Empowered lives.
Resilient nations.

รายงานฉบับสมบูรณ์

(Final Report)

โครงการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตความล่อแหลมเปราะบางและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ

โดย

รศ.ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ

มิถุนายน 2560

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคต

ความล่อแหลม เปราะบางและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ

คณะผู้วิจัยหลัก	สังกัด
1. รศ.ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ดร.พงษ์ศักดิ์ สุทธินนท์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ดร.ปิยธิดา เรืองรัศมี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. นายโชคชัย สุทธิธรรมจิต	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. นางสาววิชุตา เหมเสถียร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ด้วยความร่วมมือกับสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

คำนำ

รายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการ ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตความล่อแหลม เปราะบางและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญได้สรุปการศึกษาของโครงการในช่วงปี 2557-2560 โดยรายงานนี้ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษา การศึกษาภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม การศึกษาและภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยงภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและอนาคตวิเคราะห์ความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงและการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผลการประเมินความเปราะบางของภาคส่วนต่างๆ การพัฒนาและสร้างความแข็งแรงเครือข่าย V&A ในการวิจัยและพัฒนานอกจากนี้โครงการฯ ได้มีการจัดประชุมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในลักษณะ focus group การนำเสนอผลการศึกษาให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และนำผลที่ได้มาประกอบการจัดทำแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตของประเทศที่เสนอไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์เล่มนี้

รายงานเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานเตรียมจัดทำ TNC (ซึ่งจะรวมงานด้าน mitigation ซึ่งทางสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รับผิดชอบอยู่) ทางทีมวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับสมบูรณ์ด้านการปรับตัวเล่มนี้จะมีเนื้อหาที่เป็นประโยชน์สูงสุดต่อการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตความล่อแหลมเปราะบางและช่วยในการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญได้ดียิ่งขึ้น

หัวหน้าโครงการวิจัย

มิถุนายน 2560

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาของ “โครงการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตความล่อแหลม เปราะบางและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ” สามารถดำเนินการมาได้ด้วยความร่วมมือจากหลายภาคส่วนที่สำคัญของประเทศไทย ทางโครงการฯ ขอขอบคุณหน่วยงานอันประกอบด้วย กรมการข้าว กรมอนามัย กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมโยธาธิการและผังเมือง สำนักสิ่งแวดล้อม กทม. ฯลฯ นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือจากผู้เข้าร่วมประชุมที่ทางโครงการฯ จัดขึ้นเพื่อประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติและการปรับตัวของชุมชน

การศึกษาครั้งนี้ ยังได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดีตั้งแต่เริ่มโครงการฯ จากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) และสำนักงานโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (UNDP)

ทางคณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณหน่วยงานและ เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณหน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการจัดการแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ประกอบการวิจัย และขอขอบคุณสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับเงินทุนสนับสนุนการวิจัย มา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

มิถุนายน 2560

บทคัดย่อ

เนื่องจากการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตเป็นสิ่งที่ยังมีความไม่แน่นอนสูง ดังนั้น การเตรียมการรับมือของแต่ละระบบและภาคส่วนต่างๆ ทั้งทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ต้องใช้แนวทางการบริหารจัดการความเสี่ยงเป็นพื้นฐาน อย่างไรก็ดีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ได้ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อระบบหรือภาคส่วนโดยตรง แต่ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบชีวกายภาพต่างๆ นั้น จะมีผลต่อความเสี่ยงของภาคส่วนที่พึ่งพาระบบต่างๆ เหล่านั้น ดังนั้นการประเมินความเสี่ยง (Risk) ภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งจึงขึ้นกับโอกาสในการเปิดรับ (Exposure) ของระบบและภาคส่วน ซึ่งจะเสริมด้วยความอ่อนไหว (Sensitivity) ของระบบหรือภาคส่วนต่อผลกระทบที่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งนี้ระดับความเสี่ยงจะแตกต่างกันไปตามบริบทของพื้นที่ เวลา ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ที่ระบบหรือภาคส่วนมีผลต่อกระทบต่างๆ รวมถึงสภาพที่ตั้งและภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน ก็อาจมีผลต่อระดับความอ่อนไหวต่อตัวแปรทางภูมิอากาศที่ไม่เหมือนกันได้

นอกจากนี้ การเชื่อมโยงระหว่างผลกระทบ เข้ากับความเสี่ยงภายใต้ทิศทางการพัฒนาในอนาคตว่าจะสามารถดำเนินไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ได้หรือไม่ ซึ่งหากสามารถดำเนินต่อไปได้ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แสดงว่าระบบหรือภาคส่วนนั้นไม่มีความเปราะบาง (Vulnerable) และมีศักยภาพในการรับมือ (Coping capacity) ได้เพียงพอแต่ถ้าไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ ทำให้ระบบหรือภาคส่วนนั้นๆ ต้องมีมาตรการเพิ่มเติม เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation)

สำหรับประเทศไทย ในฐานะประเทศภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีพันธกรณีที่ต้องรายงานเรื่องความเปราะบาง และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักหนึ่งในรายงานแห่งชาติ เพื่อเผยแพร่และแบ่งปันข้อมูลการดำเนินงานในด้านนี้กับประเทศภาคีอื่นๆ ประเทศไทยได้จัดทำการศึกษาวิจัยและดำเนินการด้านความเปราะบาง และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศ โดยได้ดำเนินการตั้งแต่ประเทศไทยลงนามในอนุสัญญาฯ แต่จากการศึกษาเพื่อประกอบการจัดทำรายงานแห่งชาติฉบับที่ 2 พบว่าข้อมูลที่มีอยู่มีค่อนข้างน้อย และไม่เป็นเอกภาพ ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้เห็นภาพเชิงองค์รวมทำได้เพียงในระดับที่จำกัด

ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 สผ. ได้ดำเนินโครงการศึกษาเพื่อวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (The National Adaptation Plan: NAP) ระยะที่ 1 เพื่อศึกษาและประเมินความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Vulnerability assessment) ด้านต่างๆ ของประเทศไทยในเชิงพื้นที่รายภูมิภาคและรายจังหวัด และในรายสาขาทั้ง 6 สาขาตามแผนแม่บทฯ และในแต่ละพื้นที่ พร้อมทั้งจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยง/พื้นที่เปราะบางของประเทศ จัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศและภูมิสารสนเทศด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศตามผลการศึกษาดังกล่าว ต่อมาในปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 ได้ดำเนินโครงการศึกษาเพื่อวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ ระยะที่ 2 ซึ่งเป็นการดำเนินงานต่อเนื่อง โดยรวบรวมและจัดทำฐานข้อมูลองค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices) ด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีอยู่ในประเทศ ตั้งแต่ระดับท้องถิ่นจนถึงระดับประเทศ

การวิเคราะห์ความเปราะบาง และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นข้อมูลใช้ประกอบในรายงานแห่งชาติฉบับที่ 3 จึงทำการปรับปรุงวิธีการศึกษา เพิ่มเติมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมภาคส่วน และพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบ มีความเปราะบางตลอดจนต้องการมาตรการที่จะช่วยในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากขึ้น

วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อ (1) ศึกษาผลกระทบ (Impact) จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตต่อระบบหรือภาคส่วนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของประเทศ(2) ประเมินความเสี่ยง (Risk assessment) ภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่จะมีต่อระบบหรือภาคส่วนที่มีโอกาสจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนั้น (3) ศึกษาความเปราะบาง (Vulnerability) ต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตของระบบหรือภาคส่วนที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบสูง (4) เสนอแนะแนวทางหรือมาตรการในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตของระบบหรือภาคส่วนที่มีศักยภาพในการรับมือ (Coping capacity) ต่อการเปลี่ยนแปลงน้อย และมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสูง

ผลการดำเนินงานสรุปได้ว่า (1) การศึกษาภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมได้ทำการสังเคราะห์และกำหนดภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย 3 ภาพฉาย คือ SSP1, SSP2 และ SSP3 (2) การศึกษาและภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพ

ภูมิอากาศของประเทศไทยการวิเคราะห์นี้ใช้ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด และปริมาณฝนรายวัน ช่วงปีค.ศ. 2016-2100 จาก 3 แบบจำลอง (GFDL-CM3, IPSL-CM5A-MR และ MRI-CGCM3) ภายใต้ RCP2.6 RCP4.5 และ RCP8.5 (3) การประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยงภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและอนาคต ความเสี่ยงในอนาคตจากสองแรงผลักคือความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนในการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคม (4) วิเคราะห์ความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรง และการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ (5) วิเคราะห์ความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรง และการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติมีมาตรการการจัดการความเสี่ยงของภัยพิบัติต่อการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมาตรการการปรับตัวที่เป็นไปได้ของภาคส่วน และได้มีการบริหารจัดการความเสี่ยงของภาครัฐคือศักยภาพของการรับมือทั้งใช้โครงสร้างและไม่ใช้โครงสร้างของภาครัฐ และความสามารถในการปรับตัวของชุมชน (6) ประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางพื้นที่ โดยวิธีการซ้อนทับของแผนที่ GIS โดยทำการระดมความคิดเห็นจากหน่วยงานสรุปได้เป็น 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มทรัพยากรน้ำ 2) กลุ่มเกษตร 3) กลุ่มการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ และ 4) กลุ่มสุขภาพ (7) ผลการประเมินความเปราะบางของภาคส่วนต่างๆ ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ความเปราะบางของภาคส่วนที่สำคัญในแต่ละพื้นที่ โดยใช้หลักการเบื้องต้นทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การซ้อนทับข้อมูล และการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ โดยพิจารณาจากสามปัจจัยหลักได้แก่ ภัยความอ่อนไหว และความสามารถในการปรับตัว และจัดทำเป็นแผนที่ความเปราะบางของภาคส่วนต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการวางแผนปรับตัว และการวางแผนพัฒนาระยะยาวของภาคส่วนต่างได้ด้วย

Abstract

The projection of future climate is highly uncertain, thus the coping measures of each system/sector both socio economic and environmental aspects must introduce the risk management approach as a basis. The climate change does not affect directly to the system/sector but the impacts of climate change will impact to biophysical system in each sector which will cause risks to the sectors of which the systems rely on. The risk assessment under climate change at each time period depends on exposure, sensitivities and impacts towards system/sector. The risk level will depend on area, time, and interactions within system which will differ by different locations, geographical setup and their sensitivities.

Besides, the linkage of impact and risk under the development direction in future is another issue whether the development goals will be reachable or not. If the development can be implemented under climate change environment, it means that the system or sector is invulnerable and has coping capacity. However, if the development cannot be implemented, then, the system or sector must have additional measures to cope with climate change.

Thailand as an UNFCC member country committed to report the status of vulnerability and adaptation towards climate change which is a major part in the national communications to disseminate and share information to other member countries. Thailand had conducted the vulnerability and adaptation study after signed in the treaty. In the second national communications, we found that the information and the study were limited and not in systematic manner which made the analysis of the macro view was limited.

In the budget year 2015, ONEB conducted the National Adaptation Plan phase 1 to study and assess vulnerability from climate change on six sectors (as in CC Master Plan) in Thailand as in regional and provincial levels shown in vulnerability/risk. In the budget year

2016 ONEB conducted the National Adaptation Plan phase 2 to collect and set the data base of the best practices in adaptation from climate change impact from both local and national levels.

Hence in this study, the vulnerability assessment and adaption towards climate change, to be used in the third national communications, are adopted to improve the study methodology to analyse the risk area covered all sectors which will be impacted and vulnerable and need measures for climate change adaptations.

The study objectives are to (1) study impacts from future climate change towards system or sectors important to national economic, social and environment,(2) assess the risks towards potential system or sectors from the change,(3) to study the vulnerability from future climate fluctuations to high impacts sectors, (4) recommend guidelines or measures to adapt to future climate change in the sectors with low coping capacity and high vulnerability.

The study was conducted under three scenarios of national socio-economical development, i.e., SSP1, SSP2 and SSP3. The analysis of climate change was based on daily max and min temperature and precipitation during 2016 - 2100from three GCMs (GFDL-CM3, IPSL-CM5A-MR and MRI-CGCM3) under RCP2.6 RCP4.5 and RCP8.5. The risk assessment was conducted from the dominant factors, i.e. climate change at present and future and socio-economical development scenarios. The disaster risk management was proposed based on the impact and risk assessment results with proposed measures to adapt with the climate change impact and possible measures in each sectors based on structural and nonstructural measures of the functions and community coping capacity. The coping capacity assessment used the spatial analysis techniques and expert views from four selected sectors, i.e., water, agriculture, human settlement and health. The vulnerability assessment was conducted in the selected sectors using GIS and overlapping techniques from three main parameters, i.e., damage, vulnerability and coping capacity. The vulnerability maps were generated for each sector to

be used for adaptation planning and also can be used for long term national development plan of each sector.

สารบัญ

หน้า

รายชื่อคณะวิจัย

คำนำ

กิตติกรรมประกาศ

บทคัดย่อไทย

บทคัดย่ออังกฤษ

สารบัญ

สารบัญรูป

สารบัญตาราง

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมา 1-1

1.2 ความจำเป็นในการศึกษา 1-2

1.3 วัตถุประสงค์ 1-6

1.4 ขอบเขตการดำเนินงาน 1-6

1.5 เนื้อหารายงาน 1-13

บทที่ 2 การศึกษาภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม

2.1 บทนำ 2-1

2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับแรงผลักจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต 2-2

2.3 ขั้นตอนการพัฒนาภาพฉาย 2-15

2.4 ตัวอย่างการจัดทำภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม 2-18

2.5 ผลการจัดทำภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมของประเทศไทย 2-23

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การศึกษาและภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

3.1 แบบจำลองภูมิอากาศโลกภายใต้ CMIP5 3-1

3.2 ภาพการณ์จำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3-5

3.3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยในอดีต 3-11

3.4 การคัดเลือกตัวแทนแบบจำลองภูมิอากาศโลกสำหรับประเทศไทย 3-18

3.5 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย 3-31

บทที่ 4 การประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยงภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและอนาคต

4.1 บทนำ 4-1

4.2 แรงผลักในเชิงนโนบาย 4-1

4.3 สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มอนาคต 4-16

4.4 ความเสี่ยงในอนาคต 4-23

บทที่ 5 ผลวิเคราะห์ความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงและการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ

5.1 การบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ 5-1

5.2 การออกสนามติดตามผลกระทบจากภัยแล้งเป็นตัวอย่างการปรับตัวระดับชุมชน 5-26

5.3 การบริหารจัดการความเสี่ยงภายใต้ความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาพื้นที่ 5-35

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 6 ผลประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

6.1 บทนำ 6-1

6.2 วิธีการประเมินความสามารถในการรับมือCoping capacity 6-1

6.3 ผลการประเมินความสามารถในการรับมือCoping capacity 6-2

6.4 สรุปประเด็นของหน่วยงาน 6-13

บทที่ 7 ผลการประเมินความเปราะบางของภาคส่วนต่าง ๆ

7.1 แนวความคิดการประเมินความเปราะบาง 7-1

7.2 ผลการประเมินความเปราะบางในภาคส่วนต่างๆ 7-5

บทที่ 8 การพัฒนาและสร้างความแข็งแรงเครือข่าย V&A ในการวิจัยและพัฒนา 8-1

บทที่ 9 บทสรุป 9-1

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวกผลการจัดประชุม

ก สรุปผลการประชุมกลุ่มย่อย การประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ข สรุปผลแบบสอบถามการศึกษาสภาพการจัดการน้ำและการปรับตัวระดับชุมชนในเขตและนอกเขตชลประทานจากภาวะแล้งโครงการส่งน้ำฯพลายชุมพล

ค สรุปผลแบบสอบถามการศึกษาสภาพการจัดการน้ำและการปรับตัวระดับชุมชนในเขตและนอกเขตชลประทานจากภาวะแล้งโครงการส่งน้ำฯลำปาว

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ง บทความและเอกสารนำเสนอในงานประชุมนานาชาติ ครั้งที่ 12

จ รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมทั้ง4 ภาคส่วน

ฉ Activity Summary THA2017 International Conference on “Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus”

ช THAILAND’S SECOND ASSESSMENT REPORT ON CLIMATE CHANGE 2016 รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทยครั้งที่ 2

ซ Water Management and Technology to cope with Climate Change in Thailand

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1-1	หลักในรายงานฉบับที่5กลุ่มที่2ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	2-1
2.2-1	ตัวอย่างการจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ภาพจำลองการปล่อยก๊าซ (SRES)	2-3
2.2-2	โครงสร้างเมทริกส์ของภาพฉายในอนาคต	2-5
2.2-3	ตัวอย่าง 5 ภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม (SSPs)	2-7
2.2-4	รูปการเปรียบเทียบภาพฉายแบบต่างๆ	2-10
2.2-5	ตัวแปรที่แยกระหว่างความท้าทายสูงและต่ำของการลดผลกระทบ (a) และการปรับตัว (b) ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	2-11
2.4-1	ภาพฉายโลกในอนาคต	2-19
2.4-2	ไทม์ไลน์ของภาพฉายโลกในอนาคต	2-19
2.4-3	รูปแบบภาพฉายของ Elmar Kriegler	2-22
2.5-1	ข้อมูลประชากรในอดีตและอนาคต	2-27
2.5-2	ยุทธศาสตร์ไทยแลนด์ 4.0	2-29
2.5-3	ภาพฉายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย	2-30
3.1-1	การพัฒนาแบบจำลองภูมิอากาศโลกในระยะต่างๆ	3-3
3.1-2	การเปรียบเทียบ pattern correlation ระหว่าง GCMs ในเฟส CMIP2 CMIP3 และCMIP5	3-4
3.2-1	กระบวนการในการพัฒนาภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแบบลำดับขั้น	3-5
3.2-2	กระบวนการในการพัฒนาภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแบบคู่ขนานสำหรับ CMIP5	3-5
3.2-3	อุณหภูมิพื้นผิวโลกที่เปลี่ยนแปลงไปภายใต้ภาพการจำลองปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ CMIP3 และ CMIP5	3-9

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.2-4	การเปรียบเทียบปริมาณการแผ่รังสีความร้อนระหว่างภาพการจำลองปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ SRES และ RCP	3-9
3.2-5	แผนภูมิสรุปการจำลองสภาพอากาศภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ภายใต้ CMIP5	3-10
3.3-1	จำนวนเอกสารงานวิจัยด้านภูมิอากาศวิทยาที่เนื้อหาและพื้นที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับประเทศไทยฯ	3-11
3.3-2	แนวโน้มการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีในประเทศไทย (^{o}C ในรอบ 40 ปี)	3-13
3.3-3	เปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเวลาของอนุกรมข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยที่เฉลี่ยทั้งประเทศไทยฯ	3-14
3.3-4	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนสะสมรวมในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนฯ	3-15
3.3-5	การเปลี่ยนแปลงของสภาวะฝนสุดขีดในอนาคต	3-16
3.3-6	การเปลี่ยนแปลงของพายุหมุนเขตร้อน	3-17
3.4-1	กลุ่มลุ่มน้ำหลักของประเทศไทยที่ใช้ในการศึกษา	3-24
3.4-2	กราฟแสดงค่า BIAS ของการจำลองปริมาณฝนรายเดือนจาก 9 แบบจำลองในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งของกลุ่มลุ่มน้ำ inland	3-27
3.4-3	กราฟแสดงค่า BIAS ของการจำลองปริมาณฝนรายเดือนจาก 9 แบบจำลองในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งของกลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเล	3-28
3.5-1	ภาพจำลองอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045	3-34
3.5-2	ภาพจำลองอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100	3-35
3.5-3	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045	3-36
3.5-4	เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100	3-36
3.5-5	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในช่วงปีค.ศ. 2016-2045	3-37

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.5-6	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในช่วงปีค.ศ. 2071-2100	3-37
3.5-7	ภาพจำลองอุณหภูมิต่ำสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045	3-38
3.5-8	ภาพจำลองอุณหภูมิต่ำสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100	3-37
3.5-9	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045	3-40
3.5-10	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100	3-40
3.5-11	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในช่วงปีค.ศ. 2016-2045	3-41
3.5-12	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในช่วงปีค.ศ. 2071-2100	3-41
3.5-13	ปริมาณฝนรายปีในภาพรวมของประเทศไทยจากข้อมูลตรวจวัดในปี ค.ศ. 1970 - 2005 และจาก 3 แบบจำลองในปีค.ศ. 2016 – 2045 และ 2071 - 2100 ภายใต้ 3 RCPs	3-42
3.5-14	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในช่วงปี 2016-2045	3-44
3.5-15	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในช่วงปี 2071-2100	3-45
3.5-16	ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในช่วงปี 2016-2045	3-45
3.5-17	ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในช่วงปี 2071-2100	3-46
3.5-18	ภาพจำลองความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปี(CV)เฉลี่ยในช่วงปี 2016-2045	3-47
3.5-19	ภาพจำลองความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปี(CV)เฉลี่ยในช่วงปี 2071-2100	3-47
3.5-20	สรุปการเปลี่ยนแปลงรายภาคของอุณหภูมิสูงสุดรายวัน อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน และปริมาณฝนรายวัน ภายใต้ RCP 2.6	3-49
3.5-21	สรุปการเปลี่ยนแปลงรายภาคของอุณหภูมิสูงสุดรายวัน อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน และปริมาณฝนรายวัน ภายใต้ RCP 4.5	3-50
3.5-22	สรุปการเปลี่ยนแปลงรายภาคของอุณหภูมิสูงสุดรายวัน อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน และปริมาณฝนรายวัน ภายใต้ RCP 8.5	3-51

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.5-23	จำนวนวันที่อุณหภูมิสูงที่สุดสูงกว่า 40°C เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100	3-53
3.5-24	จำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำที่สุดต่ำกว่า 25°C เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100	3-55
3.5-25	จำนวนวันที่ฝนแล้งต่อเนื่อง (CDD) เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100	3-57
3.5-26	จำนวนวันที่ฝนแล้งต่อเนื่อง (CDD) เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100	3-59
3.5-27	จำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 35 มม. เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100	3-61
3.5-28	จำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 90 มม. เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100	3-63
4.2-1	เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ	4-3
4.2-2	แนวคิดและความเชื่อมโยงของ WATER, ENERGY AND FOOD NEXUS	4-6
4.2-3	แนวคิดและความเชื่อมโยงของความมั่นคงด้านน้ำ พลังงาน และอาหาร	4-7
4.2-4	6 ยุทธศาสตร์หลักในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี	4-11
4.2-5	การเปลี่ยนแปลงของประเทศไทยในยุคต่างๆ	4-13
4.2-6	มิติการเปลี่ยนแปลงของประเทศไทยในยุค 4.0	4-14
4.2-7	ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2558-2569	4-15
4.3-1	เปรียบเทียบผลการจำลองจำนวนประชากรสำรวจและข้อมูลการพยากรณ์	4-16
4.3-2	ข้อมูลการพยากรณ์ประชากรในปี 2563 และ 2568	4-17
4.3-3	ข้อมูลการพยากรณ์ประชากรในปี 2573 และ 2578	4-17
4.3-4	GDP ที่ราคาตลาดในภาพฉายต่างๆ	4-18

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.3-5	GDP ต่อประชากรที่ราคาตลาดในภาพฉายต่างๆ	4-19
4.3-6	กลุ่มจังหวัดที่ใช้ในการจำลอง	4-20
4.3-7	GDP รวมของกลุ่มจังหวัด	4-21
4.3-8	GDP เกษตรของกลุ่มจังหวัด	4-21
4.3-9	GDP อุตสาหกรรมของกลุ่มจังหวัด	4-22
4.3-10	GDP บริการของกลุ่มจังหวัด	4-22
4.4-1	ความเสี่ยงของการขาดแคลนน้ำจากปริมาณฝนที่เปลี่ยนไปกับการพัฒนาด้านการเกษตร	4-23
4.4-2	ความเสี่ยงของภัยน้ำท่วมจากปริมาณฝนที่เปลี่ยนไป	4-24
4.4-3	ความเสี่ยงจากการขาดน้ำอุปโภค บริโภค จากปริมาณฝนที่เปลี่ยนไปกับระบบประปาของชุมชน	4-24
4.4-4	ความเสี่ยงจากโรค heat stoke อุณหภูมิสูงสุดกับประชากรรายตำบล	4-25
5.1-1	Implementation on Disaster Prevention and Mitigation	5-2
5.1-2	ขั้นตอนการบริหารการจัดการความเสี่ยงจากภัยภิบัติ	5-7
5.1-3	แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593	5-13
5.1-4	แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593	5-13
5.2-1	แสดงตัวอย่างมาตรการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่ลำภาชี	5-30
5.2-2	แสดงตัวอย่างมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาห้วยสายบาตร	5-32
5.2-3	ตัวอย่างมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่คลองลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี	5-34
5.3-1	การจัดการความเสี่ยงภายใต้ความไม่แน่นอนในอนาคต	5-35

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
6.3-1	ภาพรวม Coping capacity ของกลุ่มเกษตร	6-9
6.3-2	ภาพรวม Coping capacity ของกลุ่มทรัพยากรน้ำ	6-10
6.3-3	ภาพรวม Coping capacity ของกลุ่มการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์	6-11
6.3-4	ภาพรวม Coping capacity ของกลุ่มสุขภาพ	6-12
7.1-1	แนวคิดการประเมินความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	7-2
7.1-2	องค์ประกอบการประเมินความเปราะบางจากสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	7-2
7.1-3	องค์ประกอบด้านการรับผล (exposure)	7-3
7.1-4	ระดับของความไวของการรับผล (degree)	7-4
7.1-5	ความสามารถในการรับมือ (adaptive capacity)	7-4
7.1-6	แผนที่แสดงความเปราะบางต่อภัยพิบัติต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่อาเซียน	7-5
7.2-1	ประเด็นจากการประชุม	7-10
7.2-2	แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำท่วม ทุกภาคส่วนการผลิต	7-11
7.2-3	แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำท่วม ภาคเกษตร	7-12
7.2-4	แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำท่วม ภาคอุตสาหกรรม	7-13
7.2-5	แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำท่วม ภาคบริการ	7-14
7.2-6	แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำแล้ง ทุกภาคส่วนการผลิต	7-15
7.2-7	แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำแล้ง ภาคเกษตร	7-16
7.2-8	แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำแล้ง ภาคอุตสาหกรรม	7-17
7.2-9	แผนที่ความเปราะบางกรณีน้ำแล้งภาคบริการ	7-18
7.2-10	แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำกินน้ำใช้ สังคมเมือง	7-19
7.2-11	แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำกินน้ำใช้ สังคมชนบท	7-20
7.2-12	แผนที่ความเปราะบางกรณีข้าว	7-28

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
7.2-13	แผนที่ความเปราะบาง กรณีอ้อย	7-29
7.2-14	แผนที่ความเปราะบาง กรณีมันสำปะหลัง	7-30
7.2-15	แผนที่ความเปราะบาง กรณีข้าวโพด	7-31
7.2-16	แผนที่ความเปราะบาง กรณียางพารา	7-32
7.2-17	แผนที่ความเปราะบาง กรณีการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ในชุมชนเมือง ทั้งจากภัยแล้งและน้ำท่วม	7-37
7.2-18	แผนที่ความเปราะบาง กรณีการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ในชุมชนชนบท ทั้งจากภัยแล้งและน้ำท่วม	7-38
7.2-19	แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำท่วม ภาคสุขภาพ	7-42
7.2-20	แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำแล้ง ภาคสุขภาพ	7-43

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.4-1	แผนการดำเนินงานและกิจกรรมของโครงการ	1-9
2.2-1	เปรียบเทียบภาพฉายแบบต่างๆ	2-10
2.2-2	สรุปสมมุติฐานของตัวแปรการพัฒนาในด้านทุนมนุษย์ของSSPs ต่างๆ	2-12
2.2-3	สรุปสมมุติฐานของตัวแปรการพัฒนาในด้านเศรษฐกิจวิถีชีวิตนโยบายและองค์กรของSSPs ต่างๆ	2-12
2.2-4	สรุปสมมุติฐานของตัวแปรการพัฒนาในด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติของSSPs ต่างๆ	2-13
2.2-5	ทรัพยากรหลักในการสนับสนุนการพัฒนาภาพฉายทางเศรษฐกิจและสังคม	2-14
2.3-1	จำนวนเด็กที่อายุน้อยกว่า 5 ปีที่ขาดสารอาหาร	2-17
2.4-1	ภาพฉายโลกในอนาคต	2-18
2.4-2	ภาพฉายการพัฒนาในอนาคตของอินเดียตอนเหนือ	2-20
2.4-3	ภาพฉายยุทธศาสตร์การพัฒนาบนพื้นฐานการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการสำหรับลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง	2-21
2.4-4	ผลผลิต (Gross Output) ในแนวทางเลือกต่างๆ	2-23
2.4-5	ประเด็นหลักที่มีความสำคัญในทุกscenario	2-23
2.4-6	สภาพทั่วไปและปัญหาในแต่ละภาพฉาย	2-24
2.5-1	ภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมของประเทศไทย	2-24
3.2-1	Representative Concentration Pathways สำหรับ CMIP5	3-6
3.4-1	แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ได้รวบรวมจาก CMIP5	3-20
3.4-2	แบบจำลองที่ใช้ศึกษา	3-23
3.4-3	Bias และ RMSE จากการจำลองปริมาณฝนในประเทศไทยจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศที่ใช้ในการศึกษา	3-26
3.4-4	สรุปค่า Bias และ RMSE ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งในประเทศไทย	3-29
3.4-5	รายละเอียดแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ใช้ในการศึกษา	3-31

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.2-1	เป้าหมายSDG 2030	4-2
4.2-2	แนวทางกำหนดเป้าประสงค์และตัวชี้วัดเป้าหมายที่ 6 “น้ำ”	4-4
4.2-3	เป้าหมายในระยะ 5 ปีของ (ร่าง) กรอบยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี	4-8
4.2-4	ยุทธศาสตร์ทั้ง 10 ข้อ ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12	4-12
5.1-1	ตัวอย่างของมาตรการควบคุม/แก้ไขความเสี่ยงและทางเลือกของการจัดการความเสี่ยง	5-7
5.1-2	แสดงตัวอย่างมาตรการการจัดการความเสี่ยงของภัยพิบัติที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมาตรการการปรับตัวที่เป็นไปได้ของแต่ละภาคส่วน	5-10
5.1-3	(ร่าง) ข้อเสนอแนวทางการดำเนินการขับเคลื่อนแผนยุทธศาสตร์รองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านสาธารณสุขพ.ศ. 2560 – 2564 (แผน 1 ปี) (ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่6 มกราคม2558 เรื่องการเสนอเรื่องประเภทนโยบายแผนงานโครงการต่อคณะรัฐมนตรี)	5-16
5.1-4	ตัวอย่างตารางการนำเสนอมาตรการการปรับตัวที่เป็นไปได้สำหรับความเสี่ยงในอนาคตระดับต่างๆ	5-25
5.2-1	สรุปผลการสัมภาษณ์เกษตรกรและเจ้าหน้าที่โครงการชลประทาน	5-28
5.3-1	สรุปการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ และการปรับตัวของชุมชนในแต่ละภาคส่วน	5-37
6.3-1	ความสำคัญของประเด็นจากแต่ละภาคส่วน	6-3
6.3-2	ความสำคัญของประเด็นสังคมจากแต่ละภาคส่วน	6-3
6.3-3	ความสำคัญของประเด็นเศรษฐกิจจากแต่ละภาคส่วน	6-4
6.3-4	ความสำคัญของประเด็นความยากจนจากแต่ละภาคส่วน	6-4
6.3-5	ความสำคัญของประเด็นการเงิน จากแต่ละภาคส่วน	6-5
6.3-6	ความสำคัญของประเด็นสุขภาพจากแต่ละภาคส่วน	6-5

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
6.3-7	ความสำคัญของประเด็นการศึกษาจากแต่ละภาคส่วน	6-6
6.3-8	ความสำคัญของประเด็นโครงสร้างพื้นฐาน จากแต่ละภาคส่วน	6-6
6.3-9	ความสำคัญของประเด็นการป้องกันและบรรเทาภัยจากภาครัฐจากแต่ละภาคส่วน	6-7
6.3-10	ความสำคัญของประเด็นงบประมาณจากภาครัฐจากแต่ละภาคส่วน	6-8
6.4-1	สรุปประเด็นของหน่วยงาน	6-13
7.2-1	กลุ่มน้ำแล้ง	7-6
7.2-2	กลุ่มน้ำท่วม (น้ำป่าไหลหลาก)	7-7
7.2-3	กลุ่มน้ำท่วม (น้ำล้นตลิ่ง)	7-8
7.2-4	กลุ่มคุณภาพน้ำ	7-9
7.2-5	กลุ่มคุณภาพน้ำ (น้ำกินน้ำใช้ ในเมือง และชนบท)	7-9
7.2-6	ข้าวที่สูง พื้นที่ 300,000 ไร่	7-21
7.2-7	นาชลประทาน	7-22
7.2-8	นาน้ำฝน	7-23
7.2-9	นาน้ำลึก	7-23
7.2-10	อ้อย	7-24
7.2-11	มันสำปะหลัง	7-25
7.2-12	ข้าวโพด	7-25
7.2-13	ปาล์มน้ำมัน	7-26
7.2-14	ยางพารา	7-27
7.2-15	ตัวแปรที่สำคัญในแต่ละกลุ่มของภาคการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์	7-34
7.2-16	ตัวแปรที่สำคัญและการให้น้ำหนักในแต่ละประเด็นของภาคการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์	7-36
7.2-17	ตัวแปรที่สำคัญในแต่ละประเด็นของภาคสุขภาพ	7-39
8-1	การจัดบรรยายและการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการร่วมระหว่างโครงการ	8-1

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

จากสาเหตุที่มนุษย์มีกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้นสู่บรรยากาศโลกมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามมา อันได้แก่ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนพื้นผิวโลก การเปลี่ยนแปลงปริมาณเมฆที่จะมีผลต่อปริมาณน้ำฝนโดยเฉพาะบริเวณภาคพื้นดินของโลก การละลายของน้ำแข็งขั้วโลกและธารน้ำแข็ง การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและความเป็นกรดของมหาสมุทร เป็นต้น ตามรายงานของคณะทำงานชุดที่ 2 (Working group II) ของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) พบว่านอกจากผลกระทบจากความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศมีศักยภาพที่ทำให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ ความรุนแรงจะขึ้นอยู่กับการเปิดรับความล่อแหลม เปราะบางของมนุษย์และระบบนิเวศน์เองด้วย ซึ่งแปรผันตามเวลาและพื้นที่ และขึ้นอยู่กับสภาพเศรษฐกิจ สังคม ภูมิศาสตร์ ประชากร วัฒนธรรม องค์กร การบริหารจัดการ รวมทั้งปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ด้วย

มีผลการศึกษาที่เชื่อมั่นได้ว่าแม้ว่าจะมีการเพิ่มความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบอันไม่พึงประสงค์ และความก้าวหน้าด้านการเตือนภัยล่วงหน้าเพื่อลดการสูญเสียชีวิตจากภัยธรรมชาติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงสิบปีที่ผ่านมา แต่การศึกษาด้านผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมในช่วงสิบปีที่ผ่านมายังมีไม่มากนัก แม้ว่าจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของการสูญเสียในภาคส่วนดังกล่าวอย่างเห็นได้ชัดในหลายภูมิภาคของโลก ซึ่งมีการพิสูจน์แล้วว่าภัยพิบัติจากพายุหมุนเขตร้อน ยกเว้นภูมิภาคเอเชียตะวันออก แปซิฟิกและเอเชียใต้ ความเสี่ยงจากการสูญเสียทางเศรษฐกิจมีอัตราการเติบโตที่สูงกว่าอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product) ดังนั้น ความจำเป็นในการศึกษาเรื่องการจัดการความเสี่ยง (Risk management) และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นเร่งด่วนที่นอกจากจะช่วยลดอัตราการสูญเสียของประชากรแล้ว ยังลดอัตราการสูญเสียทางเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติด้วยการประเมินศักยภาพของภัยพิบัติที่ก่อให้เกิดความสูญเสียและความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สิน และระบบนิเวศน์ จำเป็นที่จะต้อง

เชื่อมโยงกับชีวภาพ กายภาพ และเศรษฐกิจสังคมในอนาคต ตลอดจนเครื่องมือที่จะช่วยในการบริหารจัดการวิธีการปรับตัวต่อการภัยพิบัติที่จะเกิดขึ้น

1.2 ความจำเป็นในการศึกษา

เนื่องจากการคาดการณ์อนาคตเป็นสิ่งที่ยังมีความไม่แน่นอนสูง ดังนั้นการเตรียมการรับมือของแต่ละระบบและภาคส่วนต่างๆ ทั้งทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ต้องใช้แนวทางการบริหารจัดการความเสี่ยงเป็นพื้นฐาน อย่างไรก็ดีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ไม่ได้ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อระบบหรือภาคส่วนโดยตรง แต่ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบชีวกายภาพต่างๆ นั้น จะมีผลต่อความเสี่ยงของภาคส่วนที่พึ่งพาระบบต่างๆ เหล่านั้น ดังนั้นการประเมินความเสี่ยง (Risk) ภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งจึงขึ้นกับโอกาสในการเปิดรับ (Exposure) ของระบบและภาคส่วน ซึ่งจะเสริมด้วยความอ่อนไหว (Sensitivity) ของระบบหรือภาคส่วนต่อผลกระทบที่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งนี้ระดับความเสี่ยงจะแตกต่างกันไปตามบริบทของพื้นที่ เวลา ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ที่ระบบหรือภาคส่วนมีผลกระทบต่างๆ รวมถึงสภาพที่ตั้งและภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน ก็อาจมีผลต่อระดับความอ่อนไหวต่อตัวแปรทางภูมิอากาศที่ไม่เหมือนกันได้

นอกจากนี้ การเชื่อมโยงระหว่างผลกระทบ เข้ากับความเสี่ยงภายใต้ทิศทางการพัฒนาในอนาคตว่าจะสามารถดำเนินไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ได้หรือไม่ ซึ่งหากสามารถดำเนินต่อไปได้ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แสดงว่าระบบหรือภาคส่วนนั้นไม่มีความเปราะบาง (Vulnerable) และมีศักยภาพในการรับมือ (Coping capacity) ได้เพียงพอแต่ถ้าไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ ทำให้ระบบหรือภาคส่วนนั้นๆ ต้องมีมาตรการเพิ่มเติม เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation)

สำหรับประเทศไทย ในฐานะประเทศภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีพันธกรณีที่ต้องรายงานเรื่องความเปราะบาง และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักหนึ่งในรายงานแห่งชาติ เพื่อเผยแพร่และแบ่งปันข้อมูลการดำเนินงานในด้านนี้กับประเทศภาคีอื่นๆ ประเทศไทยได้จัดทำการศึกษาวิจัยและดำเนินการด้านความเปราะบาง และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศ โดยได้ดำเนินการตั้งแต่ประเทศไทยลงนามในอนุสัญญาฯ แต่จากการศึกษาเพื่อประกอบการจัดทำรายงาน

แห่งชาติฉบับที่ 2 พบว่าข้อมูลที่มีอยู่มีค่อนข้างน้อย และไม่เป็นเอกภาพ ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้เห็นภาพเชิงองค์รวมทำได้เพียงในระดับที่จำกัด

ประเทศไทย โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในฐานะหน่วยประสานงานกลาง (National Focal Point) ของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ได้จัดทำแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศ ซึ่งเป็นแผนระยะยาว 36 ปี (พ.ศ. 2558-2593) เพื่อใช้เป็นกรอบการดำเนินงานระยะยาวด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศ ซึ่งนำไปสู่การสร้างกลไกและเครื่องมือในการรับมือและแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีประสิทธิภาพ โดยเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2558 คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบแผนแม่บทฯ และให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปเป็นกรอบในการดำเนินงานและกรอบในการจัดตั้งงบประมาณรองรับ โดยแผนแม่บทฯ มีวิสัยทัศน์ว่า ในปี พ.ศ. 2593 “ประเทศไทยมีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมีการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำตามแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน” และได้เสนอแนวทางการดำเนินงาน 3 เรื่องหลัก ได้แก่ (1) การปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย 6 สาขา คือ สาขาการจัดการน้ำ อุทกภัยและภัยแล้ง สาขาการเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร สาขาการท่องเที่ยว สาขาสาธารณสุข สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสาขาการตั้งถิ่นฐานและความมั่นคงของมนุษย์ (2) การลดก๊าซเรือนกระจกและส่งเสริมการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำ ประกอบด้วย 8 สาขา คือ การผลิตไฟฟ้า การคมนาคม การใช้พลังงานในอาคาร ภาคอุตสาหกรรม ภาคของเสีย ภาคการเกษตร ภาคป่าไม้ และการจัดการเมือง และ (3) การสร้างขีดความสามารถด้านการบริการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย 4 สาขา คือ การพัฒนาข้อมูล งานศึกษาวิจัย และเทคโนโลยี การพัฒนากลไกสนับสนุนการดำเนินงาน การสร้างความตระหนักรู้และเสริมศักยภาพ และแนวทางความร่วมมือระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภายใต้แผนแม่บทฯ ซึ่งเป็นกรอบการดำเนินงานภาพรวมได้เสนอแนวทางการดำเนินงานในรายสาขา ดังนั้น เพื่อให้เกิดการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพในทางปฏิบัติของพื้นที่ เพื่อเตรียมรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและของประเทศ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาในเชิงพื้นที่ของประเทศเพื่อให้ทราบถึงผลกระทบ พื้นที่เสี่ยง พื้นที่เปราะบาง ในด้านต่างๆ ที่ได้รับหรือ

อาจได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพื่อให้หน่วยงานและประชาชนในพื้นที่สามารถวางแผนเตรียมรับมือเองได้อย่างถูกต้อง และในระดับประเทศเพื่อให้มีข้อมูลที่ถูกต้องในการจัดสรรงบประมาณและความช่วยเหลือด้านต่างๆ ให้แก่พื้นที่ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและทันเวลาต่อไป ทั้งนี้ การวางแผนภายใต้ข้อมูลที่ถูกต้องจะช่วยให้การบริหารจัดการระดับพื้นที่มีความถูกต้องได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ ท้ายที่สุดประชาชนในประเทศจะดำรงชีวิตอย่างปลอดภัยและยั่งยืนภายใต้สภาวะการเปลี่ยนแปลงไปของสภาพภูมิอากาศโลก

ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 สผ. ได้ดำเนินโครงการศึกษาเพื่อวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (The National Adaptation Plan: NAP) ระยะที่ 1 เพื่อศึกษาและประเมินความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Vulnerability assessment) ด้านต่างๆ ของประเทศไทยในเชิงพื้นที่รายภูมิภาคและรายจังหวัด และในรายสาขาทั้ง 6 สาขาตามแผนแม่บทฯ และในแต่ละพื้นที่ พร้อมทั้งจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยง/พื้นที่เปราะบางของประเทศ จัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศและภูมิสารสนเทศด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศตามผลการศึกษาดังกล่าว ต่อมาในปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 ได้ดำเนินโครงการศึกษาเพื่อวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ ระยะที่ 2 ซึ่งเป็นการดำเนินงานต่อเนื่อง โดยรวบรวมและจัดทำฐานข้อมูลองค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices) ด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีอยู่ในประเทศ ตั้งแต่ระดับท้องถิ่นจนถึงระดับประเทศ รวมทั้งใช้ประโยชน์จากผลการศึกษาของโครงการในระยะที่ 1 ที่ได้ผ่านการวิเคราะห์จุดอ่อน ช่องว่างและความต้องการ (Gaps and Needs) เพื่อประกอบการยกร่างแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ ในรายสาขาทั้ง 6 สาขา และเชิงพื้นที่ทั่วประเทศ ซึ่ง (ร่าง) แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังกล่าว ได้ผ่านการประชุมรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากคณะทำงานกำกับด้านวิชาการโครงการฯ จากผู้เชี่ยวชาญและผู้เกี่ยวข้องครบทุกภาคส่วน ได้แก่ ภาคประชาชน ภาคเอกชน และภาครัฐ ทั้งระดับภูมิภาค (ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้) และระดับประเทศ

เพื่อให้การจัดทำแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติบนพื้นฐานของการจัดการความเสี่ยงและการบูรณาการการทำงานที่สอดรับทั้งในระดับประเทศและระดับพื้นที่ สผ. ร่วมกับองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (German International Cooperation:

GIZ) จึงดำเนินการนำ (ร่าง) แผนการปรับตัวฯ ดังกล่าว ไปทดลองดำเนินการปฏิบัติในพื้นที่นำร่อง โดยการบูรณาการเนื้อหาด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเข้าสู่แผนการพัฒนาในระดับพื้นที่ จำนวน 4 พื้นที่ ได้แก่

1. จังหวัดเชียงราย โดยมีประเด็นสำคัญ ได้แก่ สาขาการท่องเที่ยว และทรัพยากรธรรมชาติ

2. จังหวัดอุดรธานี โดยมีประเด็นสำคัญ ได้แก่ สาขาการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ สาขาการเกษตร และสาขาการจัดการทรัพยากรน้ำ

3. กลุ่มจังหวัดลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา และปทุมธานี โดยมีประเด็นสำคัญ ได้แก่ สาขาการเกษตร และสาขาการจัดการทรัพยากรน้ำ

4. กลุ่มจังหวัดชายฝั่งทะเลอันดามัน 6 จังหวัด ได้แก่ กระบี่ ตรัง พังงา ระนอง สตูล และภูเก็ต โดยมีประเด็นสำคัญ ได้แก่ สาขาการตั้งถิ่นฐานแนวชายฝั่ง สาขาการท่องเที่ยว และสาขาทรัพยากรทางทะเล

ซึ่งพื้นที่นำร่องทั้ง 4 เป็นตัวแทนเชิงพื้นที่ในภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศ ทั้งในระดับจังหวัด (ขอบเขตการปกครอง) และเชิงพื้นที่ (ขอบเขตทางธรรมชาติ)

ทั้งนี้ คาดว่าแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ จะแล้วเสร็จภายในปี พ.ศ. 2560 และพร้อมนำเสนอคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติในปี พ.ศ. 2561 ต่อไป

ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความเปราะบาง และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะใช้ประกอบในรายงานแห่งชาติ ฉบับที่ 3 จึงเป็นการปรับปรุงวิธีการศึกษาเพิ่มเติมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมภาคส่วน และพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบมีความเปราะบาง ตลอดจนต้องการมาตรการที่จะช่วยในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากขึ้น

ดังนั้น การวิเคราะห์ความเปราะบาง และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะใช้ประกอบในรายงานแห่งชาติ ฉบับที่ 3 จึงเป็นการปรับปรุงวิธีการศึกษา เพิ่มเติมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมภาคส่วน และพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบ มีความเปราะบาง ตลอดจนต้องการมาตรการที่จะช่วยในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากขึ้น

1.3 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลกระทบ (Impact) จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตต่อระบบหรือภาคส่วนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของประเทศ
2. ประเมินความเสี่ยง (Risk assessment) ภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่จะมีต่อระบบหรือภาคส่วนที่มีโอกาสจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนั้น
3. ศึกษาความเปราะบาง (Vulnerability) ต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตของระบบหรือภาคส่วนที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบสูง
4. เสนอแนะแนวทางหรือมาตรการในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตของระบบหรือภาคส่วนที่มีศักยภาพในการรับมือ (Coping capacity)ต่อการเปลี่ยนแปลงน้อย และมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสูง

1.4 ขอบเขตการดำเนินงาน

1) จัดทำกรอบการประเมินความเสี่ยงจากผลกระทบ (Impact frameworks) จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระยะยาว จากอดีต ปัจจุบัน จนถึงอนาคต (ในช่วงระยะเวลาประมาณ 100 ปีหรือจนสิ้นสุดศตวรรษที่ 21) รวมทั้งกรอบการประเมินความเปราะบางและศักยภาพการปรับตัว (Vulnerability and adaptation frameworks) ต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยระบุถึงปัญหา วิธีการที่จะเลือกใช้ในการศึกษา การเลือกภาพจำลอง การประเมินผลกระทบต่อชีวกายภาพ (Biophysical impacts) และต่อเศรษฐกิจสังคม (Socio-economic impacts) รวมทั้งประเมินยุทธศาสตร์การปรับตัว (Evaluate adaptation strategies)
2) ศึกษาและจัดทำภาพจำลองพื้นฐานด้านการพัฒนาสังคมเศรษฐกิจ (Baseline socio-economic scenarios) ที่อาจมีผลต่อการประเมินความเปราะบางและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต 25 ปี โดยประมาณโดยวิเคราะห์ความเปราะบางของเศรษฐกิจสังคม และเงื่อนไขทางธรรมชาติที่อาจได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต ทั้งนี้ให้ประเมินในภาคส่วนที่สำคัญอย่างน้อย 4 ภาคส่วน รวมทั้งระบุตัวแปรหลักด้านเศรษฐกิจสังคมของแต่ละภาคส่วน

อย่างน้อย 1 ตัวแปร ที่เกี่ยวข้องและมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือสามารถใช้ผลการคาดการณ์ที่ได้มีการพัฒนาไว้แล้ว

3) ศึกษาและจัดทำภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่ปัจจุบันจนถึงสิ้นสุดคริสต์ศตวรรษที่ 21 ภายใต้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ อย่างน้อย 3 Scenarios เพื่อให้ได้ข้อมูลความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ (Climate variables) ทั้งระดับพื้นที่และระยะเวลา (Spatial and temporal resolution) ซึ่งอาจเป็นค่าเฉลี่ย และ/หรือค่าความแปรปรวน (Mean and/or climate variability) ที่จะเป็นตัวแปรใช้ในการประเมินผลกระทบ และวิเคราะห์ความเปราะบาง รวมทั้งยุทธศาสตร์การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไปโดยให้มีความละเอียดของข้อมูล (Resolution) ในระดับที่สามารถนำผลไปใช้ในการประเมินกรอบการดำเนินงานการวิเคราะห์ความเปราะบางและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างเหมาะสม

4) ใช้ผลการศึกษาภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในข้อ (3) ประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยง (Risk) โอกาสเปิดรับผลกระทบ (Exposures) และความอ่อนไหว (Sensitivity) ของระบบหรือภาคส่วนภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคต โดยกำหนดขอบเขตในการประเมิน เกณฑ์ในการพิจารณาทั้งด้านชีวกายภาพ และเศรษฐกิจสังคม พร้อมทั้งระบุระบบหรือภาคส่วนที่มีความอ่อนไหวต่อการได้รับผลกระทบที่ชัดเจน ทั้งนี้ให้มุ่งเน้นเฉพาะภาคส่วนหลักที่มีความสำคัญและอาจได้รับผลกระทบสูงเป็นลำดับแรกๆ อย่างน้อย 4 ภาคส่วน เช่น ทรัพยากรน้ำ เกษตร ป่าไม้ ชายฝั่ง สาธารณสุข ความรุนแรงจากภัยธรรมชาติ ความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น

5) วิเคราะห์ความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรง (Extreme events) และการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ (Disaster risk management) โดยการประเมินปัจจัยสำคัญของความเสี่ยงในบริบทของสภาพภูมิอากาศที่เป็นสาเหตุให้เกิดเหตุการณ์อันตราย มุ่งเน้นเฉพาะเหตุการณ์ที่มีความรุนแรง ที่อาจมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ เช่น พายุหมุนเขตร้อน มรสุม อุทกภัย ความแห้งแล้ง เป็นต้น ซึ่งมีผลกระทบต่อมนุษย์และระบบนิเวศน์สูง

6) ประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Coping capacity) ของระบบหรือภาคส่วนที่ได้ศึกษาไว้ ทั้งในด้านทักษะ ความสามารถ ทรัพยากรที่มีอยู่ และขีดความสามารถในการแก้ไขปัญหา เมื่อเกิดผลกระทบอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
7) ประเมินความเปราะบาง (Vulnerability) ของระบบหรือภาคส่วนที่ทำการศึกษาว่าจะสามารถพัฒนาหรือดำเนินการไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ในอนาคตหรือไม่ ภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
8) เสนอแนะแนวทางหรือมาตรการเพื่อการดำเนินงานที่นำไปสู่การปรับตัว (Adaptation) ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกรอบการดำเนินงานตามแผนแม่บทด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ โดยมีเป้าหมายในระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว
9) จัดให้มีการระดมความเห็นรวมทั้งให้ภาคส่วนที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วม โดยเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญและมีความจำเป็นต้องให้ผู้เกี่ยวข้องเห็นชอบกับแนวคิด เทคนิค และวิธีการศึกษา โดยจัดประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) จากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และผู้เชี่ยวชาญ อย่างน้อย 4 ครั้งๆ ละไม่น้อยกว่า 30 คน
10) จัดสัมมนาการรับฟังความคิดเห็นจากหน่วยงานภาครัฐ เอกชน องค์กรพัฒนาเอกชน และประชาชนทั่วไป อย่างน้อย 2 ครั้งๆ ละไม่น้อยกว่า 100 คน โดยครั้งแรกเป็นการประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นต่อแนวทางการศึกษา และครั้งที่สองเป็นการรับฟังความคิดเห็นต่อผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ยังมิได้นำปัจจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลมาอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาพิจารณา สำหรับแผนการดำเนินงานและกิจกรรมของโครงการมีระยะเวลาดำเนินการ 3 ปี ดังตารางที่ 1.4-1

ตารางที่ 1.4-1 แผนการดำเนินงานและกิจกรรมของโครงการ

ส่งงานครั้งที่	กิจกรรมและผลงาน	2014				2015				2016				2017			
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
1	1.1 รายงานฉบับที่ 1 (Inception Report) - วัตถุประสงค์และแนวคิดของโครงการ - เป้าหมาย - วิธีการศึกษา - กรอบแผนการดำเนินโครงการ - กรอบการประเมินความเสี่ยงจากผลกระทบ (Impact frameworks) จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระยะยาว ในช่วงระยะเวลาประมาณ 100 ปีหรือจนสิ้นสุดศตวรรษที่ 21 - คณะผู้ศึกษาและหน้าที่รับผิดชอบ				ธ.ค.												
2	2.1 รายงานฉบับที่ 2 (Progress 1) - ความก้าวหน้าของการศึกษาและจัดทำภาพจำลองพื้นฐานด้านการพัฒนาสังคมเศรษฐกิจ (Baseline socio-economic scenarios) ที่อาจมีผลต่อการประเมินความเปราะบางและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต 25 ปี - ความก้าวหน้าของการศึกษาและจัดทำภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่ปัจจุบันจนถึงสิ้นสุดคริสต์ศตวรรษที่ 21 ภายใต้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ อย่างน้อย 3 Scenarios 2.2 การประชุมรับฟังความคิดเห็นต่อโครงการ ครั้งที่ 1 2.3 การประชุมกลุ่มย่อย ครั้งที่ 1					□ ก.พ. มี.ค.	มิ.ย.										

ตารางที่ 1.4-1 แผนการดำเนินงานและกิจกรรมของโครงการ (ต่อ)

ส่งงานครั้งที่	กิจกรรมและผลงาน	2014				2015				2016				2017			
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
3	3.1 รายงานฉบับที่ 3 (Progress 2) - ผลการศึกษาและภาพจำลองพื้นฐานด้านการพัฒนาสังคมเศรษฐกิจ (Baseline socio-economic scenarios) ที่อาจมีผลต่อการประเมินความเปราะบางและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต 25 ปี - ผลการศึกษาและภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่ปัจจุบันจนถึงสิ้นสุดคริสต์ศตวรรษที่ 21 ภายใต้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ อย่างน้อย 3 Scenarios 3.2 การประชุมกลุ่มย่อย ครั้งที่ 2							ส.ค.	ธ.ค.								
4	4.1 รายงานฉบับที่ 4 (Progress 3) - จากผลการศึกษาข้างต้น นำมาประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยง (Risk) โอกาสเปิดรับผลกระทบ (Exposures) และความอ่อนไหว (Sensitivity) ของระบบหรือภาคส่วนภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคต - วิเคราะห์ความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรง (Extreme events) และการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ (Disaster risk management) 4.2 การประชุมกลุ่มย่อย ครั้งที่ 3									ก.พ.	มิ.ย.						

ตารางที่ 1.4-1 แผนการดำเนินงานและกิจกรรมของโครงการ (ต่อ)

ส่งงานครั้งที่	กิจกรรมและผลงาน	2014				2015				2016				2017			
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
5	5.1 รายงานฉบับที่ 5 (Draft Final Report) - ผลการศึกษาและภาพจำลองพื้นฐานด้านการพัฒนาสังคมเศรษฐกิจ (Baseline socio-economic scenarios) ที่อาจมีผลต่อการประเมินความเปราะบางและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต 25 ปี - ผลการศึกษาและภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่ปัจจุบันจนถึงสิ้นสุดคริสต์ศตวรรษที่ 21 ภายใต้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ อย่างน้อย 3 Scenarios - การประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยง (Risk) โอกาสเปิดรับผลกระทบ (Exposures) และความอ่อนไหว (Sensitivity) ของระบบหรือภาคส่วนภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคต - วิเคราะห์ความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรง (Extreme events) และการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ (Disaster risk management) - ประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Coping capacity) - ประเมินความเปราะบาง (Vulnerability) ของระบบหรือภาคส่วนที่ทำการศึกษาว่าจะสามารถพัฒนาหรือดำเนินการไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ในอนาคตหรือไม่ ภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 5.2 การประชุมกลุ่มย่อย ครั้งที่ 4											ส.ค.	ธ.ค.				

ตารางที่ 1.4-1 แผนการดำเนินงานและกิจกรรมของโครงการ (ต่อ)

ส่งงานครั้งที่	กิจกรรมและผลงาน	2014				2015				2016				2017			
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
6	6.1 รายงานฉบับที่ 6 (Final Report) - ผลการศึกษาและภาพจำลองพื้นฐานด้านการพัฒนาสังคมเศรษฐกิจ (Baseline socio-economic scenarios) ที่อาจมีผลต่อการประเมินความเปราะบางและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต 25 ปี - ผลการศึกษาและภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่ปัจจุบันจนถึงสิ้นสุดคริสต์ศตวรรษที่ 21 ภายใต้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ อย่างน้อย 3 Scenarios - การประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยง (Risk) โอกาสเปิดรับผลกระทบ (Exposures)และความอ่อนไหว (Sensitivity) ของระบบภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคต - วิเคราะห์ความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรง และการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ (Disaster risk management) - ประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Coping capacity) - ประเมินความเปราะบาง (Vulnerability) ของระบบหรือภาคส่วนที่ทำการศึกษาว่าจะสามารถพัฒนาหรือดำเนินการไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ในอนาคต 6.2 การประชุมรับฟังความคิดเห็นต่อโครงการ ครั้งที่ 2 6.3 เอกสารประกอบการประชุมทั้งหมด 6.4 ข้อมูลสำหรับผลการศึกษาทั้งหมดบันทึกลงในแผ่นบันทึกข้อมูล													□ มี.ค.	มิ.ย. มิ.ย. มิ.ย.		

1.5 เนื้อหารายงาน

เนื้อหารายงานฉบับสมบูรณ์ ประกอบด้วย เนื้อหารายงานฉบับสมบูรณ์การดำเนินงานในช่วง 6 เดือนที่สอง (มิถุนายน พ.ศ. 2559 - ธันวาคม พ.ศ. 2559) ดังนี้

- **บทที่ 1 บทนำ** กล่าวถึง ความเป็นมา ความจำเป็นในการศึกษา วัตถุประสงค์ และขอบเขตการดำเนินงาน
- **บทที่ 2 การศึกษาภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม** บทนำ แนวความคิดเกี่ยวกับแรงผลักจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต ขั้นตอนการพัฒนาภาพฉาย ตัวอย่างการจัดทำภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม และผลการจัดทำภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมของประเทศไทย
- **บทที่ 3 การศึกษาและภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย** แบบจำลองภูมิอากาศโลกภายใต้ CMIP5 ภาพการณ์จำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยในอดีต การคัดเลือกตัวแทนแบบจำลองภูมิอากาศโลกสำหรับประเทศไทย และภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย
- **บทที่ 4 การประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยงภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและอนาคต** บทนำ แรงผลักในเชิงนโนบาย สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มอนาคต และความเสี่ยงในอนาคต
- **บทที่ 5 ผลวิเคราะห์ความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงและการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ** การบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ การออกสนามติตตามผลกระทบจากภัยแล้งเป็นตัวอย่างการปรับตัวระดับชุมชน และการบริหารจัดการความเสี่ยงภายใต้ความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาพื้นที่
- **บทที่ 6 ผลประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ** ประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ วิธีการประเมินความสามารถในการรับมือ Coping capacity ผลการประเมินความสามารถในการรับมือ Coping capacity และสรุปประเด็นของหน่วยงาน

- **บทที่** 7 **ผลการประเมินความเปราะบางของภาคส่วนต่าง ๆ** แนวความคิดการประเมินความเปราะบาง และผลการประเมินความเปราะบางในภาคส่วนต่างๆ
- **บทที่** 8 **การพัฒนาและสร้างความแข็งแรงเครือข่าย** V&A **ในการวิจัยและพัฒนา**
- **บทที่** 9 **บทสรุป**

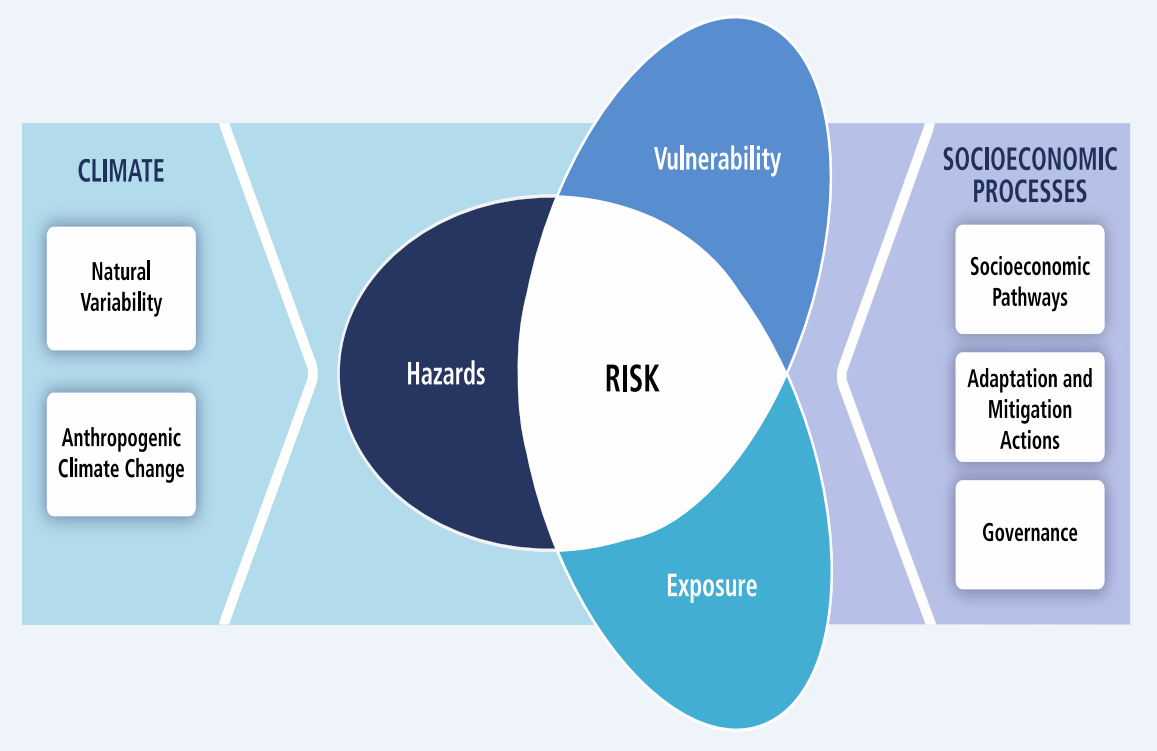
บทที่ 2

การศึกษาภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม

Baseline Socioeconomic Scenarios

2.1 บทนำ

จากแนวคิดหลักในรายงานฉบับที่ 5 กลุ่มที่ 2 ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC AR4 WGII) สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 2.1-1



รูปที่ 2.1-1 หลักในรายงานฉบับที่ 5 กลุ่มที่ 2 ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC AR4 WGII)

จากรูปจะเห็นได้ว่า ความเสี่ยงในอนาคตเกิดจากแรงผลักหลักสองด้านคือ (1) แรงผลักจากสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเกิดจากความผันแปรของภูมิอากาศตามธรรมชาติและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ประเทศไทยในเขตร้อนชื้น บางปีมีปริมาณฝนมาก บางปีมีฝนน้อย แต่ในระยะหลังความผันผวนของฝนที่มากขึ้น ฤดูกาลที่เปลี่ยนไปอาจเกิดจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(2)แรงผลักจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต ซึ่งมี

ผลจากการพัฒนาในพื้นที่ มาตรการการบรรเทาและปรับตัวกับความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากภาคประชาชนและภาครัฐ เช่น บางพื้นที่ถึงแม้ว่าสภาพอากาศไม่เปลี่ยนมาก แต่พื้นที่มีการพัฒนาเป็นเมืองหรือนิคมอุตสาหกรรม ภัยน้ำท่วมที่เคยเกิดในอดีตจะส่งผลให้เกิดความเสียหายมากขึ้นในปัจจุบัน เพราะมูลค่าของกิจกรรมในพื้นที่ที่สูงขึ้น หรือกรณีที่เคยเกิดภัยในอดีต แต่หากปัจจุบันพื้นที่มีมาตรการทางโครงสร้าง เช่น ประตูน้ำควบคุมปริมาณน้ำ หรือมาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้างเช่น ระบบเตือนภัย จะทำให้พื้นที่มีความเสี่ยงในความเสียหายทางเศรษฐกิจและสังคมลดลงในบทนี้จะเน้นส่วนของแรงผลักจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต ในบทที่ 4 จะเน้นส่วนของแรงผลักจากสภาพภูมิอากาศ และเชื่อมโยงกับความเสี่ยง ความเปราะบาง และการปรับตัวในบทถัดไป

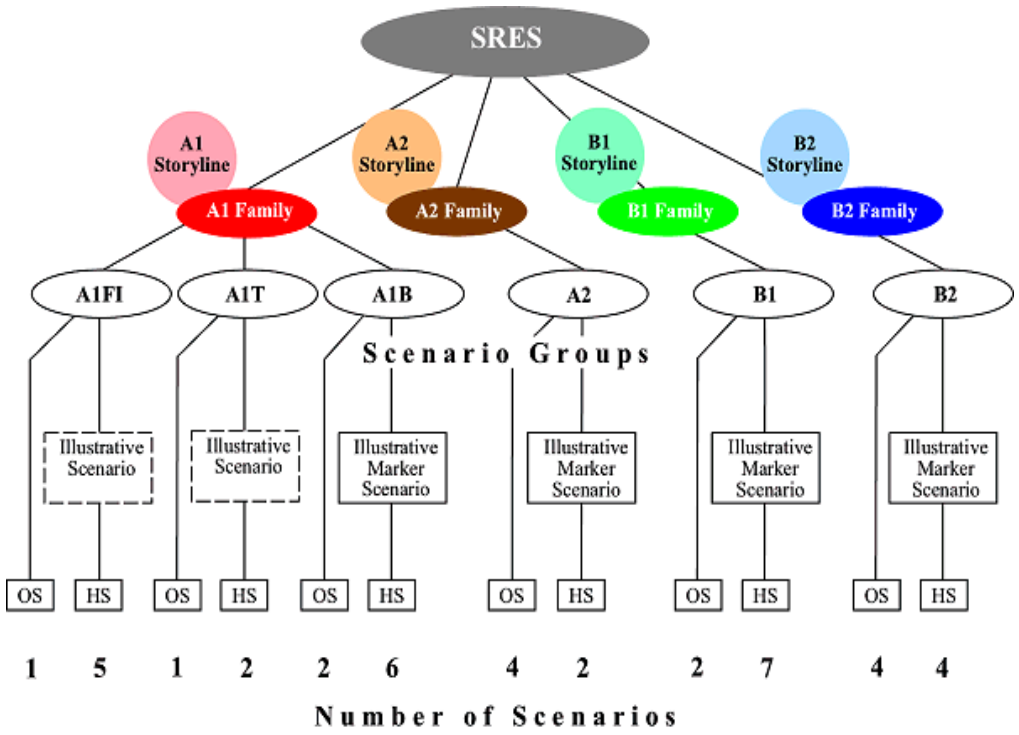
2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับแรงผลักจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต

แนวความคิดเกี่ยวกับแรงผลักจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตเริ่มจากการเข้าใจในลักษณะของการพัฒนาในอนาคตที่เป็นไปได้ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากในการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต เนื่องจากการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตจากฐานของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบันที่คงที่นั้น หมายถึงความเปราะบางยังคงเหมือนเดิมทั้งอดีตและปัจจุบันอาจจะทำให้เกิดการประเมินความเสี่ยงที่ต่ำหรือสูงกว่าสิ่งที่ควรจะเป็น เพราะว่าเศรษฐกิจและสังคมมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

โดยส่วนใหญ่แล้ว แรงผลักจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตมีความไม่แน่นอน ไม่มีใครรู้และมั่นใจว่าอะไรจะเกิดขึ้นในอนาคต การกำหนดว่าพื้นที่จะพัฒนาเป็นรูปแบบเดียวจึงอาจมีความเสี่ยงหากพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอีกรูปแบบหนึ่ง ทำให้การรับมือกับการพัฒนาหรือผลกระทบจากการพัฒนานั้นมีความยากลำบากมากขึ้น ด้วยสาเหตุนี้ แรงผลักจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตซึ่งมีความไม่แน่นอนควรถูกพิจารณาและจัดทำภายใต้แนวคิดภาพฉายในอนาคต (scenario-based approach) หรือภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม (Baseline Socioeconomic Scenarios) โดยมีคำนิยามจากรายงาน UNFCCC คือ รายละเอียดของระบบที่เชื่อมโยงคนและสิ่งแวดล้อมในอนาคต รวมถึงการบรรยายการคาดการณ์การพัฒนาในอนาคตทั้งแบบเชิงปริมาณ (quantitative)และเชิงคุณภาพ(qualitative)(UNFCCC, 2015)

วิธีการกำหนดภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมแบบใหม่นั้นพัฒนาและต่อยอดมาจากวิธีการของการพัฒนาภาพฉายเดิมของโลกได้แก่ รายงานพิเศษว่าด้วยภาพจำลองการปล่อย

ก๊าซ (SRES: Special Report on Emissions Scenarios) ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) ดังรูปที่ 2.2-1 ระบบนี้ได้ถูกนำใช้มาในอดีตเพื่อศึกษาผลกระทบต่อคนและธรรมชาติจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเพื่อหาวิธีการหรือมาตรการที่จะลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวได้ถูกปรับไปสู่แนวคิดใหม่ (UNFCCC, 2015) เพราะมีข้อเรียกร้องจากผู้กำหนดนโยบายว่าขอให้ปรับปรุงและเพิ่มเติมภาพฉายแบบใหม่ให้ครอบคลุมช่วงที่กว้างขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบของระดับความเข้มข้นต่างๆ เพื่อให้เป็นเป้าหมายของมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจก อีกหนึ่งเหตุผลคือ ภาพฉายแบบใหม่ควรที่จะคำนึงถึงการผนวกมาตรการการบรรเทา การปรับตัว และการวิเคราะห์ผลกระทบได้ (UNFCCC, 2015)



รูปที่ 2.2-1 ตัวอย่างการจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ภาพจำลองการปล่อยก๊าซ (SRES)
(UNFCCC, 2010)

ด้วยสาเหตุนี้ทาง คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC) จึงได้ทำการเสนอรูปแบบของภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมแบบใหม่

ที่มีการคำนึงถึงความไม่แน่นอนของการบรรเทาผลกระทบ การปรับตัว และวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งก็คือการใช้แนวคิดภาพฉายในอนาคต (scenario-based approach) หรือภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม (Baseline Socioeconomic Scenarios) นั่นเอง

2.2.1 กระบวนการพัฒนาภาพฉายแบบใหม่

การพัฒนาภาพฉายแบบใหม่นั้นจะมีวิธีคิดที่แตกต่างกับการพัฒนาภาพฉายแบบในอดีต ในการพัฒนาภาพฉายแบบเก่านั้นจะเริ่มจากแรงผลักในการพัฒนาแล้วจำลองว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นเท่าไหร่จากแรงผลักดังกล่าวรวมถึงความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ แต่การพัฒนาภาพฉายแบบใหม่นั้นจะคิดย้อนกลับกันกับการพัฒนาภาพฉายแบบเก่าโดยเริ่มจากการกำหนดเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศก่อนและทำการจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคม (Hibbard et al., 2007; Meehl and Hibbard, 2007)

การพัฒนาภาพฉายแบบใหม่นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นสามเฟสดังนี้ (Moss et al., 2010)

เฟสที่ 1 การเตรียมการใช้ภาพฉายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบใหม่ (New MISSION scenarios) ที่เรียกรวมๆ ว่า Representative Concentration Pathways (RCP) ซึ่งถือเอาความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกเป็นจุดเริ่มต้น แล้วประเมินว่าที่ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกระดับต่างๆ จะกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและกระบวนการที่เกี่ยวข้องอย่างไรบ้าง (โดยใช้แบบจำลองที่เรียกว่าแบบจำลองระบบโลก หรือ Earth System models) ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในบทที่ 4

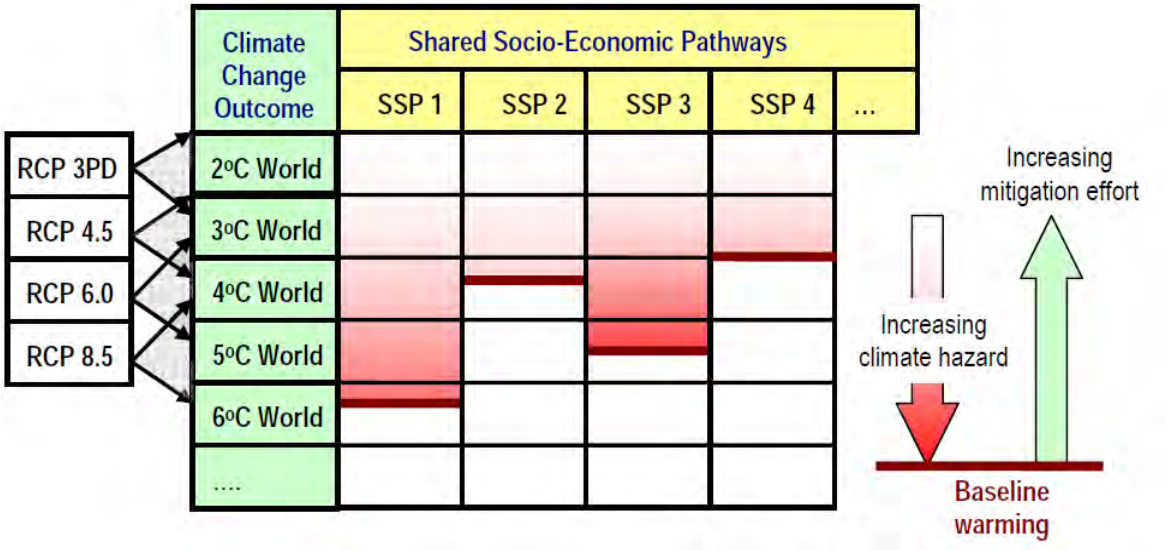
เฟสที่ 2 ที่ทำคู่กันคือ การวิเคราะห์ว่าการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ-สังคมในลักษณะใด (โดยใช้แบบจำลองด้านเศรษฐศาสตร์-สังคม หรือ Integrated Assessment Models) ที่จะส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับก๊าซเรือนกระจกอย่างนั้นๆ ซึ่งจะเชื่อมไปถึงนโยบายและมาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกได้โดยตรงโดยเงื่อนไขของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตจะถูกเรียกว่า the Shared Socioeconomic Pathways (SSPs) ซึ่งถูกแสดงรายละเอียดในบทนี้

เฟสที่ 3 การบูรณาการ เป็นการรวมทั้งสองกระบวนการข้างต้นเข้าด้วยกัน โดยเน้นเนื้อหาของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต และการพัฒนาที่ควบคู่กับนโยบายการบรรเทาและ

ปรับตัวจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตซึ่งถูกแสดงรายละเอียดในบทที่ 4 เป็นต้นไป

2.2.2 โครงสร้างเมทริกซ์ของภาพฉาย

รูปแบบการจัดทำภาพฉายของแบบจำลองแบบใหม่สามารถแสดงได้ในรูปของเมทริกซ์ของภาพฉายดังรูปที่ 2.2-2 โดยมีแนวนอนแสดงภาพฉายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบใหม่ (RCPs รายละเอียดในบทที่ 4) และมีแนวตั้งแสดงภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม(SSPs รายละเอียดในบทนี้) (Van Vuuren et al., 2014, O'Neill et al., 2014) เมทริกซ์ของภาพฉายสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RCP กับ SSPซึ่งออกแบบตามวัตถุประสงค์ที่สนใจอย่างไรก็ตาม ไม่จำเป็นต้องมีภาพฉายในทุกเซลล์ของตารางนี้



รูปที่ 2.2-2 โครงสร้างเมทริกส์ของภาพฉายในอนาคต

ที่มา:Kriegler, E. et al., 2010

ทิศทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมร่วมกัน

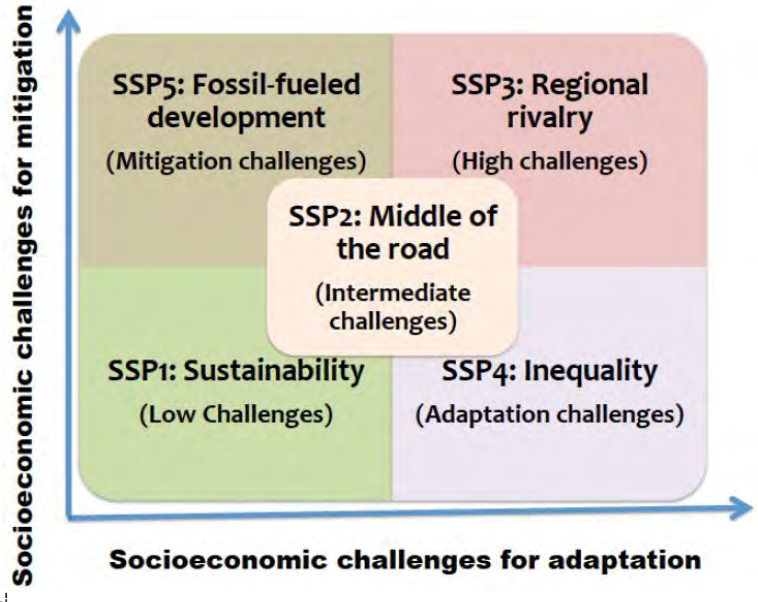
ภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม(SSPs)อธิบายความท้าทายทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ต่อการบรรเทาผลกระทบและการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมควรประกอบด้วยการพิจารณาตัวแปรทางเศรษฐกิจ สังคม เช่น ภูมิประเทศ การเมือง สังคม วัฒนธรรม องค์กร คุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ และเทคโนโลยี รวมถึงผลกระทบต่อพลเมือง ระบบนิเวศ เช่น คุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ ความหลากหลายทางชีวภาพและนโยบายของภาครัฐ

ความท้าทายในการลดผลกระทบ (Mitigation) จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย กิจกรรมและแนวโน้มของกิจกรรมที่จะปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้นหรือทำให้ประชาชนลดความสนใจในกระบวนการลดก๊าซเรือนกระจกลง เช่น เทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสม สถาบันการจัดการเชิงนโยบายทั้งระดับชาติและนานาชาติ การขาดแคลนเงินทุนความตั้งใจของนักการเมือง ทุนทางมนุษย์ ทุนทางสังคม ปัจจัยเหล่านี้อาจจะมาจากอัตราการเจริญเติบโตที่สูง การพัฒนาทางเศรษฐกิจที่รวดเร็วและใช้พลังงานเยอะ

สำหรับความท้าทายของการพัฒนาซึ่งอาจทำให้การปรับตัวยากขึ้นเช่น ความยากจน การกระจายรายได้ สถาบันการจัดการเชิงนโยบายทั้งระดับชาติและนานาชาติ การขาดแคลนเงินทุน ความตั้งใจของนักการเมือง ข้อจำกัดด้านน้ำ ความมั่นคงด้านน้ำและอาหาร ระดับการศึกษา และการขยายตัวของเมือง

ความท้าทายข้างต้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.2-3 โดยประกอบไปด้วย 5 ส่วนด้วยกันคือ

1. SSP1 การพัฒนาที่ยั่งยืน
2. SSP2 การพัฒนาในระดับกลางระหว่าง SSP1 กับ SSP3
3. SSP3 การพัฒนาที่มีปัญหาทั้งด้านการลดผลกระทบและการปรับตัวกับสภาพภูมิอากาศ
4. SSP4 การพัฒนาที่มีปัญหาด้านการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ความไม่เท่าเทียมในสังคม ทำให้แต่ละกลุ่มเข้าถึงโอกาสได้ไม่เท่ากัน
5. SSP5 การพัฒนาที่มีปัญหาด้านการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ยังต้องพึ่งพาพลังงานจากน้ำมัน



ที่มา:O'Neill et al., 2015.

รูปที่ 2.2-3 ตัวอย่าง 5 ภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม(SSPs)

ในภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม(SSPs) O'Neill et al(2015) ได้เสนอว่าควรมีการพิจารณาตัวแปรต่างๆ เหล่านี้

1. ข้อมูลทางกายภาพ เช่น จำนวนประชากร โครงสร้างทางอายุ สัดส่วนของประชากรเมืองและชนบท
2. การพัฒนาทางเศรษฐกิจ เช่น GDP, แนวโน้มการผลิต, สัดส่วนของประชากรที่ยากจน
3. คุณภาพหรือทุนมนุษย์ เช่น การศึกษา สุขภาพ
4. ตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมหรือระบบนิเวศ เช่น คุณภาพน้ำ อากาศ และดิน
5. ทรัพยากร รวมถึง น้ำมัน และความสามารถในพลังงานทางเลือก
6. โครงสร้างองค์กร และการเมือง เช่น ความมีประสิทธิภาพของผู้นำและองค์กรทั้งระดับโลก ประเทศ ภูมิภาค ท้องถิ่น
7. การพัฒนาเทคโนโลยี รวมถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ
8. ตัวแปรทางสังคม เช่น ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม วิถีชีวิต
9. นโยบายที่ไม่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น นโยบายและแผนในการพัฒนา เทคโนโลยี การวางผังเมือง การขนส่ง พลังงานและสิ่งแวดล้อม

10. สังคมควรประกอบด้วยการพิจารณาตัวแปรทางเศรษฐกิจ สังคม เช่น ภูมิประเทศ การเมือง สังคม วัฒนธรรม องค์กร คุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ และเทคโนโลยี รวมถึงผลกระทบต่อพลเมือง ระบบนิเวศ เช่น คุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

กล่อง 1 (Box 1) ตัวอย่างของ SSP1 การพัฒนาที่ยั่งยืน โดย O'Neill et al., 2015.

SSP1: Sustainability – Taking the Green Road

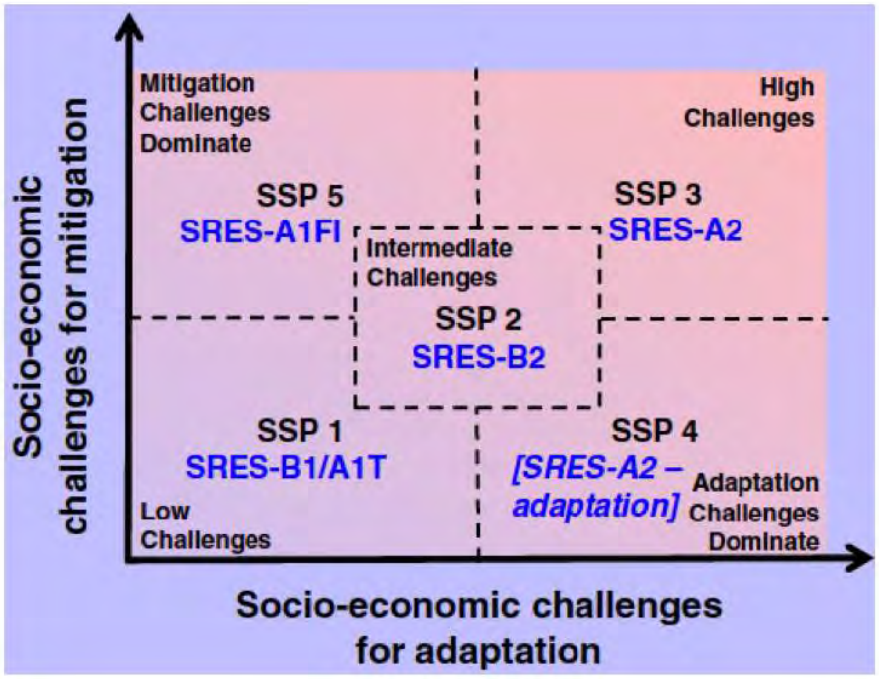
The world shifts gradually, but pervasively, toward a more sustainable path, emphasizing more inclusive development that respects perceived environmental boundaries. Increasing evidence of and accounting for the social, cultural, and economic costs of environmental degradation and inequality drive this shift. Management of the global commons slowly improves, facilitated by increasingly effective and persistent cooperation and collaboration of local, national, and international organizations and institutions, the private sector, and civil society. Educational and health investments accelerate the demographic transition, leading to a relatively low population. Beginning with current high-income countries (HIC), the emphasis on economic growth shifts toward a broader emphasis on human well-being, even at the expense of somewhat slower economic growth over the longer term. Driven by an increasing commitment to achieving development goals, inequality is reduced both across and within countries. Investment in environmental technology and changes in tax structures lead to improved resource efficiency, reducing overall energy and resource use and improving environmental conditions over the longer term. Increased investment, financial incentives and changing perceptions make renewable energy more attractive. Consumption is oriented toward low material growth and lower resource and energy intensity. The combination of directed development of environmentally friendly technologies, a favorable outlook for renewable energy, institutions that can facilitate international cooperation, and relatively low energy demand results in relatively low challenges to mitigation. At the same time, the improvements in human well-being, along with strong and flexible global, regional, and national institutions imply low challenges to adaptation.

กล่อง 2 (Box 2) ตัวอย่างของ SSP3 การพัฒนาที่มีปัญหาทั้งด้านการลดผลกระทบและการปรับตัวกับสภาพภูมิอากาศ โดย O'Neill et al., 2015.

SSP3: Regional Rivalry – A Rocky Road

A resurgent nationalism, concerns about competitiveness and security, and regional conflicts push countries to increasingly focus on domestic or, at most, regional issues. This trend is reinforced by the limited number of comparatively weak global institutions, with uneven coordination and cooperation for addressing environmental and other global concerns. Policies shift over time to become increasingly oriented toward national and regional security issues, including barriers to trade, particularly in the energy resource and agricultural markets. Countries focus on achieving energy and food security goals within their own regions at the expense of broader-based development, and in several regions move toward more authoritarian forms of government with highly regulated economies. Investments in education and technological development decline. Economic development is slow, consumption is material-intensive, and inequalities persist or worsen over time, especially in developing countries. There are pockets of extreme poverty alongside pockets of moderate wealth, with many countries struggling to maintain living standards and provide access to safe water, improved sanitation, and health care for disadvantaged populations. A low international priority for addressing environmental concerns leads to strong environmental degradation in some regions. The combination of impeded development and limited environmental concern results in poor progress toward sustainability. Population growth is low in industrialized and high in developing countries. Growing resource intensity and fossil fuel dependency along with difficulty in achieving international cooperation and slow technological change imply high challenges to mitigation. The limited progress on human development, slow income growth, and lack of effective institutions, especially those that can act across regions, implies high challenges to adaptation for many groups in all regions.

Van Vuuren and Carter, 2014. ได้ทำการเปรียบเทียบภาพฉายแบบเก่า (SRES scenarios) และแบบใหม่ (SSP) แสดงดังรูปที่ 2.2-4 และตารางที่ 2.2-1



ที่มา: Van Vuuren and Carter, 2014.

รูปที่ 2.2-4 รูปการเปรียบเทียบภาพฉายแบบต่างๆ

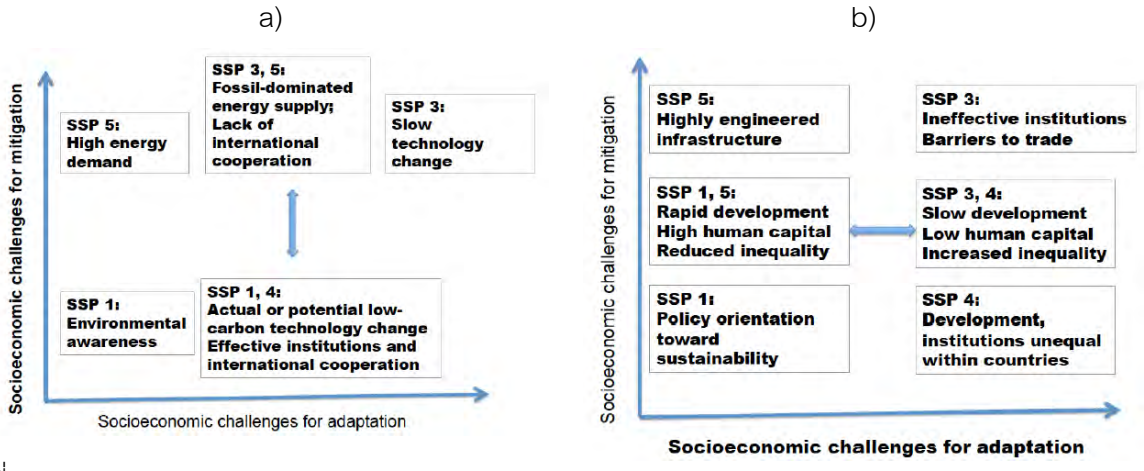
ตารางที่ 2.2-1 เปรียบเทียบภาพฉายแบบต่างๆ

SRES	RCP	SSP
A2	8.5	3
B2 or A1B	6.0	2
B1	4.5	1
A1F1	8.5	5

อย่างไรก็ตามแนวทางการกำหนดภาพฉายขึ้นอยู่กับความพร้อมและความสนใจของแต่ละพื้นที่ ไม่จำเป็นต้องทำทุกภาพฉายในรูปข้างต้น

2.2.3 องค์ประกอบในทิศทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมร่วมกัน

รูปที่ 2.2-5 สรุปตัวแปรที่แยกระหว่างความท้าทายสูงและต่ำของการลดผลกระทบ (a) และการปรับตัว (b) ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะเห็นได้ว่าความท้าทายจะต่างกันในกรณีการลดผลกระทบ (mitigation) และการปรับตัว (adaptation)แต่ในความเป็นจริงทั้งส่วนควรถูกพิจารณาคู่กันเพื่อลดความเสี่ยงในอนาคต



ที่มา: O'Neill et al., 2015.

รูปที่ 2.2-5 ตัวแปรที่แยกระหว่างความท้าทายสูงและต่ำของการลดผลกระทบ (a) และการปรับตัว (b) ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 2.2-2 แสดงผลการสรุปสมมุติฐานของตัวแปรการพัฒนาในด้านทุนมนุษย์ของ SSPs ต่างๆ ภายใต้ตัวแปรต่างๆ ดังนี้ (1) ข้อมูลทางกายภาพ (2) การพัฒนาทางเศรษฐกิจ (3) คุณภาพหรือทุนมนุษย์ (4) ตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมหรือระบบ (5) ทรัพยากร รวมถึง น้ำมัน และความสามารถในพลังงานทางเลือก (6) โครงสร้างองค์กร และการเมือง (7) การพัฒนาเทคโนโลยี รวมถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ (8) ตัวแปรทางสังคม เช่น ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม วิถีชีวิต (9) นโยบายที่ไม่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น นโยบายและแผนในการพัฒนา เทคโนโลยี การวางผังเมือง การขนส่ง พลังงานและสิ่งแวดล้อม (10) สังคมควรประกอบด้วยการพิจารณาตัวแปรทางเศรษฐกิจ สังคม รวมถึงผลกระทบต่อพลเมือง ระบบนิเวศ โดยสามารถจัดกลุ่มใหม่ได้ดังนี้ (1) ประชากร (2) การพัฒนาเมือง (3) ทุนมนุษย์ (4) เศรษฐกิจและวิถีชีวิต (5) การเมืองและสถาบัน

ตารางที่ 2.2-2 สรุปสมมุติฐานของตัวแปรการพัฒนา

ในด้านทุนมนุษย์ของ SSPs ต่างๆ

องค์ประกอบ	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5
ประชากร					
อัตราการเติบโต	ค่อนข้างต่ำ	กลาง	สูง	ค่อนข้างสูง	ค่อนข้างต่ำ
อัตราการเกิด	ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	ต่ำ
อัตราการตาย	ต่ำ	กลาง	สูง	กลาง	ต่ำ
การย้ายถิ่น	กลาง	กลาง		กลาง	สูง
การพัฒนาเมือง					
- ระดับ	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	สูง
- ชนิด: การจัดการ	ดี	คล้ายในอดีต	แย่	เชื่อมโยงเมือง	ดีขึ้น
ทุนมนุษย์					
การศึกษา	สูง	กลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง
สุขภาพ	สูง	กลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง
การเข้าถึงการบริการพื้นฐานรัฐ	สูง	กลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง
ความเท่าเทียมทางเพศ	สูง	กลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง
การแข่งขันที่เป็นธรรม	สูง	กลาง	ต่ำ	กลาง	สูง
การเชื่อมโยงทางสังคม	สูง	กลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง
การมีส่วนร่วมของประชาชน	สูง	กลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง

ที่มา:O'Neill et al., 2015.

