รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการสนับสนุนกำหนดทิศทางการวิจัยและนวัตกรรม และกำหนดนโยบายขับเคลื่อน ภายใต้โครงการวิจัยเข็มมุ่ง ด้านการบริหารจัดการน้ำ

(Supporting Research and Innovation Directions and Drive Policy Setup under Water Resources Management Spearhead Project)

โดย

ผศ.ดร. สุภัทรา วิเศษศรี

ดร. เปี่ยมจันทร์ ดวงมณี

มิถุนายน 2563

สัญญาเลขที่ SIP6230005

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการสนับสนุนกำหนดทิศทางการวิจัยและนวัตกรรม และกำหนดนโยบายขับเคลื่อน ภายใต้โครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำ

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ผศ.ดร.สุภัทรา วิเศษศรี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ดร.เปี่ยมจันทร์ ดวงมณี	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกสว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนำ

รายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการการสนับสนุนกำหนดทิศทางการวิจัยและนวัตกรรม และกำหนดนโยบายขับเคลื่อน ภายใต้โครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำ โดยคณะผู้วิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ได้สรุปผลการศึกษาของโครงการ รวมระยะเวลา 12 เดือน (25 มิ.ย. 62 - 24 มิ.ย. 63) ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาแนวคิดและเทคโนโลยีสมัยใหม่ด้านการบริหารจัดการน้ำ ทั้งหมด 7 เรื่อง ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Data analytic: AI) 2) ฐานระบบการจัดการน้ำ (Water management platform) 3) การจัดการภัยแล้ง (Drought management) 4) ความมั่นคงน้ำ (Water security) 5) ธรรมาภิบาลน้ำ (Water governance) 6) การเงินด้านน้ำ (Water finance) และ 7) การพยากรณ์รายฤดูกาล (Seasonal forecast) ในแต่ละเรื่องที่ศึกษาจะครอบคลุมตั้งแต่การทบทวนนโยบายและแผนงานในระดับนานาชาติ แนวคิด เทคโนโลยีและเครื่องมือ การผลักดันสู่การนำไปใช้งาน และข้อเสนอแนะในการดำเนินการเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำของประเทศไทย

ทางทีมวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานฉบับสมบูรณ์เล่มนี้ จะมีเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานทั้งภาคราชการ ภาคเอกชน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งสามารถนำผลการศึกษามาใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาการบริหารจัดการน้ำให้บรรลุตามยุทธศาสตร์ชาติและยุทธศาสตร์ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและสร้างความยั่งยืนได้

หัวหน้าโครงการวิจัย

มิถุนายน 2563

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาของโครงการการสนับสนุนกำหนดทิศทางการวิจัยและนวัตกรรม และกำหนดนโยบายขับเคลื่อนภายใต้โครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำสามารถดำเนินการมาได้ด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่ายทั้งในด้านบุคลากร และการสนับสนุนข้อมูลในงานวิจัย ทางโครงการฯ ขอขอบคุณหน่วยงานทุกฝ่ายอันประกอบด้วย สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมอุตุนิยมวิทยา สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) นอกจากนี้ยังได้รับความสนับสนุนด้านองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญจาก National Taiwan University (NTU), Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMTEC), Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Asian Development Bank (ADB) และ บริษัท Envision ขอขอบคุณผู้เข้าร่วมการประชุมและสัมมนาทุกท่านในการมีส่วนร่วมกับกิจกรรมที่โครงการฯ จัดขึ้นเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับงานวิจัยด้านน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อคณะผู้วิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ยังได้รับการสนับนสนุนเป็นอย่างดีตั้งแต่เริ่มโครงการฯ จากคณะกรรมการกำกับสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) และผู้ประสานงานโครงการโครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำ สกสว.

ทางคณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณหน่วยงาน ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เข้าร่วมการประชุมที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ประกอบการวิจัย และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำหรับเงินทุนสนับสนุนการวิจัย มา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย
มิถุนายน 2563

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

1. บทนำ

ทรัพยากรน้ำ เป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญสำหรับการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตและเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในกิจกรรมต่างๆ มากมาย สถานการณ์เกี่ยวกับน้ำในช่วงที่ผ่านมานั้น มีความผันผวนเป็นอย่างมากและก่อให้เกิดประเด็นด้านการบริหารจัดการที่ท้าทายยิ่งขึ้น ทั้งในด้านภาวะการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง ภาวะน้ำท่วมในฤดูฝน ความขัดแย้งระหว่างกลุ่มผู้ใช้น้ำ ตลอดจนปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ทำให้คุณภาพของน้ำเสียไปไม่อาจนำน้ำมาใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้น สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีหน้าที่และอำนาจเกี่ยวกับการให้ทุนวิจัยและนวัตกรรม ริเริ่ม ขับเคลื่อนและประสานการดำเนินงานโครงการวิจัยและนวัตกรรมที่สำคัญของประเทศ จึงได้กำหนดยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม 20 ปี (พ.ศ.2560-2579) พัฒนาโครงการการสนับสนุนกำหนดทิศทางการวิจัยและนวัตกรรม และกำหนดนโยบายขับเคลื่อนภายใต้โครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำขึ้น เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์ของประเทศ พัฒนาองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการน้ำให้มีความทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพการณ์ปัจจุบัน การศึกษาแนวคิดและเทคโนโลยีสมัยใหม่ในระดับสากลสามารถช่วยสนับสนุนให้ประเทศไทยนำองค์ความรู้เหล่านั้นมาวิจัยและประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศ และก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และประสบการณ์ร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำในประเทศไทยและต่างประเทศซึ่งสามารถพัฒนาไปเป็นเครือข่ายงานวิจัยด้านการบริหารจัดการน้ำที่มีความเข้มแข็งได้

โครงการการสนับสนุนกำหนดทิศทางการวิจัยและนวัตกรรม และกำหนดนโยบายขับเคลื่อนภายใต้โครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำ (Supporting Research and Innovation Directions and Drive Policy setup under Water Resources Management Spearhead Project) เป็นการศึกษาและทบทวนแนวคิดและเทคโนโลยีสมัยใหม่ด้านการบริหารจัดการน้ำ ทั้งหมด 7 เรื่อง ภายใต้ 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 แนวคิดระดับสากล

1. ความมั่นคงน้ำ (Water security)
2. ธรรมาภิบาลน้ำ (Water governance)
3. การเงินด้านน้ำ (Water finance)

กลุ่มที่ 2 เทคโนโลยีและนวัตกรรม

4. การพยากรณ์รายฤดูกาล (Seasonal forecast)
5. การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Data analytic: AI)
6. ฐานระบบการจัดการน้ำ (Water management platform)

กลุ่มที่ 3 การขับเคลื่อนนโยบายและแผนแม่บทน้ำ

7. การจัดการภัยแล้ง (Drought management)

2. วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดและเทคโนโลยีการบริหารจัดการน้ำสมัยใหม่

2) เพื่อสนับสนุนให้มีการพัฒนางานวิจัยที่ส่งเสริมประเด็นและเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ที่นำไปสู่การปฏิบัติจริงได้

3) เพื่อประสานงานในการตรียมความพร้อมในการจัดตั้งเครือข่ายงานวิจัยด้านการบริหารจัดการน้ำทั้งกับนักวิจัยในประเทศและต่างประเทศ (ร่วมกับประธานแผน)

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

สำหรับขั้นตอนการดำเนินงาน สามารถสรุปได้ดังนี้

1) รวมรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่ที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาและสถานภาพขององค์ประกอบด้านต่างๆ ประมวลสถานภาพการวิจัยที่เป็นอยู่ในด้านการจัดการน้ำของประเทศไทยและต่างประเทศต่างๆ เช่น ไต้หวัน ญี่ปุ่น จีน สหรัฐอเมริกา ซึ่งมีความก้าวหน้าด้านการบริหารจัดการน้ำ
2) ศึกษาแนวคิดการบริหารจัดการน้ำในระดับสากล เพื่อนำมาพัฒนาโครงการใหม่ในประเทศไทย
3) รวบรวมรายชื่อนักวิจัยไทยและนักวิจัยต่างประเทศจากผลงานวิจัยที่แสดงถึงความเชี่ยวชาญในสาขาที่รวบรวมได้
4) เข้าร่วมการประชุม/สัมมนาเพื่อเผยแพร่ความรู้จากวิทยากรต่างประเทศและแลกเปลี่ยนประสบการณ์การบริหารจัดการน้ำกับนักวิจัยไทย ตามหัวข้อที่เป็นแนวโน้มการบริหารจัดการน้ำในอนาคต และการวิจัยในโครงการเข็มมุ่ง ด้านการบริหารจัดการน้ำ
5) สนับสนุนการดำเนินงานของประธานแผนและการเตรียมความพร้อมในการจัดตั้งเครือข่ายการบริหารจัดการน้ำ

4. สรุปผลการศึกษา

1) ความมั่นคงน้ำ: น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต และเป็นปัจจัยการผลิตในภาคการผลิตต่างๆ ในขณะเดียวกันภัยพิบัติจากน้ำก็ส่งผลกระทบให้เกิดความเสียหายต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ที่ดีของสังคม ดังนั้นการสร้างความมั่นคงทางน้ำจึงจำเป็นสำหรับทุกประเทศ ทางธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) เสนอแนวคิดความมั่นคงด้านน้ำ

ซึ่งประกอบด้วยตัวชี้วัด 5 มิติ ได้แก่ ความมั่นคงน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ความมั่นคงน้ำเพื่อเศรษฐกิจ ความมั่นคงน้ำสำหรับเมือง ความมั่นคงน้ำด้านสิ่งแวดล้อม และความมั่นคงน้ำด้านการฟื้นตัวจากภัยพิบัติจากน้ำ และได้จัดทำรายงานเกี่ยวกับความมั่นคงของน้ำในภูมิภาคเอเชีย แปซิฟิค จากการศึกษาพบว่าประเทศในกลุ่มที่มีรายได้สูงมีแนวโน้มที่ความมั่นคงด้านน้ำสูงตามไปด้วย สำหรับคะแนนการประเมินความมั่นคงด้านน้ำของไทย ได้รับการประเมินอยู่ในระดับ 2 (engage) จาก 5 ระดับ (AWDO, 2016) กล่าวคือประเทศไทยมีกฎหมายและนโยบายจากทางภาครัฐ มีการพัฒนาขององค์กรที่เกี่ยวข้อง และมีการลงทุนในระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน สำหรับงานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวกับความมั่นคงน้ำในประเทศไทยทั้งในระดับประเทศ และระดับจังหวัดยังมีอยู่ไม่มากนัก

2) ธรรมาภิบาลน้ำ: วิกฤตการณ์ทางน้ำ มักเกิดขึ้นเพราะไม่มีธรรมาภิบาลในด้านน้ำ (OECD, 2015) ทรัพยากรน้ำเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด และมีความจำเป็นในการบริหารจัดการเพื่อให้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การมีธรรมาภิบาลที่ดีเป็นกลไกให้เกิดการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำที่มีประสิทธิภาพ ทาง OECD ได้กำหนดกรอบการศึกษาแนวคิดธรรมาภิบาลน้ำในระดับประเทศ ซึ่งประกอบด้วยประเด็นหลัก 3 ประเด็น ได้แก่ หลักประสิทธิผล หลักประสิทธิภาพ และหลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน โดยนำมาใช้เป็นเกณฑ์การประเมินในประเทศกลุ่ม OECD สำหรับประเทศไทย พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวกับธรรมาภิบาลในด้านน้ำในยังมีอยู่ค่อนข้างน้อย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยธรรมภิบาลน้ำในเชิงลึกต่อยอดงานวิจัยเดิมในระดับชาติ ลุ่มน้ำ จังหวัด และชุมชน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้นำไปสู่การพัฒนาธรรมาภิบาลน้ำของประเทศต่อไป

3) การเงินด้านน้ำ: การลงทุนในโครงการด้านน้ำต้องอาศัยเงินทุนจำนวนมหาศาล การระดมทุนในโครงการด้านน้ำโดยเปิดโอกาสให้สถาบันการเงินหรือนักลงทุนเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการลงทุนกับภาครัฐในรูปแบบต่างๆ เช่น การออกพันธบัตร การให้สัมปทาน เป็นช่องทางหนึ่งที่ช่วยการเข้าถึงแหล่งเงินทุน เพิ่มการระดมเงินทุน สร้างโอกาสทางธุรกิจและเพิ่มมูลค่าแก่โครงการด้านน้ำได้ ทั้งนี้ ต้องมีการกำหนดนโยบาย กฎหมาย กระบวนการ และสิ่งแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อการดึงดูดนักลงทุนเอกชนให้เข้ามาร่วมลงทุน

4) การพยากรณ์รายฤดูกาล: ข้อมูลจากการพยากรณ์รายฤดูกาลมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนและบริหารจัดการน้ำ ทั้งนี้ การพยากรณ์รายฤดูกาลแม้เป็นผลคาดการณ์จากหน่วยงานชั้นนำระดับโลกที่มีความพร้อมด้านงานวิจัย ยังมีความถูกต้องค่อนข้างต่ำ จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

5) การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์: ข้อมูลขนาดใหญ่มักเป็นข้อมูลที่มีความซับซ้อนสูงเนื่องจากปริมาณและรูปแบบของข้อมูล ดังนั้น การวิเคราะห์ข้อมูลจึงต้องใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เหมืองข้อมูล (Data mining) เพื่อช่วยให้เข้าถึงและวิเคราะห์ข้อมูลจากหลายแหล่งที่มีลักษณะแตกต่างกันและมีปริมาณมากได้ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลักดันด้านข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์มากที่สุดคือ ความชัดเจนของนโยบายรัฐบาล
6) ฐานระบบการจัดการน้ำ: ประเทศไทยมีแนวโน้มความต้องการใช้น้ำที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อการใช้ทรัพยากรน้ำในอนาคตอันใกล้ ดังนั้นจึงควรรหาวิธี หรือมาตรการในการลดการใช้น้ำลง จากการก้าวกระโดดของเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย ควรนำเทคโนโลยีเหล่านี้เข้ามาประยุกต์ใช้กับบริหารจัดการน้ำให้มากขึ้น ปัจจุบัน ไทยได้นำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้กับบริหารจัดการน้ำ ตัวอย่างเช่น ระบบตรวจวัดข้อมูลระยะไกลด้านความปลอดภัยเขื่อน ระบบให้น้ำสำหรับการเพาะปลูก (WATER FiT) เทคโนโลยีสูบน้ำแบบประหยัด Solar Pump Inverter โดยเนคเทค-สวทช.
7) การจัดการภัยแล้ง: ภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ และเป็นภัยที่เกิดบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา การกำหนดมาตรการเกี่ยวกับภัยแล้งจึงมีความจำเป็นเพื่อป้องกันและลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น โดยเฉพาะในภาคเกษตรกรรมที่มีความเปราะบาง

