเกษตร พ.ศ. 2556. สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.
- Chinvanno, S. and Kerdsuk, V. 2013. Mainstreaming Climate Change into Community Development Strategies and Plans: A Case Study in Thailand. Adaptation Knowledge Platform, Partner Report Series No.5. Stockholm Environment Institute, Bangkok.. [Online]. Available at: www.asiapacificadapt.net or weADAPT.org
- Cruz, R.V., Harasawa, H., Lal, M., Wu, S., Anokhin, Y., Punsalmaa, B., Honda, Y., Jafari, M., Li, C. and Huu, Ninh N. 2007. Asia. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK, 469-506.

- FAO Inter-departmental working group on climate change. 2007. Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: Perspective, framework and Priorities. FAO, Rome, Italy.
- Ingram, K., Rodriguez, R., Sakarung, S. and Yamboa, E. B. 1995. Germplasm evaluation and improvement for dry seeded rice in drought prone environments. In .Ingram K.T (ed.), Rainfed lowland rice: Agricultural research for high risk environments. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. pp 55-67.
- IPCC. 2013. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. and Midgley, P.M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Ongsomwang S. and Phayakkin, A. 2011. Crops Drought Monitoring in Northeast Thailand from NOAA-AVHRR Data. Proceedings of SUT GRAD Conference 2011, Suranaree University of Technology, Thailand. (in Thai)
- Smith, P., Bustamante M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsiddig, E.A., Haberl, H., Harper, R., House, J., Jafari, M., Masera, O., Mbow, C., Ravindranath, N.H., Rice, C.W., Robledo, C. Abad, Romanovskaya, A., Sperling, F., and Tubiello, F. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P., Kriemann, B., Savolainen, J., Schlmer, S., von Stechow, C., Zwickel, T. and Minx, J.C. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- The Centre for Climate Research Singapore and the Met Office Hadley Centre. 2014. A Regional Climate Modeling Experiment for Southeast Asia (SEACAM): Using PRECIS Regional Model and selected CMIP₃ Global Climate Modeling. The Technical Report from SEACAM workshop. Available at: <http://ccrs.weather.gov.sg/wp-content/uploads/2015/03/Regional-Climate-Modelling-Experiment-for-Southeast-Asia.pdf>

บทที่ 5: การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย

พงษ์ศักดิ์ สุทธิพนธ์¹ / ศุภกร ชินวรรณ² / กรรณิการ์ ธรรมพานิชวงศ์³

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นเป็นการปรับตัวเพื่อให้ระบบและภาคส่วนต่าง ๆ ตลอดจนสังคมในทุกระดับสามารถดำรงอยู่และสามารถดำเนินกิจกรรมหรือวิถีชีวิตต่อไปได้ โดยปรับเปลี่ยนการบริหารจัดการความเสี่ยงให้สอดคล้องกับสถานการณ์ และอาจรวมถึงการแสวงหาแนวทางใหม่ที่จะลดภาวะล่อแหลมเปราะบางของระบบหรือภาคส่วนต่าง ๆ ต่อผลกระทบและผลสืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศลงภายใต้การพิจารณาในแง่ภูมิของระบบหรือภาคส่วน หรือพิจารณาแบบบูรณาการเชิงพื้นที่ในเงื่อนไขเวลาที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจพิจารณาในแง่ภูมิของการดำเนินการทางกายภาพ หรือการปรับทิศทางตลอดจนการขับเคลื่อนแนวทางการพัฒนา การปรับระบบเศรษฐกิจหรือวิถีชีวิต หรือการใช้กลไกทางด้านการระเบียบและสถาบัน ทั้งนี้ขึ้นกับบริบทของระดับการตัดสินใจและเป้าหมายในการดำเนินการ เพื่อให้สังคมในอนาคตมีความมั่นคงทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น และเพื่อให้ยุทธศาสตร์การพัฒนาหรือแผนงานต่าง ๆ สามารถบรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ ดังนั้น การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนี้ จึงต้องมีการดำเนินการในวงกว้างและพิจารณาในแง่ภูมิที่หลากหลายซึ่งครอบคลุมงานในการวางแผนของหลายภาคส่วน นอกจากนี้ยังอาจจะต้องพิจารณาในบริบทที่เฉพาะของพื้นที่ ทำให้การวางแผนเพื่อการขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงการดำเนินการในระดับชาติซึ่งพิจารณาในเชิงของยุทธศาสตร์รายภาคส่วน ลงไปถึงการดำเนินการในระดับชุมชน ภายใต้กรอบการตัดสินใจที่เหมาะสม บทความนี้จะกล่าวถึงความพยายามในการขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยโดยแผนงานระดับชาติในระยะที่ผ่านมา และแนวทางในการขับเคลื่อนการปรับตัวในระดับชุมชน โดยเสนอกรอบแนวคิดด้านการตัดสินใจที่คำนึงถึงความไม่แน่นอนของอนาคตอันเป็นธรรมชาติของการวางแผนระยะยาวในกรอบเวลาของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

¹ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

² ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³ ฝ่ายการวิจัยทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาแห่งประเทศไทย

5.1 การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชาติ

ประเทศไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และมีการริเริ่มวางแผนและยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมาระยะหนึ่ง โดยมีแผนและนโยบายหลัก ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

- 1) ยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2551-2555 (คณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ, 2551)

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้จัดทำยุทธศาสตร์ชาตินี้โดยมีวิสัยทัศน์ คือ ประเทศไทยมีความพร้อมในการรับมือและปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมีส่วนร่วมกับประชาคมโลกในการลดหรือบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบนพื้นฐานของการพัฒนาที่ยั่งยืน สำหรับประเด็นยุทธศาสตร์นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ยุทธศาสตร์ดังนี้

- ยุทธศาสตร์ที่ 1: การสร้างความสามารถในการปรับตัวเพื่อรับมือและลดความล่าช้าต่อผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศ
- ยุทธศาสตร์ที่ 2: การสนับสนุนการลดการปล่อย GHG และเพิ่มแหล่งดูดซับก๊าซบนพื้นฐานของการพัฒนาที่ยั่งยืน
- ยุทธศาสตร์ที่ 3: การสนับสนุนงานวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- ยุทธศาสตร์ที่ 4: การสร้างความตระหนักรู้และการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- ยุทธศาสตร์ที่ 5: การเพิ่มศักยภาพของบุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- ยุทธศาสตร์ที่ 6: การพัฒนาการดำเนินงานในกรอบความร่วมมือกับต่างประเทศ

โดยเนื้อหาในยุทธศาสตร์ที่ 1 ซึ่งเน้นที่การสร้างความสามารถในการปรับตัวเพื่อรับมือและลดความล่าช้าต่อผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศนั้น ได้กำหนดแนวทางที่ครอบคลุมถึงการสร้างความสามารถในการประเมินผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศ การป้องกันและบรรเทาความเสียหายของผลกระทบด้านทรัพยากรธรรมชาติระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ การป้องกันและบรรเทาความเสียหายของผลกระทบด้านภัยธรรมชาติและการตั้งถิ่นฐานประชาชน การป้องกันและบรรเทาความเสียหายของผลกระทบด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรมและแหล่งสำคัญทางประวัติศาสตร์ ศิลปกรรม และวัฒนธรรม การป้องกันและบรรเทาความเสียหายของผลกระทบด้านสุขภาพอนามัย และการสร้างความสามารถในการปรับตัวด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และแหล่งสำคัญทางประวัติศาสตร์ ศิลปกรรม และวัฒนธรรม โดยมีการกำหนดถึงหน่วยงานที่ควรมีหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินการต่าง ๆ เหล่านี้ไว้ด้วย

- 2) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559). (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554)

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติได้จัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) ซึ่งประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 128 ตอนพิเศษ 152 ง เมื่อวันที่ 14 ธันวาคม 2554 โดยมีมุ่งพัฒนาภายใต้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และขับเคลื่อนให้บัง

เกิดผลในทางปฏิบัติที่ชัดเจน ยึดคนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา ให้ความสำคัญกับการสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในสังคม พัฒนาประเทศสู่สมดุลในทุกมิติอย่างบูรณาการและเป็นองค์รวม วิสัยทัศน์ที่กำหนดในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 11 คือ “สังคมอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข ด้วยความเสมอภาค เป็นธรรม และมีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลง” แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 11 ได้ให้ความสำคัญต่อนโยบายเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งมีการกำหนดยุทธศาสตร์และมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหลายประเด็น แต่โดยส่วนใหญ่แล้วเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจก โดยมีการจับประเด็นด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในยุทธศาสตร์การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 6.3 การยกระดับขีดความสามารถในการรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อให้สังคมมีภูมิคุ้มกัน ประกอบด้วย

- (1) การพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบ และการปรับตัวรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และการสร้างนักวิจัยและเครือข่ายวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยการศึกษาวิจัยและพัฒนาฐานความรู้เกี่ยวกับสาเหตุและการคาดการณ์ การประเมินความเสี่ยง ความเปราะบาง และผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การวิจัยเพื่อเตรียมการรองรับการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคการปล่อยก๊าซมีความเสี่ยงสูง การพัฒนาระบบตลาดคาร์บอนในประเทศ
- (2) การพัฒนาเครื่องมือในการบริหารจัดการเพื่อรับมือกับความท้าทายจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในการสนับสนุนการจัดทำแผนเตรียมความพร้อมของประเทศเพื่อรองรับผลกระทบอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะยาว การพัฒนาระบบฐานข้อมูลและระบบการรายงานเกี่ยวกับข้อมูลการปล่อยและลดก๊าซเรือนกระจกและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เช่น ระบบ MRV (Measurement, Reporting and Verification) ในระดับโครงการและระดับประเทศ การนำมาตรการด้านการคลังในการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม เช่น ภาษีสิ่งแวดล้อม การประกันความเสี่ยง การกำหนดสิทธิการปล่อยมลพิษ การส่งเสริมให้มีระบบการขึ้นทะเบียนเพื่อสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (National Registry System) รวมถึงการศึกษาและพัฒนาระบบตลาดคาร์บอนสำหรับประเทศไทย
- 3) แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ.2558-2593 (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; สผ., 2558)

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้จัดทำแผนแม่บทโดยมีแนวทางการดำเนินงานใน 3 เรื่องหลัก ได้แก่ (1) การปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (2) การลดก๊าซเรือนกระจกและส่งเสริมการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำ และ (3) การสร้างขีดความสามารถด้านการบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยในส่วนที่กล่าวด้วยการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วยแนวทางและมาตรการใน 6 สาขา คือ

- (1) การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง มุ่งเน้นการจัดการน้ำอย่างบูรณาการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความเป็นธรรมในการเข้าถึงทรัพยากรน้ำ การสร้างความพร้อมในการรับมือและลดความเสียหายจากอุทกภัยและภัยแล้ง รวมถึงการจัดการความเสี่ยงจากอุทกภัยและภัยแล้ง

- (2) การเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร มุ่งเน้นการจัดการความเสี่ยงในภาคเกษตรจากภัยธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางภูมิอากาศ การสร้างความพร้อมในการรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยมุ่งเน้นการสร้างองค์ความรู้และศักยภาพของเกษตรกรในการปรับตัว รวมถึงการสร้างรายได้เพิ่มจากการพัฒนาสินค้าเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการรักษาความมั่นคงทางอาหารอย่างยั่งยืน
- (3) การท่องเที่ยว มุ่งเน้นการพัฒนาและส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศและการท่องเที่ยวที่ยั่งยืนเพื่อรักษาไว้ซึ่งความสมบูรณ์และขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของระบบนิเวศและทรัพยากรธรรมชาติในแหล่งท่องเที่ยว รวมถึงการลดความเสี่ยงของภาคการท่องเที่ยวต่อปัจจัยทางภูมิอากาศที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต
- (4) สาธารณสุข มุ่งเน้นการเฝ้าระวังโรคและการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางภูมิอากาศที่มีผลต่อสุขภาพและการป้องกันโรคและแพร่ระบาดของโรค รวมถึงการส่งเสริมการเข้าถึงบริการทางสาธารณสุขที่มีคุณภาพ
- (5) การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ มุ่งเน้นการสงวนรักษาและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและระบบนิเวศให้คงความสมบูรณ์ และการกำกับดูแลและควบคุมให้มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน
- (6) การตั้งถิ่นฐานและความมั่นคงของมนุษย์ มุ่งเน้นการลดความเสี่ยงและความเสียหายจากภัยธรรมชาติและการสร้างความพร้อมและขีดความสามารถในการปรับตัวของชุมชน

นอกจากแผนงานหลัก ๆ เหล่านี้แล้ว เมื่อพิจารณานโยบายและยุทธศาสตร์ในระดับกรมหรือหน่วยงานเทียบเท่ากรมที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศพบว่ามีหน่วยงานหลายหน่วยงานที่เริ่มกำหนดประเด็นด้านการปรับตัวนี้ลงในแผนของหน่วยงาน ได้แก่

- แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2555-2559 (สผ., 2555) มีการกำหนดกรอบและทิศทางการพัฒนาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) ที่ให้ความสำคัญกับการสร้างเศรษฐกิจสร้างสรรค์และเศรษฐกิจที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการมุ่งเน้นแนวทางการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรม การเปิดโอกาสให้ประชาชนกลุ่มต่าง ๆ สามารถเข้าถึงทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างเท่าเทียมกัน และการกำหนดมาตรการสร้างภูมิคุ้มกันต่อความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยธรรมชาติเพื่อเตรียมความพร้อมในการเผชิญกับปัญหาความผันผวนจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยธรรมชาติที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น
- แผนแม่บทด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2552) มีวิสัยทัศน์ คือ เป็นผู้นำในการบริหารจัดการป่าอนุรักษ์เพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับประเทศ สร้างจิตสำนึก และกระตุ้นการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน โดยการบริหารจัดการพื้นที่ป่าอนุรักษ์อย่างมีส่วนร่วม พัฒนาบุคลากร ฐานข้อมูล องค์ความรู้ และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบริหารจัดการป่าอนุรักษ์ และสร้างจิตสำนึกและความตระหนักถึงบทบาทของทรัพยากรป่าไม้ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแก่ทุกภาคส่วน

- ยุทธศาสตร์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศด้านการเกษตร พ.ศ.2556-2559 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2555) มีเป้าหมายในการสร้างภูมิคุ้มกันภาคเกษตร เพื่อนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยการสนับสนุนการพัฒนาเกษตรให้มีภูมิคุ้มกันสามารถปรับตัวรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อคงไว้ซึ่งความมั่นคงในการประกอบอาชีพเกษตรกรรมและความมั่นคงทางอาหาร รวมทั้งการเพิ่มผลผลิตภาคการผลิตและความสามารถในการแข่งขัน โดยการปรับการผลิตสู่การเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เกษตรคาร์บอนต่ำ โดยความสนใจ รวมทั้งคำนึงถึงผลประโยชน์ของเกษตรกรและการพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืน วิจัย พัฒนา สร้างองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ผสานกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการปรับตัว การลดการปล่อยและการเก็บกักก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนส่งเสริมการเรียนรู้สร้างความร่วมมือและเครือข่ายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของทุกภาคส่วนทั้งในและต่างประเทศ ในการดำเนินการเรื่องเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
- แผนยุทธศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พ.ศ.2555-2559 (กระทรวงสาธารณสุข, 2555) มีประเด็นยุทธศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อมที่เชื่อมโยงด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศประกอบด้วย 5 ยุทธศาสตร์สำคัญ มีเนื้อหาพัฒนาระบบและกลไกการดำเนินงานเพื่อรองรับงานด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ลดผลกระทบหรือปัจจัยเสี่ยงด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เสริมสร้างความร่วมมือภาคประชาชนและภาคีเครือข่ายมีส่วนร่วมหรือมีกิจกรรมด้านการจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเกิดกระบวนการถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

อย่างไรก็ดี อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่าในระดับประเทศนั้น ประเทศไทยเริ่มมีแผนยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีการกำหนดยุทธศาสตร์ และภาคส่วนที่ต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษชัดเจน โดยนโยบาย ยุทธศาสตร์หรือแผนแม่บทด้านการป้องกัน แก้ไข และปรับตัวเพื่อรับมือต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในระดับประเทศ นโยบายรัฐบาล และนโยบายแต่ละหน่วยงานนั้นมีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีเป้าหมายเพื่อเตรียมความพร้อมรับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต ตลอดจนเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาแผนงานที่ได้ยกมาข้างต้นนี้จะเห็นได้ว่า เนื้อหาในนโยบาย หรือแผนแม่บทการรับมือกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศฯ ที่กล่าวมาของหน่วยงานนั้นส่วนใหญ่เป็นเพียงกรอบแนวทางเท่านั้น ยังไม่มีแนวทางปฏิบัติรวมถึงการเตรียมทรัพยากรเพื่อไปสู่เป้าหมายที่ชัดเจน นอกจากนั้นยังไม่มีเชื่อมโยงกับแผนยุทธศาสตร์ในระดับกรมที่ชัดเจนว่าจะบูรณาการการทำงานร่วมกันอย่างไร ดังนั้นการจัดทำแผนการรับมือหรือปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้อาจต้องการองค์ความรู้ที่เหมาะสมในการจัดทำรายละเอียดของการขับเคลื่อนการปรับตัวเพื่อเตรียมรับมือต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม โดยมีการศึกษาขึ้นโดยภาควิชาการ สถาบันการศึกษา และในระดับโครงการวิจัยเพื่อให้เกิดความชัดเจนในการขับเคลื่อนการปรับตัวอย่างเป็นรูปธรรมในอนาคต

5.1.1 การรวบรวมประเด็นการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเข้ากับแผนงานต่าง ๆ

องค์การ UNEP ได้เสนอแนวคิดที่ว่าธรรมชาติของผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นเป็นเรื่องที่ตัดข้ามไปในภาคส่วนทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ตลอดจนพื้นที่ทางภูมิศาสตร์และขอบเขตการปกครองที่หลากหลาย อีกทั้งกรอบเวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงเป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องคิดถึงการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของกรอบการวางแผนนโยบายด้านการพัฒนาที่ต้องขยายบริบทให้กว้างขึ้น การดำเนินงานด้านการปรับตัวที่เป็นโครงการเฉพาะและจับประเด็นปัญหาที่เจาะจงนั้นอาจจะได้ผลภายใต้สถานการณ์หนึ่ง แต่ในระยะยาวแล้วการคิดถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภายใต้กรอบของการวางแผนโครงการเฉพาะเพื่อจัดการกับปัญหาได้ปัญหานั้น อาจจะไม่ได้เกิดผลในขนาดที่ต้องการ ซึ่งเมื่อพิจารณาในแง่แล้ว การวางแผนนโยบายด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชาตินั้นควรจะต้องรวบรวมเข้าไปกับการวางแผนหรือนโยบายต่าง ๆ ที่ครอบคลุมหลายภาคส่วนอย่างบูรณาการ (UNDP-UNEP, 2011)

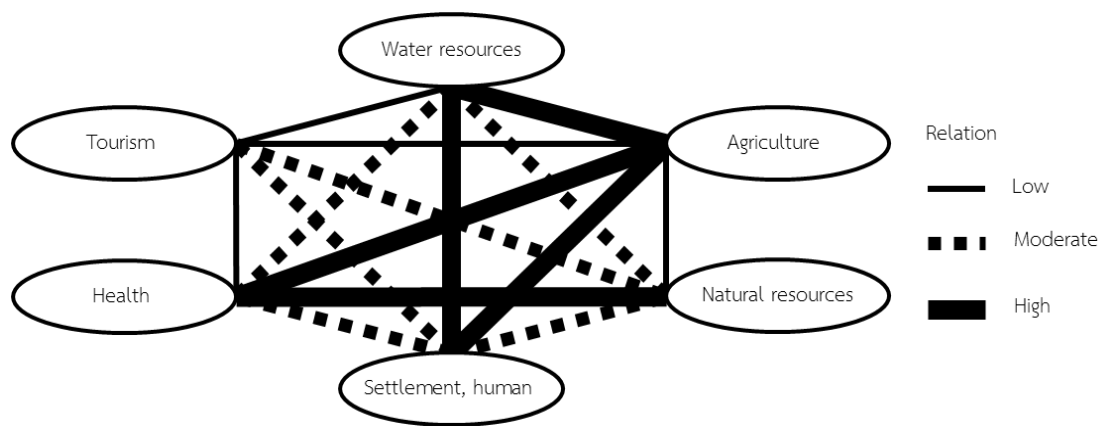
ต่อมาในปี พ.ศ.2554 (ค.ศ.2011) United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) ได้เสนอแนะวิธีการจัดทำ การปรับตัวของประเทศ (National Adaptation Plan) ซึ่งเสนอแนวทางในการรวบรวมประเด็นด้านการปรับตัวเข้ากับนโยบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งที่เป็นนโยบายที่อาจจะจัดตั้งขึ้นใหม่หรือนโยบายตลอดจนแผนงานที่มีอยู่แล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งแผนงานด้านการพัฒนา เพื่อลดความซ้ำซ้อนที่อาจจะเกิดขึ้น (LDC Expert Group, 2012)

สำหรับประเทศไทย ทางสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) ได้วางแผนการจัดทำแผนการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย (National Adaptation Plan, NAP) ในปีงบประมาณ 2558 แผนการปรับตัวนี้จะมุ่งเน้นที่กระบวนการและการประยุกต์ใช้ในภาคส่วนที่มีความสำคัญ อย่างไรก็ตามก่อนการจัดทำแผนการปรับตัวของประเทศไทย มีขั้นตอนเบื้องต้นที่สำคัญคือการจัดทำขอบข่ายงานการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย (National Adaptation Framework, NAF) ซึ่งเป็นการประเมินผลกระทบเบื้องต้นและความเปราะบางของภาคส่วนต่าง ๆ โดยขอบข่ายงานการปรับตัว (NAF) นี้จะนำเสนอสถานการณ์ปัจจุบัน เป้าหมาย และลำดับความสำคัญในแต่ละภาคส่วนของเศรษฐกิจ-สังคม-สิ่งแวดล้อม ขอบข่ายงานการปรับตัวนี้ (NAF) จะถูกนำเสนอต่อคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติของประเทศไทย เพื่อรับรองและนำไปสู่การจัดทำแผนการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย (NAP) ในลำดับถัดไป

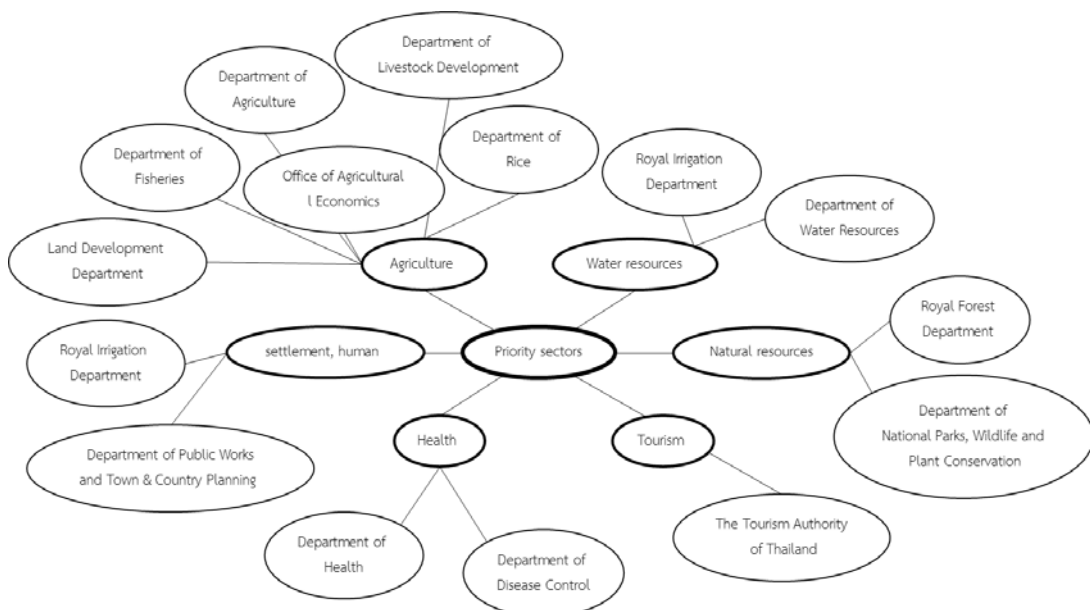
ผลการศึกษาของการจัดทำขอบข่ายงานการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย (National Adaptation Framework, NAF) (สุจริต และคณะ, 2558) สามารถสรุปถึงภาคส่วนที่สำคัญด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation) ของประเทศไทยที่มีผลกระทบต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย 6 ภาคส่วน ดังนี้

1. ภาคทรัพยากรน้ำ: การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง
2. ภาคการเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร
3. ภาคการตั้งถิ่นฐานและความมั่นคงของมนุษย์
4. ภาคสาธารณสุข
5. ภาคการท่องเที่ยว
6. ภาคการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ

เมื่อพิจารณาประเด็นด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้แล้วจะเห็นได้ว่าเป็นประเด็นที่ตัดข้ามกันระหว่างงานของหลายหน่วยงาน ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์และเชื่อมโยงภาคส่วนกับหน่วยงานที่รับผิดชอบในระดับกรมจะเห็นว่าในบางภาคส่วนจะมีความสัมพันธ์และอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของหลายหน่วยงาน เช่น ภาคเกษตรซึ่งสามารถแยกออกเป็นการเพาะปลูกพืช และการปศุสัตว์ ภายใต้ความรับผิดชอบของหลายหน่วยงาน นอกจากนี้บางหน่วยงานอาจจะต้องเชื่อมโยงหลายภาคส่วน เช่น กรมชลประทานซึ่งต้องดูแลเรื่องน้ำชลประทานเพื่อการเกษตร ซึ่งเชื่อมโยงเรื่องทรัพยากรน้ำและเกษตร และรับผิดชอบนโยบายเขตพื้นที่เพาะปลูกในภาคส่วนความมั่นคงของประชาชนและการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากผลการวิเคราะห์จะเห็นว่าภาคส่วนที่คัดเลือกเหล่านี้มีความเชื่อมโยงทั้งในบริบทของแต่ละภาคส่วนและหน่วยงานที่รับผิดชอบ เพราะฉะนั้นแนวทางการจัดทำขอยางงานการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงจำเป็นต้องใช้กระบวนการบูรณาการและร่วมกันออกแบบตั้งแต่ต้น (Co-design) เพื่อผลประโยชน์ของประเทศไทยในอนาคต (Co-benefit)



รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างภาคส่วน



รูปที่ 5.2 ความเชื่อมโยงของหน่วยงานที่รับผิดชอบการวางแผนของภาคส่วนต่าง ๆ

ประเด็นหลักประการหนึ่งที่จะต้องทำความเข้าใจในการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้กรอบของ UNFCCC National Adaptation Plan นี้คือ การทบทวนและวิเคราะห์นโยบายและแผนยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ในประเทศไทย เพื่อค้นหาช่องว่างและประเด็นที่พึงพิจารณาในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเสนอแนะแนวทางในการบูรณาการประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในบริบทที่เกี่ยวข้องตลอดจนนำเสนอผลการวิเคราะห์จากการบูรณาการประเด็นดังกล่าวในนโยบายนั้น ๆ หรือแผนยุทธศาสตร์นั้น ๆ ตัวอย่างเช่น นโยบายผังเมือง ยุทธศาสตร์น้ำ แผนการพัฒนาลุ่มน้ำ ฯลฯ เป็นต้น โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดความเข้าใจว่าแผนหรือยุทธศาสตร์เหล่านั้นจะมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ในอนาคต หรือสามารถดำเนินการได้ โดยบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งผลการทบทวนและวิเคราะห์นโยบายและแผนยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ในประเทศไทยนั้นมีข้อสรุปที่แสดงในตารางที่ 5.1 ดังต่อไปนี้ (สุจริต และคณะ, 2558)

ตารางที่ 5.1 สรุปงานเบื้องต้น ช่องว่าง และอุปสรรคต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในแต่ละภาคส่วนที่สำคัญ

(a. คือ สถานะ (Status), b. คือ กรอบเวลาสำหรับการดำเนินงานหรือปรับปรุงกิจกรรม (Timeframe to initiate or improve activities), และ c. คือ ความต้องการทรัพยากรหรือการสนับสนุน (Support or resources required..))