ตารางที่ 2.2-3 สรุปสมมุติฐานของตัวแปรการพัฒนาในด้านเศรษฐกิจ

วิถีชีวิต นโยบายและองค์กรของ SSPs ต่างๆ

องค์ประกอบ	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5
เศรษฐกิจ และวิถีชีวิต					
การเติบโตต่อประชากร	สูง	กลาง	ช้า	ช้า	สูง
ความไม่เท่าเทียมกัน	ลดลง	ลดลง	สูง	ช้า	ลดลง
การนำเข้า ส่งออก	กลาง	กลาง	มีปัญหา	กลาง	สูง
โลกาภิวัฒน์: เชื่อมโยงตลาดโลก	เชื่อมโยง	กึ่งเสรี	ไม่มี	เชื่อมโยง	เชื่อมโยง
การบริโภค ใช้ทรัพยากร	ลดลง	คงที่	มาก	คงที่	มาก
การเมืองและสถาบัน					
ประสิทธิภาพในความร่วมมือกับต่างประเทศ				มี	มี

องค์ประกอบ	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5
นโยบายสิ่งแวดล้อม	ดีขึ้น	กลาง	ต่ำ		
ทิศทางนโยบายสู่การยั่งยืน	ใช่	ต่ำ	ต่ำ		
ประสิทธิภาพของสถาบัน	มาก	กลาง	ต่ำ		

ที่มา:O'Neill et al., 2015.

ตารางที่ 2.2-4 สรุปสมมุติฐานของตัวแปรการพัฒนาในด้านเทคโนโลยี
สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติของ SSPs ต่างๆ

องค์ประกอบ	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5
เทคโนโลยี					
การพัฒนา	สูง	กลาง	ช้า	เร็ว	เร็ว
การถ่ายทอด	เร็ว	ช้า	ช้า	ช้า	เร็ว
การเปลี่ยนแปลงรูปแบบพลังงาน	สู่ทางเลือก	เปลี่ยนช้า	ช้า	สู่ทางเลือก	เปลี่ยนแต่ช้า
ความเข้มข้นของคาร์บอน	ต่ำ	กลาง	มาก	ต่ำ	สูง
ความเข้มข้นของพลังงาน	ต่ำ	กลาง	มาก	ต่ำ	สูง
สิ่งแวดล้อม และ ทรัพยากรธรรมชาติ					
สิ่งแวดล้อม	ดีขึ้น	เริ่มแย่ลง	แย่ลง	ดีขึ้น	ดีขึ้น
การใช้ที่ดิน	ตามกฎ	ตามกฎบ้าง	ไม่ตามกฎ	ตามกฎ	ตามกฎบ้าง
ประสิทธิภาพทางการเกษตร	ดีขึ้น	กลาง	ต่ำ	ดีขึ้น	ดีขึ้น

ที่มา:O'Neill et al., 2015.

เมื่อเรารวม SSP เข้ากับตารางเมทริกซ์แล้ว เราควรจะระบุนโยบายในการลดผลกระทบและการปรับตัวจากผลกระทบเพื่อที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่เป้าหมายของ RCP ที่ตั้งไว้ (Kriegler et al., 2014) ตัวอย่างของการพัฒนาที่อาจทำให้เกิดผลดีและผลเสีย ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของประชากรอาจจะทำให้เพิ่มความเสี่ยงของคนและทรัพย์สินจากความถี่หรือความเข้มของเหตุการณ์ภัยพิบัติต่างๆ หรือการพัฒนาทางเศรษฐกิจอาจจะเพิ่มรายได้ให้กับประชากรรวมถึงเพิ่มความสามารถของชุมชนในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตารางที่ 2.2-5 แสดงถึงแหล่งที่มาที่สนับสนุนการพัฒนาภาพฉายทางเศรษฐกิจและสังคม

ตารางที่ 2.2-5 ทรัพยากรหลักในการสนับสนุน

การพัฒนาภาพฉายทางเศรษฐกิจและสังคม

แหล่งข้อมูล	ปี	รายละเอียด	เวปไซต์
IPCC Socioeconomic Data and Scenarios	2014	IPCC Data Distribution Centre (DDC) ได้สนับสนุนข้อมูล ประชากร การพัฒนาเศรษฐกิจ เทคโนโลยี ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม ภาพฉาย เพื่อใช้ในการประเมินผลกระทบในหลายภูมิภาค	http://sedac.ipcc-data.org/ddc/
Global Energy Assessment (GEA) Scenario Database	2013	Global Energy Assessment ได้เสนอความเป็นไปได้และราคาของพลังงานในตลาดโลกและภูมิภาค ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และความมั่นคงทางพลังงาน รวมถึงเสนอข้อมูล 41 แนวทางเลือก	http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/Energy/Global-Energy-Assessment-Database.en.html
SSP Database	2013	The SSP database เสนอข้อมูลการคาดการณ์เชิงปริมาณในภาพฉายการประเมินต่างๆ	https://secure.iiasa.ac.at/web-apps/ene/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=about
United Nations (UN) Department of Economic and Social Affairs – Sustainable Development Scenarios for Rio+20	2013	เอกสารนี้ได้เสนอบทเรียนกว่า 40 ปีของภาพฉายการพัฒนาของโลกผ่าน 98 แบบจำลอง ซึ่งสร้างจากการประชุมการพัฒนาที่ยั่งยืนของ UN	https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/793SD21%20scenario%20report.pdf
IPCC General Guidelines on the Use of Socioeconomic Scenarios	2007	เอกสารนี้เสนอ 2 วิธีการในการผนวกข้อมูลเศรษฐกิจลงในการประเมินการปรับตัว	http://www.ipcc-data.org/guidelines/TGICA_guidance_sdciaa_v2_final.pdf

แหล่งข้อมูล	ปี	รายละเอียด	เวปไซต์
United Nations Development Programme (UNDP)/Global Environment Facility (GEF) Developing Socioeconomic Scenarios for use in V&A Assessments	2004	คู่มือนี้นำเสนอกรอบการพัฒนาภาพฉายทางเศรษฐกิจและสังคมในระดับท้องถิ่น ภูมิภาค ประเทศ และระดับโลก	http://www.adaptationlearning.net/guidance-tools/developing-socioeconomic-scenarios-use-vulnerability-and-adaptation-assessments

2.3 ขั้นตอนการพัฒนาภาพฉาย

UNFCCC ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาภาพฉายสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. การพัฒนาฐานของการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมในปัจจุบันและพิจารณาตัวแปรที่มีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แนวนโยบายในการจัดการกับตัวแปรเหล่านี้ในอนาคตให้สามารถไปสู่เป้าหมายที่ต้องการได้
2. จำลองผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดูว่าในอนาคตตัวแปรที่เราให้ความสำคัญเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยให้ความเปราะบางในปัจจุบันเท่าเดิม
3. ใช้ภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม(SSPs) เพื่อพัฒนาแนวทางการพัฒนาหลายๆ ทาง เช่น การพัฒนา ต่ำ กลาง สูง พร้อมแผนที่สามารถประเมินได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด เช่น ปี 2030 หรือ 2050
4. จำลองผลกระทบกับตัวแปรที่เราสนใจภายใต้การเปรียบเทียบของภาพฉายมีและไม่มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
5. การประเมินว่าตัวแปรต่างๆ ที่เราสนใจเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรภายใต้ภาพฉายต่างทั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเศรษฐกิจและสังคม

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาฐานของการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมในปัจจุบันและพิจารณาตัวแปรที่มีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แนวนโยบายในการจัดการกับตัวแปรเหล่านี้ในอนาคตให้สามารถไปสู่เป้าหมายที่ต้องการได้

ขั้นตอนนี้ เป็นการประเมินสถานะปัจจุบันของตัวแปรที่เปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยกตัวอย่างเช่น

ภาคเกษตรและความมั่นคงทางอาหารซึ่งมีผลกระทบหลักกับประเทศไทยนั้น มีตัวแทนที่สำคัญที่มีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังนี้

- สัดส่วนของประชากรที่สามารถเข้าถึงอาหารที่ดีและมีคุณภาพ
- สัดส่วนการนำเข้าอาหาร
- การผลิตพืชหลักในประเทศ

ในภาคส่วนน้ำ มีตัวแทนที่สำคัญที่เปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังนี้

- ปริมาณน้ำต้นทุนที่ถูกใช้อยู่
- ประชากรที่สามารถเข้าถึงแหล่งน้ำที่สะอาด
- ปริมาณน้ำใช้ต่อคน

ขั้นตอนที่ 2 จำลองผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดูว่าในอนาคตตัวแปรที่เราให้ความสำคัญเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรภายใต้ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยให้ความเปราะบางในปัจจุบันเท่าเดิม

ใช้ความสัมพันธ์ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพระหว่างผลกระทบของสิ่งที่เราสนใจกับสภาพอากาศ เช่น ผลผลิตต่อพื้นที่ของข้าวกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป แล้วพิจารณาเปรียบเทียบดูว่าภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลผลิตต่อพื้นที่ของข้าวเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรโดยให้ความเปราะบางในปัจจุบันยังคงเดิม

ขั้นตอนที่ 3 ใช้ภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม(SSPs) เพื่อพัฒนาแนวทางการพัฒนาหลายๆ ทาง เช่น การพัฒนา ต่ำ กลาง สูง พร้อมแผนที่สามารถประเมินได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด เช่น ปี 2030 หรือ 2050

เรื่องราวการพัฒนาสามารถถูกกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ ตารางที่ 2.2-2 ถึง 2.2-4 เป็นตัวอย่างที่ดีในการนำเสนออย่างไรก็ตามตัวแปรหลักๆ จะต้องสามารถประเมินผลในระยะยาวได้ เช่น จำนวนประชากรในอนาคต GDP ในอนาคต

สิ่งที่สำคัญคือ เรื่องราวควรจะต้องมีรายละเอียดที่ชัดเจน โดยอาจจัดทำโดยการระดมความคิดเห็นของคนในพื้นที่ หรือผู้เชี่ยวชาญก็ได้

ขั้นตอนการจำลองผลกระทบกับตัวแปรที่เราสนใจภายใต้การเปรียบเทียบของภาพฉายมีและไม่มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ขั้นตอนนี้จะแสดงว่าแนวทางการพัฒนาจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างไร ตัวอย่างของแบบจำลองของพืชอาหารถูกเสนอโดยการเปรียบเทียบจำนวนของเด็กที่อายุน้อยกว่า 5 ปีที่ขาดสารอาหารในภูมิภาคต่างของโลก จากแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชอาหารและการซื้อขายของพืชอาหารในตลาดโลก ภายใต้ภาพฉาย A2 แสดงผลดังตารางที่ 2.3-1

ตารางที่ 2.3-1 จำนวนเด็กที่อายุน้อยกว่า 5 ปีที่ขาดสารอาหาร

หน่วย: ล้านคน

ภาพฉาย	เอเชียใต้	เอเชียตะวันออก/แปซิฟิก	ยูโรป/เอเชียกลาง	ลาตินอเมริกา/คาลิเบียน	ตะวันออกกลางแอฟริกาเหนือ	ซาฮาราแอฟริกา	ประเทศกำลังพัฒนาทั้งหมด
2000	75.6	23.8	4.1	7.7	3.5	32.7	147.9
2050ไม่มีผลจาก CC	52.3	10.1	2.7	5.0	1.1	41.7	113.3
2050 มีผลจาก CC	59.1	14.5	3.7	6.4	2.1	52.2	138.5

ที่มา:Nelson et al., 2009.

ขั้นตอนการประเมินว่าตัวแปรต่าง ๆที่เราสนใจเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรภายใต้ภาพฉายต่างทั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม

ขั้นตอนนี้จะประเมินขนาดและรูปแบบความเสี่ยงโดยมีตัวอย่างวิธีการที่ใช้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมาระดมความคิดเห็นในการจัดทำเส้นทางและภาพฉายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและ

การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมสำหรับเทศบาลในประเทศสวีเดนเพื่อกำหนดการปรับตัวจากสภาพภูมิอากาศในการป้องกันน้ำใต้ดิน (Carlsen et al., 2012) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ช่วงเวลาในปี 2030 หรือ 2050
- ในปี 2030 มี 1) ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและ 2) ภาพฉายการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม
- ในปี 2050 มี 1) ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(ระดับกลางและสูง) และ 2) ภาพฉายการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม

2.4 ตัวอย่างการจัดทำภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการจัดทำภาพฉาย ทีมวิจัยได้สรุปตัวอย่างการจัดทำภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมทั้งในกรณีต่างประเทศและในประเทศดังนี้

ต่างประเทศ

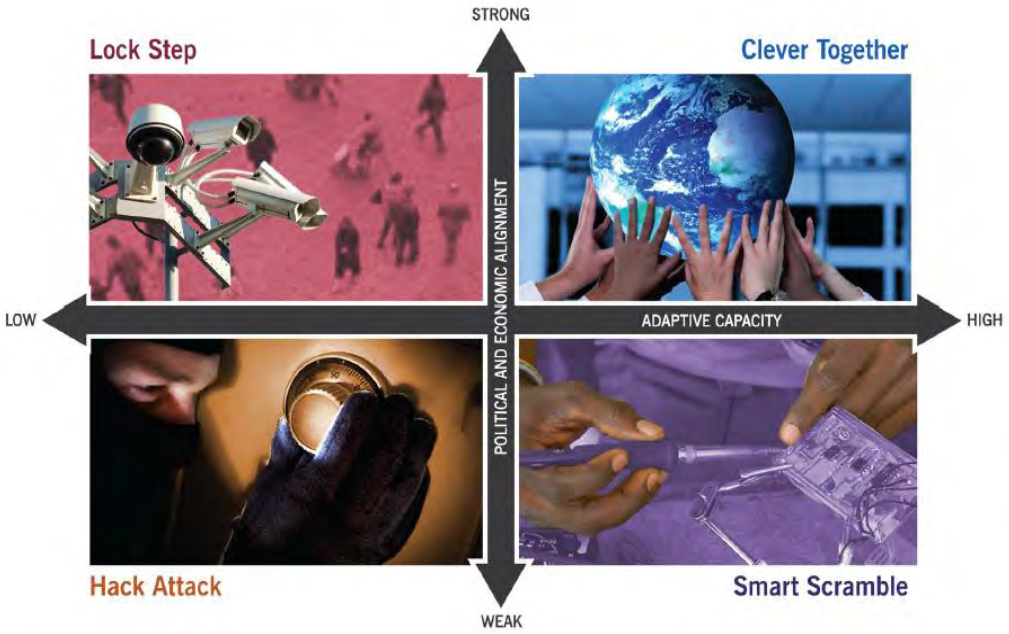
มูลนิธิร็อคกี้เฟลเลอร์และเครือข่ายธุรกิจโลก (The Rockefeller Foundation and Global Business Network, 2010) เสนอวิธีคิดจาก 2 แนวคิดหลักซึ่งได้มาจากเลือกความไม่แน่นอนที่มีระดับวิกฤต (Critical Uncertainties) คือ 1) แนวทางด้านการเมืองและเศรษฐกิจ (Political and Economic Alignment) และ 2) ความสามารถในการปรับตัว (Adaptive Capacity)

ตารางที่ 2.4-1 ภาพฉายโลกในอนาคต

ภาพฉาย	รายละเอียด	การเมืองและเศรษฐกิจ	ความสามารถในการปรับตัว
1.โลกแห่งความร่วมมือ (Clever Together)	โลกที่มีความร่วมมือสูง มียุทธศาสตร์ที่นำไปสู่ความสำเร็จเพื่อรับมือกับประเด็นต่างๆที่เกิดขึ้นในโลก	มั่นคง	สูง
2. โลกแห่งการควบคุม (Lock Step)	โลกที่มีการควบคุมจากภาครัฐส่วนกลางอย่างเข้มงวด มีการควบคุมเป็นลำดับและชัดเจน ทำให้ไม่มีการมีส่วนร่วมของประชาชนและเกิดนวัตกรรมใหม่ๆยาก	มั่นคง	ต่ำ
3. โลกแห่งการดิ้นรน (Smart Scramble)	โลกที่มีปัญหาด้านเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตามชุมชนมีการดิ้นรนและพัฒนา	ไม่มั่นคง	สูง

ภาพฉาย	รายละเอียด	การเมืองและเศรษฐกิจ	ความสามารถในการปรับตัว
4. โลกแห่งความเสื่อมถอย (Hack Attack)	โลกที่มีแต่ความไม่มั่นคงทางเศรษฐกิจ ภารรัฐอ่อนแอ อาชญากรรมครองเมือง มีการปรากฏขึ้นของประเด็นที่นำไปสู่อันตราย	ไม่มั่นคง	ต่ำ

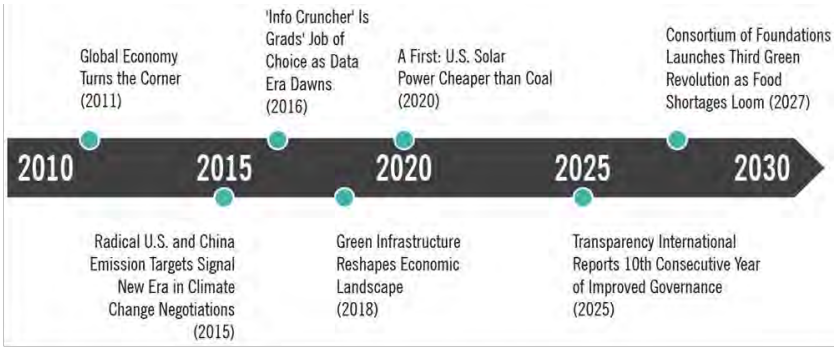
(The Rockefeller Foundation and Global Business Network, 2010)



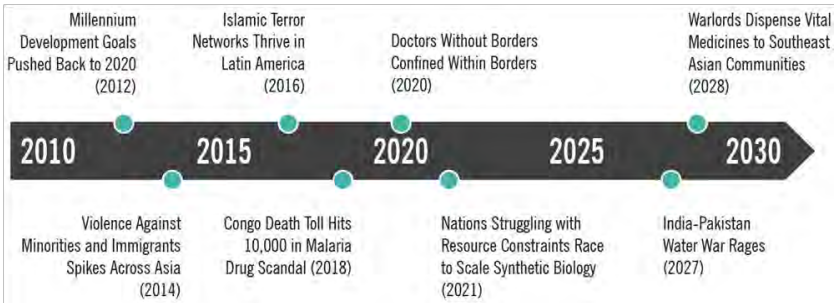
รูปที่ 2.4-1 ภาพฉายโลกในอนาคต

(The Rockefeller Foundation and Global Business Network, 2010)

1.โลกแห่งความร่วมมือ
(Clever Together)



4. โลกแห่งความเสื่อมถอย
(Hack Attack)



รูปที่ 2.4-2 ไทม์ไลน์ของภาพฉายโลกในอนาคต

(The Rockefeller Foundation and Global Business Network, 2010)

The Energy and Resources Institute (TERI, 2009) พัฒนารูปแบบการพัฒนาในอนาคตของอินเดียตอนเหนือโดยมีรูปแบบดังตารางที่ 2.4-2 สำหรับการประเมินผลมี 2 รูปแบบคือ 1)การประมาณเชิงปริมาณ (Quantitative estimation) ได้แก่ ด้านประชากรและด้านเศรษฐกิจ และ 2) การประมาณเชิงคุณภาพ (qualitative estimation) ได้แก่ ด้านสังคม ความขัดแย้ง เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม และการปกครอง

ตารางที่ 2.4-2 ภาพฉายการพัฒนาในอนาคตของอินเดียตอนเหนือ

Scenarios	Demographics	Economy	Social and cultural	Conflict	Technological	Environment	Governance
I – State led economic growth	↗	↗	→	↗	→	↘	↗
II – Conservative approach with focus on environment	→	↘	↗	↘	→	↗	↗
III – Market driven growth	→	↗	↘	↗	↗	↘	↘
IV - Sustainable growth	↗	↗	↗	↘	↗	↗	→

The Energy and Resources Institute (TERI, 2009)

คณะมนตรีคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (2554) ได้เสนอยุทธศาสตร์การพัฒนาบนพื้นฐานการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการสำหรับลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง โดยมีการเสนอแผนพัฒนาลุ่มน้ำ

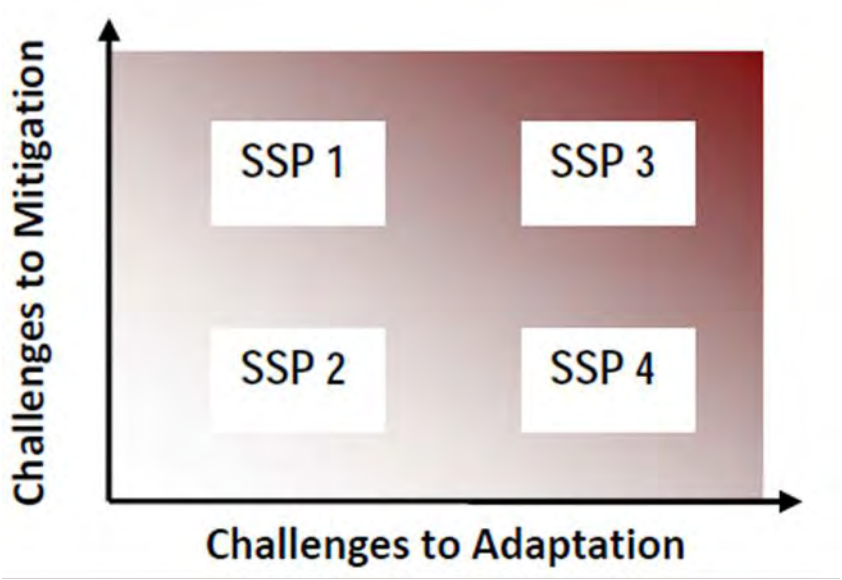
ตารางที่ 2.4-3 ภาพฉายยุทธศาสตร์การพัฒนาบนพื้นฐานการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการสำหรับลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง

Ref	Short description	Title	Hydrology
Baseline			
1000	BS	Baseline Scenario	Standard 1985-00
Definite future			
2000	2015-UMD	Upper Mekong Dam Scenario	Standard 1985-00
3000		Definite future scenario	Standard 1985-00
Foreseeable future situation (2030)			
4000	2030-20Y	LMB 20-Year Plan Scenario	Standard 1985-00
4001	2030-20Y+CC	LMB 20-Year Plan Scenario	Climate change: 2011-2050
5000	2030-20Y-w/o MD	LMB 20-Year Plan Scenario without mainstream dams	Standard 1985-00
6100	2030-20Y-w/o LMD	LMB 20-Year Plan Scenario with 6 mainstream dams in Northern Lao PDR	Standard 1985-00
6200	2030-20Y-w/o TMD	LMB 20-Year Plan Scenario with 9 mainstream dams, excl Thailand	Standard 1985-00
6300	2030-20y-w/o CMD	LMB 20-Year Plan Scenario with 9 mainstream dams, excl Cambodia	Standard 1985-00
7000	Cam0	Early flood protection and full flood protection in Cambodia	
7001	VNA	Early flood protection and full flood protection in Viet Nam	
7002	Cam0VNa	Combination of above	
LMB long-term development scenarios			
8000	2060-LTD	LMB Long-term Development Scenario	Standard 1985-00
8001	2060-LTD+CC		Climate change: 2011-2050
9000	2060–VHD	LMB Very High Development Scenario	Standard 1985-00

ที่มา:คณะมนตรีคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (2554)

Elmar Kriegler และคณะได้สรุปว่ารูปแบบภาพฉายสามารถจัดได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งานอย่างไรก็ตาม รูปแบบหนึ่งที่ได้รับการสนับสนุนคือเส้นทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม (Shared Socio-economic Pathways (SSPs)) โดยใช้ความท้าทายของการบรรเทา (Challenge to

Mitigation) และการปรับตัว (Challenge to Adaptation) ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในการพิจารณาการพัฒนาในอนาคต



(ที่มา: Kriegler, E. et al., 2010)

รูปที่ 2.4-3 รูปแบบภาพฉายของ Elmar Kriegler

<u>ในประเทศ</u>

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช., 2553) ได้จัดทำโครงการจัดทำแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศของโลก การผันผวนของราคาพลังงาน และวิกฤตอาหารของโลก ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ประกอบด้วย

1. แนวโน้มการเพิ่มของราคาพลังงาน ที่ส่งผลให้ราคาอาหารเพิ่มขึ้น
2. ความเข้มข้นของการใช้พลังงานฟอสซิล (Energy intensity) และประสิทธิภาพการใช้และการจัดหาพลังงาน (Energy efficiency, Supply-Use of Energy)
3. ข้อจำกัดด้านการจัดหาหรืออุปทานน้ำ (Water resource supply)
4. ข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีและความสามารถในการลงทุนจัดหาเทคโนโลยี
5. ข้อจำกัดด้านทรัพยากรทางการเงินของประเทศเพื่อการลงทุนปรับโครงสร้างเศรษฐกิจ (Green investment)
6. ข้อจำกัดด้านจำนวน และสมรรถนะของทรัพยากรมนุษย์ (Capacity supply constraint of human resource and core competency)

7. ข้อจำกัดด้านการรับรู้ (Awareness) และศักยภาพในการเรียนรู้ของประชาชนและชุมชนในการปรับตัว

ตารางที่ 2.4-4 ผลผลิต (Gross Output) ในแนวทางเลือกต่างๆ

แนวทางเลือก	**ผลผลิต** (Gross Output) **กรณีฐาน, หน่วยล้านบาทในราคาคงที่ของปี ค.ศ.2010 (พ.ศ.2553); (อัตราการขยายตัว %, เฉลี่ยต่อปี)**				
	2553	2563	2573	2583	2593
1. การพัฒนาเศรษฐกิจ-สังคมตามแนวโน้มในอดีต (Business as Usual: BAU)	4,621,243	7,013,519 5.18 %	10,341,861 4.75 %	15,191,130 4.69 %	22,314,207 4.69 %
2. รักษาไม่ให้โลกร้อนเกินกว่า 2 องศา C เทียบกับแนวโน้มในอดีตจากต้นศตวรรษ	4,598,137	6,809,426 4.81 %	9,963,349 4.63 %	14,779,450 4.83 %	21,954,948 4.86 %
3. การพัฒนาเศรษฐกิจ-สังคมที่ยั่งยืน พร้อมกับปล่อยคาร์บอนต่ำ	4,598,137	9,428,540 10.51 %	13,408,309 4.22 %	19,315,201 4.41 %	27,839,497 4.41 %

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ได้จัดทำประเด็นวิจัยเชิงยุทธศาสตร์ (Strategic Research Issues, SRI) เรื่อง “การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ น้ำ ที่ดิน และการจัดการสิ่งแวดล้อม” โดยในการศึกษาครั้งนี้ มีการระดมความคิดเห็นของภาพอนาคตและช่องว่างเชิงนโยบายในปัจจุบันต่อทิศทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยและต่อความมั่นคงด้านทรัพยากรน้ำ อาหาร และพลังงาน

ตารางที่ 2.4-5 ประเด็นหลักที่มีความสำคัญในทุก scenario

ที่	**ประเด็นหลักที่มีความสำคัญในทุก scenario**	**หมวดหมู่**
1	พลังงานชีวภาพ	พลังงาน
2	พัฒนา สนับสนุน Bio-based technology	
3	การประเมินศักยภาพของทรัพยากรไทย	น้ำ, ทรัพยากรธรรมชาติ
4	Demand side management	
5	Zoning	เกษตร, เมือง,การใช้ที่ดิน
6	กลไกรับมือกับความไม่แน่นอน	ภัยธรรมชาติ, climate change
7	สร้างกลไก กลยุทธ์การสื่อสารกับคนให้ดี	คน, สังคม, การสื่อสาร

ตารางที่ 2.4-6 สภาพทั่วไปและปัญหาในแต่ละภาพฉาย

ภาพฉาย	สภาพทั่วไปและปัญหา
Scenario 1 ภาพฉายของประเทศไทยแบบพัฒนาแบบอดีต (BAU)	- ภายใต้ Millennium Development Goals, Feedstock พลังงานจะหมดไปภายในอีก 10 ปี, การเปิด AEC และแรงงาน, SME, ภาคเกษตรและอุตสาหกรรมด้านอาหารจะมีการเติบโตมากขึ้น, การท่องเที่ยวยังมีความสำคัญแต่มีความไม่แน่นอนจากการเมือง
Scenario 2 ภาพฉายของประเทศไทยที่วิกฤตในอนาคต	- Feedstock พลังงาน, จากราคาพลังงานที่สูงขึ้น ต้นทุนการผลิตจะมีราคาสูงขึ้น ความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมจะลดลง, ภาคเกษตรมีต้นทุนสูงจากปุ๋ยและสารเคมี, ด้านส่งออกมีปัญหาจากราคาผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้น มีความลำบากในการแข่งขันในตลาดโลก, การท่องเที่ยวมีปัญหาจากสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรม, ประชาชนไม่มีความตระหนัก และมีพฤติกรรมการบริโภคที่เห็นแก่ตัว
Scenario 3 ประเทศไทยแบบลงทุนโครงการขนาดใหญ่ (BAU+Mega project: 60ล้านไร่ น้ำ รถไฟ)	- ประเทศไทยมีการพัฒนาพลังงานทางเลือกเพื่อรับมือกับปัญหาความมั่นคงทางพลังงานในอนาคต, การลงทุนรางทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงและสินค้าเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น, อุตสาหกรรมทุกระดับทั้งขนาดเล็ก กลาง และใหญ่มีความสามารถในการแข่งขัน, ภาคเกษตรและอุตสาหกรรมจะเติบโตมากขึ้น มีการจัดสรรพื้นที่เพาะปลูกที่เหมาะสมระหว่างพืชพลังงาน และพืชอาหาร, สิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้นส่งผลให้การท่องเที่ยวดีขึ้น, ประชาชนมีความตระหนัก ความรู้ความเข้าใจในการพัฒนาสีเขียว

2.5 ผลการจัดทำภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมของประเทศไทย

จากรายงานและข้อมูลดังที่กล่าวมาแล้วทางทีมวิจัยได้สังเคราะห์และกำหนดภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมของประเทศไทย 3 ภาพฉาย คือ SSP1, SSP2, และ SSP3 ดังตารางที่ 2.5-1

ตารางที่ 2.5-1 ภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม

ของประเทศไทย

องค์ประกอบ	SSP1	SSP2	SSP3
ด้านทุนมนุษย์			
ประชากร			
อัตราการเติบโต	ค่อนข้างต่ำ	กลาง	สูง
อัตราการเกิด	ต่ำ	กลาง	สูง
อัตราการตาย	ต่ำ	กลาง	สูง

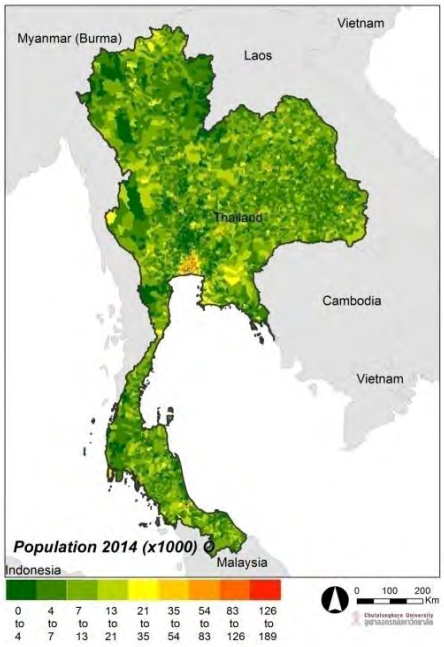
องค์ประกอบ	SSP1	SSP2	SSP3
การย้ายถิ่น	กลาง	กลาง	
การพัฒนาเมือง			
- ระดับ	สูง	กลาง	ต่ำ
- ชนิดการจัดการ	ดี	คล้ายกับอดีต	แย่
คุณภาพชีวิต			
การศึกษา	สูง	กลาง	ต่ำ
สุขภาพ	สูง	กลาง	ต่ำ
การเข้าถึงการบริการพื้นฐานรัฐ	สูง	กลาง	ต่ำ
ความเท่าเทียมทางเพศ	สูง	กลาง	ต่ำ
การแข่งขันที่เป็นธรรม	สูง	กลาง	ต่ำ
การเชื่อมโยงทางสังคม	สูง	กลาง	ต่ำ
การมีส่วนร่วมของประชาชน	สูง	กลาง	ต่ำ
เศรษฐกิจ และวิถีชีวิต			
การเติบโตต่อประชากร	สูง	กลาง	ช้า
ความไม่เท่าเทียมกัน	ลดลง	ลดลง	สูง
การนำเข้า ส่งออก	กลาง	กลาง	มีปัญหา
โลกาภิวัฒน์: เชื่อมโยงตลาดโลก	เชื่อมโยง	กึ่งเสรี	ไม่เชื่อมโยง
การบริโภค ใช้ทรัพยากร	ลดลง	คงที่	มาก
การเมืองและสถาบัน			
ประสิทธิภาพในความร่วมมือกับต่างประเทศ	ดี	กลาง	ต่ำ
นโยบายสิ่งแวดล้อม	ดีขึ้น	กลาง	ต่ำ
ทิศทางนโยบายสู่การยั่งยืน	ใช่	ต่ำ	ต่ำ
ประสิทธิภาพของสถาบัน	มาก	กลาง	ต่ำ
เทคโนโลยี			
การพัฒนา	สูง	กลาง	ช้า
การถ่ายทอด	เร็ว	ช้า	ช้า
การเปลี่ยนแปลงรูปแบบพลังงาน	สู่ทางเลือก	เปลี่ยนแต่ช้า	ช้า
ความเข้มข้นของคาร์บอน	ต่ำ	กลาง	มาก
ความเข้มข้นของพลังงาน	ต่ำ	กลาง	มาก

องค์ประกอบ	SSP1	SSP2	SSP3
สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ			
สิ่งแวดล้อม	ดีขึ้น	เริ่มแย่ลง	แย่ลง
การใช้ที่ดิน	ตามกฎ	ตามกฎบ้าง	ไม่ตามกฎ
ประสิทธิภาพทางการเกษตร	ดีขึ้น	กลาง	ต่ำ

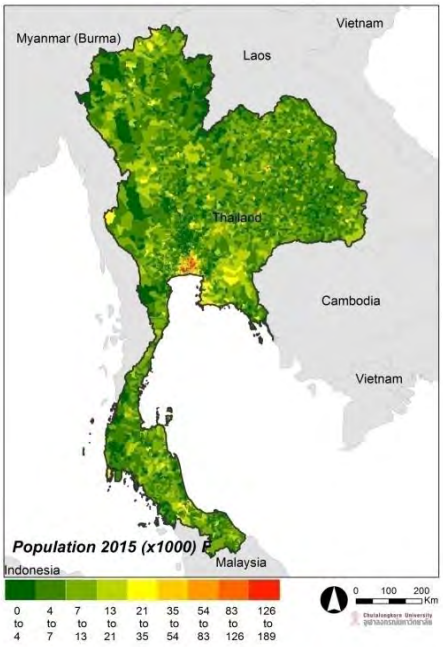
อย่างไรก็ตามทีมวิจัยได้มีการปรับปรุงภาพฉายใหม่เพิ่มเติมเพื่อให้ทันต่อสถานการณ์ดังนี้

ภาพฉายด้านสังคม

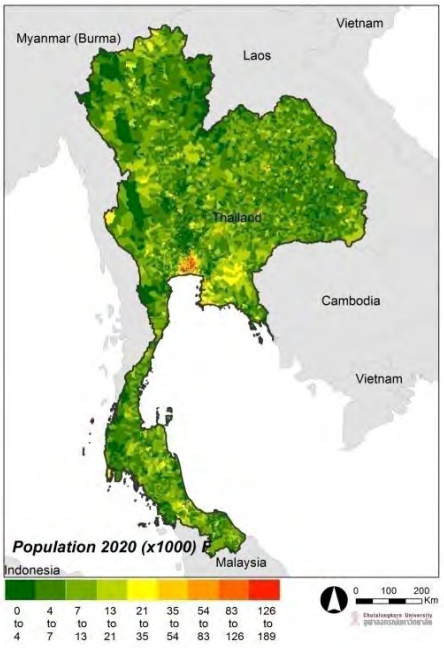
จากข้อมูลพยากรณ์ประชากรของ สศช. ภายใต้ภาพฉายอัตราเจริญพันธุ์ และสศช. ได้เสนอภาพฉายที่เป็นไปได้มากที่สุด นอกจากนี้ทีมวิจัยได้กระจายจำนวนประชากรรายจังหวัดของ สศช. ลงไปในระดับตำบลโดยใช้ข้อมูลประชากรรายตำบลจากกรมการปกครองเป็นข้อมูลฐาน ผลการคำนวณจำนวนประชากรรายตำบลสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5-1 ประเด็นที่สำคัญคือ ประชากรจะยังคงสูงขึ้นจากปัจจุบันจนสูงสุดในปี ค.ศ. 2025 หรือ พ.ศ. 2568 และหลังจากนี้ประชากรจะลดลงในอนาคตต่อไป อีกประเด็นที่น่าสนใจคือ ความเป็นเมืองจะสูงขึ้นถึงในทุกภูมิภาคจาก 50% ในปัจจุบันและเพิ่มเป็น 60% ในปี ค.ศ. 2030 หรือ พ.ศ. 2573 ซึ่งประเด็นนี้จะเชื่อมโยงไปยังคำถามที่ว่าจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างด้านสังคม คนกลุ่มนี้ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความเสี่ยงของภัยธรรมชาติที่รุนแรงอย่างไรรวมถึงการพัฒนาทางเศรษฐกิจในอนาคตเป็นอย่างไร



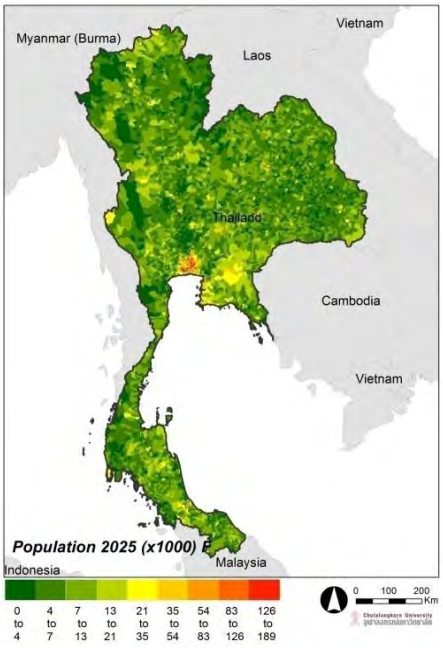
ข้อมูลประชากรปี 2557 จากกรมการปกครอง



ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประชากรปี 2558



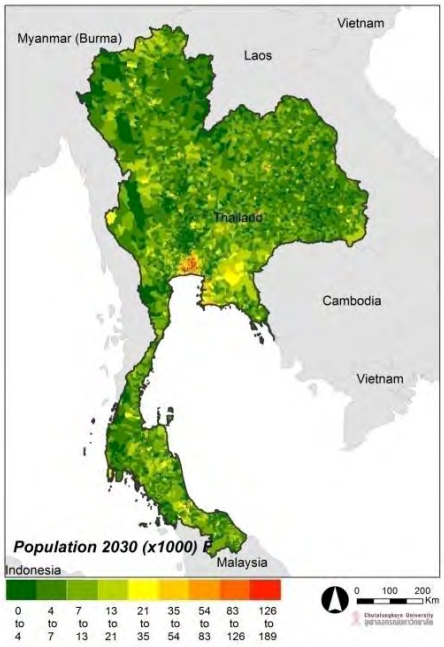
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประชากรปี 2563



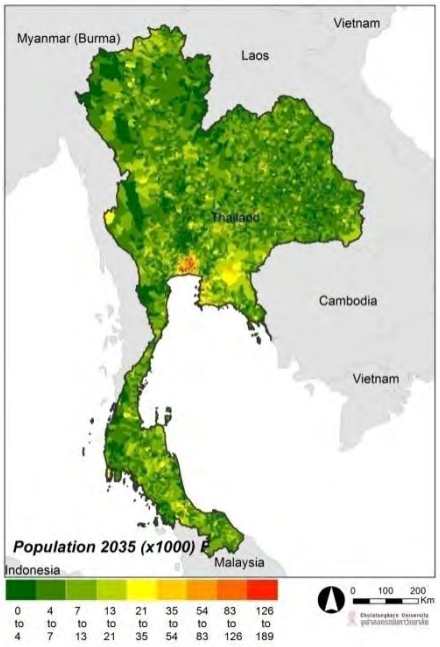
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประชากรปี 2568

รูปที่ 2.5-1 ข้อมูลประชากรในอดีตและอนาคต

(กรมการปกครอง สศช. และทีมวิจัย)



ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประชากรปี 2573



ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประชากรปี 2578

รูปที่ 2.5-1 ข้อมูลประชากรในอดีตและอนาคต (ต่อ)
(กรมการปกครอง สศช. และทีมวิจัย)

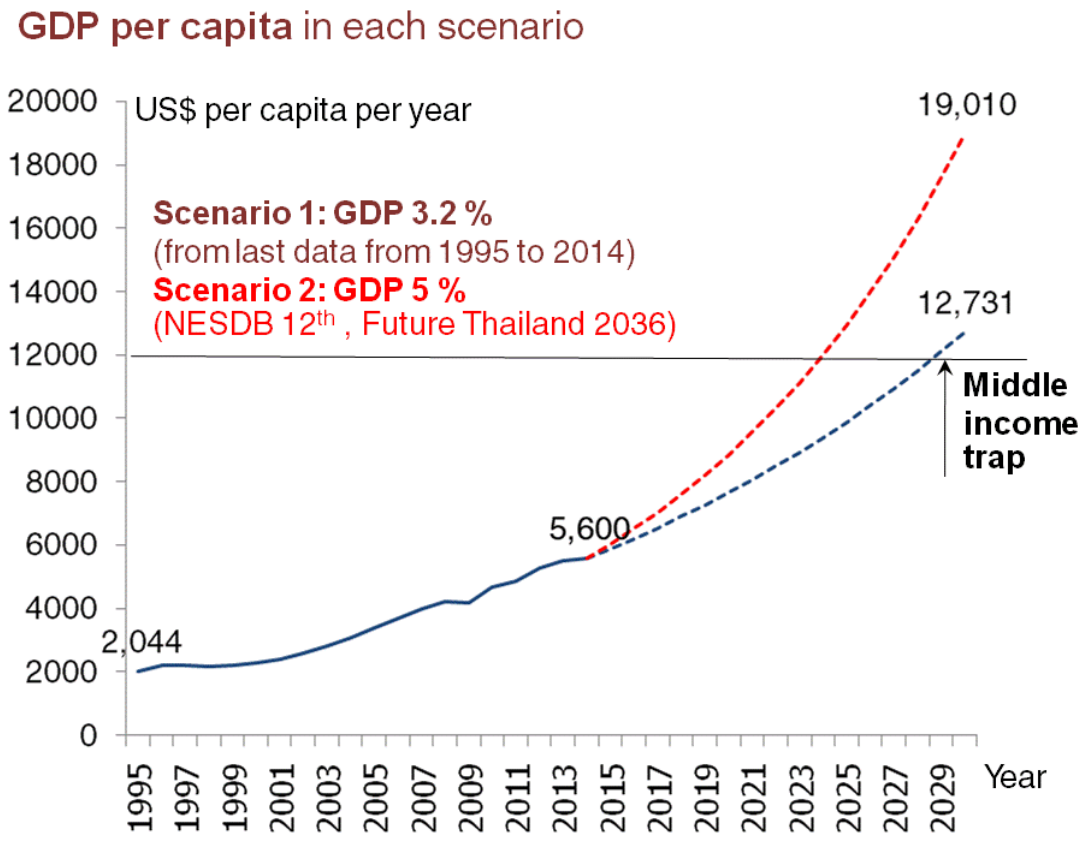
ภาพฉายด้านเศรษฐกิจ

จากนโยบายการพัฒนา ไทยแลนด์ 4.0 ที่ประกาศโดยรัฐบาลปัจจุบัน ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาประเทศให้ก้าวข้ามกับดักรายได้ปานกลาง โดยมีนโยบายที่สำคัญดังรูปที่ 2.5-2

รูปที่ 2.5-2 ยุทธศาสตร์ไทยแลนด์ 4.0

ภายใต้กรอบความคิดนี้ ทีมวิจัยได้กำหนดภาพฉายประเทศไทยในอนาคตไว้ สองแบบคือ ภาพฉายที่ 1 ใช้แนวการเจริญเติบโตในอดีตซึ่งมีค่าอัตราการเจริญเติบโต GDP 3.2% และภาพฉายที่ 2 ใช้แนวการเจริญเติบโตตามนโยบายยุทธศาสตร์ไทยแลนด์ 4.0 และกรอบการพัฒนาของ สศช.โดยมีค่าอัตราการเจริญเติบโต GDP 5% ดังรูปที่ 2.5-3

โดยมีรายละเอียดของแรงผลักให้เกิดการพัฒนาเหล่านี้ในบทที่ 4



รูปที่ 2.5-3 ภาพฉายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย

บทที่ 3
การศึกษาและภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

3.1 แบบจำลองภูมิอากาศโลกภายใต้ CMIP5

การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตจำเป็นต้องอาศัยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (General Circulation Models or GCMs) เพื่อทำการจำลองสภาพภูมิอากาศอันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) เป็นการจำลองกระบวนการทางฟิสิกส์ของชั้นบรรยากาศ มหาสมุทร น้ำแข็งในทะเลหรือน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกเหนือ น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกใต้และผืนดิน โดยจำลองทางหลักการคณิตศาสตร์ของการไหลวนของบรรยากาศและมหาสมุทร โดยอาศัยพื้นฐานของสมการนาเวียร์ - สโตกส์ (navier - stoke equation) ในแกนวงหมุนของโลกด้วยเงื่อนไขของอุณหพลศาสตร์ (thermodynamics) ที่เกี่ยวข้อง เช่น การแผ่รังสี ความร้อนแฝง เป็นต้น แบบจำลองยังใช้หลักการระเบียบวิธีเชิงตัวเลข(numerical method) ในการรวบรวมความหลากหลายของการเคลื่อนของของไหล ทางเคมีและสมการทางชีวภาพ ความสัมพันธ์ของสมการเหล่านี้เป็นพื้นฐานการจำลองสภาพภูมิอากาศโลกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สลับซับซ้อน การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเป็นการทำความเข้าใจและการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต รวมถึงการพยากรณ์อากาศ การประเมินผลกระทบ (impact assessment) ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอีกด้วย

แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกจะอธิบายสภาพภูมิอากาศโดยใช้กริดโลก (grid cells) ที่มีลักษณะเป็นสามมิติ โดยมีความละเอียดในแกนนอน (horizontal resolution) อยู่ระหว่าง 100 ถึง 300 กิโลเมตรและมีความละเอียดในแกนตั้ง (vertical resolution) อยู่ระหว่าง 10 ชั้นถึง 20 ชั้นในชั้นบรรยากาศและมากกว่า 30 ชั้นในชั้นมหาสมุทร จะเห็นได้ว่าแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกจะมีลักษณะความละเอียดเชิงพื้นที่ค่อนข้างหยาบ ซึ่งจะส่งผลต่อการศึกษาและประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยิ่งไปกว่านั้นกระบวนการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับเมฆมีขนาดสเกลที่เล็กจึงไม่สามารถทำการจำลองได้ ต้องทำการกำหนดตัวแปรเสริม (parametrizations) เพื่อใช้ในการรวมกระบวนการต่างๆ เข้าด้วยกัน เช่น การพัดพาความร้อน (convection) กระบวนการผิวดิน (land surface processes) ค่า albedo และอุทกวิทยา (hydrology) รวมถึงการปกคลุมของ

เมฆ (cloud cover) นี่เป็นหนึ่งที่มาของความไม่แน่นอน (uncertainty) ในการจำลองสภาพภูมิอากาศโลกในอนาคต

โครงสร้างของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกประกอบด้วย

1. แบบจำลองสภาพภูมิอากาศหลัก (Simple General Circulation Models: SGCMs) เป็นแบบจำลองหลักของการจำลองสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของสสาร เช่น อุณหภูมิ ให้เข้ากับตัวแปรทางฟิสิกส์พลศาสตร์ ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อศึกษากระบวนการของบรรยากาศที่ไม่ซับซ้อน จึงไม่เหมาะต่อการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตของโลก

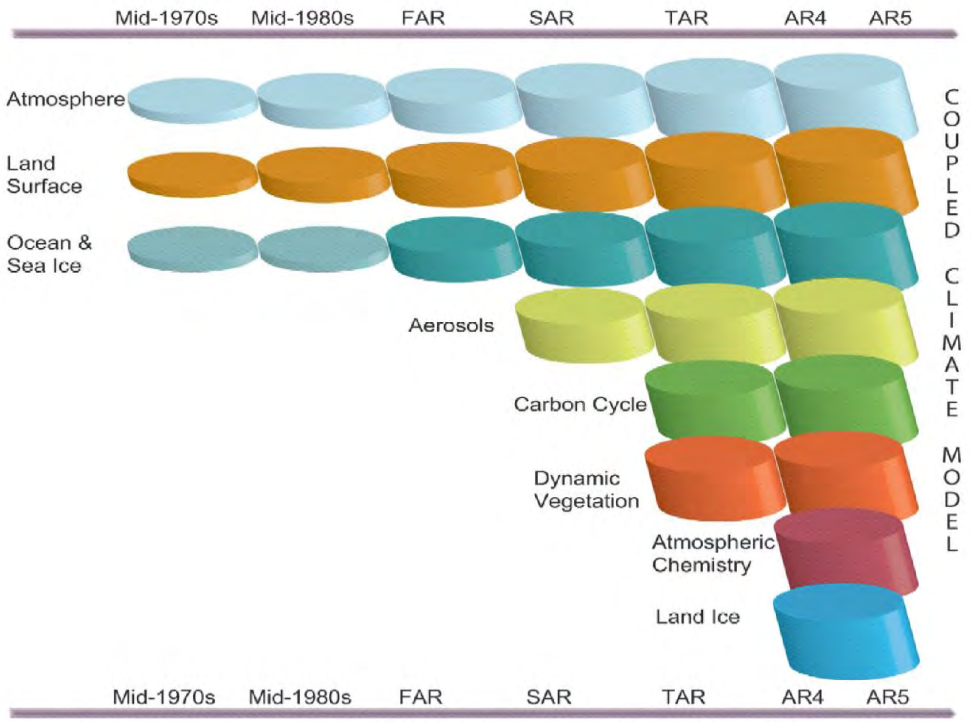
2. แบบจำลองสภาพภูมิอากาศส่วนชั้นบรรยากาศ (Atmospheric General Circulation Models: AGCMs) เป็นแบบจำลองส่วนของบรรยากาศที่รวมผิวดิน โดยมีตัวแปรที่สำคัญคือ อุณหภูมิของน้ำทะเล (Sea Surface Temperatures: SSTs) และสภาพเคมีของบรรยากาศ (atmospheric chemistry) เข้าด้วยกัน โดยมีการกำหนดตัวแปรเสริม (parametrizations) เพื่อใช้ในการรวมกระบวนการต่างๆ เช่น การพัดพาความร้อน (convection) กระบวนการผิวดิน (land surface processes) ค่า albedo และอุทกวิทยา (hydrology) รวมถึงการปกคลุมของเมฆ (cloud cover)

3. แบบจำลองสภาพภูมิอากาศส่วนมหาสมุทร (Oceanic General Circulation Models: OGCMs) เป็นแบบจำลองสภาพการไหลวนของมหาสมุทรกับความสัมพันธ์ของชั้นบรรยากาศ โดยแบบจำลองจะรวมหรือไม่รวมน้ำแข็งในทะเล จะขึ้นอยู่กับแบบจำลองของแต่ละสถาบันที่ทำการวิจัยและพัฒนาแบบจำลอง

4. แบบจำลองสภาพภูมิอากาศชั้นบรรยากาศ - มหาสมุทร (Coupled Atmosphere - Ocean General Circulation Models: AOGCMs)เป็นแบบจำลองที่รวมเอาส่วนชั้นบรรยากาศและส่วนมหาสมุทรมารวมเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถวิเคราะห์แบบจำลองสภาพภูมิอากาศให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง ซึ่งจะช่วยลดความคาดเคลื่อนในการจำลองสภาพภูมิอากาศจากการกำหนดเงื่อนไขขอบเขต (boundary condition) แบบจำลองสภาพภูมิอากาศชั้นบรรยากาศ - มหาสมุทรมีความสลับซับซ้อนในการคำนวณที่สูง แต่มีความเหมาะสมในการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตของโลก

รูปที่ 3.1-1 แสดงพัฒนาการของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก โดยในยุคแรกแบบจำลองใช้ข้อมูลภูมิอากาศเป็นหลัก เรียกว่า Atmospheric GCM หรือ AGCM ต่อมามีการเพิ่มในส่วนของ

มหาสมุทร และพื้นดิน ในช่วงของการจัดทำ IPCC Second Assessment Reportแบบจำลองมีการเพิ่มในส่วนของ Aerosols ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในการพัฒนาต่อมาแบบจำลองมีความซับซ้อนและมีความละเอียดสูงขึ้น มีการรวม Carbon Cycle, Dynamic Vegetation, Atmospheric Chemistry, และ Land Ice interaction ในแบบจำลองเวอร์ชันล่าสุด

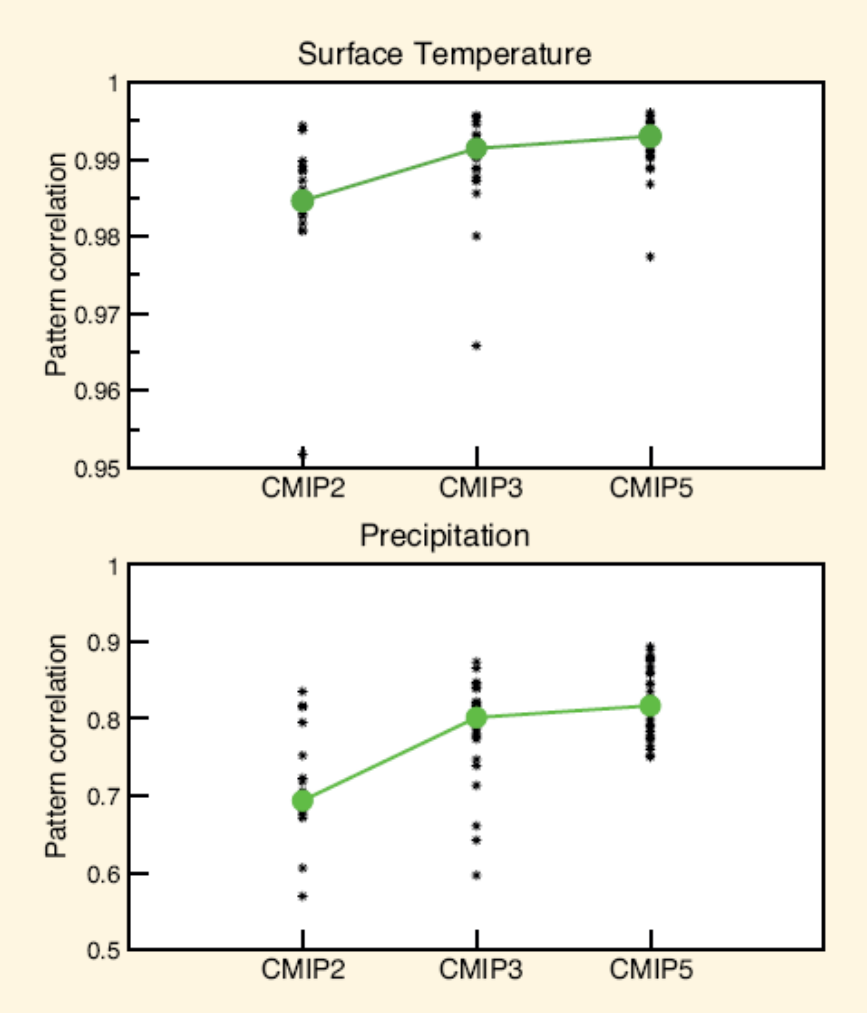


รูปที่ 3.1-1 การพัฒนาแบบจำลองภูมิอากาศโลกในระยะต่างๆ

(IPCC, 2013)

ในปัจจุบันมี Climate Modeling Groups กว่า 20 กลุ่มทั่วโลกที่ได้ทำการพัฒนา GCMs และได้เกิดความร่วมมือระหว่าง World Climate Research Programme's (WCRP) Working Group on Coupled Modelling (WGCM) และ International Geosphere-Biosphere Programme's (IGBP) Integration and Modeling of the Earth System (AIMES) project ในการจัดทำ climate model experiments ภายใต้โครงการ Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) โดยในปัจจุบันอยู่ในเฟสที่ 5 หรือ CMIP 5 (Meehl and Hibbard 2007; Hibbard et al. 2007) ซึ่ง CMIP5 มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อประเมินกลไกของแบบจำลองในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของคาร์บอนและเมฆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีความเข้าใจใน feedbacks ค่อนข้างน้อย (2) เพื่อศึกษาความสามารถในการคาดการณ์ในช่วงทศวรรษ และ (3) เพื่อศึกษาถึงสาเหตุที่แต่ละแบบจำลองให้ผลการจำลอง

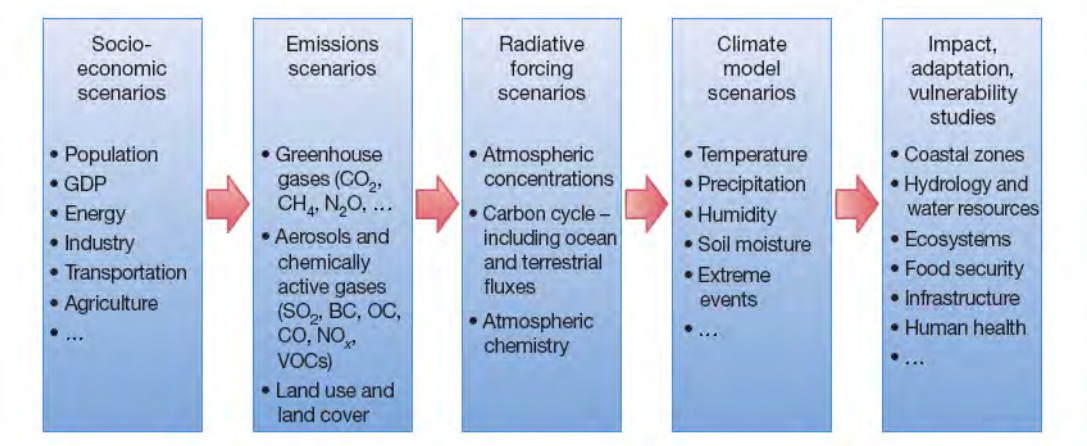
ที่แตกต่างกันภายใต้เงื่อนไขที่คล้ายคลึงกัน (Taylor et al., 2012) รูปที่ 3.1-2 แสดงความสัมพันธ์ของผลการจำลองอุณหภูมิและปริมาณฝนจาก GCMs เปรียบเทียบกับข้อมูลสังเกตการณ์ โดยแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของ GCMs ตั้งแต่ CMIP2 ในช่วงปีค.ศ. 2000 CMIP3 ในช่วงปีค.ศ. 2005 และเฟสปัจจุบันคือ CMIP5 จะเห็นได้ว่า pattern correlation ของ GCMs มีค่าสูงขึ้นในแต่ละเฟส แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของ GCMs ที่ดีขึ้น โดยจุดสีดำแสดง pattern correlation ของแต่ละแบบจำลอง และจุดสีเขียวเป็นค่ามัธยฐานนอกจากนี้ผลของการจำลองอุณหภูมิมีค่า pattern correlation อยู่ในเกณฑ์ดีมาก และมีความแปรปรวนระหว่างแบบจำลองค่อนข้างน้อยมาก ในขณะที่การจำลองปริมาณฝนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นมากในระยะ CMIP5 และมีความแปรปรวนระหว่างแบบจำลองลดลง



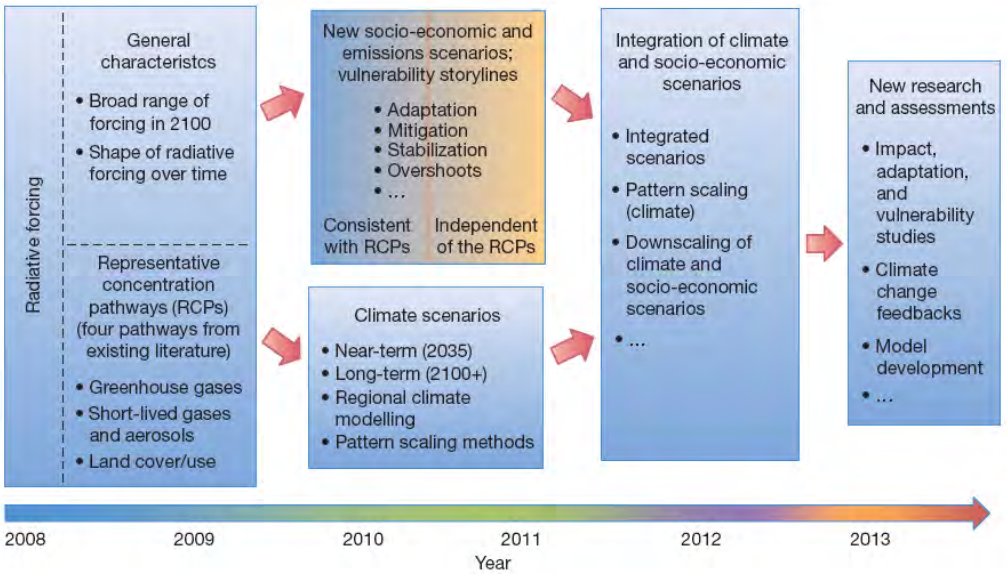
รูปที่ 3.1-2 การเปรียบเทียบ pattern correlation ระหว่าง GCMs ในเฟส CMIP2 CMIP3 และCMIP5 (Flato et al., 2013)

3.2 ภาพการณ์จำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ภาพจำลองในอนาคตมีส่วนสำคัญในการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจก ในอดีตภาพจำลองในอนาคตมิได้สะท้อนถึงสมมติฐานการเปลี่ยนแปลงในเชิงนโยบายทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในการบรรเทาและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รูปที่ 3.2-1 แสดงกระบวนการแบบลำดับขั้น (sequential approach) ในการพัฒนาภาพจำลองที่ใช้ในการศึกษาในอดีต และรูปที่ 3.2-2 แสดงกระบวนการแบบคู่ขนานในการพัฒนาภาพจำลอง ซึ่งปรับปรุงมาจากกระบวนการแบบลำดับขั้น ทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาภาพจำลอง และการนำภาพจำลองไปใช้ในการศึกษาผลกระทบต่อไป (Moss et al., 2010)



รูปที่ 3.2-1 กระบวนการในการพัฒนาภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแบบลำดับขั้น (Moss et al., 2010)



รูปที่ 3.2-2 กระบวนการในการพัฒนาภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแบบคู่ขนานสำหรับ CMIP5 (Moss et al., 2010)

สำหรับภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate scenarios) ในอนาคตที่ใช้ใน CMIP5 ได้กำหนดเป็นแนวโน้มปริมาณการแผ่รังสีความร้อนโดยมีการคำนึงถึงนโยบายที่เกี่ยวข้อง โดยกำหนดเป็น Representative Concentration Pathways (RCPs) ประกอบไปด้วย 4 scenarios ดังสรุปตารางที่ 3.2-1 โดยชื่อเรียกแต่ละ RCP จะสะท้อนถึงปริมาณการแผ่รังสีความร้อนจากก๊าซเรือนกระจก (Radiative Forcing) ในปีค.ศ. 2100 สัมพัทธ์กับก่อนยุคอุตสาหกรรม

ตารางที่ 3.2-1 Representative Concentration Pathways สำหรับ CMIP5 (Moss et al., 2010)

Table 1 | The four RCPs

Name	Radiative forcing	Concentration (p.p.m.)	Pathway
RCP8.5	>8.5 W m^{-2} in 2100	>1,370 CO_2-equiv. in 2100	Rising
RCP6.0	~6 W m^{-2} at stabilization after 2100	~850 CO_2-equiv. (at stabilization after 2100)	Stabilization without overshoot
RCP4.5	~4.5 W m^{-2} at stabilization after 2100	~650 CO_2-equiv. (at stabilization after 2100)	Stabilization without overshoot
RCP2.6	Peak at ~3 W m^{-2} before 2100 and then declines	Peak at ~490 CO_2-equiv. before 2100 and then declines	Peak and decline

โดยรายละเอียดของภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้แต่ละ RCPs มีดังนี้

1. RCP 8.5 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราที่สูง

RCP 8.5 เป็นการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยไม่มีมาตรการหรือนโยบายควบคุมในการลดก๊าซเรือนกระจก โดย RCP 8.5 จะทำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือทำการแผ่รังสี 8.5 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราที่สูง ถ้าทำการเทียบเคียงกับตัวแทนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรายงานการประเมินฉบับที่ 4 (Fourth Assessment Report, AR4) คือ SRES A1 F1 (fossil intensive) ซึ่งเป็นตั้งสมมุติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูง โดยเน้นการใช้พลังงานฟอลซิลเป็นหลัก RCP 8.5 ได้รับการพัฒนาจาก International Institute for Applied System Analysis ประเทศออสเตรีย RCP 8.5 ได้กำหนดสมมุติฐานดังต่อไปนี้

- กำหนดว่าหนึ่งวันจะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวนสามครั้งจนถึงปี ค.ศ. 2100
- มีการปล่อยก๊าซมีเทนที่รวดเร็วเพิ่มขึ้น
- เพิ่มอัตราการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกและทุ่งหญ้าในการปศุสัตว์ ซึ่งจะเป็นแรงกระตุ้นในการเพิ่มขึ้นของประชากร
- จำนวนประชากรโลกจะมีจำนวน 12 พันล้านคน เมื่อสิ้นสุด ค.ศ. 2100

- อัตราการพัฒนาทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับต่ำ
- พึ่งพาการใช้เชื้อเพลิงฟอลซิลอย่างหนัก
- การใช้พลังงานบนโลกในอัตราที่สูง
- ไม่มีมาตรการหรือนโยบายควบคุมในการลดก๊าซเรือนกระจก

2. RCP 6 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราปานกลาง

RCP 6 เป็นการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยมีการกำหนดมาตรการและนโยบายควบคุมในการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงมีการพัฒนาทางเทคโนโลยีในระดับหนึ่ง โดย RCP 6 จะทำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือทำการแผ่รังสี 6.0 วัตต์ต่อตารางเมตรและมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในปี ค.ศ. 2100 จากนั้นจะอยู่ในระดับคงที่ (stabilization) ซึ่งถือว่าเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราปานกลาง ถ้าทำการเทียบเคียงกับตัวแทนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรายงานการประเมินฉบับที่ 4 (Fourth Assessment Report, AR4) คือ SRES B2 ซึ่งเป็นการตั้งสมมุติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปานกลาง-ต่ำ RCP 6 ได้รับการพัฒนาจาก National Institute for Environmental Studies ประเทศญี่ปุ่น RCP 6 ได้กำหนดสมมุติฐานดังต่อไปนี้

- พึ่งพาการใช้เชื้อเพลิงฟอลซิลอย่างหนัก
- การใช้พลังงานบนโลกในอัตราปานกลาง
- เพิ่มอัตราการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกและลดอัตราการใช้พื้นที่ทุ่งหญ้าในการปศุสัตว์
- มีการปล่อยก๊าซมีเทนในระดับคงที่
- จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดที่ร้อยละ 75 ในปี ค.ศ. 2060 และลดลงร้อยละ 25 หลังจากผ่านปี ค.ศ. 2060

3. RCP 4.5 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราปานกลาง-ต่ำ

RCP 4.5 เป็นการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยมีการกำหนดมาตรการและนโยบายควบคุมในการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงมีการพัฒนาทางเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย RCP 4.5 มีความคล้ายคลึงกับ RCP 6 ในการตั้งสมมุติฐานบางอย่าง โดย RCP 4.5 จะทำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือทำการแผ่รังสี 4.5 วัตต์ต่อตารางเมตรและมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในปี ค.ศ. 2100 จากนั้นจะอยู่ในระดับคงที่ (stabilization) ซึ่งถือว่าเป็น RCP ที่มีความสอดคล้องกับความพยายามในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปัจจุบัน ถ้าทำการเทียบเคียงกับตัวแทนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรายงานการประเมินฉบับที่ 4 (Fourth Assessment Report, AR4) คือ SRES B1

ซึ่งเป็นการตั้งสมมุติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ RCP 4.5 ได้รับการพัฒนาจาก Pacific Northwest National Laboratory ประเทศสหรัฐอเมริกา RCP 4.5 ได้กำหนดสมมุติฐานดังต่อไปนี้

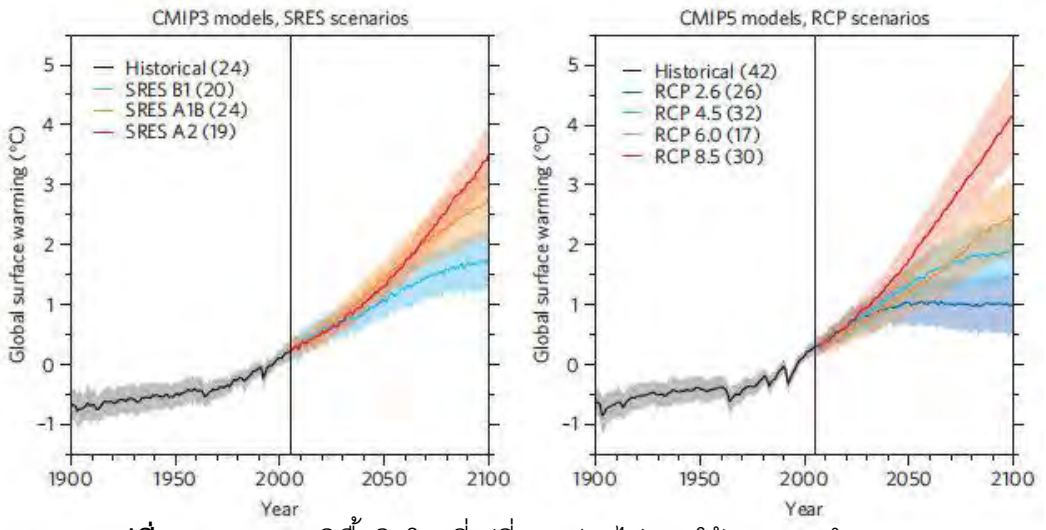
- การใช้พลังงานบนโลกในอัตราต่ำ
- มีการส่งเสริมการปลูกป่าเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อน
- ลดอัตราการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกและทุ่งหญ้าในการปศุสัตว์ เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของผลผลิตจากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี
- มีนโยบายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างเข้มงวด
- มีการปล่อยก๊าซมีเทนในระดับคงที่
- จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยก่อนจะเริ่มลดลงในปี ค.ศ. 2040

4. RCP 2.6 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราที่ต่ำ

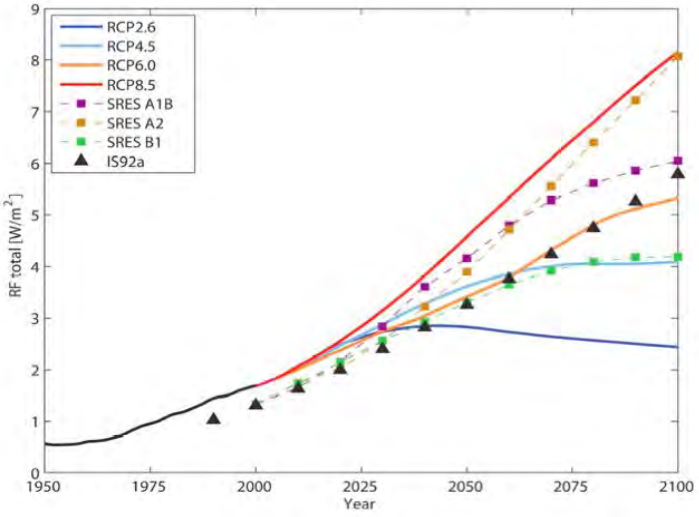
RCP 2.6 เป็นการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยมาตรการหรือนโยบายควบคุมในการลดก๊าซเรือนกระจก โดยมีมาตรการบังคับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลดการปล่อยมลพิษตลอดเวลา โดย RCP 2.6 จะทำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือทำการแผ่รังสี 3.1 วัตต์ต่อตารางเมตรและค่อยๆ ลดลงเหลือ 2.6 วัตต์ต่อตารางเมตรจนสิ้นสุดปี ค.ศ. 2100 ซึ่งถือว่าเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราที่ต่ำ RCP 2.6 ได้รับการพัฒนาจาก PBL Netherlands Environmental Assessment Agency ประเทศเนเธอร์แลนด์ RCP 2.6 ได้กำหนดสมมุติฐานดังต่อไปนี้

- ลดการใช้เชื้อเพลิงประเภทฟอลซิล
- การใช้พลังงานบนโลกในอัตราต่ำ
- จำนวนประชากรโลกจะมีจำนวน 9 พันล้านคน เมื่อสิ้นสุด ค.ศ. 2100
- เพิ่มอัตราการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูก โดยใช้พลังงานชีวภาพ
- การเลี้ยงปศุสัตว์มีประสิทธิภาพ
- มีการปล่อยก๊าซมีเทนลดลงร้อยละ 40
- จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณคงที่จนกระทั่งถึงปี ค.ศ. 2040 และเริ่มลดลงและอาจติดลบจนสิ้นสุด ค.ศ. 2100
- จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในปี ค.ศ. 2050 และจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง 400 ppm

รูปที่ 3.2-3 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวโลกที่เปลี่ยนแปลงไปภายใต้ภาพการจำลองปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ CMIP3 ซึ่งเป็นภาพการจำลองปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ Special Report Emissions Scenarios (SRES) และของ CMIP5 ซึ่งเป็นภาพการจำลองปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ Representative Concentration Pathways (RCPs) และรูปที่ 3.2-4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการแผ่รังสีความร้อนระหว่าง SRES และ RCP ซึ่งแสดงให้เห็นความคล้ายคลึงกันระหว่าง RCP 4.5 และ SRES B1, RCP6.0 และ IS92a, RCP 8.5 และ SRES A2

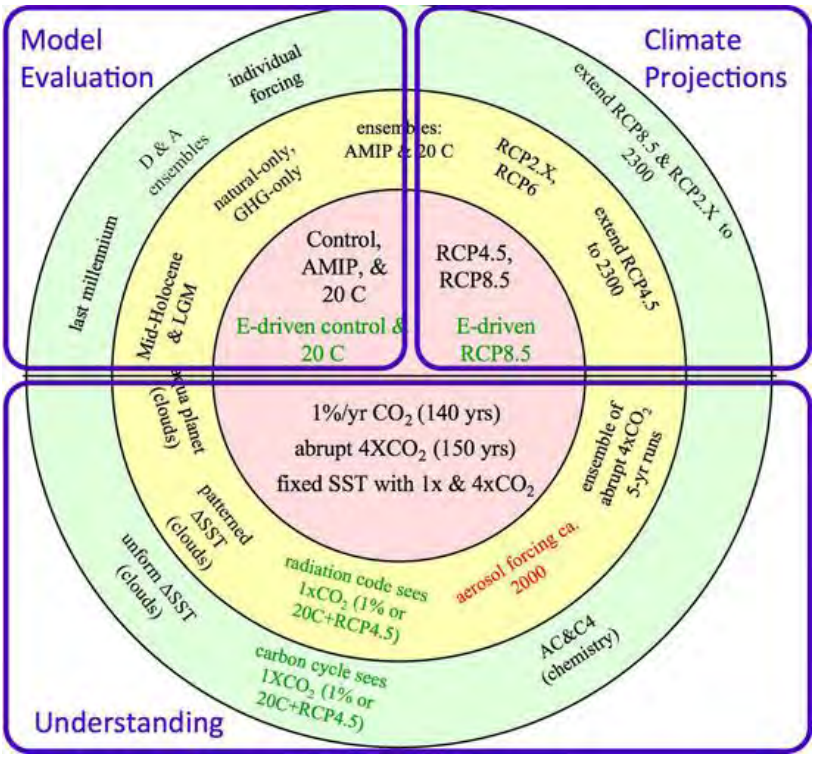


รูปที่ 3.2-3 อุณหภูมิพื้นผิวโลกที่เปลี่ยนแปลงไปภายใต้ภาพการจำลองปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ CMIP3 และ CMIP5 (IPCC, 2013)



รูปที่ 3.2-4 การเปรียบเทียบปริมาณการแผ่รังสีความร้อนระหว่างภาพการจำลองปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ SRES และ RCP (IPCC, 2013)

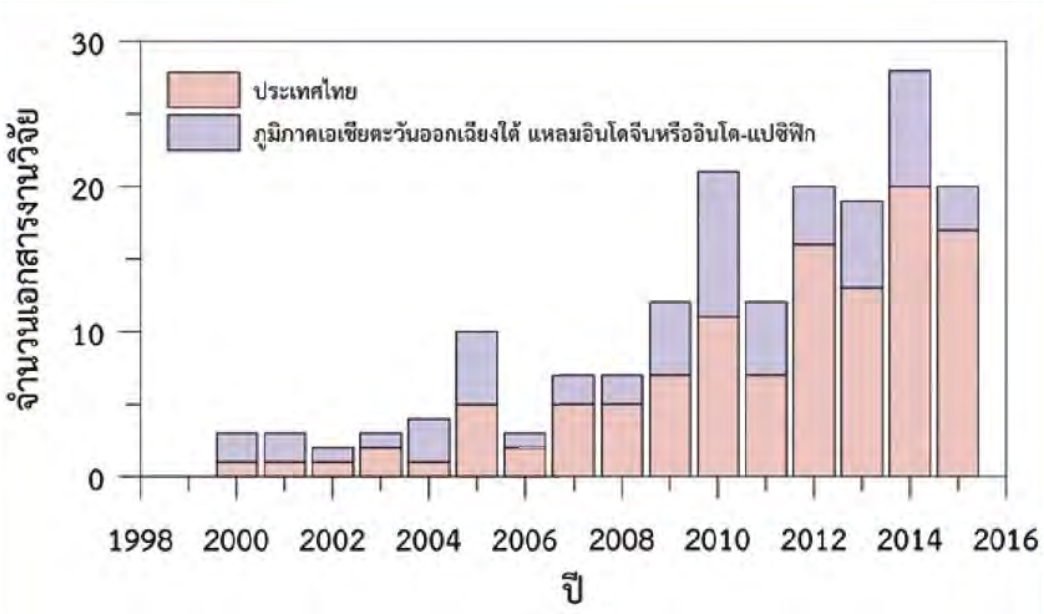
CMIP5 ประกอบด้วยการจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคต 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การจำลองในช่วงระยะยาว (100 ปี) และ 2) การจำลองในช่วงระยะสั้น (10-30 ปี) การจำลองในในระยะยาวมักเริ่มจากหลายศตวรรษก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม โดยทั้งในระยะสั้นและระยะยาวจะรวมระบบที่ควบระหว่างบรรยากาศ-มหาสมุทร (atmosphere-ocean global climate models, AOGCMs) และแบบจำลองระบบต่างๆ ของโลก (Earth system models, ESMs) เข้าไปด้วย และเนื่องจาก CMIP5 มีขอบเขตของการจำลองสภาพภูมิอากาศหลากหลายรูปที่ 3.2-5 แสดงแผนภูมิสรุปการจำลองสภาพอากาศภายใต้สถานการณ์ต่างๆ โดยแบ่งเป็นสถานการณ์ที่อยู่ในแกนกลางและล้อมรอบด้วยวงแหวนสองชั้น โดยในแกนกลางเป็นสถานการณ์ที่ทุกแบบจำลองนำไปใช้ในการจำลองสภาพภูมิอากาศ และในวงรอบชั้นถัดๆ จากแกนกลาง เป็นสถานการณ์สำหรับหน่วยงานที่สนใจศึกษาเฉพาะกรณีหรือต้องการศึกษาในเชิงลึกมากขึ้น นอกจากนั้นยังมีการแบ่งสถานการณ์การจำลองสภาพภูมิอากาศเพื่อประเมินและเปรียบเทียบแบบจำลอง เพื่อจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคต และเพื่อการศึกษาทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 3.2-5 แผนภูมิสรุปการจำลองสภาพอากาศภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ภายใต้ CMIP5 (Taylor et al., 2012)

3.3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยในอดีต

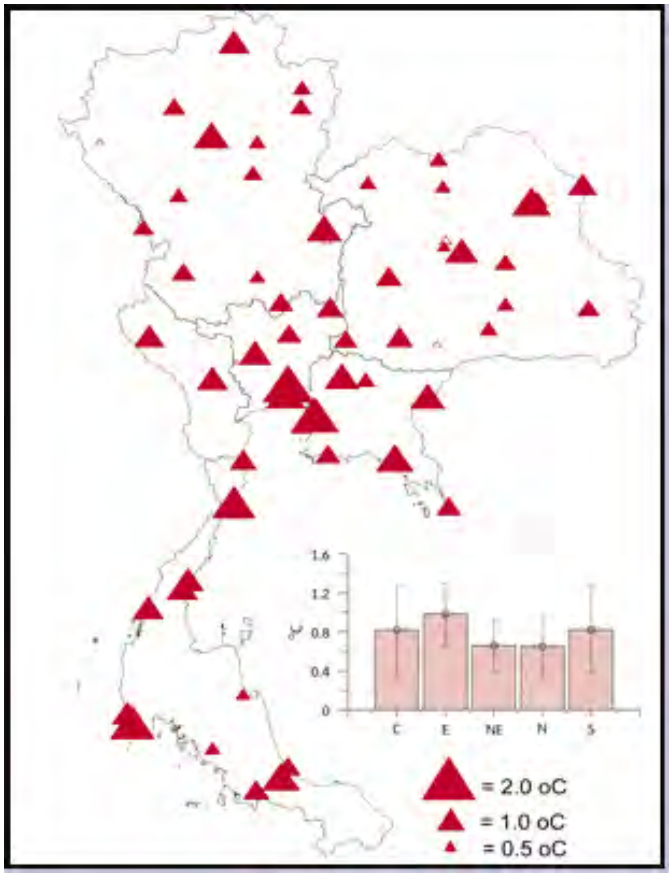
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยได้จัดทำรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 2 พ.ศ.2559 (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2559) โดยทำการประมวลและสังเคราะห์ผลการศึกษาด้านภูมิอากาศวิทยาจากเอกสารงานวิจัยประมาณ 75 - 80 ฉบับแสดงในรูปที่ 3.3-1 ซึ่งส่วนใหญ่ได้ถูกตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารต่างๆ ในช่วงเวลาหลังจากปี ค.ศ.2011 (พ.ศ.2554) ถึงปัจจุบัน



รูปที่ 3.3-1 จำนวนเอกสารงานวิจัยด้านภูมิอากาศวิทยาที่เนื้อหาและพื้นที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับประเทศไทยโดยตรงและในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แหลมอินโดจีนและอินโด-แปซิฟิก ซึ่งได้ถูกตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารที่มีกระบวนการตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องของเนื้อหาจากคณะผู้เชี่ยวชาญ (peer-reviewed journal) ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในช่วงระหว่างปี ค.ศ.2000 - 2015 (พ.ศ.2543 - 2558) โดยทำการสืบค้นจากฐานข้อมูลของวารสารจำนวน 100 วารสาร (อัศมน ลิ่มสกุล, 2559)

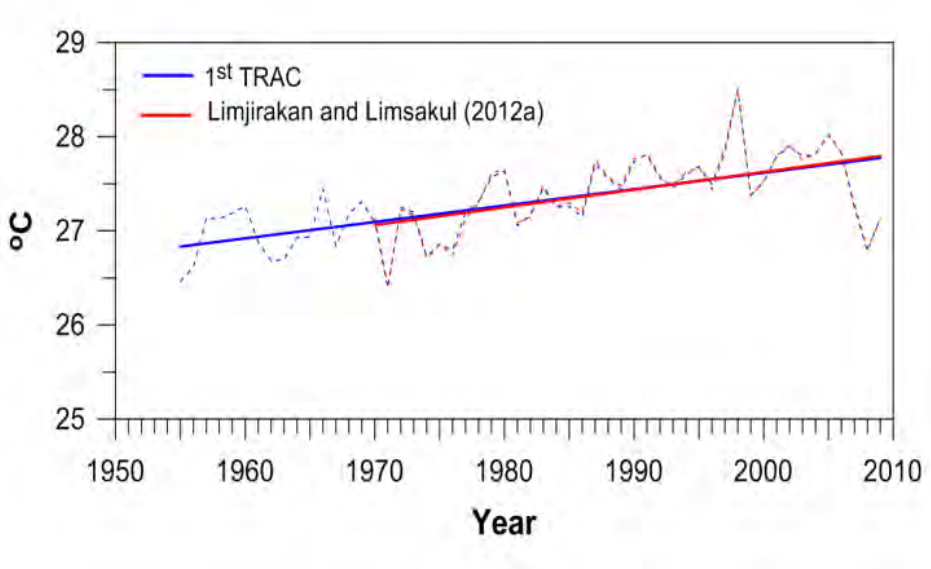
งานวิจัยด้านภูมิอากาศวิทยาที่เนื้อหาและพื้นที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับประเทศไทยได้ช่วยเพิ่มเติมองค์ความรู้ และเสริมรายละเอียดแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภูมิอากาศในประเทศไทยจากรายงานThailand's Assessment Report on Climate Change (TARC) ฉบับที่ 1 ให้เป็นปัจจุบันและมีความชัดเจนมากขึ้น สำหรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยจากข้อมูลตรวจวัดที่พื้นผิว โดยเน้นที่ข้อมูลอุณหภูมิและข้อมูลฝน ที่รายงานไว้ใน TARC ฉบับที่ 2 (อัศมน ลิ่มสกุล, 2559) สรุปได้ดังนี้

1) การศึกษาในช่วงหลังรายงาน TARC ฉบับที่ 1 ต่างแสดงผลที่สอดคล้องกัน ซึ่งช่วยเพิ่มเติมหลักฐานที่บ่งชี้ให้เห็นถึงอุณหภูมิที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของประเทศไทยด้วยความมั่นใจในระดับสูง ดังแสดงในรูปที่ 3.3-2 โดยในรอบ 40 ปีที่ผ่านมาในช่วงระหว่างปี ค.ศ.1970-2009 (พ.ศ.2513-2552) อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีของประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.96 0.92 และ 1.04°C ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.3-3 อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิดังกล่าวอาจมีสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศหรือปัจจัยระดับท้องถิ่นอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวกับภูมิอากาศ เช่น โดมความร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เมือง ในสัดส่วนเท่าไหร่ยังคงเป็นโจทย์ที่ต้องหาคำตอบเพิ่มเติม



รูปที่ 3.3-2 แนวโน้มการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีในประเทศไทย (°C ในรอบ 40 ปี) ซึ่งวิเคราะห์จากอนุกรมข้อมูลรายวันในห้วงเวลาระหว่างปี ค.ศ.1970-2009(พ.ศ.2513-2552) จากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 65 สถานี โดยค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายภูมิภาคแสดงในรูปเล็ก

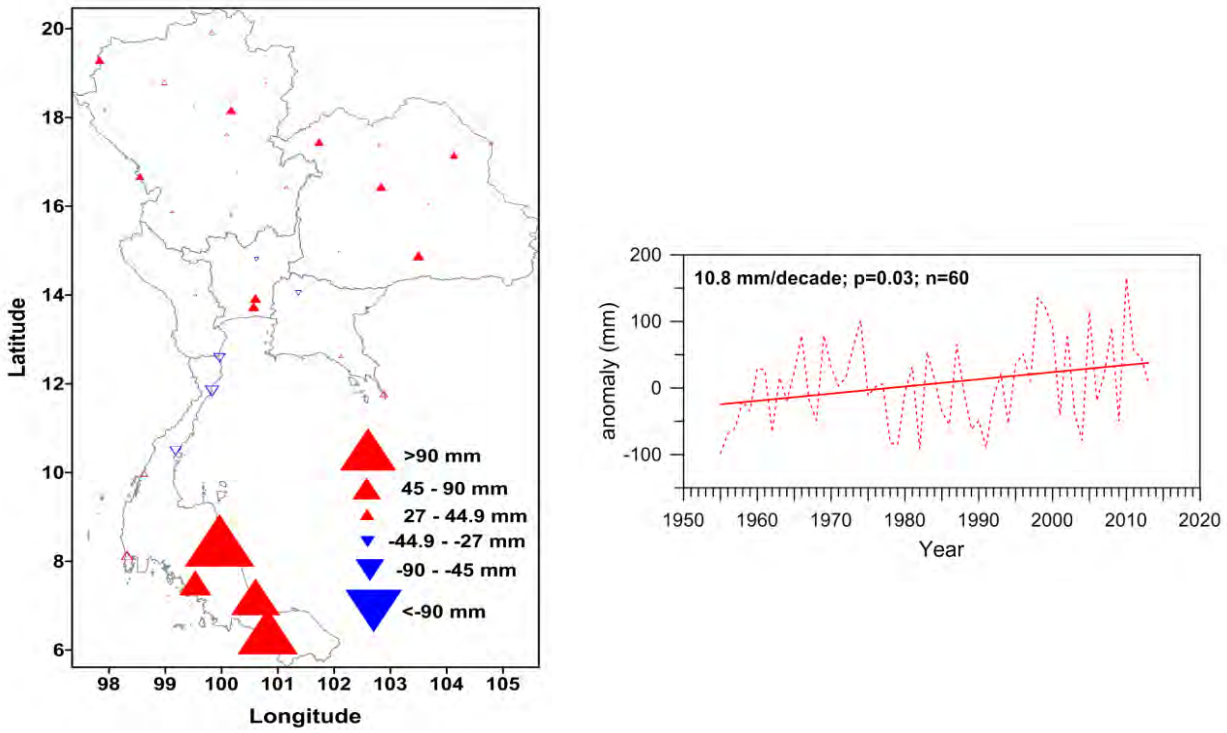
(Limjirakan and Limsakul, 2012a)



รูปที่ 3.3-3 เปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเวลาของ
อนุกรมข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยที่เฉลี่ยทั้งประเทศไทย
จากผลการวิเคราะห์ของ Limjirakan and Liksakul (2012a)
และในรายงาน TARC ฉบับที่ 1
(อัศมน ลิ่มสกุล, 2559)

2) การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของฝนในระยะหลังจากรายงาน TARC ฉบับที่ 1 ไม่เพียงสนับสนุนผลการศึกษาในระยะแรกที่ว่าความแปรปรวนในระยะสั้น เป็นองค์ประกอบหลักของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนสะสมรวมรายปีในภาพรวมของประเทศไทย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอ็นโซ่ และ PDO แต่ช่วยเพิ่มเติมหลักฐานแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อวิเคราะห์ในสเกลพื้นที่และเวลาที่มีความละเอียดขึ้น โดยพบว่าปริมาณฝนสะสมรวมรายปีในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทยในช่วงเวลาระหว่างปี ค.ศ.1955-2014 (พ.ศ.2498-2557) มีแนวโน้มลดลงและเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ตามลำดับ ขณะที่ ปริมาณฝนสะสมรวมเฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ภาพรวมของประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในอัตรา 64.8 มิลิเมตรในรอบ 60 ปีที่ผ่านมา (ค.ศ.1955-2014 หรือ พ.ศ.2498-2557) ดังแสดงในรูป 3.3-4 นอกจากนี้ ผลการศึกษาล่าสุดยังชี้ให้เห็นว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของปริมาณฝนในเขตร้อนอย่างประเทศไทย ควรแยกวิเคราะห์ในแต่ละพื้นที่ให้สอดคล้องกับ hydrological regime และแต่ละห้วงเวลาของปี มากกว่าการวิเคราะห์ในภาพรวมของประเทศไทยอย่างเช่นอุณหภูมิอากาศใกล้

พื้นผิว โดยการสร้างความรู้ความเข้าใจถึงสาเหตุและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของฝนในบริบทท้องถิ่น ซึ่งเป็นสเกลที่ประชาชนปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ยังมีความจำเป็นที่ต้องดำเนินการเพิ่มเติม



รูปที่ 3.3-4 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนสะสมรวมในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนรายสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา (มิลลิเมตรต่อทศวรรษ) และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในภาพรวมของประเทศไทยในช่วงระหว่างปี ค.ศ.1955 - 2014 (พ.ศ.2498 - 2557) โดยสามเหลี่ยมที่ระบายสีแดงและน้ำเงิน แสดงการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
(Limsakul and Singhruck, 2016)

3) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาวะสุดขีดของลมฟ้าอากาศในประเทศไทยในระยะหลัง จากรายงาน TARC ฉบับที่ 1 ยังคงเป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจเป็นพิเศษ บนพื้นฐานจากการศึกษาต่างๆ ซึ่งให้ผลการวิเคราะห์และหลักฐานที่สอดคล้องกัน ก่อให้เกิดความมั่นใจในระดับสูงถึงข้อสรุปที่ว่า สภาวะสุดขีดของอุณหภูมิในประเทศไทย มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในรอบ 40 - 50 ปีที่ผ่านมา ดังแสดงในรูป 3.3-5 ซึ่งตอบสนองต่อการร้อนขึ้นของประเทศไทยองค์ความรู้ใหม่ๆ

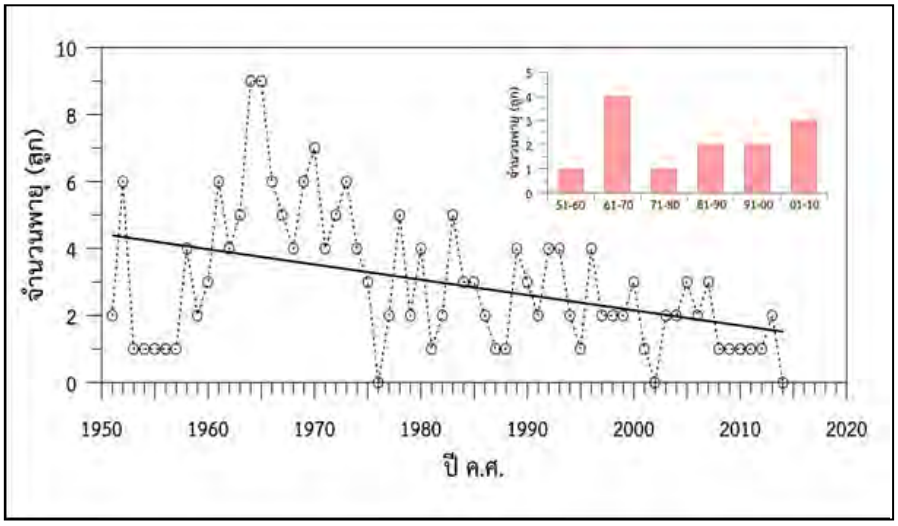
จากการศึกษาในช่วงล่าสุด ยังช่วยเพิ่มเติมความชัดเจนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะสุดขีดของฝนในประเทศไทย โดยผลการศึกษา บ่งชี้ให้เห็นถึงความถี่ของเหตุการณ์ฝนและระยะเวลาที่ฝนตกอย่างต่อเนื่องในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลง แต่ความแรงของฝนและความเข้มของฝนจากเหตุการณ์ฝนตกหนักรวมถึงปริมาณฝนรวมจากเหตุการณ์ฝนหนัก กลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การเปลี่ยนแปลงสภาวะสุดขีดของฝนดังกล่าว มักนำไปสู่เหตุการณ์ภัยพิบัติทางภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบอย่างสูงต่อเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ดังเช่น เหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาในปี ค.ศ.2011 (พ.ศ.2554) ซึ่งเป็นปีที่ประเทศไทยมีสภาวะสุดขีดของฝนสูงที่สุดในรอบ 60 ปี ทั้งนี้ หลักฐานแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสภาวะสุดขีดของฝนได้เพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง ส่งผลให้ความมั่นใจต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในระดับปานกลางเช่นกัน

รูปที่ 3.3-5 การเปลี่ยนแปลงของสภาวะฝนสุดขีดในอนาคต

(อัศมน ลิ่มสกุล, 2559)

4) บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ในรอบ 64 ปีที่ผ่านมา (ค.ศ.1951 - 2014 หรือ พ.ศ.2494 - 2557) พบว่าความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยการลดลงของกิจกรรมของพายุหมุนเขตร้อนในภาพรวมดังกล่าว ส่งผลโดยตรงต่อปริมาณฝนและภาวะแห้งแล้งในประเทศไทย แต่เมื่อพิจารณาในรายละเอียดภายใต้การลดลงของความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนนั้นแล้ว กลับพบว่า จำนวนพายุหมุนเขตร้อนในระดับที่รุนแรงกว่าพายุ

ดีเปรสชั่นเขตร้อนที่เกิดขึ้นทั้งหมดในรอบทุกๆ 10 ปี กลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ทศวรรษที่ 70 ดังแสดงในรูปที่ 3.3-6 ซึ่งบ่งชี้ถึงความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของประเทศไทยต่อเหตุการณ์สภาวะสุดขีดของลมฟ้าอากาศทั้งจากเหตุการณ์ฝนตกหนักและน้ำท่วมที่เกิดขึ้นเป็นระยะๆ สลับกับการเกิดภาวะความแห้งแล้งที่ยาวนานขึ้น ผลการประมวลและสังเคราะห์องค์ความรู้พบว่า หลักฐานและระดับความมั่นใจต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลพายุหมุนเขตร้อนในประเทศไทยอยู่ในระดับปานกลาง



รูปที่ 3.3-6 การเปลี่ยนแปลงของพายุหมุนเขตร้อน

(อัศมน ลิ่มสกุล, 2559)

5) ฐานข้อมูลภูมิอากาศที่ตรวจวัดอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาที่ยาวนานและมีคุณภาพสูงยังเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยด้านภูมิอากาศวิทยาในประเทศไทย ซึ่งฐานข้อมูลที่ตรวจวัดจากสถานีและแบบกริดระดับโลกถูกนำมาใช้เพิ่มมากขึ้นในห้วงระยะเวลาหลังจากรายงาน TARC ฉบับที่ 1 อย่างไรก็ตาม การนำฐานข้อมูลตรวจวัดมาใช้ในการศึกษา ควรให้ความสำคัญเป็นพิเศษต่อคุณภาพของข้อมูลซึ่งมีระดับที่แตกต่างกันของแต่ละแหล่งข้อมูลจากการตรวจสอบในช่วงล่าสุดพบว่า ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยของกรมอุตุนิยมวิทยา มีลักษณะไม่เป็นเอกพันธ์ของข้อมูลเกิดขึ้นระหว่างห้วงเวลาก่อนและหลังปี ค.ศ. 2004 - 2005 (พ.ศ.2547 - 2548) ซึ่งมีสาเหตุหลักเกิดจากการเปลี่ยนแปลงวิธีการคำนวณอุณหภูมิเฉลี่ย ดังนั้น การตรวจสอบและปรับแก้ลักษณะไม่เป็นเอกพันธ์ของข้อมูลดังกล่าวและข้อมูลภูมิอากาศตรวจวัดอื่นๆ ด้วยเทคนิคทางสถิติ ควรดำเนินการก่อนที่จะนำมาใช้สำหรับการศึกษาวิจัยด้านภูมิอากาศวิทยา นอกจากนี้ การตรวจสอบและประเมินคุณภาพของฐานข้อมูลฝนของกรมชลประทานซึ่งมีจำนวนสถานีและเครือข่ายที่ครอบคลุมมากกว่าฐานข้อมูลของ

กรมอุตุนิยมวิทยา ควรดำเนินการเพิ่มเติมเช่นกัน โดยฐานข้อมูลจากทั้งสองแหล่ง ควรถูกผนวกรวมกันให้เป็นฐานข้อมูลเดียวที่มีคุณภาพและมาตรฐานการดูแลในระดับเดียวกัน ทั้งนี้ การศึกษาวิจัยด้านภูมิอากาศวิทยาในประเทศไทยในอนาคต ควรนำฐานข้อมูลดาวเทียมที่มีความละเอียดสูง โดยเฉพาะฐานข้อมูลที่ดำเนินการโดย Global Climate ObservingSystem (GCOS) มาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในระดับท้องถิ่นของตัวแปรภูมิอากาศต่างๆ ซึ่งหัวข้องานวิจัย เช่น การพัฒนาดัชนีความแห้งแล้งและวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในประเทศไทย การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไอน้ำและไอน้ำกลั่นตัวได้ในบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงของความชื้นของดินและน้ำท่าการเปลี่ยนแปลงของการคายระเหยของน้ำ และการเปลี่ยนแปลงของเมฆและรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งได้ระบุในรายงานTARC ฉบับที่ 1 ยังคงเป็นประเด็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคต

3.4 การคัดเลือกตัวแทนแบบจำลองภูมิอากาศโลกสำหรับประเทศไทย

การศึกษานี้ได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกภายใต้ CMIP5 ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีการวัดจริงในอดีต เพื่อคัดเลือกแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากนั้นจะทำการ downscaling และ/หรือ bias correction เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศที่ผ่านมา ด้วยความสัมพันธ์ดังกล่าวจึงจะทำการประมาณสภาพภูมิอากาศในอนาคตจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศที่เลือกไปในอนาคตค่าสภาพภูมิอากาศที่ทำการประมาณจะทำการวิเคราะห์ตามค่าพารามิเตอร์และดัชนีที่ด้านต่างๆ ต้องใช้ในการประเมินผลกระทบ และการปรับตัวต่อไป เช่น ปริมาณฝนสูงสุด ต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด ปริมาณฝนความเข้มสูง จำนวนวันฝนตก จำนวนวันฝนไม่ตก เป็นต้น

ในรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 นี้ได้ทำการรวบรวมแบบจำลองที่มีข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในอดีต และ scenarios ในอนาคต 3 scenarios คือ RCP 2.6, RCP 4.5 และ RCP 8.5 สำหรับ RCP 6.0 เป็น RCP ที่มีผลการจำลองสภาพภูมิอากาศค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับ RCP อื่นๆ จึงไม่ได้นำมาพิจารณาในการศึกษานี้ ตารางที่ 3.4-1 สรุปการจำลองสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศที่อยู่ในฐานข้อมูลของ CMIP5 ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลอง 12 แบบจำลองที่มีการจำลองอุณหภูมิและปริมาณฝนรายวันในอดีตครบถ้วน และพบว่ามีแบบจำลอง 6 แบบจำลองที่มีการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตภายใต้ RCPs ทั้ง 3 แบบ ได้แก่ CCSM4, CNRM-CM5,

GFDL-CM3, IPSL-CM5A-MR, MIROC5, และ MRI-CGCM3 ซึ่งในการศึกษานี้จะทำการคัดเลือกตัวแทนแบบจำลอง 3 แบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

รายงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยเล่มที่ 2 (อำนาจ ชิดไธสง และคณะ, 2553) ได้นำเสนอแนวคิดเพื่อเลือกแบบจำลอง โดยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกแต่ละแบบจะให้ผลลัพธ์ของภูมิอากาศในอนาคตต่างกัน เมื่อปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มขึ้น เนื่องจากแต่ละสถาบัน มีทฤษฎี วิธีการ และข้อมูลในการประมวลผลที่แตกต่างกัน การเลือกใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกจึงควรพิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. อายุของแบบจำลอง แบบจำลองที่พัฒนาใหม่ จะได้รับการแก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและมีความแม่นยำเพิ่มขึ้น
2. ขนาดของพื้นที่แสดงผล (resolution) แบบจำลองที่มีขนาดพื้นที่แสดงผลที่เล็ก ย่อมดีกว่าแบบจำลองที่มีขนาดพื้นที่แสดงผลกว้าง เนื่องจากขนาดพื้นที่แสดงผลที่เล็กจะมีความละเอียดเชิงพื้นที่มากกว่า
3. ความแม่นยำในการแสดงผลสภาพภูมิอากาศปัจจุบัน แบบจำลองที่แสดงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันใกล้เคียงกับสภาพภูมิอากาศจากการตรวจวัดในพื้นที่หรือข้อมูลสังเกตการณ์ ควรมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองในอนาคตได้ดีกว่า

ตารางที่ 3.4-1 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ได้

รวบรวมจาก CMIP5

Modelling Group	Model Name	Historical	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) and Bureau of Meteorology (BOM), Australia	**ACCESS1.3**	1850-2005	-	yes	yes
University of Miami - RSMAS	**CCSM4**	1850-2005	yes	yes	yes
Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici	**CMCC-CMS**	1850-2005	-	yes	yes
Centre National de Recherches Météorologiques / Centre Européen de Recherche et Formation Avancée en Calcul Scientifique	**CNRM-CM5**	1850-2005	yes	yes	yes
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization in collaboration with Queensland Climate Change Centre of Excellence	**CSIRO-Mk3.6.0**	1850-2005	-	yes	yes
Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis	**CanCM4**	1961-2005	-	yes	-
NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	**GFDL-CM3**	1860-2005	yes	yes	yes
Met Office Hadley Centre (additional HadGEM2-ES realizations contributed by Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)	**HadCM3**	1859-2005	-	yes	-
Institute for Numerical Mathematics	**INM-CM4**	1850-2005	-	yes	yes
Institut Pierre-Simon Laplace	**IPSL-CM5A-MR**	1850-2005	yes	yes	yes
Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	**MIROC5**	1850-2012	yes	yes	yes
Meteorological Research Institute	**MRI-CGCM3**	1850-2005	yes	yes	yes

การศึกษาที่ผ่านมาที่ได้ทำการประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกสำหรับประเทศไทย Jampanil et al. (2014) ได้ทำการประเมินการจำลองปริมาณฝนจากแบบจำลอง 23 แบบจำลองภายใต้ CMIP3 ซึ่งใช้ใน AR4 โดยทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลฝนจาก Global Precipitation Climatology Project และวิเคราะห์ spatial correlation และ RMSE ของปริมาณฝนรายเดือน พบว่ามีแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก 6 แบบจำลองที่เหมาะสมกับประเทศไทย ได้แก่ gfdl_cm2_0, gfdl_cm2_1, ingv_echam4, inmcm3_0, k-1, miroc3_2_hires และncar_ccsm3_0

Watanabe et al. (2014) ศึกษาและประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก 9 แบบจำลองจากฐานข้อมูล CMIP5 ได้แก่ bcc-csm1-1-m, CNRM-CM5, CSIRO-Mk3.6, GFDL-ESM2M, HadGEM2-ES, INM-CM4, IPSL-CM5A-LR, MIROC5, และ MRI-CGCM3 โดยพิจารณาเลือกแบบจำลองที่มีการจำลองปริมาณฝนรายวันในสองช่วงเวลา คือ ค.ศ. 1980-1999 และค.ศ. 2080-2099 ในการพิจารณาความเหมาะสมของแบบจำลอง Watanabe et al. (2014) พิจารณาความสามารถในการจำลองฝนในช่วงฤดูมรสุมของประเทศไทย โดยทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลฝนในระดับโลกและระดับภูมิภาค 3 ฐานข้อมูล ได้แก่ GPCP,CMAP, และ APHRODITE พบว่าผลการจัดลำดับ pattern correlation จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับฐานข้อมูลฝนที่ใช้ นอกจากนี้ยังได้ทำการจำลองปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำเจ้าพระยาที่จ.นครสวรรค์จากปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก พบว่าปริมาณน้ำท่าในอนาคตในช่วงเดือนกันยายนอาจเพิ่มสูงขึ้น 60%-90% เปรียบเทียบกับช่วงเวลาในอดีตปี ค.ศ. 1980-1999 ผลจากการศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนที่เกิดจากความแตกต่างของฐานข้อมูลฝนสำรวจที่ได้ รวมถึงความไม่แน่นอนที่เกิดจากการปรับแก้ความเอนเอียงเชิงสถิติ (bias correction) ซึ่งส่งผลต่อการจำลองปริมาณน้ำท่าในอนาคต

นอกจากนี้ Kotsuki et al. (2014) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาของลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้ multi-model and multi-scenario จากฐานข้อมูล CMIP5 และการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Land Surface Model (SiBUC) ในการจำลองปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ จ.นครสวรรค์ จากผลการจำลองปริมาณฝนจาก 6 แบบจำลองแบบ AOGCMs ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ RCP 4.5 และ RCP 8.5 พบว่า ปริมาณน้ำฝนในช่วงกลางฤดูฝนจะเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มสูงขึ้นในช่วงปลายฤดูฝน

Supharatid (2015) ทำการศึกษาและประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกภายใต้ CMIP3 และ CMIP5 ในการคาดการณ์ปริมาณฝนและนัยสำคัญของความเปราะบางภาวะน้ำท่วมบริเวณกรุงเทพมหานคร โดยได้ทำการเลือกแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกจำนวน 9 แบบจำลองภายใต้ CMIP3 และ CMIP5 มาทำการย่อส่วนข้อมูลสภาพภูมิอากาศและทำการเปรียบเทียบระหว่างสภาพภูมิอากาศในศตวรรษที่ 20 และสภาพภูมิอากาศในอนาคตพบว่า แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกส่วนใหญ่ภายใต้ CMIP3 และ CMIP5 จำลองช่วงระยะเวลาที่ฝนทิ้งช่วงในช่วงเดือนมิถุนายน และกรกฎาคม ที่นานกว่าข้อมูลฝนสำรวจ และจำลองปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเดือนพฤษภาคมและ

เดือนกันยายน น้อยกว่าข้อมูลฝนสำรวจ เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณฝนในช่วงควอไทล์ที่ 25 และ 75 พบว่า แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกภายใต้ CMIP5 มีความคล้ายคลึงกับข้อมูลสังเกตการณ์มากกว่าแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกภายใต้ CMIP3 อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์โดยภาพรวมทั้งหมดแล้ว พบว่า ไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างความสามารถของแบบจำลองจากฐานข้อมูล CMIP5 และ CMIP3 ได้ถึงแม้ว่าการจำลองปริมาณฝนบริเวณกรุงเทพจากฐานข้อมูล CMIP5 จะดีขึ้นจาก CMIP3และจากการศึกษายังพบอีกว่า ปริมาณฝนในอนาคตจากค่าเฉลี่ยของหลายแบบจำลองจะเพิ่มสูงขึ้นต่อเนื่องในช่วงอนาคตอันใกล้และอนาคตอันไกล แต่ปริมาณฝนในอนาคตจากค่ามัธยฐานของหลายแบบจำลองจะเพิ่มสูงขึ้นเฉพาะในช่วงอนาคตอันไกลเท่านั้น

3.4.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาและพื้นที่ศึกษา

ในการประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเพื่อคัดเลือกตัวแทน 3 แบบจำลองสำหรับประเทศไทย ได้ทำการคัดเลือกแบบจำลองจำนวน 9 แบบจำลองดังแสดงในตารางที่ 3.4-2 ซึ่งมี 9 แบบจำลองที่มีการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตภายใต้ RCPs ทั้ง 3 แบบ ได้แก่ CCSM4, CNRM-CM5, ACCESS1.3, CSIRO-Mk3.6.0, GFDL-CM3, HadCM3 IPSL-CM5A-MR, MIROC5, และ MRI-CGCM3

ตารางที่ 3.4-2 แบบจำลองที่ใช้ศึกษา

Modeling Group	Model
National Center for Atmospheric Research	**CCSM4**
Centre National de Recherches Météorologiques / Centre Européen de Recherche et Formation Avancée en Calcul Scientifique	**CNRM-CM5**
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) and Bureau of Meteorology (BOM), Australia	**ACCESS1.3**
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization in collaboration with Queensland Climate Change Centre of Excellence	**CSIRO-Mk3.6.0**
NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	**GFDL-CM3**
Met Office Hadley Centre (additional HadGEM2-ES realizations contributed by Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)	**HadCM3**
Institut Pierre-Simon Laplace	**IPSL-CM5A-MR**
Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	**MIROC5**
Meteorological Research Institute	**MRI-CGCM3**

ในการศึกษาประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ ได้ใช้แนวทางการประเมินตามแนวคิดของ อำนาจ ชิดไธสง และคณะ(2553) กล่าวคือ เป็นการใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นล่าสุด คือ แบบจำลองภายใต้ CMIP5 ประกอบกับการพิจารณาความละเอียดเชิงพื้นที่ของแบบจำลอง(resolution) และการประเมินความสอดคล้องในการจำลองสภาพภูมิอากาศปัจจุบัน โดยในการศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกกับปริมาณฝนสังเกตการณ์จากกรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยา ครอบคลุมพื้นที่ทั้งประเทศไทย ในช่วงเวลาระหว่างปี ค.ศ. 1979-2005 โดยแบ่งพื้นที่ประเทศไทยออกเป็นกลุ่มลุ่มน้ำหลัก 9 กลุ่มลุ่มน้ำ ประกอบด้วย กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขง, กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำสาละวิน, กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน, กลุ่มลุ่มน้ำแม่กลอง, กลุ่มลุ่มน้ำบางปะกง, กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันออก, กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก, กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก (ฝั่งอ่าวไทย) และกลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ฝั่งอันดามัน) ดังแสดงในรูปที่ 3.4-1

รูปที่ 3.4-1 กลุ่มลุ่มน้ำหลักของประเทศไทยที่ใช้ในการศึกษา

3.4.2 การประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกสำหรับประเทศไทย

ในการประเมินแบบจำลองในการศึกษานี้ เลือกใช้พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ 2 พารามิเตอร์ ได้แก่ BIAS และ RMSE การคำนวณค่า BIAS ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$\text{BIAS} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_{GCM}}{\sum_{i=1}^{n} P_{obs}} \quad (1) \qquad (1)$$

โดยที่ P_{GCM} คือปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยเชิงพื้นที่ของแต่ละลุ่มน้ำ, P_{obs} คือปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยเชิงพื้นที่ของแต่ละลุ่มน้ำและ n คือจำนวนเดือนในช่วงเวลา 27 ปี เท่ากับ 324 เดือน ซึ่งค่า BIAS ที่มากกว่า 1 จะแสดงถึงการจำลองปริมาณฝนที่มีแนวโน้มสูงกว่าข้อมูลสังเกตการณ์ และค่า BIAS ที่น้อยกว่า 1 จะแสดงถึงการจำลองปริมาณฝนที่มีแนวโน้มน้อยกว่าข้อมูลสังเกตการณ์

การคำนวณค่า Root Mean Square Error (RMSE) แสดงในสมการที่ (2) สำหรับค่า RMSE จะแสดงถึงความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยของการจำลองปริมาณฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกเทียบกับข้อมูลสังเกตการณ์

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (P_{GCM} - P_{obs})^2}{n}} \qquad (2)$$

3.4.3 ผลการประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกสำหรับประเทศไทย

ผลการคำนวณค่า BIAS และ RMSE ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก 9 แบบจำลองของการจำลองปริมาณฝนในประเทศไทยในช่วงเวลา ค.ศ.1979-2005 แสดงในตารางที่ 3.4-3 ผลการวิเคราะห์นี้แสดงภาพรวมของความสามารถในการจำลองปริมาณฝนของแบบจำลองจากฐานข้อมูล CMIP5 โดยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกทั้ง 9 แบบจำลองมีแนวโน้มที่จะให้ค่าปริมาณฝนรายปีที่สูงกว่าข้อมูลฝนจากการตรวจวัด โดยมีค่า RMSE อยู่ในช่วง 186-626 มม.ต่อปี สำหรับปริมาณฝนรายเดือน ค่า RMSE อยู่ในช่วง 50-122 มม.ต่อปี แบบจำลองที่มีค่า BIAS ใกล้เคียง 1 มากที่สุดและมีค่า RMSE น้อยที่สุด คือ IPSL-CM5A-MR และแบบจำลองที่มีค่า BIAS และ RMSE มากที่สุด คือ CSIRO-Mk3-6-0

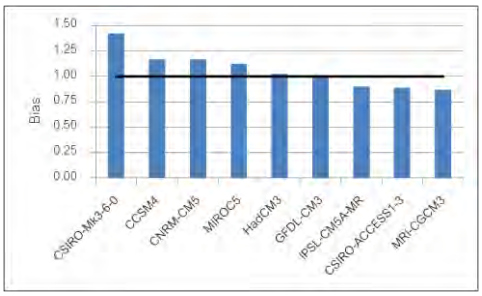
ตารางที่ 3.4-3 Bias และ RMSE จากการจำลองปริมาณฝนในประเทศไทย

จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศที่ใช้ในการศึกษา

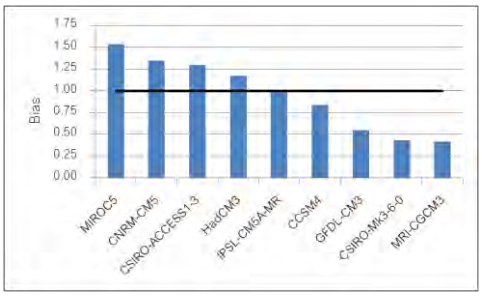
Climate Model	Annual Bias	RMSE (mm/year)	RMSE (mm/month)
IPSL-CM5A-MR	1.00	185.5	50.2
GFDL-CM3	1.02	191.9	57.1
MRI-CGCM3	1.06	257.8	98.7
CNRM-CM5	1.10	242.3	53.0
MIROC5	1.13	251.3	52.6
HadCM3	1.17	334.7	73.0
CSIRO-ACCESS1-3	1.20	387.7	93.6
CCSM4	1.27	407.6	70.8
CSIRO-Mk3-6-0	1.44	626.1	121.7

นอกจากการวิเคราะห์ค่า BIAS และ RMSE ของประเทศไทยโดยภาพรวมแล้ว ทางผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ค่า BIAS และ RMSE ของกลุ่มลุ่มน้ำหลัก 9 กลุ่มลุ่มน้ำ และวิเคราะห์แยกเป็นฤดูกาล คือ ช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ยกเว้นในพื้นที่กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก (ฝั่งอ่าวไทย) ที่ช่วงฤดูฝนอยู่ระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนสิงหาคม และช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน

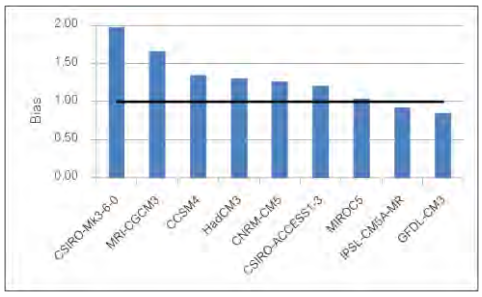
รูปที่ 3.4-2 แสดงค่า BIAS ของปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง 9 แบบจำลอง ในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง ของกลุ่มลุ่มน้ำภายในผืนดิน (inland river basins) ประกอบด้วยกลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขง, กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำสาละวิน, กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน, กลุ่มลุ่มน้ำแม่กลอง, กลุ่มลุ่มน้ำบางปะกง จากการศึกษาพบว่า แบบจำลองทั้ง 9 แบบจำลองสามารถจำลองปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนได้ใกล้เคียงกับข้อมูลฝนจากการตรวจวัด ในขณะที่การจำลองปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้งมีทั้งแบบจำลองที่ให้ค่าสูงกว่าและต่ำกว่าข้อมูลฝนจากการตรวจวัด โดยแบบจำลองที่ให้ค่าปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้งที่ต่ำกว่าข้อมูลฝนจากการตรวจวัดค่อนข้างมาก ได้แก่ CSIRO-Mk3-6-0 and MRI-CGCM3



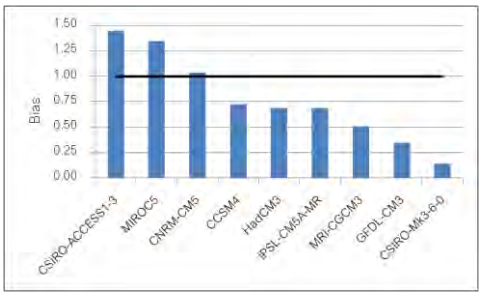
Group of Mekong (Wet Season)



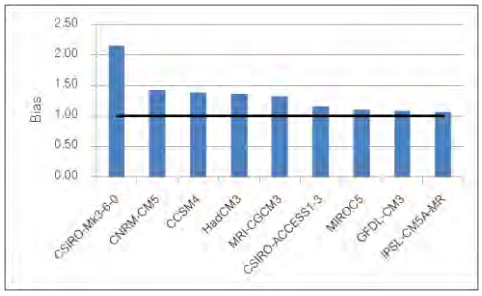
Group of Mekong (Dry Season)



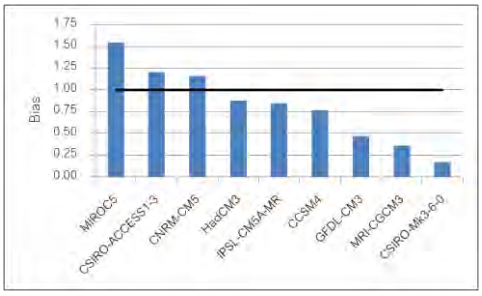
Group of Salawin (Wet Season)



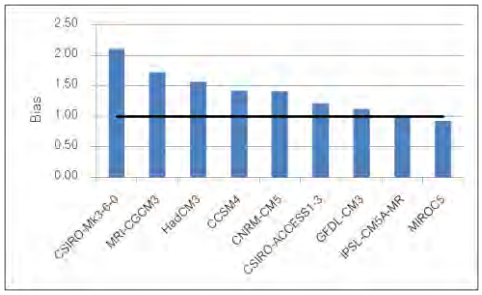
Group of Salawin (Dry Season)



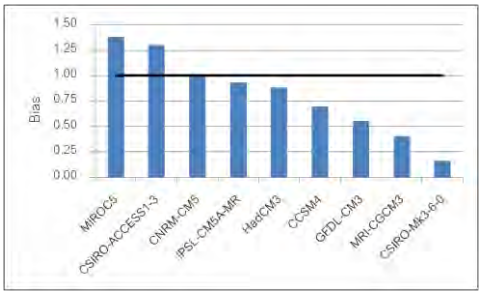
Group of Chao Phraya-Tha Chin (Wet Season)



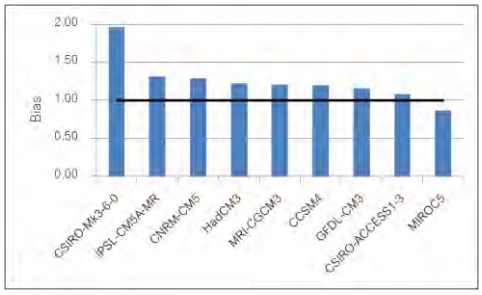
Group of Chao Phraya-Tha Chin (Dry Season)



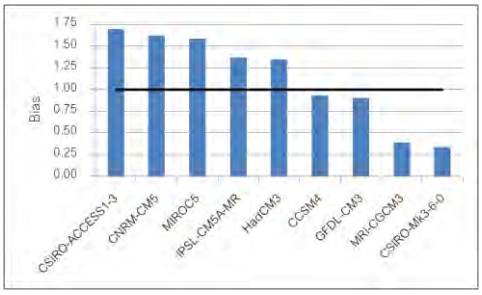
Group of Mae Klong (Wet Season)



Group of Mae Klong (Dry Season)

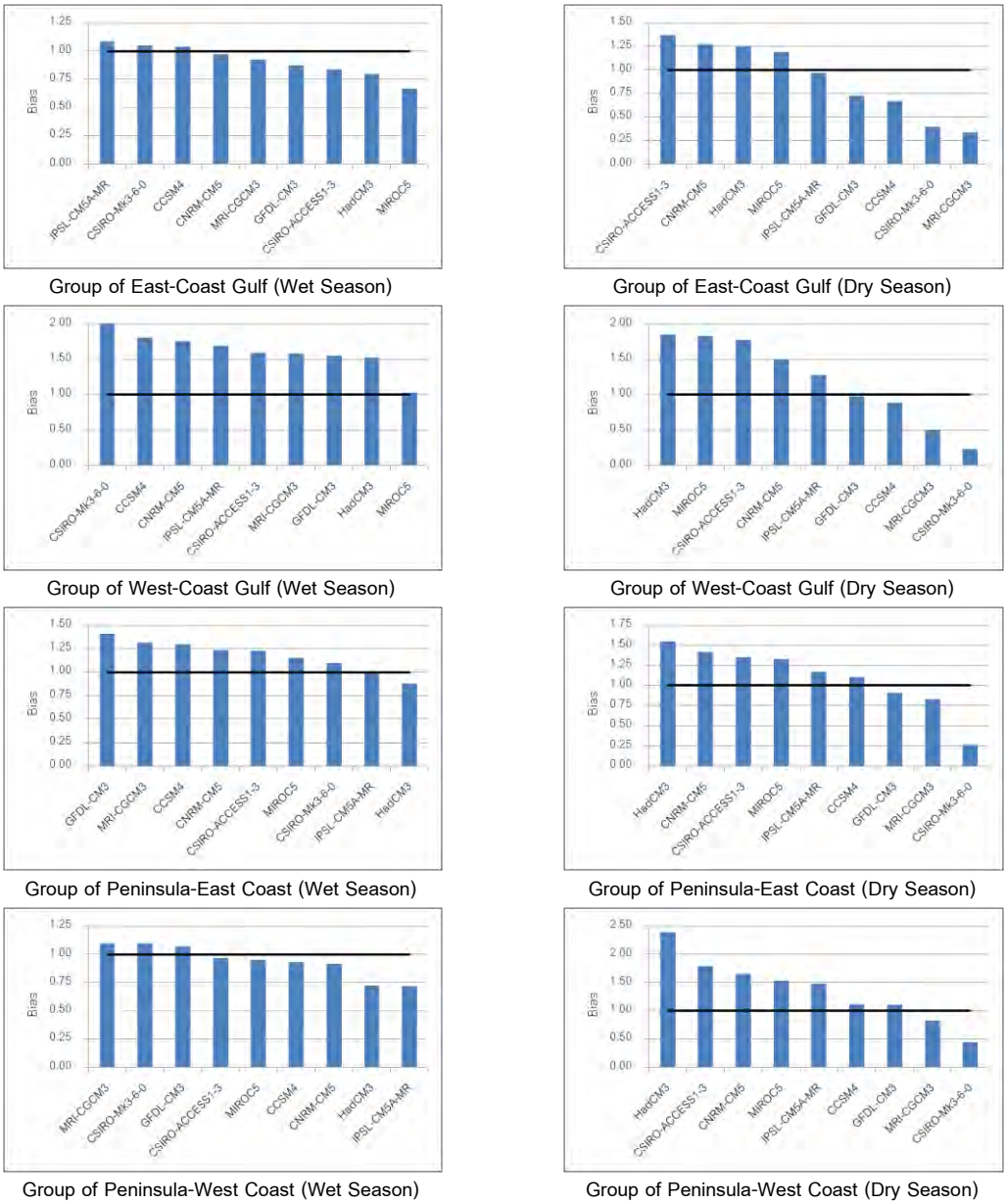


Group of Bang Pakong (Wet Season)



Group of Bang Pakong (Dry Season)

รูปที่ 3.4-2 กราฟแสดงค่า BIAS ของการจำลองปริมาณฝนรายเดือนจาก 9 แบบจำลอง ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งของกลุ่มลุ่มน้ำ inland



รูปที่ 3.4-3 กราฟแสดงค่า BIAS ของการจำลองปริมาณฝนรายเดือนจาก 9 แบบจำลอง ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งของกลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเล

รูปที่ 3.4-3 แสดงค่า BIAS ของปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง 9 แบบจำลอง ในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง ของกลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเล ประกอบด้วย กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันออก, กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก, กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก (ฝั่งอ่าวไทย) และกลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ฝั่งอันดามัน) แบบจำลองโดยส่วนใหญ่จำลองปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนได้ใกล้เคียงกับข้อมูลฝนจากการตรวจวัด (ค่า BIAS มีค่าใกล้เคียง 1) ยกเว้นในกลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่ง

ทะเลอ่าวไทยตะวันตกที่ให้ค่าปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนสูงกว่าข้อมูลฝนจากการตรวจวัดในเกือบทุกแบบจำลอง แบบจำลองที่ให้ค่าปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้งที่ต่ำกว่าข้อมูลฝนจากการตรวจวัดค่อนข้างมาก ได้แก่ CSIRO-Mk3-6-0 and MRI-CGCM3

ตารางที่ 3.4-4 สรุปค่า Bias และ RMSE ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งในประเทศไทย

		CCSM4	CNRM-CM5	CSIRO-ACCESS1-3	CSIRO-Mk3.6.0	GFDL-CM3	HadCM3	IPSL-CM5A-MR	MIROC5	MRI-CGCM3
Wet Season	BIAS	1.26	1.05	1.26	1.65	1.08	1.14	0.99	1.07	1.16
	RMSE	332.9	192.0	381.3	756.5	166.1	246.8	144.4	156.7	285.9
Dry Season	BIAS	1.34	1.36	0.91	0.30	0.70	1.31	1.06	1.46	0.55
	RMSE	108.1	107.3	84.6	156.7	93.9	136.0	91.1	141.2	112.8

ตารางที่ 3.4-4 สรุปค่า Bias และ RMSE ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งในประเทศไทย ซึ่งแบบจำลองที่ให้ค่า BIAS ใกล้เคียง 1 มากที่สุดทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ได้แก่ IPSL-CM5A-MR ในช่วงฤดูฝนจะมีค่า RMSE ที่สูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง แบบจำลองที่ให้ค่า RMSE น้อยที่สุดในช่วงฤดูฝน ได้แก่ IPSL-CM5A-MR และแบบจำลองที่ให้ค่า RMSE น้อยที่สุดในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ CSIRO-ACCESS1-3

ในการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยเฉพาะการศึกษาผลกระทบทางด้านอุทกวิทยา การประเมินความสามารถของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในการจำลองสภาพภูมิอากาศในอดีต เป็นตัวช่วยในการพิจารณาเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยทั่วไปการจำลองสภาพภูมิอากาศจะมีความไม่แน่นอนและมี Bias เกิดขึ้น การศึกษานี้ระยะนี้จึงได้ทำการประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ 9 แบบจำลองจากฐานข้อมูล CMIP5 เพื่อประเมินความสามารถของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในการจำลองปริมาณฝนรายปี และปริมาณฝนรายเดือนของประเทศไทย โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลฝนจากการตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทาน ในช่วงเวลา ค.ศ. 1979-2005 และคำนวนค่า BIAS และ RMSE ของทั้งพื้นที่ประเทศไทย และแยกการวิเคราะห์ในพื้นที่แต่ละกลุ่มลุ่มน้ำ รวมถึงการแยกวิเคราะห์ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

ข้อสรุปจากการศึกษาพบว่า แบบจำลองสภาพภูมิอากาศทั้ง 9 แบบจำลองมีแนวโน้มที่จะให้ค่าปริมาณฝนรายปีที่สูงกว่าข้อมูลฝนจากการตรวจวัด โดยมีค่า RMSE อยู่ในช่วง 186-626 มม.ต่อปี สำหรับปริมาณฝนรายเดือน ค่า RMSE อยู่ในช่วง 50-122 มม.ต่อปีแบบจำลองที่มีค่า BIAS ใกล้เคียง

1 มากที่สุดและมีค่า RMSE น้อยที่สุด คือ IPSL-CM5A-MR และแบบจำลองที่มีค่า BIAS และ RMSE มากที่สุด คือ CSIRO-Mk3-6-0

จากการวิเคราะห์การกระจายตัวเชิงพื้นที่และเวลาของค่า BIAS และ RMSE โดยการวิเคราะห์ค่า BIAS และ RMSE ของกลุ่มลุ่มน้ำหลัก 9 กลุ่มลุ่มน้ำ และวิเคราะห์แยกเป็นฤดูกาลคือ ช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง พบว่า ในพื้นที่กลุ่มลุ่มน้ำที่อยู่ในผืนดิน แบบจำลองทั้ง 9 แบบจำลองสามารถจำลองปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนได้ใกล้เคียงกับข้อมูลฝนจากการตรวจวัด ในขณะที่การจำลองปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้งมีทั้งแบบจำลองที่ให้ค่าสูงกว่าและต่ำกว่าข้อมูลฝนจากการตรวจวัด โดยแบบจำลองที่ให้ค่าปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้งที่ต่ำกว่าข้อมูลฝนจากการตรวจวัดค่อนข้างมาก ได้แก่ CSIRO-Mk3-6-0 and MRI-CGCM3 สำหรับพื้นที่กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเล แบบจำลองโดยส่วนใหญ่จำลองปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนได้ใกล้เคียงกับข้อมูลฝนจากการตรวจวัด (ค่า BIAS มีค่าใกล้เคียง 1) ยกเว้นในกลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก ที่ให้ค่าปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนสูงกว่าข้อมูลฝนจากการตรวจวัดในเกือบทุกแบบจำลอง แบบจำลองที่ให้ค่าปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้งที่ต่ำกว่าข้อมูลฝนจากการตรวจวัดค่อนข้างมาก ได้แก่ CSIRO-Mk3-6-0 and MRI-CGCM3 สำหรับพื้นที่ประเทศไทยโดยภาพรวมแบบจำลอง IPSL-CM5A-MR ให้ค่าปริมาณฝนที่ใกล้เคียงกับข้อมูลฝนจากการตรวจวัดมากที่สุดทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ค่า RMSE ในช่วงฤดูฝนจะมีแนวโน้มที่สูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง โดยค่า RMSE ที่น้อยที่สุดในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งมีค่า 144 มม.ต่อเดือน และ 85 มม.ต่อเดือน ตามลำดับ ได้แก่ IPSL-CM5A-MR และแบบจำลองที่ให้ค่า RMSE น้อยที่สุดในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ CSIRO-ACCESS1-3

จากผลการคำนวณค่า BIAS และ RMSE ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก 9 แบบจำลองของการจำลองปริมาณฝนในประเทศไทยในช่วงเวลา ค.ศ.1979-2005 ดังแสดงในตารางที่ 3.4-3 และผลการวิเคราะห์ค่า BIAS และ RMSE แยกเป็นฤดูกาลคือ ช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง แบบจำลองที่มีค่า BIAS ใกล้เคียง 1 มากที่สุดและมีค่า RMSE น้อยที่สุด คือ IPSL-CM5A-MR และแบบจำลองที่มีค่า BIAS ใกล้เคียง 1 อีกสองลำดับถัดมาได้แก่ GFDL-CM3 และ MRI-CGCM3 ในการศึกษานี้จึงเลือกใช้ 3 แบบจำลองนี้ได้แก่ IPSL-CM5A-MR, GFDL-CM3 และ MRI-CGCM3 ในการศึกษาภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตและการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศรุนแรงของประเทศไทย รายละเอียดแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาสรุปไว้ในตารางที่ 3.4-5

ตารางที่ 3.4-5 รายละเอียดแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก
ที่ใช้ในการศึกษา

Modeling Center (or Group)	Institute ID	Model Name	Horizontal Resolution (lon x lat)	Reference
Institut Pierre-Simon Laplace	IPSL	IPSL-CM5A-MR	2.5^{o} x 1.27^{o}	Dufresne et al., (2013)
NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	NOAA GFDL	GFDL-CM3	2.5^{o} x 2.0^{o}	Donner et al. (2011)
Meteorological Research Institute	MRI	MRI-CGCM3	1.125^{o} x 1.12^{o}	Yokimoto et al. (2012)

3.5 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย

ในการศึกษานี้มุ่งเน้นการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปริมาณฝนในภาคส่วนต่างๆ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เศรษฐกิจ และสังคม ตัวแปรอุณหภูมิและฝนที่ได้จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกภายใต้ภาพจำลองในอนาคตนั้นมีขนาดกริดอยู่ในระดับ 200-300 กิโลเมตร การนำตัวแปรมาใช้ประเมินผลกระทบในระดับลุ่มน้ำหรือระดับจังหวัด จำเป็นต้องผ่านกระบวนการย่อส่วนของตัวแปรทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา (downscaling) วิธีการในการย่อส่วนมี 2 วิธี คือ Dynamical Downscaling (DD) และ Statistical Downscaling (SD) มีการศึกษาที่ผ่านมาหลายการศึกษาที่ได้ทำการทบทวนข้อดี และข้อจำกัดของวิธีการในการย่อส่วน อาทิ Laprise et al., 2008; Schmidli et al., 2007; Giorgi, 2006; และ Wang et al., 2004; เมื่อทำการย่อส่วนข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกให้มีความละเอียดเหมาะสมในการศึกษาผลกระทบแล้วจะต้องมีการปรับแก้ความเอนเอียง (bias correction) ซึ่งช่วยลดความแตกต่างเชิงระบบที่เกิดขึ้นระหว่างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศและข้อมูลตรวจวัด วิธีการปรับแก้ความเอนเอียงเชิงสถิติมีหลายวิธีการ อาทิ rescaling and quantile mapping (Wood et al., 2002; Hamlet et al., 2003, Ines and Hansen, 2006)

ในปัจจุบันมีหลายหน่วยงานที่ดำเนินการย่อส่วนและปรับแก้ข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ในปี ค.ศ. 2008 ทาง World Climate Research Program (WCRP) ได้จัดตั้ง Task

Force on Regional Climate Downscaling เพื่อพัฒนากรอบการจำลองสภาพภูมิอากาศในระดับภูมิภาคและการย่อส่วน และเกิดการร่วมมือ Coordinated Regional Downscaling Experiment (CORDEX) (http://www.cordex.org/) ใน 14 ภูมิภาค รวมถึงในภูมิภาคเอเชียตะวันออก (Region 7) และภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Region 14) เพื่อย่อส่วนข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกสำหรับการประเมินผลกระทบและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำหรับ CORDEX EastAsia ใช้แบบจำลอง Regional Climate Models (RCMs) 5 แบบจำลอง ได้แก่ HadGEM3-RA, RegCM4, SNU-MM5, SNU-WRF, และ YSU-RSM และ CORDEX-Southeast Asia ใช้แบบจำลอง Regional Climate Models (RCMs) 6 แบบจำลอง ได้แก่ RegCM4, CCAM, WRF, PRECIS, RCA3, และ ROM ซึ่ง CORDEX- Southeast Asia ยังอยู่ระหว่างการดำเนินการ

จากรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 2 (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2559) ได้ทำการสรุปการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการย่อส่วนตัวแปรจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกสำหรับประเทศไทยไว้ดังนี้

- **ศุภกรและคณะ (2552)** สร้างภาพจำลองในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยใช้โมเดล PRECIS ย่อส่วนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM5
- **กัณฑรีย์และคณะ (2553)** สร้างภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยโดยการย่อส่วนด้วยวิธีสถิติจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก GFDL-R30
- **เจียมใจและคณะ (2553)** สร้างภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยโดยใช้โมเดล MM5 ย่อส่วนจากแบบจำลอง CCSM3
- **สิรินทรเทพและคณะ (2553)** พัฒนาแบบจำลองภูมิภาค RegCM3 และย่อส่วนจากแบบจำลองภูมิอากาศ ECHAM4
- **จิรสรณ์และคณะ (2558)** ย่อส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลกจาก CMIP5 ด้วยวิธีสถิติครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยภายใต้ภาพการณ์จำลอง RCP 4.5, RCP 6.0 และ RCP 8.5
- **จิรสรณ์และคณะ (2558)** กำลังดำเนินการย่อส่วนเชิงพลวัตรแบบจำลองโลกในประเทศไทยด้วย RegCM4 ในโดเมน SEA CORDEX จาก CMIP5 (MPI-ESM-MR และ EC-Earth) ภายใต้ RCP 4.5 และ RCP 8.5

ด้วยข้อจำกัดของฐานข้อมูล Dynamical Downscaling ในปัจจุบันที่ยังอยู่ระหว่างการดำเนินการสำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และจากการศึกษาของ Wood et al. (2004) ที่ทำ

การเปรียบเทียบวิธีการในการย่อส่วนข้อมูลด้วยวิธี Dynamical Downscaling และ Statistical Downscaling พบว่า วิธีการย่อส่วนข้อมูลด้วย Spatial Disaggregation ซึ่งเป็นวิธีการทางสถิติ ให้ผลที่ใกล้เคียงกับผลที่ได้จาก Regional Climate Model (RCM) อย่างไรก็ตามเมื่อทำการย่อส่วนข้อมูล ไม่ว่าจะด้วยวิธี Dynamical Downscaling หรือ Statistical Downscaling จำเป็นต้องมีการทำ Bias Correction เพื่อให้ได้ผลที่เป็นไปได้ในทางอุตุ-อุทกวิทยา

การศึกษานี้ใช้วิธี Bias Correction และ Statistical Downscaling ที่พัฒนาขึ้นโดย Watanabe et al. (2014) และใช้ข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิจากสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา และปริมาณฝนจากสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งข้อมูลรายวันที่มีการปรับแก้ความเอนเอียงเชิงสถิติและย่อส่วนเพื่อเพิ่มความละเอียดแล้วสามารถนำมาใช้ในการศึกษาภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีความละเอียด 0.25° x 0.25°ภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 ของปริมาณฝนรายวัน อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิสูงสุด

วิธีการ Bias Correction ที่เสนอโดย Watanabe et al. (2014) นั้น มีหลักการมาจากวิธี Delta Method ซึ่งเป็นวิธีที่พิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือน แต่วิธีการของWatanabe et al. (2014) ได้เพิ่มการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยรายเดือนด้วย นอกจากนั้นได้ทำการปรับความแปรปรวนรายวันจากข้อมูลที่มีการปรับแก้ bias แล้ว ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ที่ต้องการใช้ข้อมูลรายวันในการศึกษาและวิเคราะห์ Vulnerability ต่อไป

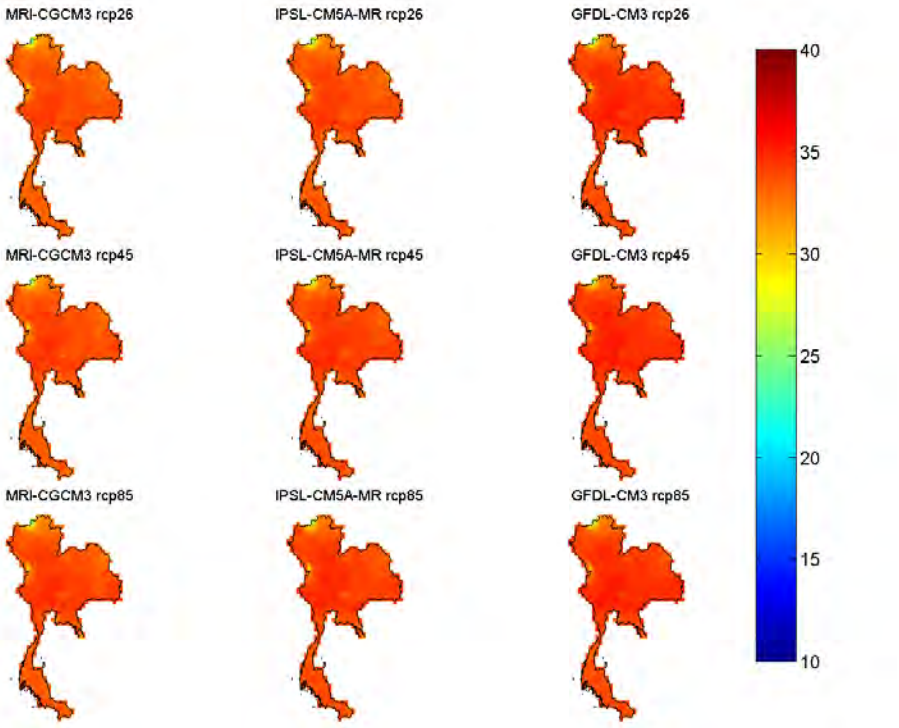
ขั้นตอนการทำ Bias Correction และ Spatial Disaggregation เริ่มจากทำการกระจายข้อมูลเชิงพื้นที่จากสถานีตรวจวัดซึ่งประกอบด้วยข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายวัน ข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน และข้อมูลฝนรายวันในปี ค.ศ. 1976 - 2005 ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting Method ให้มีความละเอียด 0.25° x 0.25° จากนั้นนำข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายวัน ข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน และข้อมูลฝนรายวัน จากแบบจำลอง GCM 3 แบบจำลองมาทำการกระจายลงกริดขนาด 0.25° x 0.25° เช่นกัน โดยการทำ Bias Correction จะทำในสองช่วงเวลา ได้แก่ อนาคตอันใกล้ ปีค.ศ. 2016 - 2045 และ อนาคตอันไกล ปีค.ศ. 2071 - 2100 ขั้นต่อไปทำการปรับแก้ Bias ของข้อมูลรายเดือนตามสมการที่ 3 โดยทำการปรับแก้ค่าเฉลี่ยรายเดือน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือน และทำการปรับแก้ Bias ของข้อมูลรายวันตามสมการที่ 4 โดยใช้ค่ารายเดือนที่ปรับแก้แล้วจากสมการที่ 3

$$x_{mon,cor} = \sigma_{mon,cor}(\sigma_{mon,GCM.ref})^{-1}(x_{mon,GCM.ref} - \bar{x}_{mon,GCM.ref}) + \bar{x}_{mon,cor} \quad (3)$$

$$x_{\mathrm{day,cor}} = \alpha_{\mathrm{day,cor}}(\alpha_{\mathrm{day},GCM.\mathrm{proj}})^{-1}(x_{\mathrm{day},GCM.\mathrm{proj}} - \bar{x}_{\mathrm{day},GCM.\mathrm{proj}}) + x_{mon,cor} \quad (4)$$

สำหรับการปรับแก้ข้อมูลฝนรายวันจะต่างจากตัวแปรอื่น เนื่องจากปริมาณฝนรายเดือนเป็นผลรวมของปริมาณฝนรายวัน วิธีการปรับแก้ข้อมูลฝนรายวันทำโดยการสร้าง CDF จากข้อมูล GCM และข้อมูลตรวจวัด และทำการกำหนดค่า threshold ปริมาณฝนที่สูงกว่าค่า threshold จะทำการปรับแก้ด้วยวิธีเดียวกับฝนรายเดือน แต่ใช้พารามิเตอร์จาก CDF สำหรับปริมาณฝนที่ต่ำกว่าค่า threshold จะปรับแก้ด้วย correction factor ที่ทำให้ปริมาณฝนรวมรายเดือนเท่ากับปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากการปรับแก้ด้วยสมการที่ 3 (Watanabe et al., 2014)

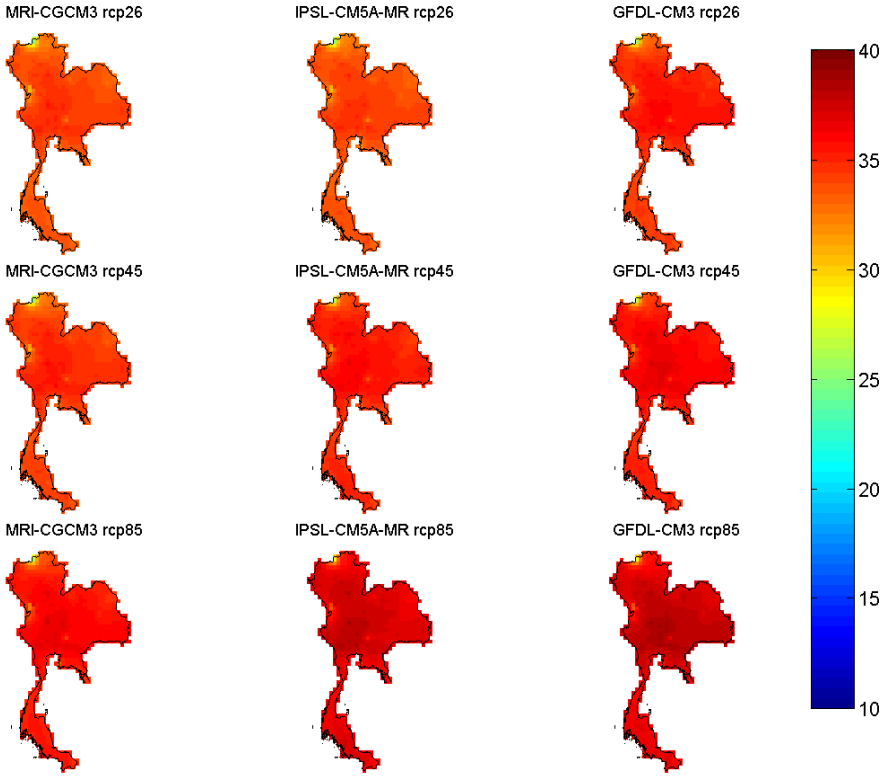
รูปที่ 3.5-1 แสดงภาพจำลองอุณหภูมิสูงสุดรายวันของประเทศไทยเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 จาก 3 แบบจำลอง ภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 โดยทำการหาอุณหภูมิสูงที่สุดในแต่ละปีและนำมาหาค่าเฉลี่ย 30 ปี จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 แบบจำลองให้ภาพจำลองอุณหภูมิสูงที่สุดไปในแนวทางเดียวกัน โดยภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางมีอุณหภูมิสูงที่สุดสูงกว่า 35°C



รูปที่ 3.5-1 ภาพจำลองอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 2016-2045

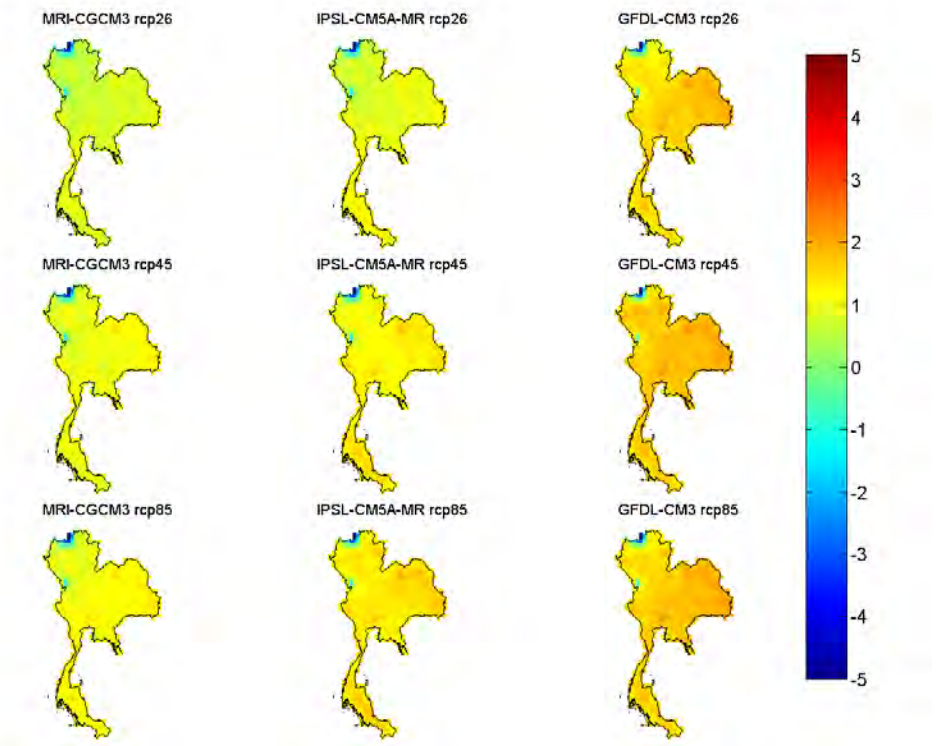
รูปที่ 3.5-2 แสดงภาพจำลองอุณหภูมิสูงสุดรายวันของประเทศไทยเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 จาก 3 แบบจำลอง ภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 โดยทำการหาอุณหภูมิสูงที่สุดในแต่ละปี

และนำมาหาค่าเฉลี่ย 30 ปี จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 แบบจำลองให้ภาพจำลองอุณหภูมิสูงที่สุดไปในแนวทางเดียวกัน โดยภายใต้ RCP 8.5 อุณหภูมิสูงสุดสูงรายวันเฉลี่ยอยู่ที่ 35- 40°C



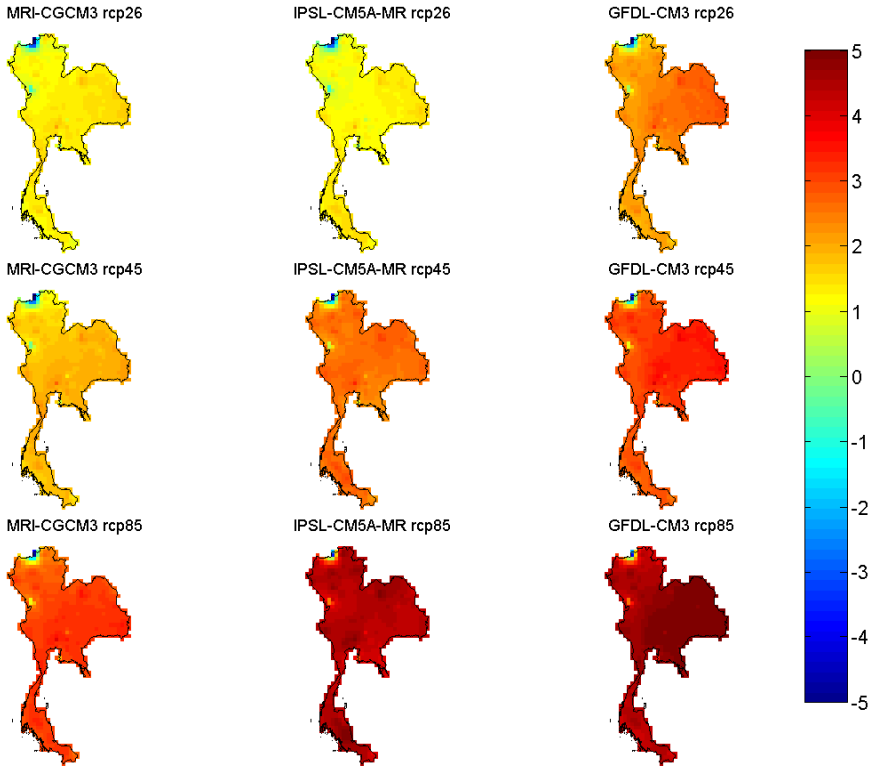
รูปที่ 3.5-2 ภาพจำลองอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 2071-2100

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 แสดงในรูปที่ 3.5-3 โดยอุณหภูมิสูงสุดรายวันสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 2°C และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 2071-2100 แสดงในรูปที่ 3.5-4 โดยอุณหภูมิสูงสุดรายวันสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 4°C รูปที่ 3.5-5 และรูปที่ 3.5-6 แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 ตามลำดับ



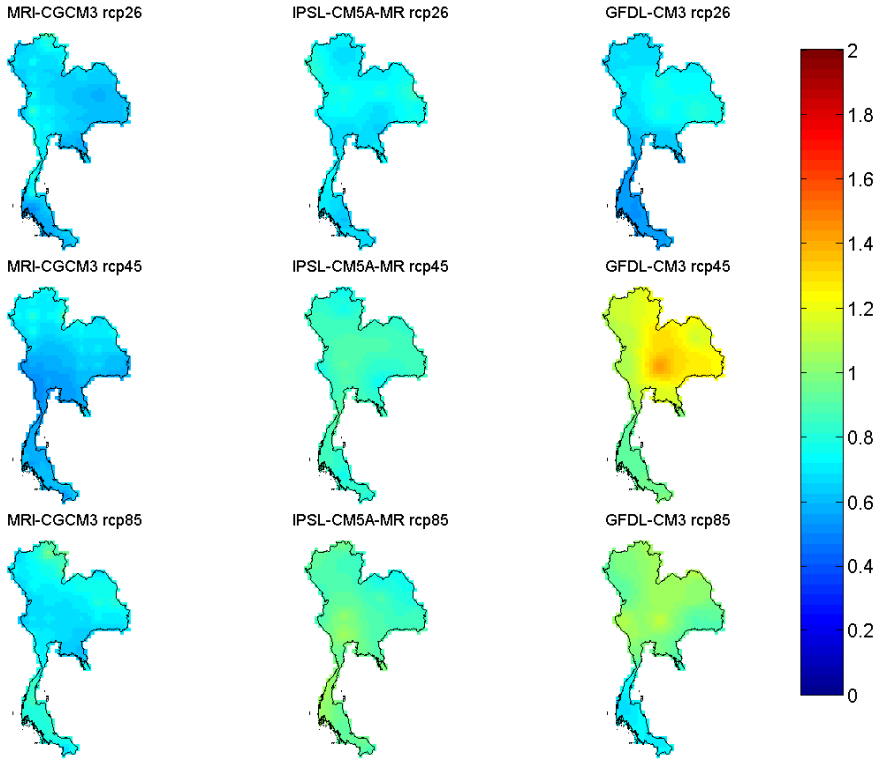
รูปที่ 3.5-3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ย

ในช่วงปีค.ศ. 2016-2045



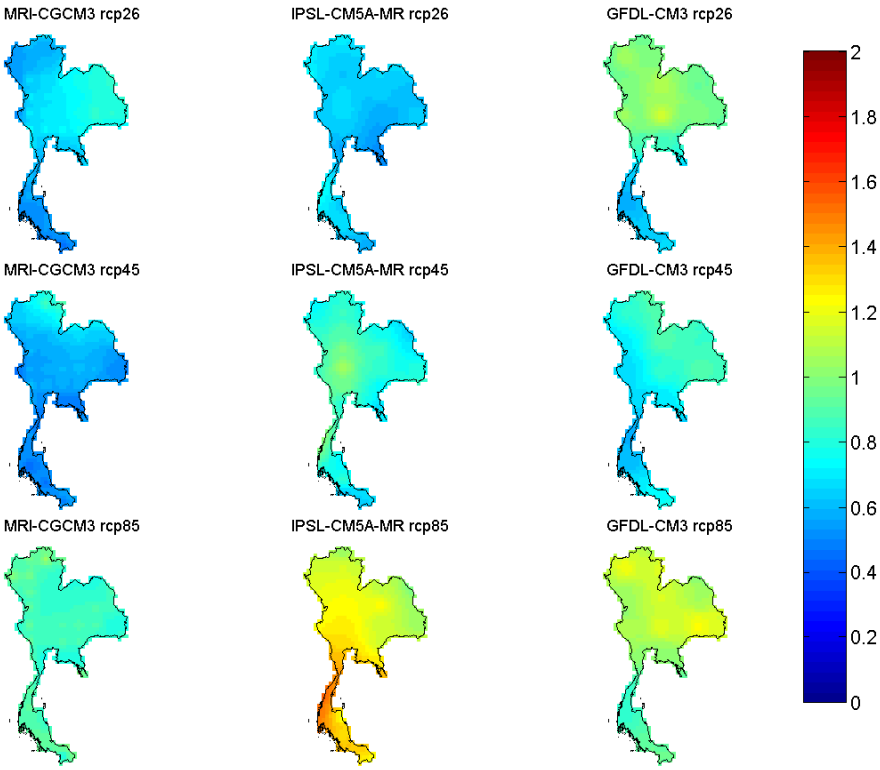
รูปที่ 3.5-4 เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ย

ในช่วงปีค.ศ. 2071-2100



รูปที่ 3.5-5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิสูงสุด

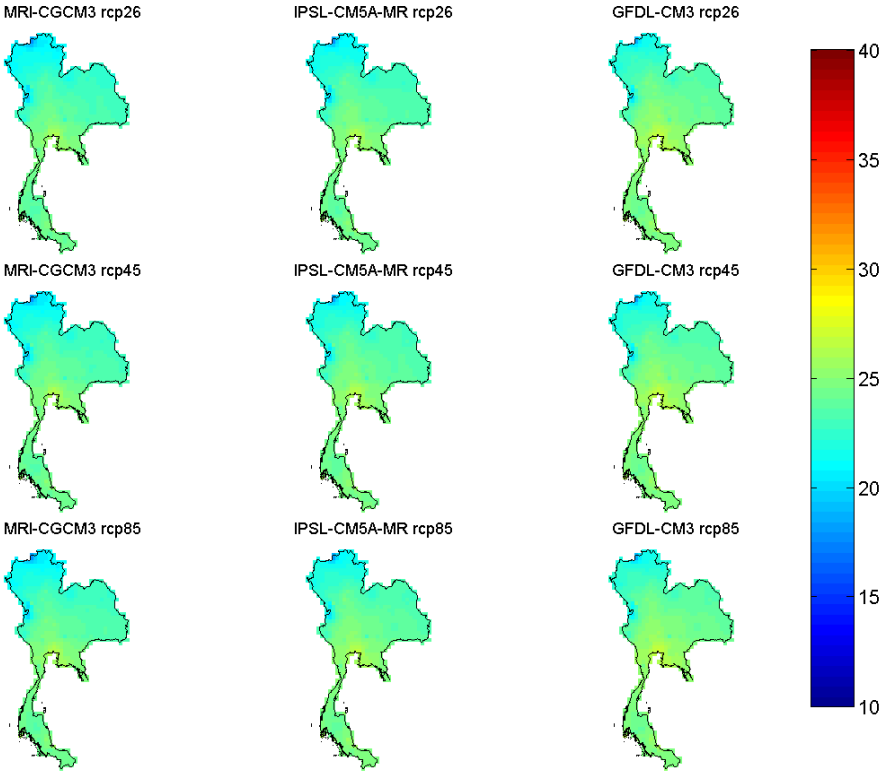
รายวันในช่วงปีค.ศ. 2016-2045



รูปที่ 3.5-6 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิสูงสุด

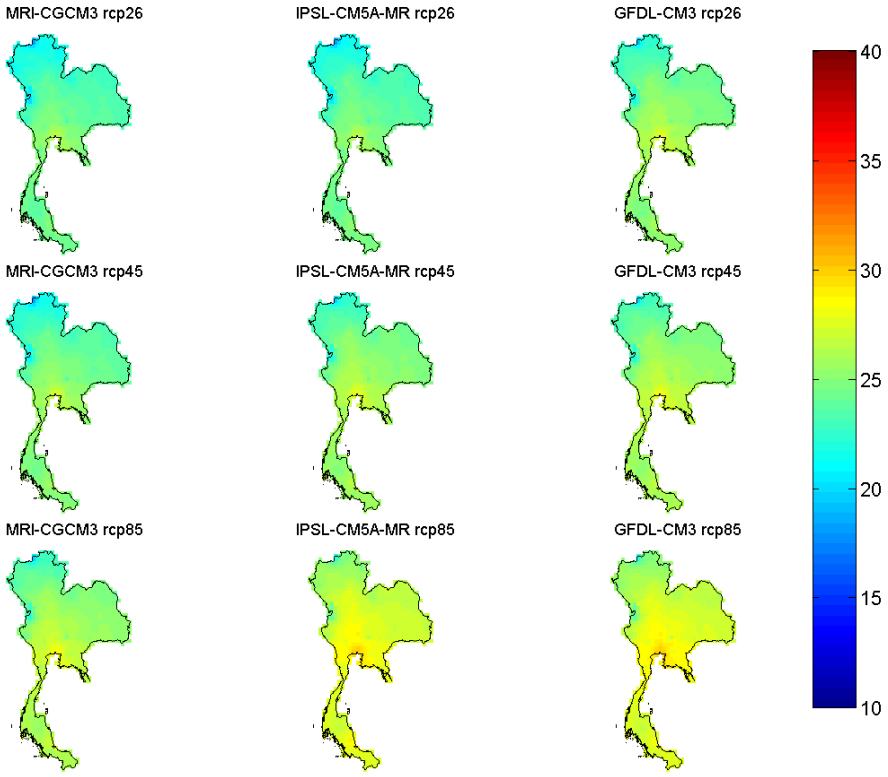
รายวันในช่วงปีค.ศ. 2071-2100

รูปที่ 3.5-7 แสดงภาพจำลองอุณหภูมิต่ำสุดรายวันของประเทศไทยเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 จาก 3 แบบจำลอง ภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 โดยทำการหาอุณหภูมิต่ำที่สุดในแต่ละปีและนำมาหาค่าเฉลี่ย 30 ปี จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 แบบจำลองให้ภาพจำลองอุณหภูมิต่ำสุดไปในแนวทางเดียวกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดรายวันอยู่ระหว่าง 20-25°C



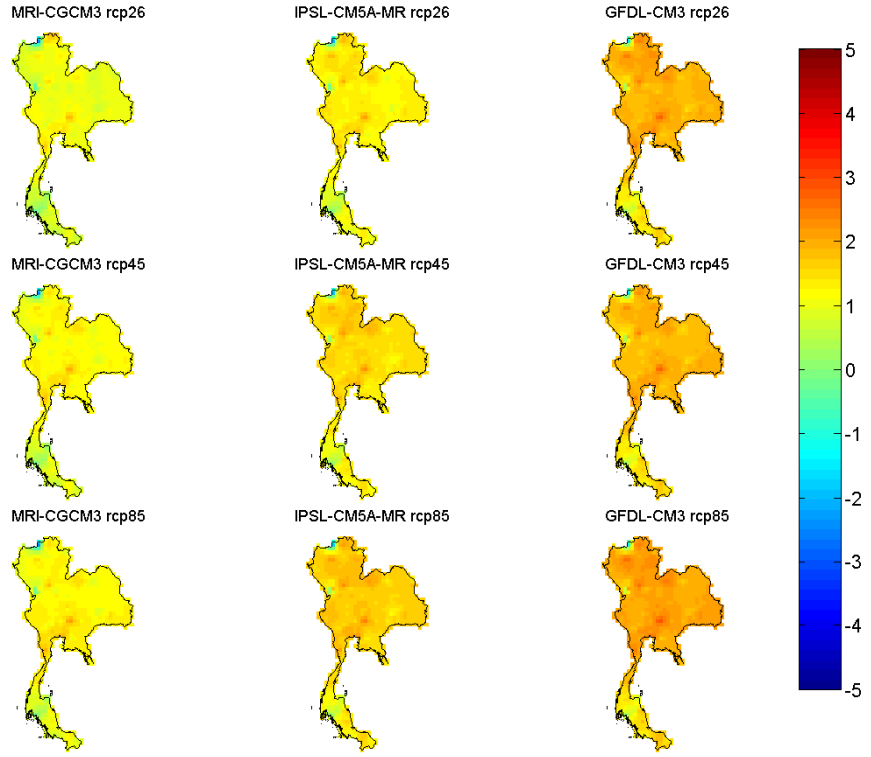
รูปที่ 3.5-7 ภาพจำลองอุณหภูมิต่ำสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045

รูปที่ 3.5-8 แสดงภาพจำลองอุณหภูมิต่ำสุดรายวันของประเทศไทยเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 จาก 3 แบบจำลอง ภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 โดยทำการหาอุณหภูมิต่ำที่สุดในแต่ละปีและนำมาหาค่าเฉลี่ย 30 ปี จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 แบบจำลองให้ภาพจำลองอุณหภูมิต่ำสุดไปในแนวทางเดียวกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดรายวันอยู่ระหว่าง 20-30°C



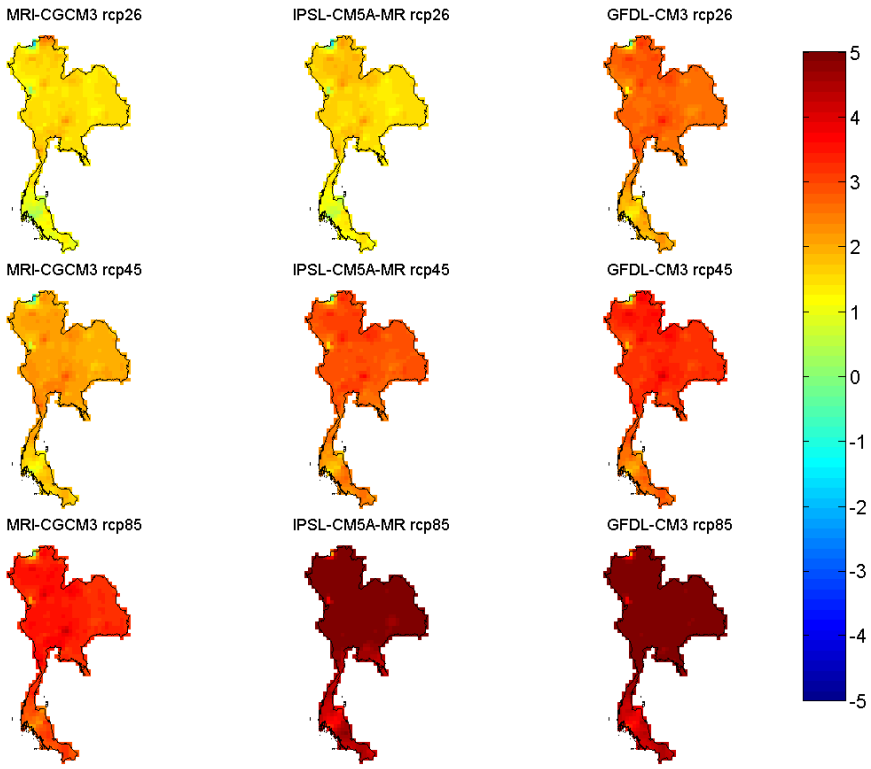
รูปที่ 3.5-8 ภาพจำลองอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน
เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 แสดงในรูปที่ 3.5-9 โดยอุณหภูมิต่ำสุดรายวันสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 2°C และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 แสดงในรูปที่ 3.5-10 โดยอุณหภูมิต่ำสุดรายวันสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 3°C รูปที่ 3.5-11 และ รูปที่ 3.5-12 แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 ตามลำดับ



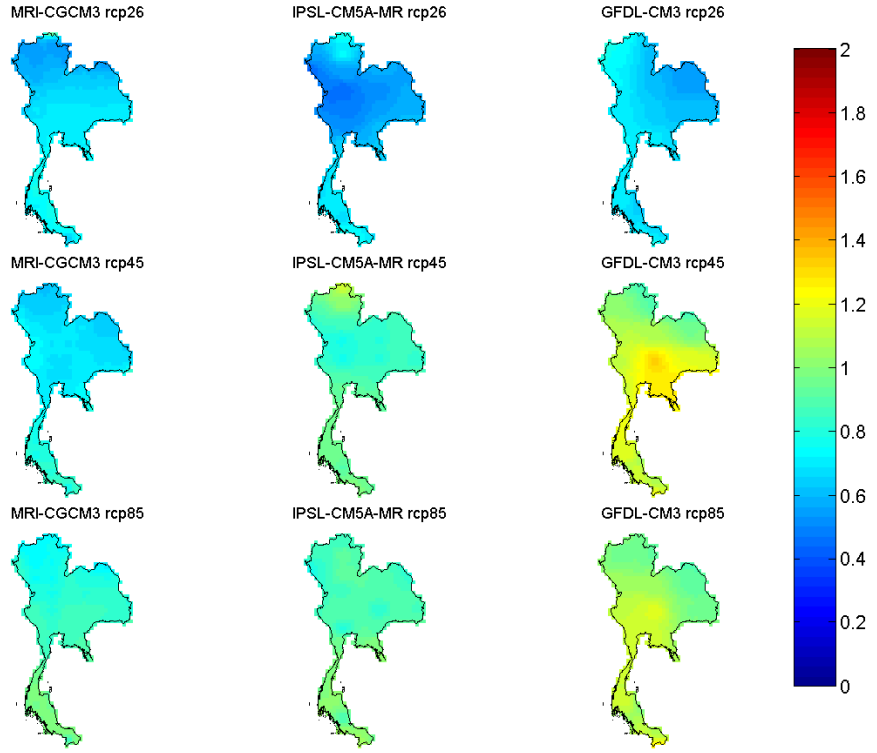
รูปที่ 3.5-9 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวัน

เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045



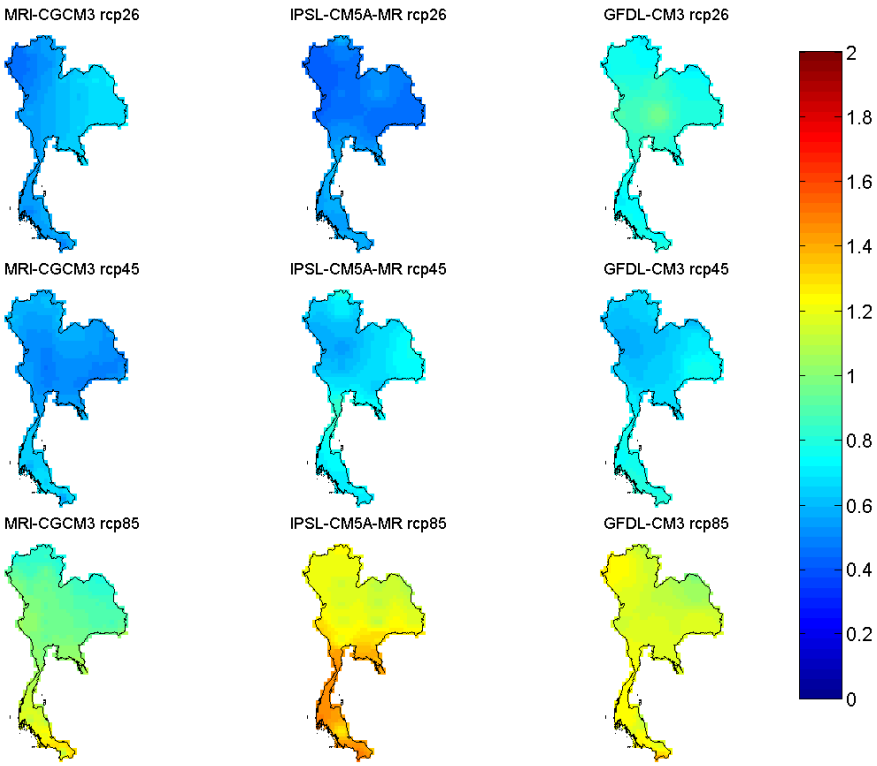
รูปที่ 3.5-10 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน

เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100



รูปที่ 3.5-11 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิต่ำสุด

รายวันในช่วงปีค.ศ. 2016-2045



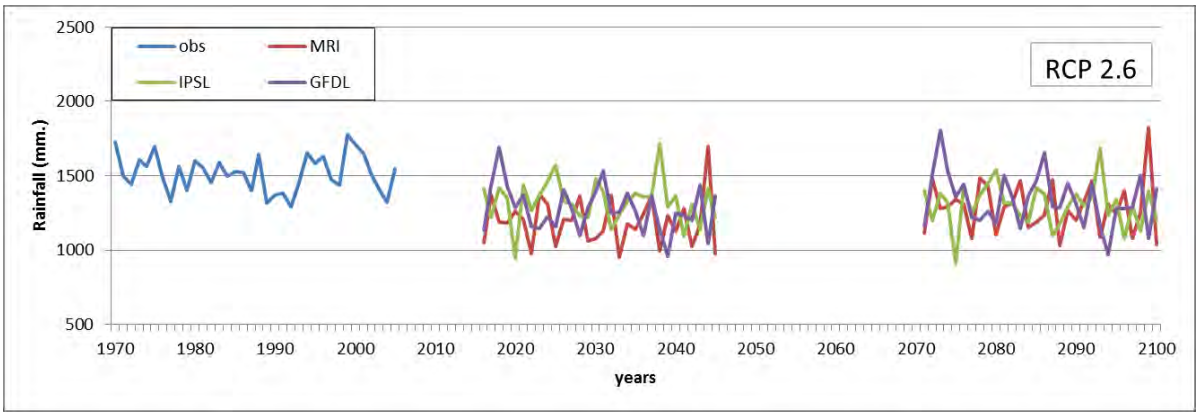
รูปที่ 3.5-12 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิต่ำสุด

รายวันในช่วงปีค.ศ. 2071-2100

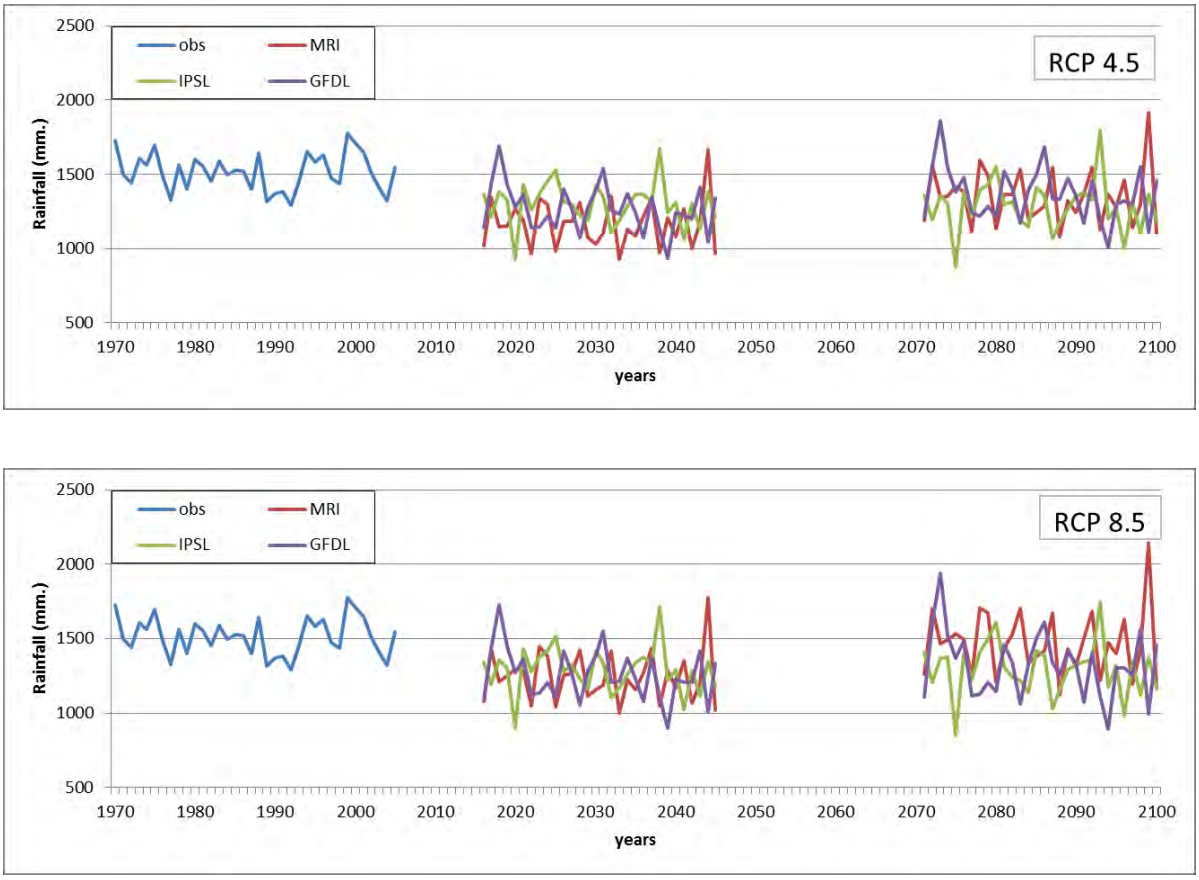
รูปที่ 3.5-13 แสดงภาพปริมาณฝนรายปีในภาพรวมของประเทศไทยในช่วงปีค.ศ. 1970-2005 จากข้อมูลตรวจวัด และในช่วงปี 2016-2045 และ 2071-2100 จาก 3 แบบจำลอง ภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 จะเห็นได้ว่าภาพจำลองปริมาณฝนรายปีจาก 3 แบบจำลองมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยที่ลดลง โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนรายปีจากข้อมูลตรวจวัดของประเทศไทยในช่วงปี 1970 - 2005 มีค่า 1516 มม.ต่อปี โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจาก RCP2.6 ในช่วงอนาคตอันใกล้ของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1191, 1324และ 1274 มม.ต่อปี ตามลำดับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจาก RCP 2.6 ในช่วงอนาคตอันไกลของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1284, 1301และ 1335 มม.ต่อปี ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจาก RCP 4.5 ในช่วงอนาคตอันใกล้ของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1165, 1300 และ 1265 มม.ต่อปี ตามลำดับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจาก RCP 4.5 ในช่วงอนาคตอันไกลของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1345, 1285 และ 1367 มม.ต่อปี ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจาก RCP 8.5 ในช่วงอนาคตอันใกล้ของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1243, 1287 และ 1258 มม.ต่อปี ตามลำดับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจาก RCP 4.5 ในช่วงอนาคตอันไกลของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1465, 1293 และ 1322 มม.ต่อปี ตามลำดับ



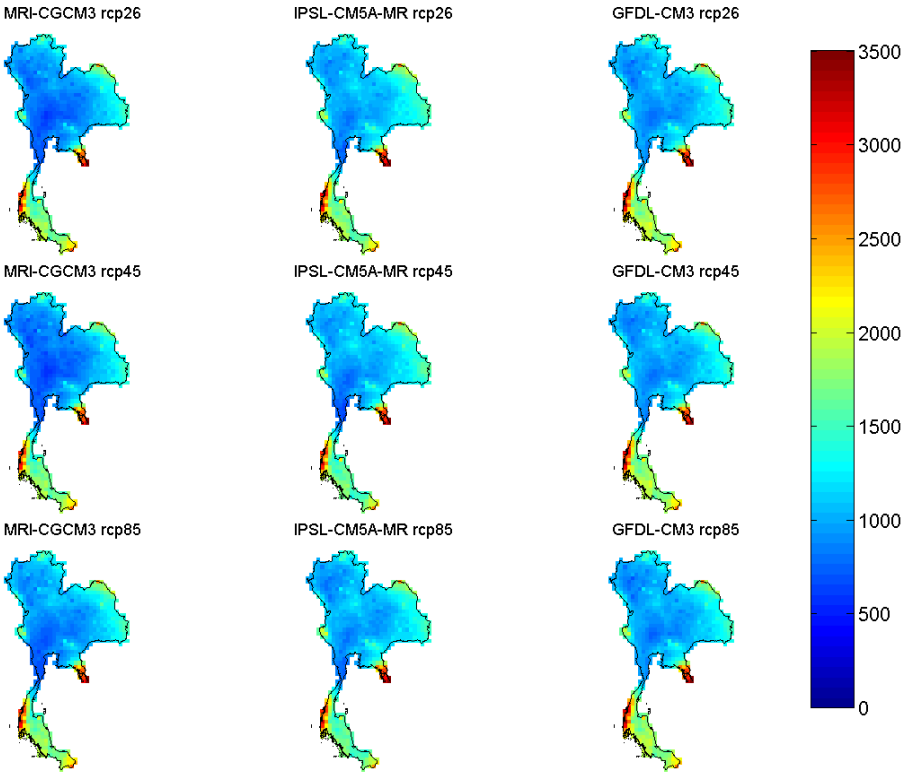
รูปที่ 3.5-13 ปริมาณฝนรายปีในภาพรวมของประเทศไทยจากข้อมูลตรวจวัด ในปีค.ศ. 1970-2005 และจาก 3 แบบจำลองในปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100 ภายใต้ 3 RCPs



รูปที่ 3.5-13 ปริมาณฝนรายปีในภาพรวมของประเทศไทยจากข้อมูลตรวจวัด ในปีค.ศ. 1970-2005 และจาก 3 แบบจำลองในปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100 ภายใต้ 3 RCPs (ต่อ)

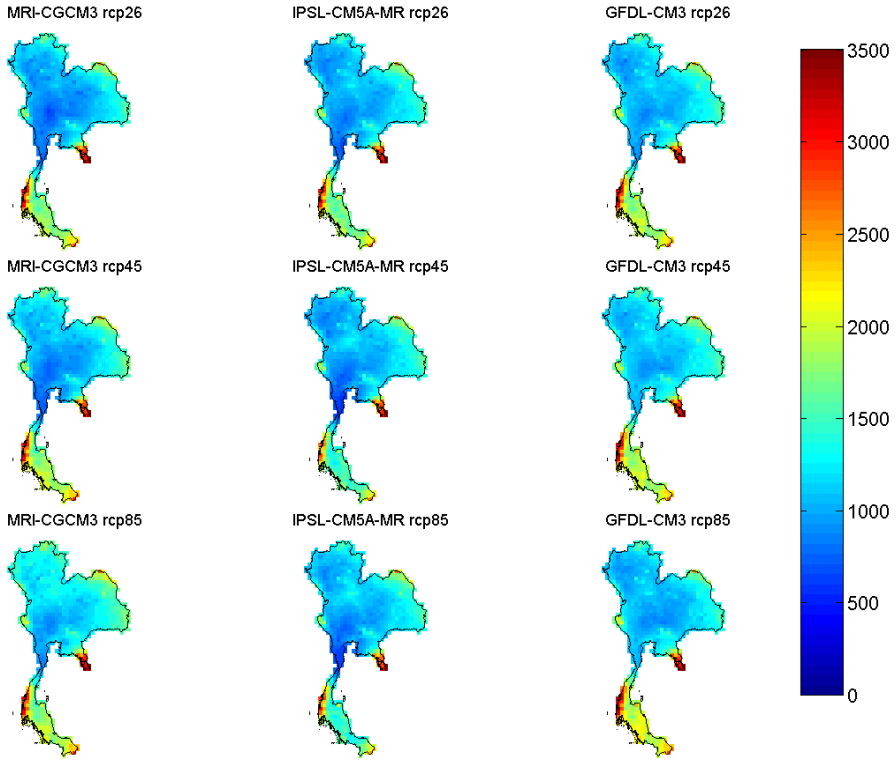
รูปที่ 3.5-14 และ 3.5-15 แสดงภาพจำลองปริมาณฝนรายปีของประเทศไทยเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 2016-2045 และ ในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 ตามลำดับ จาก 3 แบบจำลอง ภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 รูปที่ 3.5-16 และ 3.5-17 แสดงภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีของประเทศไทย โดยทำการเปรียบเทียบกับปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยจากข้อมูลตรวจวัดในช่วงปีค.ศ. 1970-2005 รูปที่ 3.5-16 แสดงภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 จาก 3 แบบจำลอง ภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 จะเห็นได้ว่าปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยจากทั้ง 3 แบบจำลองมีแนวโน้มลดลง โดยภาพจำลองจากแบบจำลอง MRI-CGCM3 มีปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลงสูงกว่าจากอีก 2 แบบจำลอง รูปที่ 3.5-17 แสดงภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน

รายปีเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ และแตกต่างกันไปในแต่ละแบบจำลอง