5. ข้อเสนอแนะ

1) ความมั่นคงน้ำ: เนื่องจากการลงทุนในความมั่นคงทางน้ำส่งผลกระทบต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจและ ความเป็นอยู่ในที่ดี ดังนั้น จึงควรศึกษาวิจัยในประเด็นการลงทุนในความมั่นคงด้านน้ำให้ครอบคลุมทั้งด้านนโยบาย กลไกเชิงสถาบัน และโครงสร้างพื้นฐาน นอกจากนี้งานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวกับความมั่นคงน้ำในประเทศไทยทั้งในระดับประเทศ และระดับจังหวัดยังมีอยู่ไม่มากนัก ดังนั้นจึงควรส่งเสริมงานวิจัยในประเด็นความมั่นคงทางน้ำให้มากขึ้นทั้งในรูปแบบประเมินผล และการสำรวจ เพื่อให้สอดคล้องตามแผนแม่บทด้านน้ำของไทยในประเด็นความมั่นคงด้านน้ำ
2) ธรรมาภิบาลน้ำ: ทรัพยากรน้ำมีความเชื่อมโยงเกี่ยวพันธ์กับมิติอื่นๆในสังคม เช่น เศรษฐกิจ สังคม การเมือง กฎ ระเบียบ สถาบัน เทคโนโลยีและนวัตกรรม ดังนั้นการศึกษาวิจัยธรรมาภิ

บาลด้านน้ำ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาในมิติเหล่านี้ควบคู่กันไป เช่น การนำเทคโนโลยีทันสมัยมาใช้ การบูรณาการระหว่างเทคโนโลยีทันสมัยและกระบวนการการมีส่วนร่วม การจัดการด้านเงินทุน งบประมาณ การเสริมสร้างขีดความสามารถของบุคลากรเพื่อพัฒนาศักยภาพองค์กร การส่งเสริมการมีส่วนร่วมจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการจัดทำนโยบายและการบริหารจัดการรวมถึงการปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น การเสนอ ร่างพรบ. ส่งเสริมการประหยัดน้ำและการใช้น้ำซ้ำ การกำหนดสิทธิการใช้น้ำที่ชัดเจน นอกจากนี้ จากช่องว่างของการศึกษาธรรมาภิบาลด้านน้ำในประเทศไทยที่ยังขาดการศึกษาวิจัยในเชิงลึกในระดับชาติ ลุ่มน้ำ จังหวัด และชุมชน ดังนั้น จึงควรมีการวิจัยทั้งในรูปแบบการประเมิน หรือการสำรวจข้อมูลให้มากขึ้น

3) การเงินด้านน้ำ: ควรกำหนดความสำคัญของการลงทุนในโครงการต่างๆ โดยเปิดโอกาสให้เอกชน และประชาชน เข้าร่วมหารือกับหน่วยงานภาครัฐ และมีส่วนร่วมในการวางแผนงานโครงการเพื่อให้ตรงกับความต้องการของสังคมและมีโอกาสประสบความสำเร็จในการพัฒนาโครงการมากขึ้น ควรมีการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการลงทุน เช่น มาตรการส่งเสริมการลงทุน และสิทธิประโยชน์ การส่งเสริมนวัตกรรม การพัฒนาศักยภาพและจำนวนของบุคลากรผู้มีความรู้ความเข้าใจในการเงินและการลงทุน ควรพิจารณาจัดตั้งกองทุนน้ำโดยมีเงินทุนตั้งต้นของกองทุนจากภาษีการใช้น้ำ ซึ่งอาจกำหนดให้มีการบริหารกองทุนเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นการกระจายอำนาจไปยังพื้นที่และเพิ่มความโปร่งใสในการบริหารจัดการกองทุน
4) การพยากรณ์รายฤดูกาล: เนื่องจากการลงทุนสำหรับระบบการพยากรณ์รายฤดูกาลมีมูลค่าสูงมาก การวิจัยจึงควรมุ่งเน้นการพัฒนาด้านเทคนิคที่ช่วยเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลพยากรณ์โดยเฉพาะการพยากรณ์ล่วงหน้าในระยะยาว เช่น การใช้ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองจากหลายแหล่ง การใช้แบบจำลองแบบชุด (Ensemble model) การกำหนดสภาวะเริ่มแรก (Initial condition) เทคนิคการปรับข้อมูล (Data assimilation) และการพัฒนาเทคนิคการลดขนาด (Downscaling)
5) การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์: รัฐบาลควรกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนและมีนโยบายที่มีความต่อเนื่องและคำนึงถึงความปลอดภัย ความเป็นส่วนตัว และจริยธรรม พร้อมจัดสรรงบประมาณการพัฒนาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างน่าเชื่อถือและนำมาใช้สนับสนุนการวางแผนและตัดสินใจด้านน้ำได้ ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาคส่วน ทั้งภาครัฐ เอกชน นักลงทุน และนักวิชาการ และให้ความสำคัญกับการพัฒนาบุคลการผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญ

6) ฐานระบบการจัดการน้ำ: ควรรวบรวมข้อมูลจากส่วนงานต่างๆ เพื่อนำไปต่อยอด พัฒนาให้เป็นองค์ความรู้เพื่อการบริหารจัดการน้ำในระดับชุมชน ลุ่มน้ำ ภาคและระดับประเทศ ควรจัดอบรมความรู้เกี่ยวกับฐานระบบการจัดการน้ำจากประเทศที่เป็น Best Practice ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ เสริมสร้างขีดความสามารถของบุคลากรในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี และควรมีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของตนเองเพิ่ม

7) การจัดการภัยแล้ง: ควรส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีและมีงานวิจัยที่ส่งเสริมการดำเนินมาตรการภาวะภัยแล้งในระยะยาว เช่น การลดการใช้น้ำในทุกภาคส่วน การเพิ่มประสิทธิภาพและลดการสูญเสียในการกระจาย/ส่งน้ำ และการเชื่อมโยงแหล่งน้ำให้นำน้ำมาใช้ร่วมกันได้ โดยผลักดันให้มีการดำเนินมาตรการในเชิงรุกแทนมาตรการเชิงรับ

Executive Summary

1. Introduction

Water resources are for living organisms and fundamental to economic activities. Water management has become more challenging than ever before due to a number of factors such as higher variations in climate, more frequent floods and drought, growing demand for water, competition for water, conflicts and environmental degradation of etc. To address water issues in Thailand and to support the National Strategy and the Ninth National Research Policy and Strategy (2017-2021) of the National Research Council of Thailand (NRCT) which is the main national research policy and innovation organization dealing with and supporting research, the Supporting Research and Innovation Directions and Drive Policy Setup under Water Resources Management Spearhead Project was initiated. The aims of the project are to study and develop knowledge about modern water management concepts and technologies, to support the development of research that drives toward national strategy and practical implementation that suitable to the context of the country, to provide a forum for national and international experts to exchange knowledge and experience, and to develop a strong research network of water management.

The Supporting Research and Innovation Directions and Drive Policy Setup under Water Resources Management Spearhead Project is one of the projects under the Spearhead Program. This project delivers the review of new concepts and modern technology for water management in 7 topics under 3 groups as follows.

Group 1 Global trend

1) Water security
2) Water governance
3) Water finance

Group 2 Technology and innovation

4) Seasonal forecast
5) Data analytic: AI
6) Water management platform

Group 3 Policy support

7) Drought management

2. Objectives

1) to study and develop knowledge about modern water management concepts and technologies
2) to support the development of research that drives toward national strategy and practical implementation
3) to prepare for the establishment of the research network for water management both with domestic and foreign researchers (work together with Program Chair)

3. Methodology

The methods of this project can be classified as follow;

1) To collect data and information from international literature especially from the countries which are considered the leader in the research field e.g. Taiwan, Japan, China, US. The obtained data will be used to synthesize the research status of water management in Thailand.
2) To develop understanding of water management concepts that are being used internationally with an aim to adopt those concepts to addressing water issue in Thailand.
3) To collect the name list of expert in each of the seven research fields mentioned in the above session.
4) To participate in the meeting/seminar and discuss water management issues with international and national experts to formulate recommendations for future research.
5) To support Program Chair and to prepare for the establishment of the research network for water management.

4. Conclusion

1) Water security: Water is essential to life, and is one of the main factors of in various production sectors i.e. agriculture, industrial, and service. On the other

hand, disasters related to water have caused damage to economic growth and well-being of society; therefore, creating water security is necessary. The Asian Development Bank (ADB) has proposed the concept of water security that consists of 5 dimensions indicators, including Key Dimension 1(KD 1): Household Water Security, KD 2: Economic Water Security, KD 3: Urban Water Security, KD 4: Environmental Water Security, and KD 5: Resilience to Water-Related Disasters. ADB has reported the water security in the Asia-Pacific region. The results showed that countries with high incomes tend to have high water security as well. Thailand's water security assessment score is in the 2nd stage (engage) from 5. It can be interpreted that Thailand has laws and policies, development of related organizations, investing in basic public utilities. The research gap of water security in Thailand is only a few studies on water security.

2) Water governance: Water crisis occurs because there is no good governance. Since water resources are limited, the management is required. The OECD has established a framework of national water governance's concept that consists of 3 main issues, namely effectiveness, efficiency, and trust and engagement for evaluating in OECD countries. In Thailand, research related to water governance in the nation level is relative low. Therefore, to fill the gap, there should be an in-depth research on water governance at national level, basins, provinces and communities. This contributes to the development of water governance in the country.
3) Water finance: Investing in water projects requires a large amount of capital. Financing water by allowing financial institutions or private investors to invest in government projects via e.g. bonds and concession is a way to increase access to new financial sources and funding. This also creates business opportunities and adds value to water projects. Policies, regulations, and investment environment must be established in a way to facilitate and attract private investors to invest.
4) Seasonal forecast: Seasonal forecasts are extremely important for water planning and management. The seasonal forecasts predicted by world-class research

agencies equipped with sufficient resources yet have low accuracy. Therefore, it is still a gap in research that is necessary to improve the accuracy of seasonal forecasts.

5) Data analytic (AI): Big data is often highly complex data due to the amount and format of the data. The analysis of Big data therefore requires modern technology such as machine learning, artificial intelligence (AI) and data mining to help access and analyze data from many sources with different formats and large quantities. The key factor that drives toward the success in Big data technology is strong government policy.
6) Water management platform: Since technology has advanced rapidly, many countries have adapted it in the water resource management areas, i.e. Taiwan bring technology to manage Reservoir, Groundwater, Flood control, Irrigation system etc. The government of Singapore collaboration with private sectors has successful implemented a water management platform. Today Thailand has been applied technology to water resource management, for example, a remote sensing system for dam safety, Farming Irrigation System (WATER FiT), Economical Pumping Technology Solar Pump Inverter have developed by NECTEC-NSTDA. However, cooperating with advanced technology countries and promoting of participating in use of water management platform usage for all water users result to water management efficiency increasing.
7) Drought management: Drought is a natural disaster that occurs more frequent and with higher severity in recent years. Drought measures is necessary to prevent and reduce the unfavorable impacts especially on agriculture that is highly vulnerable to drought.

5. Recommendation

1) Water security: Water security affects economic growth and well-being, therefore, water security should be analysed. It can be seen that water security connects with other social contexts, i.e. government policy, institutional structure, thus

studying water security in the national and the provincial level is essential. Presently, Thailand is under the 20th national strategy and Thailand's water master plan that focus on water security in the level of country, region, and basin. To study the water security, the assessments and fields surveys in the related topic should be processed.

2) Water governance: Water resources are linked to various dimensions in society such as economy, society, politics, rules, institutions, technology and innovation, therefore modern technology, funding, capacity building and so on should be included into the study. To fill the gap of water governance studies in Thailand, the assessment and survey researches should be conducted at national, basin, provincial and community levels. In addition, building participating for all water users result to awareness of the value of water.
3) Water finance: Setting investment priority and participation of stakeholders are important for financing water projects. Participation of stakeholder from the early stage of the project ensures that the project matches with the needs of society and thus having more chances of success. The government should create favorable environment for investment such as providing incentives and benefits, promoting innovation development, providing personnel with knowledge and understanding of finance and investment. A water fund with the initial capital from the water use tax should be setup. The responsibility to manage the water fund should be decentralized to the community. This can increase transparency in fund management.
4) Seasonal forecast: The investment for the seasonal forecasting system is very high. The research should therefore focus on the development of techniques that improve the accuracy of the forecasts. Example of techniques are using imported global data from multiple sources, using ensemble models, setting appropriate initial condition, developing data assimilation and downscaling techniques.

5) Data analytic (AI): The government should set clear goals and policies on Big data and AI. Privacy and ethics must be considered as an important component. Appropriate amount of budget must be allocated to support Big data and AI development. Promoting cooperation between sectors including government, private sector, investors, and academics is needed. The development of personnel with knowledge and expertise is also a key to success.
6) Water management platform: For further development of water management platform for community, basin, region, and national level, it includes creating knowledge of the areas that is appropriate to the national context, developing water management platform in the areas of reservoir, groundwater, flood control etc., and strengthening the capacity building in water management platform for related actors, including creating participation for all water users.
7) Drought management: There should be research to promote long-term drought measures, such as reducing water use in all sectors, increasing efficiency and reducing water distribution/loss losses, and linking multiple water sources together. The proactive measures are suggested over the reactive measures.

Abstract

Project code : SIP6230005

Project Name : Supporting Research and Innovation Directions and Drive Policy Setup under Water Resources Management Spearhead Project

Researcher Team : Asst.Prof.Dr. Supattra Visessri Chulalongkorn University
Dr. Piamchan Duangmanee Suan Sunandha Rajabhat University

e-mail address : CU_WRSRU@hotmail.com

Project Duration : 25 June 2019 – 24 June 2020

Keywords : Water Management, Water Management Concept, Water Policy, Spearhead Project

The water situation in Thailand is highly variable. This poses particular challenges to water management. To address water management issues, a clear policy is of importance. Thailand Science Research and Innovation (TSRI) recognized the need for research to support the policy on water management and granted support to the Spearhead Program. This Supporting Research and Innovation Directions and Drive Policy Setup under Water Resources Management Spearhead Project is one of the projects under the Spearhead Program to support the implementation of the national strategy and to develop knowledge on modern water management concepts that are currently emerging internationally. Particular objectives of the project include 1) to study and develop knowledge about modern water management concepts and technologies, 2) to support the development of research that drives toward national strategy and practical implementation, and 3) to prepare for the establishment of the research network for water management both with domestic and foreign researchers.

The results show that Thailand has continuously progressed in addressing water management problems. However, more research and modern technology are needed to increase the efficiency of management, to support operations under highly variable water situation, and to deal with increasing risk of disasters. The government plays a

crucial role in setting a clear policy on water management and ensure its continuation. Developing body of knowledge and promoting the participation of the private sector, educational and public sectors is an important component of sustainable water management.