ภาคส่วนที่สำคัญ	ขั้นตอน A.1 การเริ่มและดำเนินการ (Initiating and launching)	ขั้นตอน A.2 ตรวจสอบสถานะทรัพยากร (Stocktaking)	ขั้นตอน A.3 การจัดการปัญหาช่องว่าง (Addressing capacity gaps)	ขั้นตอน A.4 การลดปัญหาจากความต้องการ เพื่อการพัฒนา (Addressing development needs)
1. ทรัพยากรน้ำ (กรมชลประทาน)	a. มีคณะกรรมการ CC ในกรม ชลประทาน	a. มีการอบรมบุคลากรเพื่อความ เข้าใจด้าน CC, เครื่องมือและ เทคโนโลยีการบริหารน้ำในภาวะ ปกติ และป้องกันภัยจากน้ำ ก่อน ระหว่าง และหลังเกิดภัย	a. ส่งบุคลากรไปอบรมให้ความรู้ มีการบริหารจัดการน้ำที่คำนึงเรื่อง เวลา การลดการใช้น้ำเกษตร	a. กำลังดำเนินการสร้างเกณฑ์การ ตัดสินใจโดยขอเป็นหลักเกณฑ์จาก รัฐบาล เช่น ถ้าน้ำต้นทุนวันที่ 1 พ.ย. มี น้อย จะเสนอเป็นเงื่อนไขการรับมือ ล่วงหน้าอย่างน้อย 6 เดือน
	b. มีโครงการนำร่อง (ป่าสัก) อีก 2 ปีแล้วเสร็จ	b. มีโครงการนำร่อง (ป่าสัก) อีก 2 ปีแล้วเสร็จ	b. ดำเนินการในบางพื้นที่แล้ว	b. กำลังดำเนินการอยู่
	c. ต้องการเครื่องมือทางกลไก เช่น มติ ครม.	c. การอบรมบุคลากรในกรมจาก ผู้เชี่ยวชาญ	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร
1. ทรัพยากรน้ำ (กรมทรัพยากรน้ำ)	a. ยังไม่มีคณะกรรมการ CC ใน กรม	a. กรมยังไม่มีให้นำ CC มาใช้ใน การจัดสรรน้ำ แต่กรมมีแบบจำลอง ระบบลุ่มน้ำ มีโครงการปรับตัว ที่ได้รับการสนับสนุนจาก หน่วยงานภายนอก เช่น GIZ ซึ่ง กำลังดำเนินการอยู่	a. ส่งบุคลากรไปอบรมให้ความรู้ บ้าง	a. ยังไม่มีการดำเนินการ
	b. มีโครงการนำร่อง (ecosystem) ในภาคอีสาน และภาคใต้	b. มีโครงการนำร่อง (ecosystem) ในภาคอีสาน และภาคใต้	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ

ภาคส่วนที่สำคัญ	ขั้นตอน A.1 การเริ่มและดำเนินการ (Initiating and launching)	ขั้นตอน A.2 ตรวจสอบสถานะทรัพยากร (Stocktaking)	ขั้นตอน A.3 การจัดการปัญหาช่องว่าง (Addressing capacity gaps)	ขั้นตอน A.4 การลดปัญหาจากความต้องการ เพื่อการพัฒนา (Addressing development needs)
	c. ต้องการเครื่องมือทางกลไก เช่น กฎหมายหรือกฎระเบียบ อำนาจอนุมัติสิทธิ์การใช้น้ำ	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร
2. เกษตร (กรมวิชาการ เกษตร, กรมการ ข้าว, กรมพัฒนาที่ดิน)	a. มีคณะกรรมการ CC ในกรม มีนโยบาย แผนงาน การปฏิบัติงานเพื่อรองรับและเตรียมการปรับตัว	a. มีการวิจัยเรื่อง พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมาก, ต้นทุนการปรับตัวต่ำ, กำลังการผลิตมีมาก มีการใช้ CC วิเคราะห์พืชหลักได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพด อ้อย มีการพัฒนาสายพันธุ์ เมล็ด แต่ยังไม่เพียงพอต่อการผลิต	a. มีศูนย์วิจัยพืชหลัก แต่ยังต้องการการส่งเสริมมากขึ้น	a. กำลังดำเนินการอยู่
	b. แผนงาน นโยบาย โครงการ ศูนย์วิจัย งานวิจัย เครือข่ายชุมชนที่เกี่ยวข้องกับ CC	b. แผนงานบางเรื่องยังไม่ชัดเจน ในการปฏิบัติเช่น นโยบาย zoning	b. กำลังดำเนินการอยู่	b. กำลังดำเนินการอยู่
	c. ต้องการเครื่องมือทางกลไก บุคลากร เงินทุน	c. ต้องการเครื่องมือทางกลไก บุคลากร เงินทุน	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร
2. เกษตร (กรมประมง)	a. มีคณะทำงาน CC ในกรม แต่ขับเคลื่อนช้า มีนโยบาย แผนงาน การปฏิบัติงานเพื่อรองรับและเตรียมการปรับตัว	a. มีการวิจัยเรื่อง carbon footprint, LCA, db ของผลกระทบ ในกระบวนการผลิต, การติดตามคุณภาพน้ำ	a. มีศูนย์วิจัยสัตว์น้ำ แต่ยังต้องการการส่งเสริมมากขึ้น	a. ยังไม่มีการดำเนินการ
	b. มีการประชุมเพียง 2-3 ครั้ง	b. กำลังดำเนินการอยู่	b. กำลังดำเนินการอยู่แต่ไม่เพียงพอ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ

ภาคส่วนที่สำคัญ	ขั้นตอน A.1 การเริ่มและดำเนินการ (Initiating and launching)	ขั้นตอน A.2 ตรวจสอบสถานะทรัพยากร (Stocktaking)	ขั้นตอน A.3 การจัดการปัญหาช่องว่าง (Addressing capacity gaps)	ขั้นตอน A.4 การลดปัญหาจากความต้องการ เพื่อการพัฒนา (Addressing development needs)
	c. การพัฒนาบุคลากรที่เชี่ยวชาญ ด้าน CC	c. ต้องการเครื่องมือทางกลไก บุคลากร เงินทุน	c. ข้อมูลจาก แบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. ข้อมูลจาก แบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนา บุคลากร
3. การตั้งถิ่นฐาน ของมนุษย์ (กรมโยธาธิการ และ ผังเมือง)	a. มีแผน action plan แผนการ อบรม งานวิจัย	a. มีการกำหนดการปรับตัวสัดส่วน พื้นที่ใช้สอยอาคาร (adaptation floor area ratio: FAR) มี การศึกษาว่าคนแก่เป็นกลุ่มที่ เปราะบาง	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ
	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. แผนงานส่วนใหญ่ยังไม่ชัดเจน ในการปฏิบัติ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ
	c. ต้องการความตระหนักของ ผู้บริหารและผู้ประกอบการ	c. ต้องการความตระหนักของ ผู้บริหาร การบูรณาการศาสตร์ของ เศรษฐกิจ สังคม วิศวกรรม เข้า ด้วยกัน	c. ความตระหนักของผู้บริหาร การ พัฒนาบุคลากร	c. ความตระหนักของผู้บริหาร การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนา บุคลากร
4. สุขภาพ (กรมอนามัย)	a. มีกองประเมินผลกระทบต่อ สุขภาพเป็นผู้ประสานงานเรื่อง CC ของกระทรวง	a. มีงานวิจัยพื้นฐานของกระทรวง เช่น เรื่องโรคแมลง แต่ยังไม่ได้ ผนวกเรื่อง CC มีส่วนน้อยที่ เกี่ยวข้อง เช่น ผลกระทบของ CC ต่อการทำงาน	a. มีการขอความช่วยเหลือจาก ผู้เชี่ยวชาญในการร่างแผนที่ ครอบคลุม	a. มีการวางแผนการจัดการกลไกใน การทำงานระดับต่าง ๆ เช่น กระทรวง กรม ภาคประชาชน
	b. มีร่างแผนรองรับการปรับตัวของ CC ภายใน 1-2 ปี	b. กำลังวางแผนดำเนินการ	b. กำลังวางแผนดำเนินการ	b. กำลังวางแผนดำเนินการ

ภาคส่วนที่สำคัญ	ขั้นตอน A.1 การเริ่มและดำเนินการ (Initiating and launching)	ขั้นตอน A.2 ตรวจสอบสถานะทรัพยากร (Stocktaking)	ขั้นตอน A.3 การจัดการปัญหาช่องว่าง (Addressing capacity gaps)	ขั้นตอน A.4 การลดปัญหาจากความต้องการ เพื่อการพัฒนา (Addressing development needs)
	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนา บุคลากร
5. ทรัพยากร ธรรมชาติ (กรมอุทยาน แห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช)	a. มีมิติของ mitigation แต่ไม่มีมิติ ของ adaptation	a. มีมิติของ mitigation ไม่มีมิติ ของ adaptation	a. มีมิติของ mitigation ไม่มีมิติ ของ adaptation	a. มีมิติของ mitigation ไม่มีมิติของ adaptation
	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ
	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนา บุคลากร
6. ท้องเที่ยว (กรมการ ท่องเที่ยว)	a. ยังไม่มีคณะกรรมการหรือ คณะทำงาน CC ในกรม	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ
	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ
	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนา บุคลากร

ตารางที่ 5.2 สรุปความเชื่อมโยงระหว่างเป้าหมายการพัฒนาและความต้องการต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในแต่ละภาคส่วนที่สำคัญ (a. คือ สถานะ (Status), b. คือ กรอบเวลาสำหรับการดำเนินงานหรือปรับปรุงกิจกรรม (Timeframe to initiate or improve activities), และ c. คือ ความต้องการทรัพยากรหรือการสนับสนุน (Support or resources required.))

ภาคส่วนที่สำคัญ	ขั้นตอน B.1 การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศ (Analyzing climate scenarios)	ขั้นตอน B.2 การวิเคราะห์ความเปราะบางและทางเลือกในการปรับตัว (Assessing vulnerabilities and identifying adaptation options)	ขั้นตอน B.3 การทบทวนและประเมินทางเลือกด้านการปรับตัว (Reviewing and appraising adaptation options)	ขั้นตอน B.4 การดำเนินการและการสื่อสารแผนการปรับตัว (Compiling and communicating NAPs)	ขั้นตอน B.5 การผนวกแผนการปรับตัวลงในแผนการพัฒนา (Integrating NAPs into development plans)
1. ทรัพยากรน้ำ	a. ใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลอง GCM AR4 บางตัว และบาง scenario ผ่านกระบวนการ bias correction and downscaling แล้ว	a. มีการทำการวิเคราะห์ในบางพื้นที่ของกรมชลประทาน, กำลังดำเนินการศึกษาในส่วนของกรมทรัพยากรน้ำ	a. มีการทำการวิเคราะห์ในบางพื้นที่ของกรมชลประทาน, กำลังดำเนินการศึกษาในส่วนของกรมทรัพยากรน้ำ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ
	b. 1-2 ปี	b. 2-3 ปี	b. 3-4 ปี	b. 3-4 ปี	b. 3-4 ปี
	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร
2. เกษตร	a. ใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลอง GCM AR4 บางตัว และบาง scenario ผ่านกระบวนการ bias correction and	a. มีการทำการวิเคราะห์ในพืช, ยังไม่มีการทำการวิเคราะห์ในสัตว์	a. มีการทำการวิเคราะห์ในพืช, ยังไม่มีการทำการวิเคราะห์ในสัตว์	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ

ภาคส่วนที่สำคัญ	ขั้นตอน B.1 การวิเคราะห์ภาพฉายสภาพภูมิอากาศ (Analyzing climate scenarios)	ขั้นตอน B.2 การวิเคราะห์ความเปราะบางและทางเลือกในการปรับตัว (Assessing vulnerabilities and identifying adaptation options)	ขั้นตอน B.3 การทบทวนและประเมินทางเลือกด้านการปรับตัว (Reviewing and appraising adaptation options)	ขั้นตอน B.4 การดำเนินการและการสื่อสารแผนการปรับตัว (Compiling and communicating NAPs)	ขั้นตอน B.5 การผนวกแผนการปรับตัวลงในแผนการพัฒนา (Integrating NAPs into development plans)
	downscaling แล้ว				
	b. 1-2 ปี	b. 2-3 ปี	b. 3-4 ปี	b. 3-4 ปี	b. 3-4 ปี
	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร
3.การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์	a. ใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลอง GCM AR4 บางตัว และบาง scenario ผ่านกระบวนการ bias correction and downscaling แล้ว	a. กลุ่มคนเปราะบาง คือ คนแก่ มีการวิเคราะห์การปรับตัวบ้างบางส่วน	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ
	b. 1-2 ปี	b. 2-3 ปี	b. 3-4 ปี	b. 3-4 ปี	b. 3-4 ปี
	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร
4. สุขภาพ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. มีการวิเคราะห์กลุ่มเปราะบางบ้างบางส่วน แต่	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ

ภาคส่วนที่สำคัญ	ขั้นตอน B.1 การวิเคราะห์ ภาพฉายสภาพภูมิอากาศ (Analyzing climate scenarios)	ขั้นตอน B.2 การวิเคราะห์ ความเปราะบางและ ทางเลือก ในการปรับตัว (Assessing vulnerabilities and identifying adaptation options)	ขั้นตอน B.3 การทบทวน และประเมินทางเลือก ด้านการปรับตัว (Reviewing and appraising adaptation options)	ขั้นตอน B.4 การดำเนินการ และการสื่อสารแผนการ ปรับตัว (Compiling and communicating NAPs)	ขั้นตอน B.5 การผนวกแผน การปรับตัวลงในแผนการพัฒนา (Integrating NAPs into development plans)
		ยังไม่มี การวิเคราะห์การ ปรับตัว			
	b. กำลังวางแผนดำเนินการ	b. กำลังวางแผนดำเนินการ	b. 3-4 ปี	b. 3-4 ปี	b. 3-4 ปี
	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือ และเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญ ภายนอก เงินทุน การ พัฒนาบุคลากร	c. ข้อมูลจากแบบจำลอง CC การประยุกต์ใช้ เครื่องมือและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือ และเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญ ภายนอก เงินทุน การ พัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือ และเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญ ภายนอก เงินทุน การ พัฒนาบุคลากร	c. การประยุกต์ใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เงินทุน การพัฒนาบุคลากร
5. ทรัพยากร ธรรมชาติ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ
	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ
	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ
6. ท้องเที่ยว	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ
	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ
	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ

ตารางที่ 5.3 สรุปงานการประยุกต์ใช้แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในแต่ละภาคส่วนที่สำคัญ

(a. คือ สถานะ (Status), b. คือ กรอบเวลาสำหรับการดำเนินงานหรือปรับปรุงกิจกรรม (Timeframe to initiate or improve activities), และ c. คือ ความต้องการทรัพยากรหรือการสนับสนุน (Support or resources required.))

ภาคส่วนที่สำคัญ	ขั้นตอน C.1 การจัดลำดับ ความสำคัญของทางเลือกใน การวางแผนชาติ (Prioritizing adaptation in national planning)	ขั้นตอน C.2 การพัฒนา ยุทธศาสตร์การประยุกต์ใช้แผน ชาติระยะยาว (Developing a long-term national implementation strategy)	ขั้นตอน C.3 การพัฒนา ศักยภาพสำหรับการวางแผน และการนำไปใช้ (Enhancing capacity for planning and implementing)	ขั้นตอน C.4 การประสานสัมพันธ์ ความร่วมมือ และการร่วมมือกัน ในระดับภูมิภาค (Promoting coordination and synergy at regional level.)
1.ทรัพยากรน้ำ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ
2. เกษตร	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ
3. การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ
4. สุขภาพ				
5. ทรัพยากรธรรมชาติ				
6. ท้องเที่ยว				

ตารางที่ 5.4 สรุปงานการรายงาน การติดตาม และการทบทวนแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในแต่ละภาคส่วนที่สำคัญ (a. คือ สถานะ (Status), b. คือ กรอบเวลาสำหรับการดำเนินงานหรือปรับปรุงกิจกรรม (Timeframe to initiate or improve activities), และ c. คือ ความต้องการทรัพยากรหรือการสนับสนุน (Support or resources required.))

ภาคส่วนที่สำคัญ	ขั้นตอน D.1. การติดตาม (Monitoring.)	ขั้นตอน D.2. การทบทวน (Reviewing.)	ขั้นตอน D.3. การปรับปรุง (Updating.)	ขั้นตอน D.4. การรายงาน (Reporting.)
1.ทรัพยากรน้ำ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ	a. ยังไม่มีการดำเนินการ
2. เกษตร	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ	b. ยังไม่มีการดำเนินการ
3. การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ	c. ยังไม่มีการดำเนินการ
4. สุขภาพ				
5. ทรัพยากรธรรมชาติ				
6. ท้องเที่ยว				

ผลของการทบทวนและวิเคราะห์นโยบายและแผนยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ในประเทศไทยนี้จะนำไปสู่กระบวนการของการจัดทำ National Adaptation Plan ต่อไป ทั้งนี้ในการจัดทำขอยางงานการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย (National Adaptation Framework, NAF) ในระยะที่ผ่านมาได้มีการจัดทำรายละเอียดประเด็นหลักและการจัดลำดับความสำคัญของโครงการภายใต้กรอบการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติของภาคส่วนในกลุ่ม ก (การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง และภาคการเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร) เนื่องจากความพร้อมในด้านแผน ข้อมูล งบประมาณ และบุคลากร อย่างไรก็ตาม รายละเอียดของกลุ่ม ข (ภาคการตั้งถิ่นฐานและความมั่นคงของมนุษย์ และ ภาคสาธารณสุข) และ ค (ภาคการท่องเที่ยว และ ภาคการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ) ควรถูกศึกษาเพิ่มเติมในแผนปฏิบัติการของประเทศด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (National Adaptation Plan)

● ภาคทรัพยากรน้ำ

สำหรับประเด็นหลักจากการประชุมระดมความคิดเห็นด้านภาคทรัพยากรน้ำ สามารถสรุปประเด็นหลักได้ดังนี้ คือ การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง ประเด็นรองคือ มุ่งเน้นการจัดการน้ำอย่างบูรณาการ การสร้างความพร้อมในการรับมือและลดความเสียหายจากอุทกภัยและภัยแล้ง โดยสามารถสรุปประเด็นและข้อเสนอแนะดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ประเด็นและข้อเสนอแนะภาคทรัพยากรน้ำ: การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง

ประเด็นและข้อเสนอแนะภาคทรัพยากรน้ำ: การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง	การมุ่งเน้น การจัดการน้ำ อย่างบูรณาการ	การสร้างความพร้อม ในการรับมือและลดความ เสียหายจากอุทกภัยและภัยแล้ง
1. การพัฒนาระบบฐานข้อมูล องค์ความรู้ เทคโนโลยี นโยบาย เครื่องมือการบริหารจัดการและกฎหมาย ที่ครอบคลุมและเหมาะสมทั้งในสภาวะปกติและสภาวะวิกฤต		/
2. การพัฒนาและปรับปรุงองค์กรหลักด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (เครือข่ายโครงสร้างองค์กร การบริหารทุกสถานการณ์)	/	/
3. การบูรณาการการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำจากทุกภาคส่วน (ศูนย์ข้อมูล กฎหมาย กำหนดทิศทาง ประสิทธิภาพ) โครงการบริหารจัดการน้ำจะต้องก่อประโยชน์ต่อสังคม หลังจากคำนึงถึงผลกระทบต่อกลุ่มบุคคลทุกกลุ่ม ตลอดจนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	/	
4. การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนในการจัดการทรัพยากรน้ำและ	/	

ประเด็นและข้อเสนอแนะภาคทรัพยากรน้ำ: การจัดการน้ำ อุตภัย และภัยแล้ง	การมุ่งเน้น การจัดการน้ำ อย่างบูรณาการ	การสร้างความพร้อม ในการรับมือและลดความ เสียหายจากอุทกภัยและภัยแล้ง
ภัยพิบัติ องค์กรและการเรียนรู้ภาค ประชาชน การมีส่วนร่วม การพึ่งพา ตนเอง (เปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนได้เสียร่วม พิจารณาประโยชน์และทางเลือกของ โครงการตั้งแต่ต้น และผลกระทบต่าง ๆ)		
5. การช่วยเหลือ ชดเชยและประกันภัยพิบัติ ทางธรรมชาติ มีระบบประกันภัย แผนที่ ความเสียหาย มีระบบการชดเชยที่เป็น ธรรมต่อผู้ถูกผลกระทบทุกกลุ่ม ผู้ได้รับ ประโยชน์จากโครงการควรมีส่วนร่วมรับ ภาระการชดเชยแก่ผู้เสียหาย		/

ตารางที่ 5.6 โครงการที่มีความสำคัญเร่งด่วนภายใต้กรอบการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติภาคทรัพยากรน้ำ

ที่	โครงการ	ลำดับความสำคัญ
1	โครงการศึกษาและพัฒนากฎหมายด้านทรัพยากรน้ำเพื่อจัดตั้งองค์กร บริหารจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ รวมทั้งการกำหนดสิทธิและ การพัฒนาเครื่องมือและกลไกการจัดสรรน้ำ	มากที่สุด
2	โครงการเพิ่มศักยภาพระบบพยากรณ์ ระบบคาดการณ์ และระบบเตือน ภัยด้านน้ำ	มากที่สุด
3	โครงการจัดทำแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม ร่วมที่คำนึงถึงความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	มากที่สุด