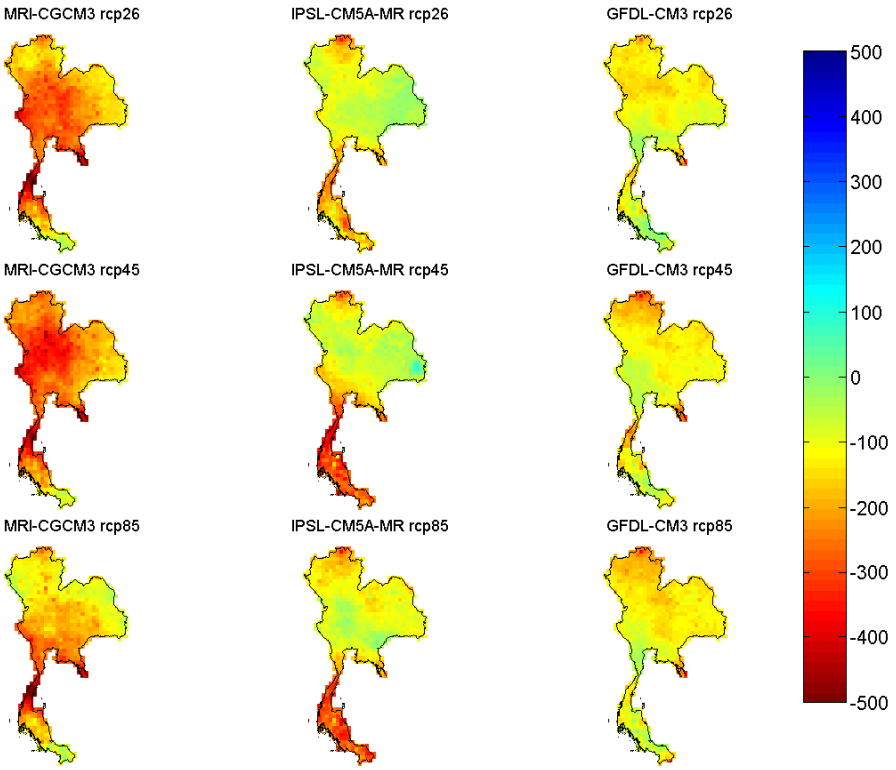
รูปที่ 3.5-14 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย

ในช่วงปี 2016-2045



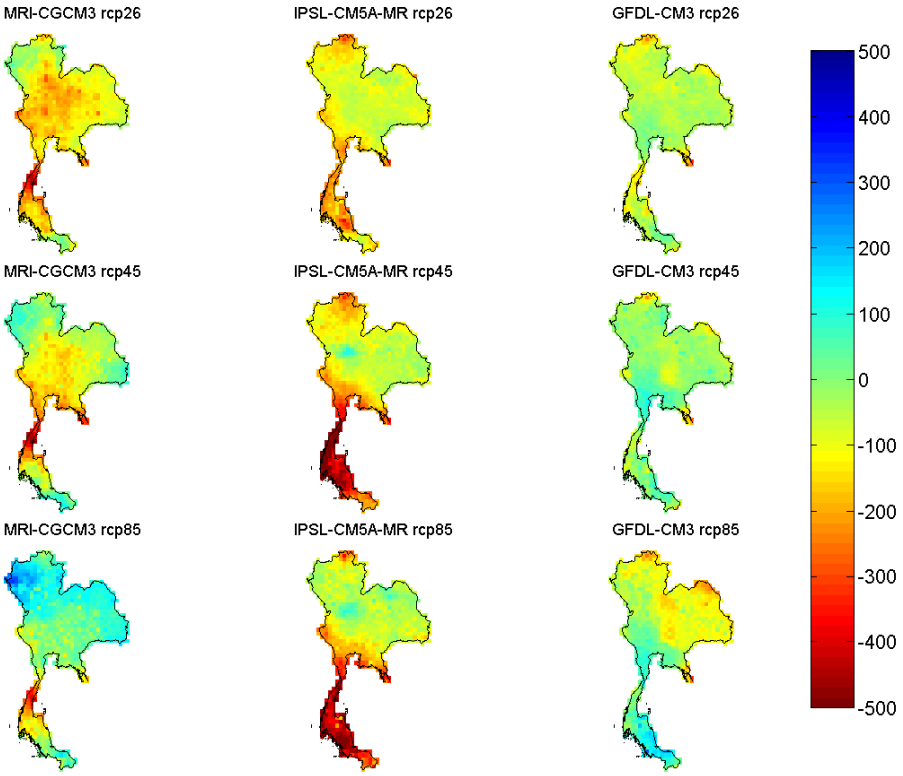
รูปที่ 3.5-15 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย

ในช่วงปี 2071-2100



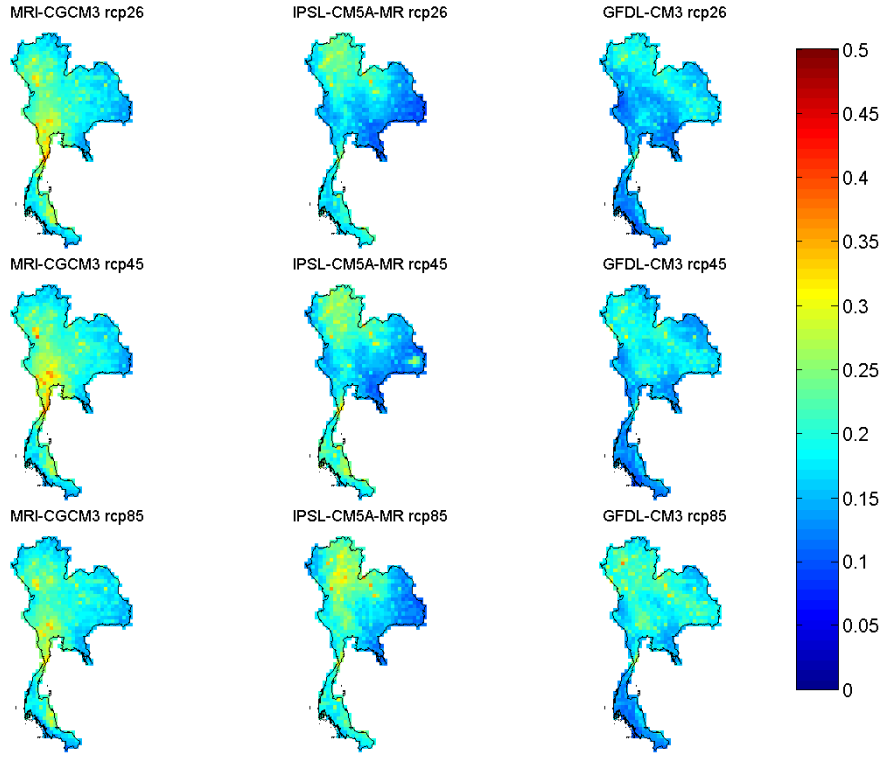
รูปที่ 3.5-16 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย

ในช่วงปี 2016-2045

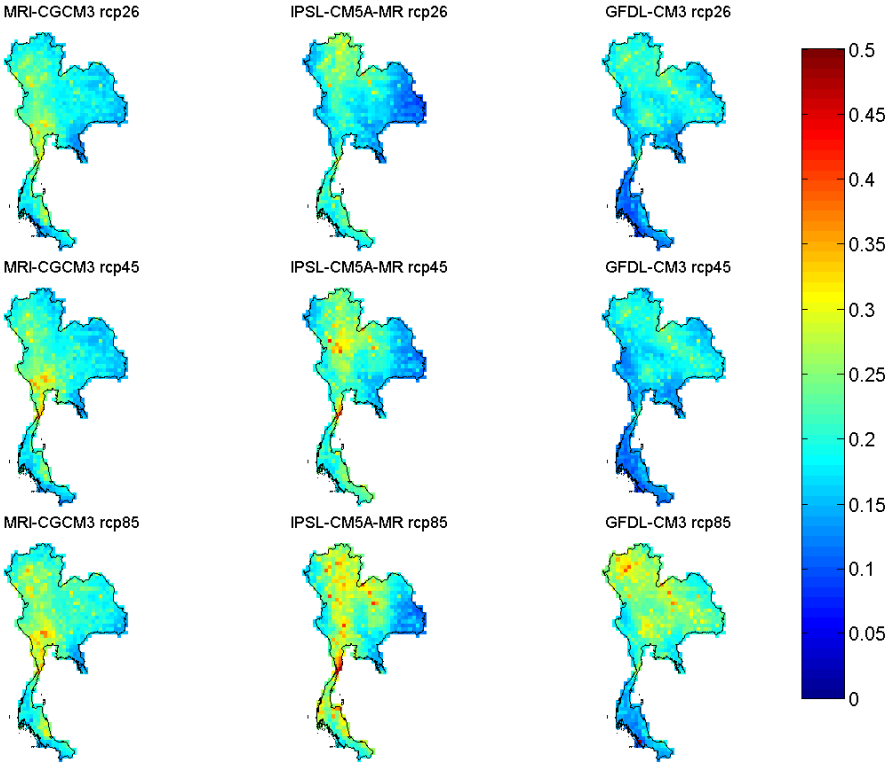


รูปที่ 3.5-17 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี
เฉลี่ยในช่วงปี 2071-2100

รูปที่ 3.5-18 และ 3.5-19 แสดงภาพจำลองความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปีของประเทศไทย โดยแสดงเป็นค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation, CV) ซึ่งคำนวณจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเทียบกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลรูปที่ 3.5-18 แสดงภาพจำลองความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และรูปที่ 3.5-19 แสดงภาพจำลองความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 ความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยจาก 3 แบบจำลอง ภายใต้ 3 RCPs พบว่าภายใต้ RCP 8.5 ปริมาณฝนรายปีมีแนวโน้มมีความแปรปรวนสูงกว่า RCP 2.6 และ RCP 4.5 เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงเวลา ความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงปีค.ศ. 2017-2100 เทียบกับช่วงปีค.ศ. 2016-2045



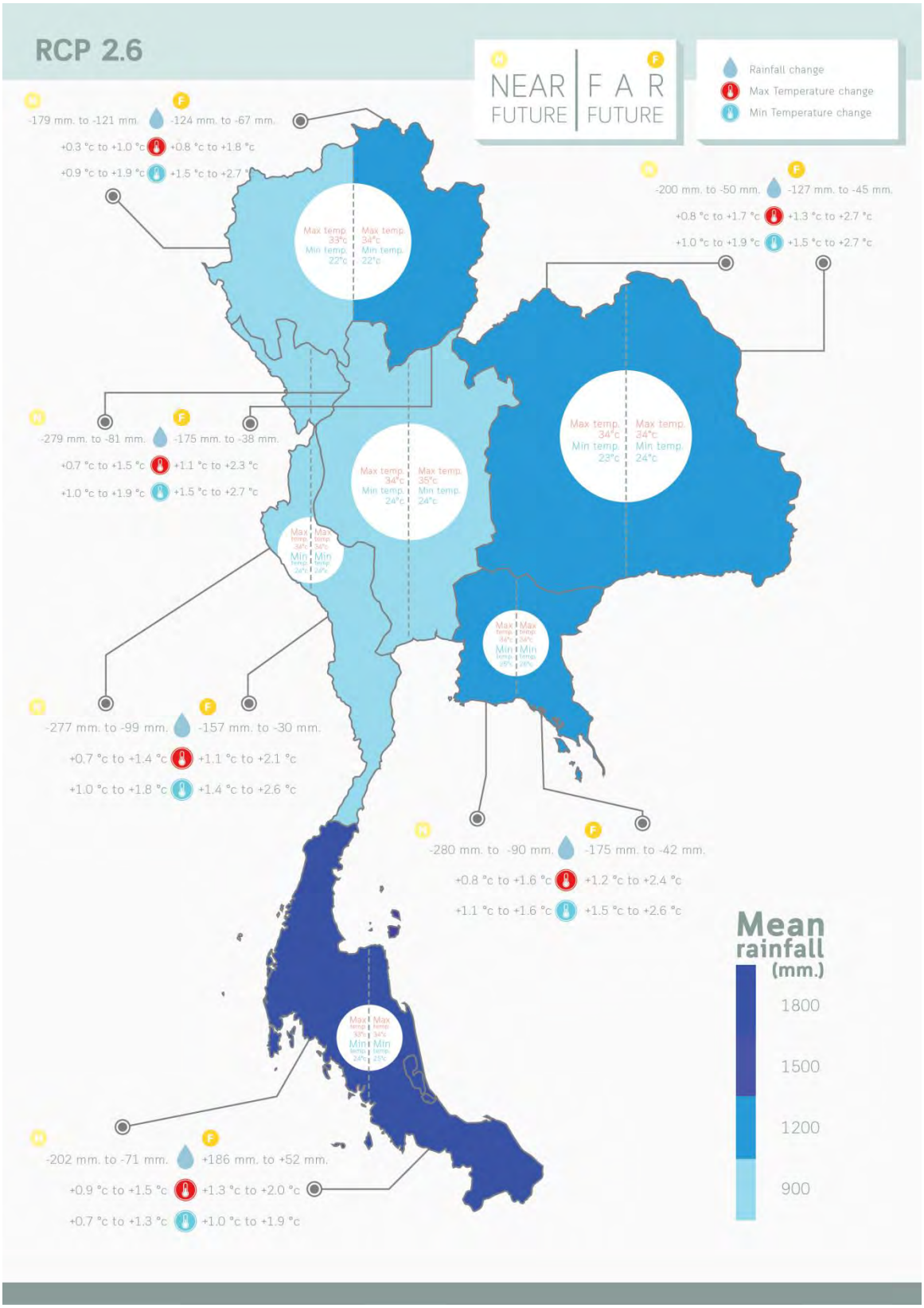
รูปที่ 3.5-18 ภาพจำลองความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปี (CV)
เฉลี่ยในช่วงปี 2016-2045



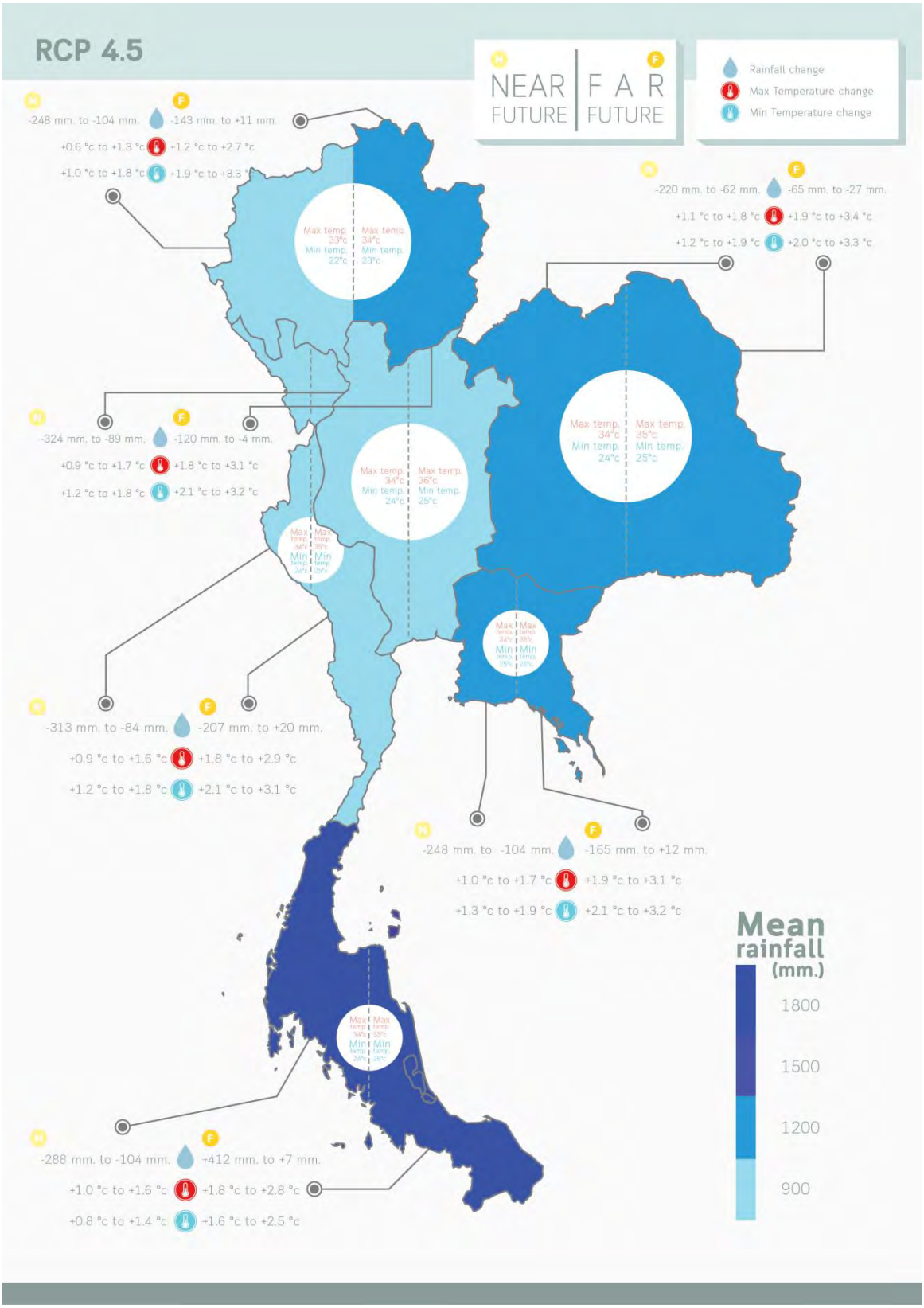
รูปที่ 3.5-19 ภาพจำลองความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปี (CV)
เฉลี่ยในช่วงปี 2071-2100

รูปที่ 3.5-20 ถึงรูปที่ 3.5-22 แสดงผลสรุปการเปลี่ยนแปลงรายภาคของอุณหภูมิสูงสุดรายวัน อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน และปริมาณฝนรายวัน ภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 ตามลำดับ โดยทำการสรุปการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นรายภาค 6 ภาค

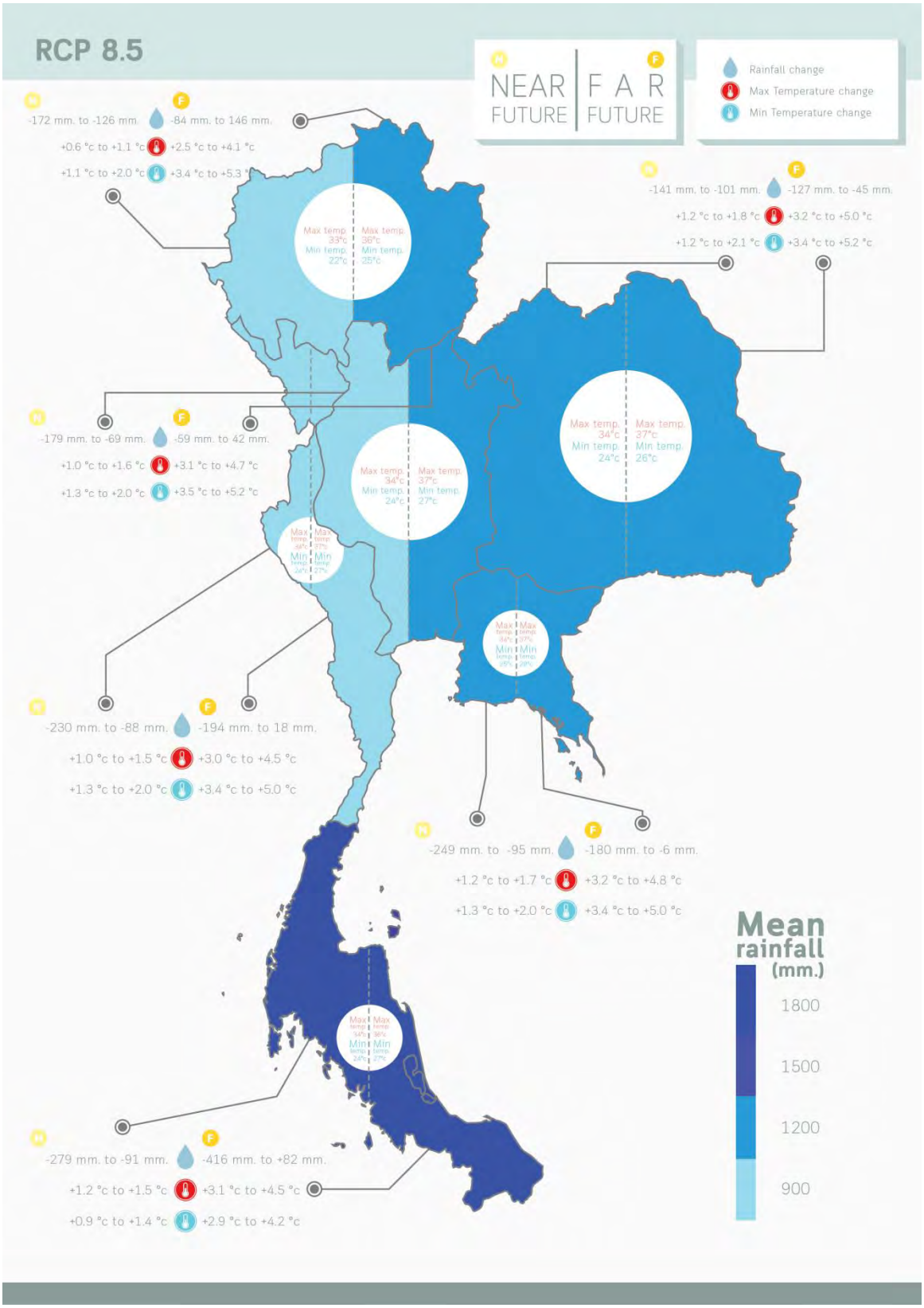
การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวัน และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุดรายวันมีแนวโน้มที่สอดคล้องกันทั้ง 3 แบบจำลอง ภายใต้ 3 RCPs โดยภาพรวมทั้งประเทศ อุณหภูมิสูงสุดรายวันของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 0.9 – 1.8°C, 1.3 – 2.3°C, and 2.0 – 3.1°C ภายใต้ RCP 2.6, RCP 4.5, และ RCP 8.5 ตามลำดับอุณหภูมิต่ำสุดรายวันของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 1.2 – 2.2°C, 1.6 – 2.4°C, และ 2.2 – 3.4°C ภายใต้ RCP 2.6, RCP 4.5 and RCP 8.5 ตามลำดับ แต่การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีมีแนวโน้มที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ และแต่ละแบบจำลอง โดยภาพรวมทั้งประเทศ ปริมาณฝนรายปีโดยเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง โดยปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงในช่วง 66 – 193, 46 – 229, 19 – 191 มม.ต่อปี ภายใต้ RCP 2.6, RCP 4.5 และ RCP 8.5, ตามลำดับ



รูปที่ 3.5-20 สรุปการเปลี่ยนแปลงรายภาคของอุณหภูมิสูงสุดรายวัน อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน และปริมาณฝนรายวัน ภายใต้ RCP 2.6

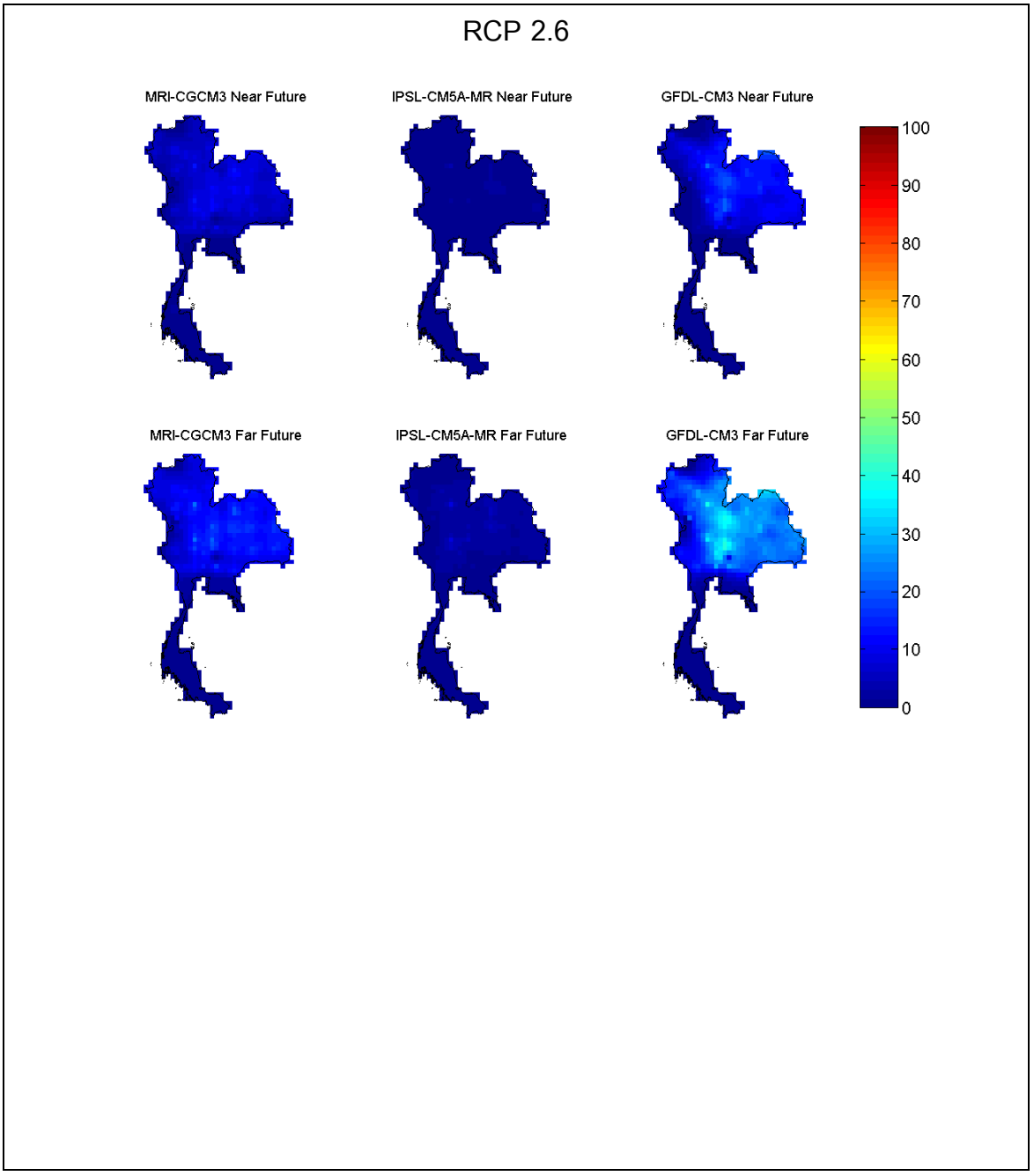


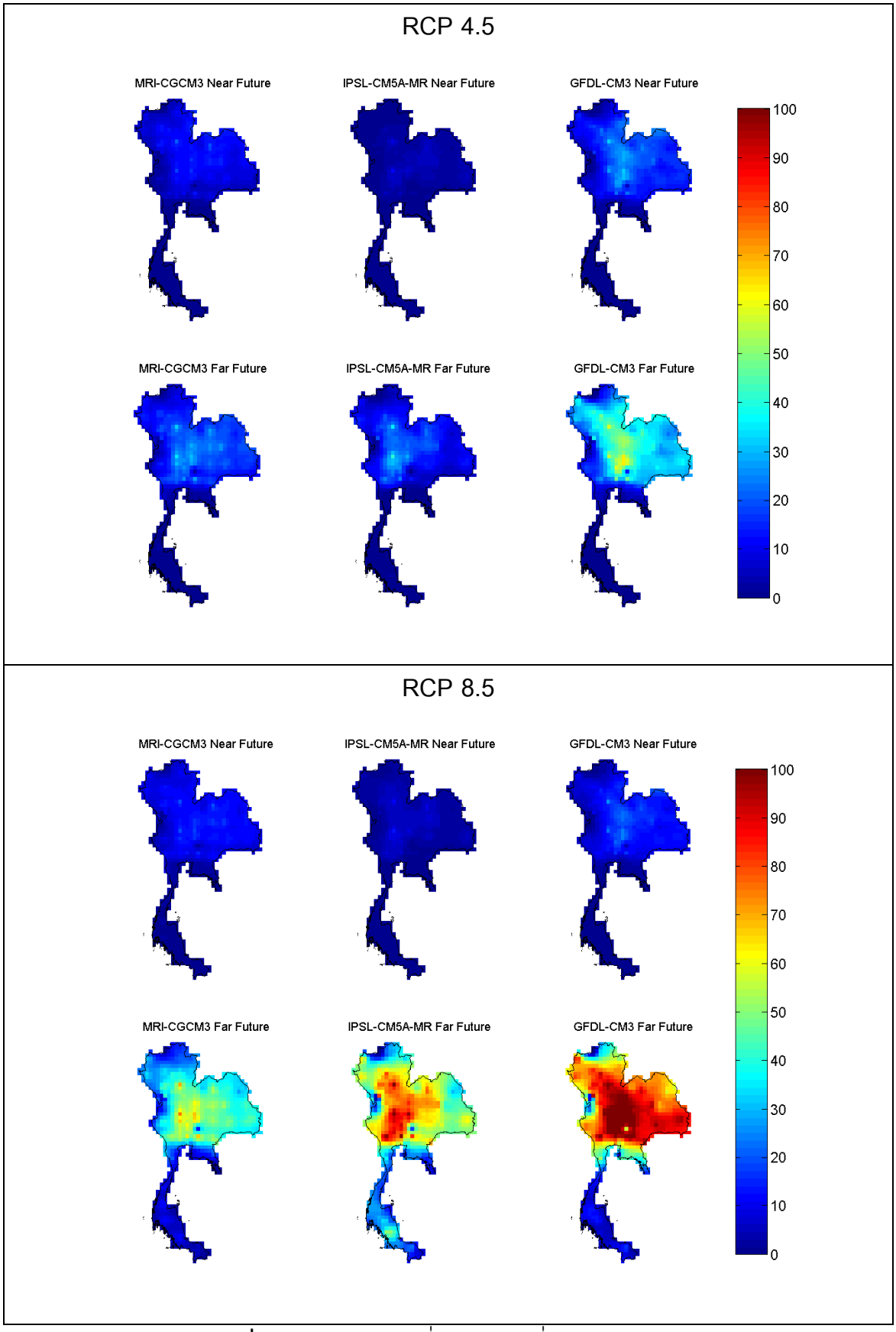
รูปที่ 3.5-21 สรุปการเปลี่ยนแปลงรายภาคของอุณหภูมิสูงสุดรายวัน อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน และปริมาณฝนรายวัน ภายใต้ RCP 4.5



รูปที่ 3.5-22 สรุปการเปลี่ยนแปลงรายภาคของอุณหภูมิสูงสุดรายวัน อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน และปริมาณฝนรายวัน ภายใต้ RCP 8.5

รูปที่ 3.5-23 แสดงจำนวนวันที่อุณหภูมิสูงที่สุดสูงกว่า 40°C จาก 3 แบบจำลองภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100 พบว่าบริเวณภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลางตอนบนมีแนวโน้มที่จะมีจำนวนวันที่อุณหภูมิสูงที่สุดสูงกว่า 40°C มากกว่าบริเวณอื่น โดยมีจำนวนวันโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-35 วันยกเว้นภายใต้ RCP 8.5 ในช่วงอนาคตไกลที่มีจำนวนวันที่อุณหภูมิสูงสุดรายวันสูงกว่า 40°C มากกว่า 50 วันในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และภาคอีสาน โดยเฉพาะจากแบบจำลอง GFDL-CM3

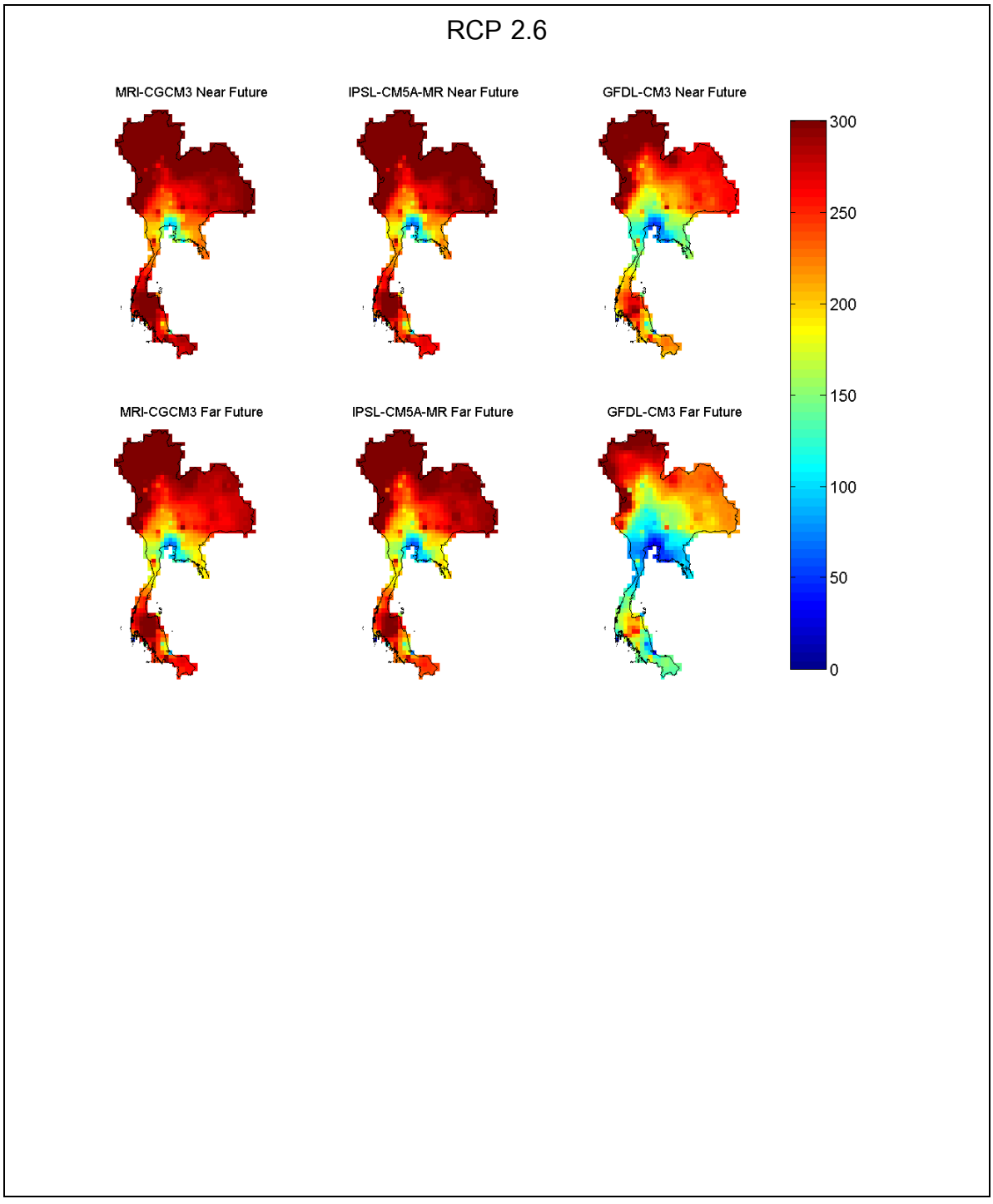


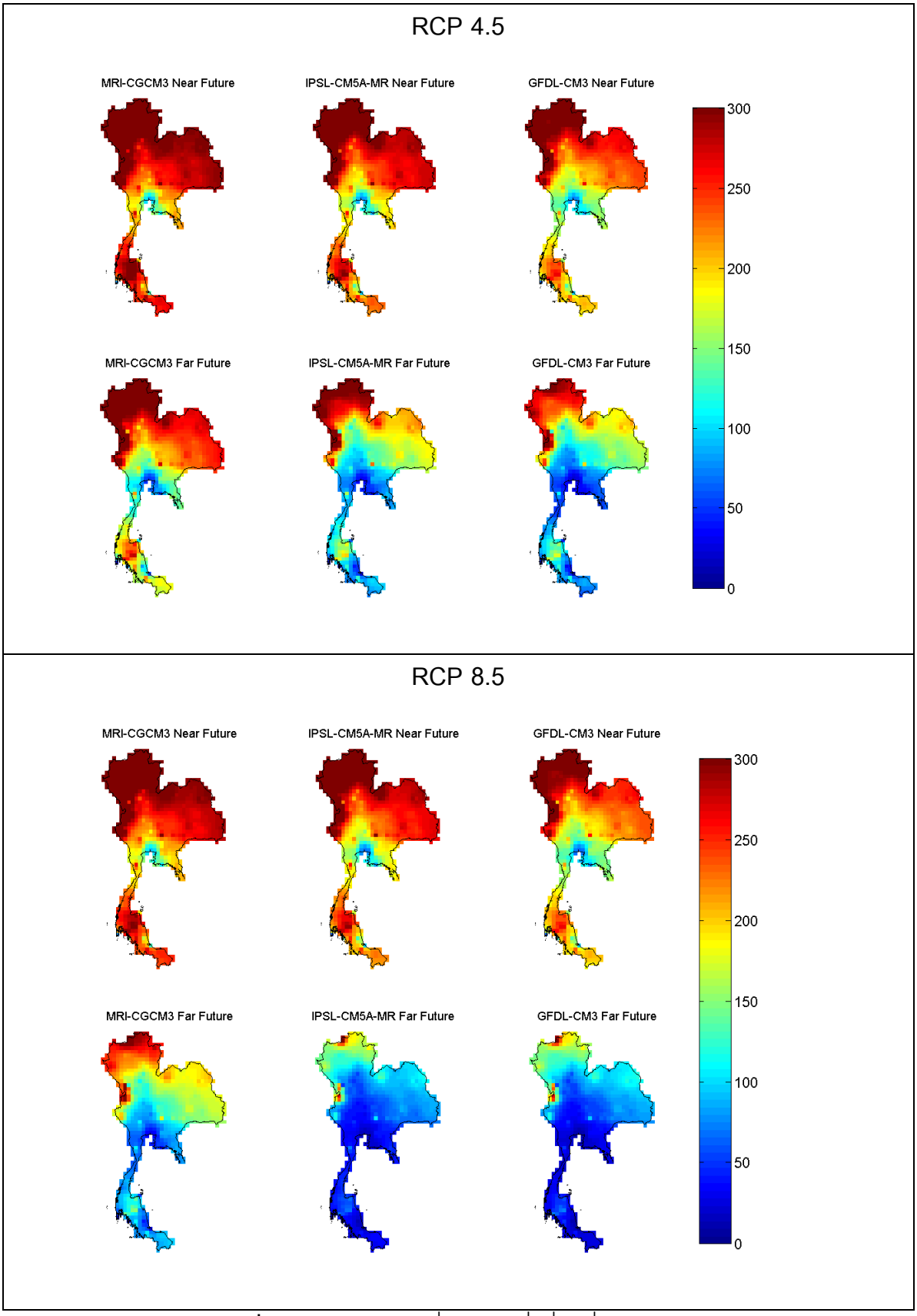


รูปที่ 3.5-23 จำนวนวันที่อุณหภูมิสูงที่สุดสูงกว่า 40°C

เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100

รูปที่ 3.5-24 แสดงจำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำที่สุดต่ำกว่า 25°C จาก 3 แบบจำลองภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100 พบว่าบริเวณภาคเหนือตอนบน และภาคใต้ภายใต้ RCP 2.6 มีแนวโน้มที่จะมีจำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำที่สุดต่ำกว่า 25°C มากกว่าบริเวณอื่น โดยมีจำนวนวันมากกว่า 200 วันแต่ภายใต้ RCP 8.5 ในช่วงอนาคตอันไกลมีจำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำสุดรายวันต่ำกว่า 25°C ลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญ

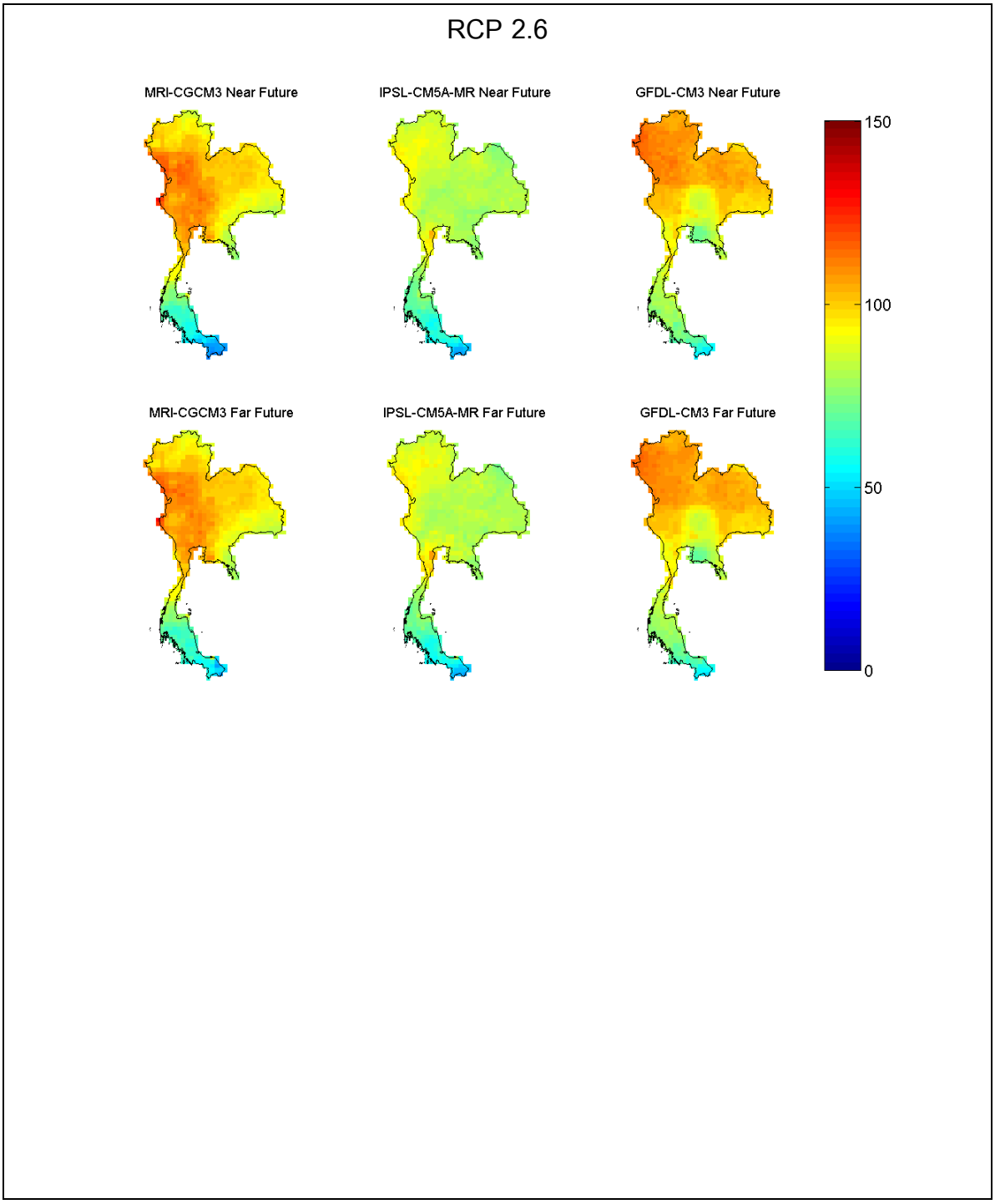


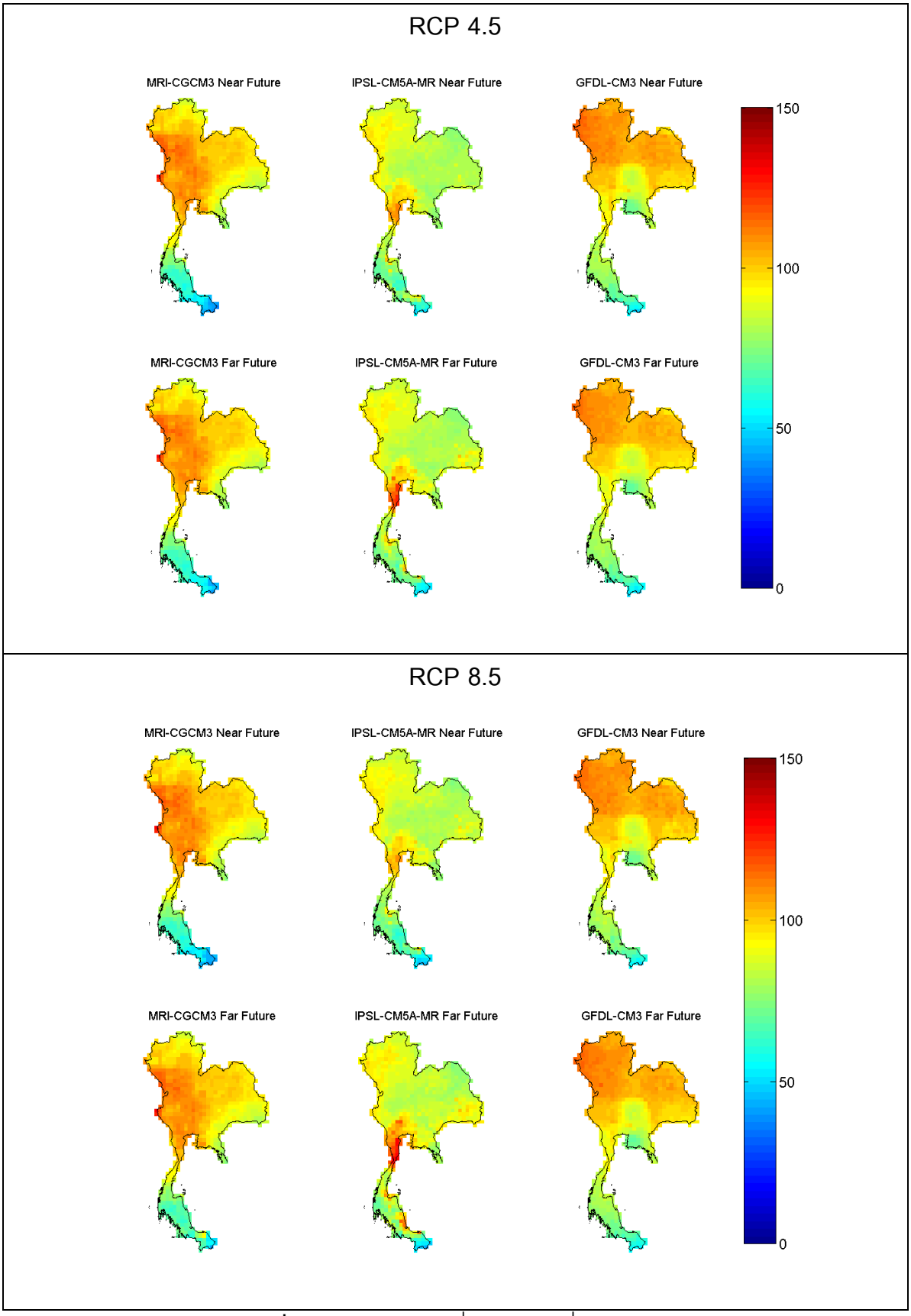


รูปที่ 3.5-24 จำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำที่สุดต่ำกว่า 25°C

เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100

รูปที่ 3.5-25 แสดงจำนวนวันที่ฝนแล้งต่อเนื่อง (Consecutive Dry Day, CDD) จาก 3 แบบจำลองภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100 บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวนวันที่ฝนแล้งต่อเนื่องโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 100 วันโดยแบบจำลอง IPSL-CM5A-MR มีจำนวนวันที่ฝนแล้งต่อเนื่องน้อยกว่าอีก 2 แบบจำลอง

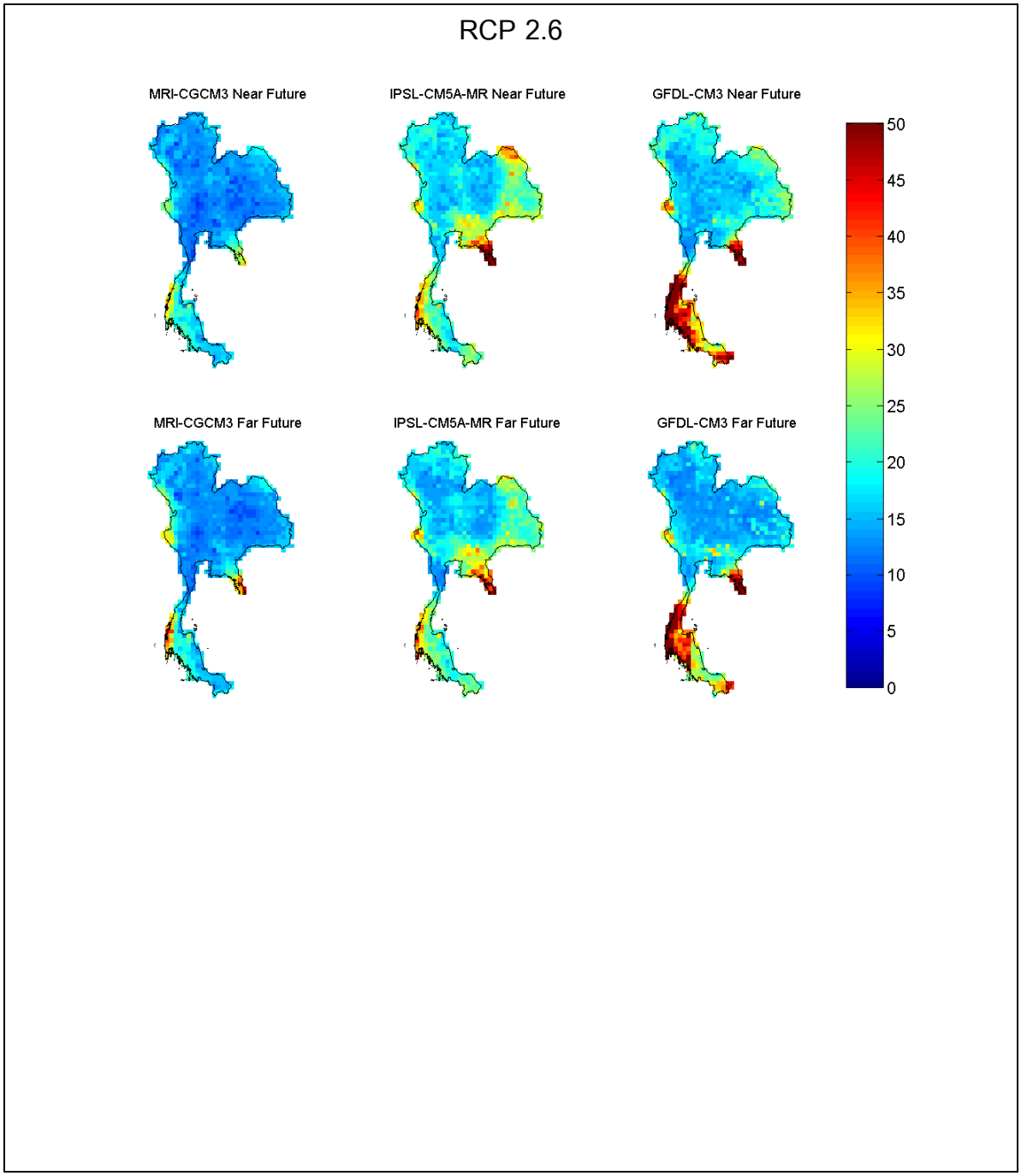


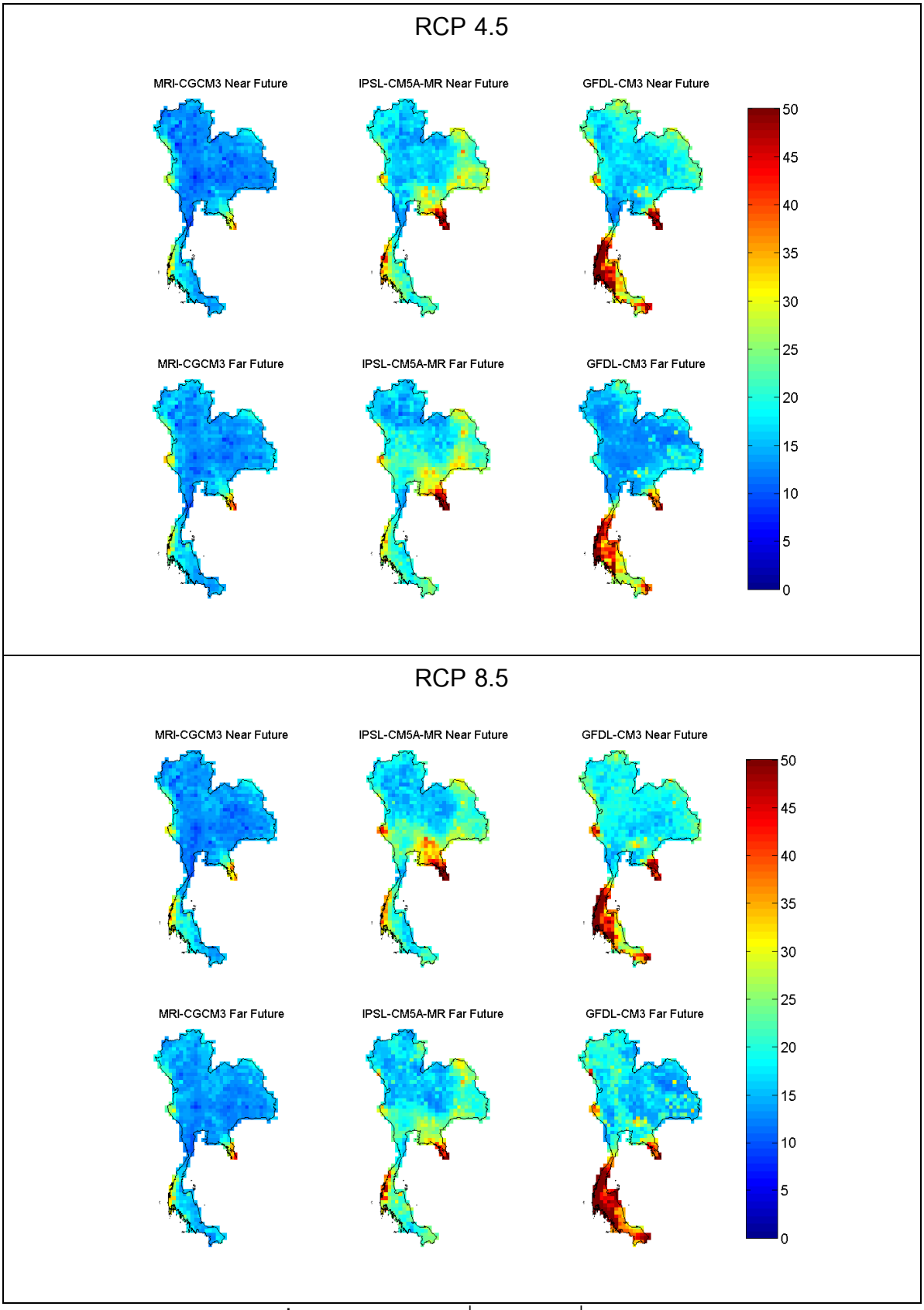


รูปที่ 3.5-25 จำนวนวันที่ฝนแล้งต่อเนื่อง (CDD)

เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100

รูปที่ 3.5-26 แสดงจำนวนวันที่ฝนตกต่อเนื่อง (Consecutive Wet Day, CWD) จาก 3 แบบจำลองภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100 บริเวณภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวนวันที่ฝนตกต่อเนื่องโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 10-20 วันสำหรับบริเวณภาคตะวันออก และภาคใต้ มีจำนวนวันที่ฝนตกต่อเนื่องโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 30-40 วัน โดยแบบจำลอง GFDL-CM3 มีจำนวนวันที่ฝนตกต่อเนื่องมากกว่าอีก 2 แบบจำลอง

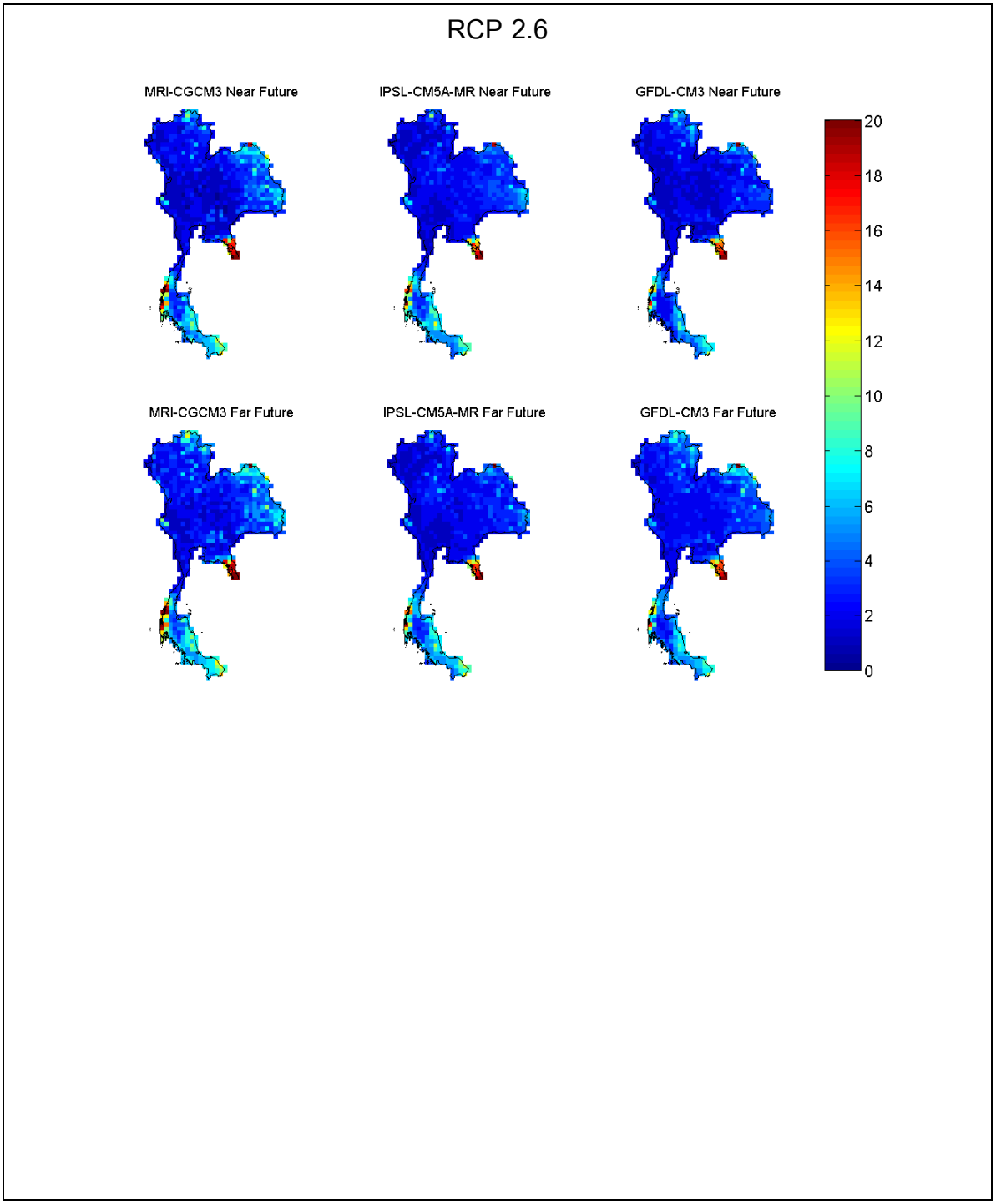


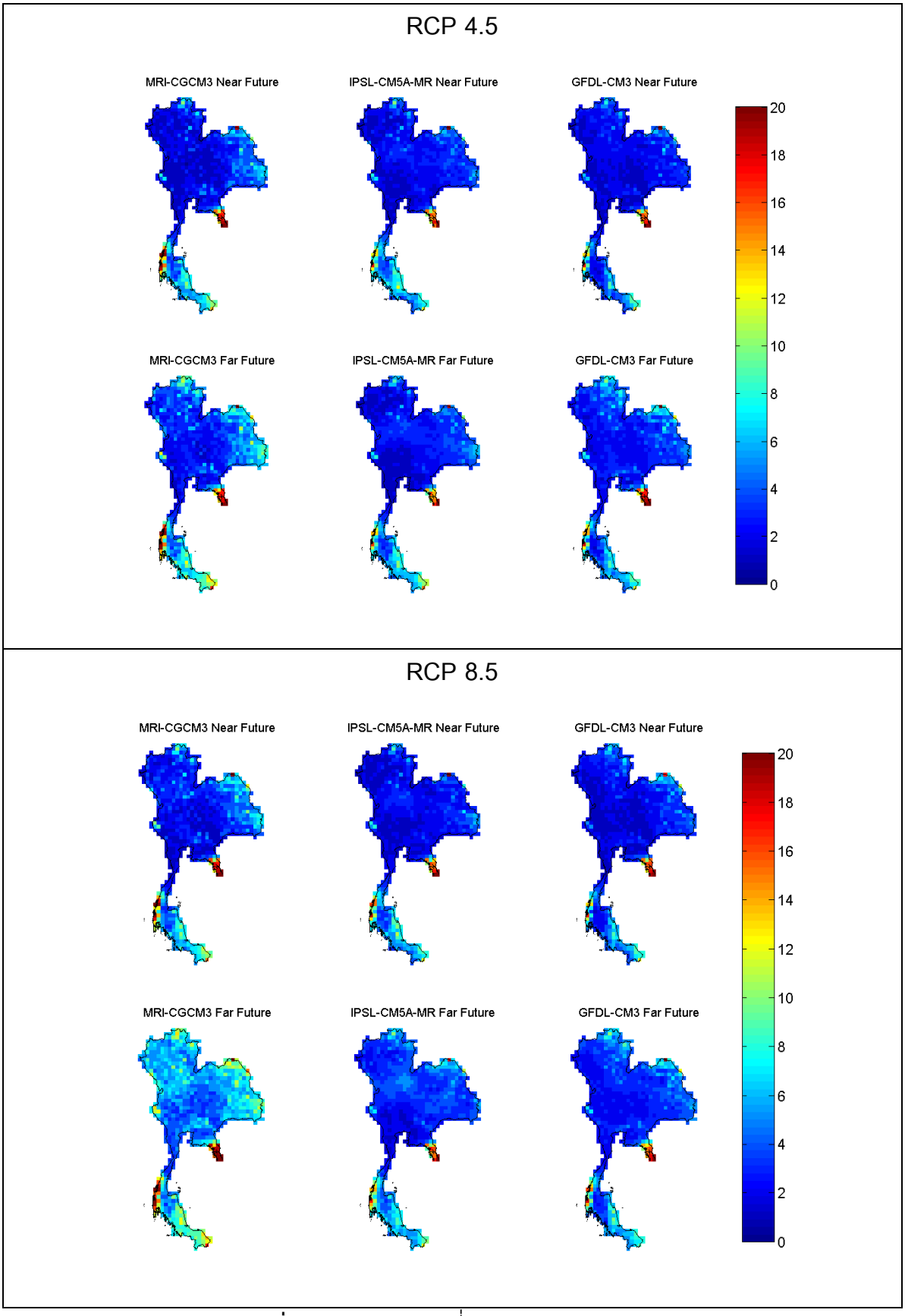


รูปที่ 3.5-26 จำนวนวันที่ฝนแล้งต่อเนื่อง (CDD)

เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100

รูปที่ 3.5-27 แสดงจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 35 มม. จาก 3 แบบจำลองภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100 บริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีแนวโน้มที่จะมีจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 35 มม. สูงกว่าบริเวณอื่นโดยมีจำนวนวันโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15-20 วัน

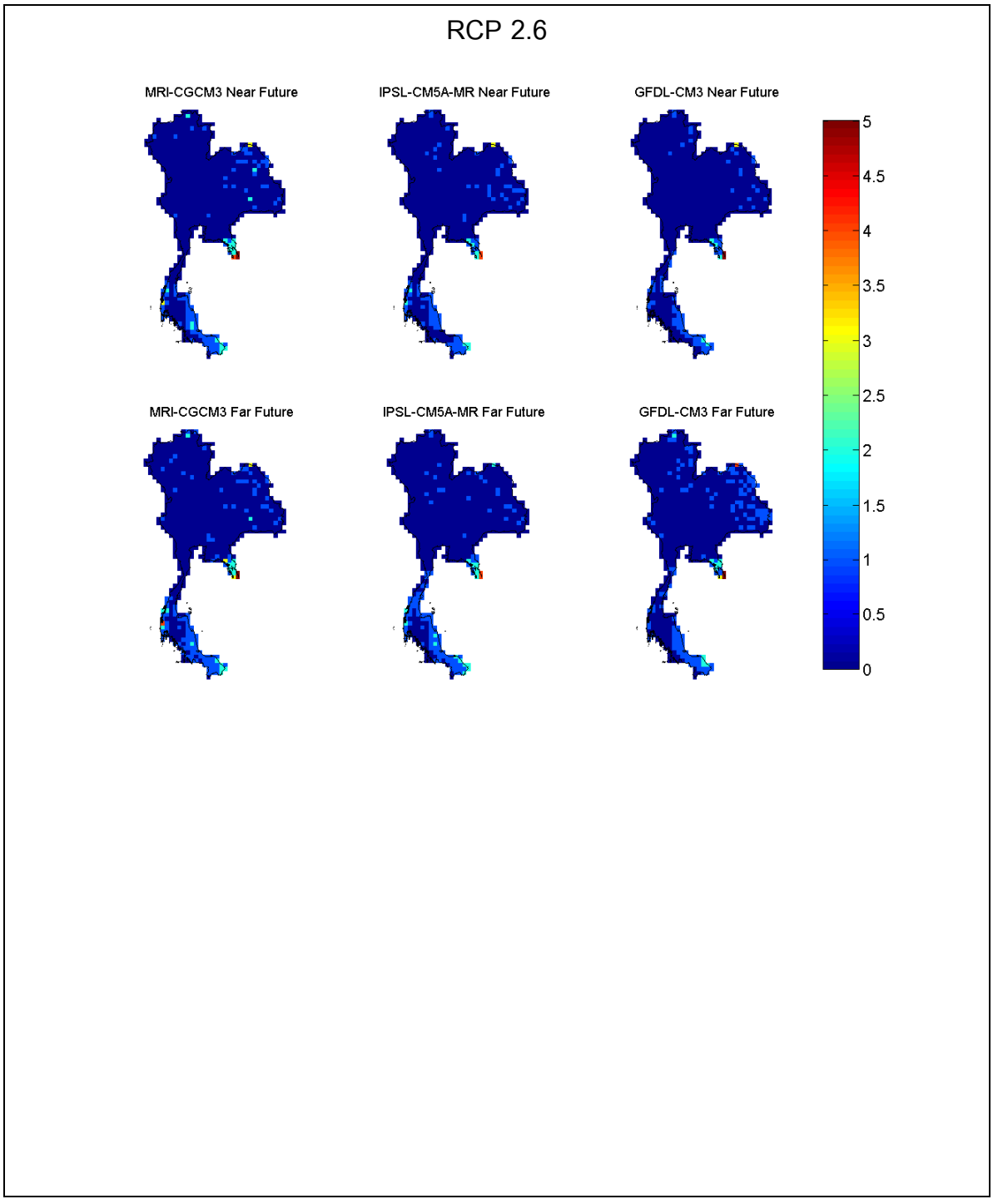


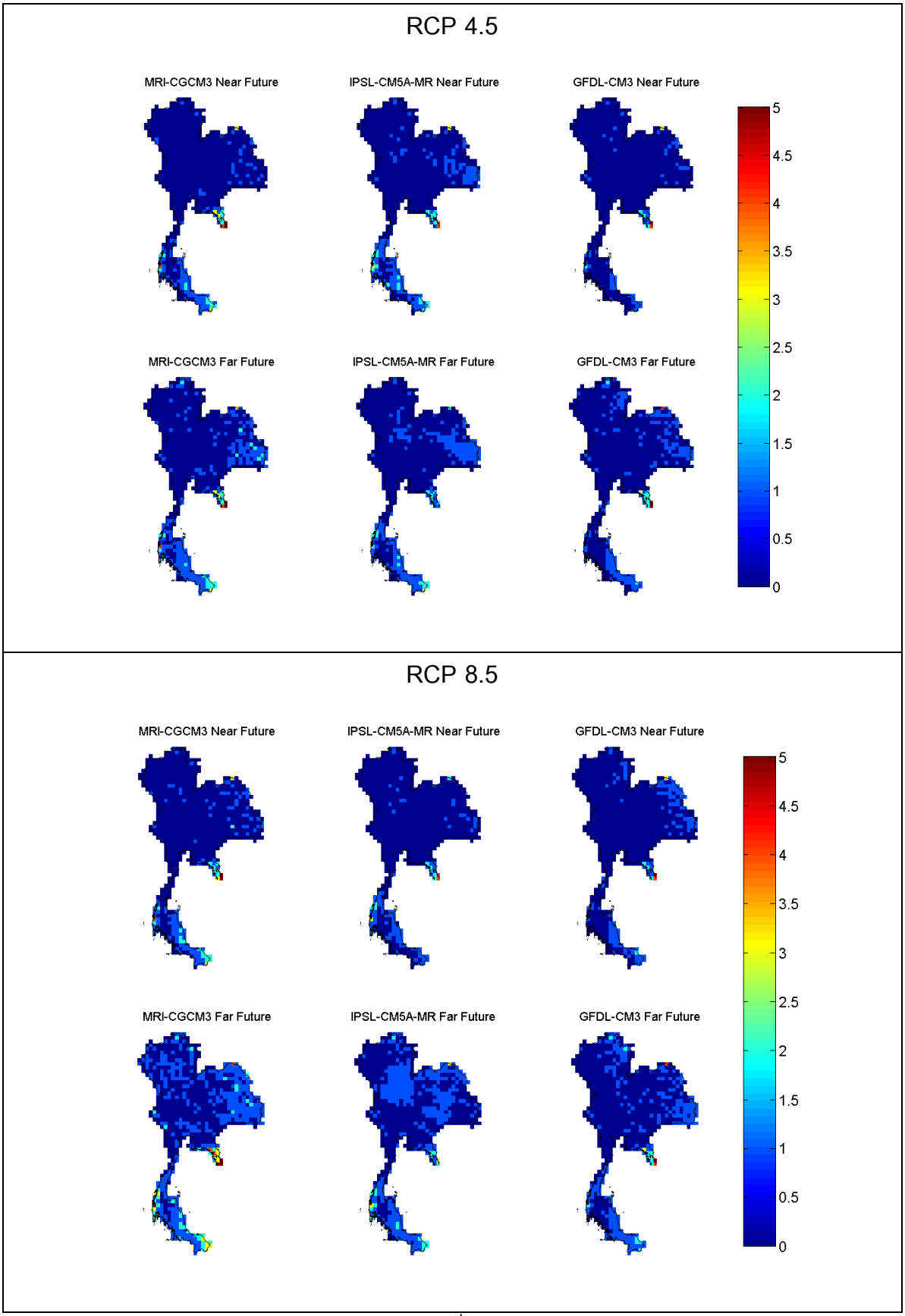


รูปที่ 3.5-27 จำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 35 มม.

เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100

รูปที่ 3.5-28 แสดงจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 90 มม. จาก 3 แบบจำลองภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100 บริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้ มีแนวโน้มที่จะมีจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 35 มม. สูงกว่าบริเวณอื่นโดยมีจำนวนวันโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3-5 วัน





รูปที่ 3.5-28 จำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 90 มม.

เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และ 2071-2100

การศึกษาและภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยประกอบด้วยขั้นตอนการทบทวนแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกภายใต้ CMIP5 ภาพการณ์จำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การคัดเลือกตัวแทนแบบจำลองภูมิอากาศโลกสำหรับประเทศไทย และภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย

พัฒนาการของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกในยุคแรกแบบจำลองใช้ข้อมูลภูมิอากาศเป็นหลัก เรียกว่า Atmospheric GCM หรือ AGCM ต่อมามีการเพิ่มในส่วนของมหาสมุทร และพื้นดิน ในช่วงของการจัดทำ IPCC Second Assessment Report แบบจำลองมีการเพิ่มในส่วนของ Aerosols ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในการพัฒนาต่อมาแบบจำลองมีความซับซ้อนและมีความละเอียดสูงขึ้น มีการรวม Carbon Cycle, Dynamic Vegetation, Atmospheric Chemistry, และ Land Ice interaction ในแบบจำลองเวอร์ชันล่าสุด ในปัจจุบัน Climate Modeling Groups มีการจัดทำ climate model experiments ภายใต้โครงการ Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) โดยในปัจจุบันอยู่ในเฟสที่ 5 หรือ CMIP 5 ผลของการจำลองอุณหภูมิมีค่า pattern correlation อยู่ในเกณฑ์ดีมาก และมีความแปรปรวนระหว่างแบบจำลองค่อนข้างน้อยมาก ในขณะที่การจำลองปริมาณฝนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นมากในระยะ CMIP5 และมีความแปรปรวนระหว่างแบบจำลองลดลง

ภาพการณ์จำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้ CMIP5 เรียกว่า Representative Concentration Pathway ประกอบด้วย RCP 8.5 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราที่สูง RCP 6 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราปานกลาง RCP 4.5 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราปานกลาง-ต่ำและ RCP 2.6 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราที่ต่ำ

การคัดเลือกตัวแทนแบบจำลองภูมิอากาศโลกสำหรับประเทศไทย ในการศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกกับปริมาณฝนสังเกตการณ์จากกรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยา ครอบคลุมพื้นที่ทั้งประเทศไทย ในช่วงเวลาระหว่างปี ค.ศ. 1979-2005 โดยแบ่งพื้นที่ประเทศไทยออกเป็นกลุ่มลุ่มน้ำหลัก 9 กลุ่มลุ่มน้ำและทำการประเมินการจำลองปริมาณฝนจาก 9 แบบจำลองที่มีการจำลองภูมิอากาศในอนาคตภายใต้ 3 RCPs คือ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 โดย 9 แบบจำลองภูมิอากาศ ได้แก่ CCSM4, CNRM-CM5, ACCESS1.3, CSIRO-Mk3.6.0, GFDL-CM3, HadCM3 IPSL-CM5A-MR, MIROC5, และ MRI-CGCM3 จากผลการคำนวณค่า BIAS และ RMSE ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก 9 แบบจำลอง ของการจำลอง

ปริมาณฝนในประเทศไทยในช่วงเวลา ค.ศ.1979-2005 และผลการวิเคราะห์ค่าBIAS และ RMSE แยกเป็นฤดูกาลคือ ช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง แบบจำลองที่มีค่า BIAS ใกล้เคียง 1 มากที่สุดและมีค่า RMSE น้อยที่สุด คือ IPSL-CM5A-MR และแบบจำลองที่มีค่า BIAS ใกล้เคียง 1 อีกสองลำดับถัดมา ได้แก่ GFDL-CM3 และ MRI-CGCM3 ในการศึกษานี้จึงเลือกใช้ 3 แบบจำลองนี้ได้แก่ IPSL-CM5A-MR, GFDL-CM3 และ MRI-CGCM3 ในการศึกษาภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต และการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศรุนแรงของประเทศไทย

ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย โดยวิเคราะห์อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด และปริมาณฝนรายวัน รายเดือน และรายปี ใช้ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด และปริมาณฝนรายวันในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 จาก 3 แบบจำลอง GFDL-CM3, IPSL-CM5A-MR และ MRI-CGCM3 ภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 ที่ได้ทำการปรับแก้ความเอนเอียงเชิงสถิติ และทำการย่อส่วนให้ข้อมูลมีความละเอียด 0.25° x 0.25° ด้วยวิธี Bias Correctionและ Spatial Disaggregationที่พัฒนาโดย Watanabe et al. (2014)โดยทำการปรับแก้ทั้งค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ทั้ง 3 แบบจำลองให้ภาพจำลองอุณหภูมิสูงที่สุดไปในแนวทางเดียวกัน โดยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางมีอุณหภูมิสูงที่สุดสูงกว่า 35°C ในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 ภายใต้ RCP 8.5 อุณหภูมิสูงสุดสูงรายวันเฉลี่ยอยู่ที่ 35- 40°C การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 มีค่าสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 2°C และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 มีค่าสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 4°C

จากภาพจำลองอุณหภูมิต่ำที่สุดไปในแนวทางเดียวกันโดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดรายวันอยู่ระหว่าง 20-25°C ในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 และมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดรายวันอยู่ระหว่าง 20-30°C ในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 มีค่าสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 2°C และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 มีค่าสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 3°C

จากภาพจำลองปริมาณฝนรายปีจาก 3 แบบจำลองมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยที่ลดลง โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนรายปีจากข้อมูลตรวจวัดของประเทศไทยในช่วงปี 1970-2005 มีค่า 1516 มม.ต่อปี โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจาก RCP 2.6 ในช่วงอนาคตอันใกล้ของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1191, 1324 และ 1274 มม.ต่อปี ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจาก RCP 2.6 ในช่วงอนาคตอันไกลของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1284, 1301 และ 1335 มม.ต่อปี ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจาก RCP 4.5 ในช่วงอนาคตอันใกล้ของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1165, 1300 และ 1265 มม.ต่อปี ตามลำดับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจาก RCP 4.5 ในช่วงอนาคตอันไกลของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1345, 1285 และ 1367 มม.ต่อปี ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจาก RCP 8.5 ในช่วงอนาคตอันใกล้ของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1243, 1287 และ 1258 มม.ต่อปี ตามลำดับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจาก RCP 4.5 ในช่วงอนาคตอันไกลของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1465, 1293 และ 1322 มม.ต่อปี ตามลำดับ

จากภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีของประเทศไทย โดยทำการเปรียบเทียบกับปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยจากข้อมูลตรวจวัดในช่วงปีค.ศ. 1970-2005 ในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย จากทั้ง 3 แบบจำลองมีแนวโน้มลดลง โดยภาพจำลองจากแบบจำลอง MRI-CGCM3 มีปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลงสูงกว่าจากอีก 2 แบบจำลอง ในช่วงปีค.ศ. 2071-2100 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ และแตกต่างกันไปในแต่ละแบบจำลอง

ภาพจำลองความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปีของประเทศไทย โดยแสดงเป็นค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation, CV) ภายใต้ RCP8.5 ปริมาณฝนรายปีมีแนวโน้มมีความแปรปรวนสูงกว่า RCP 2.6 และ RCP 4.5 เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงเวลา ความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงปีค.ศ. 2017-2100 เทียบกับช่วงปีค.ศ. 2016-2045

ผลสรุปการเปลี่ยนแปลงรายภาคของอุณหภูมิสูงสุดรายวัน อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน และปริมาณฝนรายวัน ภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 ตามลำดับ โดยทำการสรุปการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นรายภาค 6 ภาค การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดรายวัน และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุดรายวันมีแนวโน้มที่สอดคล้องกันทั้ง 3 แบบจำลอง ภายใต้ 3 RCPs โดยภาพรวมทั้งประเทศอุณหภูมิสูงสุดรายวันของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 0.9 - 1.8^{o}C, 1.3 - 2.3^{o}C, and 2.0 - 3.1^{o}C ภายใต้ RCP 2.6, RCP 4.5 และ RCP 8.5 ตามลำดับอุณหภูมิต่ำสุดรายวันของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 1.2 - 2.2^{o}C, 1.6 - 2.4^{o}C และ 2.2 - 3.4^{o}C ภายใต้ RCP 2.6, RCP 4.5

and RCP 8.5 ตามลำดับแต่การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีมีแนวโน้มที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่และแต่ละแบบจำลอง โดยภาพรวมทั้งประเทศ ปริมาณฝนรายปีโดยเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง โดยปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงในช่วง 66 - 193, 46 - 229 and 19 - 191 มม.ต่อปี ภายใต้ RCP 2.6, RCP 4.5 และ RCP 8.5 ตามลำดับ

สำหรับการเปลี่ยนแปลงสภาวะ extreme พบว่า จำนวนวันที่อุณหภูมิสูงที่สุดสูงกว่า 40°C บริเวณภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลางตอนบนมีแนวโน้มที่จะมีจำนวนวันที่อุณหภูมิสูงที่สุดสูงกว่า 40°C มากกว่าบริเวณอื่น โดยมีจำนวนวันโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-35 วันยกเว้นภายใต้ RCP 8.5 ในช่วงอนาคตไกลที่มีจำนวนวันที่อุณหภูมิสูงสุดรายวันสูงกว่า 40°C มากกว่า 50 วันในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และภาคอีสาน โดยเฉพาะจากแบบจำลอง GFDL-CM3

จำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำที่สุดต่ำกว่า 25°C พบว่าบริเวณภาคเหนือตอนบน และภาคใต้ภายใต้ RCP 2.6 มีแนวโน้มที่จะมีจำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำที่สุดต่ำกว่า 25°C มากกว่าบริเวณอื่น โดยมีจำนวนวันมากกว่า 200 วันแต่ภายใต้ RCP 8.5 ในช่วงอนาคตอันไกลมีจำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำสุดรายวันต่ำกว่า 25°C ลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญ

จำนวนวันที่ฝนแล้งต่อเนื่อง (Consecutive Dry Day, CDD) พบว่าบริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวนวันที่ฝนแล้งต่อเนื่องโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 100 วันโดยแบบจำลอง IPSL-CM5A-MR มีจำนวนวันที่ฝนแล้งต่อเนื่องน้อยกว่าอีก 2 แบบจำลอง

จำนวนวันที่ฝนตกต่อเนื่อง (Consecutive Wet Day, CWD) พบว่าบริเวณภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวนวันที่ฝนตกต่อเนื่องโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 10-20 วันสำหรับบริเวณภาคตะวันออก และภาคใต้ มีจำนวนวันที่ฝนตกต่อเนื่องโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 30-40 วัน โดยแบบจำลอง GFDL-CM3 มีจำนวนวันที่ฝนตกต่อเนื่องมากกว่าอีก 2 แบบจำลอง

จำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 35 มม. พบว่าบริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีแนวโน้มที่จะมีจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 35 มม. สูงกว่าบริเวณอื่นโดยมีจำนวนวันโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15-20 วัน และจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 90 มม. พบว่าบริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้มีแนวโน้มที่จะมีจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 35 มม. สูงกว่าบริเวณอื่นโดยมีจำนวนวันโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3-5 วัน

บทที่ 4
การประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยงภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและอนาคต

4.1 บทนำ

ในบทที่ 2 และ 3 ที่ผ่านมาได้กล่าวถึงการศึกษาภาพฉายการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตามลำดับ ในบทนี้จะเชื่อมโยงสองประเด็นเข้าด้วยกัน เพื่อประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยงภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและอนาคต ในบทนี้จะกล่าวถึงความเสี่ยงในอนาคตจากสองแรงผลัก หนึ่งคือความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนในการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคม ทั้งจากแนวการพัฒนาและเป้าหมายจากนานาชาติ เช่น เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ (Sustainable Development Goals (SDGs)), Water -Energy- Food -NEXUS รวมถึงแนวทางและยุทธศาสตร์การพัฒนาของประเทศไทยเอง เช่น ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี, แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12, 13 ที่จะสอดรับกับแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี, Thailand 4.0 ยุทธศาสตร์การพัฒนาทั้งจากนานาชาติและในประเทศไทยที่กล่าวมาแล้วเหล่านี้จะเป็นตัวผลักดันให้บางพื้นที่มีความเสี่ยงมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น เมื่อเกิดเหตุการณ์ภัยธรรมชาติน้ำแล้งในบางพื้นที่ที่คล้ายคลึงกับเหตุการณ์ในอดีต แต่พื้นที่นี้จะมีความเสียหายทางเศรษฐกิจและสังคมมากขึ้นหากพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยมากขึ้นหรือหากพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่เพาะปลูกเกษตรกรรมเป็นพื้นที่เมืองมากขึ้น ในส่วนของความไม่แน่นอนด้านภูมิอากาศได้ถูกแสดงรายละเอียดดังบทที่ 3

4.2 แรงผลักในเชิงนโนบาย

4.2.1 ต่างประเทศ

4.2.1.1 วาระแห่งปี ค.ศ.2030 เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: 2030, SDG 2030)

สรุปวาระแห่งปี ค.ศ.2030เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG 2030)

การประชุมสหประชาชาติระดับผู้นำเพื่อรับรองวาระการพัฒนาภายหลังปี ค.ศ. 2015 เมื่อ 25 - 27 ก.ย. 2558 ณ สหประชาชาติ นครนิวยอร์ก ได้มีการรับรองเอกสารว่าด้วยการปฏิรูปโลกของ

พวกเรา: วาระแห่งปี ค.ศ. 2030 เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยมีสาระที่สำคัญดังนี้ (1) การตกลงพันธะสัญญาทางการเมืองในระดับผู้นำเพื่อกำหนดทิศทางการพัฒนาที่ยั่งยืนของโลกในอีก 15 ปีข้างหน้า และ (2) การยืนยันเจตนารมณ์ทางการเมืองของประเทศสมาชิกในการแก้ไขปัญหาความยากจนและขจัดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติและรูปแบบ และบรรลุวาระการพัฒนาที่ยั่งยืนโดยมีการกำหนด 17 เป้าหมาย และ 169 เป้าประสงค์ ครอบคลุมด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อมเพื่อสานต่อภารกิจที่ยังไม่บรรลุผลสำเร็จภายใต้เป้าหมายการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ (MDGs) ในส่วนของกำหนด 17 เป้าหมาย ซึ่งครอบคลุมด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อมแสดงดังตารางที่ 4.2-1 และรูปที่ 4.2-1

ตารางที่ 4.2-1 เป้าหมาย SDG 2030

เป้าหมาย	**รายละเอียด**
1	ยุติความยากจนทุกรูปแบบในทุกที่
2	ยุติความหิวโหย บรรลุความมั่นคงทางอาหาร และยกระดับโภชนาการ และส่งเสริมเกษตรกรรมที่ยั่งยืน
3	สร้างหลักประกันว่าคนมีชีวิตที่มีสุขภาพดีและส่งเสริมสวัสดิภาพสำหรับทุกคนในทุกวัย
4	สร้างหลักประกันว่าทุกคนมีการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างครอบคลุมและเท่าเทียม และสนับสนุนโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต
5	บรรลุความเสมอภาคระหว่างเพศและเสริมสร้างความเข้มแข็งของผู้หญิงและเด็กหญิงทุกคน
6	สร้างหลักประกันให้มีน้ำใช้ และมีการบริหารจัดการน้ำและการสุขาภิบาลอย่างยั่งยืนสำหรับทุกคน
7	สร้างหลักประกันให้ทุกคนเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ในราคาที่ย่อมเยา เชื่อถือได้ และยั่งยืน
8	ส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ต่อเนื่อง ครอบคลุม และยั่งยืน การจ้างงานเต็มที่และมีผลิตภาพ และการมีงานที่มีคุณค่าสำหรับทุกคน
9	สร้างโครงสร้างพื้นฐานที่มีความทนทาน ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ครอบคลุมและยั่งยืน และส่งเสริมนวัตกรรม
10	ลดความไม่เสมอภาคภายในและระหว่างประเทศ
11	ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความครอบคลุม ปลอดภัย มีภูมิต้านทาน และยั่งยืน
12	สร้างหลักประกันให้มีรูปแบบการบริโภคและผลิตที่ยั่งยืน
13	ดำเนินการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบ

ตารางที่ 4.2-1 เป้าหมาย SDG 2030 (ต่อ)

เป้าหมาย	รายละเอียด
14	อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทร ทะเลและทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืน เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
15	ปกป้อง ฟื้นฟู และส่งเสริมการใช้ระบบนิเวศบนบกอย่างยั่งยืน การบริหารจัดการป่าไม้ที่ยั่งยืน การต่อต้านการกลายสภาพเป็นทะเลทราย หยุดยั้งการเสื่อมโทรมของที่ดินและฟื้นฟูสภาพดิน และหยุดยั้งการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ
16	ส่งเสริมสังคมที่สงบสุขและครอบคลุมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ให้ทุกคนเข้าถึงความยุติธรรม และสร้างสถาบันที่มีประสิทธิผล รับผิดรับชอบและครอบคลุมในทุกระดับ
17	เสริมความเข้มแข็งให้แก่กลไกการดำเนินงานและฟื้นฟูหุ้นส่วนความร่วมมือระดับโลกสำหรับการพัฒนาที่ยั่งยืน

ที่มา:UN (2015)

รูปที่ 4.2-1 เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ (UN, 2015)

คำถามที่สำคัญคือประเทศไทยได้รับผลกระทบอะไรบ้างจาก 17 เป้าหมายเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนโดยสหประชาชาติ คำตอบคือประเทศไทยได้ยึดบางแนวทางที่มีประโยชน์ต่อประเทศมาพัฒนาต่อยอดและทำการวัดผลว่าสามารถบรรลุเป้าประสงค์ได้หรือไม่โดยใช้ตัวชี้วัด ยกตัวอย่างเช่น กรณี เป้าหมายที่ 6 "น้ำ" ภายใต้เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนมีเป้าหมายคือสร้างหลักประกันให้มีน้ำใช้ และมีการบริหารจัดการน้ำและการสุขาภิบาลอย่างยั่งยืนสำหรับทุกคน มีเป้าประสงค์และตัวชี้วัดดังตารางที่ 4.2-2

ตารางที่ 4.2-2 แนวทางกำหนดเป้าประสงค์และตัวชี้วัดเป้าหมายที่ 6 "น้ำ"

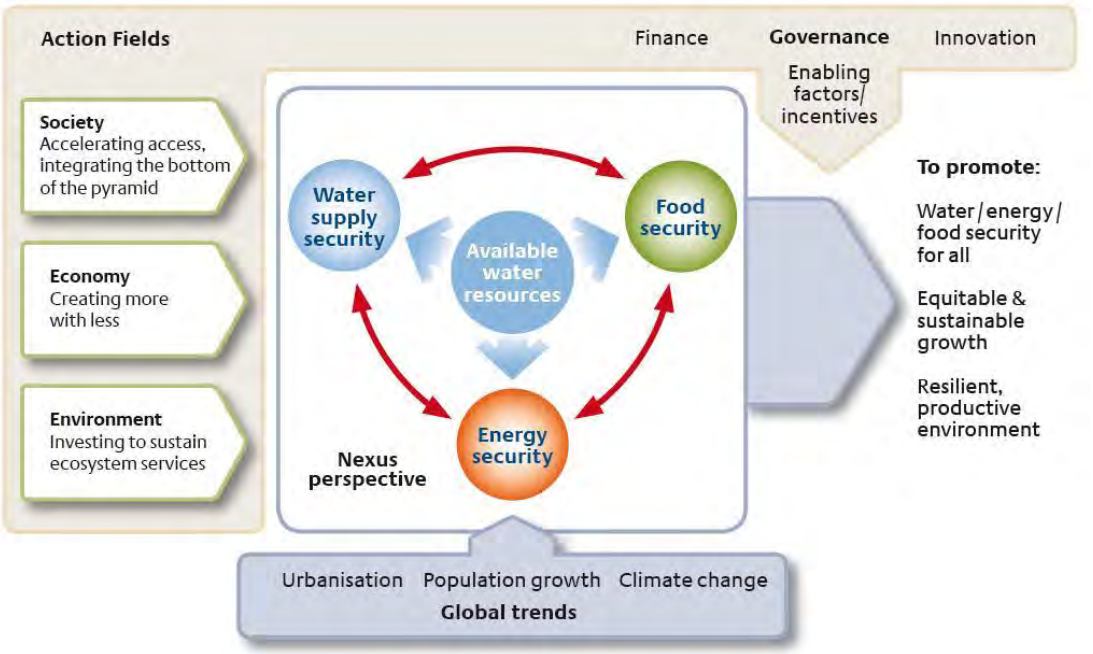
ที่	เป้าประสงค์	ตัวชี้วัด
6.1	บรรลุเป้าหมายการให้ทุกคนเข้าถึงน้ำดื่มที่ปลอดภัยและมีราคาที่ย่อมเยาภายในปี 2573	ร้อยละของประชากรที่ใช้บริการน้ำดื่มที่ได้รับการจัดการอย่างปลอดภัย
6.2	บรรลุเป้าหมายการให้ทุกคนเข้าถึงสุขอนามัยที่พอเพียงและเป็นธรรม และยุติการขับถ่ายในที่โล่ง โดยให้ความสนใจเป็นพิเศษต่อความต้องการของผู้หญิง เด็กหญิงและกลุ่มที่อยู่ใต้สถานการณ์ที่เปราะบาง ภายในปี 2573	ร้อยละของประชากรที่ใช้บริการสุขอนามัยได้รับการจัดการอย่างปลอดภัย รวมถึงการอำนวยความสะดวกในการล้างมือด้วยสบู่และน้ำ
6.3	ยกระดับคุณภาพน้ำ โดยลดมลพิษ ขจัดการทิ้งขยะและลดการปล่อยสารเคมีและวัสดุอันตราย ลดสัดส่วนน้ำเสียที่ไม่ผ่านกระบวนการลงครึ่งหนึ่ง และเพิ่มการนำกลับมาใช้ใหม่ทั่วโลก ภายในปี 2573	6.3.1 ร้อยละของน้ำเสียได้รับการบำบัดอย่างปลอดภัย 6.3.2 ร้อยละของแหล่งน้ำ (เช่น มหาสมุทร, ทะเล, ทะเลสาบแม่น้ำ, ธารน้ำ, คลอง หรือ สระน้ำ) ที่มีคุณภาพน้ำโดยรอบที่ดี
6.4	เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในทุกภาคส่วน และสร้างหลักประกันว่าจะมีการใช้น้ำและจัดหาน้ำที่ยั่งยืน เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำ และลดจำนวนประชาชนที่ประสบความทุกข์จากการขาดแคลนน้ำ ภายในปี 2573	6.4.1 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพในช่วงเวลาที่ผ่านมา 6.4.2 ร้อยละของปริมาณน้ำที่สามารถใช้ประโยชน์ที่ถูกใช้ไปโดยรวม โดยนำความต้องการน้ำของสิ่งแวดล้อม