สารบัญ

หน้า

รายชื่อคณะวิจัย

คำนำ

กิตติกรรมประกาศ

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

Executive Summary

บทคัดย่ออังกฤษ

สารบัญ

สารบัญรูป

สารบัญตาราง

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 แนวทางการศึกษา 2

1.4 เนื้อหารายงาน 3

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ความมั่นคงด้านน้ำ (Water security)

2.1 แนวคิด ทฤษฎี และงานศึกษาวิจัยในระดับสากล 5

2.2 แนวคิดทฤษฎีและงานศึกษาวิจัยในประเทศไทย 14

2.3 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 23

บทที่ 3 ธรรมาภิบาลด้านน้ำ (Water governance)

3.1 แนวคิดทฤษฎีและงานศึกษาวิจัยในระดับสากล 26

3.2 แนวคิดทฤษฎีและงานศึกษาวิจัยในประเทศไทย 40

3.3 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 53

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**การเงินด้านน้ำ (Water finance)**	
	4.1 ทบทวนนโยบายและแผนงานวิจัยระดับนานาชาติ	55
	4.2 แนวคิดเทคโนโลยีและเครื่องมือ	70
	4.3 การผลักดันสู่การนำไปใช้งาน	74
	4.4 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	75
บทที่ 5	**การพยากรณ์รายฤดูกาล (Seasonal forecast)**	
	5.1 ทบทวนนโยบายและแผนงานวิจัยระดับนานาชาติ	78
	5.2 แนวคิดเทคโนโลยีและเครื่องมือ	95
	5.3 การผลักดันสู่การนำไปใช้งาน	102
	5.4 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	103
บทที่ 6	**การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Data analytic: AI)**	
	6.1 ทบทวนนโยบายและแผนงานวิจัยระดับนานาชาติ	105
	6.2 แนวคิดเทคโนโลยีและเครื่องมือ	118
	6.3 การผลักดันสู่การนำไปใช้งาน	127
	6.4 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	130
บทที่ 7	**ฐานระบบการจัดการน้ำ (Water management platform)**	
	7.1 แนวคิดเทคโนโลยีและเครื่องมือ	132
	7.2 ทบทวนนโยบายและแผนงานวิจัยระดับนานาชาติ	143
	7.3 แนวคิดทฤษฎีและงานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฐานระบบการจัดการน้ำในประเทศไทย	161
	7.4 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	175
บทที่ 8	**การจัดการภัยแล้ง (Drought management)**	
	8.1 สรุปผลการจัดสัมมนาเกี่ยวกับสาเหตุของภาวะแล้ง 2020	178
	8.2 สรุปผลการจัดสัมมนาเกี่ยวกับมาตรการบรรเทาภาวะแล้ง 2020	185
	8.3 สรุปผลการสัมมนาโดยรศ.ดร.บัญชาขวัญยืน	198

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 9	**สรุปผลการดำเนินงานในระยะที่ 1 และข้อเสนอแนะสำหรับแผนงานระยะต่อไป**	
	9.1 สรุปผลการดำเนินงานในระยะที่ 1	199
	9.2 การประเมินโครงการวิจัยในระยะที่ 1	199
	9.3 ข้อสรุปการศึกษาและข้อเสนอแนะต่อหัวข้อวิจัย	201
	9.4 ข้อเสนอแนวทางการดำเนินงานในระยะต่อไป	205
	9.5 หัวข้อวิจัยที่เสนอในแผนงานระยะที่2 (ปีงบประมาณ2563)	207
บทที่ 10	**สรุปผลการศึกษา**	
	10.1 กลุ่มที่ 1 แนวคิดระดับสากล	210
	10.2 กลุ่มที่ 2 เทคโนโลยีและนวัตกรรม	211
	10.3 กลุ่มที่3 การขับเคลื่อนนโยบายและแผนแม่บทน้ำ	212
เอกสารอ้างอิง		230
ภาคผนวก		
	ภาคผนวก ก	ผ-1
	ภาคผนวก ข	ผ-4
	ภาคผนวก ค	ผ-7
	ภาคผนวก ง	ผ-14
	ภาคผนวก จ	ผ-16
	ภาคผนวก ฉ	ผ-20
	ภาคผนวก ช	ผ-25
	ภาคผนวก ซ	ผ-44
	ภาคผนวก ฌ	ผ-56
	ภาคผนวก ญ	ผ-60

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2-1	กรอบแนวคิดของการสร้างความมั่นคงด้านน้ำและการเติบโตอย่างยั่งยืน	5
2-2	การเติบโตทางเศรษฐกิจความแปรปรวนทางอุทกวิทยาและการลงทุนด้านความมั่นคงทางน้ำ	6
2-3	กรอบแนวคิดความมั่นคงด้านน้ำของADB	7
2-4	ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของของกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว	10
2-5	ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของของกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออก	11
2-6	ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของของกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	11
2-7	ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของของกลุ่มประเทศในหมู่เกาะแปซิฟิก	12
2-8	ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของของกลุ่มประเทศเอเชียกลางและเอเชียตะวันตก	13
2-9	ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของของกลุ่มประเทศเอเชียใต้	13
2-10	ยุทธศาสตร์แผนและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงด้านน้ำตามระดับของแผนตามมติครม.	14
2-11	หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับการบริหารจัดการน้ำที่มาสศช.	18
3-1	การจำแนกประเภทองค์กรสำหรับความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD)ระดับการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	28
3-2	โครงสร้างปริซึมของ6 เงื่อนไขสำหรับการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียในธรรมาภิบาลน้ำ	28
3-3	ประเภทของค่าใช้จ่ายในการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียในการกำกับดูแลน้ำตามแนวทางของOECD	30
3-4	สรุปหลักการของธรรมาภิบาลด้านน้ำของOECD	32
3-5	ช่องว่างในการดำเนินงานของการกำกับดูแลในหลายระดับของOECD	34
3-6	ความสัมพันธ์ระหว่างผลการประเมินดัชนีธรรมาภิบาลและความมั่นคงด้านน้ำ	40
3-7	ยุทธศาสตร์แผนและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงด้านน้ำตามระดับของแผนตามมติครม.	43
3-8	การประเมินธรรมาภิบาลของประเทศไทยในระดับชาติระดับลุ่มน้ำระดับประเทศและระดับชุมชน	50
3-9	ขอบเขตนิเวศน์ลุ่มน้ำ	51
4-1	ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกหรือEEC (Eastern Economic Coridor)	67
4-2	โครงสร้างและการกำกับดูแลของTFFIF ภายหลังจากการเสนอขายต่อประชาชนทั่วไป	69

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5-1	ประเด็นยุทธศาสตร์ด้านการพยากรณ์ที่ละเอียดแม่นยำ (กรมอุตุนิยมวิทยา2562)	90
5-2	ตัวอย่างแผนที่คาดการณ์ปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา	92
5-3	ตัวอย่างแผนที่แสดงค่าผิดปกติจากแบบจำลองแบบรวมชุด (Multi-model ensemble)	93
5-4	ขั้นตอนการพัฒนาระบบคาดการณ์ปริมาณฝนรายสองสัปดาห์โดยสสน.	94
6-1	กลยุทธ์ด้านปัญญาประดิษฐ์ของประเทศต่างๆ (Dutton 2018)	106
6-2	ระยะการดำเนินงานของทางการผลักดันอุตสาหกรรมปัญญาประดิษฐ์ (Dutton 2018)	114
6-3	การผลักดันภาครัฐไทยสู่รัฐบาลดิจิทัล (วิบูลย์2559)	116
6-4	กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารระยะพ.ศ. 2554-2563 หรือ ICT2020 (KawtrakulandPraneetpolgrang 2014)	117
6-5	ความสัมพันธ์ระหว่างปัญญาประดิษฐ์การเรียนรู้ของเครื่องและการเรียนรู้เชิงลึก	123
7-1	องค์ประกอบของแพลตฟอร์มแอปพลิเคชัน (application platform)	133
7-2	Grid Computing	134
7-3	Grid Virtualization	134
7-4	Cloud Computing	135
7-5	โปรเซสเซอร์แบบมัลติคอร์	136
7-6	Hardware (ฮาร์ดแวร์)	138
7-7	ระบบปฏิบัติการ	140
7-8	ซอฟแวร์ประยุกต์ (Application Software)	141
7-9	เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) ขององค์การสหประชาชาติ (UN)	143
7-10	การบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะของการพัฒนานวัตกรรมเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมการจัดการน้ำอัจฉริยะในภาคใต้ของไต้หวัน	145
7-11	ระบบการทำงานของการพยากรณ์อากาศ	148
7-12	กระบวนการทำงานของ EnWeather	149
7-13	ระบบการพยากรณ์อากาศ EnWeather	149
7-14	ประสิทธิภาพของระบบการพยากรณ์อากาศ EnWeather เปรียบเทียบกับNWP	150
7-15	กระบวนการทำงานของฐานระบบการจัดการน้ำ	150
7-16	การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในภาคการเกษตร	151

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
7-17	ระบบการจัดการน้ำอย่างชาญฉลาด	151
7-18	การจัดการการประหยัดน้ำในการทำการเกษตรอย่างชาญฉลาด	152
7-19	เครือข่ายป้องกันน้ำท่วมอย่างชาญฉลาด	152
7-20	การทำงานและการจัดการอ่างเก็บน้ำอย่างชาญฉลาด	153
7-21	แผนภาพการไหลของข้อมูลในโซลูชันโทรศัพท์มือถือ	155
7-22	mWASH: Mobile Phone Applications for the Water, Sanitation, and Hygiene Sector	157
7-23	โครงการFLOW ชุมชนในชนบทฮอนดูรัส	160
7-24	โครงการFLOW ชุมชนในชนบทฮอนดูรัส	160
7-25	แผน/ยุทธศาสตร์การพัฒนาของประเทศไทยประเด็นการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบดิจิทัล	161
7-26	การพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม6 ยุทธศาสตร์	165
7-27	ยุทธศาสตร์ระยะ20 ปีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพ.ศ. 2560-2579	166
7-28	Roadmap แผนยุทธศาสตร์ระยะ20 ปีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2560-2579	168
7-29	เทคโนโลยีพลิกโฉมอนาคต (disruptive technologies)	168
7-30	เหตุการณ์สำคัญและการจัดตั้งหน่วยงานเพื่อสนับสนุนการพัฒนาดิจิทัล	169
7-31	รักษ์น้ำ: ระบบพยากรณ์และจำลองเหตุการณ์เพื่อการบริหารจัดการปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็ม	170
7-32	ระบบตรวจสุขภาพเขื่อนหรือDS-RMS (Dam Safety Remote Monitoring System)	171
7-33	FAARM Series: Water FiT	172
7-34	เทคโนโลยีสูบน้ำแบบประหยัดSolar Pump Inverter	173
7-35	Thai Water	173
7-36	Mobile Application แอปพลิเคชันของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์	174
7-37	WMSC Application รู้ทันสถานการณ์น้ำ	175
8-1	ปริมาตรและสัดส่วนน้ำใช้การได้ในอ่างเก็บน้ำ	179
8-2	ผลการคาดการณ์ฝนจากแบบจำลองของJAMSTEC	181
8-3	ผลการคาดการณ์ฝนจากแบบจำลองของECMWF	181

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
8-4	การคาดการณ์ปริมาณฝนเดือนมกราคม-มิถุนายนปี 2563	182
8-5	ระบบการพยากรณ์อากาศEnWeather	183
8-6	ประสิทธิภาพของระบบการพยากรณ์อากาศEnWeatherเปรียบเทียบกับNWP	183
8-7	สถานการณ์ในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตั้งแต่ปี2560-2562 และแนวโน้มปี2563	184
8-8	พื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากภาวะแล้ง	185
8-9	การวิเคราะห์มาตรการ	186
8-10	การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ + Sensors +IoTสำหรับการบริหารจัดการน้ำ	188
8-11	ปัญหาที่เกิดขึ้นหน่วยงานและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหาภาวะแล้งของห้วยโสมง	195
8-12	ระบบการรีไซเคิลน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ตามระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน	196
8-13	ข้อเสนอแนะการบริหารจัดการน้ำในภาคอุตสาหกรรม	197
9-1	หัวข้องานวิจัยที่เสนอให้ดำเนินการในระยะที่2 และระยะที่3	206
9-2	ความสัมพันธ์ของแต่ละแผนงานและผลลัพธ์ที่คิดว่าจะได้ในแต่ละระยะของแผนงาน	207

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ตัวชี้วัดการประเมินความมั่นคงด้านน้ำภายใต้กรอบAWDO 2016	8
2-2	การแบ่งระดับความมั่นคงด้านน้ำ 5 ระดับและคำอธิบาย	9
3-1	ประเด็นเพื่อการปรับปรุงในเรื่องธรรมาภิบาลด้านน้ำในกลุ่มประเทศOECD	37
4-1	นิยามคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการลงทุน	56
4-2	Roundtable on Financing Water	57
4-3	ตัวอย่างกรณีศึกษาที่มีการใช้Blended/Leverage finance สำหรับโครงการด้านน้ำและสุขาภิบาล (OECD 2018)	71
5-1	แบบจำลองในระบบพยากรณ์อากาศIntegrated Forecasting System (IFS) ของ ECMWF	79
5-2	ข้อมูลจากแบบจำลองแบบชุดและการพยากรณ์รายฤดูกาล (Ensemble and seasonal re-forecasts) ของECMWF	80
5-3	ข้อมูลที่ECMWF เผยแพร่แก่สาธารณะจากแบบจำลองHRES และENS	80
5-4	ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาโดยWPC	82
5-5	ข้อมูลการวิเคราะห์ที่พัฒนาจากแบบจำลองเชิงตัวเลขGlobal Forecast System (GFS)	83
5-6	ข้อมูลการพยากรณ์ที่พัฒนาจากแบบจำลองเชิงตัวเลขGlobal Forecast System (GFS)	83
5-7	ข้อมูลที่พัฒนาจากแบบจำลองเชิงตัวเลขClimate Forecast System (CFS)	84
5-8	ข้อมูลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและค่าเฉลี่ยรายเดือนของCFSv2 สำหรับงานปฏิบัติการ(CFSv2 Operational Analysis Time Series and Monthly Means)	84
5-9	ข้อมูลการวิเคราะห์ราย 6 ชั่วโมงของCFSv2 สำหรับงานปฏิบัติการ (CFSv2 Operational Analysis 6-Hourly Products)	84
5-10	ข้อมูลการวิเคราะห์สภาวะเริ่มแรกของCFSv2 สำหรับงานปฏิบัติการ(CFSv2 Operational Analysis Initial Conditions)	85
5-11	ข้อมูลการพยากรณ์อนุกรมเวลาและค่าเฉลี่ยรายเดือนของCFSv2 สำหรับงานปฏิบัติการ(CFSv2 Operational Forecasts Time Series and Monthly Means)	85
5-12	ข้อมูลการพยากรณ์ราย 6 ชั่วโมงของCFSv2 สำหรับงานปฏิบัติการ (CFSv2 Operational Forecasts 6-Hourly Products)	85
6-1	แผนงานด้านปัญญาประดิษฐ์ของประเทศจีน (Faggella2019)	112
6-2	สาขาต่างๆของงานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ใน 8 ประเทศผู้นำทั่วโลก	124