ที่มา: จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรน้ำจากสถาบันศึกษาและหน่วยงานราชการ

● ภาคการเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร

ประเด็นหลักจากการประชุมระดมความคิดเห็นด้านภาคเกษตร สามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้

1. การจัดการการใช้ที่ดินผลิตพืชอาหาร พืชพลังงาน เพื่อเป้าหมายการเข้าสู่ Low Carbon Agriculture และ Sustainable Livelihood Rural & Urban โดยเฉพาะพื้นที่และพืชหรือสัตว์ที่ได้รับผลกระทบสูง
2. การติดตามและศึกษาการระบาดของโรคแมลงศัตรูพืชและสัตว์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

3. ระบบฐานข้อมูล downscaled GCM+RCMs เชื่อมโยงกับแบบจำลองระบบการผลิตพืชและสัตว์ เพื่อศึกษาผลกระทบ ทั้งรายฤดู รายปี ราย 5-10 ปี

โดยมีรายละเอียดในแต่ละพืชหลักพร้อมข้อเสนอแนะดังนี้

พืชที่ได้รับผลกระทบสูง	ข้อเสนอแนะ
ข้าว	1. พื้นที่เพาะปลูก 50-55 ล้านไร่ ต่อปี 2. จัดระบบการปลูกพืชหลังนา โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว ลดการนำเข้า 3. จัดสรรที่นา ที่ได้รับ impact สูง (อาจจะมากกว่า S3N ในปัจจุบัน) อีกราว 20 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ผลิตพืช (หญ้า) พลังงาน
มันสำปะหลัง	พื้นที่เพาะปลูก 7 ล้านไร่ ต่อปี
อ้อย	พื้นที่เพาะปลูก 9-12 ล้านไร่ ต่อปี การขนส่งผลิตผลเกษตรโดยระบบราง
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	พื้นที่เพาะปลูก 7 ล้านไร่ ต่อปี
ปาล์มน้ำมัน	ปรับพื้นที่ยางพาราเป็นปาล์มน้ำมัน
ทุกพืชที่ได้รับผลกระทบสูง	1. การจัดการผลผลิตเกษตรหลังเก็บเกี่ยวในภาวะที่ร้อนขึ้น 2. การจัดการเครื่องจักรกลเกษตร เพื่อลดการไถพรวนดิน 3. การร่วมมือผลิตและเชื่อมโยง ภาคเอกชน (ตลาด) เกษตรกรและสหกรณ์ในการปรับตัว 4. หน่วยวิชาการในพื้นที่ (มหาวิทยาลัย) ตั้งหน่วยวิจัยการปรับตัว สร้างหลักสูตรและผลิตบุคลากรทางเกษตร จัดการทรัพยากรดิน น้ำ 5. ควรมีแผนทำงาน 3 ปี สำหรับข้าวและพืชไร่ เพื่อการปรับตัว เป้าหมายการเข้าสู่ Low Carbon Agriculture และ Sustainable Livelihood Rural & Urban 6. ในระบบการผลิตหรือตลาดข้าว ใช้ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าวเป็นแม่ข่ายได้ 7. ในระบบการผลิตหรือตลาดพืชไร่ ใช้ศูนย์วิจัยเขาสวนกวาง กรมวิชาการเกษตรเป็นแม่ข่ายได้

ตารางที่ 5.7 ลำดับความสำคัญของโครงการภายใต้กรอบการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติภาคเกษตร

ที่	โครงการ	ลำดับ ความสำคัญ
1	โครงการพัฒนาระบบเตือนภัยล่วงหน้า (early warning) ทางภาคเกษตร และการเฝ้าระวัง โดยการมีส่วนร่วมของเกษตรกร	มากที่สุด
2	โครงการศึกษาและกำหนดเขตพื้นที่ (zoning) สำหรับปลูกพืชอาหารและพืชพลังงานอย่างเหมาะสมและเป็นระบบ โดยเชื่อมโยงกับการจัดทำผังเมือง	มากที่สุด
3	โครงการศึกษาและกำหนดเขตพื้นที่ (zoning) การเกษตรให้มีความชัดเจน เพื่อป้องกันการรุกล้ำพื้นที่การเกษตร	มากที่สุด

ที่มา: จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรจากสถาบันศึกษาและหน่วยงานราชการ

สำหรับภาคส่วนอื่น ๆ เช่น ภาคการตั้งถิ่นฐานและความมั่นคงของมนุษย์, ภาคสาธารณสุข, ภาคการท่องเที่ยว และภาคการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ อยู่ระหว่างขั้นตอนการจัดทำกรอบแผนยุทธศาสตร์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศด้านต่าง ๆ โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบในแต่ละด้าน การเตรียมโครงการนำร่องในการปฏิบัติจริงที่ดำเนินการในการปรับตัว (Adaptation) การเตรียมความพร้อมในด้านงบประมาณและบุคลากรในการดำเนินงาน

ข้อเสนอแนะของกรอบปฏิบัติการของประเทศด้านการปรับตัว (NAF) ซึ่งศึกษาภายใต้กรอบการดำเนินการของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) เพื่อที่จะนำไปสู่กระบวนการวางแผนและการขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชาติประกอบด้วยประเด็นที่ควรพิจารณาดังต่อไปนี้

- ควรมีรูปแบบองค์กรที่ดูแลบริหารจัดการการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนี้ พัฒนากลไกภายใต้องค์กรเดิม โดยมีหน้าที่รับผิดชอบงานบริหารจัดการการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อยู่ภายใต้สำนักงานประสานการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งอยู่ภายใต้สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยอาจมีที่ปรึกษาหรือมอบหมายให้องค์กรภายนอกเข้ามาสนับสนุนภารกิจเรื่องการจัดทำฐานข้อมูล กิจกรรมที่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งรูปแบบนี้มีข้อดีคือใช้เวลาพัฒนากลไกน้อยกว่ารูปแบบอื่นและสามารถเชื่อมโยงกับภาระงานที่กำลังดำเนินการได้ง่ายกว่า
- พิจารณายุทธศาสตร์ในการผลักดันแผนการปรับตัวของประเทศไทยใน 3 รูปแบบ ดังนี้
 - (1) มีการทำงานผ่านกลไกของคณะทำงานที่มาจากหน่วยงานที่รับผิดชอบหลักในแต่ละภาคส่วน โดยมีสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) สนับสนุนและดูแลงบประมาณ
 - (2) มีการทำงานผ่านกลไกของคณะทำงานที่มาจากหน่วยงานที่รับผิดชอบหลักในแต่ละภาคส่วน โดยมี สผ. ประสานงานและดำเนินการ
 - (3) แต่ละกระทรวงและหน่วยงานรับผิดชอบภาระงานในภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยมี สผ. ติดตามผลการดำเนินงาน
- การจัดทำแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation) ควรดำเนินการตามกลุ่มภาคส่วนที่สำคัญ (ก, ข, ค) ดังแสดงในแผนที่นำทาง โดยปีแรกเป็นการจัดทำฐานข้อมูล จัดทำคู่มือและ

อบรมเจ้าหน้าที่วิธีในการจัดทำแผนฯ รวมถึงมีผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศมาให้คำปรึกษา ปีที่สองคือการจัดทำโครงการ ปีที่สามคือการติดตามและประเมินผล สรุปโครงการที่ควรจัดทำแผนปรับตัวฯ อย่างไรก็ตามภาคส่วนในแต่ละกลุ่มสามารถปรับกิจกรรมการทำงานได้หากมีความพร้อมมากขึ้น

- การมีความเชื่อมโยงแผนปฏิบัติการของประเทศด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (National Adaptation Plan) เข้ากับตัวอย่างที่ดี (Best practices) ของการปรับตัวในระดับท้องถิ่นหรือภูมิภาค (Local Adaptation Plan and Regional Adaptation Plan) ซึ่งจะสัมพันธ์กับความเชื่อมโยงของหน่วยงานส่วนกลางและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
- มีมติคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และมติคณะรัฐมนตรีในการจัดทำแผนปฏิบัติการของประเทศด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรายกระทรวงเพื่อเป็นเครื่องมือหรือกลไกทางสถาบันในการปฏิบัติงาน
- ควรมีการเสนอกลไก 10 ประการที่สำคัญในกระบวนการปรับตัวเสนอแนะโดย UNFCCC, 2014 ต่อคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติของประเทศไทยเพื่อขอความเห็นใน 2 ประเด็นหลัก คือ แนวทางการดำเนินการประเทศไทย และ หน่วยงานที่รับผิดชอบในภาพรวมและแต่ละภาคส่วน โดยกลไกสำคัญ 10 ประการที่ควรคำนึงถึงในการดำเนินการกระบวนการปรับตัวประกอบด้วย
 - (1) กลไกช่วยรัฐบาลแสดงความเป็นผู้นำและประสานงาน ในความพยายามในการปรับตัวในทุกระดับ ขณะเดียวกันก็เป็นกลไกเชื่อมต่อกับกลไกระดับภูมิภาคและนานาชาติ
 - (2) กลไกในการเก็บ รวบรวม จัดทำ เผยแพร่ ข้อมูล สารสนเทศ ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับการพัฒนาด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนการวางแผนและดำเนินการด้านการปรับตัว
 - (3) การระบุและรายงานช่องว่างและความต้องการทางด้านความสามารถเพื่อให้การออกแบบและดำเนินการด้านปรับตัวประสบความสำเร็จ
 - (4) การประเมินข้อต่อและความจำเป็นด้านการพัฒนางานสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงเพื่อสนับสนุนการบูรณาการการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงเข้ากับการวางแผนระดับประเทศ ภูมิภาค และภาคส่วน (ผ่านนโยบาย โครงการ และแผนงาน)
 - (5) การวิเคราะห์ข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศและประเมินความล่อแหลมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และระบุทางเลือกของรูปแบบการปรับตัวทั้งในภาคส่วน ระดับภูมิภาค ประเทศ และระดับอื่นที่จำเป็น
 - (6) การประเมินทางเลือกการปรับตัวเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจต่อการวางแผนการลงทุนเพื่อการปรับตัว และการวางแผนเพื่อพัฒนา
 - (7) การส่งเสริมและสนับสนุนในการจัดลำดับความสำคัญของการปรับตัวในการวางแผนระดับประเทศ
 - (8) การสนับสนุนการดำเนินการปรับตัวในทุกระดับผ่านนโยบาย โครงการ และแผนงานที่จำเป็น โดยคำนึงถึงโอกาสในการทำงานร่วม (synergy)
 - (9) การสนับสนุน การติดตาม ทบทวน และปรับปรุงแผนการปรับตัวให้ทันสมัยเป็นระยะ ๆ เพื่อให้มั่นใจว่า มีความก้าวหน้า และมีประสิทธิผลจากความพยายามปรับตัว รวมทั้งแสดงการประเมินช่องว่างที่ยังมี

(10) การประสานงาน การรายงานและการจัดกิจกรรมส่งเสริมในกระบวนการปรับตัว ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ทั้งในระดับประเทศ และนานาชาติ พร้อมรายงานต่อองค์กรนานาชาติที่รับผิดชอบ

- ควรมีการจัดกระบวนการปรับตัวไปพร้อมกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 12 และ 13
- มีกลไกการส่งเสริม แนะนำ การจัดทำแผน พัฒนาศักยภาพการปรับตัว
- มีกลไกถ่ายทอดเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับการจัดทำรายงาน
- ส่งเสริมองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้ได้รับข้อมูลและความรู้ในการเตรียมปรับตัว

5.1.2 สรุปและข้อเสนอแนะ

เมื่อพิจารณาถึงกรอบการดำเนินการด้านการปรับตัวตามแผนยุทธศาสตร์และกรอบปฏิบัติการของประเทศ ด้านการปรับตัวแล้วจะเห็นว่า การดำเนินการด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้เป็นเรื่องที่ตัดข้ามเข้าไปในภาคส่วนต่างๆ ที่หลากหลาย และเป็นเรื่องที่จะต้องดำเนินการโดยหน่วยงานที่หลากหลายเช่นกัน การพยายามขับเคลื่อนการปรับตัวโดยหน่วยงานขนาดเล็กที่มีขอบเขตอำนาจหน้าที่และทรัพยากรที่จำกัดนั้นอาจไม่เพียงพอต่อการวางแผนและการขับเคลื่อนการปรับตัวในระดับชาติได้ ดังนั้น การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศระดับชาตินี้จะต้องพิจารณาถึงการจัดตั้งหน่วยงานมีพันธกิจและความรับผิดชอบที่ชัดเจนในการวางแผนยุทธศาสตร์และแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ตลอดจนได้รับมอบหมายอำนาจที่เหมาะสมในการขับเคลื่อนแผนงานด้านการปรับตัวร่วมกับหน่วยงานหน่วยงานหลัก (Line Agency) ทั้งในระดับกระทรวงส่วนกลางและระดับท้องถิ่นต่างๆ ซึ่งอาจรวมไปถึงการให้ความช่วยเหลือทางเทคนิคในการวางแผนที่เหมาะสมต่อหน่วยงานเหล่านั้นด้วย โดยเป็นหน่วยงานที่มีการดำเนินการโดยเอกเทศเพื่อให้สามารถดำเนินการร่วมกับหน่วยงานต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้สามารถผลักดันให้เกิดการวางแผนที่มีการรวบรวมประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการปรับตัวลงในแผนงานของหน่วยงานต่างๆ อีกทั้งสามารถสนับสนุนให้เกิดการขับเคลื่อนการปรับตัวให้เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมได้ในอนาคต

5.2 การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชุมชน⁴

ชุมชนไทยจำนวนมากประสบภัยอันเนื่องมาผลสืบเนื่องของสภาพอากาศอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นภัยพิบัติจากภาวะฝนแล้ง น้ำท่วม พายุ เป็นต้น ภัยธรรมชาติเหล่านี้ก่อให้เกิดความเสี่ยงในการที่ประชาชนไม่สามารถดำเนินชีวิตหรือประกอบอาชีพได้ตามปกติ และก่อให้เกิดผลสืบเนื่องไปยังภาวะทางเศรษฐกิจทั้งระดับครัวเรือนและเศรษฐกิจของประเทศในที่สุด นอกจากนี้ ยังส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงทางสังคม สุขภาพอนามัย แม้กระทั่ง การเมืองการปกครอง ซึ่งในปัจจุบันนี้ยังมีชุมชนไทยจำนวนมากซึ่งไม่สามารถรับมือกับความเสียหายหรือผลกระทบที่เกิดจากสภาพอากาศรุนแรงได้โดยตัวเอง ดังจะเห็นได้จากการที่ต้องมีการดำเนินการโดยภาคส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะภาครัฐที่จะต้องจัดสรรงบประมาณและกำลังคนเข้าไปให้ความช่วยเหลือเป็นกรณีพิเศษอยู่เสมอ ๆ การขาดขีดความสามารถในการรับมือกับ

⁴ เรียบเรียงจาก รายงานการสร้างขีดความสามารถของชุมชนในการรับมือกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและความเสี่ยงในอนาคต โดย ศุภกร ชินวรรณ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของรายงานโครงการจัดทำแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศของโลก การผันผวนของราคาพลังงาน และวิกฤตอาหารของโลก (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553)

ความเสี่ยงจากสภาพอากาศรุนแรงนี้สะท้อนถึงความจำเป็นในการที่จะต้องผลักดันให้เกิดการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเพื่อให้ชุมชนสามารถจัดการกับความเสี่ยงอันเนื่องมาจากผลกระทบที่จะเกิดจากภัยต่าง ๆ เหล่านั้นได้อย่างเหมาะสม โดยสามารถพึ่งพาตัวเองได้เป็นหลัก ทั้งนี้การปรับตัวควรจะต้องมีเป้าหมายในการสร้างความเข้มแข็งของชุมชนเพื่อให้มีความพร้อมในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตซึ่งอาจส่งผลให้สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไป

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตอาจนำมาซึ่งความเสี่ยงในรูปแบบใหม่ ๆ หรือเปลี่ยนรูปแบบความเสี่ยงที่ชุมชนเผชิญอยู่ในปัจจุบันนี้ไปจากเดิม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้อาจส่งผลให้ชุมชนไม่สามารถรับมือกับสถานการณ์หรือความเสี่ยงในอนาคตได้ หรือ ชุมชนที่ตกอยู่ในภาวะเสี่ยงอยู่แล้วในปัจจุบันโดยไม่สามารถรับมือกับผลกระทบของสภาพอากาศได้นั้น ในอนาคตอาจจะตกอยู่ในภาวะวิกฤติจนถึงจุดที่ไม่สามารถดำรงอยู่ได้ อย่างไรก็ตาม ผลกระทบอันเนื่องมาจากสภาพอากาศรุนแรงและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้แตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่ และกลายเป็นความเสี่ยงที่ไม่เท่ากันของแต่ละชุมชน ทั้งนี้เนื่องจากความเสี่ยงนั้นนอกจากจะขึ้นกับรูปแบบและขนาดของภัยธรรมชาติตามตำแหน่งที่ตั้งและลักษณะของพื้นที่ของแต่ละชุมชนแล้ว ยังขึ้นกับรูปแบบวิถีชีวิตและขีดความสามารถที่แตกต่างกันในการรับมือกับผลกระทบที่เกิดขึ้น ดังนั้น ประเด็นที่ควรจะต้องพิจารณาก็คือ ชุมชนต่าง ๆ อีกทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคประชาสังคม มีความพร้อมและมีขีดความสามารถมากเพียงใดในการรับมือผลกระทบตลอดจนรูปแบบของภัยพิบัติที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และการขับเคลื่อนการปรับตัวในระดับชุมชนเพื่อเพิ่มขีดความสามารถนี้ควรจะมีแนวทางในการดำเนินการอย่างไร

5.2.1 การเปลี่ยนแปลงในระยะยาวกับผลกระทบที่มีต่อความเสี่ยงของชุมชน

การเตรียมตัวเพื่อรับสถานการณ์จากการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวนั้นเป็นเรื่องของการจัดทำแผนยุทธศาสตร์และการวางยุทธศาสตร์เพื่อสร้างขีดความสามารถในการจัดการกับความเสี่ยงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้จะต้องมองประเด็นของความเสี่ยงในมุมมองที่แตกต่างจากการจัดการความเสี่ยงด้านภัยพิบัติอยู่บ้าง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และใช้เวลานานกว่าจะเห็นผลกระทบได้ชัดเจน ดังนั้นการทำความเข้าใจถึงความเสี่ยงดังกล่าวจะต้องทำความเข้าใจถึงสถานการณ์ภายใต้บริบทของสภาพเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตด้วย ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเกิดขึ้นควบคู่กันไปซึ่งมักจะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปอย่างรวดเร็วและส่งผลสืบเนื่องต่อภาคส่วนต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนภายในระยะเวลาอันสั้นกว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอย่างมาก ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงในเชิงเศรษฐกิจและสังคมเหล่านี้ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการพัฒนานั้นจะส่งผลให้ภาคส่วนต่าง ๆ มีรูปแบบและระดับของความเสี่ยงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่แตกต่างกันไป เนื่องจากการเปิดรับและความไวต่อภาวะเสี่ยงที่อาจเปลี่ยนแปลงไปตามพลวัตของสภาพเศรษฐกิจ สังคม และการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลให้ชุมชนต้องตกอยู่ใต้ความเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพอากาศ อาจพิจารณาได้จาก

- การเปิดรับต่อผลกระทบของสภาพอากาศจากสภาพความเป็นอยู่และการดำเนินชีวิต กล่าวคือ การที่วิถีชุมชนนั้น ๆ ได้รับความเสี่ยงจากสภาพอากาศที่ผิดปกติได้โดยง่าย เช่น การตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ที่มีความเสี่ยง ได้แก่ ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณริมน้ำก็จะเปิดรับต่อความเสี่ยงจากภาวะน้ำท่วมมากกว่าชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณที่ดอน เป็นต้น
- ความไวต่อผลกระทบของสภาพอากาศจากสภาพความเป็นอยู่และการดำเนินชีวิต กล่าวคือ เมื่อเกิดภาวะผิดปกติขึ้น ก็จะทำให้เกิดความเสียหายสูงและเร็ว เช่น ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณริมน้ำที่มีรูปแบบของอาคาร

บ้านเรือนที่แตกต่างกัน ได้แก่ อาคารที่ยกพื้นสูง หรือ อาคารที่ปลูกสร้างบนพื้นดิน หรือกรณีของชาวนาที่ปลูกข้าวต่างพันธุ์กันก็จะมีผลกระทบบางอย่างจากความเสียหายจากภาวะน้ำท่วมที่แตกต่างกัน หรือกรณีที่ครัวเรือนในชุมชนมีความหลากหลายของแหล่งรายได้ที่แตกต่างกัน ก็จะมีผลกระทบบางอย่างจากการที่ผลผลิตครัวเรือนเกิดความเสียหายจากภัยพิบัติที่แตกต่างกัน เป็นต้น

ดังนั้น การมองประเด็นของปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยการสร้างขีดความสามารถให้กับชุมชนเพื่อรับมือกับความเสียหายจากสภาพอากาศในอนาคตนี้จะเน้นที่การปรับตัว การปรับวิถีการดำเนินชีวิต การปรับรูปแบบการพัฒนาโดยการวางแผนและยุทธศาสตร์การพัฒนาซึ่งพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลที่อาจเกิดขึ้นต่อชุมชนเพื่อที่จะชักนำให้ชุมชนพัฒนาไปในทิศทางที่จะพบกับภาวะเสี่ยงน้อยที่สุด หรือปรับเปลี่ยนวิถีการดำเนินชีวิตโดยมีทางเลือกหลายทางในอนาคต โดยมีความคล่องตัวสูงในการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตให้สอดคล้องกับสถานการณ์ ทั้งนี้เป็นยุทธศาสตร์ที่ชุมชนเป็นแกนกลางในการวางแผนและขับเคลื่อนดำเนินการ ซึ่งอาจเป็นการดำเนินการโดยชุมชนเอง ประกอบกับการสนับสนุนจากภาครัฐ และ/หรือ ภาคประชาสังคมอื่น ๆ

อย่างไรก็ดี ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงเดียวในอนาคตที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงของชุมชน ทั้งนี้พลวัตทางสังคมและเศรษฐกิจ ซึ่งอาจเป็นผลจากทิศทางการพัฒนาหรือการขับเคลื่อนนโยบายต่าง ๆ ของภาครัฐ และการเปลี่ยนแปลงอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกก็ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงระดับความเสี่ยงของชุมชนเช่นกัน ทั้งในแง่ของการเปลี่ยนแปลงการเปิดรับผลกระทบและความไวต่อผลกระทบจากสภาพอากาศ ดังนั้น การพิจารณาถึงการสร้างขีดความสามารถต่อการรับมือกับสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตนั้นไม่ควรที่จะพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยมองเป็นเรื่องเอกเทศ หากแต่ควรจะต้องพิจารณาถึงยุทธศาสตร์ในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวในบริบทของการพัฒนาที่ยั่งยืนในเงื่อนไขที่เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

เมื่อพิจารณาถึงประเด็นทางด้านพลวัตทางสังคมและเศรษฐกิจด้วยแล้วจะพบว่าความเสี่ยงของชุมชนต่อผลกระทบจากสภาพอากาศนั้นยังผันแปรไปตามกาลเวลาอีกด้วย เนื่องจากบริบทที่กำหนดการเปิดรับและความไวต่อผลกระทบของสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไปตามพลวัตของสภาพเศรษฐกิจและสังคม อีกทั้งขีดความสามารถในการบริหารจัดการความเสี่ยงนั้นเปลี่ยนแปลงไปตามพลวัตดังกล่าวซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงในปฏิสัมพันธ์ของภาคส่วนต่าง ๆ ในสังคม อันเป็นผลจากการที่ภาคส่วนใดภาคส่วนหนึ่งดำเนินการเพื่อตอบสนองต่อภาวะเสี่ยงหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น การวางแผนในวันนี้เพื่อพยายามหาคำตอบที่ชัดเจนว่าจะต้องทำอะไรเพื่อที่จะกำหนดการดำเนินการต่าง ๆ อาจจะไม่ได้คำตอบที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของชุมชนภายใต้ การเปลี่ยนแปลงในระยะยาว โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากพลวัตทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วและมีผลต่ออนาคตของชุมชนมากกว่าผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ดังนั้น การพิจารณาถึงการสร้างขีดความสามารถต่อการรับมือกับสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตจึงเน้นถึงการจัดตั้งกลไกเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของชุมชนในการวางแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาของพื้นที่ และเน้นถึงการเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องเพื่อให้เกิดการตัดสินใจ ที่เหมาะสมตามเงื่อนไขต่าง ๆ ของแต่ละชุมชนตามกาลเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป

5.2.2 ขีดความสามารถของชุมชนในการรับมือกับผลกระทบและความเสี่ยงจากสภาพอากาศและภัยธรรมชาติ

ประเด็นเรื่องขีดความสามารถของชุมชนในการรับมือกับผลกระทบและความเสี่ยงจากสภาพอากาศและภัยธรรมชาตินั้นเป็นการมองถึงความสามารถ ทักษะและทรัพยากรที่มีในชุมชน สังคม และองค์กรต่าง ๆ ซึ่งสามารถพัฒนาเพื่อใช้เตรียมการในการป้องกัน การลด การหลีกเลี่ยง และการจัดการความเสี่ยงจากสภาพอากาศและภัยธรรมชาติ หรือผลกระทบทางลบที่อาจเกิดขึ้น นอกจากนั้นแล้วขีดความสามารถในบริบทนี้ยังหมายถึงความรวมถึงความสามารถในการฟื้นฟูให้กลับคืนสู่สภาพเดิมหรือดีกว่าเดิมหลังจากเกิดสถานการณ์เสี่ยงที่มีผลกระทบต่อชุมชนด้วย ทั้งนี้ขีดความสามารถจะเชื่อมโยงกับการตระหนักรู้ของชุมชนที่มีต่อความเสี่ยง โดยจะต้องมีการวิเคราะห์ให้เห็นถึงแนวโน้มของความเสี่ยงในอนาคตเพื่อที่จะสามารถวางแผนและกำหนดทิศทางการพัฒนาตลอดจนมาตรการรองรับได้อย่างเหมาะสม และเหนือสิ่งอื่นใดหากมีการวางแผนการจัดการที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เป็นแนวโน้มความเสี่ยงของชุมชน โดยเกิดขึ้นจากความร่วมมือของทุกฝ่าย ก็จะทำให้เกิดกลไกที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันและจัดการความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น และหากเกิดภาวะเสี่ยงขึ้นก็จะสามารถบรรเทาผลกระทบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจพิจารณาถึงขีดความสามารถในการรับมือกับผลกระทบและความเสี่ยงจากสภาพอากาศและภัยธรรมชาติ ได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

- ขีดความสามารถในการหาทางเลือกต่าง ๆ เพื่อลดผลจากภาวะเสี่ยง ในประเด็นนี้ ชุมชนที่มีทางเลือกหลายทาง และมีอิสระในการปรับเปลี่ยนวิถีทางต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต จัดว่าทำให้ชุมชนมีความเสี่ยงน้อยลง
- ขีดความสามารถในการดำเนินการตามทางเลือกต่าง ๆ เหล่านั้น ในประเด็นนี้ ชุมชนที่สามารถผลักดันให้มีการดำเนินการต่าง ๆ ได้ จัดว่าทำให้ชุมชนมีความเสี่ยงน้อย

การสร้างขีดความสามารถของชุมชนเพื่อการปรับตัวต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับผู้มีหน้าที่กำหนดนโยบายของประเทศ อีกทั้งหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและภาคประชาสังคม ตลอดจนภาคเอกชน และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ชุมชนผู้ตกอยู่ในภาวะเสี่ยงเอง ซึ่งประเด็นที่สำคัญก็คือ ความแตกต่างของสภาพในแต่ละชุมชน อันจะมีผลต่อเงื่อนไขในการเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือต่อผลกระทบจากสภาพอากาศและความเสี่ยงในอนาคต ดังนั้น การดำเนินการหรือยุทธศาสตร์ชุมชนจะต้องแตกต่างกันไปตามแต่บริบทของชุมชน โดยไม่สามารถดำเนินการโดยรูปแบบมาตรฐานที่เหมือนกันได้ การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตามแนวคิดการสร้างขีดความสามารถของชุมชนเพื่อเตรียมตัวให้สามารถรับมือกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจึงควรพิจารณาในแง่ของกระบวนการและกลไกที่จะนำไปสู่การแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจระหว่างกัน เพื่อที่จะนำไปสู่การปรับและสร้างความรู้เพื่อให้ชุมชนสามารถวางยุทธศาสตร์การพัฒนาที่ยั่งยืนในเงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยมีความคล่องตัวที่จะปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต (Knowledge-based society) โดยมีกลไกที่นำเอาภาคส่วนต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาให้การสนับสนุนการสร้างเสริมความเข้มแข็งของชุมชน นอกจากนั้นแล้ว การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกยังเป็นปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนเกินกว่าที่หน่วยงานใด หรือภาคส่วนใดภาคส่วนหนึ่งจะสามารถดำเนินการได้แต่โดยลำพัง ทุกภาคส่วนต้องตระหนักถึงบทบาทและหน้าที่ของตนเองในการขับเคลื่อนกลไกเพื่อสร้างขีดความสามารถในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศให้แก่กลุ่มตกอยู่ในภาวะเสี่ยงและล่อแหลมเปราะบางได้อย่างเหมาะสม การทำงานร่วมกันในการบูรณาการองค์ความรู้จะทำให้มีข้อมูลเพียงพอในการกำหนดยุทธศาสตร์อย่างเหมาะสมและหลีกเลี่ยงความผิดพลาดในการตัดสินใจนำไปสู่จุดอับใหม่จากการพยายามแก้ปัญหา โดยขาดความเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในระยะยาว

5.2.3 ปัญหาภาวะชุมชนขาดขีดความสามารถในการรับมือกับผลกระทบของสภาพอากาศ

เมื่อพิจารณาปัญหาภาวะชุมชนขาดขีดความสามารถในการรับมือกับผลกระทบของสภาพอากาศ โดยสรุปบทเรียนจากการประเมินความเสี่ยงของชุมชนในบริบทของชุมชนเกษตรและชุมชนชายฝั่งนั้น (วิเชียร และคณะ, 2554 ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ, 2554; Southeast Asia START Regional Center and WWF, 2008 and Chinvanno and Kerdsuk, 2013) อาจสรุปได้ว่าชุมชนไทยขาดขีดความสามารถเนื่องจากสาเหตุต่อไปนี้

- การขาดความตระหนักรู้ เป็นสาเหตุที่สำคัญประการแรกที่ส่งผลให้ชุมชนขาดขีดความสามารถในการรับมือกับผลกระทบของสภาพอากาศ กล่าวคือ ชุมชนไม่เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยเชื่อมโยงเข้ากับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในบริบทของชุมชน และไม่ตระหนักผลที่จะเกิดขึ้นตามมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลที่จะเกิดขึ้นกับชุมชนของตน ส่งผลให้ขาดการเตรียมพร้อมที่จะแสวงหาแนวทางที่เหมาะสมเพื่อจัดการหรือรับมือกับความเสี่ยง ทั้งนี้ เนื่องจากบางชุมชนยังยึดกับความคิดว่าสภาพอากาศแปรปรวนนั้นเป็นความผันผวนที่มีวงรอบ โดยไม่เข้าใจว่าวงรอบของความแปรปรวนของสภาพอากาศนั้นเริ่มที่จะเปลี่ยนแปลงไป และจะเปลี่ยนแปลงยิ่งขึ้นไปอีกในอนาคตภายใต้อิทธิพลของภาวะโลกร้อน ความคิดเช่นนี้ส่งผลให้ชุมชนขาดแรงกระตุ้นให้คิดแสวงหาทางเลือกอื่น โดยมีทัศนคติว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นเป็นส่วนหนึ่งปรากฏการณ์ปกติ และอยู่ในวิสัยที่พอจะรับความเสี่ยงได้ และแม้ว่าบางชุมชนจะเริ่มสังเกตและยอมรับถึงการเปลี่ยนแปลงวงรอบของความแปรปรวนของสภาพอากาศ แต่ก็ขาดความตระหนักรู้ถึงทิศทางของการเปลี่ยนแปลง และประเด็นที่สำคัญก็คือ ชุมชนยังขาดความเข้าใจถึงผลสืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ สังคม และกิจกรรมภาครัฐที่มีผลกระทบต่อความเสี่ยงของชุมชน

การที่จะเริ่มเกิดการคิดนอกกรอบที่เป็นอยู่ เพื่อให้เกิดยุทธศาสตร์ที่จะนำมาซึ่งความสามารถในการปรับตัวรับมือกับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวนั้น จำเป็นต้องมีการมองการณ์ไกล ซึ่งจะต้องอยู่บนพื้นฐานของความรู้ความเข้าใจในสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงในระยะยาวที่เหมาะสม และความสามารถในการเชื่อมโยงประเด็นการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เหล่านั้นเข้าสู่บริบทของชุมชน ซึ่งในกรณีนี้ไม่เพียงแต่ชุมชนเท่านั้นที่ขาดความตระหนักรู้ในประเด็นดังกล่าว แต่ภาครัฐและสื่อกระแสหลักก็ยังขาดความตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงในอนาคตและขาดความเข้าใจในผลสืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทำให้ไม่สามารถเสนอข้อมูลข่าวสารในบริบทชุมชนเพื่อชี้นำกระตุ้นให้เกิดทัศนคติใหม่เพื่อการแสวงหาทางเลือกใหม่ในการบริหารจัดการความเสี่ยง ซึ่งแต่ละชุมชนก็มีความต้องการข้อมูลข่าวสารที่ไม่เหมือนกัน และมีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารที่แตกต่างกัน ซึ่งการที่หลายฝ่ายขาดความรู้ความเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นตลอดจนขาดความตระหนักถึงผลสืบเนื่องที่จะตามมานั้น ทำให้ขาดความเข้าใจในการวางแผนระยะยาวโดยไม่ตระหนักว่าการดำเนินการต่าง ๆ ตามแนวทางการพัฒนาหรือทางเลือกใหม่ในวิถีชุมชนที่เป็นผลจากพลวัตของสังคมและระบบเศรษฐกิจอาจนำสังคมไปสู่จุดอับในอนาคตภายใต้เงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

- การขาดความรู้ถึงการหาทางเลือกต่าง ๆ และแนวทางดำเนินการที่เหมาะสมกับอนาคต เป็นสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ส่งผลให้ชุมชนขาดขีดความสามารถในการรับมือกับผลกระทบของสภาพอากาศ ซึ่งความเห็นของหน่วยงานที่มีประสบการณ์ด้านการพัฒนาชุมชนเห็นว่า ชุมชนเกษตรหรือประมงพื้นบ้านส่วนใหญ่ในประเทศไทยนั้นมีความรู้ที่เฉพาะทาง อีกทั้งขาดทักษะในการนำความรู้อื่นมาประยุกต์ใช้ซึ่งเป็นการจำกัดทางเลือกที่จะดำเนินการเพื่อจัดการกับความเสี่ยงหรือรับมือกับสถานการณ์

ต่าง ๆ นอกจากนั้นแล้ว ความรู้ดั้งเดิมในพื้นที่ซึ่งอาจใช้จัดการกับความเสี่ยงได้ก็สูญหายหรือล้าสมัยไปตามบริบทของสภาพสังคมและระบบเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไป หรือในหลายกรณี ความรู้ที่มีอยู่นั้นขาดการขยายผลเพื่อให้จัดการกับความเสี่ยงที่เปลี่ยนแปลงไปตามพลวัตของสังคมได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากชุมชนมีความเชื่อมั่นในภูมิความรู้เดิม ๆ มากเกินไป

ปัญหาการขาดความรู้ยังรวมไปถึงการขาดการเข้าถึงแหล่งของความรู้ที่เหมาะสม อันนำมาซึ่งปัญหาการขาดข้อมูลสนับสนุนการวางแผนผลิตให้เหมาะสมกับสภาพอากาศ และปัญหาการขาดความรู้ในการวางแผนการใช้ทรัพยากรที่เหมาะสม ทั้งนี้ส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจากการพัฒนาองค์ความรู้ในภาพรวมยังมีจำกัด จึงส่งผลให้ยังขาดความรู้เชิงเทคนิค (เชิงบริบทพื้นที่) ไปด้วย ทำให้ความรู้ที่ชุมชนได้จากภาครัฐไม่สอดคล้องกับบริบทชุมชน

- **การขาดความสามารถด้านเทคนิค** เป็นสาเหตุสำคัญลำดับต่อมาที่ทำให้ชุมชนขาดขีดความสามารถในการรับมือกับผลกระทบของสภาพอากาศ ซึ่งหมายความว่าขาดความสามารถด้านเทคนิคในการกำหนดรูปแบบวิธีการดำเนินการต่าง ๆ เพื่อปรับตัวชีวิตหรือทิศทางการพัฒนาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้รูปแบบวิธีการบางอย่างที่เคยใช้มาในอดีตบางอย่างในบางพื้นที่ก็ไม่สามารถนำใช้ได้ในบริบทของปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากความไม่สอดคล้องของเทคนิครูปแบบการปรับตัวและเงื่อนไขทางเศรษฐกิจ ดังกรณีตัวอย่างของสายพันธุ์พืชที่ชุมชนเคยเลือกปลูกให้เหมาะสมกับสภาพอากาศของแต่ละพื้นที่นั้น ซึ่งสายพันธุ์ดังกล่าวเป็นพันธุ์พืชที่ทนทานกับภาวะอากาศแปรปรวนได้ดี ก็เริ่มเป็นทางเลือกที่ไม่สามารถดำเนินการได้ภายใต้ภาวะปัจจุบันและแนวโน้มอนาคตซึ่งระบบเกษตรที่เน้นการผลิตเพื่อการค้าเข้ามามีบทบาทในชุมชนมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสายพันธุ์ดังกล่าวไม่เป็นที่นิยมของตลาด ส่งผลให้เกษตรกรต้องใช้สายพันธุ์ที่มีความไวต่อผลกระทบจากสภาพอากาศแปรปรวนมากขึ้น โดยที่ชุมชนไม่มีความสามารถในการปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพอากาศและทนทานต่อความเสี่ยงในพื้นที่ได้เอง

ในกรณีของการขาดขีดความสามารถด้านเทคนิคนี้ แต่ละชุมชนต้องการความสามารถเชิงเทคนิคที่แตกต่างกันตามสภาพปัญหาหรือความเสี่ยง ตลอดจนพื้นฐานของแต่ละชุมชนเอง โดยปัญหาที่ชุมชนส่วนใหญ่มักประสบอยู่ในปัจจุบันก็คือ การไม่สามารถเข้าถึงการสนับสนุนด้านเทคนิคจากแหล่งที่เหมาะสม ประกอบกับแหล่งสนับสนุนด้านเทคนิคไม่มีความรู้ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จึงไม่สามารถให้การสนับสนุนได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้การถ่ายทอดความรู้ด้านเทคนิคที่จะนำไปสู่การสร้างขีดความสามารถที่เหมาะสมของชุมชนโดยส่วนใหญ่มักจะครอบคลุม 3 ประเด็นดังต่อไปนี้

- (1) การเข้าถึงและการจัดการทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ
- (2) เทคนิคการผลิตที่ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- (3) การบริหารทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการและยั่งยืนในเงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

- **การขาดทรัพยากร** เพื่อขับเคลื่อนยุทธศาสตร์เพื่อปรับตัวชีวิตหรือทิศทางการพัฒนาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตนับว่าเป็นปัญหาใหญ่อีกประการหนึ่งที่ทำให้ชุมชนไทยขาดขีดความสามารถในการรับมือกับความเสี่ยงจากสภาพอากาศแปรปรวนและการปรับตัวในระยะยาว ซึ่งเมื่อพิจารณาในบริบทของชุมชนเกษตรกรและชุมชนประมงพื้นบ้านชายฝั่งแล้วพบว่า ชุมชนจำนวนมากประสบปัญหาการมีทรัพยากรเพื่อการผลิตที่จำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของเกษตรกร ซึ่งส่วนใหญ่ถือครองที่ดินขนาดเล็ก ประกอบกับปัญหาทรัพยากรทำกินที่เสื่อมโทรมลง ทั้งในแง่ของอุดมสมบูรณ์ของแหล่ง

ประมงชายฝั่ง / ความอุดมสมบูรณ์ของดิน / ป่าไม้ชุมชน อีกทั้งการเข้าถึงแหล่งทรัพยากรใหม่มีจำกัด ทำให้เกิดข้อจำกัดในทางเลือกเพื่อรับมือกับผลกระทบของสภาพอากาศ นอกจากนี้ก็ยังมีกรณีให้การให้ทุนสนับสนุนการปรับรูปแบบการผลิตระดับครัวเรือนนั้นไม่สอดคล้องกับบริบทชุมชน เช่น การส่งเสริมกิจกรรมเกษตรที่ผ่านมาในหลายพื้นที่

นอกจากนี้ ในหลายกรณีก็ยังพบว่าชุมชนที่มีขีดความสามารถในการกำหนดแนวทางการดำเนินการเพื่อลดความเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพอากาศ แต่ก็ไม่สามารถจัดหาทรัพยากรจำเป็นต่อการดำเนินการได้ โดยเฉพาะเงินทุนหรืองบประมาณดำเนินการ เนื่องจากชุมชนมีข้อจำกัดจากเงื่อนไขทางเศรษฐกิจของชุมชน และต้องพึ่งพางบประมาณจากภาครัฐเพื่อขับเคลื่อน แต่ในระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการวางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ จำนวนมากที่ชุมชนไม่มีส่วนร่วมในการกำหนด และแผนพัฒนาเหล่านั้นไม่ตอบสนองกับความต้องการของพื้นที่ อีกทั้งมีผลกระทบต่อสถานะแวดล้อมและทรัพยากรที่ชุมชนต้องพึ่งพิงอีกด้วย ซึ่งในกรณีของการจัดสรรทรัพยากรเพื่อสนับสนุนชุมชนต่อผลจากสภาพภาวะอากาศรุนแรงนี้ ก็ยังพบว่ามีประเด็นในเรื่องเครื่องมือการเงินที่ภาครัฐให้การสนับสนุนกับชุมชนซึ่งการเน้นที่การชดเชย และไม่เน้นที่การเสริมสร้างกลไกเพื่อจัดการความเสี่ยง ดังนั้นจึงไม่ก่อให้เกิดขีดความสามารถที่ยั่งยืนและไม่สามารถแก้ไขปัญหาในระยะยาวได้

- การขาดการจัดการ / ระเบียบ กฎหมาย / องค์กรและกลไกที่จะสนับสนุนการดำเนินการ เพื่อที่จะนำไปสู่การสร้างเสริมความเข้มแข็งของชุมชนก็นับว่าเป็นสาเหตุหลักอีกประการหนึ่งที่ส่งผลให้ชุมชนขาดขีดความสามารถในการรับมือและปรับตัวต่อสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งประเด็นที่สำคัญ ได้แก่ กฎหมาย/กฎระเบียบต่าง ๆ ที่รวมศูนย์ และจัดการโดยรัฐ โดยเฉพาะในเรื่องของการอนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรซึ่งไม่ได้รับรองสิทธิชุมชน ทำให้ลดความสามารถของชุมชนในการเข้าถึงทรัพยากรการผลิตหรือทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ซึ่งอาจใช้ช่วยสนับสนุนสภาพเศรษฐกิจครัวเรือน เช่น กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน หรือ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการคุ้มครองพื้นที่สงวนในรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น นับว่าเป็นจำกัดขีดความสามารถของประชาชนและชุมชนในการรับมือกับความเสี่ยงภัยธรรมชาติ นอกจากนี้ ยังมีกรณีตัวอย่างของกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ ซึ่งลดขีดความสามารถในการมีหลักประกันด้านอาหาร โดยการห้ามการผลิตที่สอดคล้องกับระบบนิเวศ เช่น การทำไร่หมุนเวียนในบางพื้นที่ เป็นต้น

นโยบายภาครัฐบางอย่างที่แม้ว่าจะช่วยส่งเสริมให้ชุมชนสามารถบรรเทาผลอันเกิดจากสภาพภาวะอากาศรุนแรงได้ แต่ก็มิผลในเชิงลบด้วยเช่นกัน กล่าวคือ นโยบายนั้น ๆ อาจจะไม่ส่งเสริมให้ชุมชนแสวงหาแนวทางปรับตัวในระยะยาว ตัวอย่างเช่น กรณีการชดเชยด้านการเงินแก่ชาวนาในกรณีที่เกิดความเสียหายจากสภาพภาวะอากาศรุนแรง ก็มีผลทำให้เกษตรกรยินดีแบกรับความเสี่ยงทั้ง ๆ ที่การทำนาในบางพื้นที่อาจจะไม่ใช่แนวทางที่เหมาะสม แต่เกษตรกรก็ไม่แสวงหาแนวทางอื่น ๆ เพื่อดำเนินการให้พ้นจากสภาพความเสี่ยงจากภาวะอากาศรุนแรงเนื่องจากมีกลไกในการชดเชยด้านการเงินรองรับอยู่ เป็นต้น

การขาดขีดความสามารถของชุมชนในการรับมือกับผลกระทบของสภาพอากาศแปรปรวนและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตนี้เป็นประเด็นปัญหาที่มีหลายเงื่อนไขโดยมีสาเหตุจากหลายปัจจัยภายใต้บริบทที่แตกต่างกันไปตามลักษณะกายภาพและสภาพเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้ ปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลให้ชุมชนขาดขีดความสามารถนี้มีความเชื่อมโยงกัน และสะท้อนให้เห็นถึงสถานะที่แตกต่างกันของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการขาดขีดความสามารถของชุมชนโดยเน้นที่ประเด็นในเรื่องของการขาดความสามารถในการ

รับมือกับสภาพอากาศแปรปรวนแล้ว พบว่าชุมชนต่าง ๆ ตกอยู่ในสถานะที่แตกต่างกัน ซึ่งจากความเห็นของผู้ที่ทำงานในด้านภาคประชาสังคมเห็นว่า ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นประเด็นในเรื่องของการขาดความสามารถด้านเทคนิค ทรัพยากร และ ประเด็นเรื่องระเบียบ กฎหมายและองค์กร เป็นหลัก แต่เมื่อพิจารณาถึงประเด็นระยะยาวในบริบทของการวางยุทธศาสตร์เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ หรือการวางแผนเพื่อการพัฒนาที่มีความยั่งยืนในเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแล้ว พบว่า ประเด็นของชุมชนส่วนใหญ่ยังอยู่ในเรื่องของการขาดความตระหนัก โดยไม่ตระหนักถึงรูปแบบหรือการเปลี่ยนแปลงความเสี่ยงในอนาคต อีกทั้งยังไม่สามารถเชื่อมโยงประเด็นการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวเข้ากับยุทธศาสตร์การพัฒนาได้ ซึ่งหน่วยงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาชุมชนก็ขาดความรู้ความเข้าใจในประเด็นดังกล่าวเช่นกัน จึงไม่สามารถให้การชี้แนะที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำไปสู่การสร้างขีดความสามารถที่ยั่งยืนได้ และประเด็นที่สำคัญที่มักจะถูกหยิบยกขึ้นมาก็คือ ความสามารถในการเข้าถึงทรัพยากรที่เหมาะสมเพื่อสร้างความเข้มแข็งของชุมชนซึ่งยังมีข้อจำกัดอยู่ในหลายพื้นที่ในประเทศไทย

5.2.4 การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชุมชนโดยการสร้างขีดความสามารถของชุมชนเพื่อรับมือกับความเสียหายจากสภาพอากาศในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

การสร้างขีดความสามารถในการรับมือกับความเสียหายจากสภาพอากาศในเงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้เป็นเรื่องที่จะต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจร่วมกันว่า ความเสี่ยงของชุมชนและการขาดขีดความสามารถนั้นเป็นเรื่องเฉพาะที่และเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา โดยขึ้นอยู่กับพลวัตของสภาพเศรษฐกิจและสังคมในแต่ละช่วงเวลา ประกอบกับรูปแบบความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งมีความผันผวนและเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปในระยะยาว ซึ่งจะต้องนำมาเป็นปัจจัยพื้นฐานในการคำนึงถึงการสร้างขีดความสามารถในการรับมือกับความเสียหายจากสภาพอากาศในระยะยาว อย่างไรก็ดี แม้ว่าความเสี่ยงและภาวะล่อแหลมเปราะบางของชุมชนต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นจะแตกต่างกันไปตามแต่ละชุมชนก็ตาม แต่กรอบการสร้างขีดความสามารถของชุมชนในการรับมือกับความเสียหายจากสภาพอากาศในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นก็สามารถพิจารณาในกรอบเดียวกันโดยมองถึงการสร้างขีดความสามารถให้กับชุมชนโดยเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องและขับเคลื่อนโดยชุมชน โดยที่ภาครัฐจะต้องกำหนดนโยบายและแผนแม่บทเพื่อสนับสนุนการจัดตั้งและขับเคลื่อนกระบวนการเหล่านี้โดยจัดตั้งกลไกเพื่อสนับสนุนการสร้าง ความเข้มแข็งและทางเลือกต่าง ๆ ในการรับมือกับความเสี่ยงในอนาคตให้กับชุมชน โดยมีเป้าหมายที่จะนำชุมชนไปสู่สังคมที่สามารถเข้าใจถึงประเด็นปัญหาในระยะยาวตลอดจนโอกาสใหม่ ๆ ที่อาจเกิดขึ้น และสามารถวางยุทธศาสตร์ชุมชนบนฐานของความรู้ (Knowledge-based society) ทั้งนี้การวางยุทธศาสตร์เพื่อจัดตั้งกลไกและกระบวนการดังกล่าวจะต้องพิจารณาถึงการจัดวางชุมชนเป็นแกนของกระบวนการ โดยชุมชนควรจะต้องเป็นผู้มีส่วนกำหนดแนวทางการดำเนินการต่าง ๆ ในการสร้างความเข้มแข็งของชุมชนให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละพื้นที่ ในแต่ละช่วงเวลา และพิจารณาในกรอบเงื่อนไขเวลาของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภายใต้การสนับสนุนที่เหมาะสมจากภาครัฐ ทั้งในแง่ของการสนับสนุนด้านการจัดทำยุทธศาสตร์ชุมชนและการสนับสนุนในด้านการขับเคลื่อนให้เกิดการดำเนินการที่เหมาะสมได้