ที่	เป้าประสงค์	ตัวชี้วัด
		มาพิจารณาร่วมด้วย
6.5	ดำเนินการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแบบองค์รวมในทุกระดับ รวมถึงผ่านทางความร่วมมือระหว่างเขตแดนตามความเหมาะสม ภายในปี 2573	ระดับการดำเนินงานการจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ
6.6	ปกป้องและฟื้นฟูระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ รวมถึงภูเขา ป่าไม้ พื้นที่ชุ่มน้ำ แม่น้ำ ชั้นหินอุ้มน้ำ และทะเลสาบ ภายในปี 2563	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในบริบทของระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับน้ำทุกระยะเวลา
6.a	ขยายความร่วมมือระหว่างประเทศและการสนับสนุนการเสริมสร้างขีดความสามารถให้แก่ประเทศกำลังพัฒนาในกิจกรรมและแผนงานที่เกี่ยวข้องกับน้ำและสุขอนามัย ซึ่งรวมถึงด้านการเก็บน้ำ การขจัดเกลือ การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการน้ำเสีย เทคโนโลยีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่	จำนวนความช่วยเหลือเพื่อการพัฒนาอย่างเป็นทางการในด้านที่เกี่ยวข้องกับน้ำและสุขอนามัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนบูรณาการ การใช้จ่ายของรัฐบาล
6.b	สนับสนุนและเพิ่มความเข้มแข็งในการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการจัดการน้ำและสุขอนามัย	ร้อยละของหน่วยงานบริหารส่วนท้องถิ่นที่จัดตั้งและวางนโยบายปฏิบัติการ และกระบวนการปฏิบัติดำเนินงานเพื่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในด้านการจัดการน้ำและสุขอนามัย

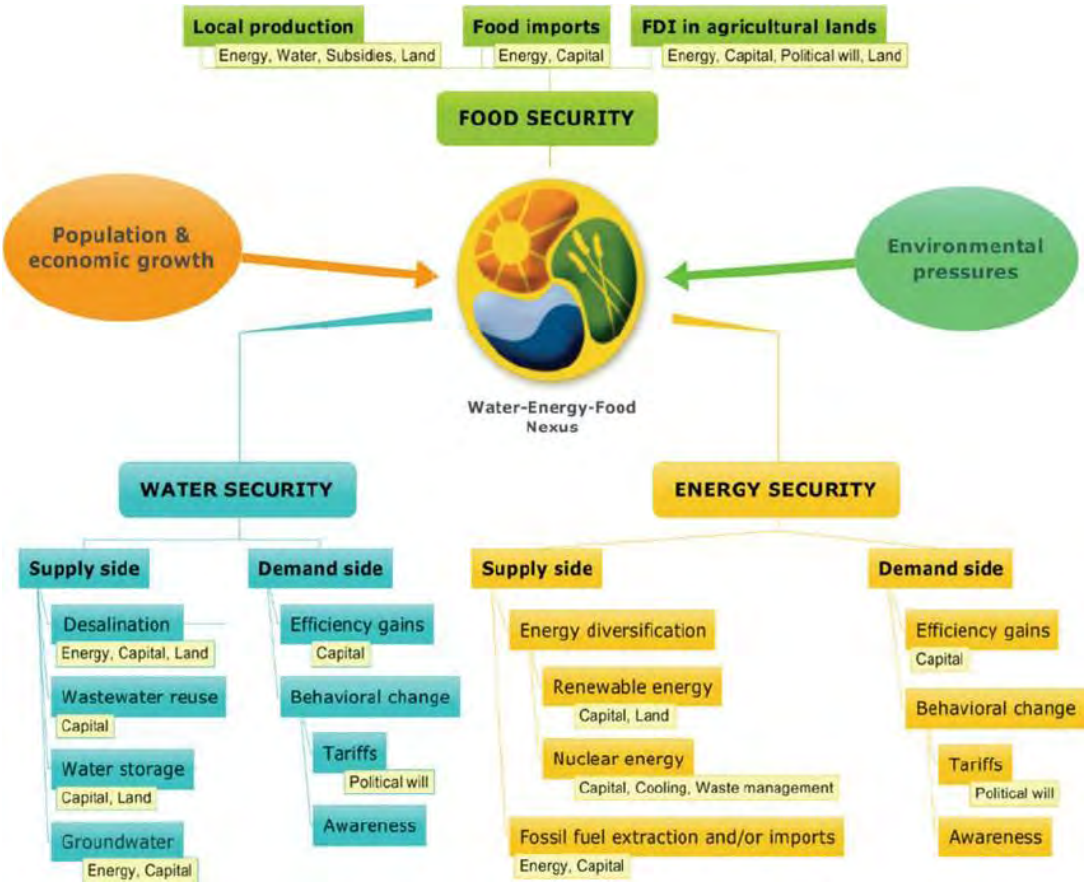
ที่มา: ลดาวัลย์ 2559

4.2.1.2 WATER, ENERGY AND FOOD NEXUS

องค์การสหประชาชาติ (UN World Water Development Report 2014) ได้เสนอว่า น้ำ พลังงาน และอาหาร นั้นจะเชื่อมโยงกันอย่างเข้มข้น น้ำจะเป็นอินพุตหลักในการผลิตสินค้าทางเกษตรตลอดห่วงโซ่การผลิต พลังงานถูกนำไปใช้ในการผลิตและกระจายทั้งน้ำและอาหาร ยกตัวอย่างเช่น การสูบน้ำใต้ดินมาใช้ในการปลูกพืช และแปรรูปเป็นสินค้าเกษตร ความเชื่อมโยงดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.2-2 และ 4.2-3 เนื่องจากประเทศไทยเผชิญกับภัยธรรมชาติด้านน้ำ ทั้งน้ำท่วมและแล้ง แหล่งผลิตสินเค้าเกษตรที่ใช้ทั้งในประเทศและตลาดโลก และพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ทำให้อนาคตเราจำเป็นต้องพิจารณาความเชื่อมโยงของ น้ำ พลังงาน และอาหาร และการประยุกต์ใช้แนวคิดนี้กับผลประโยชน์ของประเทศไทย



รูปที่ 4.2-2 แนวคิดและความเชื่อมโยงของ WATER, ENERGY AND FOOD NEXUS (ที่มา:In Focus: Water, Energy, Food Nexus – Report, https://climatecommercial.wordpress.com/2011/11/09/in-focus-water-energy-food-nexus-report/)



รูปที่ 4.2-3 แนวคิดและความเชื่อมโยงของความมั่นคงด้านน้ำ พลังงาน และอาหาร

(ที่มา:Water security in the GCC countries: challenges and opportunities)

4.2.2 ในประเทศ

4.2.2.1 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

สรุปสาระสำคัญของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ได้วางแผนพัฒนาประเทศในอนาคตให้มีการมองในระยะยาวมากขึ้น โดยกำหนดเป็นร่างวิสัยทัศน์ประเทศไทยปี พ.ศ. 2570 ได้ดังนี้

“คนไทยภาคภูมิใจในความเป็นไทยมีมิตรไมตรีบนวิถีชีวิตแห่งความพอเพียงยึดมั่นในวัฒนธรรมประชาธิปไตยและหลักธรรมาภิบาลการบริการสาธารณะขั้นพื้นฐานที่ทั่วถึงมีคุณภาพสังคมมีความปลอดภัยและมั่นคงอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ดีเกื้อกูลและเอื้ออาทรซึ่งกันและกันระบบการผลิตเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมีความมั่นคงด้านอาหาร และพลังงานอยู่บนฐานทางเศรษฐกิจที่พึ่งตนเองและแข่งขันได้ในเวทีโลกสามารถอยู่ในประชาคมภูมิภาคและโลกได้อย่างมีศักดิ์ศรี”

สศช. ได้สรุปเป้าหมายในระยะ 5 ปีของกรอบยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี ดังตารางที่ 4.2-3 และรูปที่ 4.2-4

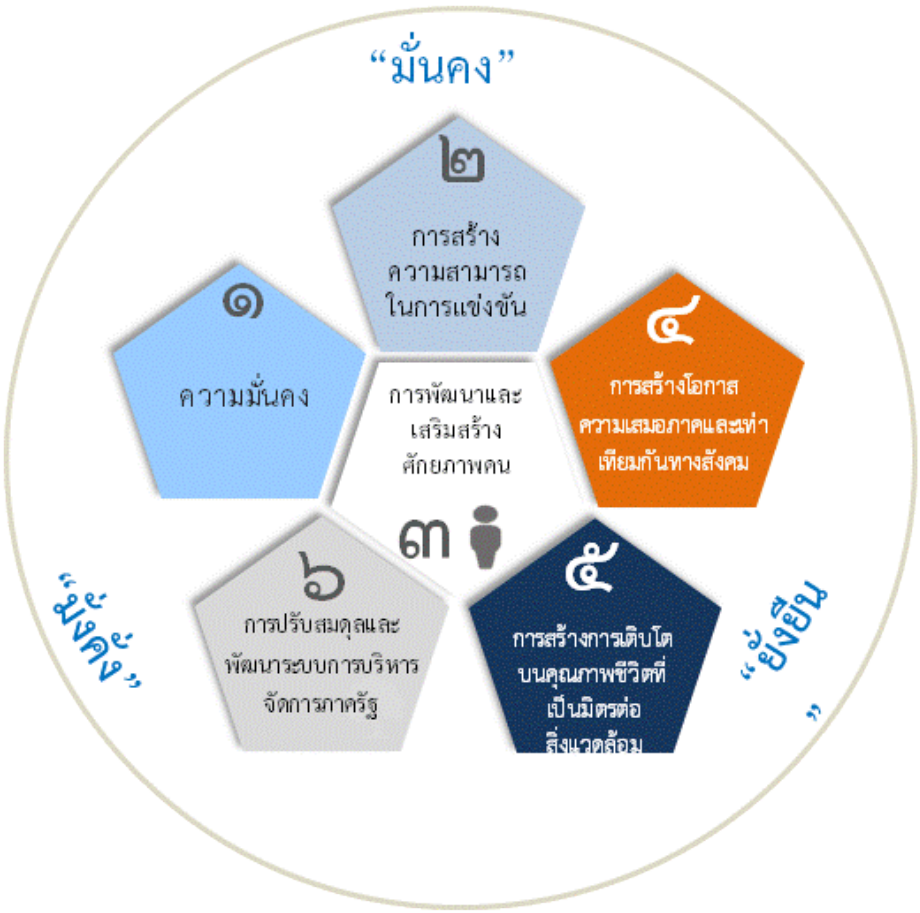
ตารางที่ 4.2-3 เป้าหมายในระยะ 5 ปีของ
(ร่าง) กรอบยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี

ยุทธศาสตร์	เป้าหมาย
1. ยุทธศาสตร์ด้านความมั่นคง	เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองทางด้านอาหาร มีหลักประกันความมั่นคงด้านอาชีพ และมีคุณภาพชีวิตที่ดี
2. ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน	• ผลิตภาพการผลิตเพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่าเฉลี่ยร้อยละ 2.5 ต่อปี (ในช่วงแผนฯ 12 และไม่ต่ำกว่าเฉลี่ยร้อยละ 3.5 ต่อปี ในช่วงแผนฯ 13) • การลงทุนรวมขยายตัวไม่ต่ำกว่าเฉลี่ยร้อยละ 8.0 (การขยายตัวของการลงทุนภาครัฐไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10.0 และการลงทุนของภาคเอกชนขยายตัวไม่ต่ำกว่าเฉลี่ยร้อยละ 7.5) • สัดส่วนค่าใช้จ่ายการลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาเพิ่มสู่ร้อยละ 2.0 ของ GDP และมีสัดส่วนการลงทุนวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชนต่อภาครัฐเป็น 70:30 • สัดส่วนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้นเป็น 25 คนต่อประชากร 10,000 คน • สัดส่วนผลิตภัณฑ์มวลรวมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ต่อ GDP เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 40 • เมืองศูนย์กลางความเจริญในภูมิภาคได้รับการพัฒนาให้เป็นเมืองน่าอยู่และปลอดภัยที่สามารถตอบสนองต่อการดำรงชีวิตของคนในพื้นที่ มีการจัดการสิ่งแวดล้อมเมืองตามมาตรฐาน และมีการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองอย่างทั่วถึง ควบคู่กับการรวมองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อประสิทธิภาพในการทำงานและการกำกับดูแล • คนไทยทุกช่วงวัยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ทั้งการมีสุขภาวะ มีความรู้ และ

ยุทธศาสตร์	เป้าหมาย
	มีมาตรฐานการครองชีพที่ดี
3. ยุทธศาสตร์การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคน	● การศึกษาและการเรียนรู้มีคุณภาพได้มาตรฐานสากล สามารถพัฒนาคนไทยให้มีทักษะการเรียนรู้ในเชิงคิดสังเคราะห์ สร้างสรรค์ต่อยอดไปสู่การสร้างนวัตกรรมความรู้ มีทักษะชีวิตและอาชีพ ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ตลอดจนมีการเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต ● ครอบครัวมีความอบอุ่น เข้มแข็ง และมีความมั่นคงทางด้านเศรษฐกิจ
4. ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างโอกาสความเสมอภาคและเท่าเทียมกันทางสังคม	● ลดความแตกต่างทางรายได้และกระจายการถือครองทรัพย์สินระหว่างกลุ่มคนและพื้นที่ ● ประชาชนเข้าถึงระบบการคุ้มครองทางสังคมที่มีคุณภาพอย่างครอบคลุมและทั่วถึง ● สถาบันทางสังคมและชุมชนมีความเข้มแข็งพึ่งตนเองได้และเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนและพัฒนาประเทศ
5.ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	● พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 31.2 ในปี 2556 เป็นร้อยละ 36 ในปี 2564 ● การบริหารจัดการน้ำมีความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทาน และเน้นการจัดหาน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคและบริโภคให้เพียงพอเป็นลำดับแรก ● การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศลดลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 7 จากกรณีปกติ (Business-As-Usual : BAU) เพื่อนำไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ ● ความสามารถในการรับมือภัยพิบัติและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นทั้งในระดับประเทศและระดับพื้นที่ ● การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีประสิทธิภาพและมีธรรมาภิบาล

ยุทธศาสตร์	เป้าหมาย
	● พื้นที่ฐานเศรษฐกิจหลักมีการปรับระบบการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐานสากลและได้รับการยอมรับจากชุมชน ควบคู่กับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่มีประสิทธิภาพและเพียงพอ
6. ยุทธศาสตร์ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ	● การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีประสิทธิภาพและมีธรรมาภิบาล ● พื้นที่เศรษฐกิจชายแดนได้รับการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อมและความมั่นคงอย่างมีสมดุล เพื่อเป็นฐานการผลิตใหม่ของประเทศและชุมชนท้องถิ่น ● เมืองศูนย์กลางความเจริญในภูมิภาคได้รับการพัฒนาให้เป็นเมืองน่าอยู่และปลอดภัยที่สามารถตอบสนองต่อการดำรงชีวิตของคนในพื้นที่ มีการจัดการสิ่งแวดล้อมเมืองตามมาตรฐาน และมีการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองอย่างทั่วถึง ควบคู่กับการรวมองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อประสิทธิภาพในการทำงานและการกำกับดูแล

ที่มา: สศช.(2551)



รูปที่ 4.2-4 6 ยุทธศาสตร์หลักในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

ตัวอย่างการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงยุทธศาสตร์ชาติ 20ปีในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำ

ในแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีนี้ ได้กล่าวถึงทรัพยากรน้ำมาก ในยุทธศาสตร์ที่ 5 ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยมีเป้าหมายในยุทธศาสตร์นี้ได้แก่ (1) การบริหารจัดการน้ำมีความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทาน และเน้นการจัดหาน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคและบริโภคให้เพียงพอเป็นลำดับแรก (2) ความสามารถในการรับมือภัยพิบัติและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นทั้งในระดับประเทศและระดับพื้นที่และ (3) การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีประสิทธิภาพและมีธรรมาภิบาล

ในการวางระบบบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพนั้น เน้นการปรับระบบการบริหารจัดการอุทกภัยอย่างบูรณาการ ให้มีแหล่งกักเก็บน้ำต้นทุนและแหล่งชะลอน้ำที่เพียงพอ เพิ่มขีดความสามารถในการเก็บกักน้ำ และเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ การผันน้ำ และการพัฒนาคลังข้อมูล ระบบ

พยากรณ์ การเตือนภัย และแผนงานเผชิญเหตุเฉพาะพื้นที่ ตลอดจนการปรับปรุงองค์กรและกฎหมาย รวมทั้งการสร้างการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำ

สำหรับประเด็นการร่วมลดปัญหาโลกร้อนและปรับตัวให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้น เน้นการป้องกัน เฝ้าระวังและเตือนภัยพิบัติทางธรรมชาติ ส่งเสริมการทำแผนบริหารความต่อเนื่องของธุรกิจ

4.2.2.2 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564

สรุปสาระสำคัญของแผนพัฒนาฯฉบับที่ 12

จากยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ของประเทศไทยที่ผ่านมา สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ได้จัดทำยุทธศาสตร์และแนวทางการพัฒนาในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 12 (แผนพัฒนาฯฉบับที่ 12) พ.ศ.2560-2564 โดยกำหนดจาก 6 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีและกำหนดเป็นแนวทางเดียวกันโดยมีเป้าหมายที่ต้องบรรลุในระยะเวลา 5 ปี ภายใต้ 10 ยุทธศาสตร์ดังตารางที่ 4.2-4

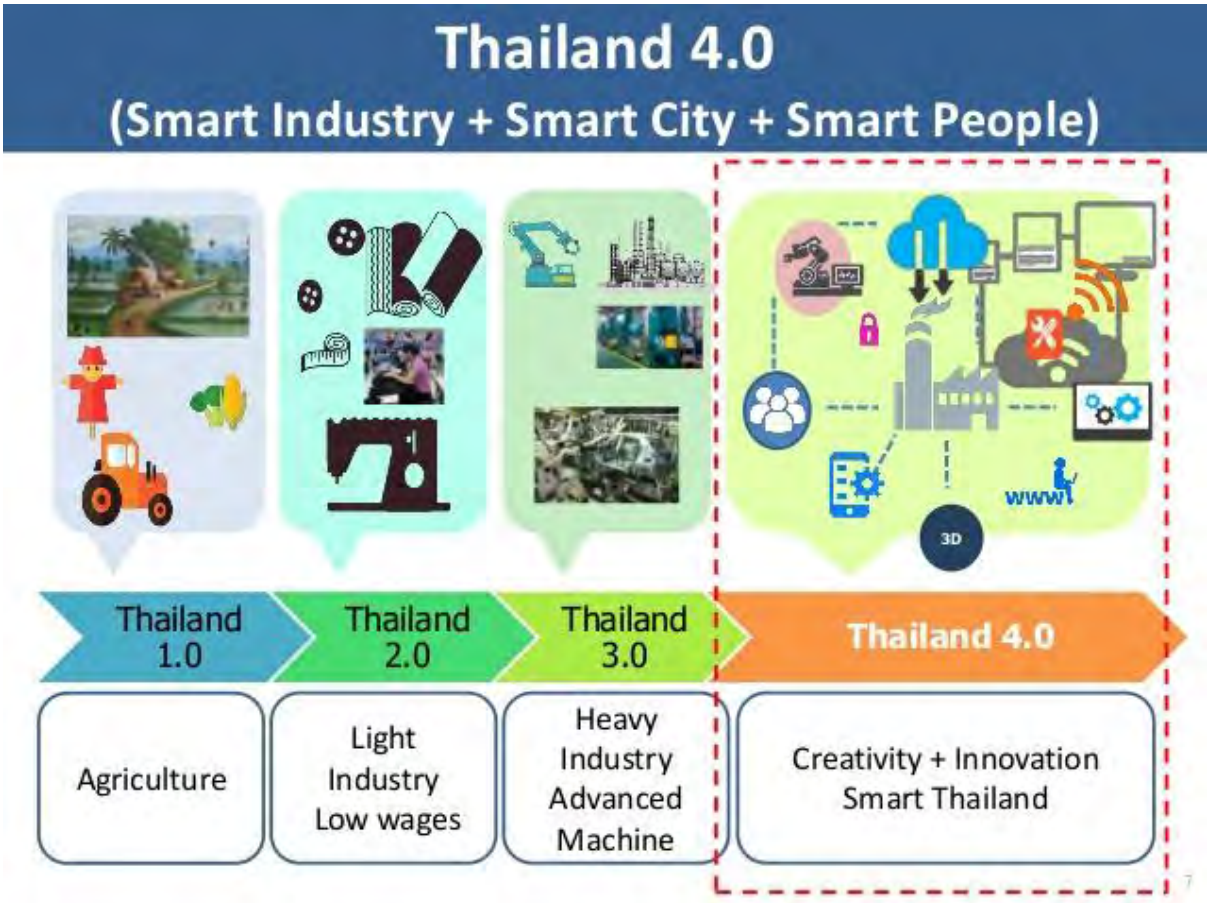
ตารางที่ 4.2-4 ยุทธศาสตร์ทั้ง 10 ข้อ ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจ
และสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12
(ที่มา: สศช.)

ยุทธศาสตร์ที่	รายละเอียด
ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีทั้ง 6 ยุทธศาสตร์	
1	ยุทธศาสตร์ด้านความมั่นคง
2	ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
3	ยุทธศาสตร์การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคน
4	ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างโอกาสความเสมอภาคและเท่าเทียมกันทางสังคม
5	ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
6	ยุทธศาสตร์ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
ยุทธศาสตร์ที่มุ่งเน้นการพัฒนาพื้นฐานเชิงยุทธศาสตร์และกลไกสนับสนุนให้การดำเนินยุทธศาสตร์ทั้ง 6 ด้านให้สัมฤทธิ์ผล	
7	ยุทธศาสตร์การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์
8	ยุทธศาสตร์การพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิจัยและนวัตกรรม
9	ยุทธศาสตร์การพัฒนาภาคเมืองและพื้นที่เศรษฐกิจ

ยุทธศาสตร์ที่	รายละเอียด
10	ยุทธศาสตร์ความร่วมมือระหว่างประเทศเพื่อการพัฒนา

4.2.2.3 Thailand 4.0

ประเทศไทยในอดีตที่ผ่านมามีการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่โมเดล “ประเทศไทย 1.0” ที่เน้นภาคการเกษตร ไปสู่ “ประเทศไทย 2.0” ที่เน้นอุตสาหกรรมเบา และก้าวสู่โมเดล “ประเทศไทย 3.0” ที่เน้นอุตสาหกรรมหนักแต่สถานการณ์ปัจจุบัน ประเทศไทย 3.0 เผชิญกับดักสำคัญที่ไม่อาจนำพาประเทศพัฒนาไปมากกว่านี้ทำให้รัฐบาลไทยได้จัดทำแผนประเทศไทย 4.0 โดยหลักการของแนวคิดดังกล่าวคือ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม เพื่อให้ประเทศไทยหลุดจากกับดักรายได้ปานกลาง โดยแสดงแนวคิดและประเด็นหลักดังรูปที่ 4.2-5 และ 4.2-6



รูปที่ 4.2-5 การเปลี่ยนแปลงของประเทศไทยในยุคต่างๆ (NSTDA)

รูปที่ 4.2-6 มิติการเปลี่ยนแปลงของประเทศไทยในยุค 4.0 (NSTDA)

4.2.2.4 แผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำพ.ศ. 2558-2569 ของคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ

สรุปแผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ

คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติได้ประกาศแผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำโดยมีระยะเวลาของการดำเนินแผนงานตามยุทธศาสตร์ 12 ปี (พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ.2569) โดยแบ่งเป้าหมายออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะเร่งด่วน/สั้น (พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ.2559) ระยะกลาง (พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ.2564) และระยะยาว (พ.ศ. 2565 ถึง พ.ศ.2569) เพื่อกำหนดกรอบนโยบายสำหรับการป้องกันและแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรน้ำของประเทศในทุกด้าน ได้แก่ ปัญหาการขาดแคลนน้ำ ปัญหาน้ำท่วม และปัญหาคุณภาพน้ำ อย่างมีเอกภาพและบูรณาการในทุกมิติ

โดยมีแนวคิดของการจัดทำยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2558-2569 ดังนี้ (1) การวางแผนด้านทรัพยากรน้ำต้องสนับสนุนทิศทางและเป้าหมายการพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาในระยะยาว (20ปี) ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม (2) เพื่อให้เกิดการพัฒนา

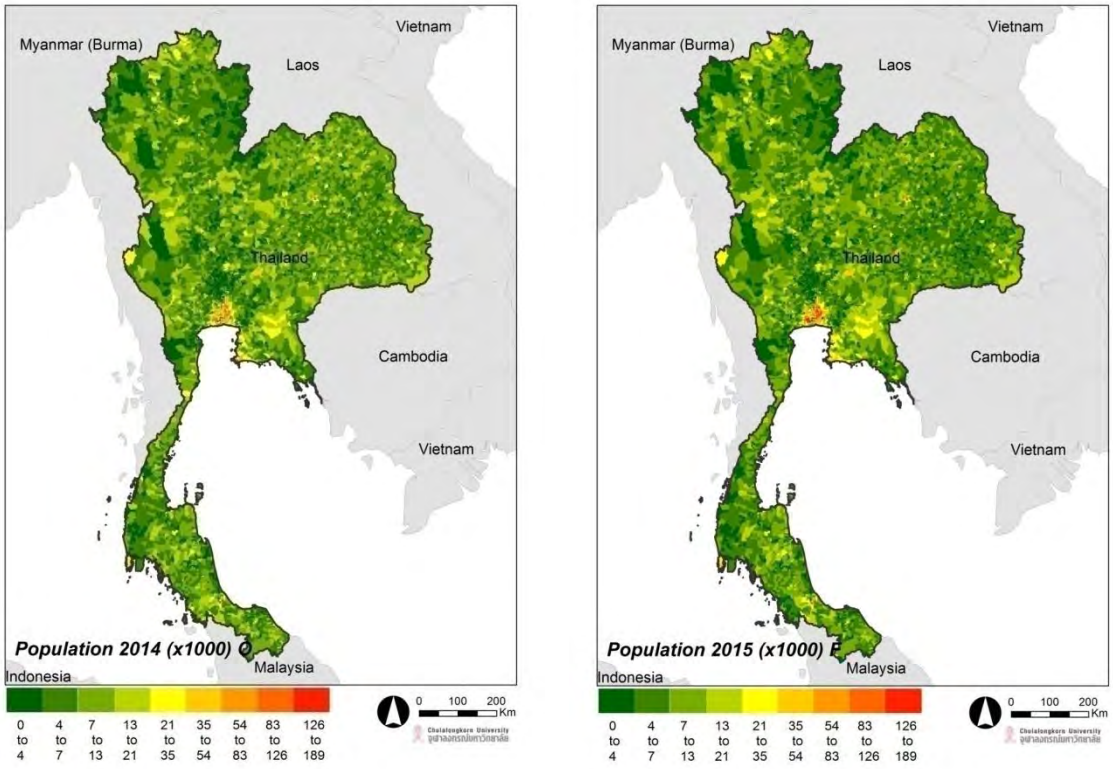
ที่ยั่งยืน กำหนดหลักการพัฒนาในเชิงสมดุล มีความเหมาะสมระหว่างศักยภาพ ความต้องการใช้น้ำ และการบรรเทาอุทกภัยขนาดใหญ่ โดยเพิ่มมาตรการบริหารจัดการ (3) การสร้างความมั่นคงในการจัดการทรัพยากรน้ำให้ครอบคลุมทุกประเด็นที่เกี่ยวกับน้ำ (4) กลไกการขับเคลื่อนให้สอดคล้องกับสถานการณ์ เป้าหมายการพัฒนา และความต้องการของพื้นที่ มีการบูรณาการในมิติพื้นที่ (ลุ่มน้ำ/จังหวัด) และมิติตามภารกิจ (หน่วยงาน)และ (5) โครงการต้องมีผลสัมฤทธิ์แก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม โครงการขนาดเล็กแก้ไขปัญหาในพื้นที่ที่ไม่มีศักยภาพ ระบบชลประทานตอบสนองความต้องการของประชาชน (ลุ่มน้ำ/ท้องถิ่น) โครงการขนาดกลางและขนาดใหญ่แก้ไขปัญหาตามภารกิจของหน่วยงาน รวมถึงโครงการเพื่อสนองเป้าหมายการพัฒนาประเทศ ประกอบด้วย 6 ยุทธศาสตร์

รูปที่ 4.2-7 ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2558-2569

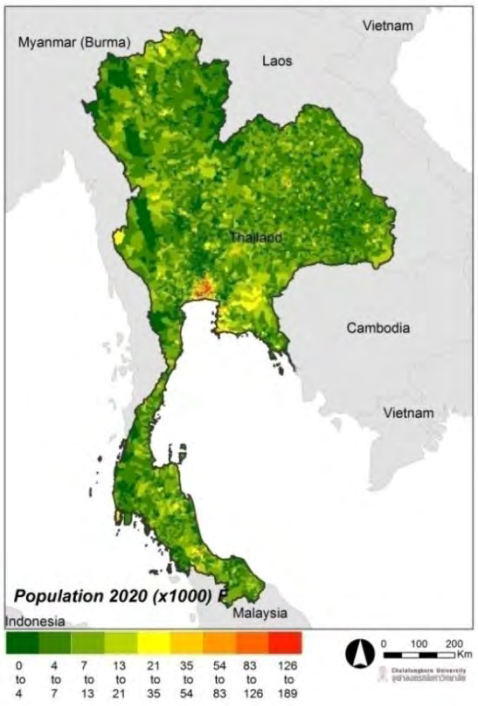
4.3 สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มอนาคต

4.3.1 สังคม ประชากร

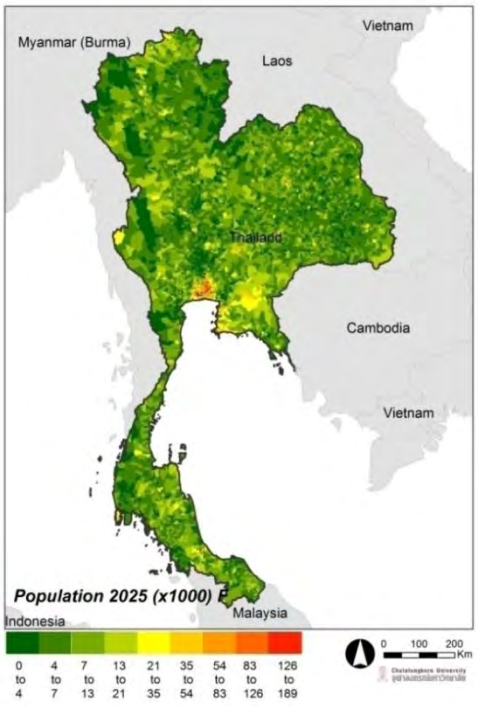
ในมิติด้านสังคม เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการจำลองจำนวนประชากรในระดับตำบลของข้อมูลสำรวจในปี 2557 (กรมการปกครอง) และข้อมูลการพยากรณ์ในปี 2558 (สศช.) พบว่ามีความใกล้เคียงกัน ทีมวิจัยจึงได้จำลองจำนวนประชากรในระดับตำบลในอนาคตจากข้อมูลการพยากรณ์ของ สศช. พบว่าในปี พ.ศ. 2568 ประชากรในประเทศจะมีจำนวนสูงสุดและลดลงในช่วงเวลาต่อมา



รูปที่ 4.3-1 เปรียบเทียบผลการจำลองจำนวนประชากร
สำรวจและข้อมูลการพยากรณ์ (สศช.)



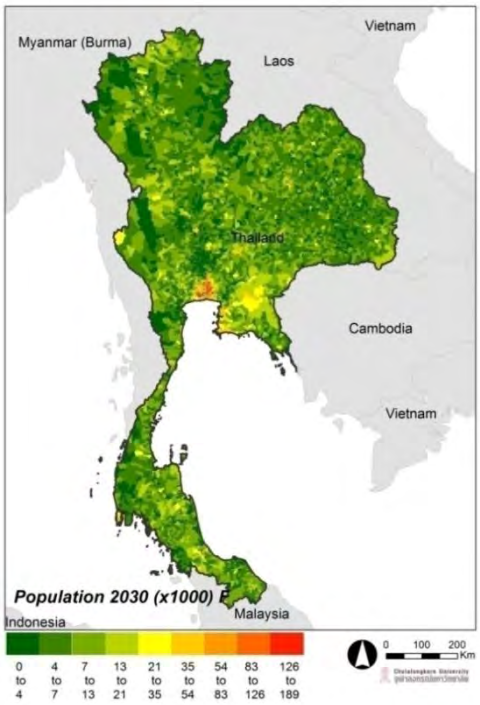
(ก) 2563, 65,996,000 คน



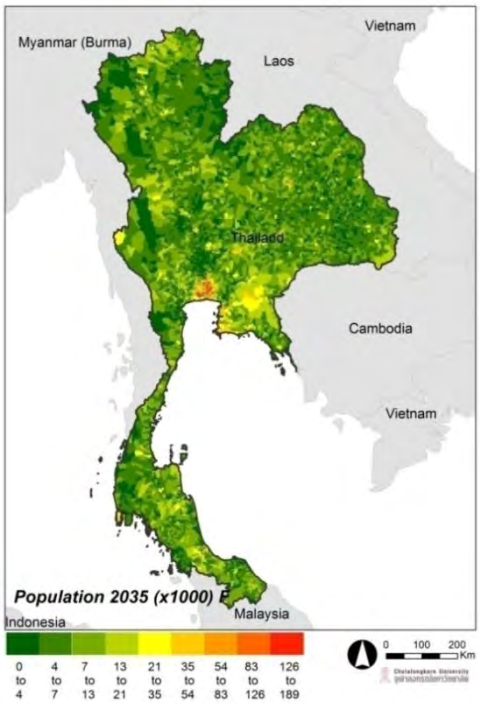
(ข) 2568, 66,370,000 คน

รูปที่ 4.3-2 ข้อมูลการพยากรณ์ประชากรในปี 2563

และ 2568 (สศช.)



(ก) 2573, 66,174,000 คน



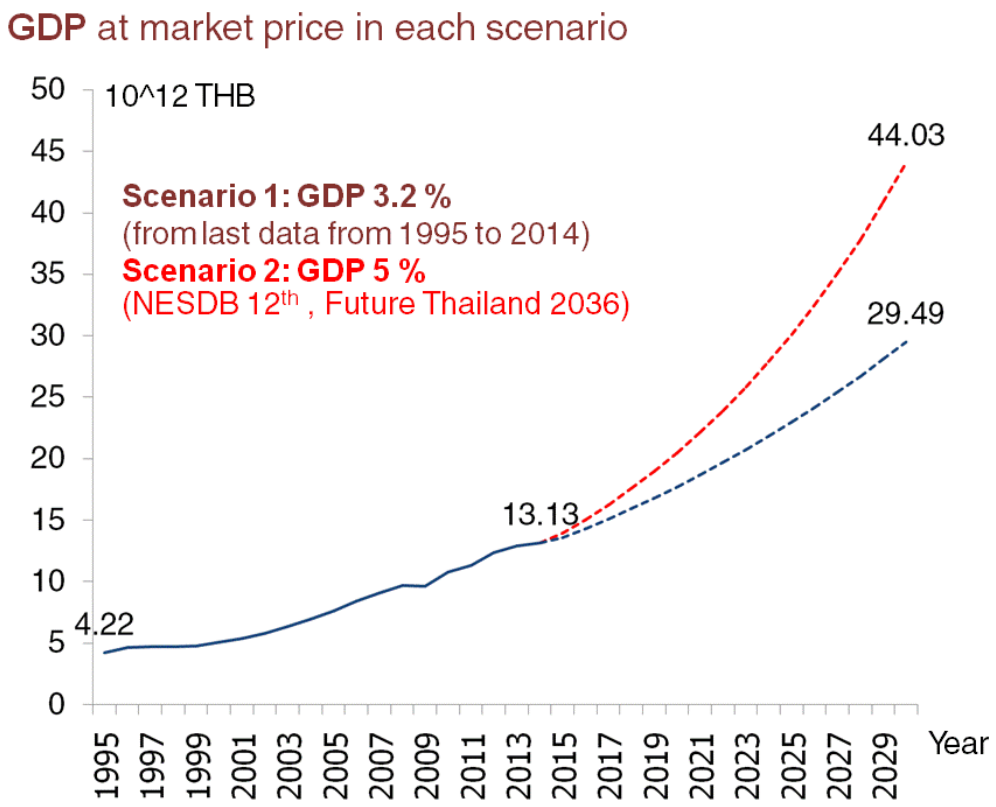
(ข) 2578, 65,350,000 คน

รูปที่ 4.3-3 ข้อมูลการพยากรณ์ประชากรในปี 2573

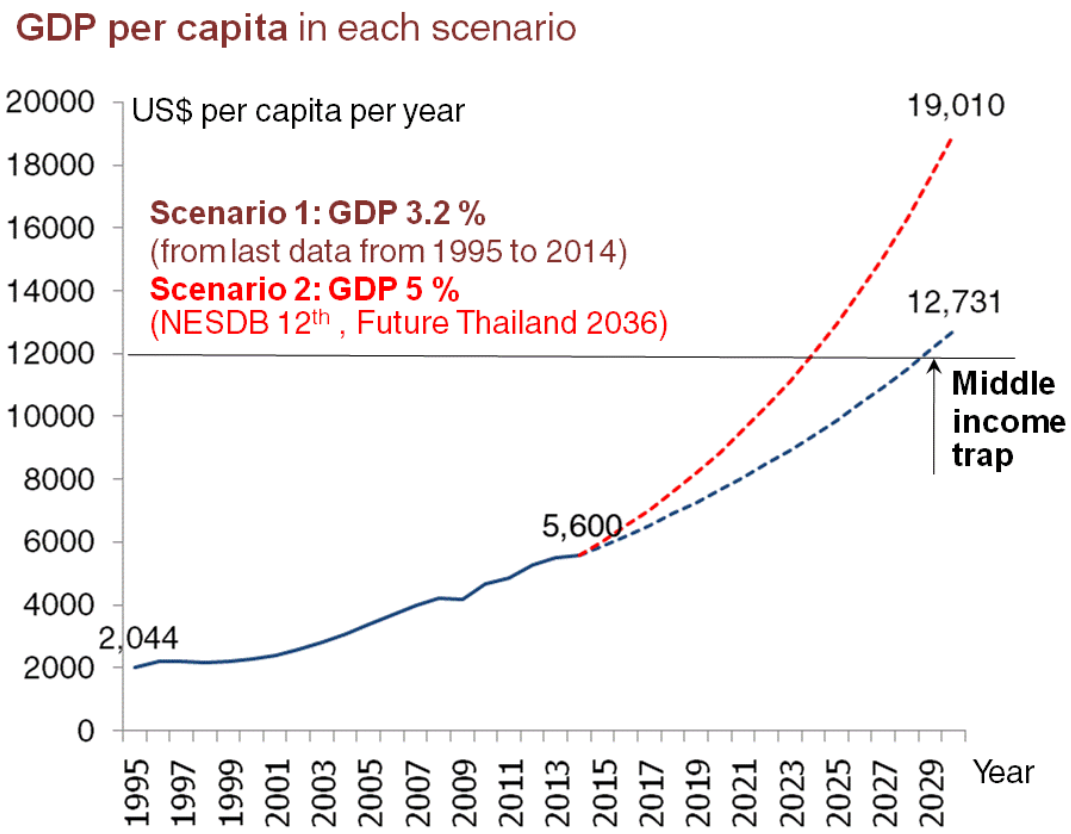
และ 2578 (สศช.)

4.3.2 เศรษฐกิจ

เพื่อตอบสนองการพัฒนาเศรษฐกิจประเทศไทย 4.0 และยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ทีมวิจัยได้วิเคราะห์เป้าหมายการพัฒนาจากแผนดังกล่าว และสรุปได้ดังรูปที่ 4.3-4 จะเห็นได้ว่าหากประเทศไทยพัฒนาแบบเดิม (Business as usual)ประเทศจะพัฒนาโดยมีอัตราการเติบโตประมาณ 3% ของ GDP แต่หากมุ่งเป้าพัฒนาไปแบบตอบสนองประเทศไทย 4.0 และยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีประเทศไทยต้องการอัตราการเติบโตประมาณ 5% ของ GDP ดังรูปที่ 4.3-5

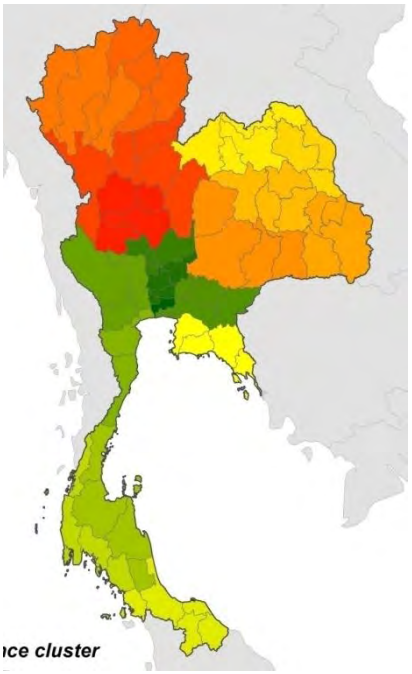


รูปที่ 4.3-4 GDP ที่ราคาตลาดในภาพฉายต่างๆ



รูปที่ 4.3-5 GDP ต่อประชากรที่ราคาตลาดในภาพฉายต่างๆ

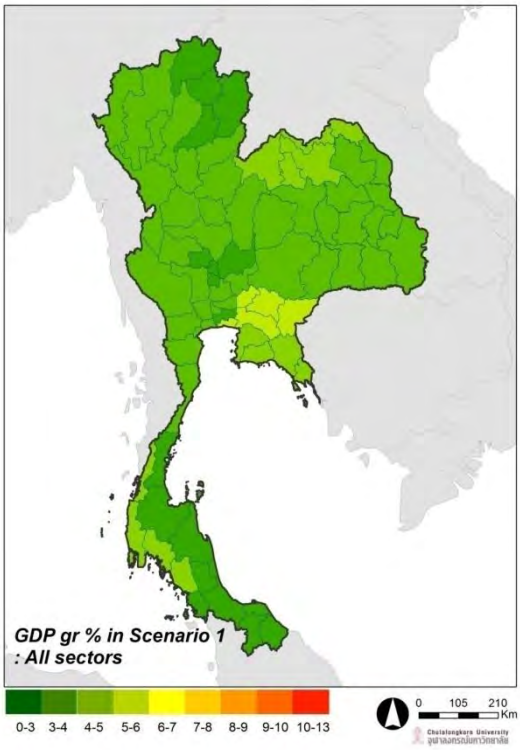
อย่างไรก็ตามในการพัฒนาเชิงพื้นที่ กลุ่มจังหวัดจะเป็นตัวแทนการพัฒนาในพื้นที่นั้นเนื่องจากมีความคล้ายคลึงด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาจากขอบเขตกลุ่มจังหวัดของกระทรวงมหาดไทยและ สศช. ดังแสดงในรูป 4.3-6



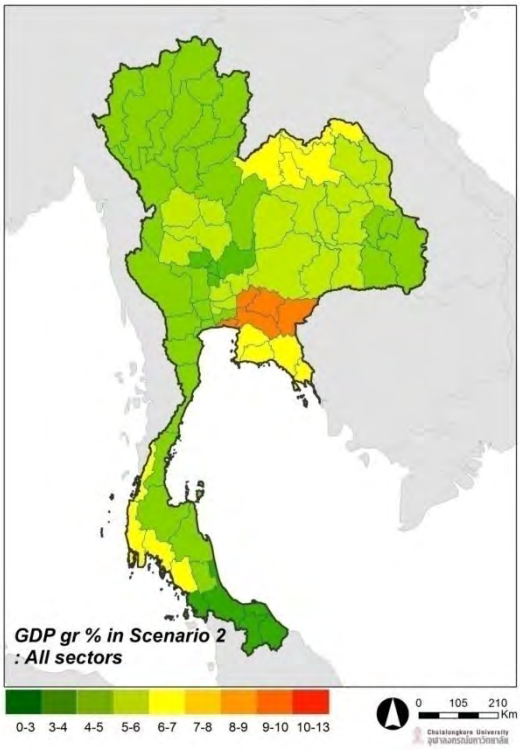
ที่	กลุ่มจังหวัด	จังหวัด
1	ภาคกลางตอนบน 1	นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา สระบุรี
2	ภาคกลางตอนบน 2	ชัยนาท ลพบุรี สิงห์บุรี อ่างทอง
3	ภาคกลางตอนกลาง	ฉะเชิงเทรา นครนายก ปราจีนบุรี สมุทรปราการ สระแก้ว
4	ภาคกลางตอนล่าง 1	กาญจนบุรี นครปฐม ราชบุรี สุพรรณบุรี
5	ภาคกลางตอนล่าง 2	ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี สมุทรสงคราม สมุทรสาคร
6	ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย	ชุมพร นครศรีธรรมราช พัทลุง สุราษฎร์ธานี
7	ภาคใต้ฝั่งอันดามัน	กระบี่ ตรัง พังงา ภูเก็ต ระนอง
8	ภาคใต้ชายแดน	นราธิวาส ปัตตานี ยะลา สงขลา สตูล
9	ภาคตะวันออก	จันทบุรี ชลบุรี ตราด ระยอง
10	ภาคอีสานตอนบน 1	เลย หนองคาย บึงกาฬ หนองบัวลำภู อุดรธานี
11	ภาคอีสานตอนบน 2	นครพนม มุกดาหาร สกลนคร
12	ภาคอีสานตอนกลาง	กาฬสินธุ์ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด
13	ภาคอีสานตอนล่าง 1	ประกอบด้วยนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ สุรินทร์
14	ภาคอีสานตอนล่าง 2	ยโสธร ศรีสะเกษ อำนาจเจริญ อุบลราชธานี
15	ภาคเหนือตอนบน 1	เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน
16	ภาคเหนือตอนบน 2	เชียงราย น่าน พะเยา แพร่
17	ภาคเหนือตอนล่าง 1	ตาก พิษณุโลก เพชรบูรณ์ สุโขทัย อุตรดิตถ์
18	ภาคเหนือตอนล่าง 2	กำแพงเพชร นครสวรรค์ พิจิตร อุทัยธานี

รูปที่ 4.3-6 กลุ่มจังหวัดที่ใช้ในการจำลอง

เมื่อผนวกเป้าหมายการพัฒนาการพัฒนาเศรษฐกิจประเทศไทย 4.0 และยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีให้เข้ากับขอบเขตกลุ่มจังหวัด สามารถแสดงผลเป็นภาคการผลิต เช่น เกษตร อุตสาหกรรม และบริการ ดังรูปที่ 4.3-7 ถึง 4.3-10

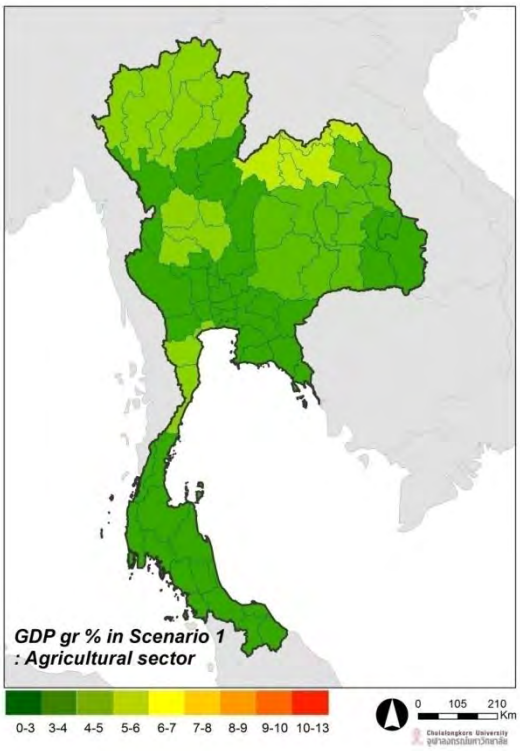


(ก) ภาพฉายที่ 1, GDP gr = 3.2%

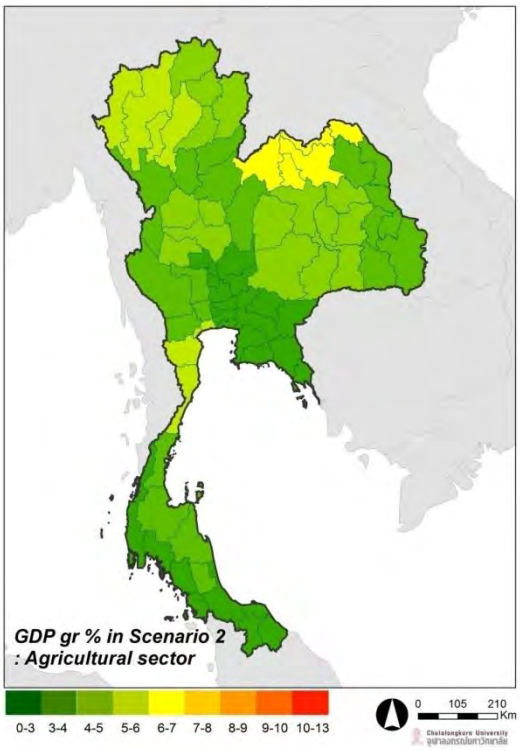


(ข) ภาพฉายที่ 2, GDP gr = 5.0%

รูปที่ 4.3-7 GDP รวมของกลุ่มจังหวัด

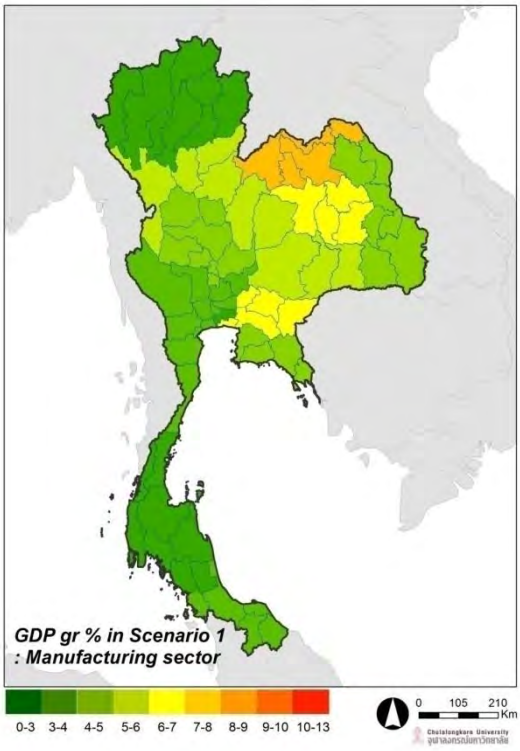


(ก) ภาพฉายที่ 1, GDP gr = 2.6%

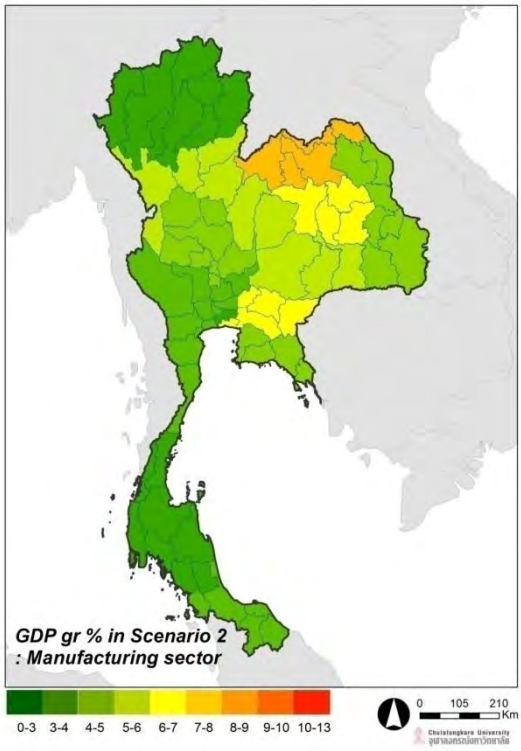


(ข) ภาพฉายที่ 2, GDP gr = 3.0%

รูปที่ 4.3-8 GDP เกษตรของกลุ่มจังหวัด

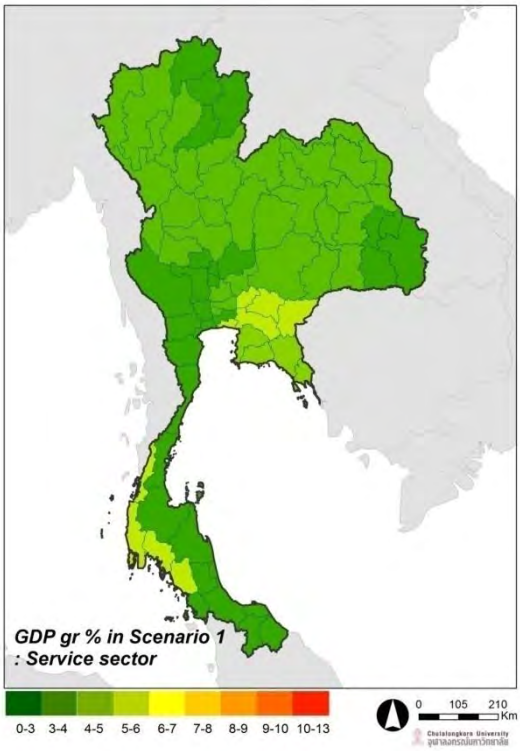


(ก) ภาพฉายที่ 1, GDP gr = 3.8%

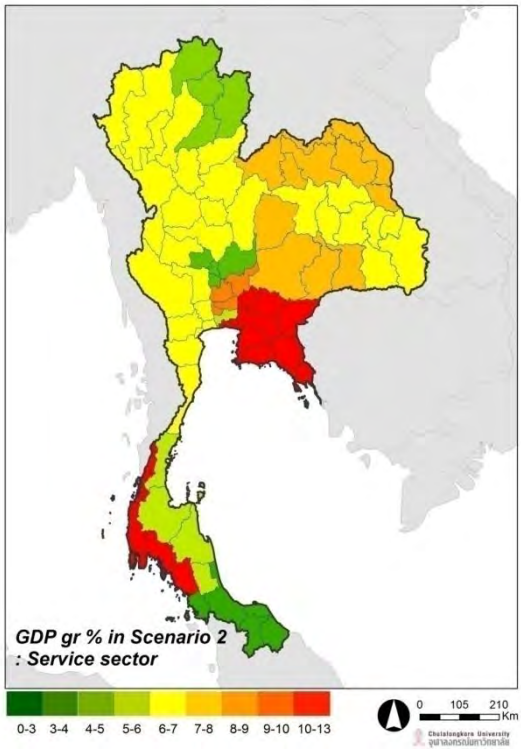


(ข) ภาพฉายที่ 2, GDP gr = 3.8%

รูปที่ 4.3-9 GDP อุตสาหกรรมของกลุ่มจังหวัด



(ก) ภาพฉายที่ 1, GDP gr = 3.1%

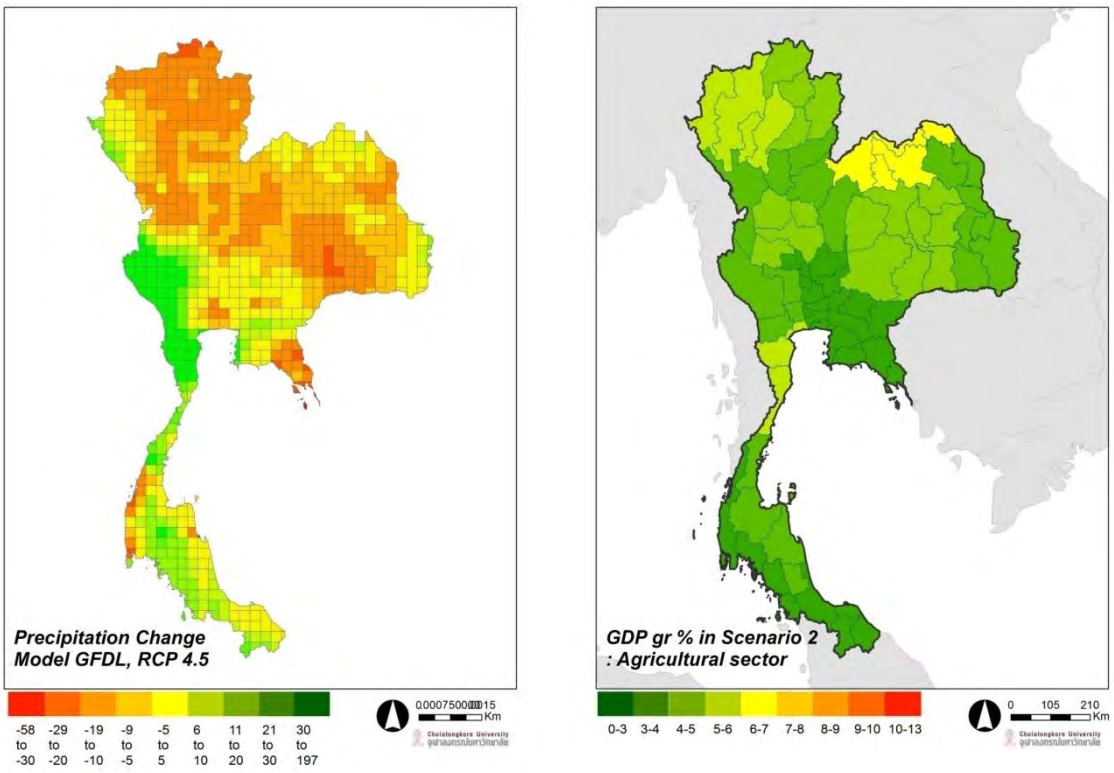


(ข) ภาพฉายที่ 2, GDP gr = 7.0%

รูปที่ 4.3-10 GDP บริการของกลุ่มจังหวัด

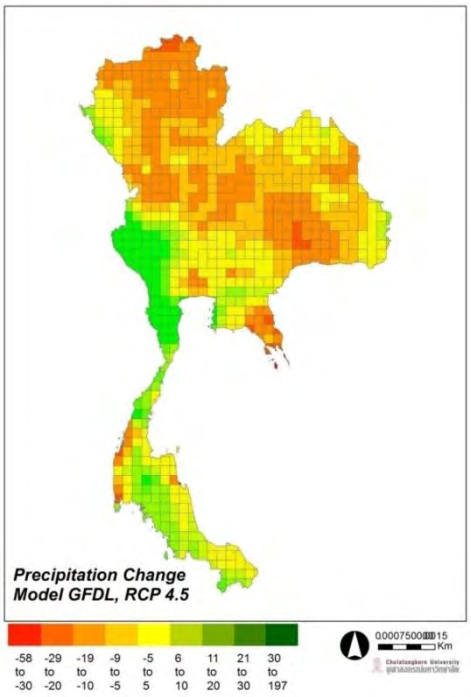
4.4 ความเสี่ยงในอนาคต

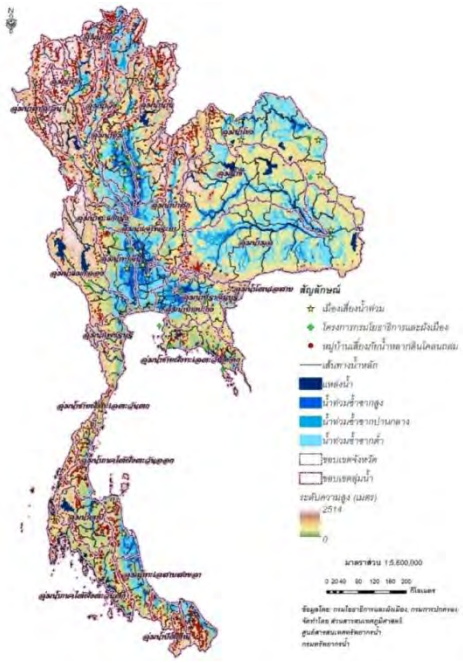
ความเสี่ยงในอนาคตในบทนี้จะแบ่งออกเป็นภาคส่วนเช่น ความเสี่ยงของการขาดแคลนน้ำจากปริมาณฝนที่เปลี่ยนไปกับการพัฒนาด้านการเกษตร, ความเสี่ยงของภัยน้ำท่วมจากปริมาณฝนที่เปลี่ยนไป, ความเสี่ยงจากการขาดน้ำอุปโภค บริโภค จากปริมาณฝนที่เปลี่ยนไปกับระบบประปาของชุมชนและความเสี่ยงจากโรค heat stoke อุณหภูมิสูงสุดกับประชากรรายตำบล ดังแสดงผลในรูปที่ 4.4-1 ถึง 4.4-4



(ก) การเปลี่ยนแปลงของฝนอนาคต (ข) ภาพฉายที่ 2 ของการพัฒนาด้านการเกษตร

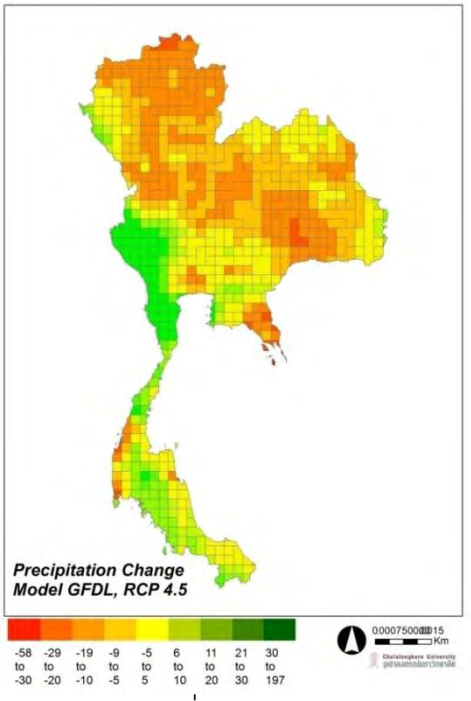
รูปที่ 4.4-1 ความเสี่ยงของการขาดแคลนน้ำจากปริมาณฝน
ที่เปลี่ยนไปกับการพัฒนาด้านการเกษตร

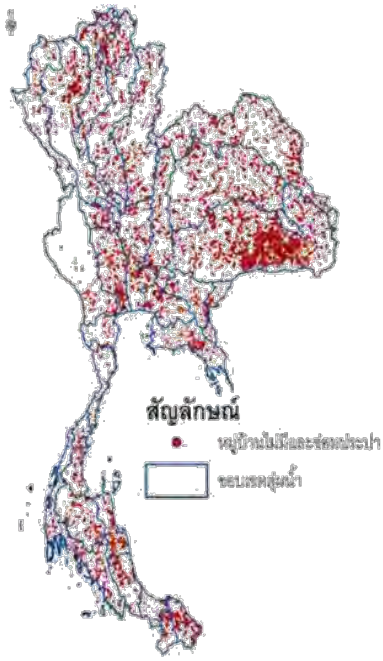




(ก) การเปลี่ยนแปลงของฝนอนาคต (ข) พื้นที่น้ำท่วม

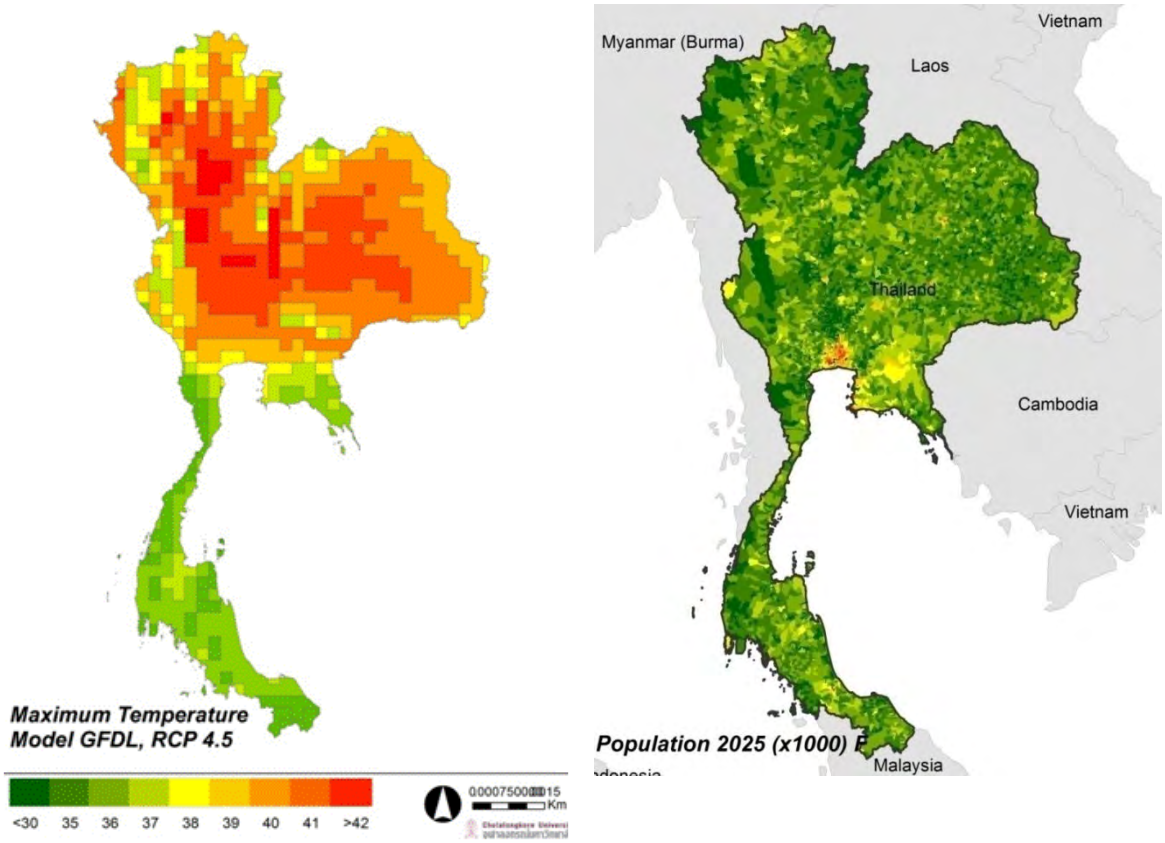
รูปที่ 4.4-2 ความเสี่ยงของภัยน้ำท่วมจากปริมาณฝนที่เปลี่ยนไป





(ก) การเปลี่ยนแปลงของฝนอนาคต (ข) ตำแหน่งหมู่บ้านที่ไม่มีและต้องซ่อมระบบประปา

รูปที่ 4.4-3 ความเสี่ยงจากการขาดน้ำอุปโภค บริโภค
จากปริมาณฝนที่เปลี่ยนไปกับระบบประปาของชุมชน



(ก) อุณหภูมิสูงสุดในอนาคต (ข) ประชากรรายตำบล

รูปที่ 4.4-4 ความเสี่ยงจากโรค heat stoke
อุณหภูมิสูงสุดกับประชากรรายตำบล

ความรุนแรงหรือความเสียหายจากความเสี่ยงเหล่านี้จะเชื่อมโยงกับหลายปัจจัยเช่น

1. การบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ ทั้งระดับชุมชน ระดับชาติ โดยมีตัวอย่างการสำรวจในบทที่ 5
2. ผลกระทบกับภาคส่วนที่แตกต่างกัน เช่น ภาคเกษตร ทรัพยากรน้ำ สาธารณสุข การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ ทรัพยากรธรรมชาติ และการท่องเที่ยวโดยจะสัมพันธ์กับความเปราะบาง โอกาสเปิดรับผลกระทบ ความอ่อนไหว การปรับตัว และศักยภาพการรับมือของแต่ละภาคส่วนซึ่งจะแสดงรายละเอียดในบทที่ 6 และ 7

บทที่ 5
ผลวิเคราะห์ความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรง และการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ

จากบทที่ 4 ซึ่งได้เน้นการประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยงภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและอนาคตคำถามที่สำคัญคือ หากเกิดเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงแล้ว การบริหารจัดการความเสี่ยงที่เกิดขึ้นควรทำอย่างไร ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวความคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยพิบัติในแต่ละภาคส่วน ผลการวิเคราะห์การปรับตัวระดับชุมชนจากการออกภาคสนามติดตามผลกระทบจากภัยแล้ง รวมถึงการบริหารจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติและการพัฒนาของพื้นที่

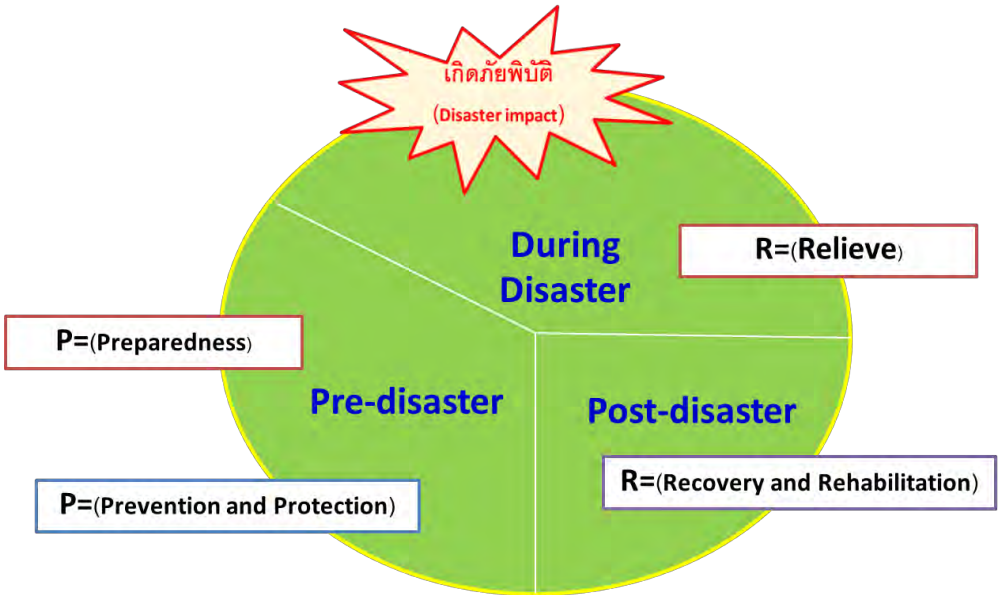
5.1 การบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ

แนวความคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยพิบัตินั้นเป็นการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยพิบัติในภาพรวม ซึ่งในอดีตมองว่าภัยพิบัติเป็นเรื่องธรรมชาติไม่สามารถควบคุมได้ และในเวลาต่อมาสามารถอธิบายภัยพิบัติที่เกิดขึ้นได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เดิมการบริหารจัดการภัยพิบัติจะให้การช่วยเหลือบรรเทาทุกข์ด้วยการแจกถุงยังชีพ กู้ชีพกู้ภัยเป็นการจัดการของภาครัฐเป็นส่วนใหญ่ต่อมาแนวคิดเกี่ยวกับภัยพิบัติเปลี่ยนแปลงไปไม่ได้เกิดจากธรรมชาติเพียงอย่างเดียวแต่เกี่ยวเนื่องกับปัจจัยทางสังคมและการพัฒนา ภัยธรรมชาติควบคุมไม่ได้แต่ความเสี่ยงของภัยพิบัติสามารถควบคุมได้สามารถป้องกันได้ด้วยการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยพิบัติโดยเตรียมความพร้อมที่ดีก่อนเกิดภัย การบริหารความเสี่ยงไม่ใช่หน้าที่ของภาครัฐเพียงหน่วยงานเดียว ทุกคนทุกภาคส่วนในสังคมต้องมีส่วนร่วมในการจัดการบริหารความเสี่ยงได้ภาวะวิกฤตต่างๆทั้งก่อนระหว่างและภายหลังจากเหตุการณ์ภัยต่างๆครอบคลุมแนวคิดการป้องกันการเตรียมการ/เตรียมความพร้อมการตอบสนองต่อความเร่งด่วน/ภาวะ วิกฤตหรือการเผชิญเหตุ/ภัยพิบัติการช่วยเหลือบรรเทาทุกข์การฟื้นฟู-บูรณะ-การเยียวยาการบริหารจัดการภัยพิบัติแบ่งออกตามระยะของการเกิดภัยได้แก่

- การดำเนินการก่อนเกิดภัย(pre-disaster): เพื่อป้องกันและลดผลกระทบจากสาธารณภัย

- การดำเนินการระหว่างเกิดภัย(during disaster): การดำเนินการระหว่างเกิดภัย: การดำเนินการในสถานการณฉุกเฉิน โดยระดมทรัพยากรที่มีอยู่เข้าช่วยเหลือผู้ประสบภัย
- การดำเนินการหลังจากภัยผ่านพ้นไป(post-disaster): การดำเนินการหลังจากภัยผ่านพ้นไป: เป็นการฟื้นฟูกิจกรรมต่างๆ ของชุมชนและของรัฐ ให้กลับคืนสู่ภาวะปกติ

กิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยพิบัติ ได้สอดรับกับระยะของการเกิดภัย โดยมีขั้นตอนของการจัดการดังนี้(ดร.ไพฑูรย์ นาคแท้, 2559) ดังรูปที่ 5.1-1



รูปที่ 5.1-1 Implementation on Disaster Prevention and Mitigation

(ที่มา:ดร.ไพฑูรย์ นาคแท้, กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2559)

(1) การป้องกันและบรรเทาภัยพิบัติ (Prevention & Mitigation) เป้าหมายคือทำอย่างไรก็ได้เพื่อไม่ให้ภัยมาถึงตัว เช่น มาตรการเชิงโครงสร้าง เช่น การสร้างตึกให้แข็งแรงเพื่อจะรับแรงสั่นจากแผ่นดินไหวมากขึ้นป้องกันโดยสร้างตึกให้แข็งแรง การสร้างอุโมงค์ใต้ดินส่งน้ำจากแก้มลิงเป็นถนนมีสองเลนสองชั้นถ้าน้ำมามากถนนเป็นพื้นที่รับน้ำ ซึ่งเป็นมาตรการเชิงโครงสร้างและได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติน้อยลง มาตรการไม่ใช้เชิงโครงสร้าง เช่น การฝึกอบรมวิศวกรให้รู้การสร้างตึกให้แข็งแรง เป็นต้น โดยที่ผ่านมามีกิจกรรมดังนี้

- การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัย (Hazard Mapping)
- การจัดทำระบบการคาดการณ์และการพยากรณ์ภัย (Forecasting system)
- การจัดทำระบบเตือนภัย (Early Warning System)
- การป้องกันและลดผลกระทบโดยใช้โครงสร้าง (Structural Measure)

- การปรับปรุงทรัพย์สินเพื่อให้เกิดความทนทาน (Proofing)
- การจัดทำระบบข้อมูลสารสนเทศ (Information Technology System)
- การปลูกจิตสำนึก (Awareness)
- การให้ความรู้และข้อมูลข่าวสารด้านสาธารณภัย (Knowledge Management)

(2) การเตรียมพร้อมรับมือภัยพิบัติ (Preparedness) การช่วยเหลือตนเองเมื่อภัยมาให้รับผลกระทบน้อยที่สุด ตัวอย่างกิจกรรมมีดังนี้

- การจัดทำและฝึกซ้อมแผนป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
- (Disaster Prevention and Mitigation Planning and Drill)
- การจัดเตรียมความพร้อม หน่วยกู้ชีพ กู้ภัย (Search and Rescue Team)
- การจัดเตรียมความพร้อมทรัพยากรและเครื่องมือในการกู้ภัยและช่วยเหลือ
- (Rescue and Relief Instrument Resource)
- การจัดเตรียมความพร้อมศูนย์รองรับผู้อพยพ (Evacuation Center)
- การจัดเตรียมความพร้อมด้านปัจจัยสี่ (Relief Properties Resource)
- การจัดเตรียมความพร้อมระบบการติดต่อสื่อสารและคมนาคม
  (Communication and Transportation System)

(3) การเผชิญเหตุการณ์ฉุกเฉิน (Response) การทำให้ชีวิตสูญเสียหรือบาดเจ็บน้อยที่สุด มีกิจกรรมดังนี้

- การติดตามและประเมินสถานการณ์ภัย (Monitoring)
- การเตือนภัยในระยะใกล้ก่อนเกิดภัย (Near real time Early Warning)
- การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment)
- การป้องกันและลดผลกระทบเฉพาะหน้า (Emergency Disaster Fighting)
- การอพยพหลบภัย (Evacuation)
- การค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย (Search and Rescue)
- การจัดการศูนย์รองรับผู้อพยพ (Evacuation Center Management)
- การสงเคราะห์ผู้ประสบภัย (Relief)

(4) การฟื้นฟู (Recovery) โดยให้กลับมาสู่สภาพเดิมหรือดีกว่าเดิม บูรณะสิ่งที่เป็นโครงสร้างกลับมา และฟื้นฟูคนในด้านจิตใจเยียวยาให้กลับมาทำมาหากินได้

- การประเมินความเสียหายและความต้องการ(Damage and Need Assessment)
- การฟื้นฟูบูรณะสิ่งสาธารณูปโภค (Reconstruction)
- การฟื้นฟูบูรณะพื้นที่ประสบภัยพิบัติ (Recovery)
- การฟื้นฟูสภาพจิตใจ และชีวิตความเป็นอยู่ของผู้ประสบภัย (Rehabilitation)
- การประเมินผลการปฏิบัติงาน (Evaluation)
- การสรุปบทเรียน (Lesson learnt)

แม้การลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติจะสามารถดำเนินการได้ในทุกระยะของการบริหารจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติ แต่ในการดำเนินการเชิงรุกก่อนเกิดภัยจะให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับ “การป้องกันและลดผลกระทบ”ซึ่งมุ่งเน้นในการขจัดผลกระทบจากเหตุการณ์ภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นกับบุคคลหรือทรัพย์สินให้หมดไปอย่างสิ้นเชิงหรือลดทอนลง ผ่านมาตรการเชิงโครงสร้างและไม่ใช่เชิงโครงสร้างเพื่อช่วยลดขนาดและผลกระทบจากภัย รวมทั้ง “การเตรียมความพร้อม” ให้ประชาชนมีความสามารถในการเตรียมรับมือกับภัยที่อาจเกิดขึ้น และเพิ่มโอกาสในการรักษาชีวิตให้ปลอดภัยจากภัยได้มากขึ้น โดยกิจกรรมดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมด้านการพัฒนาอย่างไม่สามารถแยกออกจากกันได้ (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2557)

การบริหารความเสี่ยงจากภัยพิบัติเป็นแนวคิดที่กว้างที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อหลีกเลี่ยง การลดหรือโอนผลกระทบจากอันตรายกับคน ทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อมผ่านกิจกรรมและมาตรการในการป้องกัน การบรรเทาและการเตรียมความพร้อม เกี่ยวข้องกับการออกแบบที่รอบคอบ การดำเนินงานและการประเมินผลของกลยุทธ์นโยบายและมาตรการที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อ:

- พัฒนาความรู้และความเข้าใจในความเสี่ยงจากภัยพิบัติรวมทั้งอันตรายจากการสัมผัสและความเปราะบางและความสามารถ
- ลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติโดยการใช้มาตรการป้องกันที่มีจุดมุ่งหมายที่ปกป้องชีวิตและสินทรัพย์
- ส่งเสริมการเตรียมความพร้อมภัยรับมือพิบัติและการปฏิบัติการฟื้นฟู
- อำนวยความสะดวกและความก้าวหน้าของการพัฒนาที่ยั่งยืน (IPCC, 2012)

จุดมุ่งหมายของการบริหารความเสี่ยงจากภัยพิบัติ มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการปรับตัวเพื่อรองรับกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(CCA) เพื่อลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำหรับการบริหารความเสี่ยงจากภัยพิบัติ นั้นพิจารณาอันตราย

ทั้งหมดไม่เพียงแต่สภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับอันตราย และส่งเสริมให้ CCA มีความสอดคล้องกับแผนอื่นๆ และมาตรการในการบริหารจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติจากชนิดอื่นๆ ของอันตราย (เช่นแผ่นดินไหวภูเขาไฟ, สารเคมีฯลฯ เทคโนโลยี) การมุ่งเน้นพิจารณาเพียงภัยเดียวเป็นมุมมองที่แคบเกินไปในเมื่อเป็นประเทศนั้นมีการประสบกับภัยที่หลากหลาย(ADPC, 2013)

ขั้นตอนการบริหารความเสี่ยงจากภัยพิบัติประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ต่อไปนี้(ISO 31000) การบริหารความเสี่ยง: หลักการและแนวทางในการดำเนินงาน)

1. การสื่อสารและการให้คำปรึกษา (Communication and consultation) การอภิปรายที่เปิดกับเจ้าหน้าที่ของรัฐและประชาชนได้รับผลกระทบอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งขั้นตอนโดยทั่วไปนี้จะดำเนินการเพื่อให้มั่นใจว่าผู้ที่เป็นเจ้าหน้าที่ของรัฐและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเข้าใจและรู้ประเด็นปัญหาความเสี่ยงโดยรอบด้าน ที่จะริเริ่มความจำเป็นในการบริหารความเสี่ยง ผลกระทบของภัยพิบัติที่ส่งผลกระทบต่อมาตรการบริหารความเสี่ยงที่จำเป็น พื้นฐานของการตัดสินใจและเหตุผลว่าทำไมการดำเนินการโดยเฉพาะเป็นสิ่งที่ต้องการอย่างยิ่ง

2. การสร้างบริบท (Establishing the context) ขั้นตอนนี้หมายถึงการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่จะส่งผลกระทบต่อการบริหารความเสี่ยงจากภัยพิบัติงานเหล่านี้จะต้องมีการระบุ 1) วัฒนธรรมทางการเมืองและเศรษฐกิจสิ่งแวดล้อม 2) ความรับผิดชอบและศักยภาพของหน่วยงานของรัฐดำเนินการเช่นเดียวกับบทบาทที่มีอยู่ขององค์กรเอกชนและชุมชน 3) สร้างวิธีการตัดสินใจจะทำและ 4) การกำหนดเกณฑ์ความเสี่ยงในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้

3. การประเมินความเสี่ยง(Risk assessment) เป็นกระบวนการของการระบุความเสี่ยง การวิเคราะห์ความเสี่ยงและการประเมินความเสี่ยง ซึ่งเกี่ยวข้องกับผู้เชี่ยวชาญด้านทางเทคนิค(สังคมนักวิทยาศาสตร์, วิศวกรฯลฯ) ผู้นำในท้องถิ่นและคนจากภาคส่วนได้รับผลกระทบและชุมชน งานที่มีการระบุภัยคุกคามที่เป็นไปได้ทั้งหมดการศึกษาผลกระทบของพวกเขาในการวิเคราะห์ผลกระทบของความเสี่ยงและความเป็นไปได้ว่าสิ่งเหล่านี้อาจเกิดขึ้นและประเมินว่าระดับความเสี่ยงที่พบตรงตามเกณฑ์สำหรับสิ่งที่เป็นที่ยอมรับ

4. การควบคุม / แก้ไขความเสี่ยง(Risk treatment) วัตถุประสงค์ทั่วไปของขั้นตอนนี้คือการระบุและการใช้มาตรการต่างๆ ที่จะช่วยลดหรือการบริหารความเสี่ยง, การเลือกจากทางเลือกเหล่านั้นและการดำเนินการทางเลือก ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของวัฏจักรของการประเมินความเสี่ยงในการควบคุมแก้ไขโดยการทดสอบโดยใช้เครื่องมือเช่นการสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ โครงการ

นำร่อง การฝึกซ้อมและการจำลองสถานการณ์ การประเมินประสิทธิภาพของการควบคุมแก้ไขและการปรับเปลี่ยนหรือสร้างการควบคุมแก้ไขที่ความเสี่ยงใหม่จนกว่าระดับความเสี่ยงที่เป็นที่ยอมรับ การควบคุมแก้ไขความเสี่ยงโดยใช้โครงสร้าง ที่ไม่ใช้โครงสร้างหรือสิ่งมาตรการที่เฉพาะเจาะจงด้านสิ่งแวดล้อมหรือใช้มาตรการทั้งหมดเหล่านี้ร่วมกัน มาตรการเหล่านี้ที่สามารถยอมรับได้ การหลีกเลี่ยงความเสี่ยง การลดหรือการถ่ายโอนความเสี่ยง มาตรการที่จะถูกกำหนดโดยบริบทเช่น ธรรมชาติและขอบเขตของความเสี่ยง, ศักยภาพของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการดำเนินการ แนวโน้มค่าใช้จ่ายและประสิทธิผลของมาตรการ ทรัพยากรที่มีอยู่ ฯลฯ มาตรการควบคุมแก้ไขความเสี่ยงจะเป็นสิ่งแรกที่ถูกระบุและประเมินผล ธนาคารโลก (2013: 19-20) แนะนำว่าผู้กำหนดนโยบายนำวิธีการที่มีประสิทธิภาพโดยนำความไม่แน่นอนและความเสี่ยงที่ไม่รู้จักที่ประกอบด้วยความยืดหยุ่นเข้าไปในมาตรการการควบคุมแก้ไขความเสี่ยง ดังตารางที่ 5.1-1 แสดงตัวอย่างของมาตรการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและฟังก์ชั่นการควบคุมแก้ไขความเสี่ยง

5. การติดตามและทบทวน (Monitoring and review) กระบวนการบริหารความเสี่ยงนี้จะดำเนินการเพื่อให้การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องสามารถทำได้ในทุกขั้นตอน วัตถุประสงค์ในขั้นตอนนี้คือการวิเคราะห์และเรียนรู้บทเรียนจากเหตุการณ์ที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มของเหตุการณ์ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในบริบทรวมถึงการเปลี่ยนแปลงความเสี่ยงของตัวเองที่จะต้องการแก้ไขของการควบคุมแก้ไขความเสี่ยงและการจัดลำดับความสำคัญเพื่อให้แน่ใจว่ามาตรการควบคุมความเสี่ยงและการแก้ไขเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพทั้งในด้านการออกแบบและการดำเนินงาน และระบุความเสี่ยงใหม่ที่เกิดขึ้น

การบริหารความเสี่ยงนั้นมีทางเลือกของการจัดการ (risk function) ประกอบด้วย การรับความเสี่ยง การหลีกเลี่ยงความเสี่ยง การย้ายความเสี่ยง หรือการลดความเสี่ยงด้วยมาตราการเพิ่ม ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงจะทำให้สามารถกำหนดมาตราการทั้งด้านโครงสร้างและไม่ใช้โครงการสร้างที่เหมาะกับระดับของความเสี่ยงได้ (ADPC,2013) ตารางที่ 5.1-1 ตัวอย่างของมาตรการควบคุม/แก้ไขความเสี่ยงและทางเลือกของการจัดการความเสี่ยง

รูปที่ 5.1-2 ขั้นตอนการบริหารการจัดการความเสี่ยงจากภัยภิบัติ

(ADPC,2013)

ตารางที่ 5.1-1 ตัวอย่างของมาตรการควบคุม/แก้ไขความเสี่ยงและ

ทางเลือกของการจัดการความเสี่ยง

มาตรการ	**ทางเลือกของการจัดการความเสี่ยง(Risk functions)**			
	คงความเสี่ยง (Retains risk)	**หลีกเลี่ยงความเสี่ยง** (Avoids risk)	**ลดความเสี่ยง** (Reduces risk)	**ถ่ายโอนความเสี่ยง** (Transfers risk)
มาตรการเชิงโครงสร้าง(Structural measures) ➢ โครงสร้างกีดขวาง(Barriers) (เช่นสร้างกำแพงกันน้ำทะเลกันผลกระทบจากระดับน้ำทะเลสูงขึ้น) ➢ ย้ายถิ่นฐานของชุมชนไปยังสถานที่ที่ปลอดภัย ➢ เสริมสร้างความแข็งแรงของโครงสร้างที่มีอยู่ (เช่น ยกระดับความสูงของกำแพงกันน้ำทะเลที่มีอยู่		 *X*	 *X* *X*	
มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง(*Non-structural measures*) ➢ ระบบเตือนภัยล่วงหน้า(Early warning systems) ➢ การวางแผนการอพยพ			 *X* *X*	
➢ ประกันภัยพืชผล				*X*

มาตรการ	ทางเลือกของการจัดการความเสี่ยง(Risk functions)			
	คงความเสี่ยง (Retains risk)	หลีกเลี่ยงความเสี่ยง (Avoids risk)	ลดความเสี่ยง (Reduces risk)	ถ่ายโอนความเสี่ยง (Transfers risk)
➢ กองทุนภัยพิบัติ	X			
➢ ลดปัญหาความยากจน ➢ ทำสวนบนดาดฟ้าในพื้นที่เขตเมือง ➢ สวนลอยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม(เพื่อลดความไม่มั่นคงทางอาหาร)			X X	
มาตรการด้านสิ่งแวดล้อม ➢ สร้างสิ่งกีดขวาง(ป่าชายเลนกันแนวปะทะคลื่นพายุ) ➢ เสริมสร้างความแข็งแรง(เช่นปลูกหญ้าเพื่อรักษาเสถียรภาพความลาดชันกับดินถล่มฝนเรียก) ➢ การส่งเสริมการเปิดพื้นที่สีเขียว(สำหรับการปรับปรุงการซึมผ่านของน้ำลงไปในดินพื้นที่สำหรับแม่น้ำน้ำท่วมและความร้อนลดการสะท้อนจากคอนกรีต)			X X X	

(ที่มา:ADPC,2013)

การบูรณาการการจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติเข้าไปในกระบวนการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต้องผนวกการบริหารความเสี่ยงเหล่านี้และมุมมองเข้าไปในการวางแผนการปรับตัวและการดำเนินกระบวนการโดยภาคส่วนต่างๆ (เช่นน้ำและการเกษตร) หรือสำหรับพื้นที่เฉพาะภายในประเทศ (เช่นเมืองและเมืองบนสันดอนลุ่มน้ำที่เกิดภัยและสภาพแวดล้อมที่เปราะบาง)แต่ละภาคส่วนหรือพื้นที่ที่มีความต้องการการปรับตัวและความท้าทายที่ไม่ซ้ำกันและจุดมุ่งหมายของการบูรณาการเป็นส่วนหนึ่งของการค้นพบเส้นทางที่ดีที่จะมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ(ADPC,2013)

การบูรณาการการจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติเข้าไปในกระบวนการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคาดว่าที่จะเกิดผลลัพธ์พื้นฐาน 3 ประการได้แก่

1. หนทางที่จะนำไปสู่การป้องกันภัยที่จะเกิดขึ้นต่อทั้งสิ่งที่มีอยู่แล้วหรือที่จะลงทุนใหม่ จุดมุ่งหมายคือการสร้างชุมชนเมืองหรือชนบทให้สามารถต้านทานผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2. แสวงหาการหลีกเลี่ยงการก่อเกิดรูปแบบความเสี่ยงใหม่จากการปรับตัวที่วางแผนไม่ดี มันหมายถึงว่าแนวรถไฟสายใหม่ การพัฒนาอสังหาริมทรัพย์หรือสิ่งอำนวยประโยชน์ทางสังคมจะถูกวางแผนและดำเนินงานในรูปแบบที่จะไม่ทำให้ความเสี่ยงที่มีอยู่แล้วรุนแรงขึ้นหรือก่อให้เกิดความเสี่ยงใหม่

3. เป็นการแสวงหากระบวนการส่งเสริมซึ่งกันและกันที่จะทำให้ชุมชนติดตามสิ่งแวดล้อมที่มีความเสี่ยง สร้างความเข้าใจในเรื่องว่าอะไรจะก่อเกิดความเสี่ยงขึ้นและจะมีวิธีจัดการมันอย่างไร สามารถตัดสินใจที่จะลดความเสี่ยงอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถที่จะทบทวนการตัดสินใจและแก้ไขมันถ้าจำเป็น

ในช่วงปีที่ผ่านมา ประเทศต่างๆ ในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิกได้มีความเคลื่อนไหวในทิศทางที่จะรับนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับชาติ ซึ่งนโยบายจะกล่าวถึงการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบรรเทาปัญหาการจัดการความเสี่ยงจากภัยภิบัติอันเนื่องมาจากเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงจำเป็นต้องถูกระบุไว้ในนโยบายด้านการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การกำหนดเรื่องการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาที่ยาวนาน มันจำเป็นที่ต้องลดผลกระทบด้านลบให้เหลือน้อยที่สุดในผลที่ตามมาเนื่องจากภัยธรรมชาติที่มีต่อผู้คน ทรัพย์สินและความเป็นอยู่ด้วยมาตรการปรับตัว การกำหนดนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อการปรับตัวรองรับ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นเป็นสิ่งที่อ่อนไหวต่อความเสี่ยงของภัยพิบัติซึ่งจะสนับสนุนการปรับตัวในระยะยาว (ADPC,2013)

ขั้นตอนการทำนโยบายสาธารณะสามารถอธิบายเป็น 5 กิจกรรมได้แก่ การกำหนดระเบียบวาระ การบัญญัติ การยอมรับนโยบาย การดำเนินงานและการประเมินผลและข้อเสนอแนะ (Anderson, 2010) กิจกรรมเหล่านี้จะเกี่ยวข้องซึ่งกันและกันและสามารถดำเนินงานในเวลาเดียวกันได้ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติที่ซับซ้อนของการกำหนดนโยบาย

ตารางที่ 5.1-2 แสดงตัวอย่างมาตรการการจัดการความเสี่ยงของภัยพิบัติ
ที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง
สภาพภูมิอากาศและมาตรการการปรับตัวที่เป็นไปได้ของแต่ละภาคส่วน