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
6-3	ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ตัวแปรต่างๆทางอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา	125
6-4	บทความอ้างอิงการศึกษาโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ในงานด้านทรัพยากรน้ำ	126
6-5	ประเภทของข้อมูลขนาดใหญ่ที่หน่วยงานรัฐในประเทศต่างๆเผยแพร่(National Academy of Engineering 2014)	128
6-6	บทบาทของภาคส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์	129
7-1	กรณีศึกษาโซลูชันโทรศัพท์มือถือ	158
7-2	สรุปMobile Application ที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำ	175
9-1	แผนแม่บทน้ำและเป้าประสงค์ทั้ง 6 ด้าน	201
9-2	ช่องว่างสำหรับงานวิจัยที่ควรดำเนินการ	203
10-1	งานวิจัยที่เสนอแนะสำหรับโครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำในระยะที่2	212
10-2	งานวิจัยที่เสนอแนะสำหรับการดำเนินการในอนาคตของประเทศไทย	213

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ทรัพยากรน้ำ เป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญสำหรับการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตและเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในกิจกรรมต่างๆ มากมาย เช่น การบริโภคและอุปโภคการเกษตรกรรมการอุตสาหกรรมการคมนาคมการผลิตกระแสไฟฟ้าการท่องเที่ยวและนันทนาการการรักษาสมดุลของระบบนิเวศเป็นต้น

สถานการณ์เกี่ยวกับน้ำในช่วงที่ผ่านมานั้นมีความผันผวนเป็นอย่างมากและก่อให้เกิดประเด็นด้านการบริหารจัดการที่ท้าทายยิ่งขึ้น ทั้งในด้านภาวะการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง ภาวะน้ำท่วมในฤดูฝน ความขัดแย้งระหว่างกลุ่มผู้ใช้น้ำตลอดจนปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ทำให้คุณภาพของน้ำเสียไปไม่อาจนำน้ำมาใช้ประโยชน์ได้ และบางกรณีก็ก่อให้เกิดอันตรายหรือความเสียหายต่อบุคคล สัตว์ พืช และทรัพย์สินอีกด้วย ตามที่รัฐบาลปัจจุบันได้ให้ความสำคัญกับประเด็นปัญหาด้านน้ำและมุ่งมั่นที่จะแก้ไขปัญหาด้านน้ำอย่างชัดเจนจึงมีการปฏิรูปและดำเนินการหลายอย่างตั้งแต่การจัดตั้งสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ(สทนช.) เป็นองค์กรกลางด้านน้ำ การกำหนดยุทธศาสตร์น้ำแห่งชาติ การออกพระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ.2561

ดังนั้น สำนักงานการวิจัยเห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีหน้าที่และอำนาจเกี่ยวกับการให้ทุนวิจัยและนวัตกรรม ริเริ่ม ขับเคลื่อนและประสานการดำเนินงานโครงการวิจัยและนวัตกรรมที่สำคัญของประเทศ จึงได้กำหนดยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม 20 ปี (พ.ศ.2560-2579) พัฒนาโครงการการสนับสนุนกำหนดทิศทางการวิจัยและนวัตกรรม และกำหนดนโยบายขับเคลื่อนภายใต้โครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำขึ้น เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานตามยุทธศาตร์ของประเทศพัฒนาองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการน้ำให้มีความทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพการณ์ปัจจุบัน การศึกษาแนวคิดและเทคโนโลยีสมัยใหม่ในระดับสากลสามารถช่วยสนับสนุนให้ประเทศไทยนำองค์ความรู้เหล่านั้นมาวิจัยและประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศ และก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และประสบการณ์ร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำในประเทศไทยและต่างประเทศซึ่งสามารถพัฒนาไปเป็นเครือข่ายงานวิจัยด้านการบริหารจัดการน้ำที่มีความเข้มแข็งได้

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการสนับสนุนกำหนดทิศทางการวิจัยและนวัตกรรมและกำหนดนโยบายขับเคลื่อนภายใต้โครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำ (Supporting Research and Innovation Directions and Drive Policysetup under Water Resources Management Spearhead Project) ซึ่งชุดรายงานประกอบด้วยการศึกษาแนวคิดและเทคโนโลยีสมัยใหม่ด้านการบริหารจัดการน้ำ ทั้งหมด 7 เรื่องภายใต้ 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 แนวคิดระดับสากล

1. ความมั่นคงน้ำ (Water security)
2. ธรรมาภิบาลน้ำ (Water governance)
3. การเงินด้านน้ำ (Water finance)

กลุ่มที่ 2 เทคโนโลยีและนวัตกรรม

4. การพยากรณ์รายฤดูกาล (Seasonal forecast)
5. การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Data analytic: AI)
6. ฐานระบบการจัดการน้ำ (Water management platform)

กลุ่มที่ 3การขับเคลื่อนนโยบายและแผนแม่บทน้ำ

7. การจัดการภัยแล้ง (Drought management)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดและเทคโนโลยีการบริหารจัดการน้ำสมัยใหม่
2. เพื่อสนับสนุนให้มีการพัฒนางานวิจัยที่ส่งเสริมประเด็นและเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ที่นำไปสู่การขับเคลื่อนเพื่อการปฏิบัติจริงได้
3. เพื่อประสานงานในการตรียมความพร้อมในการจัดตั้งเครือข่ายงานวิจัยด้านการบริหารจัดการน้ำทั้งกับนักวิจัยในประเทศและต่างประเทศ (ร่วมกับประธานแผน)

1.3 แนวทางการศึกษา

1. รวมรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่ที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาและสถานภาพขององค์ประกอบด้านต่างๆประมวลสถานภาพการวิจัยที่เป็นอยู่ในด้านการจัดการน้ำของประเทศไทยและต่างประเทศต่างๆ เช่น ไต้หวัน ญี่ปุ่น จีน สหรัฐ ซึ่งมีความก้าวหน้าด้านการบริหารจัดการน้ำ
2. ศึกษาแนวคิดการบริหารจัดการน้ำในระดับสากลเพื่อนำมาพัฒนาโครงการใหม่ในประเทศไทย
3. รวบรวมรายชื่อนักวิจัยไทยและนักวิจัยต่างประเทศจากผลงานวิจัยที่แสดงถึงความเชี่ยวชาญในสาขาที่รวบรวมได้
4. เข้าร่วมการประชุม/สัมมนาเพื่อเผยแพร่ความรู้จากวิทยากรต่างประเทศและแลกเปลี่ยนประสบการณ์การบริหารจัดการน้ำกับนักวิจัยไทย ตามหัวข้อที่เป็นแนวโน้มการบริหารจัดการน้ำในอนาคต และการวิจัยในโครงการเข็มมุ่ง ด้านการบริหารจัดการน้ำ
5. สนับสนุนการดำเนินงานของประธานแผนและการเตรียมความพร้อมในการจัดตั้งเครือข่ายการบริหารจัดการน้ำ

1.4 เนื้อหารายงาน

รายงานฉบับนี้แบ่งการนำเสนอเป็นบทซึ่งมีทั้งหมด 11บท โดยบทที่ 1 เป็นบทนำ กล่าวถึงภาพรวมความเป็นมา วัตถุประสงค์ ขอบเขต วิธีการศึกษา และผลการศึกษาของโครงการ บทที่ 2-8 เป็นผลการศึกษาทบทวนหัวข้องานวิจัยด้านน้ำในแต่ละเรื่อง รวมทั้งหมด 7 และบทที่ 9-10เป็นบทสรุปที่กล่าวถึงความเชื่อมโยงของงานวิจัยภายใต้ชุดโครงการเข็มมุ่งฯ ในระยะที่ 1 กับระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ช่องว่างในงานวิจัยและข้อเสนอแนะที่ประเทศไทยควรดำเนินการ

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบสถานภาพการบริหารจัดการน้ำของประเทศและต่างประเทศ แนวคิดการบริหารจัดการน้ำ และเทคโนโลยีสมัยใหม่
2. ข้อเสนอแนะต่อแนวทางการวิจัย นวัตกรรม การขับเคลื่อนโครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำจากการประชุมกับนักวิชาการทั้งจากในและต่างประเทศ
3. รายงานสถานภาพการศึกษาบริหารจัดการน้ำ (ในประเทศและต่างประเทศ และการเตรียมพัฒนาเครือข่ายงานวิจัยด้านการบริหารจัดการน้ำ)
4 รายงานสรุปและบทเรียนจากการดำเนินการโครงการวิจัยเข็มมุ่ง ด้านการบริหารจัดการน้ำให้ดำเนินการเป็นไปตามวัตถุประสงค์

บทที่ 2
ความมั่นคงด้านน้ำ (Water security)

2.1 แนวคิด ทฤษฎี และงานศึกษาวิจัยในระดับสากล

2.1.1 นิยามศัพท์เฉพาะ

ความมั่นคงด้านน้ำ (water security) หมายถึง ความสามารถของประชากรในการป้องกันการเข้าถึงน้ำอย่างยั่งยืนในปริมาณที่เพียงพอและคุณภาพน้ำที่ยอมรับได้สำหรับการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์และการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมเพื่อให้แน่ใจว่ามีการป้องกันมลพิษทางน้ำและภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับน้ำ ระบบนิเวศในสภาพภูมิอากาศแห่งสันติภาพและเสถียรภาพทางการเมือง (UN water, 2013)

ความมั่นคงด้านน้ำ หมายถึง ความพอเพียงของทรัพยากรน้ำทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพเพื่อสุขอนามัย การดำรงชีวิต รักษาระบบนิเวศน์และใช้เป็นปัจจัยในการผลิต รวมทั้งเพียงพอที่จะใช้สำหรับบรรเทาความเสี่ยงอันเกิดจากน้ำที่กระทบต่อประชาชน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ (Grey and Sadoff, 2007).

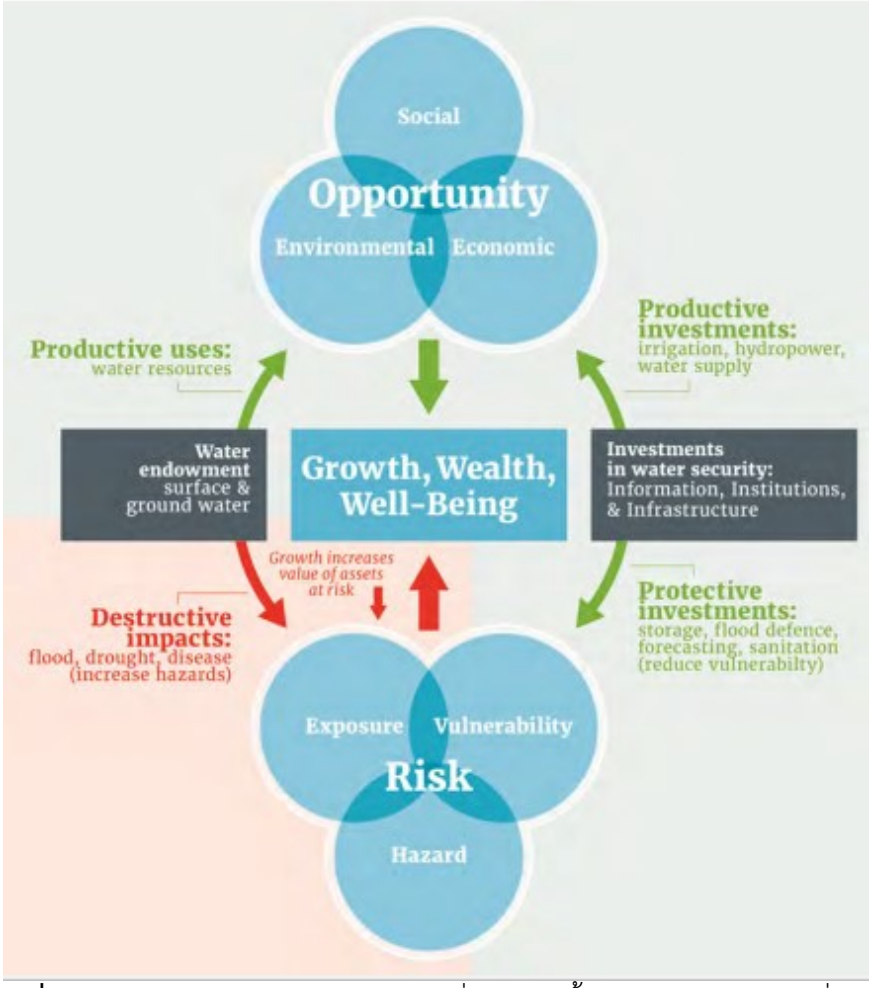
ความมั่นคงด้านน้ำ หมายถึง ประชาชนทุกคนสามารถเข้าถึงน้ำที่สะอาด ปลอดภัยในปริมาณเพียงพอ โดยมีค่าใช้จ่ายในระดับราคาที่สามารถจ่ายได้ เพื่อทำให้ชีวิตมีสุขอนามัย และมีคุณภาพชีวิตที่ดี ในขณะเดียวกันสิ่งแวดล้อมก็ได้รับการปกป้องรักษา (Global Water Partnership (GWP), 2000)

2.1.2 แนวคิดการสร้างความมั่นคงด้านน้ำ การเติบโตทางเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ที่ดีของสังคมของ GWP/OECD

จากกรอบแนวคิดของการสร้างความมั่นคงทางน้ำและการเติบโตอย่างยั่งยืนของ GWP/OECD กล่าวว่าทรัพยากรน้ำมีทั้งส่วนที่เป็นข้อดีและส่วนที่เป็นข้อเสีย ต้นทุนน้ำอันประกอบด้วยน้ำบนดิน ผิวดิน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทุกชีวิต และนำมาใช้เป็นปัจจัยการผลิตในภาคการผลิตต่างๆ เช่น ภาคการเกษตร ภาคอุตสาหกรรม ภาคบริการ พลังงาน และการขนส่ง ส่งผลให้เกิดโอกาสทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมนำมาสู่การเติบโตทางเศรษฐกิจ ความมั่งคั่ง และความเป็นอยู่ที่ดีในสังคม ในขณะเดียวกันทรัพยากรน้ำทำให้เกิดภัยพิบัติทางน้ำ เช่น น้ำแล้ง น้ำท่วม เกิดเป็นความเสี่ยงที่ส่งผลด้านลบต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจ ความมั่งคั่ง และความเป็นอยู่ที่ดี