ข้อเสนอแนะนี้เป็นการเสนอแนวทางเพื่อเติมเต็มช่องว่างของการขาดขีดความสามารถของชุมชนต่อการรับมือกับภาวะเสี่ยงจากสภาพอากาศและพิจารณาเพิ่มเติมในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะยาว ซึ่งสามารถกำหนดข้อเสนอแนะโดยสรุปได้ดังต่อไปนี้⁵

- การสร้างความตระหนักรู้ เพื่อให้ชุมชนเกิดเข้าใจถึงผลกระทบและความเสี่ยง อีกทั้งโอกาสใหม่ ๆ ในอนาคตที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว และตระหนักถึงผลที่จะเกิดขึ้นตามมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลที่จะเกิดขึ้นกับชุมชนของตน

ข้อเสนอแนะ	เป้าหมาย	หน่วยงานที่อยู่ในข่ายที่เกี่ยวข้อง
สร้างเครือข่ายความร่วมมือในการประเมินและถ่ายทอดข้อมูลความเสี่ยงอนาคต ตลอดจนโอกาสใหม่ ๆ ในอนาคต ในบริบทของชุมชน โดยเชื่อมโยงประเด็นความเสี่ยงและการใช้ประโยชน์จากโอกาสใหม่ ๆ เข้ากับโจทย์การพัฒนา	เพื่อกระตุ้นให้ชุมชนตระหนักถึงความเสี่ยงที่ถูกขับเคลื่อนโดยการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระยะยาว และกระตุ้นให้เกิดการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแนวทางปฏิบัติต่าง ๆ ที่ชุมชน / ครัวเรือน ใช้บริหารจัดการความเสี่ยง และผลักดันให้แสวงหาแนวทางใหม่ ๆ ที่สอดคล้องกับบริบทของการเปลี่ยนแปลงเพื่อบริหารจัดการความเสี่ยงในอนาคต	ภาครัฐ: กระทรวงมหาดไทย (ได้แก่ กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย) / กระทรวงเกษตรฯ/กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม/ กระทรวงวิทยาศาสตร์ ภาคประชาสังคม: สมาองค์กรชุมชน / ศูนย์เรียนรู้ชุมชน / วัด / โรงเรียน / สื่อมวลชนท้องถิ่น / เครือข่ายวิสาหกิจชุมชน / องค์กรพัฒนาเอกชน ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม จัดตั้งองค์กรอิสระที่ประมวลความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยมีหน่วยประสานงานในทุกจังหวัด และทำงานประสานกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
พัฒนาความรู้ของผู้นำชุมชนต่อประเด็นผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อภาคส่วนต่าง ๆ	เพื่อให้เกิดแกนนำในสังคมในระดับชุมชนในการประเมินความเสี่ยงที่ถูกขับเคลื่อนโดยการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระยะยาว และเป็นผู้นำในการแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ เพื่อบริหารจัดการความเสี่ยงเหล่านั้น	ภาครัฐ: กระทรวงมหาดไทย (ได้แก่ กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย) / กระทรวงเกษตรฯ/ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม /

⁵ ข้อเสนอแนะนี้เป็นผลสรุปจากการรวบรวมความคิดเห็นจากการประชุมระดมความคิดเห็นของหน่วยงานภาคประชาสังคมซึ่งประกอบด้วย องค์กรพัฒนาชุมชน ผู้นำชุมชน นักวิชาการ และหน่วยราชการที่ได้จัดขึ้นเมื่อวันที่ 26 และ 30 มิถุนายน 2553 ซึ่งเป็นการดำเนินการในกรอบของการจัดทำแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศโลก การผันผวนของราคาพลังงาน และวิกฤติอาหารโลก ของสำนักงานพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ข้อเสนอแนะ	เป้าหมาย	หน่วยงานที่อยู่ในข่ายที่เกี่ยวข้อง
		กระทรวงวิทยาศาสตร์ ภาคประชาสังคม: ผู้นำชุมชน / สภาองค์กรชุมชน / เครือข่าย วิจัยไต้หวัน / องค์กรพัฒนา เอกชน

บทบาทของภาครัฐจะต้องทำหน้าที่ส่งเสริมและจัดตั้งเครือข่ายภาคีต่าง ๆ ที่ประกอบด้วยภาคประชาสังคมหลายฝ่ายขึ้น นอกจากนั้น จะต้องพิจารณาจัดตั้งหน่วยงานขึ้นมามีอำนาจในการดำเนินงานร่วมกับเครือข่ายนี้โดยตรง และภาคประชาสังคมต่าง ๆ โดยเฉพาะองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สภาองค์กรชุมชน องค์กรพัฒนาเอกชนและเครือข่ายวิจัยไต้หวัน เพื่อทำการประเมินผลกระทบและความเสี่ยง อีกทั้งโอกาสใหม่ ๆ ในอนาคตของชุมชนจากสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของแต่ละชุมชน โดยดำเนินการเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง โดยเชื่อมโยงประเด็นความเสี่ยงกับโจทย์การพัฒนา ทั้งนี้การดำเนินการอาจเริ่มโดยการให้การสนับสนุนเครือข่ายภาคีประชาสังคมที่ได้มีการจัดตั้งขึ้นในพื้นที่ต่าง ๆ ไว้แล้ว โดยถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารและความรู้ต่าง ๆ ในด้านการบริหารจัดการความเสี่ยงเพื่อกระตุ้นให้ชุมชนเกิดความตระหนักถึงความเสี่ยงที่อาจมากับสภาพอากาศแปรปรวนและประเมินแนวทางการดำเนินการต่าง ๆ ที่ได้รับมือกับสถานการณ์อยู่ในปัจจุบัน เพื่อที่จะนำไปสู่การแสวงหาแนวทางที่เหมาะสมในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ นอกจากนั้น ประเด็นเรื่องการรวบรวมและสังเคราะห์ความรู้ความเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศก็ยังเป็นประเด็นที่ขาดหน่วยงานที่มีหน้าที่โดยตรงที่จะรับผิดชอบ ดังนั้น ภาครัฐจึงควรพิจารณาจัดตั้งองค์กรที่ประมวลความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งสามารถดำเนินการได้อย่างเป็นเอกเทศ เพื่อให้เกิดความรู้ที่จะไปถ่ายทอดให้ชุมชนต่อไปได้

นอกจากนั้น การดำเนินการในด้านนี้จะต้องเน้นการสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในประเด็นของความเสี่ยงของสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ อีกทั้งโอกาสใหม่ ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ตลอดจนแนวคิดด้านการบริหารจัดการความเสี่ยงที่ยั่งยืนให้แก่ผู้นำชุมชน หรือผู้ที่มิบทบาทเป็นแกนนำในชุมชน เพื่อที่จะทำหน้าที่เป็นแกนนำในการปรับทัศนคติต่อการวางแผนต่าง ๆ ในชุมชน และชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ ที่จะช่วยให้บริหารจัดการความเสี่ยงหรือวางยุทธศาสตร์ชุมชนบนฐานของโอกาสใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคตได้ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

บทบาทของสื่อมวลชน โดยเฉพาะสื่อมวลชนในระดับท้องถิ่น ตลอดจนการจัดตั้งในชุมชนเอง ได้แก่ สภาองค์กรชุมชน / ศูนย์เรียนรู้ชุมชน / วัด / โรงเรียน เป็นต้น จะต้องทำหน้าที่ให้การสนับสนุนเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ในด้านผลกระทบและความเสี่ยงของชุมชนจากสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายและเข้าถึงสมาชิกชุมชนโดยทั่วถึง

- การสร้างความรู้ เพื่อถ่ายทอดให้ชุมชนสามารถใช้ในการหาทางเลือกต่าง ๆ และแนวทางดำเนินการที่เหมาะสมกับอนาคต และสถานการณ์เสี่ยง

ข้อเสนอแนะ	เป้าหมาย	หน่วยงานที่อยู่ในข่ายที่เกี่ยวข้อง
สร้างนักวิจัยและเครือข่ายวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงในทุกระดับ	สร้างองค์ความรู้ในด้านผลกระทบจากสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ตลอดจน	สถาบันการศึกษา (โดยเฉพาะมหาวิทยาลัย) / สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้อเสนอแนะ	เป้าหมาย	หน่วยงานที่อยู่ในข่ายที่เกี่ยวข้อง
	การประเมินความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว และวิธีการบริหารจัดการความเสี่ยงจากภาวะอากาศรุนแรงและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	แห่งชาติ (สวทช) / สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย / สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ / เครือข่ายวิจัยไต้หวัน และหน่วยงานแหล่งทุนสนับสนุนการวิจัยต่าง ๆ
จัดทำหลักสูตรการศึกษาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทชุมชน	สร้างองค์ความรู้ในด้านการประเมินความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว และวิธีการบริหารจัดการความเสี่ยงจากภาวะอากาศรุนแรงและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทชุมชน	ภาครัฐ ได้แก่ กระทรวงศึกษาธิการ / องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น / กระทรวงวิทยาศาสตร์ / กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
รวบรวมองค์ความรู้ และเครือข่ายการถ่ายทอดความรู้ด้านวิชาการสู่ชุมชน	บูรณาการความรู้ด้านการจัดการความเสี่ยงจากหน่วยงานต่าง ๆ ในบริบทชุมชน โดยชุมชนเป็นแกนกลาง	ภาครัฐ ได้แก่ กระทรวงวิทยาศาสตร์ / กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม / กระทรวงเกษตรฯ ภาคประชาสังคม ได้แก่ ศูนย์เรียนรู้ชุมชน / วัด / โรงเรียน / สื่อมวลชนท้องถิ่น / เครือข่ายวิจัยไต้หวัน / องค์กรพัฒนาเอกชน
จัดตั้งหน่วยงานรวบรวมนักวิเคราะห์ (Think-tank) ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ด้านความเสี่ยงจากภาวะอากาศรุนแรงและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอย่างต่อเนื่อง	สร้างองค์ความรู้ในด้านการประเมินความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว และวิธีการบริหารจัดการความเสี่ยงจากภาวะอากาศรุนแรงและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	จัดตั้งองค์กรอิสระเพื่อดำเนินการโดยอาจดำเนินการเป็นเครือข่ายร่วมกับเครือข่ายนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศ

บทบาทของสถาบันการศึกษาระดับสูง จะต้องทำหน้าที่สร้างบุคลากรในการสร้างองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่จำเป็นขึ้น โดยกลไกการศึกษาตามหลักสูตร และงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งนี้บุคลากรที่สถาบันการศึกษาจะต้องสร้างขึ้นในอนาคตจะต้องสามารถเชื่อมโยงประเด็นด้านภูมิอากาศเข้ากับสาขาวิชาต่าง ๆ และสามารถมองและวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ในลักษณะที่เป็นภาพรวมของหลายแขนงวิชา (multi-disciplines) ได้มากขึ้น

ภาครัฐจะต้องสนับสนุนการให้ทุนเพื่อศึกษาและวิจัยประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับภาคส่วนต่าง ๆ ตลอดจนความเสี่ยงและภาวะล่อแหลมเปราะบางของระบบและภาคส่วนต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง และการศึกษาในแนวทางที่เป็นการมองภาพฉายอนาคต (scenario-based study) ในระยะยาว ซึ่งจะต้องมี

การศึกษาในลักษณะที่มีการแสวงหาคำตอบสำหรับอนาคตในแต่ละแนวทางเพื่อรองรับความไม่แน่นอนของกระแสการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งกระบวนการสร้างองค์ความรู้ที่จำเป็นนั้นจะต้องเป็นการประสานร่วมมือระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ในภาครัฐ และอาจอาศัยบุคลากรในภาครัฐจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มาร่วมดำเนินการผ่านกลไกการวิจัยร่วมกับท้องถิ่น และถ่ายทอดลงสู่ชุมชนผ่านทางหน่วยการศึกษาในชุมชน โดยจัดทำเป็นหลักสูตรที่มีเนื้อหาของท้องถิ่น เพื่อเป็นการสร้างความตระหนักให้แก่คนรุ่นใหม่ผู้ซึ่งจะเป็นกลุ่มคนที่จะต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ต่อไปในอนาคต

นอกจากนั้น ภาครัฐจะต้องสนับสนุนให้เกิดการจัดตั้งหน่วยงานรวบรวมนักวิเคราะห์ (Think-tank) ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ด้านความเสี่ยงจากภาวะอากาศรุนแรงและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอย่างต่อเนื่อง โดยจะต้องประกอบด้วยบุคลากรหลายสาขา ทั้งด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ในหลายมิติ ทั้งนี้หน่วยงานรวบรวมนักวิเคราะห์ (Think-tank) นี้ยังจะเป็นกลไกรองรับบุคลากรรุ่นใหม่ให้มีฐานในการประกอบอาชีพในสายงานวิเคราะห์และวางแผนเพื่อปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ตลอดจนผลกระทบ ความเสี่ยงและภาวะล่อแหลมเปราะบางของระบบและภาคส่วนต่าง ๆ ต่อไป

- การสร้างความสามารถด้านเทคนิค ในการกำหนดรูปแบบวิธีการดำเนินการต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อปรับวิถีชีวิตหรือทิศทางการพัฒนาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้ หรือความสามารถในการดำเนินการเพื่อจัดการความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

ข้อเสนอแนะ	เป้าหมาย	หน่วยงานที่อยู่ในข่ายที่เกี่ยวข้อง
รวบรวมการจัดการความเสี่ยงต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมที่มีอยู่แล้วมาสื่อสาร เพื่อสร้างเป็นบทเรียน และเป็นฐานข้อมูล ซึ่งสามารถใช้ประกอบการจัดทำนโยบาย/แผนการพัฒนาชุมชน	เพื่อให้เกิดกลไกสนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสม ซึ่งชุมชนสามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้เพื่อบริหารจัดการความเสี่ยงจากสภาพอากาศได้	ภาครัฐ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ / กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม / กระทรวงเกษตร ฯ / กระทรวงมหาดไทย (ได้แก่ กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย)
จัดตั้งและส่งเสริมเครือข่ายเพื่อการสื่อสารด้านความเสี่ยงชุมชนและการพัฒนาทางออกในระยะยาว		
		ภาคประชาสังคม: องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น / สมาองค์กรชุมชน / องค์กรพัฒนาเอกชน

บทบาทของภาครัฐจะต้องทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลและจัดตั้งกลไกเพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสังเคราะห์ขึ้นเป็นความรู้เพื่อเผยแพร่ให้แก่ชุมชน ตลอดจนให้การสนับสนุนด้านเทคนิคที่เหมาะสมเพื่อให้ชุมชนสามารถกำหนดรูปแบบวิธีการดำเนินการต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อปรับวิถีชีวิตหรือทิศทางการพัฒนาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้ หรือมีความสามารถในการดำเนินการเพื่อจัดการความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม

การดำเนินการเพื่อรวบรวมและเผยแพร่ความรู้ นั้น อาจดำเนินการโดยหน่วยงานภาครัฐโดยรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่สายงานของแต่ละหน่วยงาน เช่น หน่วยงานด้านการเกษตร ทำการรวบรวมข้อมูลด้านการปรับตัวรับมือของเกษตรกร และสังเคราะห์ขึ้นเป็นบทเรียนภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนเผยแพร่ความรู้ดังกล่าว

เพื่อให้เป็นตัวอย่างแก่เกษตรกรในพื้นที่อื่น ๆ เป็นต้น โดยการดำเนินการเช่นนี้จะเป็นการประสานร่วมมือกับเครือข่ายประชาสังคมต่าง ๆ และองค์กรปกครองท้องถิ่นจะต้องมีบทบาทสำคัญ

อย่างไรก็ดี ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มีการรวบรวมขึ้นนี้ จะต้องมีการวิเคราะห์และประเมินความเหมาะสมในระยะยาวภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและทำการจัดหมวดหมู่ที่เหมาะสมเพื่อให้การเผยแพร่ความรู้นี้สามารถทำได้โดยสะดวก ซึ่งอาจเป็นการดำเนินการโดยหน่วยงานภายใต้กระทรวงวิทยาศาสตร์ หรือหน่วยงานด้านการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากสภาพอากาศแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่อาจมีการจัดตั้งขึ้นในอนาคต เพื่อให้ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้สังเคราะห์ขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้ประกอบการวางแผนการปรับตัวต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้อย่างเหมาะสม

- การสร้างกลไกเพื่อสนับสนุนเงินทุนและทรัพยากรที่จำเป็นในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์การปรับตัว เพื่อให้ชุมชนมีทรัพยากรที่เพียงพอต่อการขับเคลื่อนการดำเนินการต่าง ๆ หรือขับเคลื่อนยุทธศาสตร์เพื่อปรับวิถีชีวิตหรือทิศทางการพัฒนาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

ข้อเสนอแนะ	เป้าหมาย	หน่วยงานที่อยู่ในข่ายที่เกี่ยวข้อง
ปรับปรุงการเข้าถึงแหล่งทุนเพื่อสนับสนุนการผลิต	เพื่อให้ชุมชนมีทรัพยากรที่เหมาะสมเพื่อการผลิตที่มีประสิทธิภาพ เป้าหมายหลักอีกประการหนึ่งคือ เพื่อปรับและลดภาระหนี้สินเกษตรกร	ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร / หน่วยงานด้าน venture capital / กระทรวงการคลัง / กระทรวงเกษตรฯ / องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น / องค์กรพัฒนาเอกชน นอกจากนี้อาจดำเนินการผ่านกองทุนชุมชนในรูปแบบต่าง ๆ
สร้างกลไกส่งเสริมการลงทุนให้แก่เกษตรกรระบบย่อย (ภาคเกษตร) แทน นายทุน / นักลงทุนอุตสาหกรรม	เพื่อสนับสนุนให้เกิดการผลิตขึ้นในชุมชน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ชุมชนสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตเกษตร	ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร / หน่วยงานด้าน venture capital / องค์กรพัฒนาเอกชน
พัฒนานวัตกรรมด้านการบริหารความเสี่ยงชุมชน เช่น การประกันภัยหรือประกันความเสี่ยงจากสภาพอากาศต่อพืชผลการเกษตร	เพื่อให้ชุมชนมีกลไกในการบริหารจัดการความเสี่ยงจากสภาพอากาศเพิ่มขึ้น	กระทรวงเกษตรฯ / ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร / ภาคธุรกิจประกันภัย

บทบาทของภาครัฐจะต้องทำหน้าที่จัดสรรเงินทุน และกลไกในการสนับสนุนเงินทุนและทรัพยากรที่จำเป็นในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์การปรับตัว ทั้งนี้ การดำเนินการในด้านนี้อาจเป็นการดำเนินการโดยองค์กรพัฒนาเอกชนและภาคธุรกิจเอกชนควบคู่กันไปกับภาครัฐ

การวางแผนการลงทุนในชุมชนเพื่อให้เกิดกลไกหรือสาธารณูปโภคพื้นฐานบางอย่างที่นำไปสู่การลดความเสี่ยงนั้น อาจเป็นการดำเนินการร่วมกันระหว่างองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกับจังหวัด หรือหน่วยงานภาครัฐอื่น ๆ โดย

เป็นการดำเนินการในรอบของการพัฒนาพื้นที่ต่าง ๆ ทั้งนี้ควรมีการประเมินความเหมาะสมในระยะยาวในแง่ของ
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

นอกจากนี้ นวัตกรรมด้านการบริหารจัดการความเสี่ยงนั้น อาจใช้กลไกด้านการเงิน โดยเฉพาะการประกัน
ความเสี่ยงจากสภาพอากาศต่อพืชผลการเกษตร ซึ่งกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และธนาคารเพื่อการเกษตรและ
สหกรณ์การเกษตรก็ได้มีการดำเนินการในระดับหนึ่งแล้ว แต่การใช้กลไกประกันภัยเข้าช่วยในการบริหารจัดการความ
เสี่ยงนั้น ยังอาจสามารถขยายบทบาทให้เพิ่มขึ้นได้อีกดังที่ได้มีการดำเนินการในหลายประเทศ โดยเฉพาะการ
ประกันภัยในกรณีของภัยพิบัติที่เนื่องมาจากสภาพอากาศ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการให้การประกันภัยทรัพย์สินของผู้มี
รายได้น้อย (micro-insurance) หรือการกระจายความเสี่ยง (risk transfer) ซึ่งอาจเป็นการกระจายข้ามห้วงเวลา ข้าม
ภาคส่วน หรือข้ามพื้นที่ หรือการใช้กลไกการเงินระหว่างประเทศในการช่วยรับความเสี่ยง เป็นต้น ซึ่งการดำเนินการ
อาจเป็นในรูปแบบของการดำเนินการร่วมกันระหว่างภาครัฐและภาคธุรกิจประกันภัย

- การปรับปรุงและจัดตั้งการจัดการ / ระเบียบ กฎหมาย / องค์กรและกลไกที่จะสนับสนุนและเอื้อให้ชุมชน
สามารถพัฒนาการดำเนินการเพื่อสร้างความเข้มแข็งทนทานต่อความเสี่ยงต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ	เป้าหมาย	หน่วยงานที่อยู่ในข่ายที่เกี่ยวข้อง
กระจายอำนาจสู่พื้นที่ท้องถิ่น เพื่อให้พลเมืองในท้องถิ่นมี หลักประกันในการกำหนดทิศ ทางการพัฒนา (เช่น กรณีของ คณะกรรมการลุ่มน้ำ เป็นต้น)	เพื่อให้ชุมชนสามารถกำหนด แผนยุทธศาสตร์ชุมชนที่ สนับสนุนโดยภาครัฐ โดยเป็น แผนที่อิงกับบริบทและความ ต้องการของชุมชน	กระทรวงต่าง ๆ / องค์กรปกครอง ส่วนท้องถิ่น / คณะกรรมการลุ่ม น้ำ / องค์กรพัฒนาเอกชน
แก้ไขปรับปรุงกฎหมายเพื่อเปิด โอกาสให้ชุมชนเข้าถึงทรัพยากร เพื่อการผลิตและยังชีพมากขึ้น (เช่น กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการ จัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน หรือ กฎหมาย ที่เกี่ยวข้องกับการคุ้มครองพื้นที่ สงวนในรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น)	เพื่อให้ชุมชนสามารถเข้าถึง ทรัพยากรการผลิตได้ดีขึ้น และ สามารถนำใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อสร้างความเข้มแข็งของ ชุมชนได้อย่างเหมาะสม	กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม / กระทรวงเกษตรฯ / องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น / องค์กรพัฒนาเอกชน
ปรับปรุงการจัดการงบประมาณรัฐ ที่มองประเด็นความเสี่ยงซึ่งมุ่งเน้น ด้านโครงสร้างพื้นฐาน โดยเพิ่ม ประเด็นด้านการพัฒนาความ เข้มแข็งชุมชน	เพื่อให้เกิดการสร้างขีด ความสามารถของชุมชนในการ รับมือกับความเสี่ยงของการ เปลี่ยนแปลงในระยะยาวได้ อย่างยั่งยืน	ภาครัฐ: ทุกหน่วยงาน โดยเฉพาะ จังหวัด
จัดทำแผนรับมือโลกร้อนที่มีมิติ ของการมีส่วนร่วมของประชาชน บนฐานความต้องการของท้องถิ่น	เพื่อให้เกิดการสร้างขีด ความสามารถของชุมชนในการ รับมือกับความเสี่ยงของภาวะ สภาพอากาศรุนแรงและ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศใน ระยะยาวได้อย่างยั่งยืน	กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม / กระทรวงวิทยาศาสตร์ / สำนักงาน คณะกรรมการพัฒนาการ เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ / องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น / องค์กรพัฒนาเอกชน / องค์กร

ข้อเสนอแนะ	เป้าหมาย	หน่วยงานที่อยู่ในข่ายที่เกี่ยวข้อง
		อิสระด้านการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศที่อาจมีการจัดตั้งขึ้น