ภาคส่วน	มาตรการจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติที่เป็นประโยชน์การปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	มาตรการอื่นๆที่เกี่ยวกับการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
น้ำ	- เสนอแนะความยืดหยุ่นในการออกแบบโครงสร้างด้านน้ำและการดำเนินการของระบบเพื่อการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในปริมาณน้ำฝนคาบการเกิดน้ำหลากสูงสุด - จัดเตรียมหรือปรับปรุงโครงสร้างการป้องกันน้ำท่วมเพื่อลดการปนเปื้อนต่อน้ำใช้ - ลดปริมาตรของน้ำท่าจากพายุด้วยหลังคาสีเขียว ต้นไม้ พื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นผิวที่น้ำสามารถซึมผ่านลงได้ - จัดเตรียมพื้นที่แก้มลิงสำหรับลดปัญหาอันเนื่องมาจากความเข้มของฝนและระยะเวลาที่ตกยาวนาน - การเตรียมความพร้อมภัยพิบัติที่มีความคาดหมายของการหยุดชะงักของน้ำประปาและสุขภิบาล	แสวงหาแหล่งน้ำรวมถึงการใช้น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินและการรีไซเคิลและการใช้น้ำใช้ในครัวเรือนระดับแหล่งต่าง ๆ เช่นการเก็บน้ำฝนจากหลังคา
เกษตรกรรม	- ลงทุนในโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมและระบบการเก็บกักน้ำเพื่อลดความรุนแรงในผลกระทบจากภูมิอากาศที่รุนแรง(น้ำท่วมและแล้ง)ประกันภัยพืชผล - ปรับปรุงการเข้าถึงการคาดการณ์สภาพอากาศที่ทันเวลาและตัวเลือกการตอบสนอง	- เพาะพันธุ์ปลาที่ทนต่ออุณหภูมิน้ำสูงๆ - ปศุสัตว์สายพันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศที่ไม่พึงประสงค์ - สังเกตแนวทางการบริหารจัดการน้ำเพื่อปรับปรุงความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงในวงจรอุทกวิทยา
สุขภาพ	- รวมระบบเตือนภัยล่วงหน้าในการเฝ้าระวังโรคและระบบการตอบสนอง - กำหนดโครงสร้างดูแลสุขภาพนอกพื้นที่การเกิดภัย - ปรับปรุงการออกแบบโครงสร้างของสิ่งอำนวยความสะดวกด้านการดูแลสุขภาพเพื่อที่ว่าจะสามารถรองรับความเสี่ยงในปัจจุบันและอนาคต	- สร้างความเข้มแข็งในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนยุทธศาสตร์การปรับตัวและการบริหารความเสี่ยง - ประมาณผลกระทบต่อสุขภาพของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเพื่อการปรับปรุงการวางแผนและการจัดสรรทรัพยากร
การขนส่ง	- ออกแบบใหม่หรือกำหนดที่ใหม่ของสิ่งอำนวยความสะดวกในการเดินทาง - เพิ่มหรือออกแบบมาตรการป้องกันสำหรับการเดินถนนและชายฝั่ง - เพิ่มการระบายน้ำสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับถนน	- เพิ่มความสนใจไปที่การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เป็นปัจจัยในการเลือกยางมะตอยและยางมะตอยอิมัลชันเพื่อรักษาความสมบูรณ์ทางเท้า

ภาคส่วน	มาตรการจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติที่เป็นประโยชน์การปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	มาตรการอื่นๆที่เกี่ยวกับการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
	เพื่อรับมือกับการเพิ่มขึ้นของการคาดการณ์ปริมาณฝนและการพังทลายของดิน - ทำให้สามารถใช้ถนนเพื่อไปโรงพยาบาล ศูนย์อพยพ และการกระจายของการบรรเทาทุกข์ที่โครงสร้างพื้นฐานถนนอาจได้รับความเสียหายในช่วงเหตุการณ์รุนแรง	
เมือง	- บูรณาการการบริหารความเสี่ยงน้ำท่วมเข้าไปในการวางแผนเชิงพื้นที่เพื่อป้องกันพื้นที่เติมน้ำบาดาลและพื้นที่น้ำหลาก - มาตรฐานก่อสร้างอาคารและมาตรฐานที่นำมาใช้โครงสร้างพื้นฐานที่จะต้องพิจารณาการปรับเปลี่ยนเนื่องจากค่าคาบสูงสุดของการเกิดน้ำท่วมค่าใหม่ - จัดทำแผนเตรียมความพร้อมภัยพิบัติที่โดยพิจารณากรณีหยุดชะงักของการบริการ - พัฒนามาตรการที่ตอบสนองความต้องการของประชากรที่มีความเปราะบาง	- บรรเทาผลกระทบความร้อนของเมืองโดยพื้นที่สีเขียว - การพัฒนาการระบายน้ำเพิ่มเติมหรือการออกแบบใหม่เพื่อบรรเทาผลกระทบของปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น - ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารเพื่อลดความต้องการพลังงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่การจัดหาพลังงานอาจจะต้องลดลง - ช่วยลดความจำเป็นในการเดินทาง

ที่มา:Adapted from ADB, 2012

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555 -2559 มุ่งให้สังคมมีภูมิคุ้มกันเพื่อเตรียมพร้อมรองรับกับสาธารณภัย โดยการยกระดับขีดความสามารถในการรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยพิบัติทางธรรมชาติ ควบคุมและลดมลพิษ และพัฒนาระบบบริหารจัดการ พร้อมทั้งเพิ่มบทบาทประเทศไทยในเวทีประชาคมโลกที่เกี่ยวข้องกับกรอบความตกลงและพันธกรณีระหว่างประเทศ นอกจากนี้ นโยบายความมั่นคงแห่งชาติ ได้กำหนดให้มียุทธศาสตร์การเตรียมพร้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2557 -2561) เป็นกรอบทิศทางการดำเนินงานของหน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยมุ่งเน้นให้คนในชาติมีภูมิคุ้มกัน มีส่วนร่วม และผนึกกำลังทุกภาคส่วนภายใต้การบริหารจัดการ แบบเบ็ดเสร็จ (Comprehensive Management) ทั้งนี้ การดำเนินงานจะเชื่อมโยงกับแผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติภายใต้พระราชบัญญัติป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พ.ศ. 2550 และแผนบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงกลาโหม ดังนั้น จึงเป็นที่ประจักษ์ว่านโยบายระดับประเทศได้ให้ความสำคัญอย่างยิ่งต่อการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยของประเทศที่มีประสิทธิภาพได้สอดคล้องกับนโยบายระดับโลกภายใต้บริบท “การจัดการความเสี่ยงจาก

สาธารณภัย"(Disaster Risk Management)ซึ่งเป็นการนำแนวคิดเรื่องความเสี่ยงมาเป็นปัจจัยหลักในการจัดการสาธารณภัยจากเชิงรุกไปสู่การจัดการอย่างยั่งยืน ซึ่งประกอบด้วย การลดความเสี่ยงจากสาธารณภัย (Disaster Risk Reduction) การจัดการในภาวะฉุกเฉิน (Emergency Management) และการฟื้นฟูให้มีสภาพที่ดีกว่าและปลอดภัยกว่าเดิม (Build Back Better and Safer) (แผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติพ.ศ. 2558)

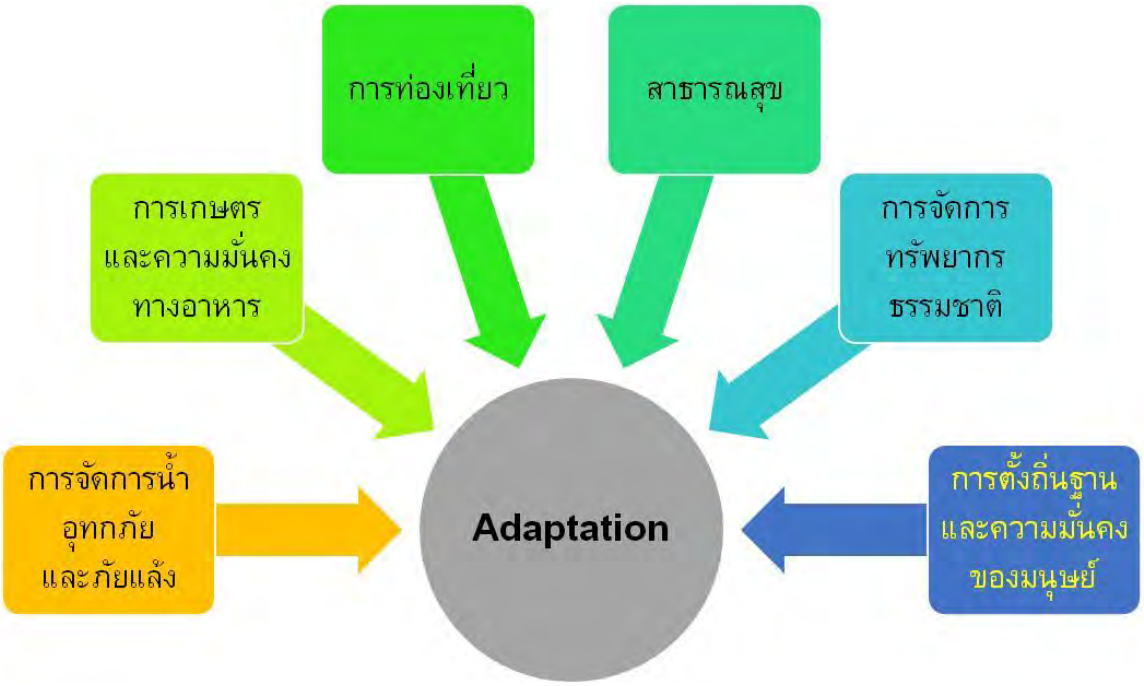
จากการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อรวบรวมแผนและโครงการนำร่องของหน่วยงานต่างๆที่มีในเรื่องการบริหารจัดการความเสี่ยงการเกิดภัยพิบัติอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มีดังนี้

ภาคส่วนเมืองและการตั้งถิ่นฐาน

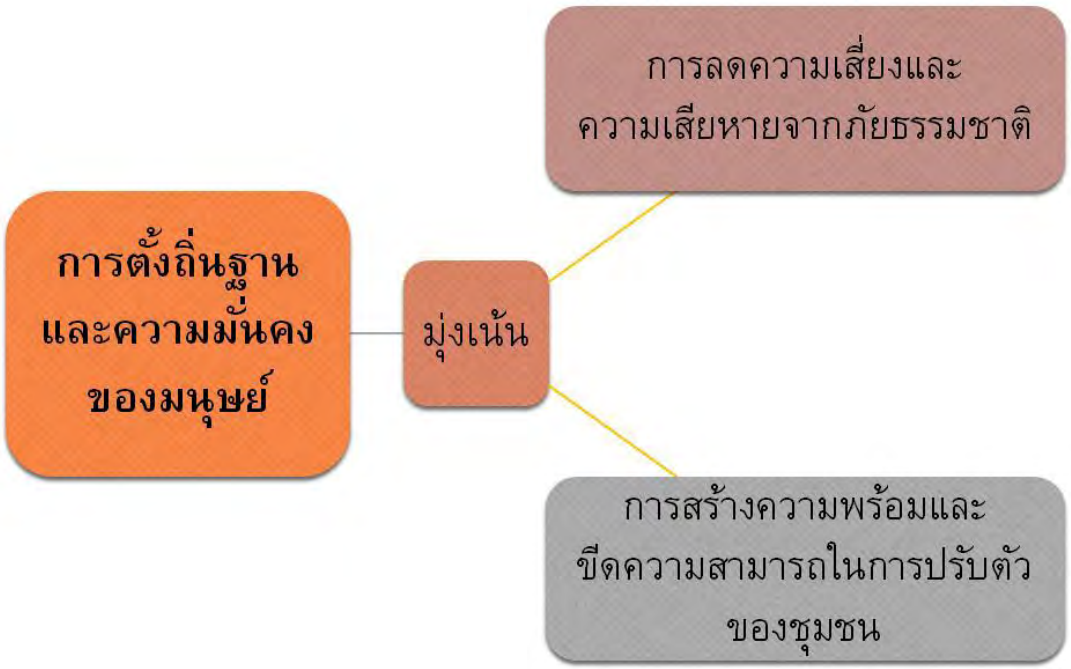
ทางกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้จัดทำแผนที่ความเสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติขึ้นทั้งเรื่องน้ำท่วมและฝนแล้ง โดยพยายามระบุพื้นที่เสี่ยงภัย และจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยซึ่งแสดงรายละเอียดให้เห็นถึงหลังคาเรือน เช่นเรื่องของอุทกภัย น้ำป่าไหลหลาก แต่ก็ยังมีความไม่ชัดเจนในการใช้เกณฑ์การคำนวณคาบเวลาการเกิดน้ำสูงสุด 100 ปี ดังนั้นก็ใช้ภาพฉายต่างๆว่าน่าจะสูงกว่าข้อมูลสูงสุดในอดีตเป็นสัดส่วนต่างๆ และจัดทำแผนรองรับขึ้นต่อภาพฉายนั้นๆ ที่ผ่านมามีโครงการภายใต้ โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาการแก้ไขปัญหาดินโคลนถล่มบนที่สูงชันตามแนวพระราชดำริ การประยุกต์ใช้แผนที่เสี่ยงภัยเพื่อกำหนดมาตรการป้องกันและลดผลกระทบจากน้ำป่าไหลหลากและโคลนถล่ม ที่มีการใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองอุทกวิทยาทำการศึกษาคาดการณ์สภาพการเกิดน้ำหลากในกรณีต่างๆ และประยุกต์เพื่อจัดทำแผนการป้องกันและมาตรการลดผลกระทบความสี่ยงต่างๆในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิถต์

ทางกรุงเทพมหานครมีแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593 และมีแผนการบริหารจัดการเพื่อลดความเสี่ยงและโครงการศึกษานำร่องของกรุงเทพมหานครดังนี้

- แผนปฏิบัติการว่าด้วยการลดปัญหาภาวะโลกร้อนของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2550-2555
- แผนแม่บทกรุงเทพมหานครว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ.2556-2566
- โครงการป้องกันและแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลบางขุนเทียนกรุงเทพมหานคร
- โครงการกรุงเทพสู่เมืองคาร์บอนต่ำ
- โครงการเตรียมความพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงในกรุงเทพมหานคร



รูปที่ 5.1-3 แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593



รูปที่ 5.1-4 แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593

ภาคส่วนสุขภาพ

ได้สรุปความเสี่ยงที่สำคัญและผลกระทบด้านสาธารณสุข

- ความเสี่ยงที่สำคัญ : ความร้อน

ตัวอย่าง, เกณฑ์ : อุณหภูมิสูงสุด > 40 องศาเซลเซียส (ร้อนจัด) อุณหภูมิเฉลี่ย > 37 องศาเซลเซียส Heat index (อยู่ระหว่างการพัฒนา)

ผลกระทบด้านสุขภาพ : โรคที่เกี่ยวข้องกับความร้อน โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด

ความเสี่ยงที่สำคัญ : ภัยแล้ง

ตัวอย่าง, เกณฑ์ : จำนวนวันที่ฝนขาดช่วง, พยากรณ์อากาศ 7 วันข้างหน้า, เขตจ่ายน้ำบาดาล, ประปาหมู่บ้าน, เขตจ่ายน้ำประปา, รายได้ครัวเรือน

ผลกระทบด้านสุขภาพ : โรคติดต่อที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่อ (อุจจาระร่วง), ความมั่นคงทางอาหาร, ขาดแคลนน้ำสะอาดสำหรับอุปโภคบริโภคในครัวเรือนและสถานบริการ สธ.

ความเสี่ยงที่สำคัญ : น้ำท่วม

ตัวอย่าง, เกณฑ์ : ลักษณะพื้นที่, ผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สิน, ความเสียหายด้านการเกษตร, โครงสร้างพื้นฐานได้รับความเสียหาย, ระยะเวลาที่หมู่บ้าน/ชุมชน ประสบอุทกภัย/น้ำท่วมขัง

ผลกระทบด้านสุขภาพ : การเสียชีวิต, การเจ็บป่วยจากโรคต่างๆ เช่น โรคติดต่อที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่อ/โรคผิวหนัง/โรคติดต่อนำโดยแมลง, ความเครียด (สูญเสียญาติ ทรัพย์สิน การเกษตร), สถานบริการ สธ. ได้รับความเสียหาย/ไม่สามารถเข้าถึงการบริการ สธ.

ผลจากคณะรัฐมนตรีมีมติเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2555 มอบให้กระทรวงสาธารณสุขจัดทำยุทธศาสตร์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศด้านสาธารณสุข เพื่อเป็นกรอบแนวทางรับมือกับผลกระทบต่อสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งด้านการปรับตัวและการมีส่วนร่วมลดก๊าซเรือนกระจกในภาคสาธารณสุข

ดังนั้น กระทรวงสาธารณสุข ได้ดำเนินการจัดทำแผนยุทธศาสตร์รองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้านสาธารณสุข พ.ศ. 2560 -2564 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมความพร้อมของ

ระบบสาธารณสุขรองรับผลกระทบจากความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจและสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงภาคประชาชนในการเตรียมการรองรับผลกระทบจากความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านสาธารณสุข โดยสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ การเกิดปรากฏการณ์ คลื่นความร้อน (Heat wave) สภาพอากาศแปรปรวนอย่างรุนแรง (Extreme weather) อุณหภูมิแปรปรวน (Temperature variation) ปริมาณฝนแปรปรวน (Rainfall variation) ซึ่งปรากฏการณ์เหล่านี้ ส่งผลต่อปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสาธารณสุขที่สำคัญทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ภาวะทุพโภชนาการ โรคติดต่อนำโดยแมลง อาชีวอนามัย ภาวะสุขภาพจิต ผลกระทบจากสภาวะอากาศสุดขีด ปัญหามลพิษอากาศ ความร้อนและโรคจากอาหารและน้ำเป็นสื่อซึ่งทางองค์การอนามัยโลกได้คาดการณ์ว่าในปี 2573และ 2593ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะทำให้เกิดการตายเพิ่มขึ้น 250,000 รายต่อปี อันเนื่องจากภาวะทุพโภชนาการ มาลาเรีย ท้องร่วงและโรคจากความร้อน (WHO 2014) ซึ่งองค์การอนามัยโลกได้คาดการณ์ค่าเสียหายด้านสุขภาพ อันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (ไม่รวมค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับด้านเกษตร น้ำและสุขอนามัย) ประมาณ 20 - 40 ล้านดอลล่าร์ในปี 2030 (WHO 2015)

โดยมีประเด็นยุทธศาสตร์ (Strategic Issues) ได้แก่

1) เพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวรองรับผลกระทบต่อสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
2) ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคสาธารณสุข
3) เสริมสร้างขีดความสามารถด้านการบริหารจัดการด้านสาธารณสุข

ซึ่งมีกิจกรรม โครงการและหน่วยงานที่รับผิดชอบดังตารางที่ 5.1-3

ตารางที่ 5.1-3 (ร่าง) ข้อเสนอแนวทางการดำเนินการขับเคลื่อนแผนยุทธศาสตร์รองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านสาธารณสุข พ.ศ. 2560 – 2564 (แผน 1 ปี) (ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 6 มกราคม 2558 เรื่อง การเสนอเรื่องประเภทนโยบาย แผนงาน โครงการต่อคณะรัฐมนตรี)

กิจกรรม	ระยะเวลาปฏิบัติการ	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด	แหล่งงบประมาณ	หน่วยงานรับผิดชอบหลัก
1. การผลักดันและการขับเคลื่อนแผนยุทธศาสตร์ฯ สู่การปฏิบัติ				
1.1 **จัดตั้งคณะกรรมการนโยบายรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ ด้านสาธารณสุข และคณะอนุกรรมการด้านต่าง ๆ ตามความเห็นของคณะกรรมการฯ** เพื่อเป็นกลไกผลักดันและขับเคลื่อนแผน	/	**เป้าหมาย** : มีกลไกความร่วมมือในการดำเนินงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านสาธารณสุขที่มีประสิทธิภาพ **ตัวชี้วัด** : มีคณะกรรมการ นโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ ด้านสาธารณสุข	-	กระทรวงสาธารณสุข
1.2 **ประชุมคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ ด้านสาธารณสุข** เพื่อ (1) กำหนดทิศทางการดำเนินงานด้านสาธารณสุขเตรียมการรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (2) ติดตามความก้าวหน้าปัญหา อุปสรรคและร่วมจัดทำแนวทาง ข้อเสนอแนะต่อการพัฒนางานด้านสาธารณสุข	/ /	**เป้าหมาย** : ได้ทิศทางการดำเนินงานด้านสาธารณสุขเตรียมการรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ **ตัวชี้วัด** : มีการประชุมคณะกรรมการอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง	งบดำเนินการ	กระทรวงสาธารณสุข

กิจกรรม	ระยะเวลาปฏิบัติการ				เป้าหมาย/ตัวชี้วัด	แหล่งงบประมาณ	หน่วยงานรับผิดชอบหลัก
1.3 **สร้างความเข้าใจในเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของแผนยุทธศาสตร์รองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านสาธารณสุข**เพื่อ (1) ชี้แจงแผนยุทธศาสตร์ฯ ให้หน่วยงานภาคีที่เกี่ยวข้องทราบ และตระหนักถึงความสำคัญของแผน และมีส่วนร่วมหรือเกิดความร่วมมือในการผลักดันแผนไปสู่การปฏิบัติ (2) ประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการ (Action Plan) เพื่อขับเคลื่อนแผนยุทธศาสตร์รองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านสาธารณสุข พ.ศ. 2560 – 2564	/				**เป้าหมาย** : หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบและนำแผนยุทธศาสตร์ฯไปปฏิบัติ **ตัวชี้วัด** : มีแผนปฏิบัติการเพื่อขับเคลื่อนแผนยุทธศาสตร์รองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านสาธารณสุขที่ครอบคลุมการดำเนินงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	งบดำเนินการ	
1.4 **เข้าร่วมการประชุมในระดับนานาชาติ**ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ WHA , Global Conference on Climate Change and Health และ COP	/				**เป้าหมาย**:เพื่อทราบทิศทางนโยบายการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องในระดับโลก	งบดำเนินการ	กระทรวงสาธารณสุข
1.5 ติดตาม ประเมินผล				/	**เป้าหมาย**:ผลการดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์ฯ	งบดำเนินการ	
2. **โครงการสำคัญ** (Flagship projects)							
2.1. พัฒนาระบบข้อมูล เฝ้าระวังและเตือนภัยสุขภาพจากการ	/	/	/	/	**เป้าหมาย** : มีการเฝ้าระวังเตือนภัยผลกระทบต่อสุขภาพ	งบองค์การอนามัยโลก /	กระทรวงสาธารณสุข/

กิจกรรม	ระยะเวลาปฏิบัติการ	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด	แหล่งงบประมาณ	หน่วยงานรับผิดชอบหลัก
เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากความเสี่ยงที่สำคัญ เช่น ความร้อน น้ำท่วม เป็นต้น		จากความเสี่ยงสำคัญ **ตัวชี้วัด** :มีระบบเฝ้าระวังเตือนภัยผลกระทบต่อสุขภาพจากความเสี่ยงสำคัญ	งบดำเนินการ	กรมอุตุนิยม-วิทยา/กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
2.2 ขับเคลื่อนการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในสำนักงานและสถานบริการสาธารณสุข	/ / / /	**เป้าหมาย** : สำนักงานและสถานบริการสาธารณสุขมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก **ตัวชี้วัด** :จำนวนสำนักงานและสถานบริการสาธารณสุขที่มีกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ต่อปีจากฐานปี 2558	งบดำเนินการ	กระทรวงสาธารณสุข/อบก.
2.3 พัฒนาชุมชนต้นแบบด้านการปรับตัวต่อสุขภาพ เพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพและมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก	/ / / /	**เป้าหมาย** : ชุมชนต้นแบบดูแล จัดการความเสี่ยงต่อสุขภาพจากภาวะโลกร้อนและมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อขยายการดำเนินงานให้พื้นที่อื่นต่อไป **ตัวชี้วัด**: ต้นแบบ 4 ตำบลใน 4 ภาค		

สำนักงานเพื่อการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติแห่งสหประชาชาติ (UNISDR) ได้จัดทำโครงการรณรงค์ส่งเสริมให้สถานพยาบาลมีความปลอดภัย และได้กำหนดแนวทางการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติที่สำคัญในภาคสาธารณสุขไว้ 3 ประการ คือ

1. อาคารสถานพยาบาลต้องปลอดภัย สามารถต้านทานต่อผลกระทบจากภัยเพื่อรักษาชีวิตของผู้ป่วยและบุคลากรด้านสาธารณสุข

2. สถานพยาบาลและการให้บริการด้านการแพทย์และสาธารณสุขต้องสามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องเพื่อให้บริการกับผู้ป่วยและผู้ประสบภัยในสถานการณ์ฉุกเฉินได้

3. บุคลากรและสถาบันการแพทย์และสาธารณสุขต้องมีความสามารถในการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติและมีความพร้อมในการจัดการในภาวะฉุกเฉิน

ทั้งนี้ ในประเทศไทย กระทรวงสาธารณสุขได้จัดทำนโยบายด้านสาธารณสุขในการรับมือกับภัยพิบัติซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวทางสากลที่กล่าวมาข้างต้น และได้จัดทำแผนภาคสาธารณสุขเตรียมพร้อมด้านการแพทย์และการสาธารณสุขเพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติให้กับสถานพยาบาลและบุคคลากรที่เกี่ยวข้องในทุกภาคส่วน ทั้งในภาครัฐ เอกชน ภาคประชาสังคม ได้ดำเนินการร่วมกันเพื่อให้เกิดผลกระทบและความเสียหายให้น้อยที่สุด

ตัวอย่างมาตรการป้องกันและลดผลกระทบความเสี่ยง

มาตรการที่ใช้โครงสร้าง

- ก่อสร้างอาคารสถานพยาบาลด้วยโครงสร้างที่แข็งแรงและได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด
- โครงสร้างโรงพยาบาลและสถานีอนามัยทุกแห่งต้องมีความแข็งแรงและคงทนต่อทุกสภาวะ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่เสี่ยงภัย
- ป้องกันสถานพยาบาลจากการเกิดภัย เช่น การทำแนวป้องกันน้ำท่วมอย่างไรก็ดี ควรมีการหารือร่วมกันกับชุมชนข้างเคียงเพื่อวางแนวทาง

มาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้าง

- ประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติในสถานพยาบาลเป็นระยะ เพื่อให้ทราบถึงความเสี่ยงในพื้นที่สถานพยาบาล และจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบสนับสนุนอื่นๆ และบริเวณโดยรอบสถานพยาบาล
- หลีกเลี่ยงการก่อสร้างสถานพยาบาลในพื้นที่เสี่ยงภัย
- จัดวางอุปกรณ์ทางการแพทย์และเวชภัณฑ์ในพื้นที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงการใช้สอยและความปลอดภัย
- ปรับปรุง ทบทวนกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ให้สนับสนุนการเตรียมความพร้อมและจัดทำมาตรฐานความปลอดภัยในสถานพยาบาลอย่างเคร่งครัด
- จัดทำระบบประกันคุณภาพโรงพยาบาล โดยมีประเด็นเรื่องการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ

- สนับสนุนให้มีการวิจัยและพัฒนารูปแบบระบบการบริการทางการแพทย์และสาธารณสุขในภาวะฉุกเฉิน และงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง
- ติดตั้งระบบไฟฟ้า น้ำประปา และการโทรคมนาคม พร้อมระบบสำรอง และทดสอบการใช้งานเป็นระยะ
- พัฒนาระบบการเฝ้าระวังโรคระบาดให้มีประสิทธิภาพ
- ให้ความรู้ด้านอนามัยและสาธารณสุขเพื่อป้องกันการติดเชื้อโรคระบาดต่างๆ

ภาคส่วนทรัพยากรน้ำ

ในการประชุมวาระการพัฒนาที่ยั่งยืนปี พ.ศ. 2573 ที่ผู้นำประเทศต่างๆ ได้ให้การรับรองเมื่อเดือนกันยายนที่ผ่านมา ณ องค์การสหประชาชาติ สหรัฐอเมริกา ท่านนายกรัฐมนตรีได้กล่าวถ้อยแถลงว่าไทยพร้อมเป็นส่วนหนึ่งเพื่อเร่งการบรรลุเป้าหมายว่าด้วยเรื่องน้ำในวาระการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยจะสานต่อการดำเนินการ และขับเคลื่อนความพยายามของประชาคมโลก ในการดำเนินการด้านน้ำที่ครอบคลุมมากขึ้น ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนข้อ 6 ซึ่งนอกจากจะเข้าถึงการมีน้ำดื่มที่ปลอดภัยและสุขาภิบาลที่พอเพียงแล้ว ยังให้ความสำคัญในการพัฒนาคุณภาพน้ำและการบริหารจัดการน้ำเสีย การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การบริหารจัดการน้ำอย่างมีบูรณาการ และการปกป้องและฟื้นฟูระบบนิเวศที่เกี่ยวกับน้ำ ทั้งนี้ ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการดำรงชีพมาโดยตลอด โดยคำนึงถึงปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวกับน้ำ เช่น น้ำท่วม น้ำแล้ง และน้ำเสีย รัฐบาลเล็งเห็นถึงความสำคัญของการบริหารจัดการน้ำอย่างบูรณาการและครอบคลุม เพื่อให้เกิดความยั่งยืนและมีความต่อเนื่องในการดำเนินการ พร้อมทั้งได้น้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและแนวพระราชดำริด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำมาดำเนินการ เพื่อสร้างสมดุลระหว่างการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม ความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชนกับการรักษาสิ่งแวดล้อม ปีนี้รัฐบาลได้จัดทำแผนยุทธศาสตร์ การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 12 ปี (พ.ศ. 2558 -2569) เพื่อวางกรอบการดำเนินการอย่างเป็นระบบครบวงจร เน้นการมีส่วนร่วมและความร่วมมือของภาคประชาชนในแต่ละท้องถิ่น และอยู่ระหว่างการจัดทำพระราชบัญญัติน้ำ ซึ่งจะเป็นกฎหมายที่ควบคุมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้ในทุกมิติ

นอกจากความเชื่อมโยงของแผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของโลกแล้ว แผนยุทธศาสตร์ดังกล่าวได้มีการพยายามคำนึงถึงปัจจัยในประเทศ

ไทยทั้งด้านการพัฒนาประเทศที่สอดคล้องกับแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับใหม่ ภายใต้ความเสี่ยงใหม่ในอนาคต โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งจะมีผลกับการบริหารจัดการทั้งในช่วงเวลาปกติและช่วงเวลาวิกฤต โดยมียุทธศาสตร์ที่สำคัญดังนี้คือ 1) การจัดการน้ำอุปโภคบริโภค 2) การสร้างความมั่นคงของน้ำภาคการผลิต (เกษตร/อุตสาหกรรม) 3) การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย 4) การจัดการคุณภาพน้ำ 5) การอนุรักษ์ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรมและป้องกันการพังทลายของดิน และ 6) การบริหารจัดการมาตรการจัดการความเสี่ยงที่สรุปได้มีดังนี้

ด้านน้ำแล้ง

- นำภูมิปัญญาท้องถิ่น เช่น เหมืองฝาย, นาขั้นบันได, การขุดสระ
- สร้างภูมิคุ้มกันโดยการให้องค์ความรู้และข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้อง
- การปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดิน
- เพิ่มศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจ
- ความช่วยเหลือจากภาครัฐ/ฝนหลวง
- มาตรการการประหยัดน้ำ 3R (Reduce, Reuse, Recycle)
- การผันน้ำข้ามลุ่มน้ำ

ด้านน้ำท่วม

- พัฒนาเทคโนโลยี (ระบบเตือนภัย ขุดลอกลำน้ำ)
- เพิ่มรายได้
- จัด Zoning
- การเตรียมความพร้อมในการอพยพ
- การเตรียมปลูกป่า

ด้านน้ำกินน้ำใช้และคุณภาพน้ำ

- ก่อสร้างแหล่งน้ำดิบ/จัดหา
- จัดหา/ก่อสร้างภาชนะเก็บน้ำในครัวเรือน
- ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้น้ำ/ประหยัดน้ำ/ลดน้ำสูญเสีย เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ/นำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ 3R
- Technology -Treatment

- มาตรการสิ่งแวดล้อม
- สร้างจิตสำนึกความรับผิดชอบต่อสังคม

ภาคส่วนเกษตรกรรม

สำหรับประเทศไทยด้านการเกษตรพบว่า ความแปรปรวนของภูมิอากาศมีผลกระทบรุนแรงต่อพืชผลการเกษตรที่สำคัญ คือ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ปาล์มน้ำมัน ยางพารา เป็นต้น ซึ่งเกษตรกรจะต้องทำการรับมือกับความแปรปรวนของภูมิอากาศ เช่น การปรับปรุงพันธุ์ข้าว เลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูก ทำการปรับช่วงเวลาปฏิทินการเพาะปลูก จัดการดินให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก เป็นต้นรูปแบบการบริหารจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติที่สรุปได้จากการประชุมกลุ่มย่อยมีดังนี้

ข้าวที่สูง

- การปรับเปลี่ยนระบบการปลูกจากข้าวไร่
- เป็นนาขั้นบันได
- พันธุ์ข้าว
- จัดหาแหล่งน้ำสำรอง (อปท., กรมชลประทาน)

นาชลประทาน

- พันธุ์ข้าว
- แหล่งน้ำสำรอง (กรมพัฒนาที่ดิน)
- การป้องกันกำจัดศัตรูข้าว
- การใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำ
- เทคโนโลยีการจัดการน้ำ

นาน้ำฝน

- วิธีการปลูก
- อัตราการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในพื้นที่ (เอกชน)
- พันธุ์ข้าว
- แหล่งน้ำสำรอง (กรมพัฒนาที่ดิน)

นาน้ำลึก

- อัตราการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในพื้นที่ (เอกชน)
- พันธุ์ข้าว
- การเปลี่ยนระบบการปลูกจากนาน้ำลึกเป็นนาชลประทาน

พืชไร่(อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง)

- ปรับปรุงพันธุ์
- ปรับปรุงบำรุงดิน
- ปรับเปลี่ยนฤดูปลูก
- เปลี่ยนชนิดพืช
- การจัดหาแหล่งน้ำ

นอกจากนี้กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าวกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ทำการวิจัยเพื่อหามาตรการการจัดการความเสี่ยงและการปรับตัวโดยวิจัยการเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในระบบการผลิตข้าวนาน้ำฝนอย่างยั่งยืนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ระบบการผลิตข้าวนาน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการมีส่วนร่วม ประเมินความสามารถในการพึ่งตนเองและการปรับตัวของกลุ่มเกษตรกร ในสภาวะการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งศึกษากระบวนการเรียนรู้ การสร้างกลุ่มเครือข่าย และการขยายผลการเรียนรู้ของเกษตรกร โดยมีการกำหนดแนวทางการปรับตัว 4 รูปแบบคือ

รูปแบบที่ 1 ปลูกข้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยวเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ นาดอนปลูกข้าวอายุเบาหรือข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง นาลุ่มปลูกข้าวอายุหนัก

รูปแบบที่ 2 ปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกเป็นการหว่านข้าวแห้งเพื่อรอฝน ร่วมกับการวางแผนการปลูกโดยเลื่อนระยะเวลาหว่านข้าวออกไปหากฝนแล้งต้นฤดู หรือนาลุ่มหว่านข้าวแห้งรอฝน ส่วนนาดอนตกกล้าเผื่อไว้ปักดำในช่วงที่มีน้ำขัง

รูปแบบที่ 3 จัดหาเครื่องทุ่นแรงขนาดเล็ก เงินทุน และแหล่งน้ำสำรองขนาดเล็ก วางแผนการใช้ปัจจัยการผลิต เน้นการทำนาแบบประณีต ใช้พื้นที่น้อยเพื่อเพิ่มผลผลิต และทำนาแบบอินทรีย์ ทำการเกษตรที่หลากหลายเพื่อลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ และรักษาสิ่งแวดล้อม

รูปแบบที่ 4 ปรับเปลี่ยนพื้นที่นาดอนปลูกพืชเศรษฐกิจที่ให้ผลตอบแทนสูงเช่น อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น

มีข้อสรุปผลการจำลองชี้ให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตมีผลในทางลบกับระบบการผลิตข้าวในนาชลประทาน แต่มีผลกระทบไม่มากกับระบบการผลิตนาน้ำฝน ความอุดมสมบูรณ์ของดินสามารถลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศได้ ความแปรปรวนของสภาพอากาศปีต่อปี เป็นปัญหาเฉพาะหน้าที่ต้องเตรียมการป้องกันแก้ไข ในสภาวะที่มีความแปรปรวนของภูมิอากาศ ในปริมาณของฝน การเริ่มต้นและสิ้นสุดของฤดูปลูก การใช้พันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสงจะมีเสถียรภาพดีกว่าพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง เกษตรกรมีความเข้าใจปัญหาของภูมิอากาศมากขึ้น เกษตรกรบางส่วนเริ่มมีการปรับเปลี่ยนการใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสม และปรับเปลี่ยนวิธีการปลูก การจัดการ ที่จะหลีกเลี่ยงความเสียหาย การเปลี่ยนแปลงพันธุ์ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต รวมทั้งการพยากรณ์วันปลูกที่เหมาะสม จำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติม เพื่อการขยายผลต่อไป

กรมชลประทานได้มีมาตรการการรองรับในการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติดังนี้

- การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเพาะปลูกและชนิดพืชของเกษตรกร โดยมุ่งเน้นด้านคุณภาพมากกว่าปริมาณ
- การเพิ่มประสิทธิภาพแหล่งน้ำและการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ โดยการบูรณาการในทุกภาคส่วน
- การจัดการด้านคุณภาพน้ำ
- การป้องกันและบรรเทาอุทกภัย
- การฟื้นฟูพื้นที่ป่า
- สร้างเสริมองค์ความรู้ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ

การนำผลจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่มีการสรุปจัดทำเป็นแผนที่ความเสี่ยงของมิติการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตในระดับความเสี่ยงต่างๆมานำเสนอมาตรการปรับตัวที่เป็นไปได้มาใช้ลดความเสี่ยง/ความเสียหายในบริเวณดังกล่าว (ที่มีความเสี่ยงระดับที่ต่างกัน) ตัวอย่างดังตารางที่ 5.1-4

ตารางที่ 5.1-4 ตัวอย่างตารางการนำเสนอมาตรการการปรับตัว
ที่เป็นไปได้สำหรับความเสี่ยงในอนาคตระดับต่างๆ

ความเสี่ยง	ระดับ	มาตรการการปรับตัว
ความเสี่ยงของการขาดแคลนน้ำจากปริมาณฝนที่เปลี่ยนไปกับการพัฒนาด้านการเกษตร	รุนแรงมาก(สีแดง) รุนแรงปานกลาง(สีส้ม) รุนแรงน้อย(สีเหลือง)	- ลงทุนในโครงสร้างระบบการเก็บกักน้ำเพื่อลดความรุนแรงในผลกระทบจากภูมิอากาศที่รุนแรง(น้ำท่วมและแล้ง) ประกันภัยพืชผล - ปรับปรุงการเข้าถึงการคาดการณ์สภาพอากาศที่ทันเวลาและตัวเลือกการตอบสนอง - การปรับเปลี่ยนระบบการปลูกจากข้าวไร่
ความเสี่ยงของภัยน้ำท่วมจากปริมาณฝนที่เปลี่ยนไป	รุนแรงมาก(สีแดง) รุนแรงปานกลาง(สีส้ม) รุนแรงน้อย(สีเหลือง)	- เสนอแนะความยืดหยุ่นในการออกแบบโครงสร้างด้านน้ำและการดำเนินการของระบบเพื่อการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในปริมาณน้ำฝนคาบการเกิดน้ำหลากสูงสุด - จัดเตรียมหรือปรับปรุงโครงสร้างการป้องกันน้ำท่วมเพื่อลดการปนเปื้อนต่อน้ำใช้ - จัดเตรียมพื้นที่แก้มลิงสำหรับลดปัญหาอันเนื่องมาจากความเข้มของฝนและระยะเวลาที่ตกยาวนาน
ความเสี่ยงจากการขาดน้ำอุปโภค บริโภค จากปริมาณฝนที่เปลี่ยนไปกับระบบประปา	รุนแรงมาก(สีแดง) รุนแรงปานกลาง(สีส้ม) รุนแรงน้อย(สีเหลือง)	- ก่อสร้างแหล่งน้ำดิบ/จัดหา - จัดหา/ก่อสร้างภาชนะเก็บน้ำในครัวเรือน

ความเสี่ยง	ระดับ	มาตรการการปรับตัว
ของชุมชน		- ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้น้ำ/ประหยัดน้ำ/ลดน้ำสูญเสีย เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ/นำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ 3R - การเตรียมความพร้อมภัยพิบัติที่มีความคาดหมายของการหยุดชะงักของน้ำประปาและสุขภิบาล
ความเสี่ยงจากโรค heat stoke อุณหภูมิสูงสุดกับประชากรรายตำบล	รุนแรงมาก(สีแดง) รุนแรงปานกลาง(สีส้ม) รุนแรงน้อย(สีเหลือง)	-พัฒนาระบบข้อมูล เฝ้าระวังและเตือนภัยสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากความเสี่ยงที่สำคัญ เช่น ความร้อน น้ำท่วม เป็นต้น -กำหนดโครงสร้างดูแลสุขภาพนอกพื้นที่การเกิดภัย

5.2 การออกสนามติดตามผลกระทบจากภัยแล้ง เป็นตัวอย่างการปรับตัวระดับชุมชน (แบบ unplanned adaptation)

การปรับตัวแบบตามธรรมชาติเมื่อเกิดภัยขึ้น (เป็นแบบ unplanned adaptation) แสดงถึงความสามารถในการปรับตัว หาทางออกเพื่อบรรทาปัญหาของตนหรือชุมชน จึงได้ออกภาคสนามใช้แบบสอบถามเพื่อศึกษาสภาพการจัดการน้ำและการปรับตัวระดับชุมชนในเขตและนอกเขตชลประทานจากภาวะแล้งในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลและโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว(มิถุนายน-กรกฎาคม 2559) โดยในแต่ละโครงการฯสัมภาษณ์ 3 กลุ่มได้แก่ (สามารถดูรายงานสรุปการออกสนามในภาคผนวก ข-ค)

1. เกษตรกรในเขตพื้นที่ชลประทาน 2 ชุมชน 44 ตัวอย่าง
2. เกษตรกรนอกเขตพื้นที่ชลประทาน 2 ชุมชน 44 ตัวอย่าง
3. เจ้าหน้าที่ชลประทาน 9 ตัวอย่าง

โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. หาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการน้ำ การปลูกข้าว
2. หาข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบ
3. หาข้อมูลเกี่ยวกับการปรับตัว และข้อเสนอแนะ

โดยผลจากแบบสอบถามสรุปได้ดังตารางที่ 5.2-1ดังนี้

เกษตรกรในภาคกลางในพื้นที่ชลประทาน(โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล)ที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งในปี 2015-2016 ผลกระทบจากความเสียหายของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและคุณภาพของผลผลิต เกษตรกรในพื้นที่น้ำฝนได้รับผลกระทบจากปัญหาการขาดแคลนน้ำและความเสียหายของผลผลิต เกษตรกรในพื้นที่ภาคะวันออกเฉียงเหนือได้รับผลกระทบส่วนใหญ่มาจากปัญหาการขาดแคลนน้ำทั้งในการชลประทาน(โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว) และพื้นที่น้ำฝนและเกษตรกรในพื้นที่อาศัยน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับผลกระทบจากแมลงมากขึ้นเนื่องจากภัยแล้ง

เกษตรกรในภาคกลางในเขตพื้นที่ชลประทานปรับตัวเองโดยการลดพื้นที่การเพาะปลูก การปลูกพืชใช้น้ำน้อยใช้น้ำบาดาลน้ำตื้นและการใช้เงินกู้ในการแก้ปัญหาของพวกเขา เกษตรกรในพื้นที่น้ำฝนใช้มาตรการเปลี่ยนไปปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยกว่าและลดพื้นที่เพาะปลูก

เกษตรกรในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในพื้นที่ชลประทานปรับตัวเองโดยการลดพื้นที่เพาะปลูกและการปลูกพืชทนแล้ง เกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในเขตพื้นที่น้ำฝนปรับตัวโดยการปลูกพืชใช้น้ำน้อยและลดพื้นที่เพาะปลูก จากการสำรวจภาคสนามที่มีตัวเลขของเกษตรกรในเขตน้ำฝนที่ตัดสินใจที่จะไม่เติบโตอะไรในปีนี้ภัยแล้งเนื่องจากราคาข้าวต่ำและได้ไปหางานอื่นๆ ที่จะทำแทน

เจ้าหน้าที่ชลประทานในเขตแจ้งว่าเกษตรกรในภาคกลางแสวงหาน้ำเสริมอื่นๆ เช่นน้ำบาดาล น้ำตื้น (88.9%) และน้ำในสระ (55.6%) ในขณะที่เกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ใช้น้ำในสระ (62%) และน้ำใต้ดินชั้นตื้น (25%) เจ้าหน้าที่ชลประทานแนะนำการปลูกแบบเปียกสลับแห้งเป็นวิธีการเกษตรทางเลือกให้กับเกษตรกรเพื่อการประหยัดน้ำและลดการสูญเสียน้ำ พวกเขายังมีการสร้างงานเพิ่มเติมสำหรับเกษตรกรที่ตัดสินใจที่จะไม่ทำการเกษตรเช่นการก่อสร้างฝาย และพบว่าการปล่อยน้ำจากเขื่อนยังได้รับผลกระทบภัยแล้ง การกำหนดพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละฤดูแล้งจะควบคุมความต้องการการชลประทานเพื่อให้ตรงกับการจัดเก็บน้ำที่มีอยู่ การปล่อยน้ำในช่วงฤดูฝนที่มี

ความสำคัญสำหรับการจัดเก็บน้ำในฤดูแล้งต่อไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของเขื่อนลำปาว (ในบริเวณที่แล้ง) ซึ่งมีทางเลือกน้อยลงในการหาแหล่งน้ำเสริมในบริเวณที่แล้งนี้

นอกจากนี้ทางคณะผู้วิจัยได้นำผลการสำรวจความคิดเห็นข้างต้นเขียนเอกสารทางวิชาการและไปนำเสนอในงานประชุมนานาชาติ "12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON DEVELOPMENT OF DRYLANDS (IDDC)" ที่ประเทศอียิปต์ เมื่อวันที่ 21-24 สิงหาคม 2559 (ภาคผนวก ง-จ)

ตารางที่ 5.2-1 สรุปผลการสัมภาษณ์เกษตรกรและเจ้าหน้าที่โครงการชลประทาน

		โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล			โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว		
		ในเขตชลประทาน	**นอกเขตชลประทาน**	**เจ้าหน้าที่โครงการชลประทาน**	**ในเขตชลประทาน**	**นอกเขตชลประทาน**	**เจ้าหน้าที่โครงการชลประทาน**
1	**ผลกระทบจากภัยแล้ง**			งานที่ตระเตรียมสำหรับช่วงแล้ง			งานที่ตระเตรียมสำหรับช่วงแล้ง
	(%)						
1.1	ขาดน้ำเพาะปลูก	68.2	75	a)รายงานสถานการณ์ให้กับเกษตรกร	54.5	66.7	a) แจ้งเตือนพื้นที่เพาะปลูกที่เหมาะสม
1.2	ขาดน้ำอุปโภคบริโภค	20.5	13.6	b)ซ่อมประตูน้ำ	4.5	16.7	
1.3	เกษตรกรรมเสียหาย	68.2	36.6	c)บูรณะคลองส่งน้ำ	18.2	11.1	b)ซ่อมประตูน้ำ
1.4	ผลผลิตลดลง	54.5	22.7	d)เตรียมการจัดสรรน้ำ	29.5	22.2	c)บูรณะคลองส่งน้ำ
1.5	ศัตรูพืชมากขึ้น	25	4.5		25	44.4	
2	**มาตรการรองรับภัยแล้ง**			มาตราการที่เสนอ			มาตราการที่เสนอ
2.1	ลดพื้นที่เพาะปลูก	54.5	34.1	a) ใช้น้ำบาดาล 88.9 %	34.1	33.7	a) ใช้น้ำจากสระ 62.5%
2.2	ปลูกพืชใช้น้ำน้อย	38.6	40.9	b) ใช้น้ำจากสระส่วนตัว 55.6%	29.5	44.4	b) ใช้น้ำบาดาล 25 %
2.3	เลือกปลูกพืชทนแล้ง	27.3	6.8	c) หาแหล่งน้ำอื่น	34.1	11.1	c)แนะนำพืชที่เหมาะสม
2.4	ใช้น้ำบาดาลระดับตื้น	36.4	15.9	d) แนะนำพืชที่เหมาะสม	6.8	11.1	d) ลดพื้นที่เพาะปลูก
2.5	ขุดบ่อบาดาลเพิ่ม	27.3	6.8		4.5	0	
2.6	กู้เงิน	50	13.6		13.6	22.2	

(Sucharit Koontanakulvongand Thongplew Kongchan, 2016)

มาตรการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่นำร่อง (แบบ planned adaptation)

นิยาม การปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศน์ (Ecosytem-based Adaptation หรือ EbA) หมายถึงการใช้ความหลากหลายทางชีวภาพและประโยชน์ต่างๆจากระบบนิเวศน์เป็นส่วนหนึ่งของแนวทางการปรับตัวในภาพรวม เพื่อช่วยให้มนุษย์สามารถรับมือกับผลกระทบเชิงลบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ (ที่มา Convention on Biological Diversity 2009) การปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศนั้นมุ่งใช้ “โครงสร้างสีเขียว” (Green Infrastructure) และประโยชน์จากระบบนิเวศ (Ecosystem Services) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวของสังคมมนุษย์เมื่อต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศเป็นแนวทางที่เน้นพัฒนามนุษย์เป็นหลัก ซึ่งการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศก็จะช่วยให้มนุษย์สามารถปรับตัวให้เข้ากับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้ โดยแนวทางนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดความเปราะบางของมนุษย์จากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ปรากฏในหลายรูปแบบ ทั้งนี้ การปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศประกอบด้วยมาตรการต่างๆ เพื่ออนุรักษ์ ฟื้นฟู หรือจัดการระบบนิเวศและทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน ตลอดจนมาตรการเพื่อเติมเต็มหรือแม้กระทั่งเพื่อทดแทนมาตรการปรับตัวอื่นๆ ที่ใช้อยู่ในขณะนั้น(GIZ 2012)

กรมทรัพยากรน้ำภายใต้ความร่วมมือของ GIZ ได้ร่วมกันจัดทำโครงการ GIZ-ECOSWat ได้ทำการศึกษาปัญหาความเปราะบางและหามาตรการการปรับตัวในพื้นที่ โดยมี 3 พื้นที่นำร่องได้แก่ ลุ่มน้ำย่อยลำภาชี ลุ่มน้ำสาขาห้วยสายบาตร และลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี โดยการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอุทกศาสตร์จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งได้พบปะพูดคุยกับตัวแทนของชาวบ้านและตัวแทนจากหน่วยงานของรัฐและเอกชน เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์และประมวลผล ซึ่งผลการศึกษามาตรการการปรับตัวมีดังนี้

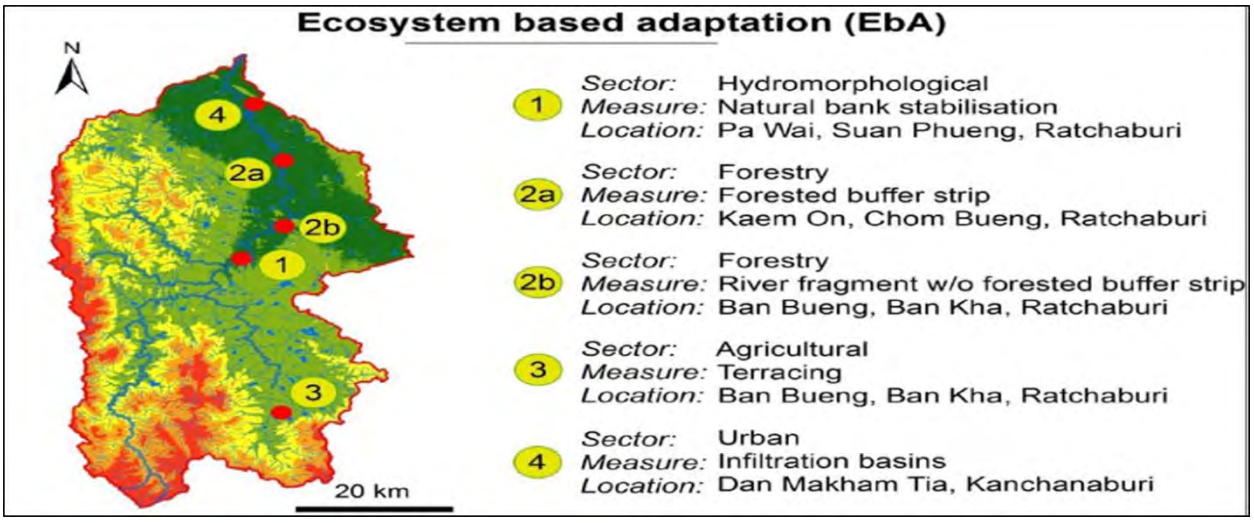
พื้นที่ลุ่มน้ำลำภาชี

มีความยาวลำน้ำประมาณ 163 กิโลเมตรต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาตะนาวศรี ระหว่างราชบุรีและเพชรบุรี มีลำน้ำย่อย 24 สาย พื้นที่รับน้ำ 2,641 ตร.กม. ขอบเขตลุ่มน้ำสาขาลำภาชีครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัด(กาญจนบุรีและราชบุรี) 5 อำเภอ 17 ตำบล 149 หมู่บ้าน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี

1,103.6 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย 425.26 ล้าน ลบ.ม. พบประเด็นความเปราะบางหลักในพื้นที่นำร่องลำภาชี ดังนี้

ความเปราะบาง	สาเหตุ
- น้ำท่วมเฉียบพลัน	- การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ - การใช้ประโยชน์ที่ดินไม่เหมาะสม - ขาดแคลนพื้นที่สีเขียวบริเวณริมน้ำ - การเปลี่ยนแปลงแนวทางน้ำ และขาดพื้นที่รับน้ำ
- ปัญหาการขาดแคลนน้ำ	- การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - การจัดสรรน้ำที่ไม่เหมาะสม
- การพังทลายของหน้าดิน และปัญหาดินตะกอน	- การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ขาดการวางแผน - ขาดแคลนพื้นที่สีเขียวบริเวณริมน้ำ - การเปลี่ยนแปลงความเร็วในการไหลของน้ำเนื่องจากการก่อสร้างฝาย

โดยมีตัวอย่างมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่นำร่อง (ลุ่มน้ำสาขาลำภาชี) ดังรูปที่ 5.2-1



ที่มา :รายงานผลการศึกษาความเปราะบางและมาตรการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ ลุ่มน้ำลำภาชี , ITT 2015

รูปที่ 5.2-1 ตัวอย่างมาตรการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ
ที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่ลำภาชี

สรุปมาตรการการปรับตัวมีดังนี้

1) การป้องกันการกัดเซาะริมตลิ่ง : Bank stabilizationสถานที่ : ต.ป่าหวาน อ.สวนผึ้ง จ. ราชบุรี
2) ป่าแนวกันชนและการพัฒนาพื้นที่ริ่มตลิ่ง : Forested buffer strip and forest riparian buffersสถานที่ (2a) : ต.ป่าหวาน อ. จอมบึง จ. ราชบุรี (2b) : ต.บ้านบึง อ.บ้านคา จ.ราชบุรี
3) การทำการเกษตรแบบขั้นบันได : Terracingสถานที่ : ต.บ้านบึง อ.บ้านคา จ. ราชบุรี
4) พื้นที่รับน้ำ : Infiltration Basinสถานที่ : อ.ด่านมะขามเตี้ย จ. กาญจนบุรี

พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาห้วยสายบาตร

ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัดได้แก่ จังหวัดขอนแก่น มหาสารคามและกาฬสินธุ์ มีเนื้อที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 741 ตร.กม. มีค่าเฉลี่ยฝนรายปีเท่ากับ 1,033 มม. และมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยเท่ากับ 135 ล้าน ลบ.ม.ประเด็นความเปราะบางหลักในพื้นที่นำร่องลุ่มน้ำสาขาห้วยสายบาตร เป็นดังนี้

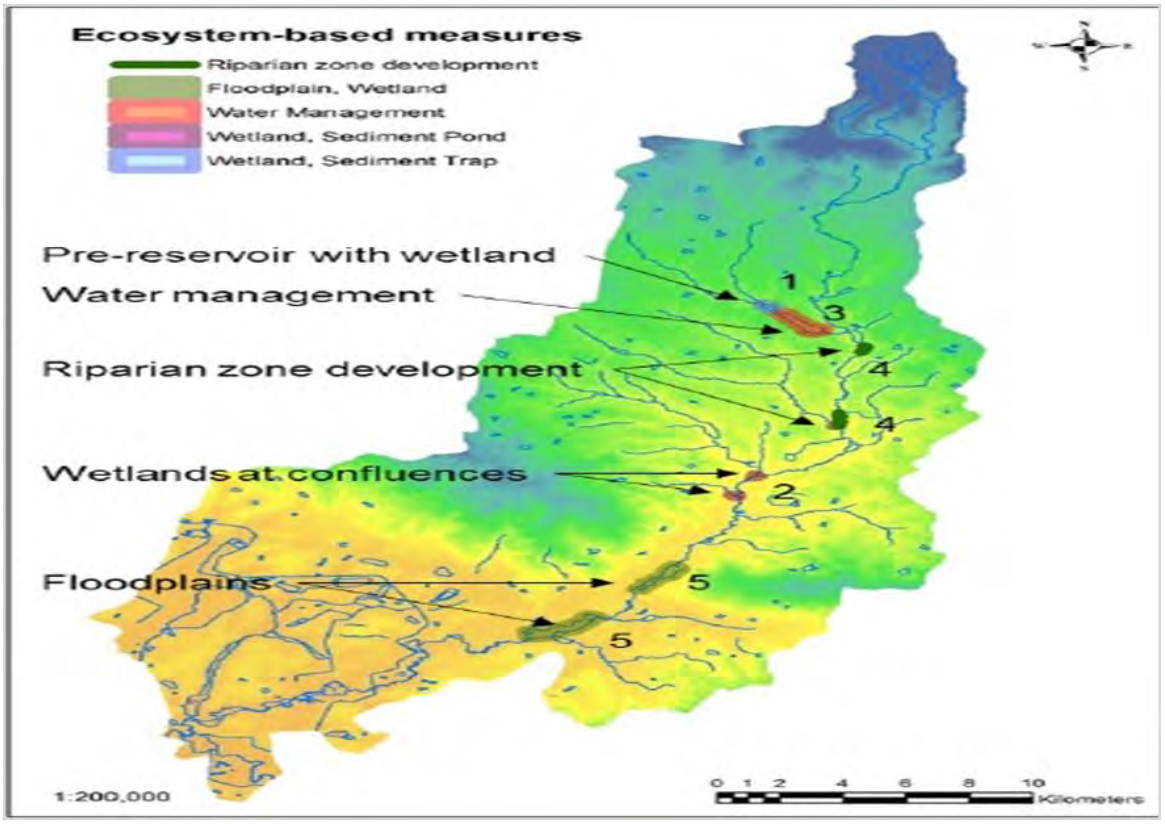
ความเปราะบาง	สาเหตุ
- คุณภาพน้ำและปัญหาดินตะกอน	- ปัญหาการพัดพาดินตะกอนและธาตุอาหารจากพื้นที่เกษตรกรรมสู่แหล่งน้ำ
- รูปแบบการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ	- ไม่มีการควบคุมการใช้ประโยชน์จากลำน้ำ ก่อให้เกิดความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำ
- รูปแบบการทำการเกษตร	- ชนิดของพืชที่ปลูกเป็นไปตามกลไกลตลาด (เช่น ข้าว และอ้อย ซึ่งต้องการน้ำในการเพาะปลูกสูง)

มาตรการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่นำร่องดังนี้ รูปที่ 5.2-2

1) การพัฒนาพื้นที่ชุ่มน้ำและบ่อดักตะกอน : Wetland restoration and Sedimentation trapสถานที่ : อ่างเก็บน้ำหนองใหญ่
2) การบริหารจัดการน้ำ: Water Managementสถานที่ : อ่างเก็บน้ำหนองใหญ่
3) บ่อดักตะกอน: Sedimentation trap at confluence of tributaries สถานที่ : จุดที่ลำน้ำเชื่อมต่อบริเวณลุ่มน้ำสาขาห้วยสายบาตร

4) การพัฒนาพื้นที่ริมตลิ่ง: Riparian zone developmentสถานที่ : พัฒนาได้หลายจุดในลุ่มน้ำสาขาห้วยสายบาตร

5) การพัฒนาพื้นที่รับน้ำ: Flood plainสถานที่ : พัฒนาได้หลายจุดในลุ่มน้ำสาขาห้วยสายบาตร



ที่มา: รายงานการศึกษามาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาห้วยสายบาตรและลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี, Hubert Lohr 2015

รูปที่ 5.2-2 ตัวอย่างมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ
ที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาห้วยสายบาตร

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี

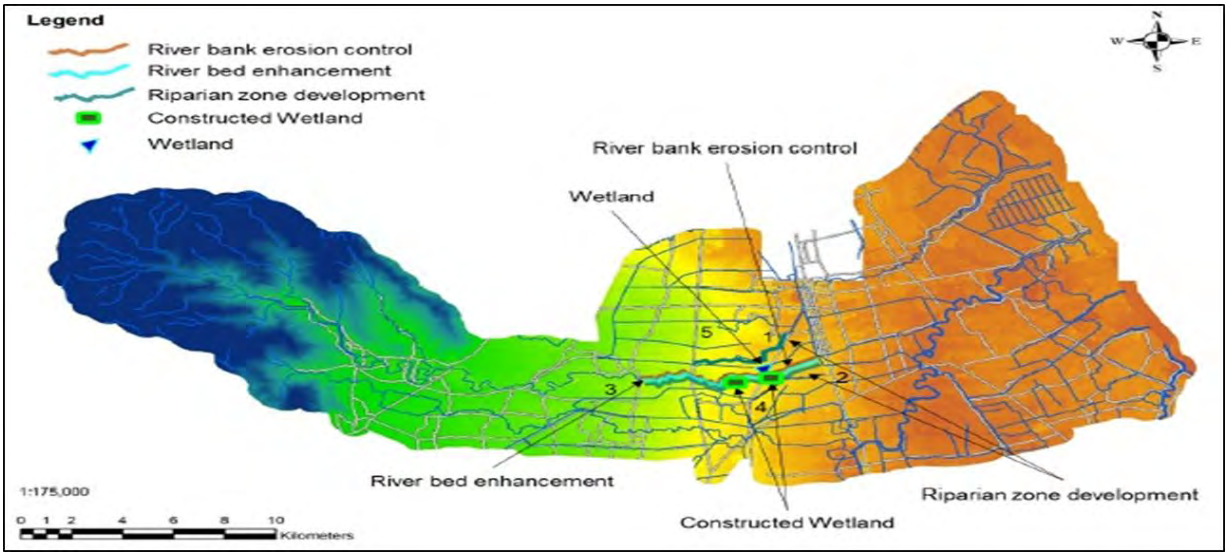
มีพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 324 ตร.กม. อยู่ในจังหวัดนครศรีธรรมราช มีปริมาณฝนรายปี 1,800 - 2,500 มิลลิเมตร โดยปริมาณฝนตก 100-150 มม.ในช่วงเดือน พฤษภาคม-ตุลาคม 250-750 มม. ในช่วงเดือนตุลาคม-มกราคม และหากปริมาณฝนตกมากกว่า 1,000 มม.จะเกิดน้ำหลาก

ประเด็นความเปราะบางหลักในพื้นที่นำร่องลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดีมีดังนี้

ความเปราะบาง	สาเหตุ
- การพังทลายของดิน พัดพาตะกอนลงสู่แหล่งน้ำ	- การลดลงของพื้นที่ป่าไม้กลายเป็นสวนเกษตรเชิงเดี่ยว (ยางพารา เป็นต้น)
- การกัดเซาะตลิ่ง	- การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำเนื่องจากการสะสมของตะกอน
- น้ำท่วม	- ขาดแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินและการแบ่งโซนพื้นที่น้ำท่วม
- คุณภาพน้ำ	- การขยายตัวของพื้นที่เมืองและจำนวนประชากร - ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรองรับ
- ความหลากหลายทางชีวภาพ	- การรุกล้ำพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อทำนากุ้ง

มาตรการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่นำร่องมีดังนี้รูปที่ 5.2-3

1) การป้องกันการกัดเซาะริมตลิ่ง : Bank erosion controlสถานที่ : บ้านคลองลาว
2) การพัฒนาพื้นที่ริมตลิ่ง : Riparian zone development สถานที่ : ครอบคลุมตลอดแนวคลองลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี
3) การเพิ่มประสิทธิภาพการไหลของน้ำ : River bed enhancement สถานที่ : แนวคลองลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดีที่มีการสะสมของตะกอนมาก
4) การก่อสร้างบึงประดิษฐ์ : Constructed wetland สถานที่ : บริเวณในเมือง ในจุดที่สามารถจัดเก็บน้ำเสียได้
5) การก่อสร้างจุดควบคุมน้ำท่วมร่วมกับพื้นที่ชุ่มน้ำ (Flood control with wetland , Water spreading weir with connected wetland development) สถานที่ : ที่ว่างก่อนที่น้ำจะไหลเข้าตัวเมือง (การก่อสร้างในเมืองทำได้ยาก)



ที่มา: รายงานการศึกษามาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาห้วยสายบาตรและลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี , Hubert Lohr 2015

รูปที่ 5.2-3 ตัวอย่างมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ
ที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่คลองลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี

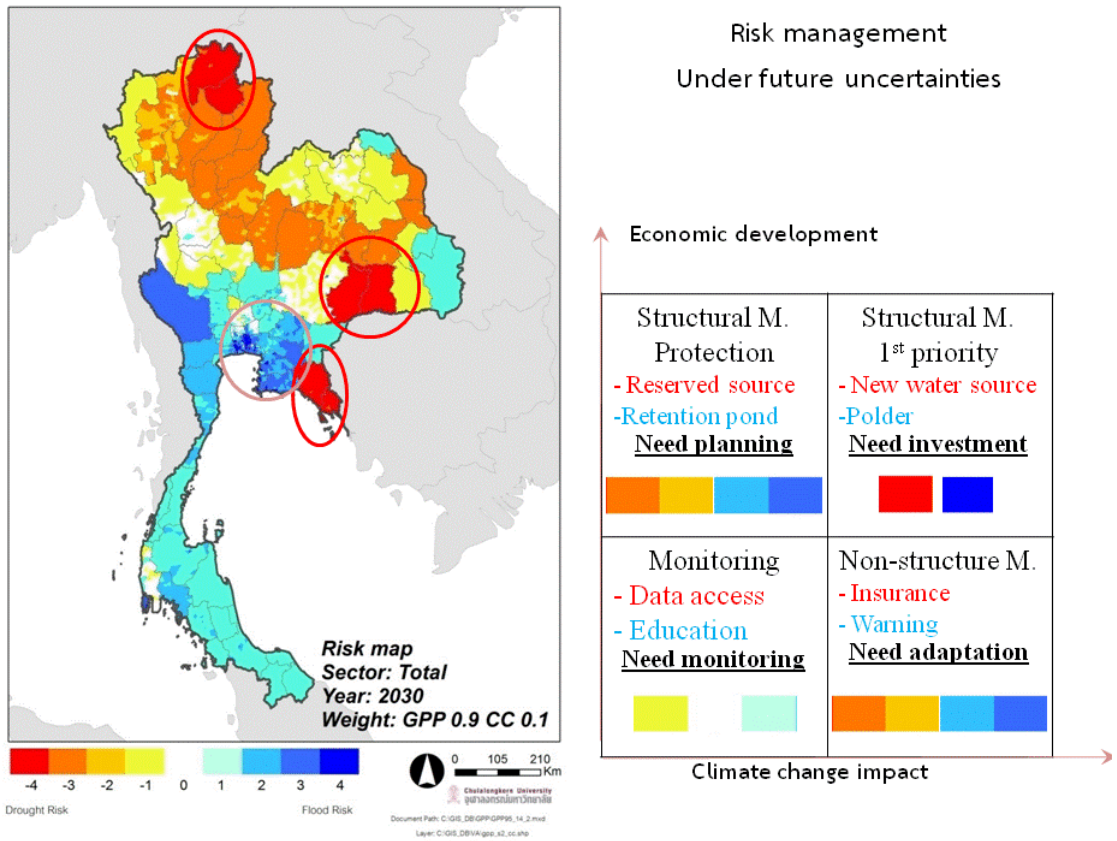
ในปัจจุบันนี้หลายหน่วยงานได้เตรียมการจัดทำแผนแม่บทการปรับตัวในด้านต่างๆ อยู่ เช่น ด้านอนามัย ด้านการเกษตร และมีการศึกษาการปรับตัวเพิ่มเติมเช่น โครงการ UNDP-CCBA ซึ่งใช้เครื่องมือการประเมินต้นทุนและประโยชน์ด้านการปรับตัว โครงการ JICA:ADAP-T มีการวิจัยในพื้นที่ 19 ด้าน เพื่อศึกษาและจัดทำฐานข้อมูลเพื่อเสนอนโยบาย โครงการ GIZ: Risk-NAP ทดลองทำใน 4 พื้นที่ และ 3 ด้าน เพื่อจัดทำคู่มือการบูรณการ โครงการ UNDP:NAP-GCF ศึกษาการปรับตัวด้าน marine-coastal โครงการ JICA:TGO ทำการอบรมยกระดับให้กับบุคลากร อปท. โครงการ TRF+NRCT ทำการวิจัยสนับสนุนการปรับตัวพร้อมสนับสนุนงานวิชาการอื่นๆ โครงการ EU-GSEI ทดลองจัดอบรมให้กับชุมชนเพื่อการปรับตัว และจัดทำแผนปรับตัวในระดับชุมชน

5.3 การบริหารจัดการความเสี่ยงภายใต้ความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาพื้นที่

จากแนวความคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยพิบัติในแต่ละภาคส่วน ผลการวิเคราะห์การปรับตัวระดับชุมชนจากการออกภาคสนามติดตามผลกระทบจากภัยแล้ง รวมถึงผลการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาพื้นที่ทำให้เราสามารถจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ ภาคส่วน มาตรการ ความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจ โดยสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 5-8

แนวทางการจัดการสามารถแบ่งออกได้เป็นสี่ส่วนหลักคือ

1. ส่วนที่ 1 ในพื้นที่ที่มีความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสูง และระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจสูง ภาครัฐต้องให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก โดยใช้มาตรการเร่งด่วน เช่น มาตรการทางโครงสร้าง ซึ่งต้องการการลงทุน (ระดับ 4 แบบ HH)
2. ส่วนที่ 2 ในพื้นที่ที่มีความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่ำ และระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจสูง ภาครัฐต้องให้ความสำคัญเป็นอันดับรองลงมา โดยใช้มาตรการ ทางโครงสร้างที่เน้นการป้องกัน เช่น แหล่งน้ำสำรอง หรือสระที่หน่วงน้ำ (retention pond) ซึ่งต้องการการวางแผน (ระดับ 3 แบบ LH)
3. ส่วนที่ 3 ในพื้นที่ที่มีความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสูง และระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจต่ำ ภาครัฐต้องให้ความสำคัญเป็นอันดับรองลงมา โดยใช้มาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้าง เช่น ระบบเตือนภัย ระบบประกันภัย ซึ่งต้องการการปรับตัว (ระดับ 2 แบบ HL)
4. ส่วนที่ 4 ในพื้นที่ที่มีความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่ำ และระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจต่ำ ภาครัฐต้องให้ความสำคัญเป็นอันดับรองลงมา โดยใช้มาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้าง เช่น การจัดทำฐานข้อมูล การให้ความรู้ ซึ่งต้องการการติดตามข้อมูลเป็นหลัก (ระดับ 1 แบบ LL)



รูปที่ 5.3-1 การจัดการความเสี่ยงภายใต้ความไม่แน่นอนในอนาคต

จากการประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) กับผู้เชี่ยวชาญในเรื่องการประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติและการปรับตัวของชุมชนวันจันทร์ที่ 19 ธันวาคม 2559(ภาคผนวก ก) ได้ผลข้อเสนอมาตรการสำหรับพื้นที่ระดับความเสี่ยงต่างๆ แยกตามภาคส่วนทั้ง 4 ภาคส่วน ดังตารางที่ 5.3-1

ตารางที่ 5.3-1 สรุปการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ
และการปรับตัวของชุมชนในแต่ละภาคส่วน

ภาคส่วนเกษตรกรรม

ระดับที่ 1 (Need monitoring: LL)	**ระดับที่** 2 (Need adaptation; LH)	**ระดับที่** 3 (Need Planning; HL)	**ระดับที่** 4 (Need investment; HH)
– พัฒนาเทคโนโลยี(ระบบเตือนภัยขุดลอกลำน้ำ) – ปรับปรุงการเข้าถึงการคาดการณ์สภาพอากาศที่ทันเวลาและตัวเลือกการตอบสนอง – ส่งเสริมระบบชลประทานน้ำหยดโดยใช้นวัตกรรมเข้ามาช่วยเตือน กรณีน้ำไม่หยด สาเหตุที่ทำให้ท่อไม่สะอาด เช่น มีดิน โลหะ เข้าไปขวาง – การเตือนภัยพิบัติในเรื่องการคาดการณ์การเกิดโรคและแมลงศัตรูพืช	– หามาตรการการจัดการความเสี่ยงและการปรับตัวโดยวิจัยการเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระบบการผลิตข้าวนาน้ำฝนอย่างยั่งยืนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ – การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเพาะปลูกและชนิดพืชของเกษตรกร โดยมุ่งเน้นด้านคุณภาพมากกว่าปริมาณ – การเพิ่มประสิทธิภาพแหล่งน้ำและการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ โดยการบูรณาการในทุกภาคส่วน – การจัดการด้านคุณภาพน้ำ – การป้องกันและบรรเทาอุทกภัย – การฟื้นฟูพื้นที่ป่า	– การปรับเปลี่ยนระบบการปลูก – ปรับเปลี่ยนฤดูปลูก – เปลี่ยนชนิดพืช – สร้างแหล่งน้ำในไร่นา – การจัดสรรงบประมาณและจัดลำดับความสำคัญ – Precision Farming – Zoning – จัดการด้านการตลาดของพืชและปศุสัตว์ – ส่งเสริมเกษตรแบบพอเพียง เพื่อลดก๊าซเรือนกระจก – การปรับเปลี่ยนทุกอย่างต้องเสริมสร้างองค์ความรู้ วิธีปฏิบัติ ให้เกษตรกรเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต	– ลงทุนในโครงสร้างระบบการเก็บกักน้ำเพื่อลดความรุนแรงในผลกระทบจากภูมิอากาศที่รุนแรง(น้ำท่วมและแล้ง) – ปรับปรุงพันธุ์ – ปรับปรุงบำรุงดิน – เพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินเพื่อเพิ่มความชื้นให้กับพืช – กรณี CC มีผลต่อน้ำท่วม/แล้ง ปรับปรุงพันธุ์พืชให้ทนหรือต้านทานต่อน้ำท่วม/แล้ง – กรณี CC ทำให้หนาว/ร้อนขึ้น ปรับปรุงพันธุ์พืชให้ทนหรือต้านทานต่อหนาว/ร้อน – การถ่ายทอดองค์ความรู้ (การเข้าถึงข้อมูล) – เทคโนโลยีขั้นสูง – การประกันพืชผล

ระดับที่ 1 (Need monitoring: LL)	ระดับที่ 2 (Need adaptation; LH)	ระดับที่ 3 (Need Planning; HL)	ระดับที่ 4 (Need investment; HH)
	– สร้างเสริมองค์ความรู้ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ – การสร้างความมั่นคงในเรื่องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร โดยการปรับปรุงระบบชลประทานที่เก่าหรือชำรุด – การเปลี่ยนพฤติกรรมการเพาะปลูก เช่น ใช้เทคโนโลยีการปลูกแบบประหยัดน้ำ (เปียกสลับแห้ง) – การสร้างเสริมองค์ความรู้ เช่น การมีสมาร์ทฟาร์มเมอร์ในหมู่บ้าน ซึ่งจะมีส่วนร่วมและสามารถแก้ปัญหาในท้องถิ่นได้ดี – วนเกษตร – ผลประโยชน์ร่วม (co-benefit) จากการปรับตัวและลด Green House Gas – สร้างเสริมองค์ความรู้ในเรื่องการประกอบอาชีพอื่นๆ เมื่อสภาพภูมิศาสตร์หรือสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะต่อการปลูกพืชในช่วงนั้น		

ภาคส่วนทรัพยากรน้ำ

ระดับที่ 1 (Need monitoring: LL)	**ระดับที่ 2** (Need adaptation; LH)	**ระดับที่ 3** (Need Planning; HL)	**ระดับที่ 4** (Need investment; HH)
– พัฒนาเทคโนโลยี(ระบบเตือนภัยขุดลอกลำน้ำ) – ปรับปรุงการเข้าถึงการคาดการณ์สภาพอากาศที่ทันเวลาและตัวเลือกการตอบสนอง – ระบบการเฝ้าระวัง แล้ง/ท่วม – พรบ.น้ำ, น้ำบาดาล, สิ่งแวดล้อม – การสื่อสารชุมชน – การเพิ่มมาตรการ 3R – การวางแผนรับมือภัยพิบัติ (ก่อน/หลัง/ระหว่าง) – การศึกษาเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาด้านทรัพยากรน้ำ	– มาตรการการประหยัดน้ำ 3R (Reduce, Reuse, Recycle) – สร้างภูมิคุ้มกันโดยการให้องค์ความรู้และข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้อง – การเตรียมความพร้อมในการอพยพ – ประกันภัยพืชผล – ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้น้ำ/ประหยัดน้ำ/ลดน้ำสูญเสีย เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ/นำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ 3R – การเตรียมความพร้อมภัยพิบัติที่มีความคาดหมายของการหยุดชะงักของน้ำประปาและสุขภิบาล – ระบบการเฝ้าระวัง แล้ง/ท่วม – พรบ.น้ำ, น้ำบาดาล, สิ่งแวดล้อม – การสื่อสารชุมชน – การวางแผนรับมือภัยพิบัติ (ก่อน/หลัง/ระหว่าง) –การศึกษาเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาด้านทรัพยากรน้ำ	– การผันน้ำข้ามลุ่มน้ำ – จัด Zoning ทรัพยากรน้ำ มาตรการสิ่งแวดล้อม – ระบบการเฝ้าระวัง แล้ง/ท่วม – พรบ.น้ำ, น้ำบาดาล, สิ่งแวดล้อม – การสื่อสารชุมชน – การเพิ่มมาตรการ 3R – การวางแผนรับมือภัยพิบัติ (ก่อน/หลัง/ระหว่าง) – การศึกษาเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาด้านทรัพยากรน้ำ – มาตรการจูงใจทางด้านภาษี เพื่อจูงใจด้านการเข้าถึงน้ำ – พัฒนาคุณภาพน้ำ – พัฒนาระบบการเข้าถึงทรัพยากรน้ำ	– นำภูมิปัญญาท้องถิ่นเช่น เหมืองฝาย, นาขั้นบันได, การขุดสระ – การเตรียมปลูกป่า – ลงทุนในโครงสร้างระบบการเก็บกักน้ำเพื่อลดความรุนแรงในผลกระทบจากภูมิอากาศที่รุนแรง(น้ำท่วมและแล้ง) – ความยืดหยุ่นในการออกแบบโครงสร้างด้านน้ำและการดำเนินการของระบบเพื่อการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในปริมาณน้ำฝนคาบการเกิดน้ำหลากสูงสุด – จัดเตรียมหรือปรับปรุงโครงสร้างการป้องกันน้ำท่วม เพื่อลดการปนเปื้อนต่อน้ำใช้ – จัดเตรียมพื้นที่แก้มลิงสำหรับลดปัญหาอันเนื่องมาจากความเข้มของฝนและระยะเวลาที่ตกยาวนาน – ก่อสร้างแหล่งน้ำดิบ/จัดหา – ระบบการเฝ้าระวัง แล้ง/ท่วม – พรบ.น้ำ, น้ำบาดาล, สิ่งแวดล้อม

ระดับที่ 1 (Need monitoring: LL)	ระดับที่ 2 (Need adaptation; LH)	ระดับที่ 3 (Need Planning; HL)	ระดับที่ 4 (Need investment; HH)
	– มาตรการจูงใจทางด้านภาษี เพื่อจูงใจ – ด้านการเข้าถึงน้ำ		– การสื่อสารชุมชน – การเพิ่มมาตรการ 3R – การวางแผนรับมือภัยพิบัติ (ก่อน/หลัง/ระหว่าง) – การศึกษาเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาด้านทรัพยากรน้ำ – มาตรการจูงใจทางด้านภาษี เพื่อจูงใจด้านการเข้าถึงน้ำ – พัฒนาคุณภาพน้ำ – พัฒนาระบบการเข้าถึงทรัพยากรน้ำ – การลงทุนภาครัฐ-เอกชน ด้านแหล่งน้ำ

ภาคส่วนการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

ระดับที่ 1 (Need monitoring: LL)	**ระดับที่** 2 (Need adaptation; LH)	**ระดับที่** 3 (Need Planning; HL)	**ระดับที่** 4 (Need investment; HH)
– ปรับปรุงการเข้าถึงการคาดการณ์สภาพอากาศที่ทันเวลาและตัวเลือกการตอบสนอง – พัฒนาเทคโนโลยี (ระบบเตือนภัยขุดลอกลำน้ำ) – ให้ความรู้แก่ประชนชน เตรียมความพร้อม – จัดทำแผนที่เสี่ยงภัยระดับจังหวัดชุมชน	– สร้างภูมิคุ้มกันโดยการให้องค์ความรู้และข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้อง – การเตรียมความพร้อมในการอพยพ – ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้น้ำ/ประหยัดน้ำ/ลดน้ำสูญเสีย เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ/นำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ 3R – การเตรียมความพร้อมภัยพิบัติที่มีความคาดหมายของการหยุดชะงักของน้ำประปาและสุขภิบาล – แผนแนะนำการปรับเปลี่ยนอาชีพของคนในพื้นที่ – ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการใช้ชีวิต การจ่ายเพื่อบริการสิ่งแวดล้อม Payment for ecological services	– จัดทำแผนที่เสี่ยงภัยซึ่งแสดงรายละเอียดให้เห็นถึงหลังคาเรือน เช่นเรื่องของอุทกภัย น้ำป่าไหลหลาก – จัดทำแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเช่นของกทม.แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ.2558-2593 – บูรณาการการบริหารความเสี่ยงน้ำท่วมเข้าไปในการวางแผนเชิงพื้นที่เพื่อป้องกันพื้นที่เติมน้ำบาดาลและพื้นที่น้ำหลาก – จัดทำแผนการรับมือ แผนพัฒนาเชิงพื้นที่ เช่น การขุดลอก การซักซ้อมการอพยพ – วางผังเมือง การใช้ที่ดิน – จัดทำแผนที่พื้นที่ที่ยอมให้มีความเสียหายได้ และชดเชย (Damage cost)	– ความยืดหยุ่นในการออกแบบโครงสร้างด้านน้ำและการดำเนินการของระบบเพื่อการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในปริมาณน้ำฝนคาบการเกิดน้ำหลากสูงสุด – จัดเตรียมหรือปรับปรุงโครงสร้างการป้องกันน้ำท่วม เพื่อลดการปนเปื้อนต่อน้ำใช้ – โครงการป้องกันและแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลเช่นบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร – บรรเทาผลกระทบความร้อนของเมืองโดยพื้นที่สีเขียว – การพัฒนาการระบายน้ำเพิ่มเติมหรือการออกแบบใหม่เพื่อบรรเทาผลกระทบของปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น – การลงทุนที่คุ้มค่าในระยะยาว ในพื้นที่เพื่อป้องกันความเสี่ยงใหม่และลดความเสียหายความเสี่ยงเดิม เช่น เพิ่มพื้นที่กัก

ระดับที่ 1 (Need monitoring: LL)	ระดับที่ 2 (Need adaptation; LH)	ระดับที่ 3 (Need Planning; HL)	ระดับที่ 4 (Need investment; HH)
			เก็บน้ำ รองรับปริมาณน้ำ – พิจารณาถึง adaptation ในการวิเคราะห์ และอนุมัติโครงการ เช่น EIA

ภาคส่วนสุขภาพ

ระดับที่ 1 (Need monitoring: LL)	ระดับที่ 2 (Need adaptation; LH)	ระดับที่ 3 (Need Planning; HL)	ระดับที่ 4 (Need investment; HH)
– พัฒนาระบบข้อมูล เฝ้าระวังและเตือนภัยสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากความเสี่ยงที่สำคัญ เช่น ความร้อน น้ำท่วม เป็นต้น – Communication/awareness – Heath education	– พัฒนาชุมชนต้นแบบด้านการปรับตัวต่อสุขภาพ เพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพและมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก – ประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติในสถานพยาบาลเป็นระยะ เพื่อให้ทราบถึงความเสี่ยงในพื้นที่สถานพยาบาล และจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบสนับสนุนอื่น ๆ และบริเวณโดยรอบสถานพยาบาล – หลีกเลี่ยงการก่อสร้างสถานพยาบาลในพื้นที่เสี่ยงภัย – จัดวางอุปกรณ์ทางการแพทย์และเวชภัณฑ์ในพื้นที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงการใช้สอยและความปลอดภัย – ปรับปรุง ทบทวนกฎหมายที่เกี่ยวข้องให้สนับสนุนการเตรียมความพร้อมและจัดทำมาตรฐานความปลอดภัยในสถานพยาบาลอย่างเคร่งครัด – พัฒนาแกนนำ / อสม / srrt /impactWarning system	– กำหนดโครงสร้างดูแลสุขภาพนอกพื้นที่การเกิดภัย – Mapping,Surveillance – Capacitybuilding	– ก่อสร้างอาคารสถานพยาบาลด้วยโครงสร้างที่แข็งแรงและได้ตามมาตรการที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด – ป้องกันสถานพยาบาลจากการเกิดภัย เช่น การทำแนวป้องกันน้ำท่วม – EMS/ แผนฉุกเฉินด้านสธ. – แพทย์เฉพาะทาง – Call center / สายด่วนให้คำปรึกษา – Warning system – Surveillance system – GPS ผู้ป่วย – มาตรฐานสถานพยาบาล – สวนสาธารณะ / พื้นที่สีเขียว

ระดับที่ 1 (Need monitoring: LL)	ระดับที่ 2 (Need adaptation; LH)	ระดับที่ 3 (Need Planning; HL)	ระดับที่ 4 (Need investment; HH)
	– แผนด้านสธ. – พัฒนาความพร้อมของแพทย์/ สถานพยาบาล รองรับสธ. – ระบบประกันสุขภาพ		

การบริหารจัดการความเสี่ยงของภาครัฐภายใต้การจัดลำดับความสำคัญในการวางแผนและตัดสินใจเลือกโครงการ ประเด็นที่สำคัญเพิ่มเติมคือศักยภาพของการรับมือทั้งใช้โครงสร้างและไม่ใช้โครงสร้างของภาครัฐ (รายละเอียดในบทที่ 6) และความสามารถในการปรับตัวของชุมชน ซึ่งจะนำไปสู่การวิเคราะห์หาความเปราะบางต่อไป (รายละเอียดในบทที่ 7)

บทที่ 6
ผลประเมินศักยภาพในการรับมือ
ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
(Coping capacity)

6.1 บทนำ

ในบทที่ผ่านมาได้พูดถึงความเสี่ยงและการบริหารความเสี่ยงโดยภาครัฐเป็นกลไกที่สำคัญในการรับมือกับความเสี่ยงดังกล่าว อย่างไรก็ตามประเด็นที่สำคัญคือ ศักยภาพของการรับมือทั้งใช้โครงสร้างและไม่ใช้โครงสร้างของภาครัฐเป็นอย่างไร ในบทนี้จะนำเสนอผลการประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในการประชุมกลุ่มย่อย (Focus group)

6.2 วิธีการประเมินความสามารถในการรับมือCoping capacity

คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขงได้นิยามความสามารถในการรับมือคือ วิธีการที่ประชาชนหรือองค์กรใช้ทรัพยากรและความสามารถที่มีอยู่ในการเผชิญหน้ากับผลกระทบทางลบซึ่งอาจนำไปสู่ภัยพิบัติ (disaster) โดยทั่วไปแล้วความสามารถดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรทั้งในภาวะปกติและในภาวะวิกฤตหรือในสถานการณ์ที่เลวร้ายโดยปกติแล้วการเสริมสร้างความสามารถในการรับมือจะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการกลับคืนสู่สภาพเดิม (resilience) เพื่อต้านทานผลกระทบของอันตราย (hazards) ตามธรรมชาติหรือที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ (ที่มา: อภิธานศัพท์และคำนิยามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปรับตัว, คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (Mekong River Commission: MRC) มกราคม 2556)

World Conference on Disaster Reductionได้นิยามCoping Capacity: ดังนี้ *The level of resources and the manner in which people or organizations use these resources and abilities to face adverse consequences of a disaster. (*World Conference on Disaster Reduction, *ECHO 2004) – Individual coping capacity, – Institutional coping capacity*

ในการประเมินความสามารถในการรับมือ Coping capacity ครั้งนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางพื้นที่ (spatial analysis) โดยวิธีการซ้อนทับของแผนที่ GIS(GIS overlay technique) โดยทำ

การระดมความคิดเห็นจากหน่วยงานสรุปได้เป็น 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มทรัพยากรน้ำ 2) กลุ่มเกษตร 3) กลุ่มการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ และ 4) กลุ่มสุขภาพ

ในแต่ละกลุ่มจะให้คะแนนความสำคัญของแต่ละประเด็นที่แตกต่างกันจากผู้เชี่ยวชาญ เช่น

1. ประเด็นสังคม เช่น ประชากร
2. ประเด็นเศรษฐกิจ เช่น GPP
3. ประเด็นความยากจน
4. ประเด็นการเงิน เช่น หนี้สิน
5. ประเด็นสุขภาพ เช่น จำนวนแพทย์
6. ประเด็นการศึกษา
7. ประเด็นโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน
8. ประเด็นการป้องกันและบรรเทาภัยจากภาครัฐ
9. ประเด็นงบประมาณจากภาครัฐ

ในแต่ละประเด็นมีข้อมูลและความสำคัญที่แตกต่างกันโดยข้อมูลตัวแปรและความสำคัญได้จากการประชุมร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในแต่ละภาคส่วนเป็นคนกำหนดผ่านกระบวนการประชุมกลุ่มย่อย (Focus group)

6.3 ผลการประเมินความสามารถในการรับมือ Coping capacity

จากกระบวนการประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละภาคส่วน ทีมวิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6.3-1

ความสำคัญของประเด็นจากแต่ละภาคส่วน

จะเห็นได้ว่าทุกภาคส่วนให้ความสำคัญกับประเด็นด้านสังคม เศรษฐกิจ การป้องกันและบรรเทาภัยจากภาครัฐ และงบประมาณจากทางภาครัฐ เป็นลำดับต้นๆ ซึ่งยืนยันผลจากแนวคิดและผลการวิเคราะห์เรื่องแรงผลักจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม (บทที่ 2, 4) รวมถึงมาตรการจากภาครัฐในการบรรเทาและป้องกันที่ต้องการงบประมาณในการสนับสนุนเพื่อรับมือกับความเสี่ยง (บทที่ 5) อย่างไรก็ตามภาคสาธารณสุขให้ความสำคัญกับประเด็นเรื่องสุขภาพและการศึกษา

ตารางที่ 6.3-1 ความสำคัญของประเด็นจากแต่ละภาคส่วน

ภาคส่วน	1. สังคม เช่น ประชากร	2. เศรษฐกิจ เช่น GPP	3. ความยากจน	4. การเงิน เช่น หนี้สิน	5. สุขภาพ เช่น จำนวนแพทย์	6. การศึกษา	7. โครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน	8. การป้องกันและบรรเทาภัยจากภาครัฐ	9. งบประมาณจากภาครัฐ
น้ำ	3.8	4.4	3.2	3.0	3.6	3.6	4.0	4.4	4.4
เกษตร	3.8	4.0	3.4	3.0	3.0	3.2	4.0	4.2	4.4
ถิ่นฐาน	4.7	4.2	3.7	3.3	3.5	4.2	4.0	4.0	4.5
สุขภาพ	4.2	4.0	3.4	3.0	4.8	4.8	3.6	4.2	4.4
ค่าเฉลี่ย	4.1	4.2	3.4	3.1	3.7	4.0	3.9	4.2	4.4

หมายเหตุ น้ำคือทรัพยากรน้ำ,ถิ่นฐานคือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

หมายเหตุ:ระดับความสำคัญ 0 คือไม่มีความสำคัญ 1 คือมีความสำคัญน้อยมาก 5 คือมีความสำคัญมากที่สุด

ความสำคัญของประเด็นสังคมจากแต่ละภาคส่วน

จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละภาคส่วนที่ได้จัดลำดับความสำคัญตัวแปรของประเด็นสังคมนี้ สามารถสรุปได้ว่า จำนวนประชากรและครัวเรือนเป็นปัจจัยที่สำคัญเนื่องจากหากมีประชาชนอาศัยมากย่อมทำให้มีความเสียหายทางสังคมมากตามไปด้วย