การสร้างความมั่นคงทางน้ำส่งผลให้เกิดการเติบโตอย่างยั่งยืน การลงทุนให้เกิดความมั่นคงทางน้ำ ได้แก่ การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวกับน้ำ กลไกเชิงสถาบัน รวมถึงข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง การลงทุนเหล่านี้ก่อให้เกิดความมั่นคงทางน้ำใน 2 ลักษณะ กล่าวคือ การลงทุนทางน้ำก่อให้เกิดประโยชน์ต่อภาคการผลิตของประเทศช่วยสนับสนุนให้เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ระบบ

ชลประทาน ระบบการจัดหาน้ำ (water supply) ไฟฟ้าพลังน้ำ นำมาสู่การเติบโตทางเศรษฐกิจ ความมั่งคั่ง และความเป็นอยู่ที่ดีในสังคม นอกจากนี้การลงทุนทางน้ำในเชิงป้องกันภัยพิบัติจากน้ำ ได้แก่ การกักเก็บน้ำ การป้องกันน้ำท่วม ทำให้ความเสี่ยงที่เกิดจากภัยพิบัติทางน้ำลดลง

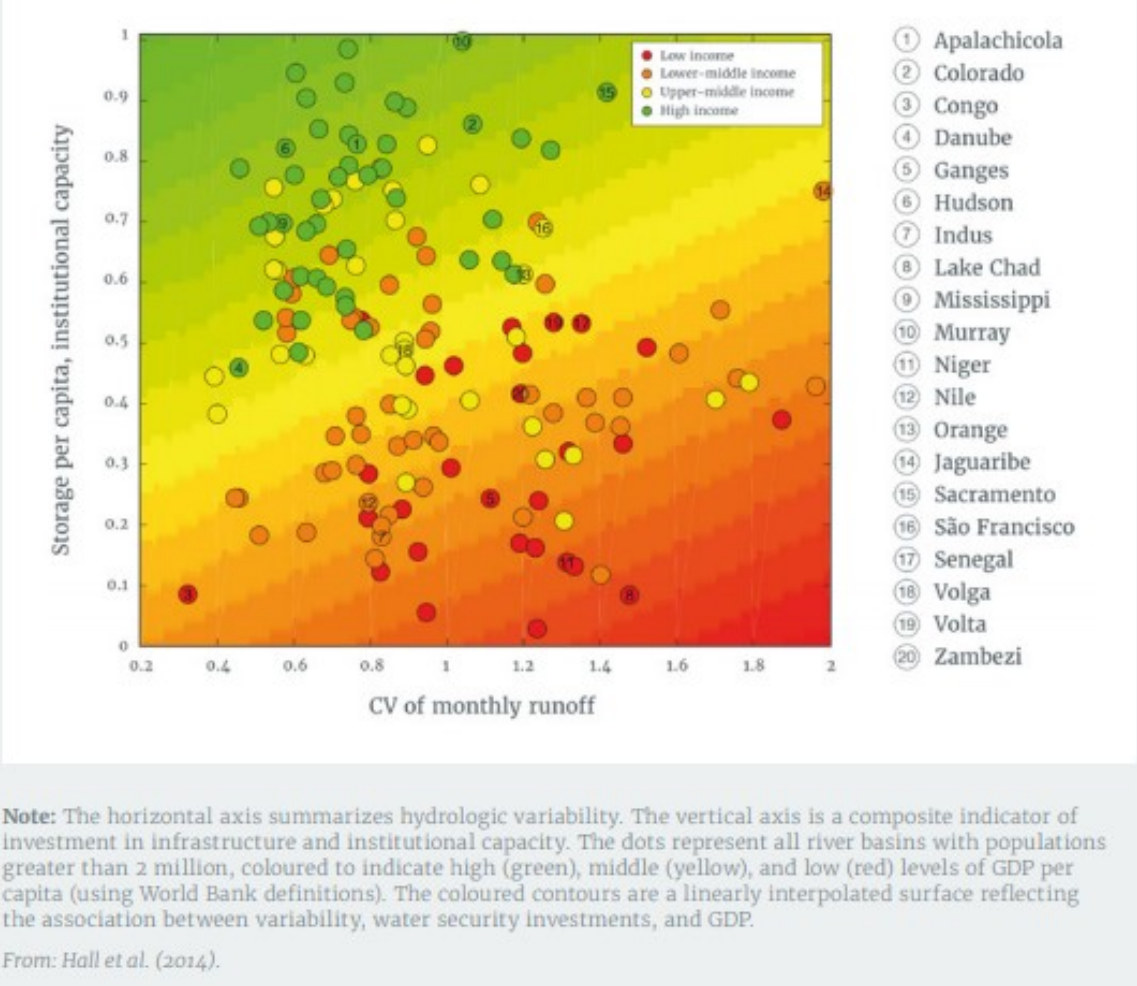


รูปที่2-1 กรอบแนวคิดของการสร้างความมั่นคงด้านน้ำและการเติบโตอย่างยั่งยืน
ที่มา:Aerts, Sadof, Hall, Simon, Dadson(2015)

2.1.3ตัวอย่างการประเมินความมั่นคงด้านน้ำในเอเชียและแปซิฟิคด้วยแนวคิดการสร้างความมั่นคงทางน้ำและการเติบโตอย่างยั่งยืน GWP/OECD

Aerts, Sadof, Hall, Simon, Dadson(2015) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจ ความแปรปรวนทางอุทกวิทยา และการลงทุนเพื่อลดความเสี่ยงในพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศพัฒนาแล้ว และประเทศกำลังพัฒนา จากรูปที่ 2-2 แสดงให้เห็นว่าถึงลุ่มน้ำในกลุ่มรายได้สูง ซึ่งมีสภาพอุทกวิทยาที่ไม่ซับซ้อนและมีการลงทุนขนาดใหญ่ในความมั่นคงทางน้ำ (บริเวณจุดสีเขียวอยู่บริเวณด้านบนซ้าย) ส่วนลุ่มน้ำที่ยากจน มีการลงทุนด้านความมั่นคงทางน้ำน้อยและอุทกวิทยาที่ซับซ้อน (บริเวณจุดสีแดงซึ่งกระจุกตัวอยู่ในครึ่งล่างของแผนภูมิ)

ทั้งนี้ การลงทุนในความมั่นคงของน้ำมีความจำเป็นสำหรับลุ่มน้ำที่มีสภาพอุทกวิทยาที่แปรปรวนสูง เพื่อให้เกิดความมั่นคงของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ



Note: The horizontal axis summarizes hydrologic variability. The vertical axis is a composite indicator of investment in infrastructure and institutional capacity. The dots represent all river basins with populations greater than 2 million, coloured to indicate high (green), middle (yellow), and low (red) levels of GDP per capita (using World Bank definitions). The coloured contours are a linearly interpolated surface reflecting the association between variability, water security investments, and GDP.

From: Hall et al. (2014).

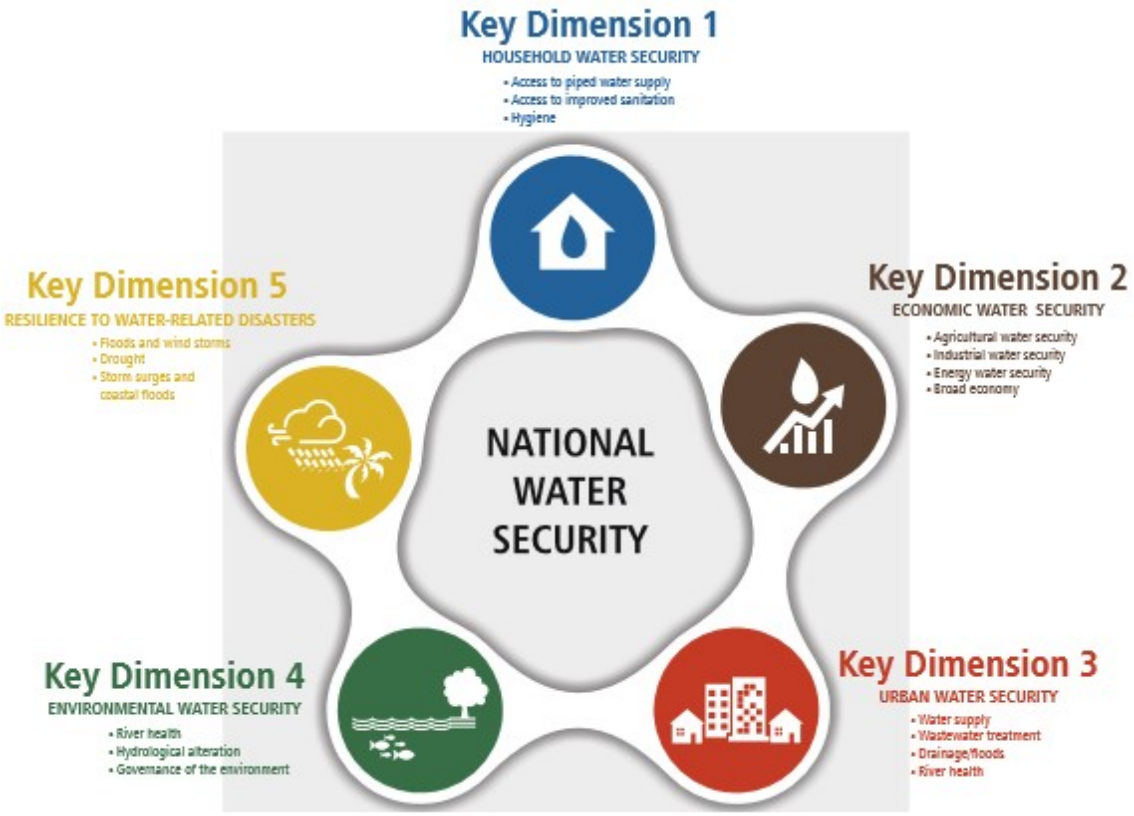
รูปที่2-2 การเติบโตทางเศรษฐกิจ ความแปรปรวนทางอุทกวิทยา และการลงทุนด้านความมั่นคงทางน้ำ ที่มา:Aerts, Sadof, Hall, Simon, Dadson(2015)

2.1.4 แนวคิดความมั่นคงด้านน้ำของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB)

ในปี 2550 ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) และ Asia-Pacific Water Forum (APWF) ได้จัดทำรายงานแนวโน้มการพัฒนาแหล่งน้ำแห่งเอเชีย (Asian Water Development Outlook,(AWDO)) เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการหารือเกี่ยวกับความมั่นคงทางน้ำในภูมิภาคนี้ ในรายงานดังกล่าวนำเสนอมุมมองอนาคตของทรัพยากรน้ำในภูมิภาค และชี้ให้เห็นว่าสาเหตุหลักของความไม่มั่นคงของน้ำเกิดจากแนวทางการบริหารจัดการที่ไม่เหมาะสมมากกว่าการขาดแคลนน้ำทางกายภาพ

รายงานแนวโน้มการพัฒนาแหล่งน้ำแห่งเอเชีย (Asian Water Development Outlook,(AWDO)) ได้จัดทำครั้งแรกในปี 2550 ต่อมามีการทบทวนกรอบและวิธีการประเมินและจัดทำ

ในปี 2556 และปี 2559 ซึ่งเป็นปีล่าสุด และอยู่ในระหว่างดำเนินการจัดทำในปี 2563 โดยจะนำแนวคิดเรื่องธรรมาภิบาลน้ำเข้ามาเป็นอีก 1 มิติ สำหรับ รายงานในปี 2559 ดัชนีความมั่นคงทางน้ำ (WSI) ประกอบด้วย มิติหลัก 5 มิติ ได้แก่ มิติที่ 1 - ความมั่นคงของน้ำในครัวเรือน มิติที่ 2 - ความมั่นคงทางเศรษฐกิจ มิติที่ 3 - ความมั่นคงของน้ำในเมือง มิติที่ 4 - ความมั่นคงทางน้ำสิ่งแวดล้อม และมิติที่ 5 – ความยืดหยุ่นต่อภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับน้ำ



รูปที่2-3 กรอบแนวคิดความมั่นคงด้านน้ำของ ADB

ที่มา:AWDO 2016 Framework for Water Security (ADB, 2016)

ทั้งนี้ มิติหลัก 5 มิติ มีองค์ประกอบ ดังนี้

ตารางที่ 2-1 ตัวชี้วัดการประเมินความมั่นคงด้านน้ำภายใต้กรอบ AWDO 2016

มิติ	ตัวชี้วัด	องค์ประกอบของดัชนี
ความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ	ความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ	องค์ประกอบของตัวชี้วัดของมิติ
มิติที่ 1 (KD1)	ความมั่นคงของน้ำในครัวเรือน	•การเข้าถึงแหล่งน้ำประปา •การเข้าถึงการสุขาภิบาลที่ดีขึ้น •ดัชนีสุขอนามัย
มิติที่ 2 (KD2)	ความมั่นคงของน้ำทางด้านเศรษฐกิจ	•การพัฒนาเศรษฐกิจในภาพกว้าง •น้ำเพื่อการเกษตร •น้ำเพื่ออุตสาหกรรม •น้ำเพื่อพลังงาน
มิติที่ 3 (KD3)	ความมั่นคงของน้ำในเมือง	•น้ำประปาในเมือง •การรวบรวมน้ำเสียในเมือง •น้ำท่วมและการระบายน้ำจากพายุ •สุขภาพแม่น้ำในเขตเมือง
มิติที่ 4 (KD4)	ความมั่นคงทางน้ำสิ่งแวดล้อม	•สุขภาพแม่น้ำ •การเปลี่ยนแปลงการไหล •การกำกับดูแลด้านสิ่งแวดล้อม
มิติที่ 5 (KD5)	ความยืดหยุ่นต่อภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับน้ำ	•อุทกภัยและวาตภัย •ภัยแล้ง •พายุชายฝั่งและน้ำท่วมชายฝั่ง

ที่มา: AWDO 2016 Framework for Water Security (ADB, 2016)

การให้คะแนนความมั่นคงด้านน้ำในระดับประเทศมี 5 ขั้น ตั้งแต่ 1-5 คะแนนเท่ากับ 1 หมายถึงความมั่นคงด้านน้ำอยู่ในระดับอันตราย คะแนนเท่ากับ 2 = มีการดำเนินการ คะแนนเท่ากับ 3 หมายถึง มีความสามารถในการจัดการ คะแนนเท่ากับ 4 หมายถึง มีประสิทธิภาพ และคะแนนเท่ากับ 5 หมายถึงสามารถเป็นต้นแบบให้กับประเทศอื่น