ทั้งนี้ บทบาทของภาครัฐจะต้องทำหน้าที่ทบทวนและปรับปรุงกฎหมายและกฎระเบียบต่าง ๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อกระจายอำนาจสู่พื้นที่ท้องถิ่นเพื่อให้พลเมืองในท้องถิ่นมีหลักประกันในการกำหนด ทิศทางการพัฒนา และสามารถเข้าถึงทรัพยากรเพื่อการผลิตและยังชีพมากขึ้น อีกทั้งปรับปรุงการจัดสรรงบประมาณให้สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่นอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะการใช้งบประมาณของจังหวัด ซึ่งผู้ว่าราชการจังหวัดจะต้องมีบทบาทนำในการวางกรอบยุทธศาสตร์จังหวัดและจัดสรรงบประมาณสนับสนุนชุมชนท้องถิ่นให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ท้องถิ่น นอกจากนี้ ภาครัฐและองค์กรพัฒนาเอกชน และ/หรือ องค์กรอิสระด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่อาจได้รับการจัดตั้งขึ้นจะต้องร่วมกันจัดทำแผนรับมือโลกร้อนที่มีมิติของการมีส่วนร่วมของประชาชน บนฐานความต้องการของท้องถิ่น

การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชุมชนโดยจับประเด็นด้านการสร้างขีดความสามารถของชุมชนในการรับมือกับผลกระทบของภาวะสภาพอากาศรุนแรงและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะยาวนี้ เน้นที่การจัดตั้งองค์กรเพื่อสร้างองค์ความรู้และถ่ายทอดสู่ชุมชนผ่านภาคีเครือข่ายต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการจัดตั้งกระบวนการวางแผนชุมชนระยะยาวและการทบทวนแผนที่ต่อเนื่องโดยชุมชนภายใต้การสนับสนุนของภาครัฐ ตลอดจนการประเมินยุทธศาสตร์การพัฒนาชุมชนในบริบทของความยั่งยืนภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งนี้โดยการกำหนดเป้าหมายให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสร้างองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และการประเมินความเสี่ยงในบริบทของชุมชน ทำการถ่ายทอดความรู้สู่ชุมชน ตลอดจนทำการประเมินสถานการณ์อนาคตในบริบทของชุมชน โดยเป็นการดำเนินการร่วมกับชุมชน ซึ่งบทบาทขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และคณะกรรมการลุ่มน้ำควรได้รับการทบทวนและสนับสนุนให้สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน นอกจากนี้ ข้อเสนอแนะยังมุ่งเน้นที่การจัดสรรทรัพยากรการผลิตที่จำเป็นเพื่อสร้างทางเลือกให้แก่ชุมชนในการสร้างความเข้มแข็ง และสามารถบริหารจัดการความเสี่ยงต่าง ๆ ได้มากขึ้นภายใต้กลไกสนับสนุนที่ยั่งยืน ซึ่งจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขระเบียบและกฎหมาย ตลอดจนบทบาทของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถสนับสนุนกระบวนการสร้างความเข้มแข็งของชุมชนโดยมีชุมชนเป็นแกนนำได้อย่างเหมาะสม

5.2.5 สรุปและข้อเสนอแนะ: ข้อเสนอเชิงยุทธศาสตร์ต่อการขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชุมชน

ประเด็นข้อเสนอแนะกลไกและบทบาทของหน่วยงานต่าง ๆ ต่อการสร้างขีดความสามารถของชุมชนในการรับมือกับความเสี่ยงจากสภาพอากาศในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และ ข้อเสนอนโยบายนำร่องที่มีความสำคัญดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถสรุปเป็นข้อเสนอเชิงยุทธศาสตร์ในการขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชุมชนโดยย่อได้ดังนี้

- ยุทธศาสตร์ 1: การสร้างความตระหนักรู้ถึงความเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพอากาศในอนาคต และแนวทางการจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสม

วัตถุประสงค์: เพื่อให้ชุมชนตระหนักถึงความเสี่ยงที่ถูกขับเคลื่อนโดยการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระยะยาว และมีการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแนวทางปฏิบัติต่าง ๆ ที่ชุมชน / ครัวเรือน ใช้บริหารจัดการความเสี่ยง ตลอดจนแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ ที่สอดคล้องกับบริบทของการเปลี่ยนแปลงเพื่อบริหารจัดการความเสี่ยงในอนาคต โดยใช้องค์ความรู้ด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว และวิธีการบริหารจัดการความเสี่ยงจากภาวะอากาศรุนแรง และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทชุมชน ตลอดจนบูรณาการความรู้ด้านการจัดการความเสี่ยงจากหน่วยงานต่าง ๆ ในบริบทชุมชนโดยชุมชนเป็นแกนกลาง

เป้าหมาย: ประชาชนทุกภาคส่วน หน่วยงานภาครัฐและภาคประชาสังคม

แนวทาง: การสร้างความรู้เพื่อถ่ายทอดให้ชุมชนเกิดความตระหนักถึงความเสี่ยงจากสภาพอากาศทั้งปัจจุบันและอนาคต โดยเป็นการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้ความรู้นั้นในการหาทางเลือกต่าง ๆ ในการพัฒนาชุมชน โดยเป็นแนวทางดำเนินการที่เหมาะสมกับสถานการณ์เสี่ยงในอนาคตด้วย

มาตรการ:

- (1) สนับสนุนโครงการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง เพื่อศึกษาและประเมินความเสี่ยงเชิงพื้นที่จากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจสังคม
 - (2) จัดตั้งหน่วยงานรวบรวมนักวิเคราะห์ (Think-tank) ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ด้านความเสี่ยงจากภาวะอากาศรุนแรงและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอย่างต่อเนื่อง
 - (3) สร้างนักวิจัยและเครือข่ายวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจสังคมในทุกระดับ
 - (4) ส่งเสริมผู้รู้ในชุมชน (ปราชญ์ชาวบ้าน) และผู้นำชุมชน ให้ดำเนินการศึกษาความเสี่ยงเชิงพื้นที่จากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจสังคม โดยดำเนินการร่วมกับนักวิชาการจากหน่วยงานต่าง ๆ ตลอดจนภาคประชาสังคมอื่น ๆ
 - (5) จัดทำหลักสูตรการศึกษาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทชุมชน โดยบูรณาการความรู้ต่าง ๆ ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ตลอดจนผลกระทบและความเสี่ยงเชิงพื้นที่จากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจสังคม โดยเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวข้องกับชุมชนลงในหลักสูตรการศึกษาในระดับต่าง ๆ ของแต่ละพื้นที่
- ยุทธศาสตร์ 2: การจัดตั้งกลไกสนับสนุนการวางแผนการจัดการความเสี่ยงจากสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของชุมชน

วัตถุประสงค์: เพื่อให้ชุมชนสามารถกำหนดทางเลือกที่เหมาะสมในการบริหารจัดการความเสี่ยงจากอากาศ และเพื่อให้เกิดการวางแผนพัฒนาชุมชนโดยครอบคลุมถึงบริบทที่เปลี่ยนแปลงในระยะยาวจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต

เป้าหมาย: ประชาชนทุกภาคส่วน หน่วยงานภาครัฐและภาคประชาสังคม

แนวทาง: นำใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างและเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารที่จำเป็นต่อการสนับสนุนการตัดสินใจของชุมชน ตลอดจนรวบรวมข้อมูลและจัดตั้งกลไกเพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสังเคราะห์ขึ้นเป็นความรู้

เพื่อเผยแพร่ให้แก่ชุมชน และให้การสนับสนุนด้านเทคนิคที่จำเป็นเพื่อให้ชุมชนสามารถกำหนดรูปแบบวิธีการดำเนินการต่าง ๆ ในการบริหารจัดการความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ ตลอดจนปรับวิถีชีวิตหรือทิศทางการพัฒนาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในขนาดที่เหมาะสม

มาตรการ:

- (1) สร้างเครือข่ายการเตือนภัยจากความแปรปรวนของสภาพอากาศ โดยการคาดการณ์สภาพอากาศระยะปานกลางล่วงหน้ารายฤดูกาล ได้แก่ แนวโน้มการกระจายตัวของฝนที่ไม่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก การขยับเลื่อนของการเริ่มต้นของฤดูฝน และภาวะฝนทั้งช่วงระหว่างฤดูเพาะปลูก ปริมาณฝนในรอบปี ความแปรปรวนของอุณหภูมิในช่วงเวลาต่าง ๆ ของปี สภาพมรสุมประจำฤดู สภาพอากาศรุนแรง ภาวะฝนตกหนักในคาบเวลาสั้น ๆ (น้ำท่วม – ดินถล่ม) / พายุ เป็นต้น และทำการสื่อสารเตือนภัยโดยพิจารณาถึงช่องทางและรูปแบบของการสื่อสารที่เหมาะสมตามบริบทของชุมชนประเภทต่าง ๆ
 - (2) รวบรวมการจัดการความเสี่ยงจากสภาพอากาศต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมที่มีอยู่แล้วมาสื่อสาร เพื่อสร้างเป็นบทเรียน และเป็นฐานข้อมูล ซึ่งสามารถใช้ประกอบการจัดทำนโยบาย/แผนการพัฒนาชุมชน
 - (6) ส่งเสริมให้หน่วยงานภาครัฐและภาคประชาสังคมได้เข้ามีส่วนสนับสนุนการประเมินความเหมาะสมของแผนการพัฒนาชุมชนและสาธารณูปโภค (เช่น การพัฒนาระบบชลประทาน เขื่อน คันกั้นน้ำ เป็นต้น) ในเงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมในขนาด เพื่อปรับแผนให้เหมาะสม
- ยุทธศาสตร์ 3: การจัดตั้งกลไกสนับสนุนการขับเคลื่อนแผนการปรับตัวของพื้นที่ และ/หรือ ภาคส่วนในการลดภาวะล่อแหลมเปราะบางต่อความเสี่ยงจากสภาพอากาศในขนาด

วัตถุประสงค์: เพื่อให้ชุมชนมีทรัพยากรที่เพียงพอต่อการขับเคลื่อนการดำเนินการต่าง ๆ หรือขับเคลื่อนยุทธศาสตร์เพื่อปรับวิถีชีวิตหรือทิศทางการพัฒนาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในขนาด และสามารถดำเนินการได้ภายใต้ระเบียบและข้อกฎหมายโดยมีหน่วยงานผู้มีหน้าที่ชัดเจนในการให้การสนับสนุน

เป้าหมาย: หน่วยงานภาครัฐและภาคประชาสังคม

แนวทาง: จัดตั้งกลไกสนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีและทรัพยากรที่เหมาะสม ซึ่งชุมชนสามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้เพื่อบริหารจัดการความเสี่ยงจากสภาพอากาศได้ ตลอดจนทบทวนและแก้ไขระเบียบกฎหมายในด้านการบริการจัดการทรัพยากรเพื่อความเข้มแข็งของชุมชน

มาตรการ:

- (1) ปรับปรุงการเข้าถึงแหล่งทุนเพื่อสนับสนุนการผลิตในรูปแบบใหม่ที่ลดภาวะเสี่ยงจากสภาพอากาศ ตลอดจนแหล่งทุนเพื่อใช้ในการพัฒนาท้องที่ หรือ ครุภัณฑ์ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือกับภาวะเสี่ยงจากสภาพอากาศ เช่น กองทุนชุมชนในรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น
- (2) ปรับปรุงการจัดการงบประมาณรัฐโดยเน้นประเด็นด้านการพัฒนาความเข้มแข็งชุมชน
- (3) พัฒนานวัตกรรมด้านการบริหารความเสี่ยงชุมชน เช่น การประกันภัยสำหรับผู้มีรายได้ต่ำ หรือ ประกันความเสี่ยงจากสภาพอากาศต่อพืชผลการเกษตร เป็นต้น

- (4) แก้ไขปรับปรุงกฎหมายเพื่อเปิดโอกาสให้ชุมชนเข้าถึงทรัพยากรเพื่อการผลิตและยังชีพมากขึ้น (เช่น กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมรดกที่ดิน หรือ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการคุ้มครองพื้นที่ สงวนในรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น)

ข้อเสนอเชิงยุทธศาสตร์ที่ได้สรุปขึ้นนี้ เน้นถึงการสร้างขีดความสามารถให้กับชุมชนโดยการมองว่าเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องและขับเคลื่อนโดยชุมชน โดยที่ภาครัฐให้การสนับสนุนในกรอบการดำเนินการ โดยมีเป้าหมายที่จะนำชุมชนไปสู่สังคมที่สามารถเข้าใจถึงประเด็นปัญหาในระยะยาวตลอดจนโอกาสใหม่ ๆ ที่อาจเกิดขึ้น และสามารถวางยุทธศาสตร์ชุมชนบนฐานของความรู้ (Knowledge-based society) โดยชุมชนเป็นผู้มีส่วนกำหนดแนวทางการดำเนินการต่าง ๆ ในการสร้างความเข้มแข็งของชุมชนให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละพื้นที่ ในแต่ละช่วงเวลา และพิจารณาในกรอบเงื่อนไขเวลาของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งการดำเนินยุทธศาสตร์เหล่านี้อาจเริ่มจากการจัดตั้งจังหวัดนารอง และ/หรือ การจัดตั้งโครงการประเมินความเสี่ยง ภาวะล่อแหลมประปราย และแนวทางการปรับตัวขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมในพื้นที่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและสังคมสูง

5.3 กรอบการวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจต่อการดำเนินการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ในระหว่างที่ผ่านมา การศึกษาเรื่องการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้รับความสนใจจากหลายภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่ามกลางกระแสที่คาดการณ์กันว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ ในอนาคต โดยส่งผลให้ภาวะอากาศแปรปรวนมากขึ้น ปริมาณและรูปแบบการกระจายตัวของฝนเปลี่ยนไป เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดหรือต่ำสุดในแต่ละช่วงฤดูกาล และการขยับเลื่อนฤดูกาล เป็นต้น นอกจากนี้ เป็นที่ประจักษ์ว่าในปัจจุบันมนุษย์ยังไม่สามารถหาทางที่จะหยุดยั้งหรือหลีกเลี่ยงมิให้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อภาคการดำเนินชีวิตและการพัฒนา ด้วยเหตุนี้ สังคมจึงจำเป็นต้องปรับตัวให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในอนาคตเพื่อลดความเสี่ยงเพื่อให้ชุมชนและภาคส่วนต่าง ๆ มีความเข้มแข็งและทนทานต่อสถานการณ์อนาคต อีกทั้งมีความมั่นใจว่าสังคมจะยังคงสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสม

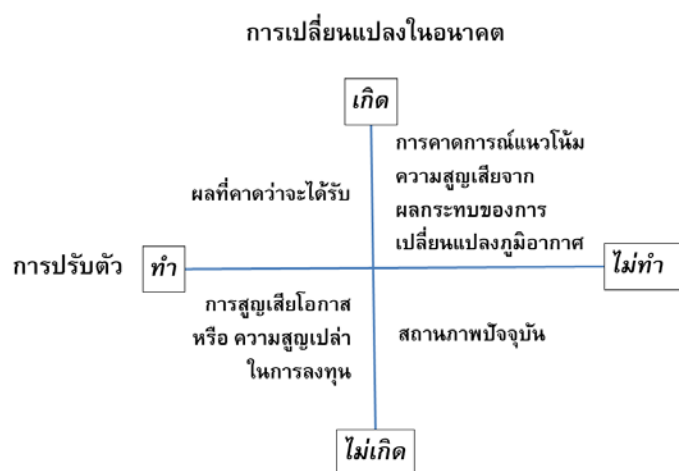
ในระยะเวลาสิบกว่าปีที่ผ่านมา ประเทศไทยได้มีการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่วนหนึ่งก็เป็นการศึกษาเพื่อที่จะนำผลการศึกษาไปใช้ประกอบการวางนโยบายและแผนด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แต่อย่างไรก็ดี ก็ยังไม่ปรากฏแผนการขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่จะส่งผลให้ภาคส่วนหรือสังคมหรือชุมชนมีความมั่นคงทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตที่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมให้พบเห็นได้มากนัก ทั้งนี้ประเด็นปัญหาหนึ่งอาจจะเนื่องมาจากกรอบการตัดสินใจที่จะเลือกดำเนินการในแผนการปรับตัวนั้นยังไม่เหมาะสมหรือไม่สอดคล้องกับบริบทของการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวซึ่งมีความไม่แน่นอนเป็นพื้นฐานของการคาดการณ์อนาคต

ประเด็นสำคัญที่ควรจะต้องพิจารณาก็คือ เนื่องจากการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นเรื่องที่จำเป็นต้องมองไปในอนาคตระยะไกลให้สอดคล้องกับกรอบเวลาของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และความไม่แน่นอนนั้นเป็นธรรมชาติของอนาคตระยะยาว ดังนั้น การผนวกความไม่แน่นอนของอนาคตระยะยาวเข้าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการตัดสินใจปรับตัวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง บทความในส่วนนี้จึงให้ความสำคัญกับการทบทวนงานศึกษาและกรอบแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน (Decision-making under Uncertainty) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์วิธีการประเมินความคุ้มค่าในการตัดสินใจปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ภายใต้กรอบความไม่แน่นอนของอนาคต พร้อมทั้งนำเสนอกรณีของการปรับตัวของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนด จังหวัด สงขลาเป็นตัวอย่างประกอบคำอธิบาย เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรมมากขึ้น

การที่จะผลักดันให้การวางแผนและการขับเคลื่อนแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมแล้วก้าวต่อไปข้างหน้าได้นั้น อาจจะขึ้นอยู่กับทำความเข้าใจกับกรอบแนวคิดใหม่ ๆ และนำเทคนิคการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนมาใช้ประกอบกระบวนการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งอาจดำเนินการได้หลายแนวทาง โดยแนวทางหนึ่งอาจจะเป็นการใช้หลักการ Robust Decision Making ซึ่งทางนักวิจัยที่ Rand Corporation ที่สหรัฐอเมริกาได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประกอบการวางแผนนโยบายสาธารณะมาประยุกต์ใช้กับการวางแผนการปรับตัว แนวทางนี้เป็นการพยายามหาความเป็นไปได้ของสภาพการณ์อนาคตที่หลากหลาย และหาทางเลือกเชิงนโยบายหรือแผนงานที่จะสนองตอบต่อสถานการณ์อนาคตทั้งหลายนี้ให้ได้มากที่สุด และคัดกรองสถานการณ์ที่แผนงานนั้น ๆ ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้มาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้แผนการนั้นไม่บรรลุเป้าหมาย โดยอาจจะผ่านกระบวนการหารือกับผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆ หรือผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในการขับเคลื่อนแผนนั้น ๆ แต่เทคนิคนี้ก็เป็นเทคนิคที่มีความซับซ้อนพอสมควร

อีกแนวทางหนึ่งที่มีความซับซ้อนน้อยกว่า ซึ่งทางชุดโครงการการศึกษาการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยกำลังพยายามประยุกต์ใช้ในโครงการวิจัยที่กำลังดำเนินอยู่นี้คือ การพยายามทำความเข้าใจถึงผลได้-ผลเสียของการดำเนินการหรือการที่ไม่ดำเนินการภายใต้สถานการณ์อนาคตที่อาจจะเกิดหรือไม่เกิดก็ได้ ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 5.3 กรอบการวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจต่อสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอน

ภายใต้กรอบการวิเคราะห์นี้ แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตภายใต้ภาพฉายอนาคต (ซึ่งอาจจะพิจารณาหลายแนวทาง) ควรจะต้องให้ผลตอบแทนไม่น้อยกว่าการดำเนินการไปตามสถานภาพในปัจจุบัน ซึ่งอาจพิจารณาภายใต้เงื่อนไขทั้งปัจจุบันและอนาคต โดยอาจคำนวณเป็นตัวเงินหรือผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหรือประเมินออกมาในรูปแบบอื่นที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ และพิจารณาถึงความเสี่ยงในอนาคตจากการคาดการณ์ความสูญเสียจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเปรียบเทียบกับความสูญเสียเปล่าในการลงทุน ซึ่งถ้าหากผลการประเมินการสูญเสียโอกาสหรือความสูญเสียเปล่าในการลงทุนนั้นไม่สูงมากนัก แต่การคาดการณ์ความสูญเสียจากการ

ไม่ดำเนินการใด ๆ อาจสูงส่งกว่ามาก การดำเนินการปรับตัวก็อาจมีความคุ้มค่าแก่การลงทุนเพื่อสร้างความมั่นคงให้แก่สังคม ทั้งนี้การจัดตั้งกรอบการวิเคราะห์ที่เหมาะสมขึ้นนี้อาจเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยผลักดันให้การตัดสินใจขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมได้มากขึ้นในอนาคตอันใกล้

อนึ่ง การส่งเสริมให้ชุมชนและภาคส่วนต่าง ๆ เกิดความสนใจที่จะขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศให้เกิดขึ้นเป็นรูปธรรมนั้น แนวทางในการปรับตัวจะต้องสร้างประโยชน์ในปัจจุบันและอนาคตทั้งในกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือกรณีที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งนี้ เพื่อที่จะสามารถกำหนดความคุ้มค่าของการดำเนินการปรับตัวได้ การที่เอาประเด็นอนาคตเป็นที่ตั้งอย่างเดียวยังจะส่งผลให้การวางแผนการปรับตัวเกิดขึ้นเป็นรูปธรรมได้ยากเนื่องจากความไม่แน่นอนของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

5.3.1 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน

ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นเป็นการวางแผนต่อการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวซึ่งภูมิอากาศอาจจะเปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบัน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้สังคมสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้ดีขึ้น (resilience) และเพื่อให้แผนงานต่าง ๆ ยังคงสามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ภายใต้การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น (robust) การวางแผนในลักษณะดังกล่าวจะต้องคำนึงถึงความไม่แน่นอนของอนาคตเข้าไว้ด้วย ซึ่งความไม่แน่นอนนี้อาจเป็นได้ทั้งความไม่แน่นอนของการคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคต และ/หรือ พลวัตของสภาพเศรษฐกิจสังคมซึ่งอาจจะเปลี่ยนบริบทของการปรับตัวไปโดยสิ้นเชิง แต่กรอบวิธีการตัดสินใจในการวางแผนที่ผู้ที่มีหน้าที่วางแผนงานต่าง ๆ ในประเทศไทยคุ้นเคยกันอยู่นั้น ต้องการความแน่นอนของสถานการณ์อนาคตเป็นพื้นฐานของการวางแผน ซึ่งเป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้ในการคาดการณ์อนาคตระยะยาวโดยเฉพาะในบริบทของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งจะต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงในอนาคตอีกหลายสิบปีข้างหน้า ดังนั้น ประเด็นที่ผู้เขียนได้เคยพบเห็นในเวทีของการรับฟังความคิดเห็นต่อการรายงานผลการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ตลอดจนการประเมินผลกระทบและแนวทางการปรับตัวในหลาย ๆ ครั้งที่ผ่านมาอันก็คือ คำถามที่ว่า การเปลี่ยนแปลงในอนาคตตามผลการศึกษานี้จะเกิดขึ้นจริงหรือเปล่า? และเมื่อผู้ที่ทำการศึกษาไม่สามารถให้คำตอบที่แน่นอนได้ก็ทำให้การวางแผนการปรับตัวเดินเข้าสู่ทางตัน

ประเด็นหนึ่งที่เราจะต้องทำความเข้าใจกันก็คือ แม้ว่าการคาดการณ์อนาคตที่ใช้ประกอบการวางแผนการปรับตัวนี้จะอยู่บนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือ หลักการในการทำนายอนาคตหลากหลายเทคนิคก็ตาม แต่วิธีการทั้งหลายนั้นก็ล้วนแต่เป็นการทำนายอนาคตให้เกิดความชัดเจนมากขึ้นโดยคำนึงจากผลสืบเนื่องของเงื่อนไขหลาย ๆ ประการที่เป็นปัจจัยที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอนาคตขึ้น (ตัวอย่างเช่น ในกรณีของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศก็คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศที่อาจจะเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต) ซึ่งเงื่อนไขที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นส่วนหนึ่งก็เป็นเงื่อนไขที่สมมุติขึ้น อันเป็นที่มาของความไม่แน่นอนของสถานการณ์อนาคตที่ทำการคาดการณ์ขึ้น ดังนั้นการใช้กรอบแนวคิดเดิม ๆ ในการวางแผน ซึ่งใช้แนวคิดแบบการทำนายให้ชัดเจนเพื่อหาแนวทางปฏิบัติ (predict-then-act) อันต้องการเงื่อนไขที่มีความแน่นอนเป็นฐานของการวางแผนมาใช้ในการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจึงเป็นอุปสรรคหนึ่งของการขับเคลื่อนแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เนื่องจากการสร้างความแน่นอนขึ้นจากความไม่แน่นอนนั้นเป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตแฝงด้วยความไม่แน่นอนหลายประเภท ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ ความไม่แน่นอนของปัจจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ และความไม่แน่นอนทางด้านเศรษฐกิจและสังคม สำหรับความไม่แน่นอนประเภทแรกนั้น เกิดจากการขาดองค์ความรู้ที่ครบถ้วนสมบูรณ์เกี่ยวกับระบบภูมิอากาศ