ตารางที่ 6.3-2 ความสำคัญของประเด็นสังคมจากแต่ละภาคส่วน

	1.1 จำนวนประชากรจากการลงทะเบียน	1.2.จำนวนการเกิด	1.3จำนวนการตาย	1.4 สมรส	1.5 หย่า	1.6 ประชากรในเขตเทศบาล	1.7 ความหนาแน่นประชากรต่อตารางกิโลเมตร	1.8 จำนวนเครือเรือน (1000 ครัวเรือน)
น้ำ	3.0	2.4	2.6	0.8	0.6	3.4	4.2	3.8
เกษตร	3.4	3.8	3.2	2.2	1.4	4.4	4.6	4.4
ถิ่นฐาน	2.0	4.0	3.2	2.7	1.8	1.8	4.0	4.8
สุขภาพ	3.6	3.8	3.3	2.6	2.7	3.7	4.0	4.2
ค่าเฉลี่ย	3.0	3.5	3.1	2.1	1.6	3.3	4.2	4.3

หมายเหตุ น้ำคือทรัพยากรน้ำ,ถิ่นฐานคือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

หมายเหตุ:ระดับความสำคัญ 0 คือไม่มีความสำคัญ 1 คือมีความสำคัญน้อยมาก 5 คือมีความสำคัญมากที่สุด

ความสำคัญของประเด็นเศรษฐกิจจากแต่ละภาคส่วน

จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละภาคส่วนที่ได้จัดลำดับความสำคัญตัวแปรของประเด็นเศรษฐกิจนี้ สามารถสรุปได้ว่า รายได้ต่อครัวเรือนเป็นปัจจัยที่สำคัญ เนื่องจากหากประชาชนมีรายได้ต่อครัวเรือนมากทำให้สามารถมีทุนรอนที่จะบรรเทาและป้องกันความเสียหายจากภัยพิบัติได้

ตารางที่ 6.3-3 ความสำคัญของประเด็นเศรษฐกิจจากแต่ละภาคส่วน

	2.1รายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือน	2.2ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยนต่อเดือนต่อครัวเรือน	2.3จำนวนหนี้สินเฉลี่ยต่อครัวเรือน	2.4 GPP per Capita เกษตร	2.5GPP per Capita อุตสหากรรม	2.6 GPP_per_capita ภาคบริการ	2.7 GPP per capita
น้ำ	3.8	3.6	2.6	4.0	3.8	4.0	4.0
เกษตร	4.4	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.2
ถิ่นฐาน	4.3	4.0	3.3	3.5	3.3	3.3	3.7
สุขภาพ	4.8	3.4	3.2	3.2	2.8	3.4	3.8
ค่าเฉลี่ย	4.3	3.9	3.4	3.8	3.6	3.8	3.9

หมายเหตุ น้ำคือทรัพยากรน้ำ,ถิ่นฐานคือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

หมายเหตุ:ระดับความสำคัญ 0 คือไม่มีความสำคัญ 1 คือมีความสำคัญน้อยมาก 5 คือมีความสำคัญมากที่สุด

ความสำคัญของประเด็นความยากจนจากแต่ละภาคส่วน

จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละภาคส่วนที่ได้จัดลำดับความสำคัญตัวแปรของประเด็นความยากจนนี้ สามารถสรุปได้ว่า สัดส่วนคนจนเป็นปัจจัยที่สำคัญ เนื่องจากหากพื้นที่มีสัดส่วนคนจนมากแสดงว่าประชากรส่วนใหญ่ไม่มีทุนรอนและความสามารถที่จะบรรเทาและป้องกันความเสียหายจากภัยพิบัติด้วยตัวเองได้

ตารางที่ 6.3-4 ความสำคัญของประเด็นความยากจน

จากแต่ละภาคส่วน

	3.1 เส้นความยากจนด้านรายจ่าย	3.2สัดส่วนคนจนด้านรายจ่าย	3.3จำนวนคนจนด้านรายจ่าย
น้ำ	3.6	3.6	3.6
เกษตร	4.2	4.8	4.8
ถิ่นฐาน	3.7	3.3	3.3
สุขภาพ	4.0	4.0	3.2
ค่าเฉลี่ย	3.9	3.9	3.7

หมายเหตุ น้ำคือทรัพยากรน้ำ,ถิ่นฐานคือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

หมายเหตุ:ระดับความสำคัญ 0 คือไม่มีความสำคัญ 1 คือมีความสำคัญน้อยมาก 5 คือมีความสำคัญมากที่สุด

ความสำคัญของประเด็นการเงิน จากแต่ละภาคส่วน

จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละภาคส่วนที่ได้จัดลำดับความสำคัญตัวแปรของประเด็นการเงินนี้ สามารถสรุปได้ว่า จำนวนหนี้สินเป็นปัจจัยที่สำคัญ เนื่องจากหากพื้นที่มีสัดส่วนจำนวนหนี้สินมากแสดงว่า ประชากรส่วนใหญ่ไม่มีทุนรอนและความสามารถที่จะบรรเทาและป้องกันความเสียหายจากภัยพิบัติด้วยตัวเองได้เช่นเดียวกับประเด็นความยากจน

ตารางที่ 6.3-5 ความสำคัญของประเด็นการเงินจากแต่ละภาคส่วน

	4.1สัดส่วนสินเชื่อต่อเงินฝาก (ร้อยละ)	4.2จำนวนหนี้สินเฉลี่ยต่อครัวเรือน	4.3จำนวนสถานธนานุบาล
น้ำ	2.8	2.8	2.2
เกษตร	2.8	4.2	2.8
ถิ่นฐาน	2.2	3.2	1.5
สุขภาพ	3.4	3.2	2.6
ค่าเฉลี่ย	2.8	3.3	2.3

หมายเหตุ น้ำคือทรัพยากรน้ำ,ถิ่นฐานคือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

หมายเหตุ:ระดับความสำคัญ 0 คือไม่มีความสำคัญ 1 คือมีความสำคัญน้อยมาก 5 คือมีความสำคัญมากที่สุด

ความสำคัญของประเด็นสุขภาพจากแต่ละภาคส่วน

จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละภาคส่วนที่ได้จัดลำดับความสำคัญตัวแปรของประเด็นสุขภาพนี้ สามารถสรุปได้ว่า ประชากรต่อแพทย์หนึ่งคนเป็นปัจจัยที่สำคัญ เนื่องจากหากพื้นที่มีจำนวนประชากรมากต่อแพทย์หนึ่งคน แสดงว่า แพทย์รับภาระมากและอาจมีจำนวนแพทย์ไม่เพียงพอ ประชากรที่ประสบภัยจะได้รับความลำบากเมื่อประสบภัย

ตารางที่ 6.3-6 ความสำคัญของประเด็นสุขภาพจากแต่ละภาคส่วน

	5.1ประชากรต่อแพทย์หนางคน	5.2ผู้บาดเจ็บเสียชีวิตช่วงเทศการ
น้ำ	3.4	2.4
เกษตร	4.8	4.2
ถิ่นฐาน	3.5	2.7
สุขภาพ	4.2	3.6
ค่าเฉลี่ย	4.0	3.2

หมายเหตุ น้ำคือทรัพยากรน้ำ,ถิ่นฐานคือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

หมายเหตุ:ระดับความสำคัญ 0 คือไม่มีความสำคัญ 1 คือมีความสำคัญน้อยมาก 5 คือมีความสำคัญมากที่สุด

ความสำคัญของประเด็นการศึกษาจากแต่ละภาคส่วน

จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละภาคส่วนที่ได้จัดลำดับความสำคัญตัวแปรของประเด็นการศึกษานี้ สามารถสรุปได้ว่า จำนวนสถานศึกษาและการแนะแนวมีความสำคัญ เพราะเป็นการให้ความรู้แก่ชุมชน โดยเฉพาะภาคส่วนสุขภาพ

ตารางที่ 6.3-7 ความสำคัญของประเด็นการศึกษาจากแต่ละภาคส่วน

	6.1จำนวนสถานศึกษา	6.2 การแนะแนว
น้ำ	2.6	3.0
เกษตร	3.0	3.4
ถิ่นฐาน	3.3	2.5
สุขภาพ	4.0	4.0
ค่าเฉลี่ย	3.2	3.2

หมายเหตุ น้ำคือทรัพยากรน้ำ,ถิ่นฐานคือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

หมายเหตุ:ระดับความสำคัญ 0 คือไม่มีความสำคัญ 1 คือมีความสำคัญน้อยมาก 5 คือมีความสำคัญมากที่สุด

ความสำคัญของประเด็นโครงสร้างพื้นฐาน จากแต่ละภาคส่วน

จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละภาคส่วนที่ได้จัดลำดับความสำคัญตัวแปรของประเด็นโครงสร้างพื้นฐานนี้ สามารถสรุปได้ว่า โครงสร้างพื้นฐานเช่น ประปา และไฟฟ้า เป็นส่วนที่สำคัญ หากพื้นที่ใดไม่มีระบบพื้นฐานเหล่านี้ แม้กระทั่งช่วงที่ไม่ประสบภัยหรือความเสี่ยงยังได้รับความลำบากในการดำรงชีวิต และยังเป็นตัวชี้วัดพื้นฐานของการพัฒนาของพื้นที่ โดยพื้นที่เมืองย่อมมีระบบ โครงสร้างพื้นฐานเช่น ประปา และไฟฟ้า สมบูรณ์กว่าพื้นที่ชนบท

ตารางที่ 6.3-8 ความสำคัญของประเด็นโครงสร้างพื้นฐานจากแต่ละภาคส่วน

	7.1 จำนวนถนน	7.2สัดส่วนจำนวนครัวเรือนมีน้ำประปาใช้	7.3สัดส่วนจำนวนครัวเรือนที่มีไฟฟ้าใช้	7.4 จำนวนโรงบำบัดน้ำเสีย
น้ำ	3.4	4.0	4.0	3.3
เกษตร	3.4	4.2	4.2	3.4
ถิ่นฐาน	3.5	3.8	4.0	2.7
สุขภาพ	3.6	4.2	4.0	3.6
ค่าเฉลี่ย	3.5	4.1	4.1	3.2

หมายเหตุ น้ำคือทรัพยากรน้ำ,ถิ่นฐานคือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

หมายเหตุ:ระดับความสำคัญ 0 คือไม่มีความสำคัญ 1 คือมีความสำคัญน้อยมาก 5 คือมีความสำคัญมากที่สุด

ความสำคัญของประเด็นการป้องกันและบรรเทาภัยจากภาครัฐจากแต่ละภาคส่วน

จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละภาคส่วนที่ได้จัดลำดับความสำคัญตัวแปรของประเด็นการป้องกันและบรรเทาภัยจากภาครัฐนี้ สามารถสรุปได้ว่า เจ้าหน้าที่และอุปกรณ์เครื่องมือเป็นส่วนที่สำคัญ โดยหากพื้นที่ใดประสบภัยเจ้าหน้าที่และอุปกรณ์เครื่องมือที่พร้อมจะช่วยลดความสูญเสียของชุมชนจากภัยได้

ตารางที่ 6.3-9 ความสำคัญของประเด็นการป้องกันและบรรเทาภัย

จากภาครัฐจากแต่ละภาคส่วน

	8.1จำนวนเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน (พนักงานดับเพลิง)จำนวน(คน)	8.2จำนวนรถบรรทุกน้ำ	8.3 จำนวนเครื่องสูบน้ำ (เครื่อง)	8.4รถพยาบาลฉุกเฉินพร้อมอุปกรณ์ทางการแพทย์ จำนวน(คัน)
น้ำ	3.8	3.8	3.2	3.6
เกษตร	3.8	4.0	4.0	3.6
ถิ่นฐาน	3.8	3.3	3.3	3.7
สุขภาพ	4.4	3.2	3.2	4.6
ค่าเฉลี่ย	4.0	3.6	3.4	3.9

หมายเหตุ น้ำคือทรัพยากรน้ำ,ถิ่นฐานคือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

หมายเหตุ:ระดับความสำคัญ 0 คือไม่มีความสำคัญ 1 คือมีความสำคัญน้อยมาก 5 คือมีความสำคัญมากที่สุด

ความสำคัญของประเด็นงบประมาณจากภาครัฐจากแต่ละภาคส่วน

จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละภาคส่วนที่ได้จัดลำดับความสำคัญตัวแปรของประเด็นงบประมาณจากภาครัฐนี้ สามารถสรุปได้ว่างบประมาณเป็นปัจจัยที่สำคัญในทุกภาคส่วน อย่างไรก็ตามควรจัดงบประมาณตามลำดับความสำคัญของพื้นที่ ภาคส่วน มาตรการ ความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจ ดังรายละเอียดในบทที่ 5

ตารางที่ 6.3-10 ความสำคัญของประเด็นงบประมาณจากภาครัฐ

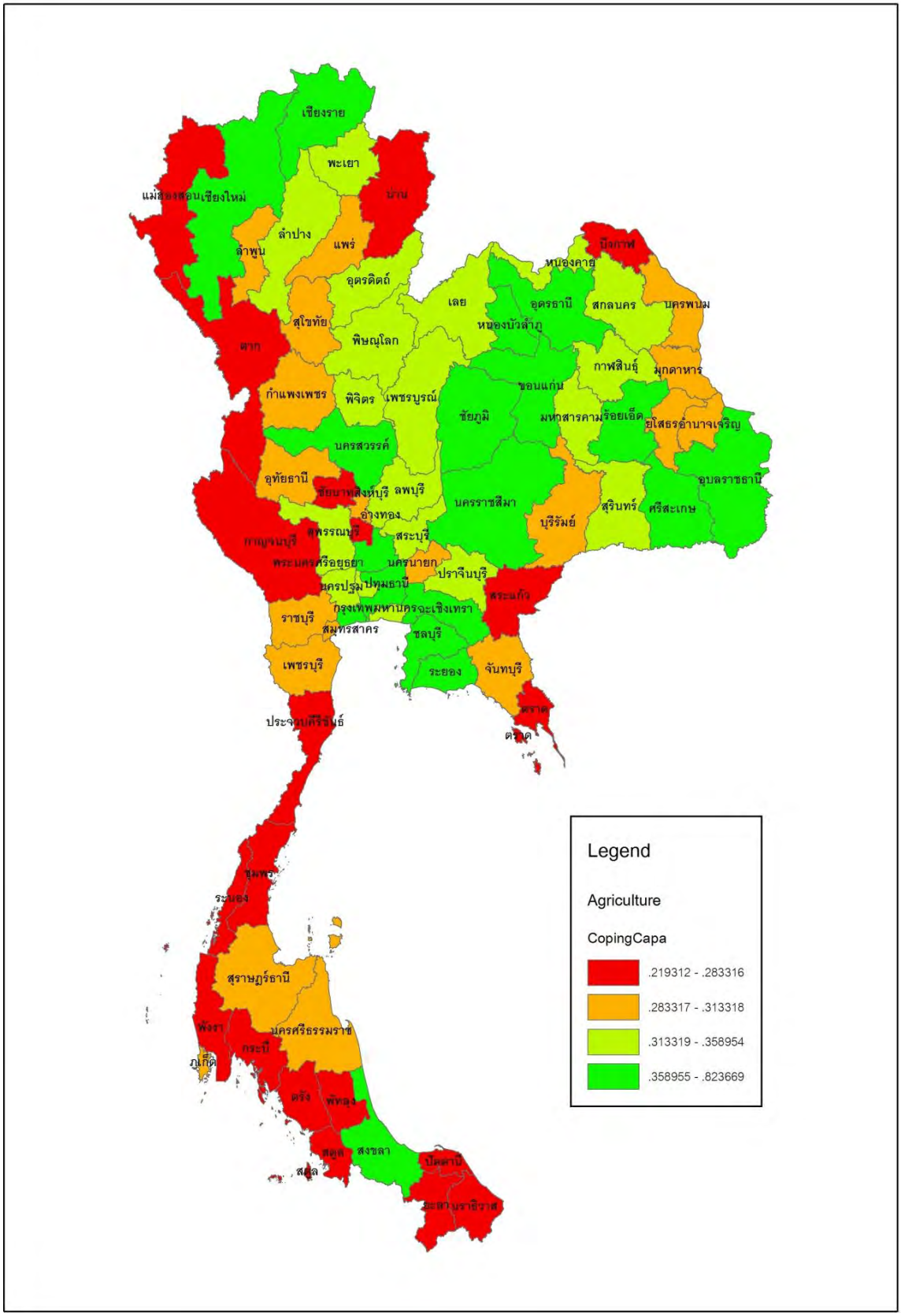
จากแต่ละภาคส่วน

	9.1 การพัฒนาแหล่งน้ำ	9.2 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจ	9.3 การพัฒนาการศึกษา	9.4 การพัฒนาสาธารณสุข
น้ำ	3.8	4.0	3.4	3.8
เกษตร	4.6	4.8	4.0	4.0
ถิ่นฐาน	4.7	4.3	4.7	4.7
สุขภาพ	4.4	4.2	4.4	4.6
ค่าเฉลี่ย	4.4	4.3	4.1	4.3

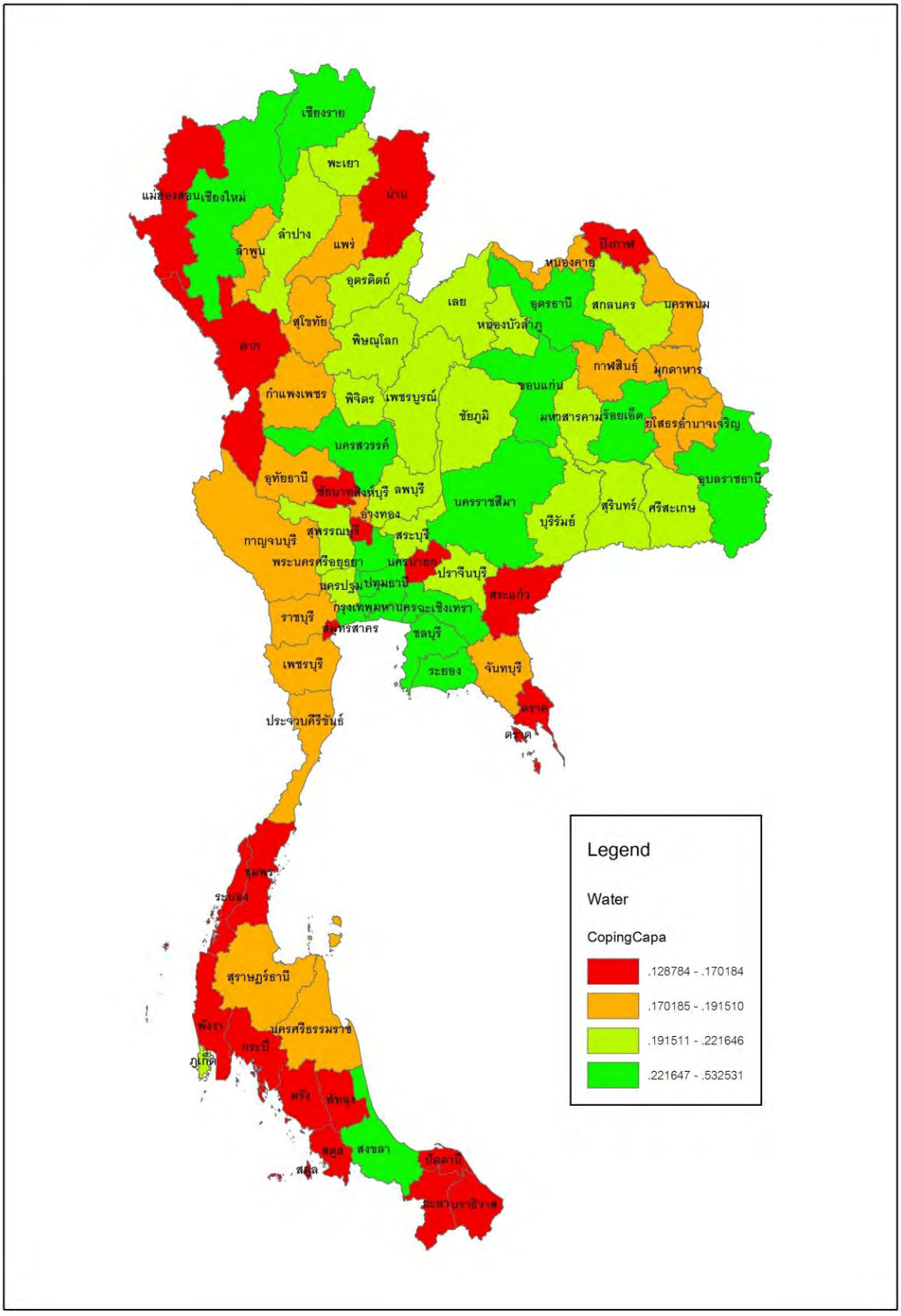
หมายเหตุ น้ำคือทรัพยากรน้ำ,ถิ่นฐานคือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

หมายเหตุ:ระดับความสำคัญ 0 คือไม่มีความสำคัญ 1 คือมีความสำคัญน้อยมาก 5 คือมีความสำคัญมากที่สุด

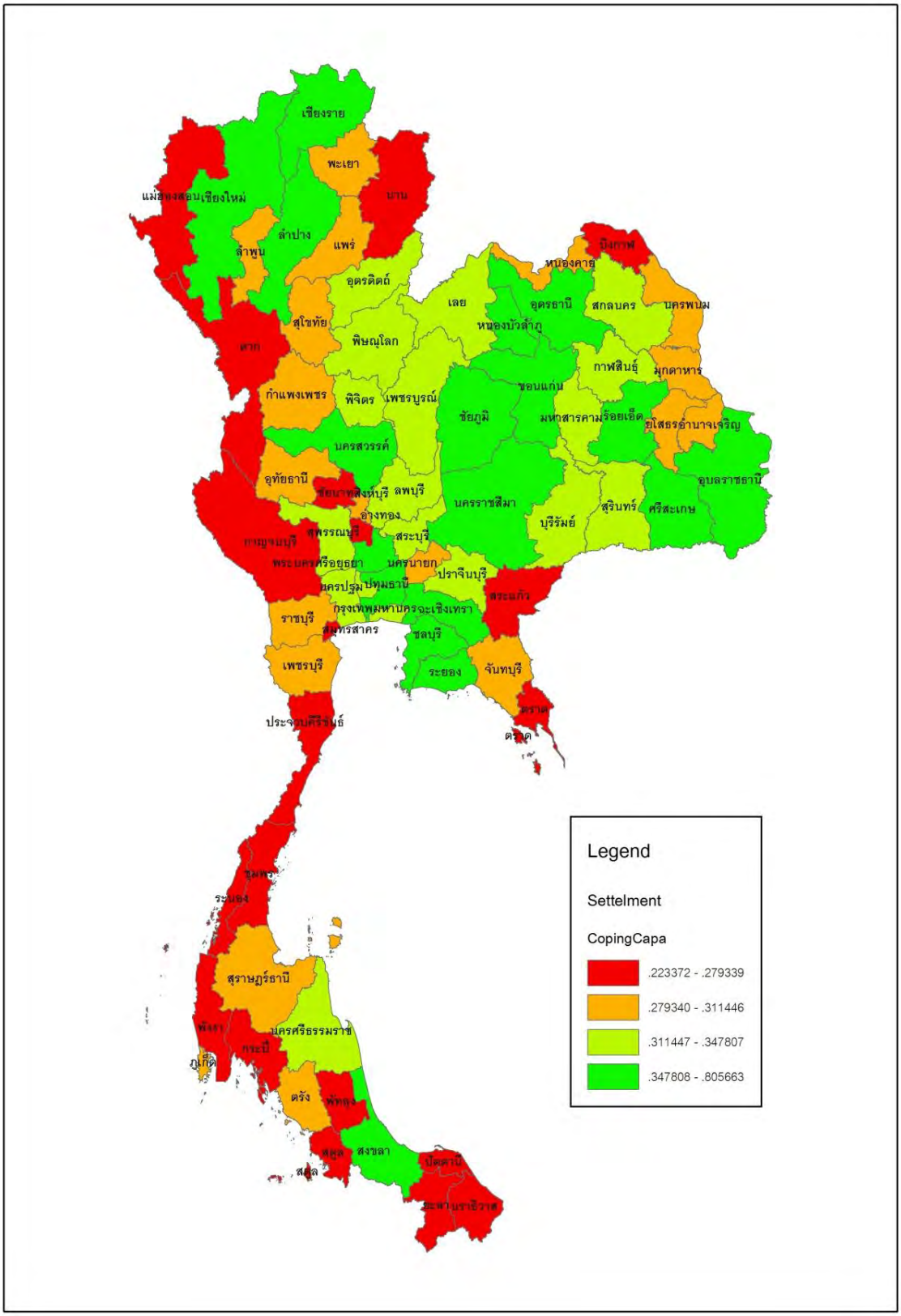
เมื่อพิจารณาข้อมูลรายพื้นที่ดังรูปที่ 6.3-1 ถึง 6.3-4 พบว่า จังหวัดที่มีความสามารถในการรับมือต่ำกว่าที่อื่นหรือจังหวัดที่เมื่อประสบภาวะวิกฤต อาจจะไม่สามารถรับมือหรือกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ง่าย ซึ่งถูกแสดงในพื้นที่สีแดง จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่มีความสามารถในการรับมือต่ำส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่กระจายตามชายแดนและมีกิจกรรมทางเศรษฐกิจน้อยหรือมีประชากรเบาบาง จังหวัดเหล่านี้เมื่อเกิดภัยพิบัติขึ้น ความสามารถในการกลับคืนสู่สภาพปกติ อาจต้องการความช่วยเหลือจากส่วนกลางหรือนอกพื้นที่ในการกลับสู่สภาพเดิม



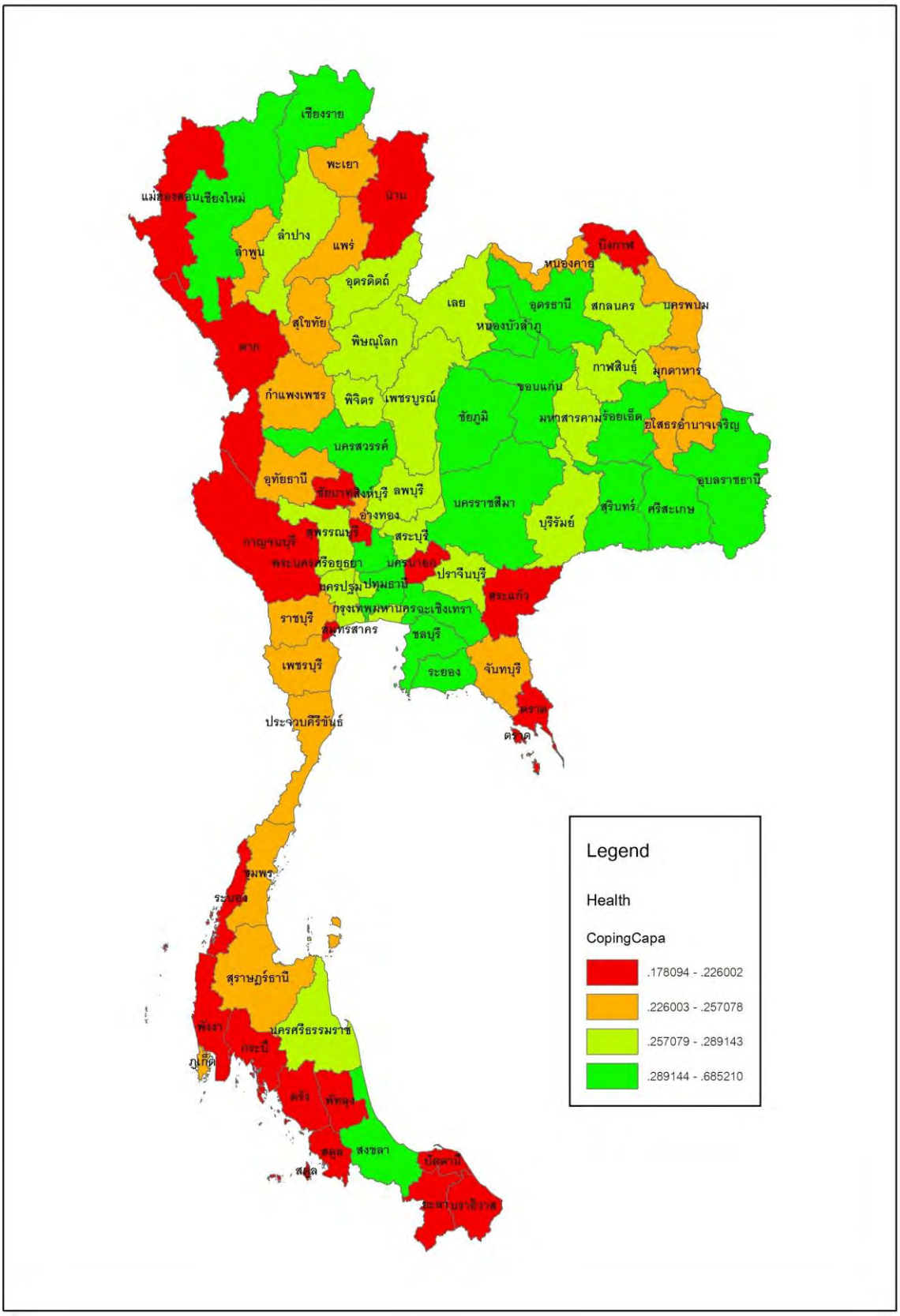
รูปที่ 6.3-1 ภาพรวม Coping capacity ของกลุ่มเกษตร



รูปที่ 6.3-2 ภาพรวม Coping capacity ของกลุ่มทรัพยากรน้ำ



รูปที่ 6.3-3 ภาพรวม Coping capacity ของกลุ่มการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์



รูปที่ 6.3-4 ภาพรวม Coping capacity ของกลุ่มสุขภาพ

6.4 สรุปประเด็นของหน่วยงาน

ตารางที่ 6.4-1 นำเสนอผลการสรุปประเด็นของหน่วยงานในแต่ละภาคส่วน จากผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในการประชุมกลุ่มย่อย (Focus group)

ตารางที่ 6.4-1 สรุปประเด็นของหน่วยงาน

ภาคส่วน	หน่วยงาน	ประเด็น
น้ำและเกษตร	กรมชลประทาน	ทางกรมชลประทานได้มีการจัดทำ runoff เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และได้มีโครงการจัดทำแผนยุทธศาสตร์กรมชลประทาน แผนงานโครงการตามนโยบาย Thailand 4.0 เพื่อช่วยลดมาตรการพื้นที่นาเปียกสลับแห้ง ได้มีนวัตกรรม แบบจำลอง water demand, ฝน เป็นต้น ได้มีการปรับปรุงอาคารชลศาสตร์ ใช้นวัตกรรม เช่น ฝายพับได้อัจฉริยะ ให้การบริหารจัดการน้ำเหมาะสมและเพียงพอ เช่น ฝายแม่สอง ฝายแม่แตง และอ่างเก็บน้ำประแสร์ จ.ระยอง
เกษตร	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร	ทางสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรได้จัดทำแผนแม่บท ปี 2560-2564 โดยยึดเนื้อหามาจากแผนหลักของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจุบันเป็นแผนขับเคลื่อน เช่น ระบบการตลาด จะทำอย่างไรให้มีประสิทธิภาพ เป็นต้น
ถิ่นฐาน	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย	- ได้มีการจัดทำตัวชี้วัดทั้ง 3 กรอบ คือ 1) ความเสียหายและความสูญเสียที่เกิดขึ้น 2) จะลดค่า GDP อย่างไรไม่ให้เกิดผลกระทบ และ 3) มาตรการลดความเสี่ยง ทางกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้มีการจัดทำแผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ พ.ศ. 2558 ซึ่งจะมุ่งเน้นเรื่องการลดความเสี่ยงจากสาธารณภัยหรือภัยพิบัติ โดยมองว่าต้องเร่งดำเนินการในการประเมินความเสี่ยงว่าเราเสี่ยงอะไรบ้าง จะลดหรือปรับตัวอย่างไรบ้าง - กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้มีความร่วมมือกับทาง UNDP จัดทำโครงการ บูรณาการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติในการวางแผนพัฒนาในประเทศไทย (Mainstreaming Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction in Development Planning in Thailand : MADRID) ได้มีโครงการนำร่อง 2 พื้นที่ คือ จ.เชียงรายจะดูเรื่องอุทกภัย และจ.สงขลา จะดูเรื่องแผ่นดินไหว ซึ่งมี model และแผนที่เสี่ยงภัยทั้ง 2 จังหวัดนี้
	กรมโยธาธิการและผังเมือง	กรมโยธาธิการและผังเมือง กฎกระทรวงฉบับที่ 49 ว่าด้วยการกอสรางอาคารในพื้นที่ ที่อาจไดรับแรงสั่นสะเทือนจากแผนดินไหว ใหมีความสมบูรณและชัดเจนยิ่งขึ้น และทางผังเมืองได้มีการกำหนดการใช้ที่ดิน สิ่งปลูกสร้างตามลำน้ำ ผังของ กทม. ได้มีการกำหนดอัตราส่วนพื้นที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม (Open Space Ratio หรือ

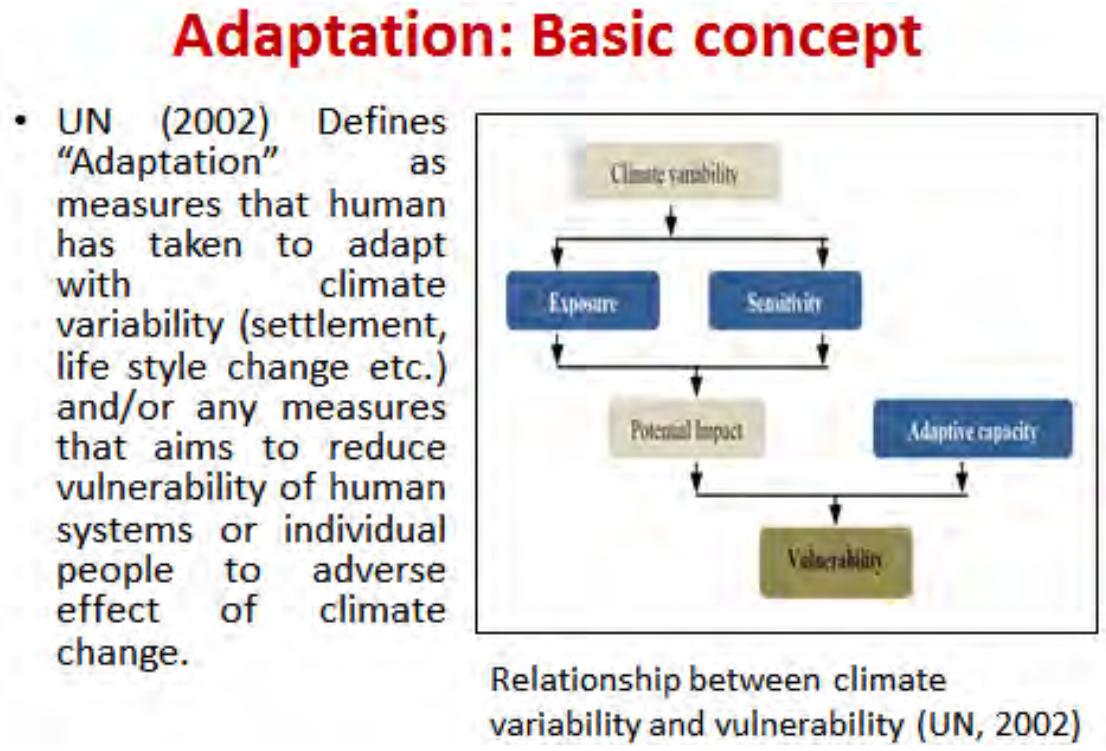
ภาคส่วน	หน่วยงาน	ประเด็น
		OSR) พื้นที่ว่างรอบๆ อาคาร โดยปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อลดระยะการเดินทางซึ่งเป็นมาตรการที่ทางกรมฯ ได้ดำเนินการศึกษาอยู่ และได้มี พรบ. ที่ปรับปรุงใหม่ 2558 มีเพิ่มการประเมินผลของผังเมืองรวม ความเสี่ยงต่อภัยพิบัติ โดยโครงการที่ได้ทำการหารือกับ GIZ (EbA เช่น พื้นที่จ.อ่างทอง ที่โดนน้ำท่วม เป็นต้น)
สุขภาพ	กรมอนามัย	- ได้มีการจัดทำแผนรองรับผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593 ด้านสาธารณสุข โดยเน้นเรื่องของการป้องกันผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในด้านสุขภาพ ทั้งเรื่องของการลดผลกระทบ ป้องกัน เตรียมการของโครงสร้างของระบบบริการสาธารณสุข โดยต้องสอดคล้องกับแผนแม่บทด้วย ซึ่งในการจัดทำแผนด้านสาธารณสุขได้มีการดำเนินการเป็น 3 มิติ คือ 1) การป้องกันความเสี่ยงในเบื้องต้น 2) การป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสุขภาพ และ 3) การรักษา ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของทางกระทรวงสาธารณสุขที่ได้มองถึงการจัดทำแผนด้านการปรับตัว - การลดความเสี่ยง คือ 1) กฎหมายและนโยบาย 2) การเชื่อมโยงกับพื้นที่สีเขียวและสิ่งแวดล้อม มาตรการที่ต้องมี คือ 1) ระบบเฝ้าระวัง 2) การให้สุขศึกษา และ 3) การสื่อสารป้องกันความเสี่ยง การตอบสนองต่อการรักษา คือ ต้องมีการอบรมแพทย์เฉพาะทาง การสร้างความตระหนักให้แพทย์มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศมากขึ้น รวมถึงพัฒนาระบบรักษาพยาบาลให้มีประสิทธิภาพและรองรับผลกระทบของการเกิดโรคใหม่ๆ ที่มาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ - การศึกษาวิจัยเรื่องความเปราะบางต่อสุขภาพ โดยเน้นที่ระดับชุมชน จัดทำเป็นแผนระดับพื้นที่ เช่น กรณีอุทกภัย โดยดูการเตรียมการของชุมชน การป้องกัน การรับรู้ข่าวสาร ความพร้อมของหน่วยบริการสาธารณสุขในพื้นที่ และการได้รับการช่วยเหลือจากภาครัฐ

บทที่ 7
ผลการประเมินความเปราะบางของภาคส่วนต่าง ๆ

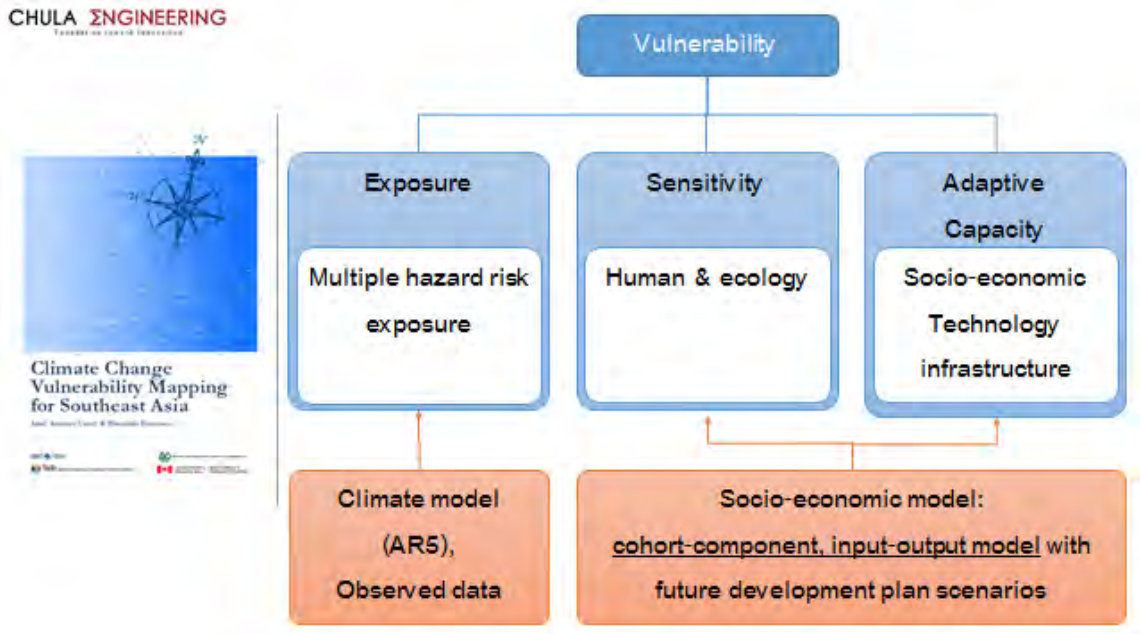
ในบทนี้จะกล่าวถึงการประเมินความเปราะบางของภาคส่วนต่างๆ ภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งจะเชื่อมโยงกับบทที่ผ่านมา โดยวัตถุประสงค์ของบทนี้คือการวิเคราะห์ว่าพื้นที่ใดบ้างที่มีความเปราะบางจากภัยเช่น น้ำท่วม น้ำแล้ง โดยความเปราะบางในแต่ละพื้นที่จะพิจารณาส่วนของความอ่อนไหวของพื้นที่ ความสามารถในการปรับตัวของพื้นที่ด้วย เช่น ในส่วนของภัยน้ำท่วม พื้นที่เมืองในกรุงเทพจะอ่อนไหวมากกว่าพื้นที่ชนบท น้ำท่วมเพียง 30 ซม. ในช่วงระยะเวลาหนึ่งของกรุงเทพอาจก่อให้เกิดความเสียหายมากกกว่าน้ำท่วม 1 เมตร ในพื้นที่ชนบท เพราะประชากรในชนบทอาจมีการปรับตัวกับการดำรงชีวิตได้ดีกว่า เช่น บ้านมีการยกใต้ถุนสูงหรือมีเรือเป็นพาหนะในช่วงน้ำท่วม

7.1 แนวความคิดการประเมินความเปราะบาง

การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะหลัง ได้เพิ่มองค์ประกอบของการประเมินเพิ่มเติม โดยคำนึงถึงด้านผู้รับผลกระทบเพิ่ม เรียกเป็นการประเมินความเปราะบาง (รูปที่ 7.1-1) ซึ่งจะมีด้านที่พิจารณาสองด้านใหญ่ คือ ด้านผลกระทบ (potential impact) และด้านความสามารถรับมือ (Adaptive Capacity) ในส่วนของด้านผลกระทบจะพิจารณาประเด็นของการรับผล (exposure :ผลกระทบที่ได้รับ เช่น น้ำท่วม น้ำแล้ง) และความไว (sensitivity : ด้านมนุษย์และecology เช่น ความหนาแน่นประชากร ลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่อนุรักษ์ เป็นต้น) ซึ่งจะส่งผลต่อความเสียหายที่มากขึ้นหรือน้อยลง อีกด้านหนึ่งจะเป็นด้านของผู้ได้รับผลกระทบเรียกเป็นความสามารถในการปรับตัว (adaptive capacity เช่น อายุ รายได้เฉลี่ย การรับรู้ปัญหา เป็นต้น) ซึ่งเมื่อมาประเมินก็จะทำให้สามารถหาค่าความเปราะบาง (vulnerabilityดังรูปที่ 7.1-2) ต่อการได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดียิ่งขึ้น

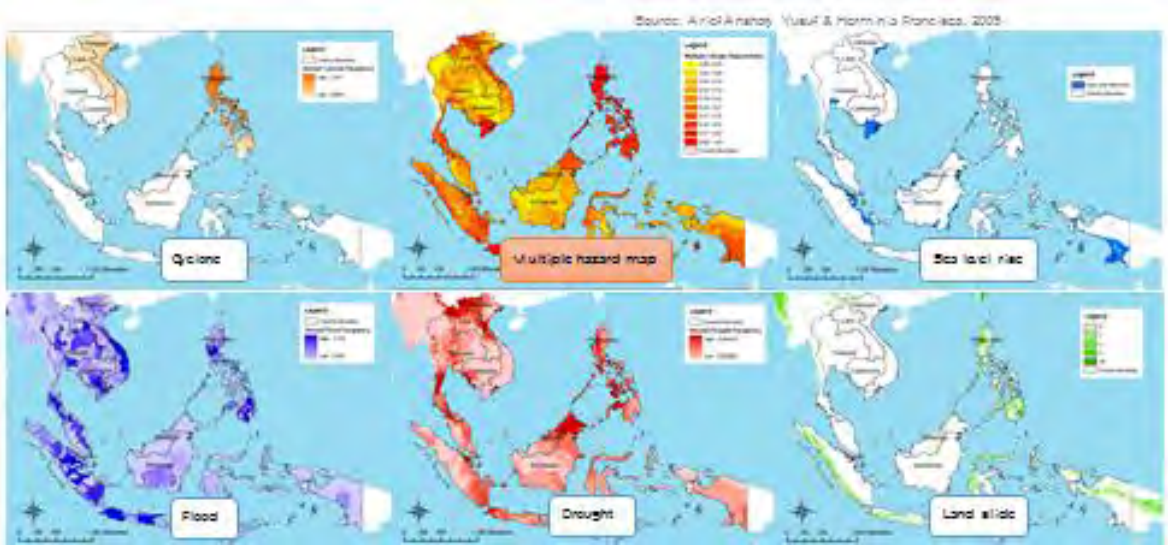


รูปที่ 7.1-1 แนวคิดการประเมินความเปราะบาง
จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



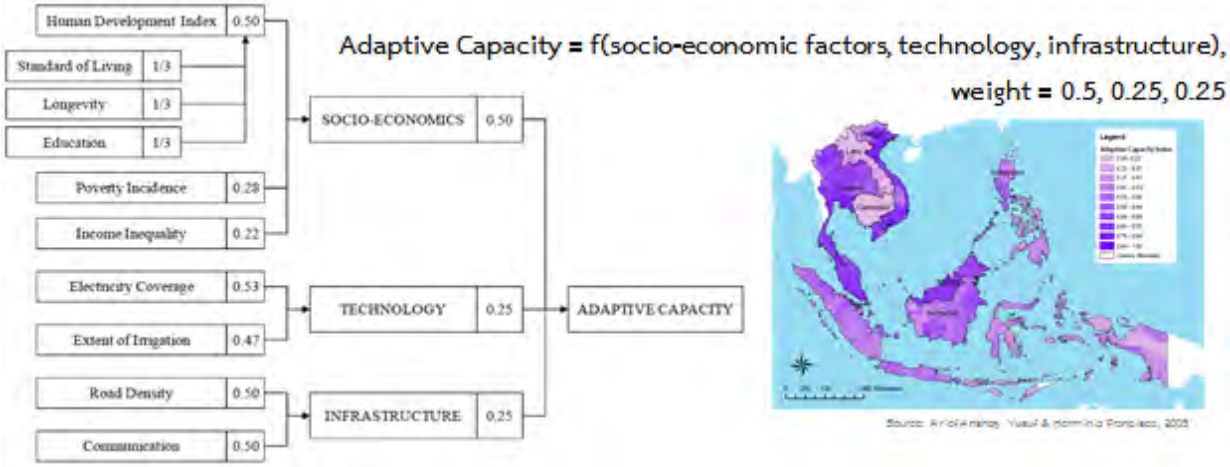
รูปที่ 7.1-2 องค์ประกอบการประเมินความเปราะบาง
จากสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในการศึกษาความเปราะบางของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านภัยพิบัติของอาเซียน ได้มีการจัดทำแผนที่ความเปราะบางขึ้น (Arief Anshory Yusuf, el.al., 2009) ตามแนวคิดดังกล่าว และได้เลือกตัวแปรในแต่ละด้านดังนี้ ด้านการรับผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศใช้ข้อมูลของไต้ฝุ่น น้ำท่วม น้ำแล้ง ดินถล่ม การขึ้นของระดับน้ำทะเล มาพิจารณา โดยให้น้ำหนักเท่ากัน (น้ำหนัก 0.2 เท่ากัน ดังรูปที่ 7.1-3) ด้านความไวของการได้รับผล (sensitivities) จะพิจารณาจากข้อมูล ประชากรและพื้นที่ป่า (ตัวละ 0.5 ดังรูปที่ 7.1-4) ด้านความสามารถในการรับมือได้นำข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม (น้ำหนัก 0.5 ประกอบด้วย ดัชนีการพัฒนาของมนุษย์ ดัชนีความจนความไม่เท่าเทียมทางรายได้) ข้อมูลด้านเทคโนโลยี (น้ำหนัก 0.25 ประกอบด้วยการใช้ไฟฟ้าพื้นที่ชลประทาน) ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐาน (น้ำหนัก 0.25 ประกอบด้วย ความหนาแน่นของถนนระบบสื่อสาร ดังรูปที่ 7.1-5) ในระดับจังหวัดของแต่ละประเทศมาทำการวิเคราะห์ ตามน้ำหนักที่ระบุก็จะได้ภาพแผนที่แสดงความเปราะบางของภัยพิบัติต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่อาเซียน ดังรูปที่ 7.1-6 ซึ่งก็ใช้แผนที่ดังกล่าวเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาวางแผนการรับมือ หรือการปรับตัวในแต่ละพื้นที่ได้ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งก็มีการประยุกต์ใช้แนวคิดดังกล่าวในการประเมินความเปราะบางของด้านสำคัญของไทยอยู่ (สุจริตและคณะ, 2558)

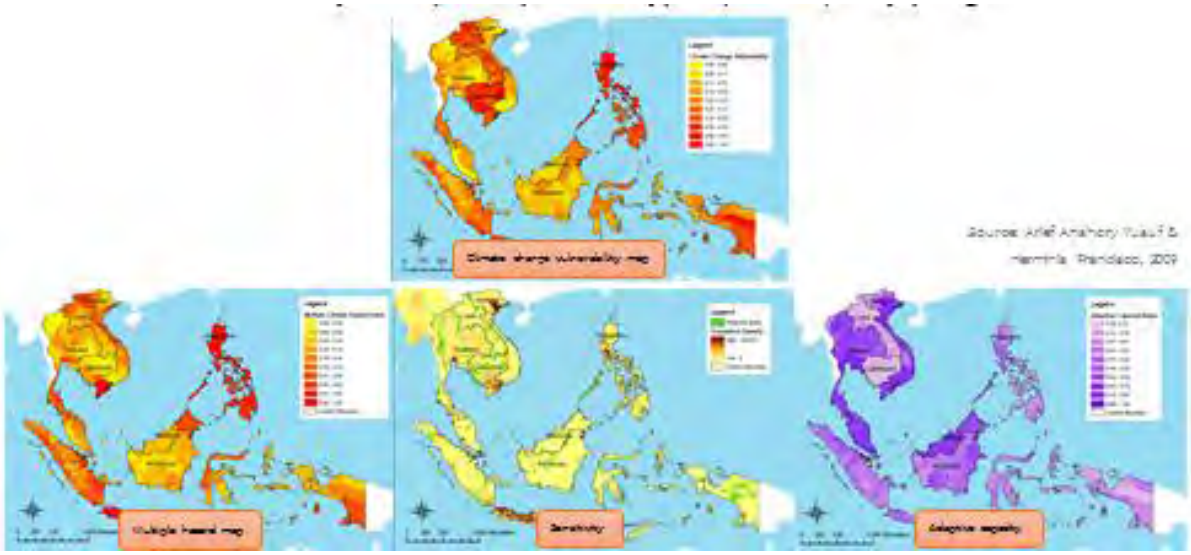


รูปที่ 7.1-3 องค์ประกอบด้านการรับผล (exposure)

รูปที่ 7.1-4 ระดับของความไวของการรับผล (degree)



รูปที่ 7.1-5 ความสามารถในการรับมือ (adaptive capacity)



รูปที่ 7.1-6 แผนที่แสดงความเปราะบางต่อภัยพิบัติ
ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่อาเซียน

อย่างไรก็ตามส่วนที่สำคัญที่สุดของวิธีการนี้คือที่มาของตัวแปรที่พิจารณาและการให้คะแนนความสำคัญ (Weight) ของตัวแปรที่เลือกมานั้น

7.2 ผลการประเมินความเปราะบางในภาคส่วนต่าง ๆ

จากแนวคิดข้างต้น ในการศึกษาครั้งนี้ ทีมวิจัยได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ความเปราะบางของภาคส่วนที่สำคัญในแต่ละพื้นที่ โดยใช้หลักการเบื้องต้นทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การซ้อนทับข้อมูล (Overlay) และการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) โดยพิจารณาจากสามปัจจัยหลักได้แก่ ภัย (exposure)ความอ่อนไหว (sensitivity) และความสามารถในการปรับตัว (adaptive capacity) โดยแบ่งพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งเป็น 4 ระดับคือพื้นที่เสี่ยงน้อยมากพื้นที่เสี่ยงภัยน้อย พื้นที่เสี่ยงปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงมากสำหรับประเด็นที่มาของตัวแปรที่พิจารณาและการให้คะแนนความสำคัญ (Weight) ของตัวแปรที่เลือกมานั้น ทีมวิจัยใช้การประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน (ได้แก่ ภาคทรัพยากรน้ำ ภาคเกษตร ภาคความมั่นคงของมนุษย์ และภาคสุขภาพ) ให้ประเด็นและน้ำหนักที่พึงมี ดังรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

7.2.1 **ภาคทรัพยากรน้ำ**

จากการประชุม เมื่อวันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2558 ณ ห้องบุษบา ชั้น 1 โรงแรมแมนดาริน พระราม 4 เขตบางรัก กทม. เรื่องความเสี่ยง ผลกระทบ ความเปราะบางและการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับการบริหารจัดการน้ำในปัจจุบันและในอนาคตมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความเสี่ยง ผลกระทบ ความเปราะบางและการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในปัจจุบันและในอนาคต โดยมีผู้เชี่ยวชาญในด้านที่เกี่ยวข้อง มานำเสนอ แลกเปลี่ยน และตอบข้อซักถาม รวมผู้เข้าร่วมประชุม 60 คน สิ่งที่ได้จากการประชุมคือ ปัจจัยความเสี่ยง ผลกระทบ ตัวแปรเพื่อใช้ในการคำนวณความเปราะบางและการปรับตัว(ภายใต้โครงการการศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ, 2558)

ในการประชุมผู้เชี่ยวชาญครั้งนี้ได้แบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มน้ำแล้ง 2) กลุ่มน้ำท่วม (แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ น้ำป่าไหลหลาก และน้ำล้นตลิ่ง) และ 3) กลุ่มคุณภาพน้ำ (น้ำกินน้ำใช้ในเมืองและชนบท)เพื่อให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์หลักในแผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ปี 2558-2569โดยจากการวิเคราะห์การระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว สามารถจัดทำแผนที่ความเปราะบางของทรัพยากรน้ำ โดยแสดงพื้นที่ที่เกิดความเสี่ยง ความอ่อนไหว และความสามารถในการปรับตัว รวมทั้งได้อธิบายถึงพารามิเตอร์และการให้น้ำหนักในแต่ละประเด็นจากการระดมความคิดเห็นจากหน่วยงานทั้ง 3 กลุ่ม แสดงดังตารางที่ 7.2-1 ถึง 7.2-5

ตารางที่ 7.2-1 กลุ่มน้ำแล้ง

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	อุณหภูมิเพิ่ม (การระเหยของน้ำเพิ่ม)			10%
	ฝน อิทธิพลมมรสุมเปลี่ยน			20%
	ป่าไม้ ลดน้อยลง การซึมซับน้ำน้อย (การเผาป่า ไถ กลบ)			15%
	ปริมาณแหล่งกักเก็บน้ำ (อ่าง, เขื่อน, แก้มลิง)			25%
	Topology			9%
	ความสามารถของดินในการชะลอน้ำ เนื่องจากมีการทำลายหน้าดิน (การเกษตรผิดวิธี) (การปลูกพืชเชิงเดี่ยว)			7%

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
	การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ถม รุก พื้นที่แหล่งน้ำ)			7%
	การตกตะกอนของแหล่งน้ำ			7%
Sensitivity	การเพิ่มของประชากร			10%
	ความต้องการใช้น้ำ		30%	
	นโยบายของรัฐบาล การปล่อยน้ำผิดวิธี			15%
	เครื่องมือเตือนภัยไม่มีประสิทธิภาพ			20%
	การบริหารจัดการน้ำไม่มีการบูรณาการ no single command			25%
	นโยบายการใช้ที่ดินไม่มีกฎหมายควบคุมชัดเจน			10%
Adaptive capacity	ภูมิปัญญาท้องถิ่น เช่น เหมืองฝาย, นาขั้นบันได, การขุดสระ			15%
	สร้างภูมิคุ้มกันโดยการให้องค์ความรู้และข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้อง			20%
	การปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดิน			25%
	ศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจ			10%
	ความช่วยเหลือจากภาครัฐ/ฝนหลวง			10%
	มาตรการการประหยัดน้ำ 3R (Reduce, Reuse, Recycle)			10%
	การผันน้ำข้ามลุ่มน้ำ			10%

ตารางที่ 7.2-2 กลุ่มน้ำท่วม (น้ำป่าไหลหลาก)

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	สภาพความลาดชัน			20%
	การใช้ประโยชน์ที่ดิน			10%
	การขยายตัวของเมือง			10%
	ลำน้ำตื้นเขิน			20%
	ปริมาณฝน	40%		
Sensitivity	ความหนาแน่นของประชากร		30%	
	พื้นที่เศรษฐกิจ		30%	
	สภาพบ้านเรือน			10%

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
	ความรวดเร็วในการช่วยเหลือ			15%
	ความรวดเร็วของข้อมูลข่าวสาร			15%
Adaptive capacity	เทคโนโลยี (ระบบเตือนภัย ขุดลอกลำน้ำ)			25%
	รายได้		25%	
	อายุ			5%
	กระบวนการทางสังคม			10%
	Zoning			20%
	การเตรียมความพร้อมในการอพยพ			5%
	การเตรียมปลูกป่า			10%

ตารางที่ 7.2-3 กลุ่มน้ำท่วม (น้ำล้นตลิ่ง)

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	การบุกรุกลำน้ำ		30%	
	ลำน้ำตื้นเขิน			20%
	น้ำทะเลหนุนสูง			10%
	ปริมาณน้ำฝน/น้ำท่า	40%		
Sensitivity	ความหนาแน่นของประชากร		30%	
	พื้นที่เศรษฐกิจ		30%	
	สภาพบ้านเรือน			10%
	ความรวดเร็วของข้อมูลข่าวสาร			15%
	ความรวดเร็วในการให้ความช่วยเหลือ			15%
Adaptive capacity	รายได้		30%	
	อายุ			5%
	กระบวนการทางสังคม			10%
	Zoning		30%	
	เทคโนโลยี			25%

ตารางที่ 7.2-4 กลุ่มคุณภาพน้ำ

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	น้ำท่วม		20%	
	น้ำแล้ง		15%	
	น้ำทิ้งจากการเกษตร		20%	
	น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม		20%	
	น้ำทิ้งจากชุมชน		20%	
	การรุกล้ำของน้ำเค็ม			5%
Sensitivity	ความหนาแน่นของประชากร	50%		
	การใช้ที่ดิน	50%		
Adaptive capacity	การจัดระเบียบผังเมือง		20%	
	เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสีย		20%	
	มาตรการสิ่งแวดล้อม	30%		
	สร้างจิตสำนึกความรับผิดชอบต่อสังคม	30%		

ตารางที่ 7.2-5 กลุ่มคุณภาพน้ำ (น้ำกินน้ำใช้ ในเมือง และชนบท)

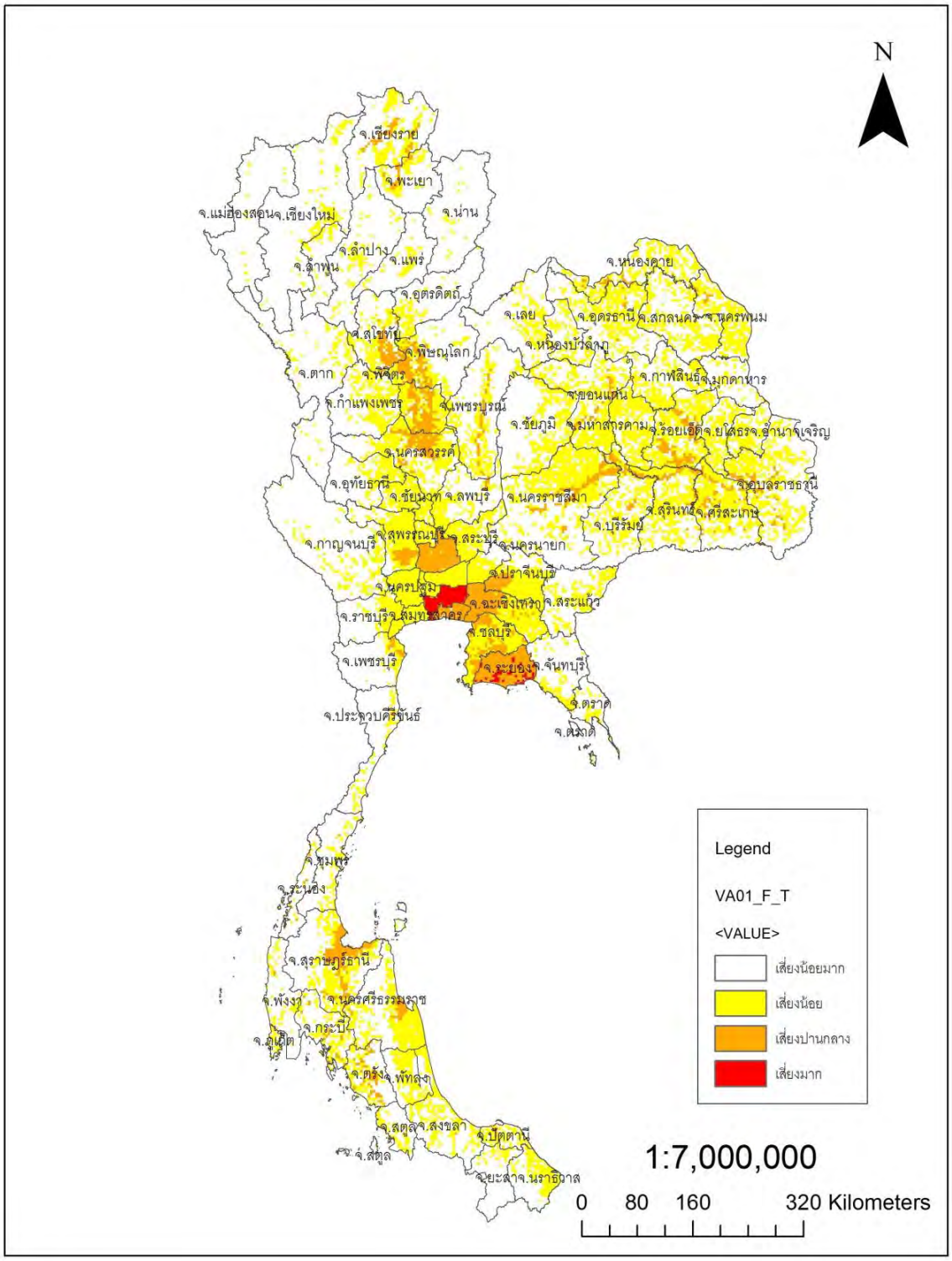
ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure น้ำกินน้ำใช้ ในเมือง	น้ำท่วม	50%		
	น้ำแล้ง		25%	
	คุณภาพน้ำ (น้ำเค็ม, น้ำเสีย)		25%	
น้ำกินน้ำใช้ ชนบท	น้ำท่วม		20%	
	น้ำแล้ง	50%		
	คุณภาพน้ำ		30%	
Sensitivity ในเมือง	การขยายตัวของเมือง และภาคอุตสาหกรรม	60%		
	แหล่งกักเก็บน้ำ			10%
	พฤติกรรมการใช้น้ำ/ประสิทธิภาพการใช้น้ำ/น้ำสูญเสีย		30%	
ชนบท	การขยายตัวของเมือง และภาคอุตสาหกรรม	60%		
	แหล่งกักเก็บน้ำ			10%
	พฤติกรรมการใช้น้ำ/ประสิทธิภาพการใช้น้ำ/น้ำสูญเสีย		30%	

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Adaptive capacity	ก่อสร้างแหล่งน้ำดิบ/จัดหา		30%	
<u>ในเมือง</u>	จัดหา/ก่อสร้างภาชนะเก็บน้ำในครัวเรือน			5%
	ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้น้ำ/ประหยัดน้ำ/ ลดน้ำสูญเสีย เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ/ นำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ 3R	50%		
	Technology -Treatment			15%
<u>ชนบท</u>	ก่อสร้างแหล่งน้ำดิบ/จัดหา	40%		
	จัดหา/ก่อสร้างภาชนะเก็บน้ำในครัวเรือน	40%		
	ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้น้ำ/ประหยัดน้ำ/ ลดน้ำสูญเสีย เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ/ นำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ 3R			5%
	Technology -Treatment		15%	

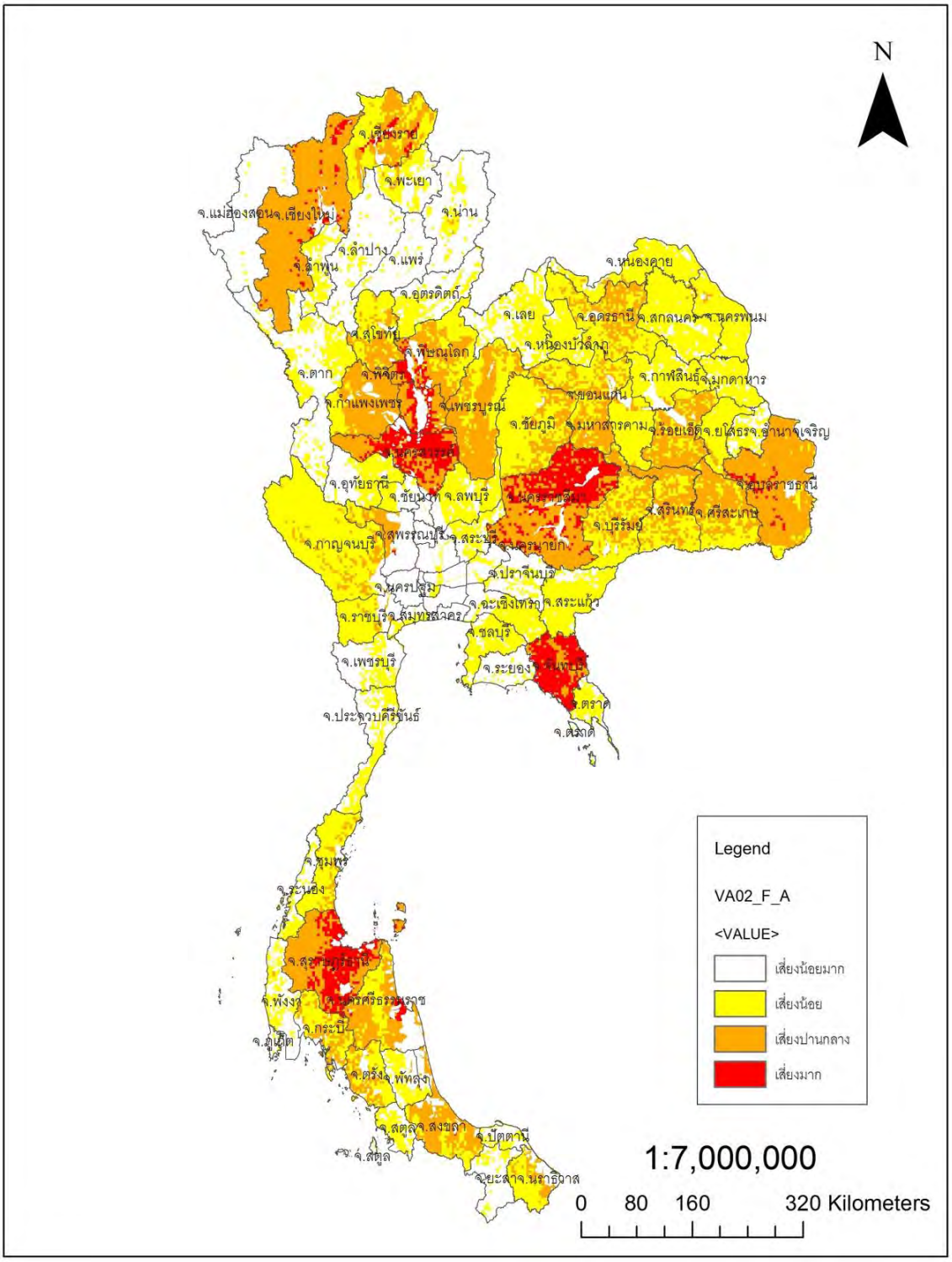
จากการประชุมสามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้

รูปที่ 7.2-1 ประเด็นจากการประชุมผู้เชี่ยวชาญ

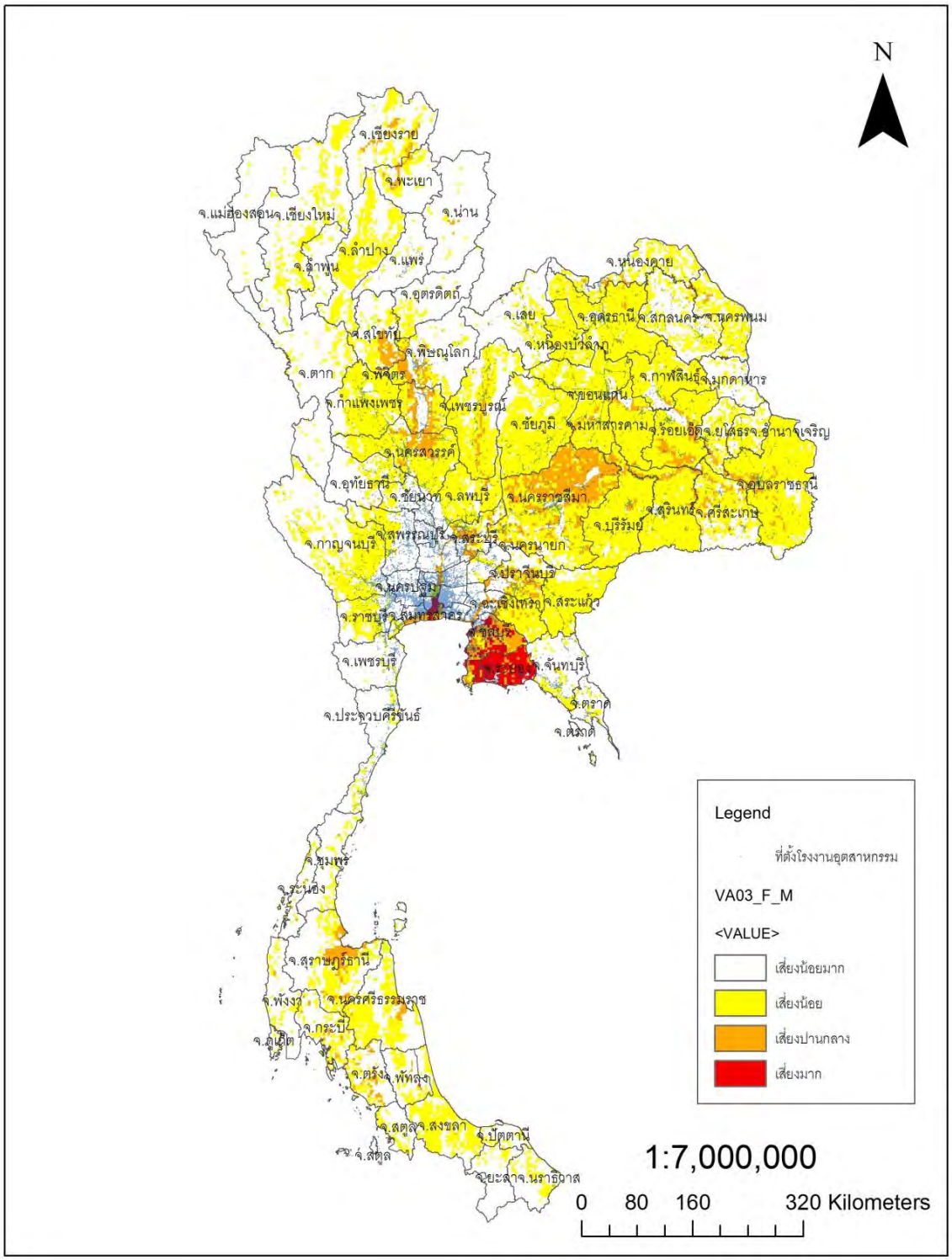
และสามารถแสดงแผนที่ความเปราะบางเบื้องต้นภายใต้ข้อมูลที่สมบูรณ์ ได้ดังรูปที่ 7.2-2 ถึง 7.2-11



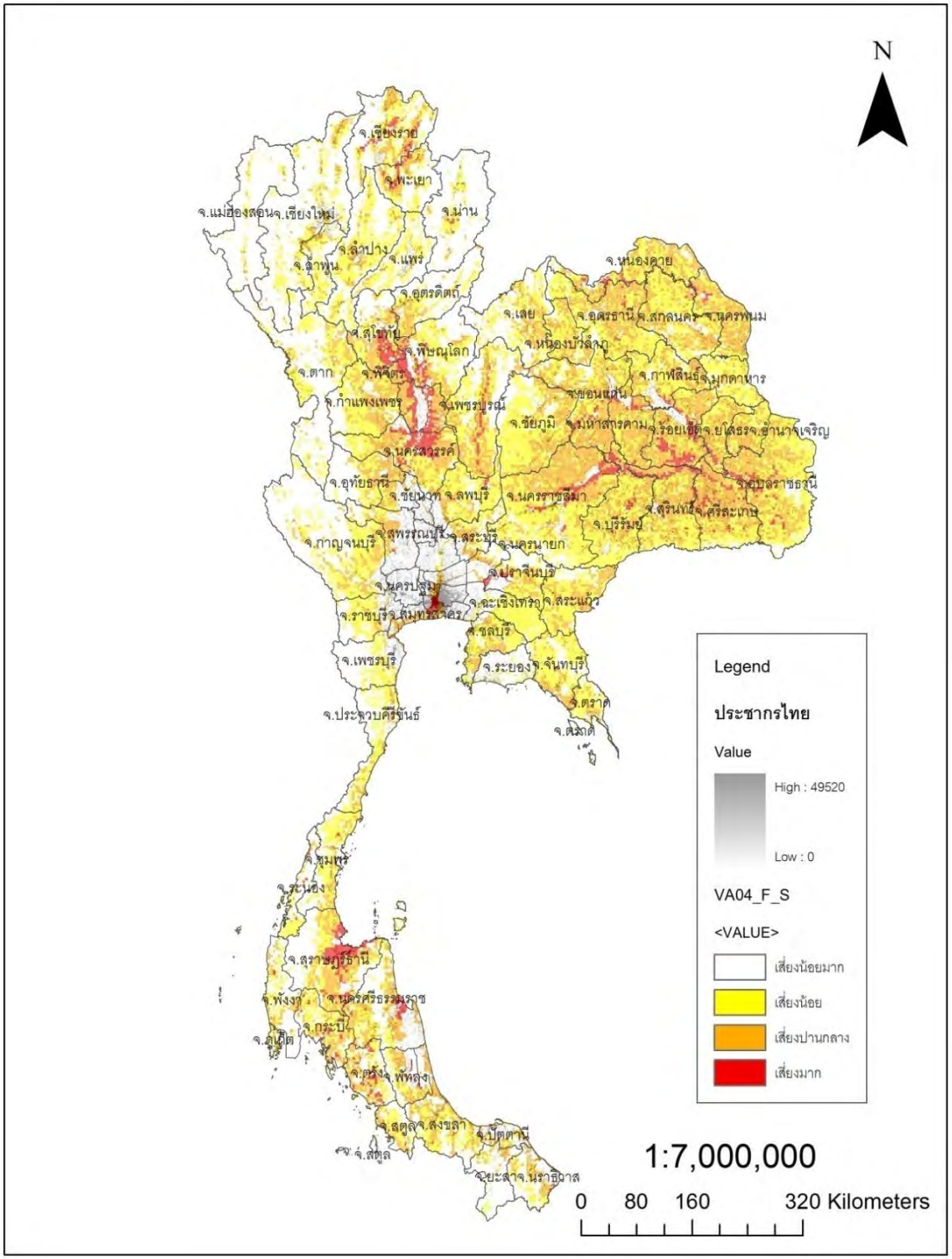
รูปที่ 7.2-2 แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำท่วม ทุกภาคส่วนการผลิต



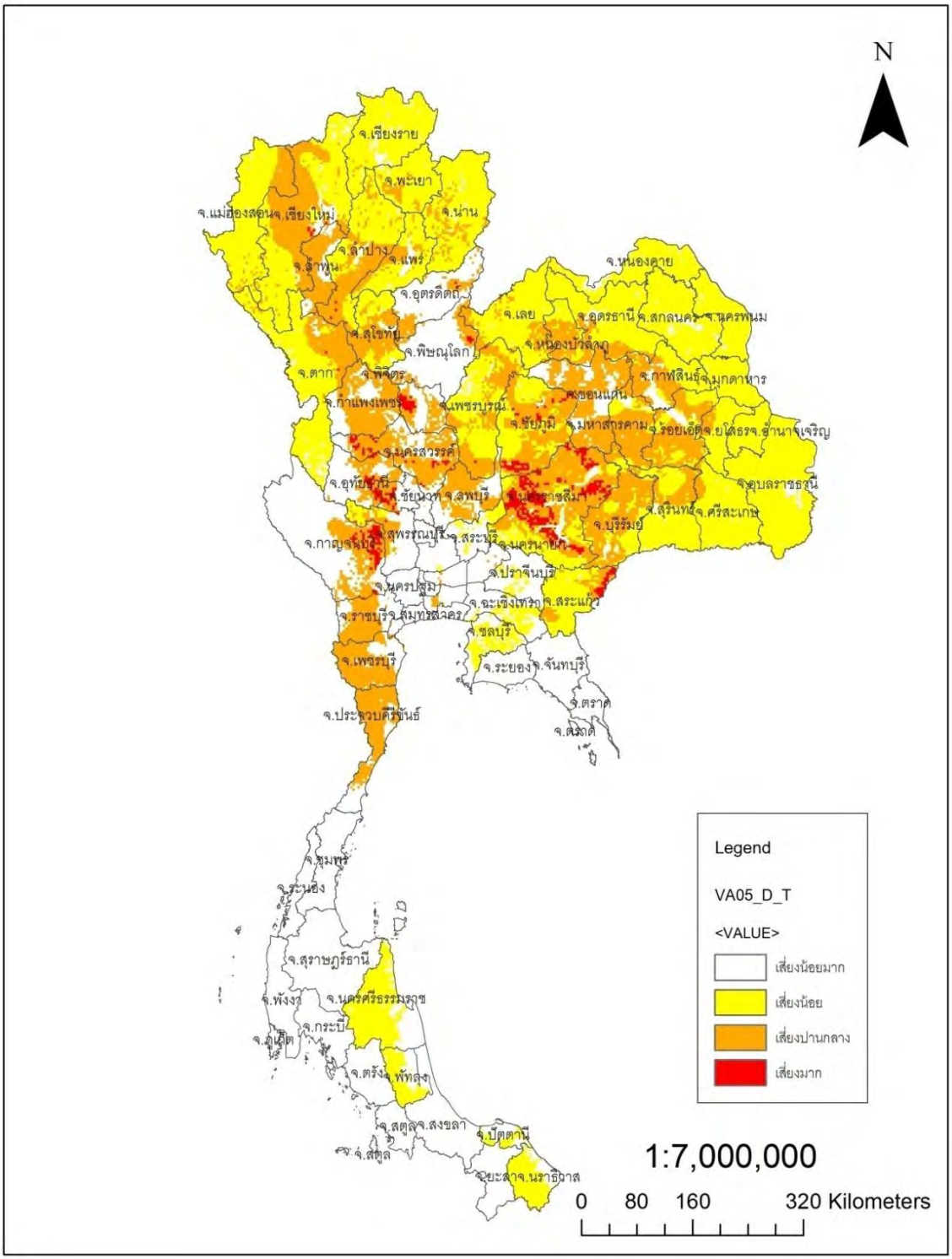
รูปที่ 7.2-3 แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำท่วม ภาคเกษตร



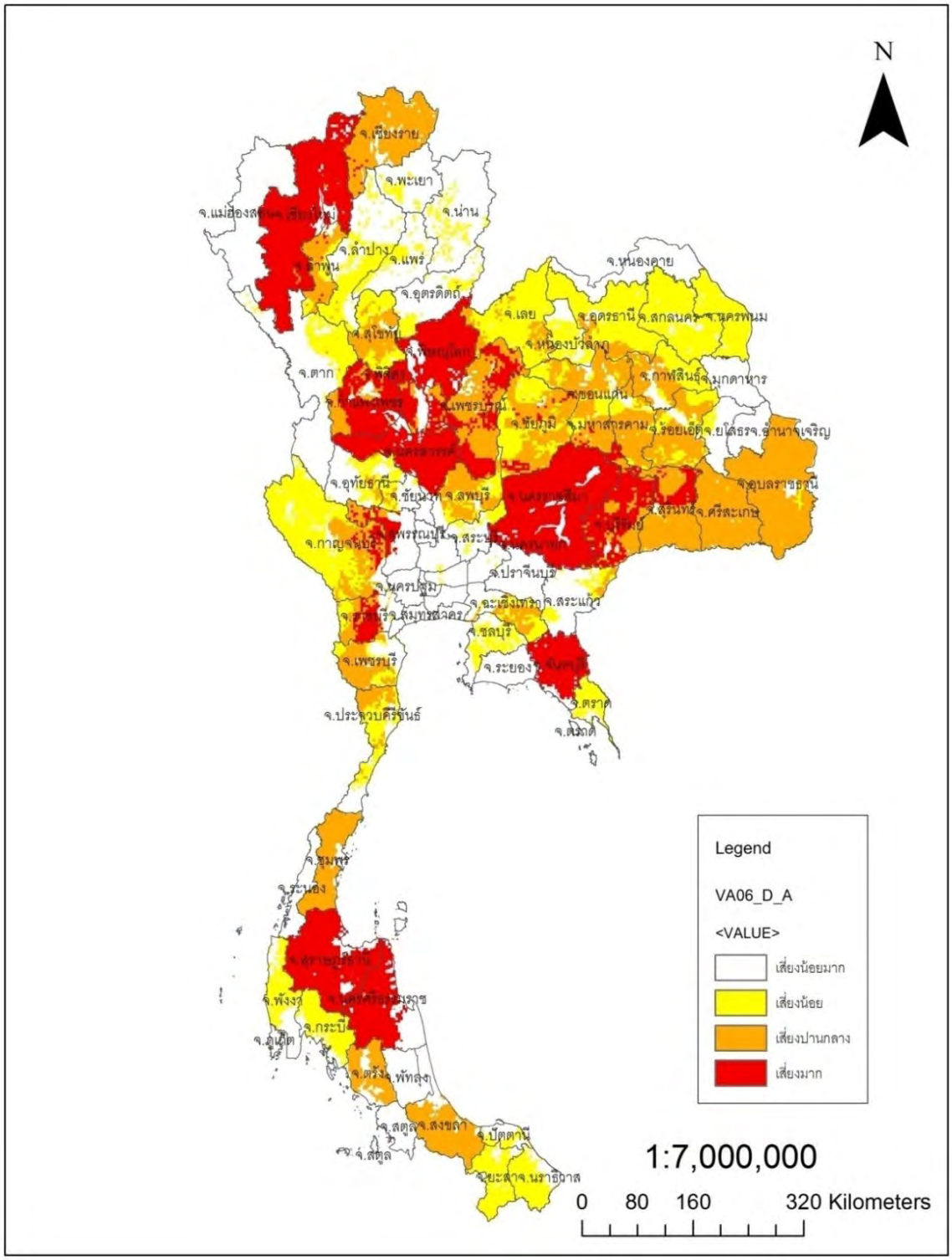
รูปที่ 7.2-4 แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำท่วม ภาคอุตสาหกรรม



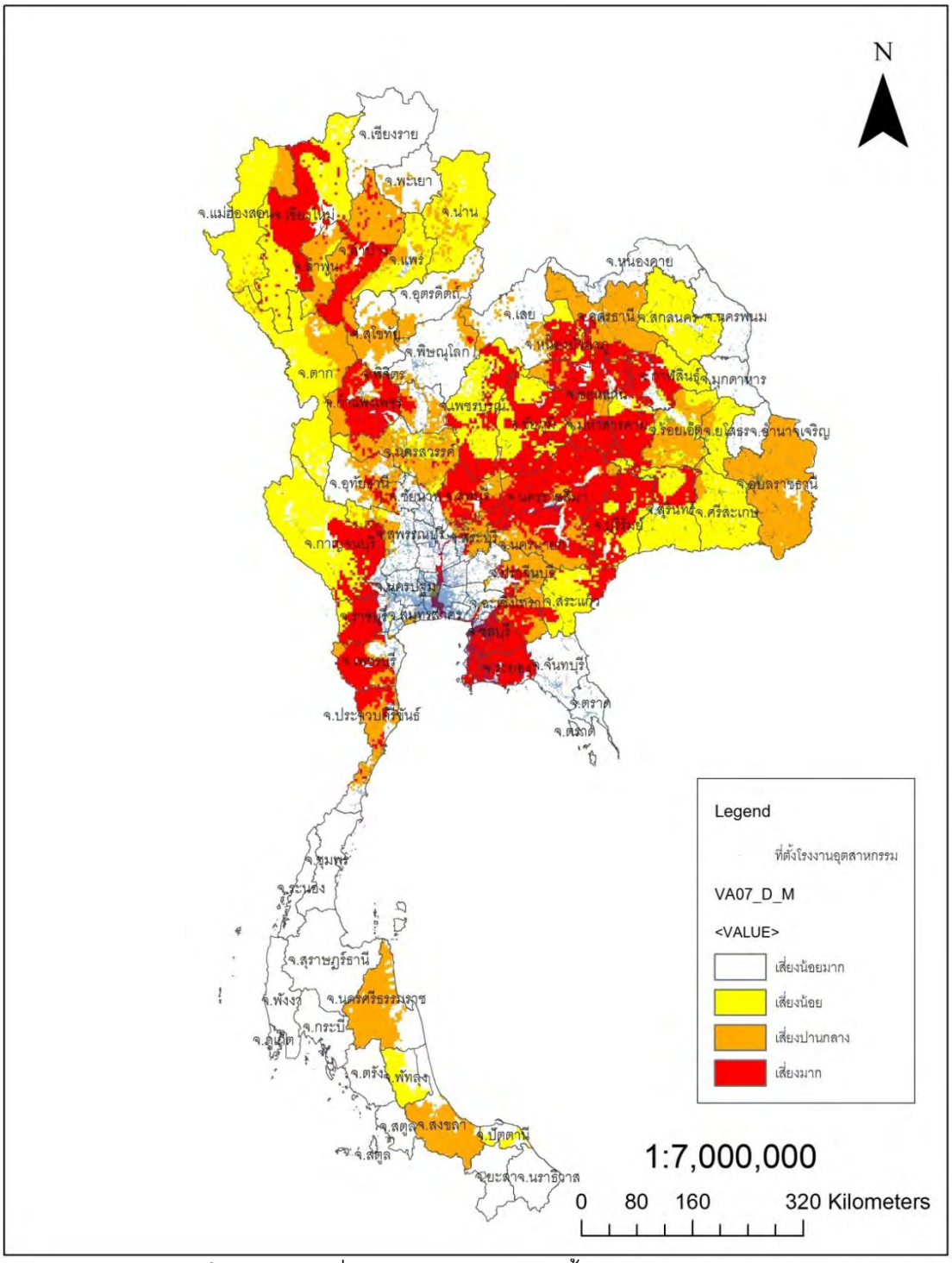
รูปที่ 7.2-5 แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำท่วม ภาคบริการ



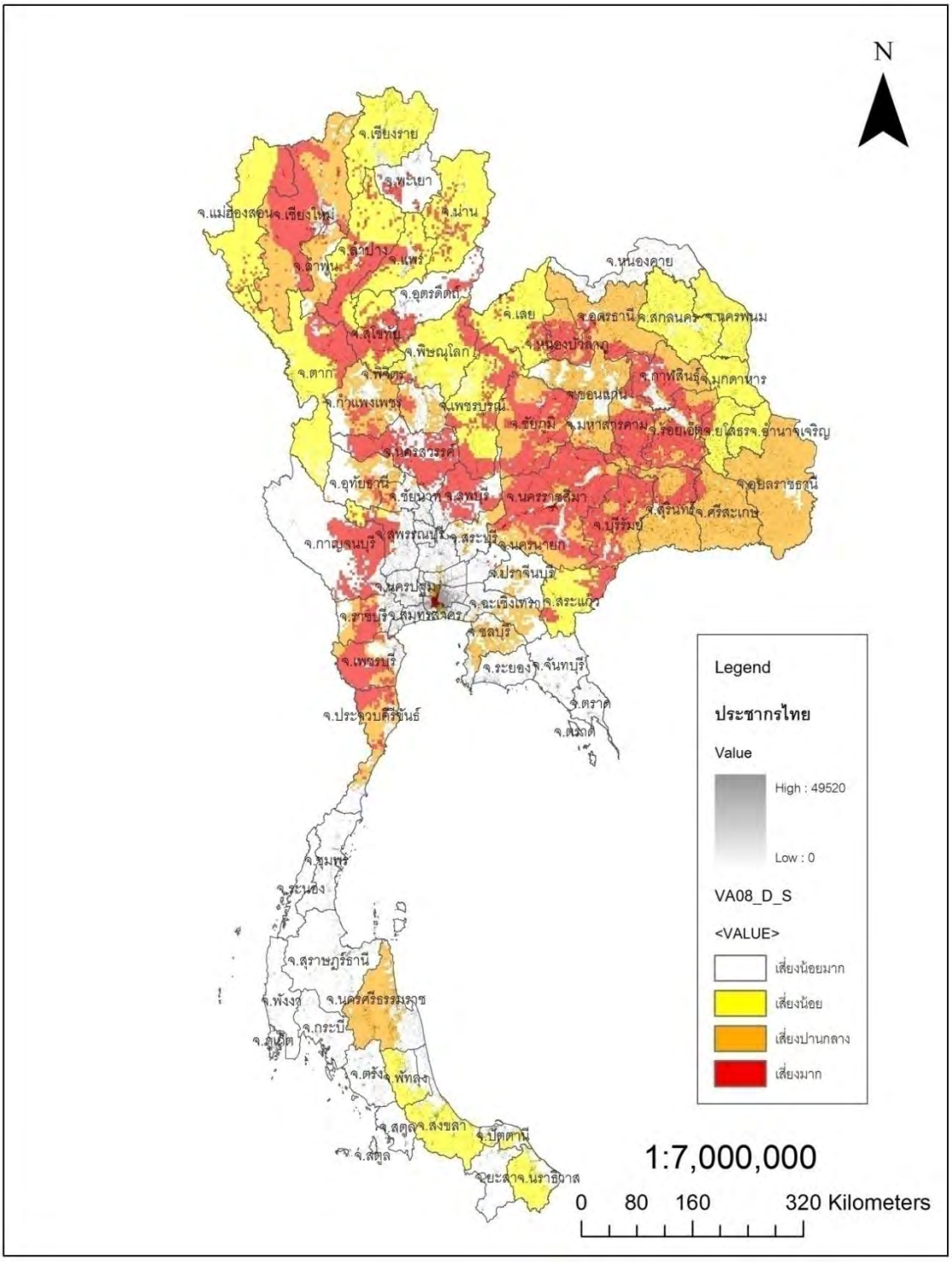
รูปที่ 7.2-6 แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำแล้ง ทุกภาคส่วนการผลิต



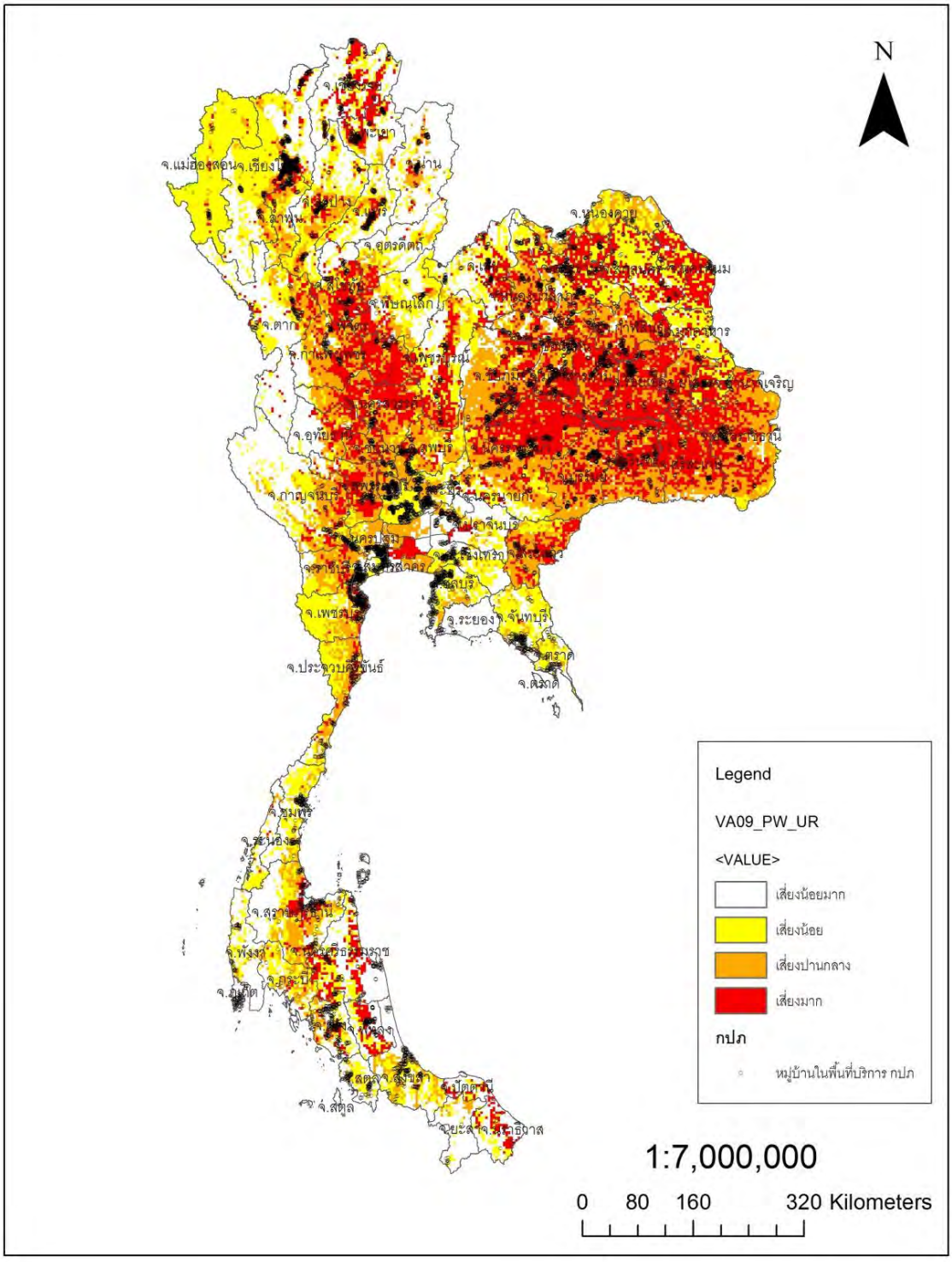
รูปที่ 7.2-7 แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำแล้ง ภาคเกษตร