ตารางที่ 2-2 การแบ่งระดับความมั่นคงด้านน้ำ 5 ระดับและคำอธิบาย

ค่าระดับ	คะแนน	ระดับขั้น	รายละเอียด
5	มากกว่าและเท่ากับ 96	เป็นต้นแบบ	ประชาชนทุกคนสามารถเข้าถึงน้ำดื่มและสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขอนามัยที่ปลอดภัย ปริมาณน้ำมีพอเพียงในการประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจ คุณภาพของน้ำตรงตามมาตรฐานในการใช้งานและมาตรฐานของระบบนิเวศ และความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับน้ำเป็นที่ยอมรับและจัดการได้โดยง่าย
4	76<96	มีประสิทธิภาพ	ประชาชนเกือบทุกคนสามารถเข้าถึงน้ำดื่มที่ปลอดภัยและสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขอนามัย การส่งมอบบริการน้ำส่วนใหญ่เป็นทางการจากหน่วยงานภาครัฐ และมีประสิทธิภาพเพื่อสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจ คุณภาพน้ำเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และให้ความสนใจกับการฟื้นฟูระบบนิเวศของแหล่งน้ำ และความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับน้ำจะได้รับการจัดการโดยใช้โครงสร้างพื้นฐานและระบบเตือนภัย
3	56<76	มีความสามารถในการจัดการ	การเข้าถึงน้ำดื่มที่ปลอดภัยและสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขอนามัยกำลังได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น ผลผลิตน้ำในกิจกรรมทางเศรษฐกิจดีขึ้น การปรับปรุงคุณภาพน้ำผ่านการควบคุมและการบำบัดน้ำเสีย มีมาตรการเพื่อใช้ฟื้นฟูสุขภาพระบบนิเวศของแหล่งน้ำ และภัยพิบัติทางน้ำที่รุนแรงได้รับการแก้ไข
2	36<56	อยู่ในระดับมีการดำเนินการ	ประชากรมากกว่าครึ่งสามารถเข้าถึงน้ำดื่มและสิ่งอำนวยความสะดวกที่ถูกสุขอนามัย การให้ บริการด้านน้ำเริ่มมีการพัฒนา มีการสนับสนุนกิจกรรมทางเศรษฐกิจ มีมาตรการที่ถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ และมีการพยายามเพื่อแก้ไขความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับน้ำ
1	1<36	อยู่ในระดับอันตราย	น้ำดื่มและสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขอนามัยมี จำกัด และทำให้เกิดภัยร้ายแรงต่อสุขภาพ การส่งมอบบริการในด้านน้ำส่วนใหญ่ไม่เป็นทางการและเป็นข้อจำกัดในการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจและการพัฒนา คุณภาพน้ำไม่ดีและเป็นอันตรายต่อประชาชน มีความเสียหายร้ายแรงต่อระบบนิเวศน์ทางน้ำ และประสบกับภาวะน้ำแล้งและน้ำท่วมทำให้ผู้คนตกอยู่ในความยากจน

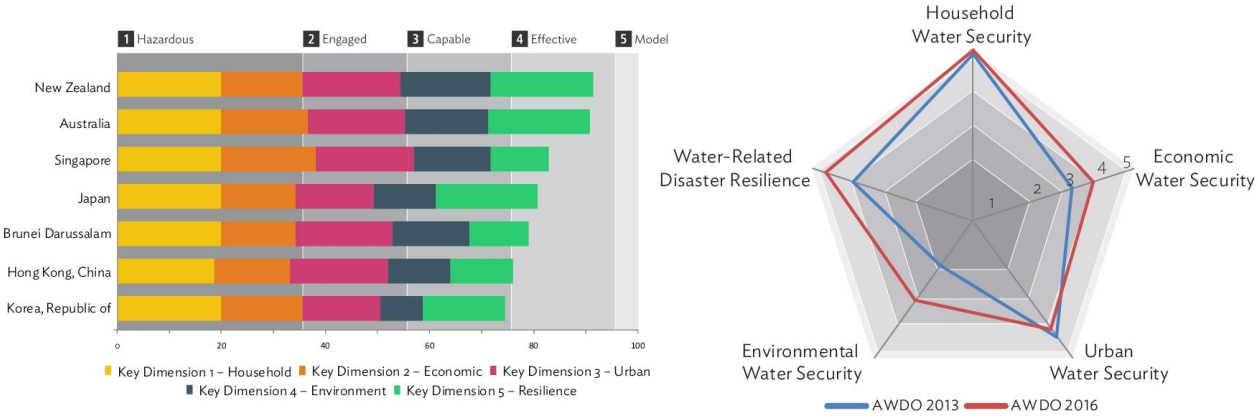
ที่มา: AWDO 2016 Framework for Water Security (ADB, 2016)

2.1.5 ตัวอย่างการประเมินความมั่นคงด้านน้ำในเอเชียและแปซิฟิค ด้วยแนวคิดความมั่นคงด้านน้ำของ ADB

ทาง ADB ทำการประเมินความมั่นคงด้านน้ำในปี 2016 โดยทำการวิเคราะห์และประเมินดัชนีความมั่นคงด้านน้ำในเอเชียและแปซิฟิค โดยแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มประเทศตามภูมิภาค จำนวน 48 ประเทศ โดยคะแนนประเมินความมั่นคงด้านน้ำ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ตั้งแต่ 1 ถึง 5 นอกจากนี้ ทาง ADB ยังได้ประเมินความมั่นคงด้านน้ำใน 5 มิติด้วยกราฟใยแมงมุม ในปี 2016 (เส้นสีแดง) เปรียบเทียบกับคะแนนประเมินในปี 2013 (เส้นสีฟ้า) เพื่อศึกษาแนวโน้มการพัฒนาของความมั่นคงด้านน้ำของแต่ละประเทศ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

<u>กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว</u>

กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว มีจำนวน 7 ประเทศ ประกอบด้วย ออสเตรเลีย บรูไนดารุสซาลาม ฮ่องกง สาธารณรัฐเกาหลี นิวซีแลนด์ สิงคโปร์ ประเทศในกลุ่มนี้มีคะแนนประเมินของมิติหลัก 5 มิติสูงที่สุดเท่ากับ 80.5 คะแนน โดยเกือบทุกประเทศอยู่ในระดับขั้นที่ 4 หมายถึงมีระดับความมั่นคงด้านน้ำในระดับที่มีประสิทธิภาพ



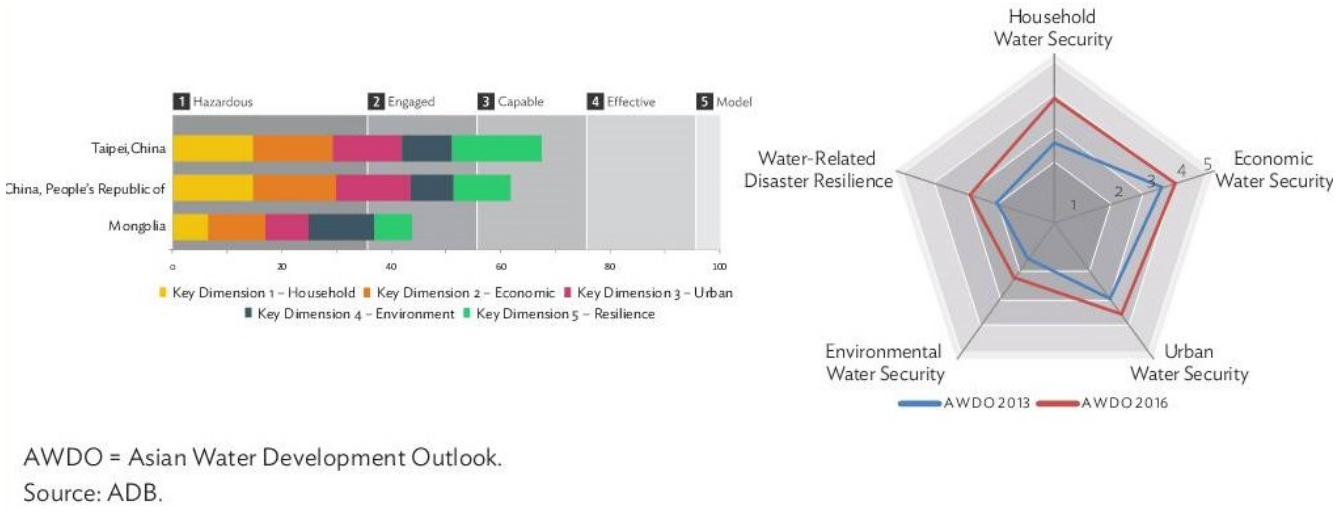
AWDO = Asian Water Development Outlook.
Source: ADB.

รูปที่ 2-4 ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของของกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว

ที่มา: AWDO 2016 Framework for Water Security (ADB, 2016)

<u>กลุ่มประเทศเอเชียตะวันออก</u>

กลุ่มประเทศเอเชียตะวันออก มีจำนวน 3 ประเทศ ประกอบด้วย จีน มองโกเลีย ไต้หวัน ไทเป ประเทศในกลุ่มนี้มีคะแนนประเมินของมิติหลัก 5 มิติที่สูงเป็นอันดับ 2 จากทั้งหมด 6 ภูมิภาค เท่ากับ 61.9 คะแนน โดยเกือบทุกประเทศอยู่ในระดับขั้นที่ 3 หมายถึงมีระดับความมั่นคงด้านน้ำในระดับที่มีความสามารถในการจัดการ



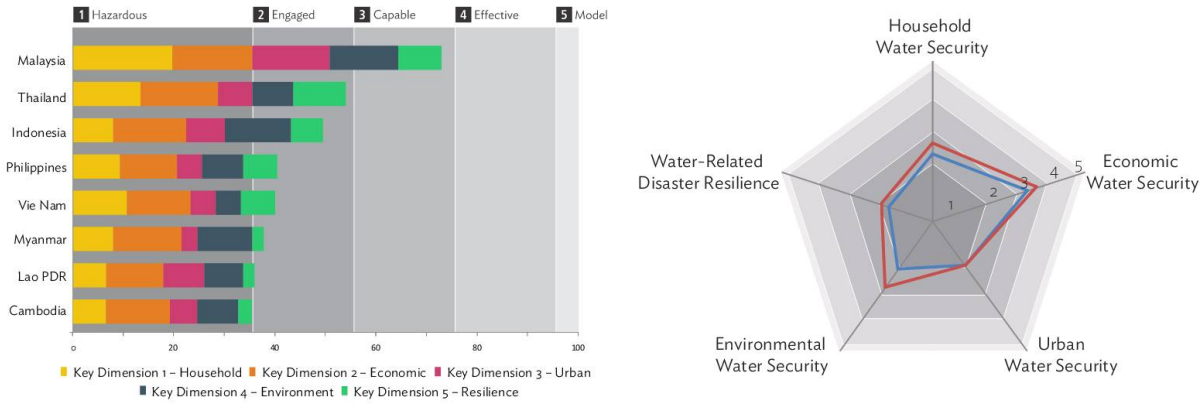
AWDO = Asian Water Development Outlook.
Source: ADB.

รูปที่ 2-5 ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของของกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออก

ที่มา: AWDO 2016 Framework for Water Security (ADB, 2016)

<u>กลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้</u>

กลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีจำนวน 8 ประเทศ ประกอบด้วย กัมพูชา อินโดนีเซีย สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มาเลเซีย พม่า ฟิลิปปินส์ ประเทศไทย เวียดนาม ประเทศในกลุ่มนี้มีคะแนนประเมินของมิติหลัก 5 มิติที่สูงเป็นอันดับ 3 จากทั้งหมด 6 ภูมิภาค เท่ากับ 47.3 คะแนน มีเพียงประเทศมาเลเซียเท่านั้นที่มีคะแนนอยู่ในระดับขั้นที่ 3 นอกจากนั้นที่เหลือมีคะแนนอยู่ในระดับขั้นที่ 2 หมายถึงมีระดับความมั่นคงด้านน้ำในระดับที่มีการดำเนินการ



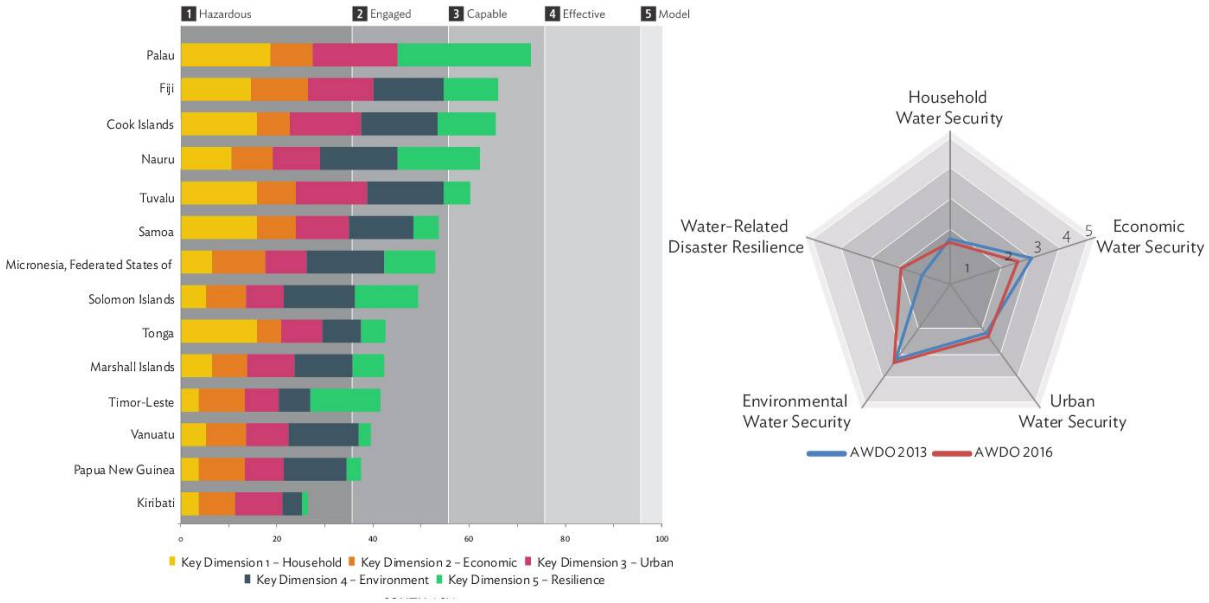
AWDO = Asian Water Development Outlook.
Source: ADB

รูปที่ 2-6 ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของของกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ที่มา: AWDO 2016 Framework for Water Security (ADB, 2016)