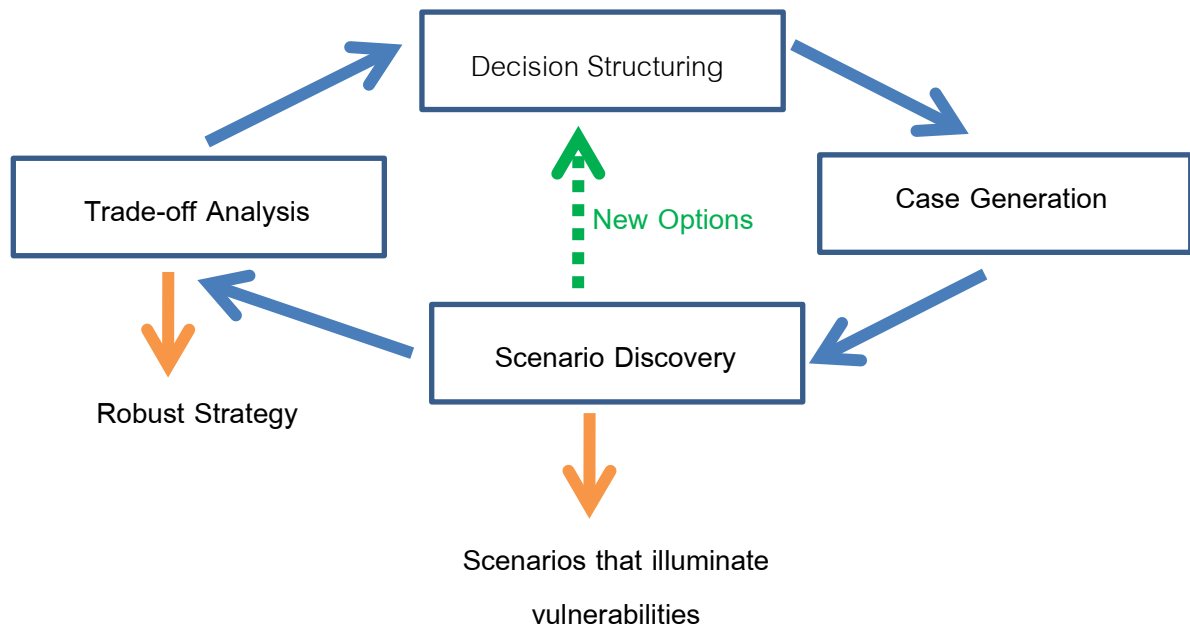
(Climate System) ซึ่งอาจมีผลมาจากการที่ผลการจำลองภูมิอากาศในอนาคตโดยใช้แบบจำลองขึ้นอยู่กับปัจจัยนำเข้าและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อปัจจัยเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไป ผลการทำภาพฉายอนาคตภูมิอากาศก็ย่อมเปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน นอกจากนี้ ความไม่แน่นอนยังเกิดจากการที่ไม่สามารถคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาได้อย่างแม่นยำ ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัดว่าแนวโน้มภูมิอากาศในอนาคตจะเป็นอย่างไร จึงนิยมแสดงผลการคาดการณ์ภูมิอากาศในอนาคตจากการใช้แบบจำลองภูมิอากาศที่หลากหลาย เพื่อให้เห็นทิศทางและแนวโน้มของความเสี่ยงในอนาคตและนำไปสู่การกำหนดกลยุทธ์ในการปรับตัวเพื่อให้สามารถจัดการความเสี่ยงในอนาคตได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ ความไม่แน่นอนของภูมิอากาศในอนาคตยังเกิดจากการขาดความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อเศรษฐกิจและสังคม (Socioeconomic System) ของประเทศ ซึ่งส่วนหนึ่งอาจมีผลมาจากการขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของระบบเศรษฐกิจและสังคม อีกทั้งพลวัตของสภาพเศรษฐกิจและสังคมซึ่งอาจจะเปลี่ยนบริบทของการปรับตัวไปโดยสิ้นเชิง

ภาวะความไม่แน่นอนของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตเป็นอุปสรรคสำคัญประการหนึ่งต่อการตัดสินใจด้านต่าง ๆ ทั้งการกำหนดนโยบายสาธารณะ การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน การดำเนินการของภาครัฐกิจ รวมถึงการตัดสินใจปรับตัวเพื่อให้สามารถรับมือกับสถานการณ์ที่อาจเปลี่ยนไป ถ้าหากการตัดสินใจต่าง ๆ เหล่านี้ต้องการความแน่นอนของสถานการณ์ในอนาคตเป็นพื้นฐาน การวางแผนและการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ก็จะเผชิญทางตัน

ประเด็นดังกล่าวเป็นที่มาของการแสวงหาเครื่องมือใหม่ ๆ ที่เน้นเทคนิคการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่ไม่แน่นอนมาใช้ประกอบการวางแผน โดยเครื่องมือดังกล่าวจะช่วยให้ภาคส่วนต่าง ๆ สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง (Informed Decision) (Heal and Millner, 2013) เมื่อประยุกต์แนวคิดดังกล่าวในบริบทของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต จำเป็นจะต้องผนวกประเด็นด้านความไม่แน่นอนไว้กับการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของกลยุทธ์ในการปรับตัวต่าง ๆ เป็นต้น เนื่องจากการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นมาตรการระยะยาว ซึ่งหมายความว่าต้นทุนและผลประโยชน์ของการปรับตัวเกิดขึ้นในอนาคต (Etner et al, 2012)

กรอบแนวคิดการตัดสินใจภายใต้ภาวะความไม่แน่นอนมีอยู่หลายแนวทาง เช่น แนวทาง Robust Decision Making (RDM) แนวทางการตัดสินใจเพื่อรับมือกับความเสี่ยงด้านภัยพิบัติทางธรรมชาติ (Disaster Risk Management) เป็นต้น หลักการ RDM ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Rand Corporation ซึ่งเป็นสถาบันคลังสมองที่มีชื่อเสียงแห่งหนึ่งของประเทศสหรัฐอเมริกา แนวทางนี้เป็นการพยายามหาความเป็นไปได้ของสภาพการณ์อนาคตที่หลากหลาย (Scenario Analyses) พร้อมทั้งหาทางเลือกหรือกลยุทธ์ที่จะสนองตอบต่อสถานการณ์ในอนาคตทั้งหลายได้ดีที่สุด เนื่องด้วยวิธีการ RDM ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของกลยุทธ์ภายใต้สถานการณ์หรือภาพฉายอนาคตต่าง ๆ ดังนั้น นักวิจัยจึงสามารถที่จะทราบได้ว่าแผนกลยุทธ์ใดมีประสิทธิภาพและทนทาน (Robust) ต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคตและกลยุทธ์ใดไม่เหมาะสม (RAND, 2013)

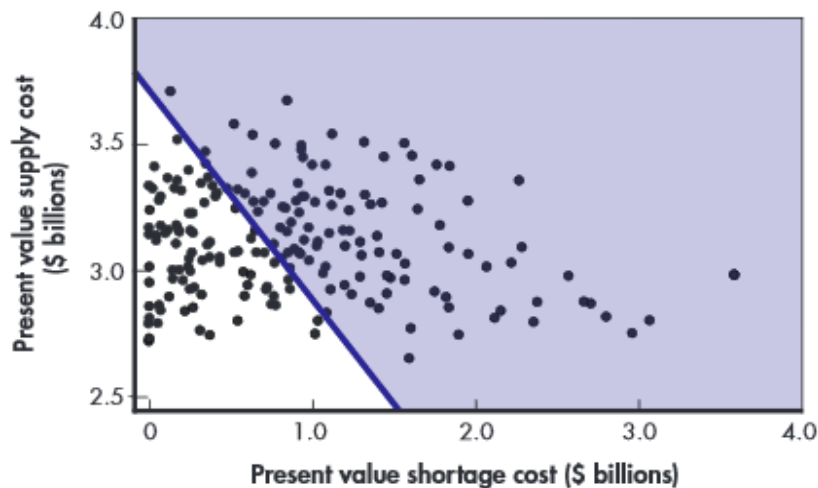
ขั้นตอนในการทำ RDM ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การวางโครงสร้างการตัดสินใจ (Decision Structuring) 2) การสร้างกรณีศึกษา (Case Generation) 3) การสร้างฉากทัศน์หรือสถานการณ์ในอนาคต (Scenario Discovery) และ 4) การวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของกลยุทธ์ (Trade-off analysis) (รูปที่ 5.4) จากขั้นตอนการสร้างฉากทัศน์ นักวิจัยอาจค้นพบฉากทัศน์ซึ่งทำให้เห็นความเปราะบาง (Vulnerabilities) หรืออาจจะทำให้ค้นพบทางเลือกหรือกลยุทธ์ใหม่ ๆ ซึ่งในกรณีนี้ จะย้อนไปที่ขั้นตอนการวางโครงสร้างการตัดสินใจใหม่อีกครั้ง ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้หลังจากเสร็จสิ้นการวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียคือกลยุทธ์ที่มีความทนทานต่อสถานการณ์ในอนาคต (Robust Strategy)



รูปที่ 5.4 กระบวนการดำเนินการซ้ำของชุดคำสั่งภายใต้วิธีการ Robust Decision making (RDM)
(ที่มา: RAND, 2013)

ในระหว่างที่ผ่านมา หลายหน่วยงานได้ประยุกต์ใช้วิธีการ RDM ในการวางแผนการตัดสินใจภายใต้ภาวะความไม่แน่นอนในอนาคตที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ยกตัวอย่างเช่น องค์การด้านทรัพยากรน้ำและบริษัทที่บริหารจัดการน้ำมีการนำวิธีการ RDM ในกระบวนการวางแผนสำหรับอนาคต โดยคำนึงถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า และใช้แบบจำลองภูมิอากาศต่าง ๆ ในการจัดการความไม่แน่นอนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เช่น Global Climate Models (GCM) ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวแสดงให้เห็นสภาพความเปราะบางของพื้นที่ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ตัวอย่างหนึ่งของการประยุกต์ใช้แนวคิดและเทคนิค RDM ในการตัดสินใจงานนโยบายสาธารณะ ได้แก่ องค์การ Inland Empire Utilities Agency (IEUA) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านน้ำทางตอนใต้ของรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการวางแผนการจัดการน้ำในเมือง (Urban Water Management Plan: UWMP) และตั้งเป้าที่จะเพิ่มความต้องการในการใช้น้ำบาดาลและการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ในปี ค.ศ. 2007 Rand Corporation ได้ตกลงให้ความร่วมมือกับทาง IEUA ในวางแผนการจัดการน้ำในเมือง โดยใช้โปรแกรม Water Evaluation and Planning (WEAP) ในการวิเคราะห์ความสามารถในการจัดการน้ำของ IEUA ภายใต้สถานการณ์อนาคตและจากทัศนจำนวนมาก โดยแต่ละจากทัศนขึ้นอยู่กับความสามารถของ IEUA ในการบรรลุเป้าหมาย ต้นทุนในการนำเข้าน้ำ และการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีในอนาคต (รูปที่ 5.5) จุดแต่ละจุดในรูปที่ 5.5 แสดงต้นทุนรวมของแผน โดยคำนึงถึงค่าปัจจุบันสุทธิของต้นทุนในการดำเนินการ จากการวิเคราะห์ดังกล่าว ทำให้ทราบว่า มี 120 กรณีที่ต้นทุนรวมสูงกว่าต้นทุนที่ประมาณการไว้อย่างน้อยร้อยละ 20 ซึ่งพื้นที่สีเทาในรูปที่ 5.5 แสดงการวางแผนที่ผิดพลาด นอกจากนี้ ยังสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้ต้นทุนในการดำเนินการสูงกว่าที่คาดการณ์ อาทิ ปริมาณน้ำฝนที่ลดลงอย่างน้อยร้อยละ 10 การลดลงของปริมาณฝนเฉลี่ยที่สะสมในชั้นดิน (Aquifers) อย่างน้อยร้อยละ 3 เป็นต้น ในกรณีที่ปริมาณน้ำฝนเป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าว IEUA จะต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่ต้นทุนในการดำเนินโครงการ UWMP ที่สูง แต่ในกรณีอื่น ๆ แผนที่วางไว้ไม่ได้รับผลกระทบ (RAND, 2013)



รูปที่ 5.5 ผลการดำเนินการทางด้านการบริหารจัดการน้ำในเมืองของ IEUA ภายใต้สถานการณ์ในอนาคต
(ที่มา: RAND, 2013)

กรอบการวิเคราะห์ดังกล่าวช่วยผู้บริหารของ IEUA ในการกำหนดแผนกลยุทธ์ในการปรับตัวระยะยาว (Adaptive Plan) ซึ่งครอบคลุมระยะเวลา 25 ปี โดยทำให้ทราบว่าควรดำเนินการอะไรก่อนและควรตัดมาตรการใดออกไป อย่างไรก็ดี จะมีการทบทวนแผนกลยุทธ์ในการปรับตัวทุก ๆ 5 ปี โดยเปรียบเทียบตัวเลขอุปสงค์และอุปทานของน้ำกับตัวเลขคาดการณ์

นอกจากแนวทางของ RDM แล้ว พบว่าการตัดสินใจลงทุนในการป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติก็มีบริบทของการตัดสินใจภายใต้ภาวะความไม่แน่นอนเช่นเดียวกัน บริษัท FM Global ได้ทำการศึกษาว่าเหตุใดบางองค์กรหรือภาคธุรกิจจึงตัดสินใจไม่ลงทุนเพื่อลดความเสี่ยงหรือป้องกันความเสียหายที่เกิดจากภัยธรรมชาติทั้ง ๆ ที่ตระหนักถึงผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมของภัยธรรมชาติก็ตาม การศึกษาดังกล่าวพบว่าปัจจัยทางด้านจิตวิทยามีความสำคัญต่อการตัดสินใจของมนุษย์ บางคนมีความเชื่อว่าเหตุการณ์ร้าย ๆ จะไม่เกิดขึ้นกับตัวเองอย่างแน่นอน (Steve Timmons ใน FM Global. 2010) นอกจากนี้ Michael Topf พบว่าปัจจัยที่อธิบายว่าทำไมมนุษย์ถึงตัดสินใจไม่ทำอะไรเลยเพื่อป้องกันหรือลดผลกระทบจากภัยพิบัติทางธรรมชาติมีดังนี้

- ความเชื่อที่ว่า “เหตุการณ์ร้าย ๆ จะไม่เกิดขึ้น”
- ความเชื่อที่ว่า “ถึงแม้เหตุการณ์ที่ไม่ดีหรือภัยพิบัติจะเกิดขึ้น เหตุการณ์ดังกล่าวจะกระทบบุคคลอื่น ตัวเราเองจะไม่ได้รับผลกระทบ”
- ความเชื่อที่ว่า “ในกรณีที่ตัวเราเองได้รับผลกระทบจากภัยทางธรรมชาติ จะได้รับความเสียหายเพียงเล็กน้อยเท่านั้น”
- ความเชื่อที่ว่า “เมื่อภัยพิบัติทางธรรมชาติเกิดขึ้นไปแล้ว โอกาสที่จะเกิดขึ้นอีกในอนาคตอันใกล้จะน้อยมาก”

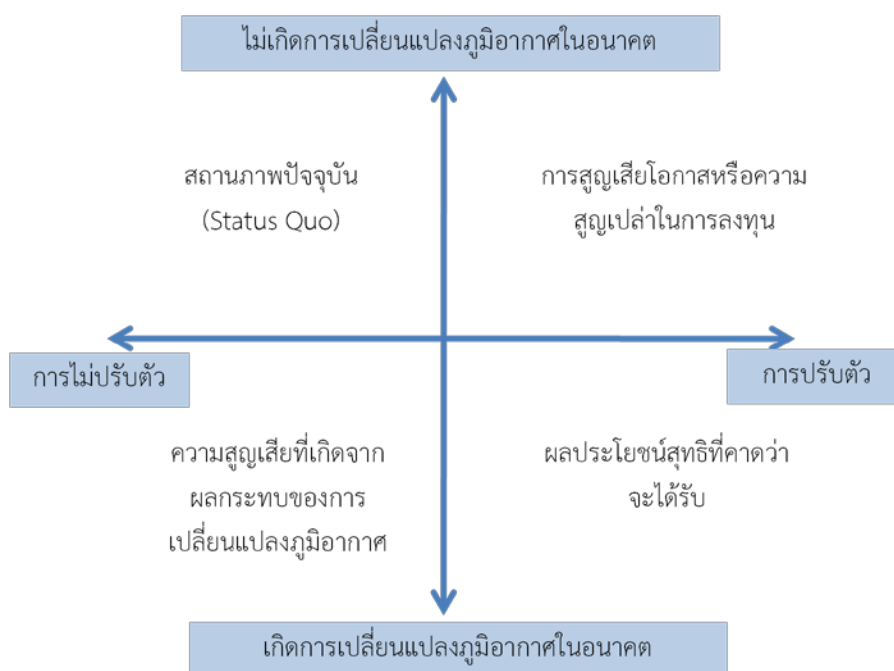
ความเชื่อในลักษณะต่าง ๆ ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นเป็นตัวอย่างปัจจัยที่เชื่อมโยงกับการประเมินค่าความเสี่ยงต่ำเกินไป (Risk Underestimation) ซึ่งมีผลทำให้ประชาชนทั่วไปหรือภาคธุรกิจตัดสินใจไม่ลงทุนในการป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ นอกจากปัจจัยเหล่านี้แล้ว การศึกษาของ FM Global ยังพบว่าเนื่องจากการลงทุนเพื่อลดความเสี่ยงต่อภัยธรรมชาติในอนาคตสิ้นเปลืองเวลามากและใช้เงินลงทุนสูง ในขณะที่ใช้เวลานานกว่าที่จะเห็นผลประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม ส่งผลให้ประชาชน องค์กร หรือบริษัทต่าง ๆ ตัดสินใจลงทุนในด้านอื่น ๆ ที่เห็นผลเร็วในระยะเวลานั้น โดย

เลื่อนการตัดสินใจป้องกันภัยธรรมชาติออกไปก่อน (Procrastination) อีกทั้ง ประโยชน์ของการลงทุนเพื่อป้องกันภัยธรรมชาตินั้นขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ภัยพิบัติในอนาคต ในกรณีที่ภัยพิบัติไม่เกิดขึ้น หมายความว่าเม็ดเงินต่าง ๆ ที่ลงทุนไปอาจจะสูญเปล่า (Wasted Investment) ศาสตราจารย์ Howard Kunreuther ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านศาสตร์แห่งการตัดสินใจและการวิจัยนโยบายสาธารณะแห่ง Wharton School มหาวิทยาลัย Pennsylvania ได้กล่าวถึงการตัดสินใจลงทุนเพื่อป้องกันภัยทางธรรมชาติใน FM Global (2010) ดังนี้

“Many property owners focus on what they consider to be high upfront costs associated with loss prevention, and fail to consider that these investments can provide financial value over a very long period of time.”

บทเรียนสำคัญที่ได้จากการทบทวนงานศึกษาต่าง ๆ ข้างต้น พบว่าการวางแผนและการตัดสินใจเตรียมการเพื่อรองรับสถานการณ์ในอนาคตที่มีความไม่แน่นอนสูงนั้น ไม่ควรใช้กรอบแนวคิดเดิม ๆ ซึ่งเน้นการทำนายให้ชัดเจนเพื่อหาแนวทางการปฏิบัติ เนื่องจากการสร้างความแน่นอนขึ้นจากความไม่แน่นอนนั้นเป็นเรื่องที่เป็นไปได้ยาก ดังนั้น การวางแผนการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตซึ่งมีความไม่แน่นอนสูง ควรประยุกต์กรอบแนวคิดหรือเทคนิคการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอน เช่น RDM หรือการลงทุนเพื่อป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ มาใช้ประกอบการวางแผนการปรับตัว

กรอบแนวคิดอีกแบบหนึ่งที่สามารถนำมาใช้สนับสนุนการตัดสินใจต่อการดำเนินการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นกรอบแนวคิดที่มีที่มาจากกลุ่มนักวางแผนด้านการเตรียมการรับมือกับภัยพิบัติ โดยมีพื้นฐานจากการพยายามทำความเข้าใจถึงผลดี (Benefits) และผลเสีย (Costs) หรือสิ่งที่จะได้รับ (Gain) และสิ่งที่สูญเสีย (Loss) ของการดำเนินการต่อสถานการณ์อนาคตที่อาจจะเกิดขึ้นหรืออาจจะไม่เกิดขึ้นก็ได้ (รูปที่ 5.6)



รูปที่ 5.6 กรอบแนวคิดการตัดสินใจปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตภายใต้ความไม่แน่นอน

จากกรอบแนวคิดซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 5.6 เป็นที่น่าสังเกตว่าถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตแต่ยังคงดำเนินการไปตามสถานภาพปัจจุบัน (Business-as-usual: BAU) จะต้องเผชิญความสูญเสียที่เกิดจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เช่น ผลผลิตทางการเกษตรได้รับความเสียหายจากการขาดแคลนน้ำหรือน้ำท่วม เป็นต้น อย่างไรก็ตาม กลยุทธ์ในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตควรทำให้ผลตอบแทนสุทธิซึ่งเกษตรกรในทุกระโนดได้รับไม่น้อยกว่าการเลือกที่จะไม่ดำเนินใด ๆ เลยหรือไม่ปรับตัว ทั้งนี้ เพื่อสร้างแรงจูงใจและผลักดันให้การตัดสินใจในการดำเนินการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น ประเด็นที่ควรให้ความสำคัญคือการลดการสูญเสียโอกาสหรือความสูญเสียในการลงทุนเมื่อตัดสินใจปรับตัวแล้วแต่ปรากฏว่าภูมิอากาศในอนาคตไม่มีการเปลี่ยนแปลงและความเสี่ยงไม่ได้เพิ่มขึ้น ถ้าสามารถทำให้ไม่มีการสูญเสียในการลงทุนเลยแต่กลับกลายเป็นได้รับผลกำไรที่เพิ่มขึ้น (Win-Win Strategy) จะช่วยทำให้มีแรงจูงใจในการปรับตัวมากยิ่งขึ้น

5.3.2 กรณีศึกษาการปรับตัวของระบบปลูกข้าวในทุกระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

เพื่อแสดงให้เห็นถึงตัวอย่างการผนวกกรอบแนวคิดการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนกับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จึงอ้างอิงงานการศึกษา “โครงการศึกษาการปรับตัวของเกษตรกรปลูกข้าวในทุกระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ” ซึ่งอยู่ภายใต้ชุดโครงการการศึกษาการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โดยโครงการดังกล่าวใช้ระบบปลูกข้าวบริเวณทุกระโนด จังหวัดสงขลา เป็นกรณีศึกษา

พื้นที่ทุกระโนดเป็นอยู่ข้าวสำคัญของจังหวัดสงขลาและภาคใต้ตอนล่าง ในอดีต การทำนาข้าวในทุกระโนดเสี่ยงต่อปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝนและปัญหาการขาดแคลนน้ำจืดและน้ำเค็มในช่วงฤดูแล้ง เพื่อจัดการกับปัญหาน้ำท่วม ที่ผ่านมา เกษตรกรปลูกข้าวในทุกระโนดได้มีการปรับตัวโดยการเลื่อนปฏิทินปลูกข้าว จากที่เคยหว่านข้าวในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน เปลี่ยนมาหว่านข้าวในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงหลังน้ำลด อย่างไรก็ตาม การขยายเลื่อนปฏิทินปลูกข้าวส่งผลให้ระบบปลูกข้าวในทุกระโนดต้องเผชิญกับปัญหาขาดแคลนน้ำและน้ำเค็มมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการปลูกข้าวนาปรังขยายเข้าไปในฤดูแล้งมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำจืดสำหรับปลูกข้าวนาปรังมีไม่เพียงพอ ทำให้ผลผลิตข้าวได้รับความเสียหาย

จากการทำภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการวิเคราะห์ปัญหาการรุกรานของน้ำเค็มในทะเลสาบสงขลาโดยใช้แบบจำลอง พบว่าเมื่ออุณหภูมิบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบนในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และระยะเวลาที่มีอากาศร้อนยาวนานมากขึ้น อัตราการระเหยของน้ำในทะเลสาบสงขลาจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โอกาสที่น้ำเค็มรุกไปยังทะเลสาบตอนบนจะมีมากขึ้น และระยะเวลาที่ไม่สามารถใช้น้ำจากทะเลสาบตอนบนสำหรับทำนาปรังจะยาวนานขึ้น ดังนั้น ระบบปลูกข้าวในทุกระโนดมีแนวโน้มที่จะเสี่ยงต่อปัญหาขาดแคลนน้ำและน้ำเค็มมากยิ่งขึ้นในอนาคต คำถามที่เกิดขึ้นคือระบบเกษตรในทุกระโนดจะปรับตัวหรือพลิกโฉมอย่างไรเพื่อให้สามารถรับมือกับปัญหาการรุกรานของน้ำเค็ม ลดการพึ่งพาน้ำจืด และทำให้เกษตรกรในทุกระโนดมีรายได้ที่ดีขึ้น