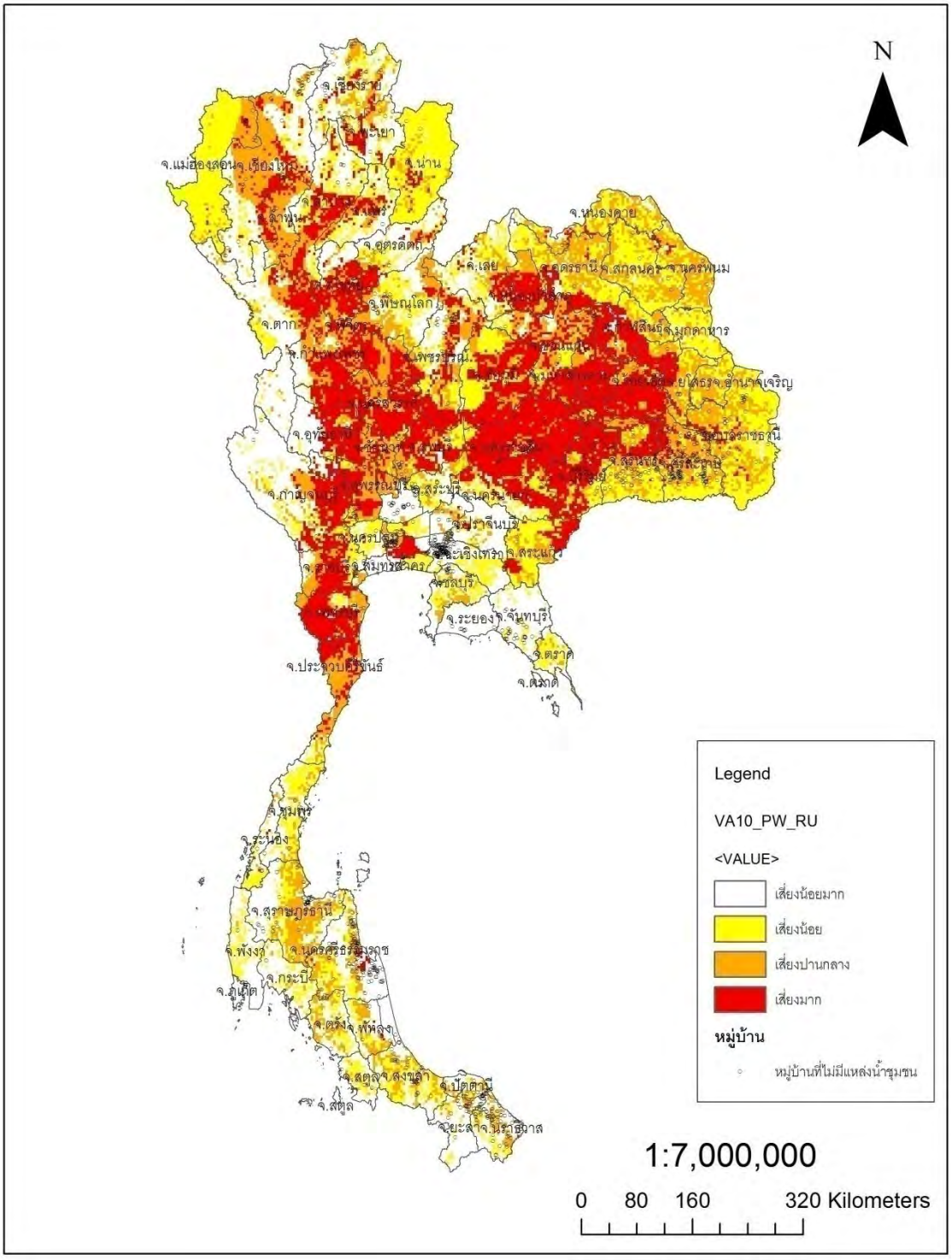
รูปที่ 7.2-8 แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำแล้ง ภาคอุตสาหกรรม



รูปที่ 7.2-9 แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำแล้ง ภาคบริการ



รูปที่ 7.2-10 แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำกินน้ำใช้ สังคมเมือง



รูปที่ 7.2-11 แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำกินน้ำใช้ สังคมชนบท

7.2.2 ภาคเกษตร

จากการประชุม เมื่อวันพุธที่ 9 กันยายน 2558 เวลา 09.00 - 15.00 น. ณ ห้องประชุมข้าวหอม ชั้น 4 กรมการข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน เรื่องความเสี่ยง ผลกระทบ ความเปราะบาง และการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับภาคเกษตรในปัจจุบันและในอนาคต มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความเสี่ยง ผลกระทบ ความเปราะบางและการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับการบริหารจัดการภาคเกษตรในปัจจุบันและในอนาคต โดยมีผู้เชี่ยวชาญในด้านที่เกี่ยวข้อง มานำเสนอ แลกเปลี่ยน และตอบข้อซักถาม รวมผู้เข้าร่วมประชุม 29 คน สิ่งที่ได้จากการประชุมคือ ปัจจัยความเสี่ยง ผลกระทบ ตัวแปรเพื่อใช้ในการคำนวณความเปราะบางและการปรับตัว

ในการประชุมครั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะการแบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มข้าว และ 2) กลุ่มพืชไร่โดยกลุ่มข้าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ 1) ข้าวที่สูง 2) นาชลประทาน 3) นาน้ำฝน และ 4) นาน้ำลึก ส่วนกลุ่มพืชไร่ สามารถแบ่งเป็น 5 ชนิด คือ 1) อ้อย 2) มันสำปะหลัง 3) ข้าวโพด 4) ปาล์มน้ำมัน และ 5) ยางพารา จากการวิเคราะห์การระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว สามารถจัดทำแผนที่ความเปราะบางของทรัพยากรน้ำ โดยแสดงพื้นที่ที่เกิดความเสี่ยง ความอ่อนไหว และความสามารถในการปรับตัว รวมทั้งได้อธิบายถึงพารามิเตอร์และการให้น้ำหนักในแต่ละประเด็นจากการระดมความคิดเห็นจากหน่วยงานทั้ง 2 กลุ่ม แสดงดังตารางที่ 7.2-6 ถึง 7.2-14

ตารางที่ 7.2-6 ข้าวที่สูง (พื้นที่ประมาณ 300,000 ไร่)

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	แล้ง(การกระจายตัวน้ำฝนไม่ดี)	50%		
	อุณหภูมิต่ำ (< 20 องศาเซลเซียส) ในช่วงระยะข้าวออกดอก		20%	
	โรค แมลงสัตว์ศัตรูข้าว		10%	
	วัชพืช		10%	
	ความเข้มของแสง			5%
	ความเร็วลม			5%
Sensitivity	ผลผลิตข้าวต่อไร่ (สศก.)	50%		

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
	ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่อการปลูกข้าว (กรมพัฒนาที่ดิน)		20%	
	ความมั่นคงทางอาหาร (สถาบันวิจัยและพัฒนาการเกษตรบนพื้นที่สูง)		30%	
Adaptive capacity	การปรับเปลี่ยนระบบการปลูกจากข้าวไร่เป็นนาขั้นบันได	50%		
	พันธุ์ข้าว		30%	
	แหล่งน้ำสำรอง (อปท.,กรมชลประทาน)		20%	

ตารางที่ 7.2-7 นาชลประทาน

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	น้ำท่วม(การกระจายตัวน้ำฝนไม่ดี)		20%	
	แล้ง (ปริมาณน้ำต้นทุน)	40%		
	อุณหภูมิต่ำ (< 20 องศาเซลเซียส) ในช่วงระยะข้าวออกดอก			5%
	อุณหภูมิสูง (> 35 องศาเซลเซียส) ในช่วงระยะข้าวออกดอก			5%
	โรค แมลงสัตว์ศัตรูข้าว		20%	
	การรุกล้ำของน้ำเค็ม			5%
	วัชพืช			5%
Sensitivity	จำนวนรอบการปลูกข้าวต่อปี (กรมส่งเสริมการเกษตร, GISTDA)	40%		
	ความเหมาะสมของดินต่อการปลูกข้าว (กรมพัฒนาที่ดิน)			10%
	จำนวนเกษตรกรต่อครัวเรือน (สศก.)		20%	
	สัดส่วนของการใช้น้ำนอกภาคการเกษตร		30%	
Adaptive capacity	อัตราการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในพื้นที่ (เอกชน)		20%	
	พันธุ์ข้าว	40%		
	แหล่งน้ำสำรอง (กรมพัฒนาที่ดิน)			10%
	การป้องกันกำจัดศัตรูข้าว ?			10%

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
	การใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำ ?			10%
	เทคโนโลยีการจัดการน้ำ ?			10%

ตารางที่ 7.2-8 นาน้ำฝน

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	น้ำท่วม(การกระจายตัวน้ำฝนไม่ดี)		20%	
	แล้ง	50%		
	อุณหภูมิต่ำ (< 20 องศาเซลเซียส) ในช่วงระยะข้าวออกดอก			5%
	โรค แมลงสัตว์ศัตรูข้าว		10%	
	วัชพืช		15%	
Sensitivity	ผลผลิตข้าวต่อไร่ (สศก.)	50%		
	ความเหมาะสมของดินต่อการปลูกข้าว (กรมพัฒนาที่ดิน)		40%	
	จำนวนเกษตรกรต่อครัวเรือน (สศก.)			10%
Adaptive capacity	วิธีการปลูก	30%		
	อัตราการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในพื้นที่ (เอกชน)	30%		
	พันธุ์ข้าว		20%	
	แหล่งน้ำสำรอง (กรมพัฒนาที่ดิน)		20%	

ตารางที่ 7.2-9 นาน้ำลึก

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	น้ำท่วม(ช่วงเวลาน้ำท่วมลดลง)		30%	
	แล้ง	50%		
	โรค แมลงสัตว์ศัตรูข้าว			10%
	วัชพืช			10%
Sensitivity	ผลผลิตข้าวต่อไร่ (สศก.)	50%		
	ความเหมาะสมของดินต่อการปลูกข้าว (กรมพัฒนาที่ดิน)		30%	

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
	จำนวนเกษตรกรต่อครัวเรือน (สศก.)			20%
Adaptive capacity	อัตราการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในพื้นที่ (เอกชน)			15%
	พันธุ์ข้าว			15%
	การเปลี่ยนระบบการปลูกจากนาน้ำลึกเป็นนาชลประทาน	70%		

ตารางที่ 7.2-10 อ้อย

ประเด็น	รายละเอียด		ความสำคัญ		
			มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	อ้อย-irrigation	น้ำท่วม		17%	
		แล้ง			13%
		อุณหภูมิสูง			22%
		อุณหภูมิต่ำ			22%
		แมลง			13%
		โรค			13%
	อ้อย-rainfed	น้ำท่วม			5%
		แล้ง	26%		
		อุณหภูมิสูง			16%
		อุณหภูมิต่ำ			11%
		แมลง	21%		
		โรค	21%		
Sensitivity	อ้อย-irrigation	พันธุ์		44%	
		การใช้ที่ดิน		56%	
	อ้อย-rainfed	พันธุ์	44%		
		การใช้ที่ดิน	56%		
Adaptive capacity	อ้อย-irrigation	ปรับปรุงพันธุ์	36%		
		ปรับปรุงบำรุงดิน	27%		
		ปรับเปลี่ยนฤดูปลูก		9%	

ประเด็น	รายละเอียด		ความสำคัญ		
			มาก	ปานกลาง	น้อย
		เปลี่ยนชนิดพืช			9%
		การจัดหาแหล่งน้ำ		18%	
	อ้อย-rainfed	ปรับปรุงพันธุ์	18%		
		ปรับปรุงบำรุงดิน	24%		
		ปรับเปลี่ยนฤดูปลูก		24%	
		เปลี่ยนชนิดพืช			6%
		การจัดหาแหล่งน้ำ	29%		

ตารางที่ 7.2-11 มันสำปะหลัง

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	แล้ง	38%		
	แมลง	31%		
	โรค	31%		
Sensitivity	พันธุ์		44%	
	การใช้ที่ดิน		56%	
Adaptive capacity	ปรับปรุงพันธุ์	25%		
	ปรับปรุงบำรุงดิน	31%		
	ปรับเปลี่ยนฤดูปลูก		19%	
	เปลี่ยนชนิดพืช			6%
	การจัดหาแหล่งน้ำ		19%	

ตารางที่ 7.2-12 ข้าวโพด

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	แล้ง	33%		
	อุณหภูมิสูง		7%	
	อุณหภูมิต่ำ		7%	
	แมลง	27%		
	โรค	27%		
Sensitivity	พันธุ์	56%		
	การใช้ที่ดิน		44%	
Adaptive capacity	ปรับปรุงพันธุ์	33%		
	ปรับปรุงบำรุงดิน	27%		
	ปรับเปลี่ยนฤดูปลูก	27%		
	เปลี่ยนชนิดพืช		13%	

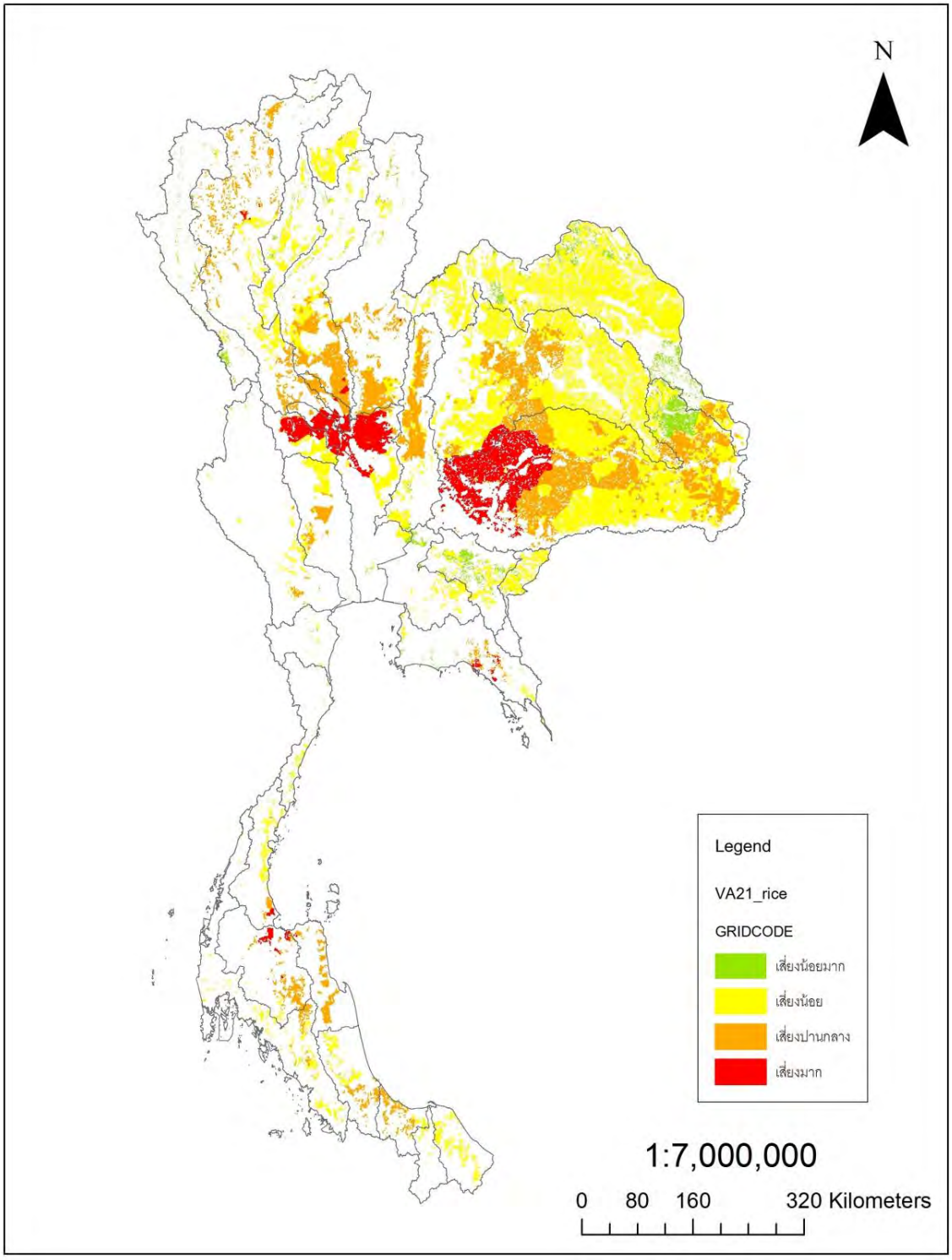
ตารางที่ 7.2-13 ปาล์มน้ำมัน

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	น้ำท่วม		12%	
	แล้ง	29%		
	ความชื้นสัมพัทธ์	24%		
	อุณหภูมิสูง			6%
	อุณหภูมิต่ำ			6%
	แมลง		12%	
	โรค		12%	
Sensitivity	พันธุ์	56%		
	การใช้ที่ดิน		44%	
Adaptive capacity	ปรับปรุงพันธุ์	42%		
	ปรับปรุงบำรุงดิน	33%		
	การจัดหาแหล่งน้ำ		25%	

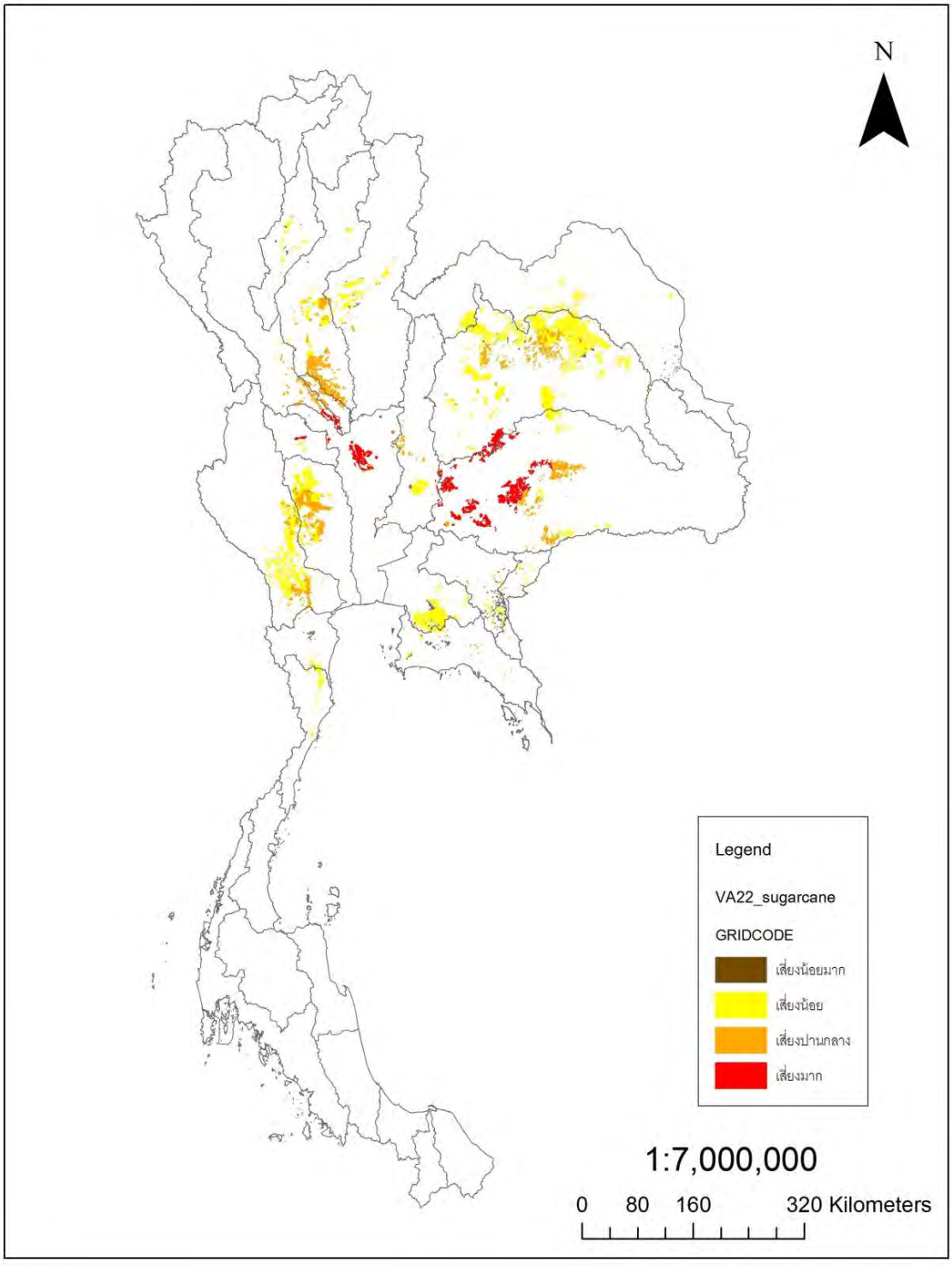
ตารางที่ 7.2-14 ยางพารา

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	น้ำท่วม		21%	
	แล้ง		36%	
	พายุ		14%	
	โรค	29%		
Sensitivity	พันธุ์	25%		
	การใช้ที่ดิน		42%	
	จำนวนวันกรีด	33%		
Adaptive capacity	ปรับปรุงพันธุ์		29%	
	ปรับปรุงบำรุงดิน	21%		
	เปลี่ยนชนิดพืช		14%	
	การลดความเสียหายของหน้ากรีด	36%		

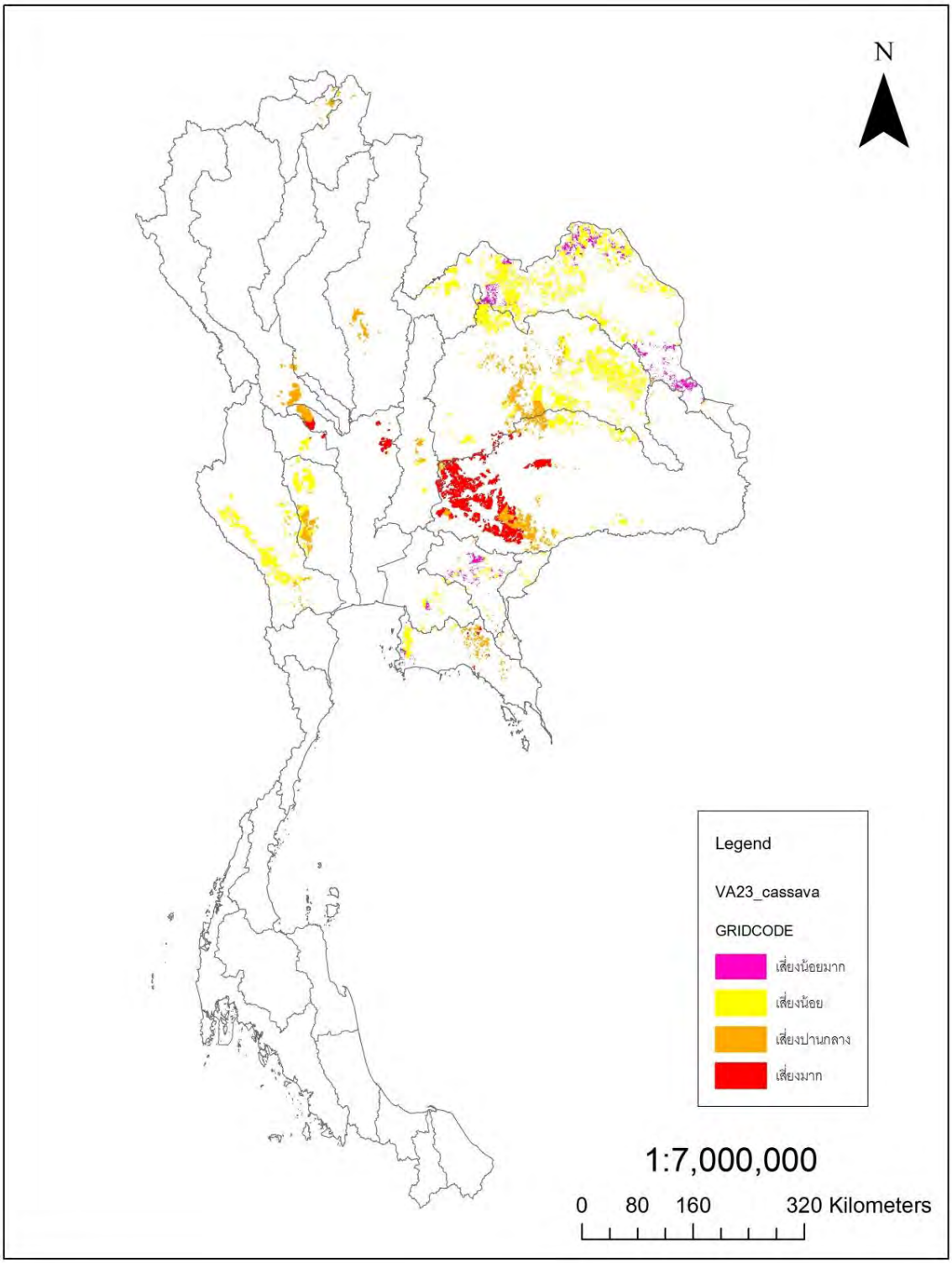
และสามารถแสดงแผนที่ความเปราะบางเบื้องต้นภายใต้ข้อมูลที่สมบูรณ์ได้ดังรูปที่ 7.2-12 ถึง 7.2-16



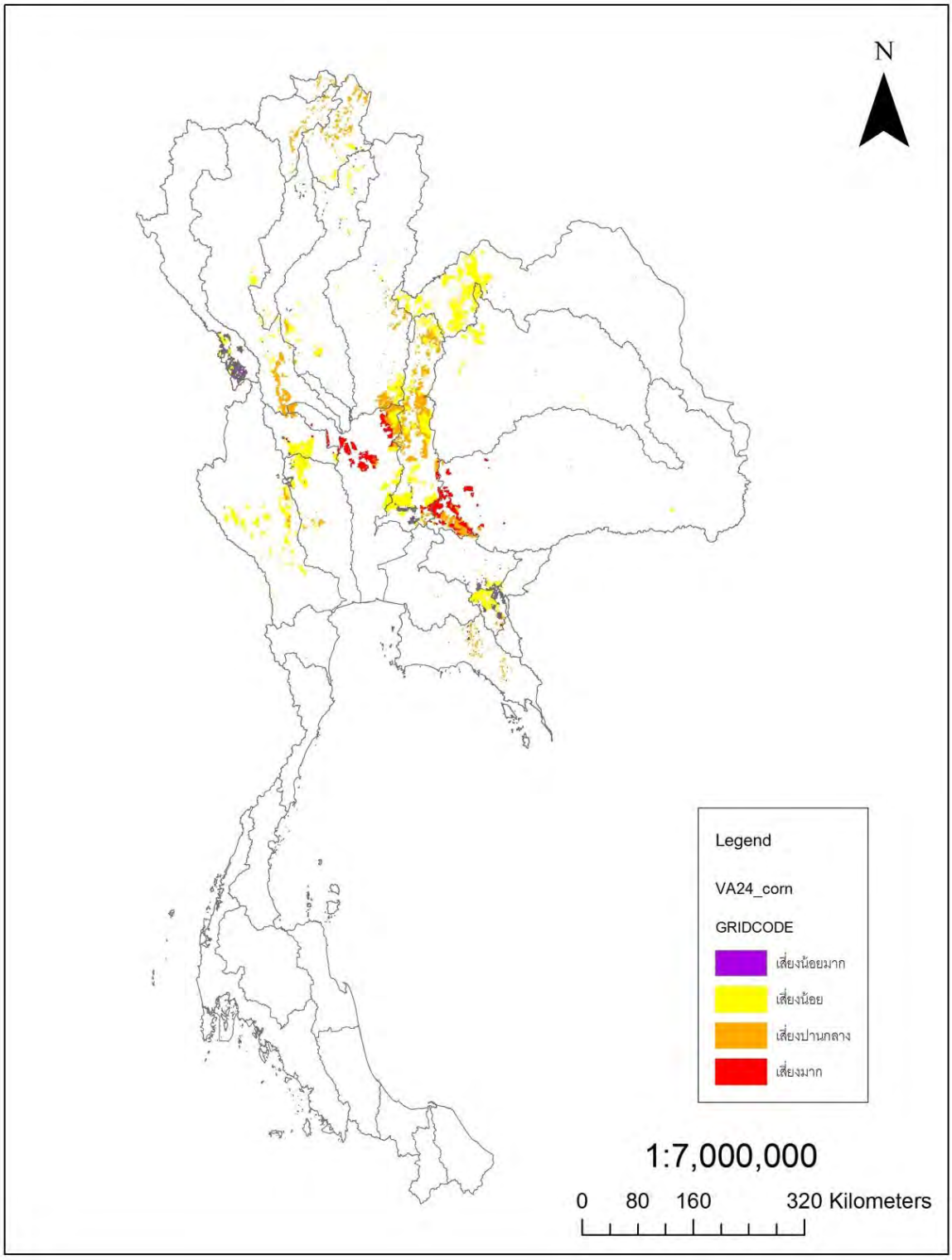
รูปที่ 7.2-12 แผนที่ความเปราะบาง กรณีข้าว



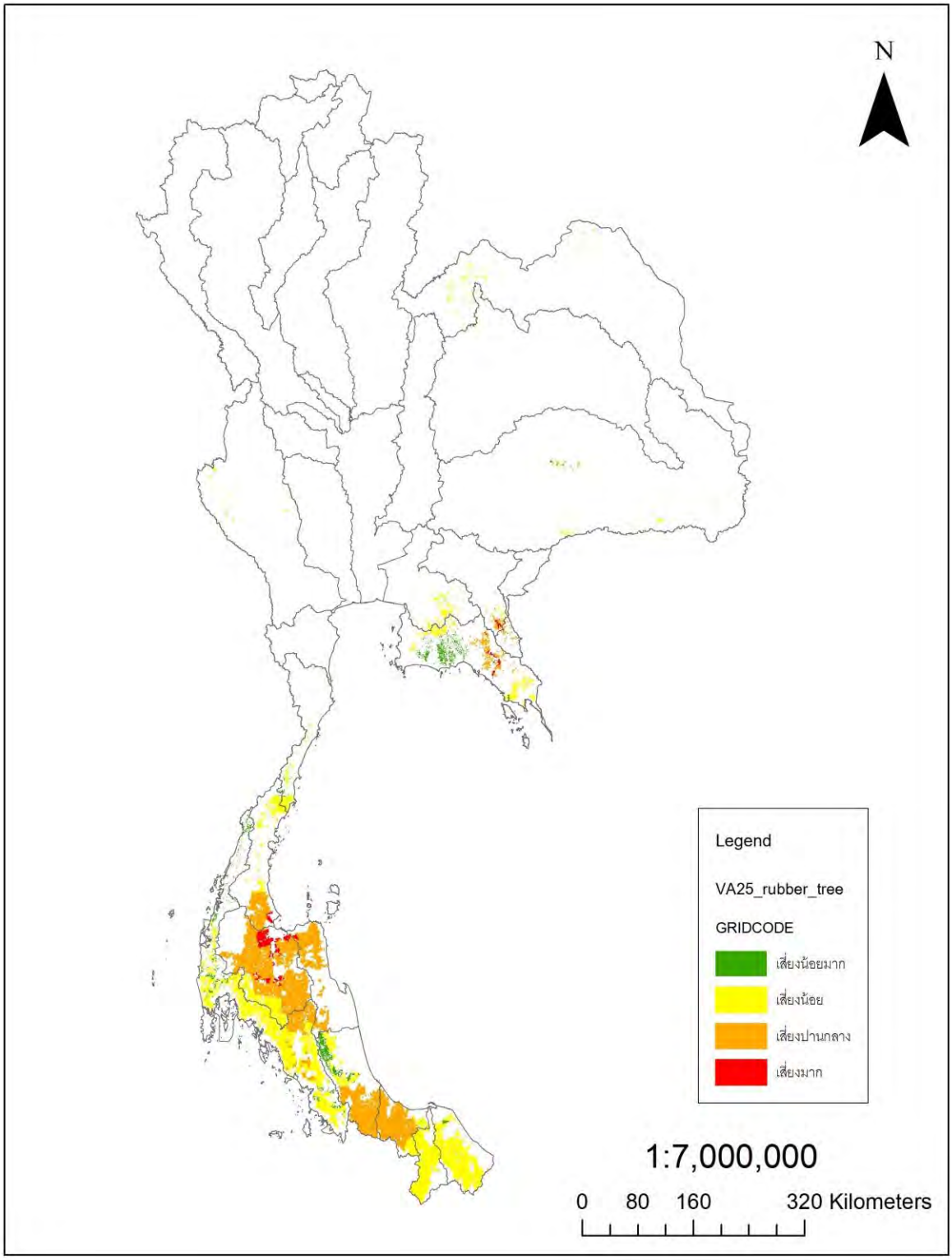
รูปที่ 7.2-13 แผนที่ความเปราะบาง กรณีอ้อย



รูปที่ 7.2-14 แผนที่ความเปราะบาง กรณีมันสำปะหลัง



รูปที่ 7.2-15 แผนที่ความเปราะบาง กรณีข้าวโพด



รูปที่ 7.2-16 แผนที่ความเปราะบาง กรณียางพารา

นอกจากนี้ ทางผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะว่า สำหรับประเทศไทยด้านการเกษตรพบว่าความแปรปรวนของภูมิอากาศมีผลกระทบรุนแรงต่อพืชผลการเกษตรที่สำคัญ คือ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ปาล์มน้ำมัน ยางพารา เป็นต้น ซึ่งเกษตรกรจะต้องทำการรับมือกับความแปรปรวนของภูมิอากาศ เช่น การปรับปรุงพันธุ์ข้าว เลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูก ทำการปรับช่วงเวลาปฏิทินการเพาะปลูก จัดการดินให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก

7.2.3 ภาคการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

จากการประชุม เมื่อวันพฤหัสบดีที่ 16 กรกฎาคม 2558 เวลา 08.30 - 16.00 น. ณ ห้องประชุม VIE function 1&2 ชั้น 12 โรงแรมวี กรุงเทพมหานคร เรื่องความเสี่ยง ผลกระทบ ความเปราะบางและการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ในปัจจุบันและในอนาคต มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความเสี่ยง ผลกระทบ ความเปราะบางและการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ในปัจจุบันและในอนาคตโดยมีผู้เชี่ยวชาญในด้านที่เกี่ยวข้อง มานำเสนอ แลกเปลี่ยน และตอบข้อซักถาม รวมผู้เข้าร่วมประชุม 43 คน สิ่งที่ได้จากการประชุมคือ ปัจจัยความเสี่ยง ผลกระทบ ตัวแปรเพื่อใช้ในการคำนวณความเปราะบางและการปรับตัว

ในการประชุมครั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะการแบ่งกลุ่มเป็น 5 กลุ่ม คือ 1) ส่วนกลาง (หน่วยงานราชการ) 2) มหานคร (กรุงเทพมหานคร) 3) หัวเมืองใหญ่ในภูมิภาค (ขอนแก่น) 4) เมืองที่กำลังพัฒนา (อุบลราชธานี) และ 5) เมืองที่มีอัตราการพัฒนาสูง (จังหวัดอุดรธานี)จากการวิเคราะห์การระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว สามารถจัดทำแผนที่ความเปราะบางของการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ โดยแสดงพื้นที่ที่เกิดความเสี่ยง ความอ่อนไหว และความสามารถในการปรับตัว รวมทั้งได้อธิบายถึงพารามิเตอร์และการให้น้ำหนักในแต่ละประเด็นจากการระดมความคิดเห็นจากหน่วยงานแสดงดังตารางที่ 7.2-15 ถึง 7.2-16

ตารางที่ 7.2-15 ตัวแปรที่สำคัญในแต่ละกลุ่มของภาคการตั้งถิ่นฐาน

ของมนุษย์

	เมืองที่มีอัตราการพัฒนาสูง	**เมืองที่กำลังพัฒนา**	**หัวเมืองใหญ่ในภูมิภาค**	**มหานคร**	**ส่วนกลาง**	**รวม**
Exposure (ความเสี่ยง)						
น้ำท่วม	1	1	1	1	1	5
แล้ง	1	1	1	1	1	5
น้ำเสีย	1				1	2
พายุ	1				1	2
ไฟป่า		1			1	2
วาตภัย		1	1		1	3
ดินถล่ม		1			1	2
กัดเซาะชายฝั่ง				1	1	2
ภัยหนาว		1			1	2
น้ำเค็มรุกล้ำ					1	1
Sensitivity (ความอ่อนไหว)						
ความหนาแน่นของประชากร	1	1	1	1	1	5
การใช้ที่ดิน	1	1	1	1	1	5
การเมืองท้องถิ่น					1	1
โครงสร้างประชากร ผู้สูงอายุ เด็ก ผู้ป่วย	1			1	2	
โครงสร้าง+รูปแบบที่อยู่อาศัย					1	1
การคมนาคม สัญจร โครงสร้างพื้นฐาน				1	1	
คุณภาพดิน (ดินเค็ม)					1	1
คุณลักษณะผู้อยู่อาศัย เช่น คนพิการ ผู้ป่วยเรื้อรัง			1	1		
ชุมชนชายฝั่งทะเล (Coastal Settlements)				1	1	
อายุ					1	1
พื้นที่สีเขียว/พื้นที่รองรับ			1	1		

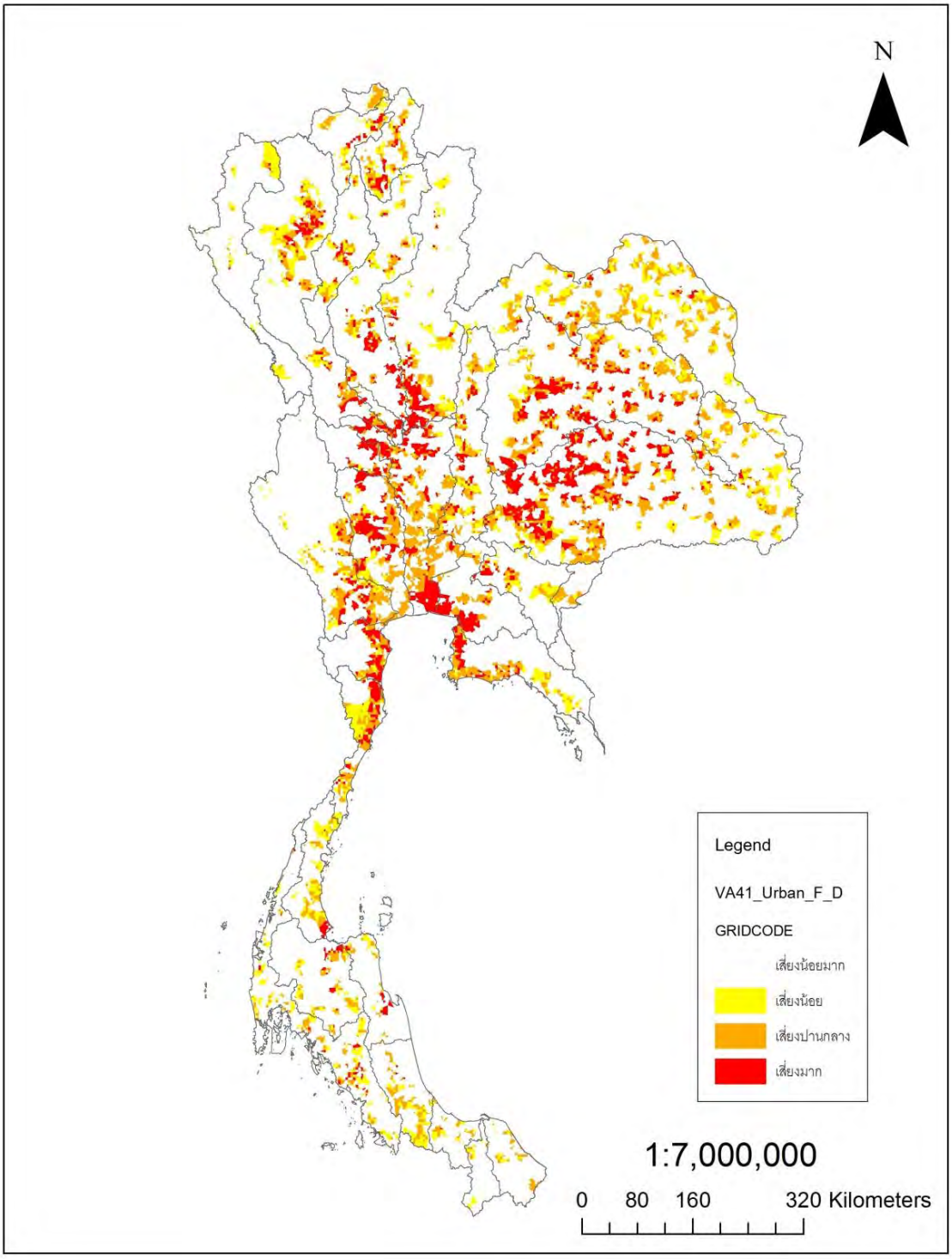
	เมืองที่มีอัตราการพัฒนาสูง	เมืองที่กำลังพัฒนา	หัวเมืองใหญ่ในภูมิภาค	มหานคร	ส่วนกลาง	รวม
น้ำ/แหล่งน้ำธรรมชาติใต้ดิน-บนดิน						
รายได้ของประชากร		1		1	1	3
ลักษณะการประกอบอาชีพ (ผลกระทบต่ออาชีพ)			1	1		
ลักษณะของภูมิประเทศ					1	1
สภาพภูมิอากาศ					1	1
การเมือง	1			1	1	3
ผู้นำท้องถิ่น	1				1	2
Adaptive (ความสามารถในการปรับตัว)						
พื้นที่ชลประทาน	1	1	1	1	1	5
GDP ต่อหัว	1	1	1	1	1	5
โครงสร้างพื้นฐาน	1	1			1	3
โครงสร้าง+การบริหารจัดการน้ำ	1			1	2	
โครงสร้างอายุของประชากร/ภาระพึ่งพิงในครัวเรือน (จำนวนทารก/เด็ก/คนชรา/คนพิการ)	1				1	2
institution (องค์กรเปราะบาง)					1	1
Intra-building					1	1
ข้อมูลข่าวสาร	1					1
ภูมิปัญญาท้องถิ่น	1			1		2
เศรษฐกิจและสังคมของประชากร	1				1	
บทบาทของ อปท.		1	1	1		3
งบประมาณ			1			1

ตารางที่ 7.2-16 ตัวแปรที่สำคัญและการให้น้ำหนักในแต่ละประเด็น

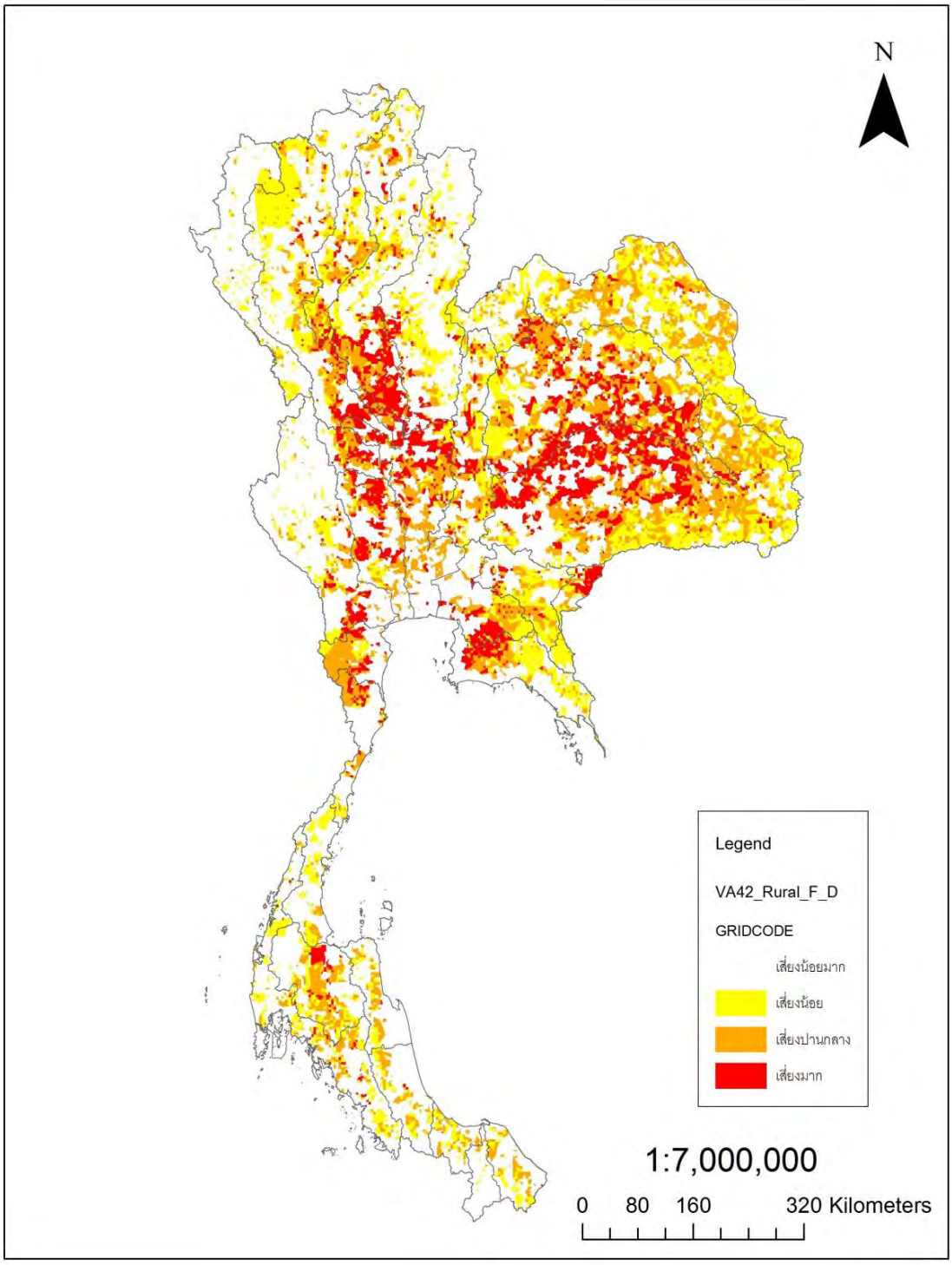
ของภาคการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

ประเด็น	รายละเอียด	ความสำคัญ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
Exposure	น้ำท่วม	/		
	แล้ง	/		
	วาตภัย		/	
Sensitivity	ความหนาแน่นของประชากร	/		
	การใช้ที่ดิน	/		
	รายได้ของประชากร		/	
	การเมือง		/	
Adaptive capacity	พื้นที่ชลประทาน	/		
	GDP ต่อหัว	/		
	โครงสร้างพื้นฐาน		/	
	บทบาทของ อปท.		/	

และสามารถแสดงแผนที่ความเปราะบางเบื้องต้นภายใต้ข้อมูลที่สมบูรณ์ได้ดังรูปที่ 7.2-17 ถึง 7.2-18



รูปที่ 7.2-17 แผนที่ความเปราะบาง กรณีการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์
ในชุมชนเมืองทั้งจากภัยแล้งและน้ำท่วม



รูปที่ 7.2-18 แผนที่ความเปราะบาง กรณีการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์
ในชุมชนชนบททั้งจากภัยแล้งและน้ำท่วม

7.2.4 ภาคสุขภาพ

จากการประชุม เมื่อวันศุกร์ที่ 14 สิงหาคม 2558 เวลา 08.30-16.00 น. ณ ห้องประชุม Platinum 1 Lobby floor, INTERCONTINENTAL BANGKOK Ploenchit Bangkok เรื่องความเสี่ยง ผลกระทบ ความเปราะบางและการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับภาคสุขภาพในปัจจุบันและในอนาคต มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความเสี่ยง ผลกระทบ ความเปราะบางและการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับภาคสุขภาพในปัจจุบันและในอนาคต โดยมีผู้เชี่ยวชาญในด้านที่เกี่ยวข้อง มานำเสนอ แลกเปลี่ยน และตอบข้อซักถาม รวมผู้เข้าร่วมประชุม 42 คน สิ่งที่ได้จากการประชุมคือ ปัจจัยความเสี่ยง ผลกระทบ ตัวแปรเพื่อใช้ในการคำนวณความเปราะบางและการปรับตัว

ในการประชุมครั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะการแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มน้ำท่วม 2) กลุ่มภัยแล้ง และ 3) กลุ่ม Heat Stroke ซึ่งสรุปประเด็นของแต่ละกลุ่มได้ดังนี้

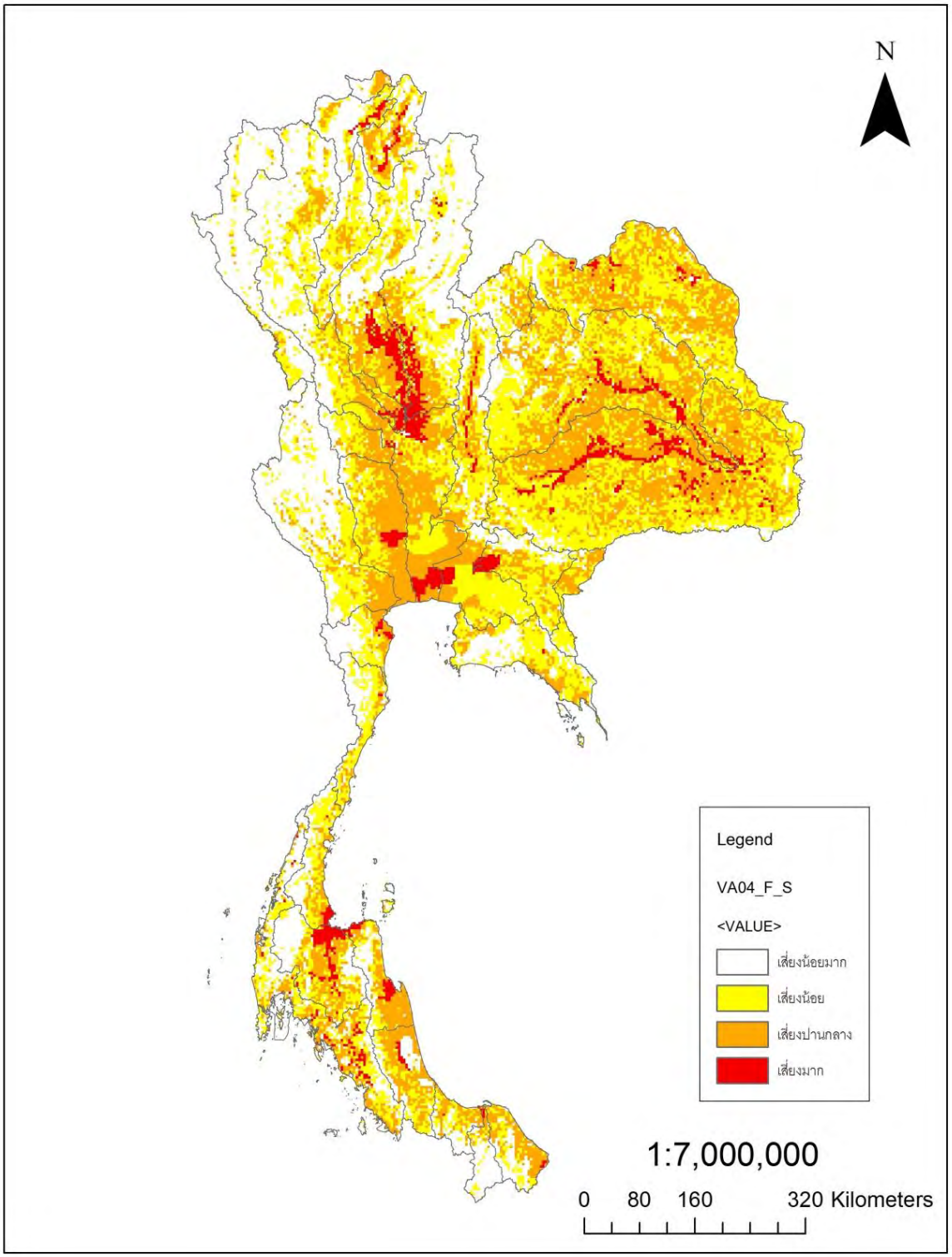
ตารางที่ 7.2-17 ตัวแปรที่สำคัญในแต่ละประเด็นของภาคสุขภาพ

ตัวแปร	**ภาคส่วนต่าง ๆ**		
Exposure (ความเสี่ยง)	น้ำท่วม ● แผนการรับมือที่ทาง ปภ.จะมีพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมซ้ำซาก ทางกระทรวงสาธารณสุขจะใช้ข้อมูลในส่วนนี้เตรียมความพร้อม โดยกระทรวงสาธารณสุขต้องการข้อมูลเวลาที่น้ำมาจะมีเวลาในการเตรียมการมากน้อยเพียงใด ● สถานพยาบาล ● พื้นที่ชุมชน	ภัยแล้ง -	กลุ่ม Heat Stroke ● โรคที่เกิดจากความร้อน คือ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์
Sensitivity	● กลุ่มผู้สูงอายุ เด็ก สตรี	● ความหนาแน่นของ	● ปัจจัยส่วนบุคคล

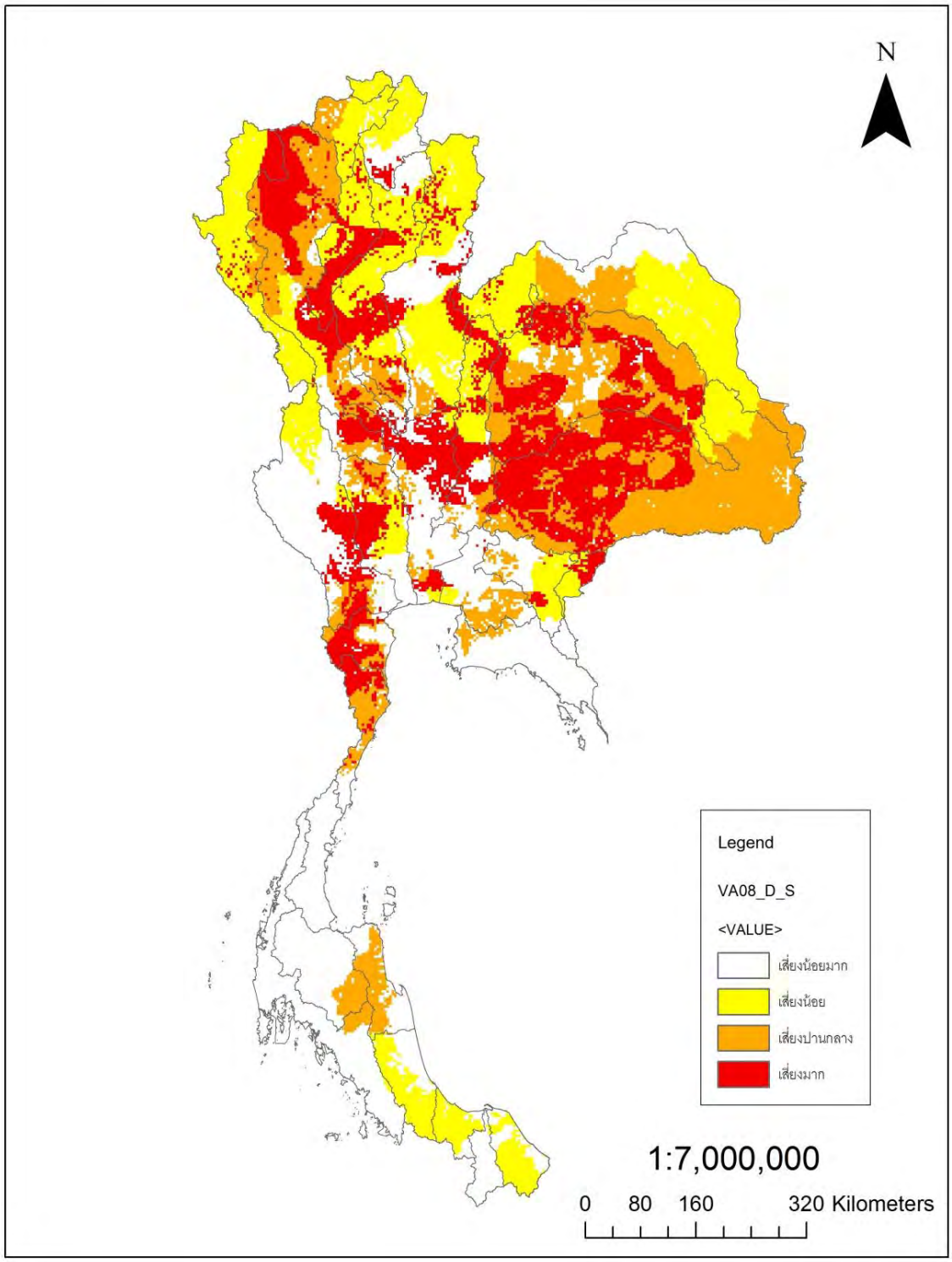
ตัวแปร	ภาคส่วนต่าง ๆ		
(ความอ่อนไหว)	มีครรภ์ ผู้ป่วยติดเตียงที่บ้าน และผู้ป่วยวิกฤต newborn	ประชากร ● ประชากรในทุกกลุ่มวัยโดยกลุ่มเสี่ยงเฉพาะเช่น เด็ก 0-5 ปีเด็กทุพโภชนาการ หญิงตั้งครรภ์ ให้นมบุตรผู้สูงอายุ ผู้ป่วยเรื้อรัง เช่น เบาหวาน ความดัน มะเร็ง ● อาชีพ เน้นภาคเกษตรกรรม และข้อมูลอาชีพหลัก, รอง ในกรณีที่ไม่สามารถประกอบอาชีพหลักได้จากการเกษตรกรรม ● สถานที่ที่คนอยู่รวมกัน เช่น ชุมชนเมืองชุมชนชนบท สถานพยาบาล โรงเรียนที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ ● โครงข่ายและการเข้าถึงน้ำสะอาดในพื้นที่	กลุ่มเสี่ยง เช่น เด็ก ผู้สูงอายุ คนอ้วน และผู้ที่ดื่มสุรา (จะมีความร้อนสูง) ● พฤติกรรมจะดูในเรื่องของการออกกำลังกาย กลุ่มที่ทำงานกลางแจ้ง เช่น ชาวนา เกษตรกร เป็นต้น
Adaptive (ความสามารถในการปรับตัว)	● มีแผนรับมือเพียงพอและชัดเจน ด้านข้อมูลได้รับจากกรมป้องกัน	● การจัดการน้ำอย่างเป็นระบบ ● รายได้ของประชากร	● องค์ความรู้ของประชาชน ระบบบริการสาธารณสุข

ตัวแปร	ภาคส่วนต่าง ๆ		
	และบรรเทาสาธารณภัย จะมีการปรับปรุงข้อมูลอยู่ตลอดเวลา ● พื้นที่พิเศษ เช่น เศรษฐกิจพิเศษ จังหวัดที่มีความเสี่ยงจะมีแผนรองรับในส่วนนี้เช่นกัน	● แผนรองรับภัยแล้ง ● ระบบสนับสนุน เช่น การแจ้งเตือน การช่วยเหลือ เป็นต้น	ระบบเฝ้าระวังความเข้มแข็งของเครือข่ายในชุมชน ● ความรู้ และความพร้อมของแพทย์พยาบาลในพื้นที่ (การวินิจฉัยโรคความร้อนอย่างไรบ้าง)

และสามารถแสดงแผนที่ความเปราะบางเบื้องต้นภายใต้ข้อมูลที่สมบูรณ์ได้ดังรูปที่ 7.2-19 ถึง 7.2-20 ซึ่งจะมีความคล้ายคลึงกับภาคภัยพิบัติด้านน้ำ



รูปที่ 7.2-19 แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำท่วม ภาคสุขภาพ



รูปที่ 7.2-20 แผนที่ความเปราะบาง กรณีน้ำแล้ง ภาคสุขภาพ

นอกจากนี้ ยังมีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

1) การกระจายของแพทย์ค่อนข้างที่จะทั่วถึง สามารถระดมแพทย์หรือบุคลากรที่จะเข้ามาช่วยในพื้นที่ที่เกิดปัญหาได้
2) ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำการจะวิเคราะห์การไหลของน้ำเพื่อที่จะตอบกับผู้บริหารให้ได้นั้นค่อนข้างยาก ซึ่งแผนต่างๆ ของจังหวัดส่วนใหญ่จะมีพร้อมอยู่แล้ว โดยทางผู้ว่าจะเป็นประธาน และนายแพทย์ สสจ. ถ้าเหนือขอบข่ายอำนาจก็จะเป็นผู้ตรวจราชการซึ่งดูแลในระดับของเขต สำหรับการกระจายแพทย์ได้มีการกระจายแพทย์ไปตามสถานพยาบาลให้ทั่วถึง แต่กรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินก็จะมีการระดมแพทย์จากหน่วยต่างๆ โดยที่ใดยังไม่เกิดก็จะส่งแพทย์มาก่อน ด้านโภชนาการ ได้มีหลักสูตรสำหรับผู้บริหาร public health ด้วย และด้านโครงสร้างของตึก ปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุขได้มีโครงสร้างของตึกที่รองรับแผ่นดินไหวเช่นกัน
3) ศาสตร์ด้านการแพทย์ ด้านอุบัติภัย วาตภัย ปัจจุบันทางด้านการแพทย์จะมีแนวทางการจัดการอย่างไรบ้าง และโอกาสที่เกิดความเสี่ยงนั้นมีมากน้อยเพียงใด จะได้เตรียมองค์ความรู้ ทรัพยากร อุปกรณ์ คน องค์กร และกระบวนการ เป็นต้น สิ่งที่อยากให้มองคือโรคที่ไม่ได้เกิดจากโรคติดเชื้อ เช่น โรคเบาหวาน โรคความดัน เป็นต้น
4) การให้องค์ความรู้ จะมีหน่วยงานใดบ้างที่จะบอกได้ว่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์เป็นอย่างไร
5) สิ่งที่อยากได้คือ ข้อมูลกลางที่สามารถบอกถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมว่ามีความเสี่ยงต่อโอกาสเป็นอย่างไรบ้าง

(หมายเหตุ ในปี 2560 ทางกรมอนามัยได้เตรียมจัดทำแผนแม่บทการปรับตัวด้านสุขภาพโดยได้รับความร่วมมือกับ WHO อยู่)

บทที่ 8
การพัฒนาและสร้างความแข็งแรงเครือข่าย V&A ในการวิจัยและพัฒนา

ในการดำเนินการโครงการในครั้งนี้ ทางโครงการได้วางเป้าหมายในการสร้างเครือข่ายของงาน V&A โดยเฉพาะในสาขาที่คัดเลือก โดยทำการจัดการบรรยายและการประชุมเชิงปฏิบัติการ เริ่มจาก (1) ถ่ายทอดแนวคิดการประเมินความเปราะบาง ความเสี่ยงในภาพรวมและในสาขานั้นๆ เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (2) หาพารามิเตอร์ในการประเมินความเปราะบาง (3) หาพารามิเตอร์ในการประเมินความเสี่ยง และ (4) หาองค์ประกอบในการประเมินความสามารถในการรับมือจากผลกระทบ ตารางที่ 8-1เป็นการบรรยายและการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการที่จัดขึ้นในระหว่างโครงการ

ตารางที่ 8-1 การจัดบรรยายและการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการร่วมระหว่างโครงการ

วันที่	กิจกรรม	สถานที่
3 เมษายน 2558	การประชุมรับฟังความคิดเห็นต่อโครงการ ครั้งที่ 1	โรงแรมวี กรุงเทพฯ
12 พฤษภาคม 2558	การประชุมกลุ่มย่อย ครั้งที่ 1 (ด้านภาคเกษตร)	โรงแรม เดอะแลนด์มาร์ค กรุงเทพฯ
16 กรกฎาคม 2558	การประชุมกลุ่มย่อย ครั้งที่ 2 (ด้านการตั้งถิ่นฐาน)	โรงแรมวี กรุงเทพฯ
14 สิงหาคม 2558	การประชุมกลุ่มย่อย ครั้งที่ 3 (ด้านสุขภาพ)	INTERCONTINENTAL BANGKOK
9 กันยายน 2558	การประชุมกลุ่มย่อย (หาผลสรุปด้านเกษตร)	กรมการข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
21 กันยายน 2558	การประชุมกลุ่มย่อย ครั้งที่ 1 (ด้านทรัพยากรน้ำ)	โรงแรมแมนดาริน พระราม 4
22 กันยายน 2558	การประชุมกลุ่มย่อย ครั้งที่ 2 (ด้านทรัพยากรน้ำ)	โรงแรมแมนดาริน พระราม 4
6 ตุลาคม 2558	การประชุมกลุ่มย่อย ครั้งที่ 3 (ด้านทรัพยากรน้ำ)	โรงแรมแมนดาริน พระราม 4

วันที่	กิจกรรม	สถานที่
14 ตุลาคม 2558	สัมมนาวิชาการ ครั้งที่ 1	โรงแรม เดอะ สุโกศล ถนนศรีอยุธยา
6 มิถุนายน 2559	หารือเกี่ยวกับเกณฑ์ความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
14 กรกฎาคม 2559	หาเกณฑ์ความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรง และการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ	โรงแรม อมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ
19 ธันวาคม 2559	การประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติ และการปรับตัวของชุมชน	โรงแรม เดอะ สุโกศล ถนนศรีอยุธยา

ผลการจัดบรรยายและการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการทำให้ทางโครงการสามารถนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และประเมิน จัดทำเป็นแผนที่ความเปราะบาง และความเสี่ยงในภาพรวมและในสาขานั้นๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถทำให้ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ในสาขานั้นมีความเข้าใจ และสามารถนำผลการวิเคราะห์ประเมินไปประกอบการจัดทำแผนงาน และงบประมาณในแผนระยะยาวของแต่ละส่วนงานได้ดียิ่งขึ้น (รายชื่อผู้เข้าร่วมในการฟังบรรยายและการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการสรุปในภาคผนวกจ)

ในระหว่างโครงการ ทางสกว. ได้สนับสนุนให้มีการจัดทำโครงการการประมวลและสังเคราะห์องค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 2 (TAR2) ซึ่งก็มีทีมวิจัยของโครงการเข้าร่วมในการสรุปความรู้ที่ประเทศมี และจัดทำเป็นเอกสารทางวิชาการระดับประเทศไว้ (ดังตัวอย่างสารบัญของผลงาน TAR2 ในภาคผนวก ช)

การดำเนินการโครงการ V&A นี้ได้สร้างผลงานทางวิชาการ ได้ดำเนินผลการศึกษาในที่ประชุมนานาชาติ ICID 12 ที่ประเทศอียิปต์ (ดังบทความในภาคผนวก ง) และเข้าร่วมการจัดประชุมนานาชาติ THA2017 ในหัวข้อ Water Management and Climate Change ระหว่างวันที่ 25 ถึง 27 มกราคม 2560 ที่กทม. ร่วมกับอีก 8 หน่วยงาน (ซึ่งได้มีร่วมออก Bangkok Statement 2017 ดังบทสรุปในภาคผนวก ฉ) การนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ the 2nd International World Research Congress by JGSEE and CEE-PERDO, Golden Tulip Sovereign Hotel, June 26-28, 2017,

Bangkok, Thailandในเรื่อง Water Management and Technology to cope with Climate Change in Thailand (ดังเอกสารนำเสนอในภาคผนวก ซ)

นับว่าการดำเนินการโครงการนี้ได้สร้างองค์ความรู้ พัฒนาวิชาการ และสร้างเครือข่ายของการวิจัยทางด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปรับตัวขึ้นในประเทศ ทั้งระดับหน่วยงาน ชุมชน และนโยบาย รวมทั้งการสร้างเครือข่ายในอาเซียน และเอเซียขึ้น

บทที่ 9
บทสรุป

การดำเนินโครงการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตความล่อแหลม เปราะบางและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญในการศึกษาได้ศึกษาภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมการศึกษาและภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยการประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยงภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและอนาคตวิเคราะห์ความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรง และการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผลการประเมินความเปราะบางของภาคส่วนต่างๆ และการพัฒนาและสร้างความแข็งแรงเครือข่าย V&A ในการวิจัยและพัฒนา

บทสรุป

การศึกษาภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม ได้ทำการสังเคราะห์และกำหนดภาพฉายของแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย 3 ภาพฉาย คือ SSP1, SSP2 และ SSP3 ภาพฉายด้านสังคม ได้มีทำการกระจายจำนวนประชากรรายจังหวัดของ สศช. ลงไปในระดับตำบลโดยใช้ข้อมูลประชากรรายตำบลจากกรมการปกครองเป็นข้อมูลฐาน และภาพฉายด้านเศรษฐกิจ จากนโยบายการพัฒนาไทยแลนด์ 4.0 ที่ประกาศโดยรัฐบาลปัจจุบันได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาประเทศให้ก้าวข้ามกับดักรายได้ปานกลาง ภายใต้ยุทธศาสตร์นี้ ได้กำหนดภาพฉายประเทศไทยในอนาคตไว้สองแบบ คือ ภาพฉายที่ 1 ใช้แนวการเจริญเติบโตในอดีตซึ่งมีค่าอัตราการเจริญเติบโต GDP 3.2% และภาพฉายที่ 2 ใช้แนวการเจริญเติบโตตามนโยบายยุทธศาสตร์ไทยแลนด์ 4.0 และกรอบการพัฒนาของ สศช. โดยมีค่าอัตราการเจริญเติบโต GDP 5%

การศึกษาและภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยประกอบด้วยขั้นตอนการทบทวนแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกภายใต้ CMIP5 ภาพการณ์จำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การคัดเลือกตัวแทนแบบจำลองภูมิอากาศโลกสำหรับประเทศไทย และภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย จากผลการคำนวณค่า BIAS และ RMSE ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก 9 แบบจำลอง ของการจำลองปริมาณฝนในประเทศไทยในช่วงเวลา ค.ศ.1979-

2005 และผลการวิเคราะห์ค่า BIAS และ RMSE แยกเป็นฤดูกาลคือ ช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง แบบจำลองที่มีค่า BIAS ใกล้เคียง 1 มากที่สุดและมีค่า RMSE น้อยที่สุด คือ IPSL-CM5A-MR และแบบจำลองที่มีค่า BIAS ใกล้เคียง 1 อีกสองลำดับถัดมาได้แก่ GFDL-CM3 และ MRI-CGCM3 ในการศึกษานี้จึงเลือกใช้ 3 แบบจำลองนี้ได้แก่ IPSL-CM5A-MR, GFDL-CM3 และ MRI-CGCM3

ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย ใช้ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด และปริมาณฝนรายวัน ช่วงปีค.ศ. 2016-2100 จาก 3 แบบจำลองภายใต้ RCP 2.6 RCP 4.5 และ RCP 8.5 ที่ได้ทำการปรับแก้ความเอนเอียงเชิงสถิติ และทำการย่อส่วนให้ข้อมูลมีความละเอียด $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ ด้วยวิธี Delta Method และ Spatial Disaggregation พบว่า ทั้ง 3 แบบจำลองให้ภาพจำลองอุณหภูมิสูงที่สุดและภาพจำลองอุณหภูมิต่ำที่สุดไปในแนวทางเดียวกัน ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีจาก 3 แบบจำลองให้ปริมาณฝนที่สูงขึ้น โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจากทั้ง 3 RCPs ของแบบจำลอง MRI-CGCM3 IPSL-CM5A-MR และ GFDL-CM3 มีค่า 1864, 1896 และ 1803 มม. ต่อปี ตามลำดับ ความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงปีค.ศ. 2017-2100 เทียบกับช่วงปีค.ศ. 2016-2045 ยกเว้นบริเวณภาคใต้ จากแบบจำลอง MRI-CGCM3 และ GFDL-CM3 ที่ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2045 มีแนวโน้มสูงกว่าในช่วงปีค.ศ. 2017-2100

การประเมินปัจจัยที่สำคัญของความเสี่ยงภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและอนาคตความเสี่ยงในอนาคตจากสองแรงผลัก หนึ่งคือความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนในการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคม ทั้งจากแนวการพัฒนาและเป้าหมายจากนานาชาติ เช่น เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ (Sustainable Development Goals (SDGs)), Water -Energy- Food -NEXUS รวมถึงแนวทางและยุทธศาสตร์การพัฒนาของประเทศไทยเอง เช่น ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี, แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12, 13 ที่จะสอดรับกับแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

การวิเคราะห์ความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรง และการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภัยพิบัติได้มีตัวอย่างมาตรการการจัดการความเสี่ยงของภัยพิบัติต่อการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมาตรการการปรับตัวที่เป็นไปได้ของภาคทรัพยากร ภาคเกษตร ภาคสุขภาพ ภาคการขนส่ง และภาคเมืองและได้มีการบริหารจัดการความเสี่ยงของภาครัฐภายใต้การจัดลำดับความสำคัญนี้ ประเด็นที่สำคัญเพิ่มเติมคือศักยภาพของการรับมือทั้งใช้โครงสร้างและไม่ใช้โครงสร้างของภาครัฐ และความสามารถในการปรับตัวของชุมชน

ประเมินศักยภาพในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขงได้นิยามความสามารถในการรับมือคือ วิธีการที่ประชาชนหรือองค์กรใช้ทรัพยากรและความสามารถที่มีอยู่ในการเผชิญหน้ากับผลกระทบทางลบซึ่งอาจนำไปสู่ภัยพิบัติ (disaster) ในการประเมินความสามารถในการรับมือ Coping capacity ครั้งนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางพื้นที่ (spatial analysis) โดยวิธีการซ้อนทับของแผนที่ GIS (GIS overlay technique) โดยทำการระดมความคิดเห็นจากหน่วยงานสรุปได้เป็น 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มทรัพยากรน้ำ 2) กลุ่มเกษตร 3) กลุ่มการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ และ 4) กลุ่มสุขภาพ

ผลการประเมินความเปราะบางของภาคส่วนต่างๆ ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ความเปราะบางของภาคส่วนที่สำคัญในแต่ละพื้นที่ โดยใช้หลักการเบื้องต้นทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การซ้อนทับข้อมูล (Overlay) และการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) โดยพิจารณาจากสามปัจจัยหลักได้แก่ ภัย (exposure), ความอ่อนไหว (sensitivity) และความสามารถในการปรับตัว (adaptive capacity) โดยแบ่งพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งเป็น 4 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยงน้อยมาก พื้นที่เสี่ยงภัยน้อย พื้นที่เสี่ยงปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงมาก สำหรับประเด็นที่มาของตัวแปรที่พิจารณาและการให้คะแนนความสำคัญ (Weight) ของตัวแปรที่เลือกมานั้น ใช้การประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน ได้แก่ ภาคทรัพยากรน้ำ ภาคเกษตร ภาคความมั่นคงของมนุษย์ และภาคสุขภาพ และได้จัดทำแผนที่ผลประเมินความเปราะบางรายภาคส่วนเพื่อใช้ประกอบการวางแผนการปรับตัวและการวางแผนพัฒนาระยะยาวของแต่ละภาคส่วนได้ต่อไป

การพัฒนาและสร้างความแข็งแรงเครือข่าย V&A ในการวิจัยและพัฒนาได้มีการวางเป้าหมายในการสร้างเครือข่ายของงาน โดยเฉพาะในสาขาที่คัดเลือก โดยได้โดยทำการจัดการบรรยายและการประชุมเชิงปฏิบัติการ เริ่มจาก (1) ถ่ายทอดแนวคิดการประเมินความเปราะบาง ความเสี่ยงในภาพรวมและในสาขานั้นๆ เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (2) หาพารามิเตอร์ในการประเมินความเปราะบาง (3) หาพารามิเตอร์ในการประเมินความเสี่ยง และ (4) หาองค์ประกอบในการประเมินความสามารถในการรับมือจากผลกระทบ

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย2557. การลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนพิมพ์ครั้งที่ 1: พฤศจิกายน 2557 ISBN: 978-974-680-384-7.

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2553), รายงานแห่งชาติฉบับที่ 2 การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย, เสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย(2556). เอกสารสรุปผลการสัมมนาเชิงปฏิบัติการจัดทำแผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยระดับกลุ่มจังหวัด และระดับจังหวัด ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 ระหว่างวันที่ 6-7 มิถุนายน 2556 ณ ห้องกรุงธนบอลล์รูม ชั้น 3 โรงแรมรอยัล ริเวอร์ เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร.

พงษ์ศักดิ์ สุทธินนท์ และคณะ.2558.การศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ รายงานต่อกรมทรัพยากรน้ำกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

มูลนิธิรักษ์ไทย.2557. คู่มือการวิเคราะห์ขีดความสามารถและความเปราะบางของชุมชนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.

รายงานผลการศึกษาความเปราะบางและมาตรการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศลุ่มน้ำลำภาชี, ITT 2015.

รายงานการศึกษามาตรการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศที่สามารถปรับใช้ได้ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาห้วยสายบาตรและลุ่มน้ำย่อยคลองท่าดี, Hubert Lohr 2015.

วิเชียรเกิดสุข, ศุภกรชินวรรโณ, พรวิไลไทรโพธิ์ทอง.2554. การประเมินผลกระทบความเสี่ยงความล่อแหลมเปราะบางและแนวทางการปรับตัวของระบบการเกษตร และสังคมเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต: กรณีศึกษาลุ่มน้ำชี-มูล, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553. แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศของโลก การผันผวนของราคาพลังงาน และวิกฤตอาหารของโลก เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2554. รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1, คณะทำงานกลุ่มที่ 1 : องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ.

ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2554. รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1, คณะทำงานกลุ่มที่ 2 : องค์ความรู้ด้านผลกระทบ ความล่อแหลม และการปรับตัว.

ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2554. รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1, คณะทำงานกลุ่มที่ 3 : องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก.

ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2553. การจัดทำรายงานแห่งชาติฉบับที่ 2, เสนอต่อสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สุจริต คูณธนกุลวงศ์, วินัย เชาวน์วิวัฒน์. การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกการประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 14 พฤษภาคม 2552.

สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสภาพน้ำบาดาล (กรณีศึกษา : โครงการชลประทานพลายชุมพล) รายงานวิจัย หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบจัดการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มิถุนายน 2553.

สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ. สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงของไทยและผลกระทบด้านน้ำ รายงานวิจัย หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบจัดการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตุลาคม 2553.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 2559, รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 2 พ.ศ.2559. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย: กรุงเทพมหานคร [อำนาจ ชิดไธสง, ปริเวท วรรณโกวิท, มัทนพรรณ จิ๋วเจียม, อัศมน ลิ่มสกุล, ศุภกร ชินวรรโณ และชโลทร แก่นสันติสุขมงคล (บรรณาธิการ)]

หน่วยวิจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและโครงสร้างพื้นฐาน, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.2556. โครงการ “การออกแบบและการพัฒนาแบบจำลองประเมินความเสี่ยงของเมืองในประเทศไทยเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารความเสี่ยงและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (ระยะที่1 การพัฒนาแบบจำลองต้นแบบ)”, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

อัศมน ลิ่มสกุล, 2559: หลักฐานการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยจากข้อมูลตรวจวัดที่พื้นผิว. ใน: รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 2: องค์ความรู้และข้อมูลข่าวสารปัจจุบันด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย. คณะทำงานกลุ่มที่ 1 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [อำนาจ ชิดไธสง, ปริเวท วรรณโกวิท, มัทนพรรณ จิ๋วเจียม, อัศมน ลิ่มสกุล, ศุภกร ชินวรรโณ และชโลทร แก่นสันติสุขมงคล (บรรณาธิการ)]

อำนาจ ชิดไธสง และคณะ.2553. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยเล่มที่ 2 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิอากาศในอนาคต. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

<u>ภาษาอังกฤษ</u>

ADPC. 2013. Integrating Disaster Risk Management into Climate Change Adaptation. Disaster Risk Management Practitioner’s Handbook Series. Bangkok.

ADPC. 2012. Risk Assessment and Formulation of Disaster Risk Reduction Strategy for Sindh and Punjab Provinces. Unpublished report.

Carlsen H, Dreborg KH, Wikman-Svahn P. 2012. Tailor-made scenario planning for local adaptation to climate change. Mitig Adapt Strateg Glob Change, DOI 10.1007/s11027-012-9419-x.

Chulalongkorn, The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Case Study: Plaichumphol Irrigation Project, Thailand), presented at JIID Seminar on Impact of Climate Change on Irrigation Systems, Bangkok, Jan 26, 2010.

Chulalongkorn University , Climate Change Impact Assessment Methodology to Water Resource Management in East Coast Basin, TRF seminar, Faculty of Engineering Chulalongkorn University , Mar 13, 2008.

Dufresne, J., Foujols, M., Denvil, S. et al. Climate change projections using the IPSL-CM5 Earth System Model: from CMIP3 to CMIP5. Clim Dyn (2013) 40: 2123. doi:10.1007/s00382-012-1636-1

Ebi KL. 2014. Health in the new scenarios for climate change research. Int J Environ Res Public Health; 10, 1-x manuscripts; doi:10.3390/ijerph100x000x.

Ebi KL, Hallegatte S, Kram T, Arnell NW, Carter TR, Edmonds J, Kriegler E, Mathur R, O'Neill BC, Kewyan R, Winkler H, van Vuuren DP, Zwickel T. 2014. A new scenario framework for climate change research: background, process, and future directions. Climatic Change, DOI 10.1007/s10584-013-0912-3.

Flato, G., J. Marotzke, B. Abiodun, P. Braconnot, S.C. Chou, W. Collins, P. Cox, F. Driouech, S. Emori, V. Eyring, C. Forest, P. Gleckler, E. Guilyardi, C. Jakob, V. Kattsov, C. Reason and M. Rummukainen, 2013: Evaluation of Climate Models. 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., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Giorgi, F., 2006: Regional climate modeling: Status and Perspectives. Journal de Physique, IV, 139, 101-118.

Hibbard K, Meehl GA, Cox PM, Friedlingstein P. 2007. A strategy for climate change stabilization experiments. EOS 88(20); 217, 219, 221.

IPCC (2013).Climate Change 2013: Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom, and New York: Cambridge University Press.

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 NewYork, NY, USA, pp. 1-32.

Jampanil, D., Nasu, S., Bongochgetsakul, N., Suttinon, P. (2011), Assessment on current global climate models simulations based on precipitation data by model selection for Thailand. International Journal of Advanced in Science and Technology, 184 – 187.

Kotsuki, S., Tanaka, K. and Watanabe, S. (2014), Projected hydrological change and their consistency under future climate in the Chao Phraya River Basin using multi-model and multi-scenarios of CMIP5 dataset. Hydrological Research Letters, 8(1), 27 – 32. doi: 10.3178/hrl.8.27.

Kriegler E, Edmonds J, Hallegatte S, Ebi KL, Kram T, Riahl K, Winker H, van Vuuren DP. 2014. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared policy assumptions. Climatic Change, DOI 10.1007/s10584-013-0971-5.

Laprise, R., et al., 2008: Challenging some tenets of Regional Climate Modelling. Meteorology and Atmospheric Physics, 100, 3-22.

Leo J. Donner, Bruce L. Wyman, Richard S. Hemler, Larry W. Horowitz, Yi Ming, Ming Zhao, Jean-Christophe Golaz, Paul Ginoux, S.-J. Lin, M. Daniel Schwarzkopf, John Austin, Ghassan Alaka, William F. Cooke, Thomas L. Delworth, Stuart M. Freidenreich, C. T. Gordon, Stephen M. Griffies, Isaac M. Held, William J. Hurlin, Stephen A. Klein, Thomas R. Knutson, Amy R. Langenhorst, Hyun-Chul Lee, Yanluan Lin, Brian I. Magi, Sergey L. Malyshev, P. C. D. Milly, Vaishali Naik, Mary J. Nath, Robert Pincus, Jeffrey J. Ploshay, V. Ramaswamy, Charles J. Seman, Elena Shevliakova, Joseph J. Sirutis, William F. Stern, Ronald J. Stouffer, R. John Wilson, Michael Winton, Andrew T. Wittenberg, and Fanrong Zeng, 2011: The Dynamical Core, Physical Parameterizations, and Basic Simulation Characteristics of the Atmospheric Component AM3 of the GFDL Global Coupled Model CM3. J. Climate, 24, 3484–3519, doi: 10.1175/2011JCLI3955.1.

Meehl GA, Hibbard K. 2007. Aspen Global Change Institute (AGCI). 2007. Summary Report: A strategy for climate change stabilization experiments with AOGCMs and ESMs. Aspen Global Change Institute 2006 Session: Earth System Models: The Next Generation. Report from Aspen Global Change Institute session, July 30-August 5, 2006 and joint WGCM/AIMES Steering Committee Meeting 27 September, 2006 (Aspen, Colorado, July 30-August 5, 2006). http://www.agci.org/dB/PDFs/Publications/06S1_WhitePaper.pdf.

Moss RH, Edmonds J.A, Hibbard KA, Manning MR, Rose SK, van Vuuren DP, Timothy R, Carter TR, Emori S, Kainuma M, Kram T, Meehl GA, Mitchell JFB, Nakicenovic N, Riahi K, Smith SJ. Stouffer RJ, Thomson AM, Weyan JP, Wilbanks TW. 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature 463, 747-756.

Moss, R. H., and Coauthors, 2010: The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature, 463, 747–756, doi:10.1038/nature08823.

Nakicenovic N, Alcamo J, de Vries B, et al. 2000. Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

Nelson GC, Rosegrant MW, Koo J, Robertson R, Sulser T, Zhu T, Ringler C, Msangi S, Palazzo A, Batka M, Magalhaes M, Valmonte-Santos R, Ewing M, Lee D. 2009. Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, DC, USA, 19 pp.

O'Neill BC, Kriegler E, Riahl K, Ebi K, Hallegatte S, Carter TR, Mathur R, van Vuuren DP. 2014. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socio-economic pathways. Climatic Change, DOI 10.1007/s10584-013-0905-2.

O'Neill BC, Kriegler E, Ebi KL, Kemp-Benedict E, Riahi K, Rothman D, van Ruijven B, van Vuuren DP, Birkmann J, Kok K, Levy M, Solecki W. 2015. The roads ahead: narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. Global Environmental Change, doi:10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004.

Samir, KC and Lutz W. 2014. The human core of the shared socioeconomic pathways: population scenarios by age, sex and level of education for all countries to 2100. Global Environ. Change, in press, http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenv-cha.2014.06.004.

Schmidli, J., et al., 2007: Statistical and dynamical downscaling of precipitation: An evaluation and comparison of scenarios for the European Alps. Journal of Geophysical Research, 112, D04105.

Seiji YUKIMOTO, Yukimasa ADACHI, Masahiro HOSAKA, Tomonori SAKAMI, Hiromasa YOSHIMURA, Mikitoshi HIRABARA, Taichu Y. TANAKA, Eiki SHINDO, Hiroyuki TSUJINO, Makoto DEUSHI, Ryo MIZUTA, Shoukichi YABU, Atsushi OBATA,Hideyuki NAKANO, Tsuyoshi KOSHIRO, Tomoaki OSE, and Akio KITOH, 2012, A New Global Climate Model of the Meteorological Research Institute: MRI-CGCM3 —Model

Description and Basic Performance— Journal of the Meteorological Society of Japan, Vol. 90A, pp. 23--64, 2012. DOI:10.2151/jmsj.2012-A02

Sucharit Koontanakulvong and Thongplew Kongchan, 2016, Impact of Climate Change towards Irrigation Operations in Central and Northeast Thailand and its adaptation towards SDG, The Twelfth International Conference on Dry land Development, with the theme “Sustainable Development of Dry lands in the Post 2015 World”, will be organized by the International Dry land Development Commission (IDDC) and hosted by Bibliotheca Alexandrina, Alexandria, Egypt, August 21-24, 2016

Sucharit Koontanakulvong, et. al., Corrected MRI GCM data for Thailand, Technical Report, Chulalongkorn University, 2010..

Sucharit Koontanakulvong, et. al., The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Plaichumphol Irrigation Project case study) Final Report submitted to JIID, Feb 2010.

Sucharit Koontanakulvong, et. al., The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Wang Bua Irrigation Project, Kamphaegphet Province: case study) Final Report submitted to JIID, Feb 2011.

Sucharit Koontanakulvong, et. al., The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (The Royal Irrigation office region 12: case study) Final Report submitted to JIID, Feb 2012.

Sucharit Koontanakulvong, et. al., The Impact of Climate Change on Irrigation Systems and Adaptation Measures (Dam Operation Analysis) Final Report submitted to JIID, Feb 2013.

Sucharit Koontanakulvong, Impact of Global Climate Change on Water Resources in Rayong Province, CU-TRF seminar on climate Change in Eastern Region, Mar 31, 2009

Sucharit Koontanakulvong, Impact of Climate Changes to Water-Agricultural Sectors in Thailand, Seminar on Holistic and Inter-Disciplinary Approaches for Natural Disaster

Risk Reduction and Climate Change: Challenge for Republic of China (Taiwan) and Thailand, Maha Chulalongkorn Building, Room 205, Fl. 2,Faculty of Arts, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, Tuesday 24th November 2015.

Sucharit Koontanakulvong, WaterManagement and Technology to cope with Climate Change in Thailand, Presented at the 2nd International World Research Congress by JGSEE and CEE-PERDO, Golden Tulip Sovereign Hotel, Bangkok, Thailand, June 26-28, 2017.

Suppakorn Chinvanno, Climate risks and rice farming in the lower Mekong River countries, AIACC Working Paper No. 40, October 2006 (http://www.sea-climatechange.org/)

Supharatid, S. (2015), Assessment of CMIP3-CMIP5 Climate Models Precipitation Projection and Implication of Flood Vulnerability of Bangkok. American Journal of Climate Change, 4, 140-162. http://dx.doi.org/10.4236/ajcc.2015.41011

Taylor, K.E., R.J. Stouffer, G.A. Meehl, 2012: An Overview of CMIP5 and the experiment design. Bull. Amer. Meteor. Soc., 93, 485-498, doi:10.1175/BAMS-D-11-00094.1.

Thrasher, B., Maurer, E. P., McKellar, C., & Duffy, P. B., 2012: Technical Note: Bias correcting climate model simulated daily temperature extremes with quantile mapping. Hydrology and Earth System Sciences, 16(9), 3309-3314.

UNFCCC. 2015. CGE Training Materials for Vulnerability and Adaptation Assessment.

United Nations, Framework Convention on Climate Change, 2011, Assessing Climate Change Impacts and Vulnerability: Making Informed Adaptation Decisions,

van Vuuren DP, Carter TR. 2014. Climate and socio-economic scenarios for climate change research and assessment: reconciling the new with the old. Climatic Change, DOI 10.1007/s10584-013-0974-2.

van Vuuren DP, Edmonds JA, Kainuma M, Riahi K, Weyant J. 2011. A special issue on the RCPs. Climatic Change 109, 1-4, DOI: 10.1007/s10584-011-0157-y.

van Vuuren DP, Kriegler E, O'Neill BC, Ebi KL, Riahl K, Carter TR, Edmonds J, Hallegatte S, Kram T, Mathur R, Winkler H. 2014. A new scenario framework for climate change

research: scenario matrix architecture. Climatic Change, DOI 10.1007/s10584-013-0906-1.

van Vuuren DP, Riahi K, Moss R, Edmonds J, Thomson A, Nakicenovic N, Kram T, Berkhout F, Swart R, Janetos A, Rose SK, Arnell N. 2012. A proposal for a new scenario framework to support research and assessment in different climate research communities. Global Environmental Change 22, 21–35.

Wang, Y., et al., 2004: Regional climate modeling: progress challenges and prospects. Journal of the Meteorological Society of Japan, 82, 1599-1628.

Watanabe, S., Hirabayashi, Y., Kotsuki, S., Hanasaki, N., Tanaka, K., Mateo, C.M.R., Kiguchi, M., Ikoma, E., Kanae, S. and Oki, T. 2014, Application of performance metrics to climate models for projecting future river discharge in the Chao Phraya River Basin. Hydrological Research Letters, 8(1), 33 - 38. doi: 10.3178/hrl.8.33.