โครงการฯ เสนอทางเลือกเพื่อการปรับตัวของระบบเกษตรในทุกระโนดไว้ 3 ทางเลือก ได้แก่ ทางเลือกที่หนึ่ง การทำไร่นาสวนผสมบนที่ดินที่มีกรรมสิทธิ์และการปลูกข้าวพันธุ์ดีและพริกเขียวมันบนพื้นที่เช่า ทางเลือกที่สอง การปลูกข้าวมูลค่าสูงแบบอินทรีย์ในฤดูฝนและปลูกถั่วเขียวอินทรีย์ในช่วงฤดูแล้ง และทางเลือกที่สาม การแบ่งพื้นที่เพื่อเลี้ยงโคเนื้อ การปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ และการปลูกข้าวมูลค่าสูง

จากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์พบว่ากรณีที่เกษตรกรในทุกระโนดปรับเปลี่ยนมาทำไร่นาสวนผสมบนพื้นที่ซึ่งเกษตรกรมีกรรมสิทธิ์ อีกทั้งปลูกข้าวพันธุ์ดีและพริกเขียวมันบนพื้นที่เช่า จะส่งผลให้รายได้สุทธิเฉลี่ยในรอบ

10 ปี ของอำเภอรอนดเท่ากับ 2,526,398,204 บาทต่อปี หรือประมาณ 192,672 บาทต่อครัวเรือนต่อปี สำหรับผลตอบแทนที่ได้จากการดำเนินการตามแนวทางของทางเลือกที่สองนั้น ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ารายได้สุทธิเฉลี่ยในรอบ 10 ปีของอำเภอรอนดอยู่ที่ 781,720,451 บาทต่อปี หรือคิดเป็น 109,690 บาทต่อครัวเรือนต่อปี รายได้สุทธิเฉลี่ยในรอบ 10 ปีของอำเภอรอนดภายใต้ทางเลือกที่สามเท่ากับ 1,433,636,542 บาทต่อปี หรือประมาณ 203,638 บาทต่อครัวเรือนต่อปี

เป็นที่น่าสังเกตว่าการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนดปรับตัวต่อการรุกรานของน้ำเค็มที่มีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้น คำถามที่พบบ่อยครั้งคือเหตุการณ์การรุกรานของน้ำเค็มไปยังทะเลสาบสงขลาตอนบนจะรุนแรงมากขึ้นจริงหรือไม่ ถ้าเหตุการณ์ดังกล่าวไม่เกิดขึ้น การปรับตัวยังคงเป็นกลยุทธ์ที่เหมาะสมหรือไม่ เมื่อนำผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ข้างต้นมาผนวกกับกรอบการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนในรูปที่ 5.6 จะช่วยให้เกษตรกรซึ่งเป็นกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักรวมถึงภาคส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถทำความเข้าใจได้และผลเสียของการดำเนินการปรับตัวภายใต้สถานการณ์การรุกรานของน้ำเค็มในอนาคตที่อาจเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นก็ได้ (รูปที่ 5.7)



รูปที่ 5.7 ผลการวิเคราะห์ผลได้และผลเสียของการปรับตัวภายใต้ภาวะความไม่แน่นอน
 (ที่มา: โครงการศึกษาการปรับตัวของเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภายใต้ชุดโครงการการศึกษาการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย)

เมื่อพิจารณารูปที่ 5.7 พบว่าถ้าในอนาคตปัญหาน้ำเค็มรุกรานทะเลสาบสงขลาตอนบนทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และเกษตรกรในทุ่งระโนดยังคงปลูกข้าวปีละ 2 ครั้ง คือข้าวนาปีในฤดูฝนและข้าวนาปรังในฤดูแล้งเช่นในปัจจุบัน ผลผลิตข้าวนาปรังจะได้รับความเสียหายจากการที่ขาดแคลนน้ำจืด ส่งผลให้เกษตรกรในอำเภอรอนดต้องเผชิญภาวะการขาดทุน ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ากลยุทธ์ที่เน้นการปลูกข้าวหลายครั้งต่อปีเป็นแนวทางที่ให้ผลได้ในกรณีที่ไม่มีเกิดปัญหาน้ำเค็มรุนแรงในอนาคต กล่าวคือให้ผลกำไรสุทธิแก่อำเภอรอนดประมาณ 748 ล้านบาทต่อปี แต่กลยุทธ์

ดังกล่าวจะส่งผลให้ผลกระทบในทุกระโนดต้องแบกรับการขาดทุนโดยเฉลี่ยประมาณ 102 ล้านบาทต่อปีในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในกรณีนี้ เกษตรกรในทุกระโนดได้รับผลกำไรหรือรายได้สุทธิมากขึ้นถ้าเลือกที่จะปรับตัวเมื่อเทียบกับการไม่ดำเนินการใด ๆ เลย ไม่ว่าจะเป็นปัญหาหน้าเค็มรุนแรงในอนาคตหรือไม่ก็ตาม เพราะถึงแม้ว่าในอนาคตไม่เกิดปัญหาหน้าเค็ม เกษตรกรในทุกระโนดก็ได้ผลกำไรที่สูงกว่าการปลูกข้าวปีละ 2 ครั้งเหมือนในปัจจุบัน จึงไม่มีการสูญเสียโอกาสหรือไม่มีความสูญเสียเปล่าในการลงทุนปรับตัว ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าการดำเนินการปรับตัวมีความคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อสร้างความมั่นคงให้กับภาคส่วนต่าง ๆ และสังคม กรอบแนวคิดการตัดสินใจปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตซึ่งมีความไม่แน่นอนสูงนั้น เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยผลักดันให้การตัดสินใจในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมได้มากขึ้น

5.4 สรุปและข้อเสนอแนะ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตมีความไม่แน่นอนสูง การเปลี่ยนแปลงอาจมีหลายด้านและหลายรูปแบบ ไม่ใช่เฉพาะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือปริมาณฝนเท่านั้น อาจหมายรวมถึงการขยับเลื่อนของฤดูกาล ความถี่และความรุนแรงของภาวะสภาพอากาศรุนแรง (Extreme Weather Events) หรือการเปลี่ยนแปลงในแง่พื้นที่ด้วย สภาพอากาศที่อาจเปลี่ยนแปลงไปอาจส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงที่สังคมต้องเผชิญ ดังนั้น ภาคส่วนต่าง ๆ จำเป็นจะต้องรับมือกับสถานการณ์ที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตให้ดียิ่งขึ้นโดยกำหนดกลยุทธ์ในการปรับตัวเพื่อให้สามารถจัดการความเสี่ยงได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ดี ที่ผ่านมา เราอาจจะคุ้นชินกับกรอบการวางแผนกลยุทธ์ซึ่งเน้นการทำนายสถานการณ์ในอนาคตให้ชัดเจนเพื่อหาแนวทางการรับมือ (Predict-then-act) แนวทางดังกล่าวเน้นการทำความเข้าใจกับความไม่แน่นอนในอนาคตให้ชัดเจนโดยใช้การแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) เพียงอันเดียวเป็นตัวแทนของสถานการณ์ในอนาคตซึ่งเต็มไปด้วยความไม่แน่นอน ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าเป็นเรื่องยากที่การแจกแจงความน่าจะเป็นดังกล่าวจะสามารถช่วยให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตซึ่งมีความไม่แน่นอนสูงด้วยเหตุนี้ การศึกษาจึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์กรอบแนวคิดหรือเทคนิคการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอน เช่น Robust Decision Making ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Rand Corporation และกรอบแนวคิดการลงทุนเพื่อป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ มาใช้ประกอบการวางแผนการปรับตัว โดยหัวใจหลักของแนวคิดใหม่ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นนั้นให้ความสำคัญกับการชี้ให้ภาคส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทราบว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตแต่ยังคงดำเนินการไปตามสถานการณ์ปัจจุบัน จะต้องเผชิญความเสี่ยงที่เกิดจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แต่ถ้าตัดสินใจที่จะปรับตัว จะสามารถลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ อย่างไรก็ดี เนื่องจากการปรับตัวมีต้นทุนในการปรับเปลี่ยน อีกทั้งส่งผลให้รายได้ที่จะได้รับเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ภาคส่วนต่าง ๆ ปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต กลยุทธ์ในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตควรทำให้ผลตอบแทนสุทธิที่ได้รับไม่น้อยกว่าการเลือกที่จะไม่ดำเนินการใด ๆ ประเด็นที่ควรให้ความสำคัญคือการลดการสูญเสียเปล่าในการลงทุนเมื่อตัดสินใจปรับตัวแล้วแต่ปรากฏว่าภูมิอากาศในอนาคตไม่มีการเปลี่ยนแปลงและความเสี่ยงไม่ได้เพิ่มขึ้น ถ้าสามารถทำให้ไม่มีการสูญเสียเปล่าในการลงทุนเลยแต่กลับกลายเป็นได้รับผลกำไรที่เพิ่มขึ้น (Win-Win Strategy) จะช่วยให้มีแรงจูงใจในการปรับตัวมากยิ่งขึ้น

5.5 เอกสารอ้างอิง

- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2552. แผนแม่บทด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555. ยุทธศาสตร์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศด้านการเกษตร พ.ศ.2556-2559. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; กรุงเทพฯ.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2555. แผนยุทธศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2555-2559. กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. 137 หน้า.
- คณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ. 2551. ยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2551-2555. กรุงเทพฯ : สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด. 91 หน้า.
- วิเชียร เกิดสุข, ศุภกร ชินวรรณ และพรวิไล ไทรโพธิ์ทอง. 2554. รายงานผลการวิจัย โครงการการประเมินผลกระทบ ความเสี่ยง ความล่าช้าและแนวทางปรับตัวของระบบการเกษตรและสังคมเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต: กรณีศึกษาลุ่มน้ำ ชี-มูล. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. 2558. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาการปรับตัวของเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. ภายใต้ชุดโครงการการศึกษาการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- สุจิต คุณธนกุลวงศ์, อรรถชัย จินตะเวช, นพพันธ์ ตาปนานนท์, พงษ์ศักดิ์ สุทธิพนธ์, ปิยธิดา เรืองรัตมิม เปี่ยมจันทร์ ดวงมณี, ศุภกร ชินวรรณ, โชคชัย สุทธิธรรมจิต และวิชุดา เหมเสถียร. 2558. รายงานฉบับสมบูรณ์ การจัดทำรอบการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแห่งชาติ. สนับสนุนโดย สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2554. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559). กรุงเทพฯ: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด. 137 หน้า.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2555. แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2555-2559. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2558. แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ
- ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553. โครงการจัดทำแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงของสถานะภูมิอากาศของโลกการผันผวนของราคาพลังงาน และวิกฤตอาหารของโลก. เสนอต่อ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ
- ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ. เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

- Chinvanno, S. and Kerdsuk, V. 2013. Mainstreaming Climate Change into Community Development Strategies and Plans: A Case Study in Thailand. Adaptation Knowledge Platform, Partner Report Series No.5. Stockholm Environment Institute, Bangkok.. [Online]. Available at: www.asiapacificadapt.net or weADAPT.org
- Etner, J., Jeleva, M., Tallon, J.M. 2012. Decision Theory under Ambiguity. Journal of Economic Surveys, vol.26 (2), pp.234-270.
- FM Global. 2010. Flirting with Natural Disasters: Why Companies Risk It All. Available online at <http://www.fmglobal.com/assets/pdf/P10168.pdf>
- Heal, G. and Milner, A. 2013. Uncertainty and Decisions in Climate Change Economics. NBER Working Paper Series, No.18929.
- Least Development Countries (LDC) Expert Group. 2012. The National Adaptation Plan Process: A brief overview. Bonn: UNFCCC secretariat. Bonn, Germany.
- Rand. 2013. Making Good Decisions without Predictions. Robust Decision Making for Planning Under Deep Uncertainty. Research Highlights. Available online at http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_briefs/RB9700/RB9701/RAND_RB9701.pdf
- Southeast Asia START Regional Center and WWF. 2008. Climate change impacts in Krabi province, Thailand. [Online]. Available from: http://assets.panda.org/downloads/thailand_full_final_report.pdf.
- UNDP-UNEP. 2011. Mainstreaming Climate Change Adaptation into Development Planning: A Guide for Practitioners. UNDP-UNEP Poverty-Environment Facility, Nairobi, Kenya. [Online]. Available online at www.unpei.org.

บทส่งท้าย

การทบทวนการศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยในระยะเวลาที่ผ่านมาและการสังเคราะห์องค์ความรู้ด้านการปรับตัวนี้ทำให้เห็นว่ายังคงมีช่องว่างทางองค์ความรู้และความท้าทายในการสร้างองค์ความรู้ที่เหมาะสมเพื่อก่อให้เกิดการขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศให้เกิดขึ้นเป็นรูปธรรมในสังคมไทย ซึ่งอาจตั้งเป็นข้อสังเกตเพื่อให้เป็นแนวทางในการพัฒนาองค์ความรู้ในการปรับตัวนี้ในระยะต่อไป โดยอาจกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้ คือ

- ช่องว่างในเชิงขอบเขตการศึกษาที่ยังไม่ครอบคลุมภาคส่วนต่างๆ ได้อย่างครบถ้วน และไม่ครอบคลุมพื้นที่ที่หลากหลายซึ่งมีบริบทในการปรับตัวที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาเรื่องการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระบายนี้นั้นยังจำกัดได้ว่ามีจำนวนน้อยและขาดความต่อเนื่อง ซึ่งการดำเนินการสร้างองค์ความรู้ในระยะต่อไปควรจะต้องสร้างฐานนักวิจัยขึ้น โดยเฉพาะนักวิจัยรุ่นใหม่ ซึ่งควรจะต้องมีจำนวนมากเพียงพอต่อการสร้างองค์ความรู้ที่หลากหลาย และจะต้องครอบคลุมนักวิชาการจากหลากหลายสาขา โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักวิจัยจากสาขาสังคมศาสตร์ ซึ่งจะช่วยนำประเด็นด้านพลวัตของระบบเศรษฐกิจและสังคมมาประกอบการศึกษาเพื่อชี้ให้เห็นถึงประเด็นทางด้านความเปราะบางเชิงสังคม (Social vulnerability) ซึ่งจะนำไปสู่การวางแผนการปรับตัวที่มีความสอดคล้องกับสภาพสังคมและระบบเศรษฐกิจในอนาคตได้อย่างเหมาะสม

นอกจากนั้น การศึกษาด้านการขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศก็ยังต้องการความรู้และความเข้าใจทางด้านพฤติกรรมสังคม อีกทั้งการสื่อสารความเสี่ยงที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการปรับมุมมองต่ออนาคตและปรับกระบวนทัศน์ในการวางแผนในทุกระดับ ตลอดจนการศึกษาด้านการวิเคราะห์นโยบาย โครงสร้างองค์กร กระบวนการวางแผน ระเบียบและข้อกฎหมายที่จะเอื้อให้สามารถวางแผนการปรับตัวที่เหมาะสม โดยอาจเป็นการกำหนดยุทธศาสตร์รายภาคส่วนหรือพื้นที่และควรรวมเข้ากับนโยบายแผนงานของหน่วยงานต่างๆ หรือชุมชน และเกิดกลไกที่สามารถผลักดันขับเคลื่อนได้

- ช่องว่างในเชิงกรอบแนวคิดและเนื้อหาในการศึกษาเรื่องการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งยังไม่ก้าวหน้าไปตามพัฒนาการของแนวคิดด้านการปรับตัวตามทิศทางของแวดวงวิชาการนานาชาติเท่าที่ควร กล่าวคือ งานศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยส่วนใหญ่แล้วยังใช้กรอบแนวคิดที่เน้นศึกษาผลกระทบทางกายภาพและจับประเด็นการปรับตัวโดยมุ่งเป้าไปที่การลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอันเป็นการพยายามรักษาสถานภาพปัจจุบันไว้ต่อไปในอนาคตภายใต้สภาพภูมิอากาศที่มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยการศึกษา มักจะขาดการคำนึงถึงสภาพเศรษฐกิจสังคมที่อาจเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพการพัฒนาและแรงขับเคลื่อนอื่นๆ ในระบบเศรษฐกิจและสังคม อันจะทำให้ความเสี่ยงของภาคส่วนและ/หรือสังคมเปลี่ยนไป ซึ่งจะมีผลสืบเนื่องถึงบริบทในการปรับตัวต่อสถานการณ์ในอนาคต ทำให้แนวทางการปรับตัวที่ศึกษาขึ้นนั้นขาดความสอดคล้องกับธรรมชาติของสภาพเศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้การศึกษาด้านการประเมินความเสี่ยงและภาวะเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ขาดกรอบและแนวทางการกำหนดบริบทของความเปราะบางที่เหมาะสมในการศึกษานั้นๆ ก็มักส่งผลให้ผลการศึกษาดูความชัดเจนหรือมีกล่าวถึงความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในลักษณะที่เป็นนามธรรม และไม่นำไปสู่การวางแผนการปรับตัวต่อการ

เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีเป้าหมายเพื่อลดความเปราะบางต่อผลสืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการศึกษาในอนาคตอาจจะต้องขยายกรอบการมองแนวทางการปรับตัวนี้ให้ครอบคลุมแนวทางที่หลากหลาย โดยเฉพาะการพิจารณาถึงการปรับทิศทางนโยบายหรือยุทธศาสตร์ที่จะมีผลสืบเนื่องระยะยาว และการพิจารณาถึงการปรับโครงสร้างเศรษฐกิจและสังคม (socioeconomic transformation) ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว

การศึกษาถึงการปรับตัวต่อผลกระทบและความเสี่ยงของภาคส่วนและพื้นที่ภายใต้ภาวะที่สภาพภูมิอากาศมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตนั้นมีประเด็นเรื่องความไม่แน่นอนของอนาคต (Uncertainty) เป็นธรรมชาติของการศึกษา แต่แนวทางการศึกษาที่ยึดผลการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อภาคส่วนต่างๆ มักให้ความสำคัญกับความแม่นยำต่อการคาดการณ์อนาคตเพื่อกำหนดแนวทางในการตอบสนองสถานการณ์นั้นๆ (predict and act approach) มากกว่าที่จะหากรอบหรือแนวทางในการวิเคราะห์การตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่ไม่แน่นอนของอนาคต อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีการพยายามพัฒนาภาพฉายอนาคตหลายแนวทางขึ้นมาเพื่อใช้ในการศึกษา แต่ก็ไม่ได้ทำให้ความไม่แน่นอนของอนาคตลดลงได้ ดังนั้น แนวคิดใหม่ๆ จากศาสตร์ทางด้านการตัดสินใจ เช่น Robust Decision Making ควรได้รับการทบทวนและศึกษาเพื่อนำมาพัฒนาประยุกต์ใช้กับการศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะต่อไป

การศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะที่ผ่านมา มักเน้นที่การศึกษารายภาคส่วนหรือศึกษาพื้นที่ขนาดเล็กที่สังคมไม่มีความแตกต่าง (homogeneous) แต่การวางแผนการปรับตัวนั้นอาจต้องพิจารณาในขนาดและขอบเขตที่หลากหลาย โดยเฉพาะการศึกษาด้านการปรับตัวในพื้นที่ขนาดใหญ่ซึ่งมีระบบสังคมและระบบเศรษฐกิจที่แตกต่างกันหลากหลายแต่มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน โดยการตอบสนองต่อความเสี่ยงจากสภาพอากาศแปรปรวนและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคตระยะยาวของภาคส่วนใดภาคส่วนหนึ่งหรือกลุ่มสังคมย่อยในพื้นที่ อาจมีผลสืบเนื่องข้ามภาคส่วนหรือข้ามพื้นที่ทำให้ต้องกำหนดบริบทการวางแผนการปรับตัวในลักษณะที่ต่างออกไปโดยพิจารณาเป็นการปรับตัวของระบบเศรษฐกิจสังคมแบบองค์รวม (Holistic plan) ซึ่งเป็นประเด็นที่สำคัญและยังเป็นช่องว่างของการศึกษาในระยะที่ผ่านมา

- ช่องว่างในการนำองค์ความรู้เท่าที่มีไปใช้ประโยชน์ ตลอดจนการสร้างความเข้าใจที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการนำองค์ความรู้เท่าที่มีไปพัฒนาเป็นนโยบายและแผนงานที่เป็นรูปธรรม ในแง่นี้ ผลการศึกษาที่เกิดขึ้นอาจจะไม่ได้นำไปสู่ความเข้าใจที่เหมาะสมต่อภาคนโยบายและภาคประชาสังคม เนื่องจากความซับซ้อนของการศึกษา หรือความไม่ชัดเจนของการจับประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ความล่อแหลมเปราะบาง และการรับมือกับอนาคตซึ่งมีความไม่แน่นอน การเติมเต็มช่องว่างนี้จะต้องดำเนินการโดยมีการถอดบทเรียนจากการศึกษาที่เหมาะสมสำหรับการสื่อสารต่อสาธารณะ ทั้งนี้กระบวนการศึกษาจะต้องตั้งอยู่บนกรอบที่ชัดเจน เพื่อให้ผลการศึกษาเกิดความชัดเจน

ในอีกแง่หนึ่ง ภาคนโยบายและภาคประชาสังคมก็ควรได้รับการชี้แนะที่เหมาะสมถึงบริบทที่เปลี่ยนไปในการวางแผนต่ออนาคต โดยต้องปรับแนวคิดและกรอบการวางแผนให้เหมาะสมกับบริบทของอนาคตระยะใกล้ซึ่งเป็นกรอบเวลาที่ยาวนานกว่ากรอบการวางแผนที่คุ้นเคยกันในปัจจุบัน เพื่อให้สามารถนำองค์ความรู้ด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไปประยุกต์ใช้กับแผนงานของหน่วยงาน หรือขับเคลื่อนการดำเนินการในระดับพื้นที่ต่อไป

ความท้าทายในการสร้างองค์ความรู้ที่เหมาะสมเพื่อก่อให้เกิดการขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศให้เกิดขึ้นเป็นรูปธรรมในสังคมไทยนั้น เป็นเรื่องของการสร้างนักวิจัยใหม่จำนวนมากทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพและสังคมศาสตร์ และดำเนินการศึกษาร่วมกันในเชิงที่เป็น multi-disciplinary มากขึ้น และก้าวไปสู่การศึกษาในเชิง trans-disciplinary ให้ได้ ทั้งนี้โดยการมองภาพเป้าหมายสำคัญในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยเป็นการปรับตัวเพื่อให้สังคมก้าวไปสู่การเป็นสังคมที่มั่นคงและทนทานต่อความเสี่ยงจากภูมิอากาศ (Climate Resilience Society) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอาจจะเปลี่ยนรูปแบบไปในอนาคต และส่งผลให้สังคม และ/หรือภาคส่วนต่างๆ ตกอยู่ในความเสี่ยงในระดับหรือรูปแบบที่แตกต่างไปจากเดิมนอกจากนั้น นักวิจัยและภาคนโยบาย ตลอดจนภาคประชาสังคมจะต้องร่วมมือหรือมีรูปแบบการสื่อสารระหว่างกันที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ระหว่างกัน เพื่อที่จะนำไปสู่การปรับกระบวนทัศน์ (Paradigm shift) ในการวางแผนต่างๆ ให้เอื้อต่อการรวบรวมการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและเกิดการดำเนินการอย่างเป็นรูปธรรมขึ้นในอนาคต

การพิจารณารับมือภัยพิบัติหรือสภาพอากาศแปรปรวนปีต่อปี หรือแม้แต่มองไปอนาคตข้างหน้าเพียง 3 - 5 ปี คงจะไม่เพียงพอที่จะตอบโจทย์ที่ท้าทายของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การคิดถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต้องมองไปในอนาคตที่ไกลขึ้น โดยต้องคิดถึงการปรับตัวในเชิงยุทธศาสตร์ระยะยาวให้มากขึ้น สังคมไทยต้องก้าวไปข้างหน้าด้วยความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ (insight) ถึงความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งนี้จะต้องมีกลไกในการสื่อสารให้สังคมเกิดความเข้าใจที่เหมาะสมและเกิดความตระหนักถึงประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริบทของตนเอง และการวางแผนนโยบายต่างๆ ในทุกระดับต้องมีการปรับกระบวนทัศน์ให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดการดำเนินการด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศขึ้นอย่างจริงจัง