กลุ่มประเทศในหมู่เกาะแปซิฟิก

กลุ่มประเทศในหมู่เกาะแปซิฟิก มีจำนวน 14 ประเทศ ประกอบด้วย หมู่เกาะคุก ฟิจิ คิริบาติ หมู่เกาะมาร์แชลล์ สหพันธรัฐไมโครนีเซีย, นาอูรู ปาเลา ปาปัวนิวกินี ซามัว หมู่เกาะโซโลมอน ติมอร์ - เลสเต ตองกา ตูวาลู วานูอาตู ในกลุ่มนี้มีคะแนนประเมินของมิติหลัก 5 มิติ เท่ากับ 43.0 คะแนน ทั้งนี้ ประเทศ 5 ประเทศที่มีคะแนนอยู่ในระดับขั้นที่ 3 ได้แก่ ปาเลา ฟิจิ หมู่เกาะคุก นาอูรู และตูวาลู ส่วนประเทศที่ประเมินว่าไม่มีความมั่นคงทางน้ำ โดยมีคะแนนอยู่ในระดับขั้นที่ 1 ได้แก่ คิริบาติ

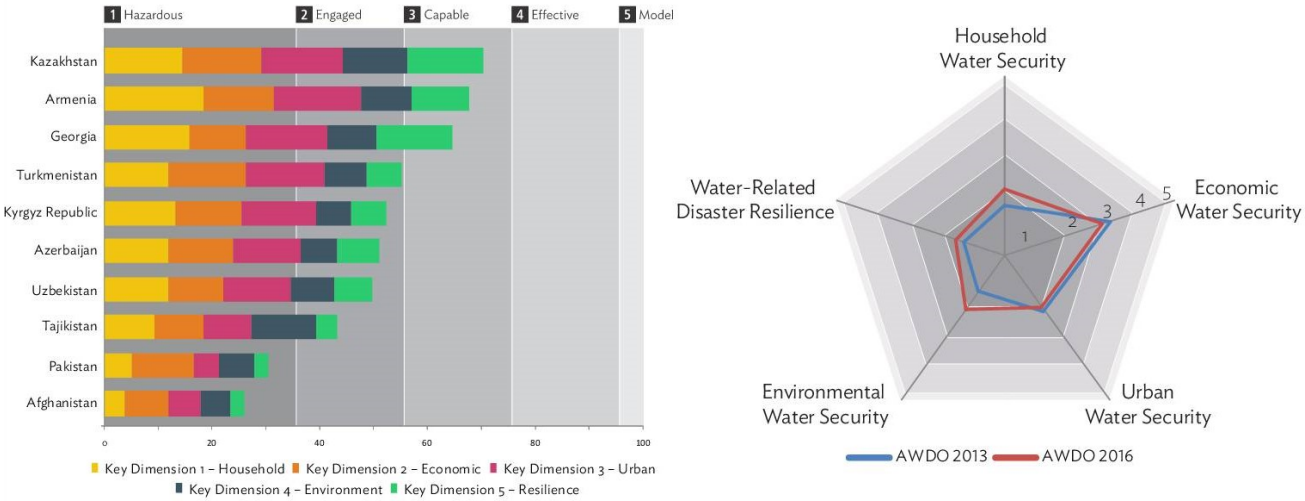


AWDO = Asian Water Development Outlook.
Source: ADB.

รูปที่ 2-7 ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของของกลุ่มประเทศในหมู่เกาะแปซิฟิก
ที่มา: AWDO 2016 Framework for Water Security (ADB, 2016)

กลุ่มประเทศเอเชียกลางและเอเชียตะวันตก

กลุ่มประเทศเอเชียกลางและเอเชียตะวันตก มีจำนวน 10 ประเทศ ประกอบด้วย อัฟกานิสถาน อาร์เมเนีย อาเซอร์ไบจาน จอร์เจีย คาซัคสถาน สาธารณรัฐคีร์กีซ ปากีสถาน ทาจิกิสถาน เติร์กเมนิสถาน อุซเบกิ ในกลุ่มนี้มีคะแนนประเมินของมิติหลัก 5 มิติ เท่ากับ 38.2 คะแนน ทั้งนี้ ประเทศ 3 ประเทศที่มีคะแนนอยู่ในระดับขั้นที่ 3 ได้แก่ คาซัคสถาน อาร์เมเนีย และจอร์เจีย ส่วนประเทศที่ประเมินว่าไม่มีความมั่นคงทางน้ำ โดยมีคะแนนอยู่ในระดับขั้นที่ 1 ได้แก่ ปากีสถาน และอัฟกานิสถาน

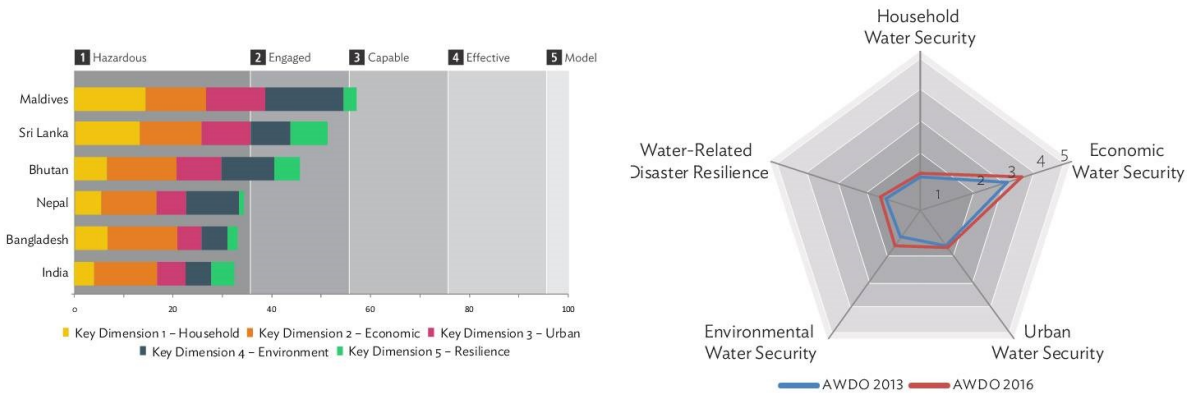


AWDO = Asian Water Development Outlook.
Source: ADB.

รูปที่ 2-8 ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของของกลุ่มประเทศเอเชียกลางและเอเชียตะวันตก
ที่มา: AWDO 2016 Framework for Water Security (ADB, 2016)

<u>กลุ่มประเทศเอเชียใต้</u>

กลุ่มประเทศเอเชียใต้ มีจำนวน 6 ประเทศ ประกอบด้วย บังคลาเทศ ภูฏาน อินเดีย มัลดีฟส์ เนปาล ศรีลังกา ในกลุ่มนี้มีคะแนนประเมินเฉลี่ยของมิติหลัก 5 มิติ น้อยที่สุดเท่ากับ 33.7 คะแนน มีเพียง 1 ประเทศที่มีคะแนนอยู่ในระดับขั้นที่ 3 ได้แก่ มัลดีฟส์ ส่วนประเทศที่ประเมินว่าไม่มีความมั่นคงทางน้ำ โดยมีคะแนนอยู่ในระดับขั้นที่ 1 ได้แก่ เนปาล บังคลาเทศ และอินเดีย



AWDO = Asian Water Development Outlook.
Source: ADB.

รูปที่ 2-9 ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของของกลุ่มประเทศเอเชียใต้
ที่มา: AWDO 2016 Framework for Water Security (ADB, 2016)

จากการศึกษาสรุปได้ว่าในเอเชียแปซิฟิค ประเทศที่มีความมั่นคงด้านน้ำสูงที่สุดคือ กลุ่มประเทศพัฒนา และเอเชียกลาง ส่วนกลุ่มประเทศที่ไม่มีความมั่นคงทางน้ำ ได้แก่ กลุ่มประเทศเอเชียใต้ เมื่อเปรียบเทียบแนวโน้มการพัฒนาของความมั่นคงด้านน้ำของแต่ละประเทศ พบว่าทุกกลุ่มประเทศมีแนวโน้มที่ดีขึ้น สำหรับประเทศไทยอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีความมั่นคงด้านน้ำ เท่ากับ 54.2 มีคะแนนอยู่ในระดับขั้นที่ 2 กล่าวคือประเทศไทยมีกฎหมายและนโยบายจากทางภาครัฐ มีการพัฒนาขององค์กรที่เกี่ยวข้อง และมีการลงทุนในระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน

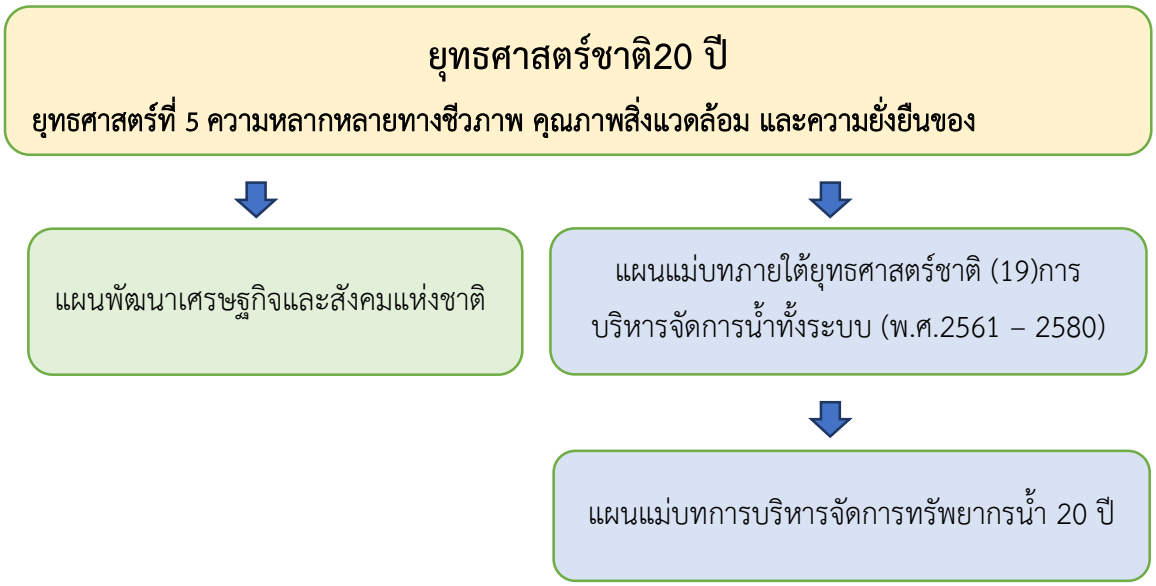
ที่มา: Water Security and the Global Water Agenda - A UN-Water Analytical Brief (UN, 2013)

2.2 แนวคิด ทฤษฎี และงานศึกษา วิจัยในประเทศไทย

2.2.1 ยุทธศาสตร์ แผน และนโยบายที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงด้านน้ำ

การศึกษาเรื่องความมั่นคงด้านน้ำสอดคล้องกับแผน/ยุทธศาสตร์ทั้งในระดับ1 ระดับ 2 และระดับ 3 ดังนี้

- ระดับ 1 ได้แก่ ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี
- ระดับ 2 ได้แก่ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (19) ประเด็น การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ. 2561 - 2580)
- ระดับ 3 ได้แก่ แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580)



รูปที่ 2-10 ยุทธศาสตร์ แผน และนโยบายที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงด้านน้ำ

ตามระดับของแผนตามมติ ครม.

1. ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

ประเทศไทยกำหนดวิสัยทัศน์ ดังนี้ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง”

ยุทธศาสตร์ชาติประกอบด้วย 6 ยุทธศาสตร์สำคัญ ได้แก่

1. ความอยู่ดีมีสุขของคนไทยและสังคมไทย
2. ขีดความสามารถในการแข่งขัน การพัฒนาเศรษฐกิจ และการกระจายรายได้
3. การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศ
4. ความเท่าเทียมและความเสมอภาคของสังคม
5. ความหลากหลายทางชีวภาพ คุณภาพสิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ
6. ประสิทธิภาพการบริหารจัดการและการเข้าถึงการให้บริการของภาครัฐ

ทั้งนี้ ความมั่นคงด้านน้ำสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติที่ 5 ความหลากหลายทางชีวภาพ คุณภาพสิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

2. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 มียุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ คือ ยุทธศาสตร์ที่ 4 การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน และมีแนวทางการพัฒนาที่เกี่ยวข้อง คือ

1. การรักษา ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ สร้างสมดุลการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนและเป็นธรรม
2. เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อให้เกิดความมั่นคง สมดุล และยั่งยืน
3. การบริหารจัดการ เพื่อลดความเสี่ยงด้านภัยพิบัติ

ทั้งนี้ได้จัดทำทิศทางการพัฒนาภาคในระยะแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 เพื่อเป็นเครื่องมือในการแปลงแผนไปสู่การปฏิบัติ การกำหนดทิศทางการพัฒนาเชิงพื้นที่ตามศักยภาพภูมิสังคมของแต่ละภาคทั้ง 6 ภาค ซึ่งในด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้กำหนดทิศทางการพัฒนาด้านน้ำในแต่ละภาคไว้ให้สอดคล้องและสนับสนุนกัน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

3. แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ประเด็นที่ (19) การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ.2561 – 2580)

เป้าหมายตัวชี้วัดและแนวทางพัฒนาด้วยแผนย่อย 3 แผน ดังนี้

1. แผนย่อยพัฒนาการจัดการน้ำเชิงลุ่มน้ำทั้งระบบเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ
2. แผนย่อยเพิ่มผลิตภาพของน้ำทั้งระบบในการใช้น้ำอย่างประหยัด รู้คุณค่าและสร้างมูลค่าเพิ่ม จากการใช้น้ำให้ทัดเทียมกับระดับสากล
3. แผนย่อยอนุรักษ์และฟื้นฟูแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วประเทศ

(ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

4. แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580)

แผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) ประกอบด้วยยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 6 ยุทธศาสตร์ ดังนี้

- แผนแม่บทด้านที่ 1 การจัดการน้ำอุปโภคบริโภค
- แผนแม่บทด้านที่ 2 การสร้างความมั่นคงของน้ำภาคการผลิต
- แผนแม่บทด้านที่ 3 การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย
- แผนแม่บทด้านที่ 4 การจัดการคุณภาพน้ำ
- แผนแม่บทด้านที่ 5 การอนุรักษ์ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรมและป้องกันการพังทลายของดิน
- แผนแม่บทด้านที่ 6 การบริหารจัดการ

(ดูรายละเอียดในภาคผนวก 4)

กล่าวโดยสรุป การศึกษาความมั่นคงในด้านน้ำ (Water Security) สอดคล้องกับความมั่นคงด้านน้ำสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติที่ 5 ความหลากหลายทางชีวภาพ คุณภาพสิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ที่ 4 การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน และมีแนวทางการพัฒนาที่เกี่ยวข้องตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ประเด็นที่ (19) การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ. 2561 – 2580) โดยมีเป้าหมายตัวชี้วัดและแนวทางพัฒนาประกอบด้วยแผนย่อยทั้ง 3 แผน และแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20ปี ทั้ง 6 ยุทธศาสตร์

2.2.2 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับความมั่นคงด้านน้ำในประเทศไทย

แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงด้านน้ำที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งเป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชพระราชทานแก่ชาวไทย หลักการนี้เป็นแนวคิดที่ตั้งอยู่บนรากฐานของวัฒนธรรมไทย เป็นแนวทางการพัฒนาที่ตั้งบนพื้นฐานของทางสายกลาง และความไม่ประมาท คำนึงถึงความพอประมาณ ความมีเหตุผล การสร้างภูมิคุ้มกันในตัวเอง ตลอดจนใช้ความรู้และคุณธรรม เป็นพื้นฐาน หรือที่เรียกกันว่า 3 ห่วง 2 เงื่อนไข ทั้งนี้ทางสำนักงานพัฒนาเศณษฐกิจและสังคมแห่งชาตินำมาประยุกต์ใช้กับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ดังนี้ ความพอประมาณในการบริหารจัดการน้ำ ได้แก่ (1) ใช้น้ำอย่างพอประมาณ เหมาะสมกับทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ ทั้งน้ำบนดิน ใต้ดิน (2) กระจายโอกาสการเข้าถึงทรัพยากรน้ำอย่างเป็นธรรม และ(3) ขยายการพัฒนาทางเศรษฐกิจโดยคำนึงถึงข้อจำกัดของน้ำ

ความมีเหตุผลในการบริหารจัดการน้ำ ได้แก่ (1) การใช้ความรอบรู้ ภูมิปัญญา เทคโนโลยีในการใช้น้ำและป้องกันภัยจากน้ำ (2) สนับสนุนภูมิปัญญา และเทคโนโลยีเพื่อการใช้น้ำอย่างประหยัด รู้คุณค่าน้ำ และอนุรักษ์ฟื้นฟูต้นน้ำ เพื่อสร้างความมั่นคงด้านน้ำในทุกฤดูกาล และ (3) จัดลำดับความสำคัญในการลงทุน เนื่องจากข้อจำกัดของงบประมาณ โดยให้ความสำคัญต่อการฟื้นฟู เพิ่มขีดความสามารถแหล่งน้ำที่มีอยู่ก่อนสร้างใหม่ซึ่งมีปัญหาข้อขัดแย้งด้านพื้นที่ การแก้ไขความยากจน และป้องกันอุทกภัยพื้นที่ที่สร้างความเสียหายสูง

การมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ได้แก่ (1) บริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำอย่างบูรณาการ ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ (2) เสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน ท้องถิ่นองค์กร ผู้นำองค์กรลุ่มน้ำ เครือข่ายจัดการน้ำในพื้นที่ (3) สนับสนุนการเรียนรู้ ความเข้าใจความตระหนักในคุณค่าน้ำ ความสัมพันธ์ของนิเวศน้ำ การใช้ประโยชน์ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ และ (4) พัฒนาระบบข้อมูลด้านน้ำ ระบบการเตือนภัยล่วงหน้าเพื่อป้องกันภัยน้ำท่วม น้ำขาดแคลน และน้ำเน่าเสีย

ทั้งนี้ แนวทางในการสร้างความมั่นคงด้านน้ำ โดยการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำมีการดำเนินการ เช่น ฝนหลวง อ่างเก็บน้ำ ฝายทดน้ำ การขุดลอกหนอง บึง ประตูระบายน้ำ สระเก็บน้ำตามทฤษฎีใหม่ อุโมงค์ผันน้ำ เป็นต้น

รูปที่ 2-11 หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับการบริหารจัดการน้ำที่มา สศช.

2.2.3 สถานการณ์น้ำในประเทศไทย

น้ำเป็นปัจจัยการผลิตในภาคการเกษตร อุตสาหกรรม และบริการ น้ำยังใช้เพื่อรักษาระบบนิเวศ ปริมาณความต้องการใช้น้ำของไทยอยู่ที่ประมาณ 151,746 ล้านลูกบาศก์เมตร (พ.ศ. 2560) แบ่งเป็นความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 75.10 ของความต้องการน้ำทั้งหมด รองลงมาเป็นความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ (ร้อยละ 17.85) น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคประมาณ (ร้อยละ 4.28) และน้ำเพื่ออุตสาหกรรม (ร้อยละ 2.77) ทั้งนี้ ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรอยู่ในเขตชลประทาน 65,000 ล้าน ลบ.ม. และพื้นที่นอกเขตชลประทาน (พื้นที่เกษตรน้ำฝน) 48,960 ล้าน ลบ.ม. (กรมทรัพยากรน้ำ 2562) จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้น้ำฝนเป็นปัจจัยในการผลิตที่สำคัญ ดังนั้น เมื่อเกิดภัยพิบัติทางน้ำ เช่น น้ำแล้ง น้ำท่วม จะส่งผลทำให้พื้นที่ได้รับผลกระทบส่งผลต่อความมั่นคงด้านน้ำในพื้นที่

ประเทศไทยประสบกับภัยพิบัติทางน้ำ อาทิ น้ำแล้ง น้ำท่วม อยู่เป็นประจำทุกปี ถึงแม้ว่าประเทศไทยได้รับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,572 มิลลิเมตรต่อปี (กรมอุตุนิยมวิทยา 2562) ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลกที่ 990 มิลลิเมตร แต่เมื่อถึงช่วงฤดูแล้งมักเกิดการขาดแคลนน้ำอยู่เป็นประจำ และสร้างความเสียหายให้เกิดขึ้นโดยเฉพาะในภาคการเกษตรทุกปี สำหรับภัยแล้งในประเทศไทย ส่วนใหญ่เกิดจากฝนแล้ง ซึ่งฝนแล้งเป็นภาวะปริมาณฝนตกน้อยกว่าปกติหรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลในช่วงฤดูฝน และเกิดฝนทิ้งช่วงในเดือนมิถุนายนต่อเนื่องเดือนกรกฎาคม พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งมาก ได้แก่ บริเวณภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางเพราะเป็นบริเวณที่อิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เข้าไปไม่ถึง เมื่อเกิดภัยพิบัติจะส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะภาคการเกษตรที่ใช้น้ำเป็นปัจจัยในการผลิตหลัก และมีประชากรและจำนวนแรงงานอยู่มาก จึงส่งผลให้เกิดปัญหาความยากจนอย่างต่อเนื่องสั่งสมมานานในสังคมไทย

ทั้งนี้เพื่อเป็นการบรรเทาปัญหาจากความเสี่ยงด้านน้ำ รัฐบาลไทยใช้เงินงบประมาณเพื่อแก้ไขปัญหาภัยภิบัติเป็นประจำทุกปี ตัวอย่างเช่นการบรรเทาความเดือดร้อนจากปัญหาภัยแล้ง ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (ปี 2547 – 2557) รัฐบาลใช้งบประมาณดำเนินการเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรผู้ประสบภัยแล้ง เป็นจำนวนกว่า 3,801.15 ล้านบาท (สภาปฏิรูปแห่งชาติ, 2558, น. 10 อ้างในวารสารรัฐสภา 2562) เพื่อบรรเทาความเดือดร้อนให้กับเกษตรกรผู้ประสบภัยแล้ง ด้วยการจ่ายเงินชดเชยให้กับความเสียหายที่เกิดขึ้น ดังนั้นการสร้างความมั่นคงทางน้ำ เช่นการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำ การจัดการกลไลเชิงสถาบัน ช่วยให้มีการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นส่งผลดีทั้งในระดับบุคคลและในระดับประเทศ

สำหรับผลิตภาพในการใช้น้ำของไทยนั้น เนื่องจากภาคการเกษตรเป็นภาคที่มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด แต่กลับสร้างมูลค่าการผลิตให้กับประเทศต่ำที่สุด ประมาณร้อยละ 8 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ในขณะที่สัดส่วนของภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ คิดเป็น ร้อยละ 92 แสดงให้เห็นว่าภาคการเกษตรมีผลิตภาพการใช้น้ำต่ำที่สุด (ผลิตภาพจากการใช้น้ำ วัดจากมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) หารด้วยปริมาณการใช้น้ำของประเทศ หรืออธิบายได้ว่าทรัพยากรน้ำ 1 ลบ.ม. สามารถสร้างมูลค่าการผลิตให้เกิดขึ้นเป็นจำนวนเงินเท่าใด (สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ, 2556) อย่างไรก็ตาม ภาคการเกษตรเป็นภาคเศรษฐกิจที่มีบทบาทสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจในภาพรวมของประเทศ เพราะมีทั้งจำนวนประชากรและจำนวนแรงงานอยู่ในภาคการเกษตรในสัดส่วนที่สูง โดยจำนวนประชากรที่อยู่ในภาคเกษตรคิดเป็นร้อยละ 40.74 ของจำนวนประชากรทั้งประเทศ และจำนวนแรงงานในภาคการเกษตรคิดเป็นร้อยละ 47.95 ของจำนวนแรงงานทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ภัยพิบัติทางน้ำ เช่น น้ำแล้ง น้ำท่วม ส่งผลต่อการดำรงชีวิตประชากร ปริมาณผลผลิตที่ลดลงส่งผลให้รายได้ของเกษตรกรลดลงต่อเนื่องให้เกิดปัญหาความยากจน และความเหลื่อมล้ำตามมา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ โดยมีความรุนแรงมากขึ้นทั้งในเชิงความผันผวน ความถี่และขอบเขตที่กว้างขวางมากขึ้นซึ่งจะสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ระบบโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นตลอดจนระบบผลิตทางการเกษตรที่สัมพันธ์ต่อเนื่องกับความมั่นคงด้านอาหารและน้ำ ขณะที่ระบบนิเวศต่างๆ มีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง ส่งผลต่อความสามารถในการรองรับความต้องการของมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การสร้างสมดุลความมั่นคงด้านทรัพยากรน้ำจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น

2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงด้านน้ำในประเทศไทย

ADB (2016) ประเทศไทย สำหรับดัชนีภัยพิบัติทางน้ำ หรือมิติที่ 5 – ความยืดหยุ่นต่อภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับน้ำ (KD 5) ของประเทศไทย ประกอบด้วย (1) น้ำท่วมและวาตภัย (2) ภัยแล้งและ (3) พายุชายฝั่งและน้ำท่วมชายฝั่ง

ในการพิจารณาภัยแล้งมีตัวบ่งชี้ย่อย 2 หัวข้อที่นำมาพิจารณาให้คะแนนคือร้อยละของมูลค่าของกิจกรรมในภาคการเกษตรที่มีต่อ GDP ของประเทศ และ ร้อยละของความจุอ่างเก็บน้ำต่อพื้นที่ จากผลการสำรวจพบว่าประเทศไทยมีคะแนนภัยพิบัติทางน้ำในหัวข้อภัยแล้ง เท่ากับ 2.1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ทำให้ประเทศไทยมีคะแนนอยู่ในกลุ่ม 2 ของการมีส่วนร่วม (AWDO, 2016) กล่าวคือประเทศไทยมีกฎหมายและนโยบายจากทางภาครัฐ มีการพัฒนาขององค์กรที่เกี่ยวข้อง และมีการลงทุนในระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน

สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ (2556) ศึกษาความมั่นคงด้านน้ำของประเทศไทยโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ศึกษาสภาพการใช้น้ำของประเทศไทยเทียบกับระดับโลก ระดับเอเชีย ระดับอาเซียนโดยพิจารณาการใช้น้ำในประเด็นสำคัญๆ 6 ประเด็น ได้แก่) 1) น้ำพื้นฐาน (2) น้ำเพื่อยังชีพ (3) น้ำเพื่อพัฒนา (4) น้ำในอนาคต (5) วิบัติภัย และ(6) ผลิตภาพการใช้น้ำ และ ศึกษาความมั่นคงด้านน้ำในประเทศไทยในระดับจังหวัด ตามกรอบดัชนีชี้วัดความมั่นคงด้านน้ำของ ADB (awdo, 2007) โดยปรับให้เหมาะสม สอดคล้องกับความมั่นคงในด้านน้ำของไทยในระดับจังหวัด ผลการศึกษาพบว่า ไทยมีอัตราการเข้าถึงแหล่งน้ำดื่มที่สะอาด และแหล่งน้ำที่ถูกสุขอนามัยที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในระดับสากลมาก ส่วนในด้านที่เป็นจุดอ่อน ได้แก่ ปริมาณน้ำใช้ภายในประเทศมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าประเทศอื่น ประเทศไทยมีศักยภาพน้ำดิบเหลือไม่มาก สัดส่วนการใช้น้ำในภาคการเกษตรสูงกว่าค่าเฉลี่ยของโลกมาก แต่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำที่ต่ำ และสัดส่วนการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรมของไทยนั้นต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในระดับโลก สำหรับการใช้น้ำในระดับประเทศ พิจารณาจากดัชนีความมั่นคงด้านน้ำ 5 ด้าน พบว่า กรุงเทพมหานครเป็นจังหวัดที่มีความมั่นคงด้านน้ำสูงที่สุด ส่วนจังหวัดเชียงรายเป็นจังหวัดที่มีความมั่นคงด้านน้ำต่ำที่สุด อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยจะสูงขึ้นตามการเติบโตของ GPP ของจังหวัด ทำให้ต้องพิจารณาแหล่งน้ำดิบเผื่อสำหรับเขตเมืองรองรับการเจริญเติบโตในอนาคต

ปิยธิดา เรืองรัศมี และคณะ(2562) ดำเนินโครงการวิจัยเพื่อจัดทำฐานข้อมูลและการประเมินสถานะความมั่นคงด้านน้ำของประเทศไทยที่มีการประสานกับการดำเนินการจัดทำแผนแม่บทประเด็นการบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ. 2561 - 2580) ภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ และเสนอแนะแนวทางในการเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำ ผลิตภาพน้ำ และลดความเสียหายจากภัยพิบัติจากน้ำ การพิจารณาประเด็นคุณภาพน้ำ รวมถึงได้ถอดบทเรียนจากกรณีศึกษาเพื่อเสนอแนะกลไกเชิงสถาบันในกระบวนการการส่งเสริมธรรมาภิบาลน้ำ เพื่อมุ่งสู่การจัดการน้ำแบบยั่งยืน

ทั้งนี้ ทางคณะผู้วิจัยได้จัดทำการประเมินความมั่นคงด้านน้ำในปีฐาน พ.ศ. 2560 และวิเคราะห์สถานะของความมั่นคงด้านน้ำ ผลิตภาพจากน้ำ คุณภาพน้ำและภัยพิบัติเพื่อใช้ในการจัดทำแผน

แม่บท โดยเฉพาะด้านน้ำ การประเมินความมั่นคงด้านน้ำของประเทศไทยในการศึกษานี้เป็นการปรับและอ้างอิงจากกรอบการประเมิน AWDO 2016 ของทาง ADB ประกอบด้วย 5 มิติ ได้แก่

มิติที่ 1 ความมั่นคงน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค (Household Water Security)

มิติที่ 2 ความมั่นคงน้ำเพื่อเศรษฐกิจ (Economic Water Security)

มิติที่ 3 ความมั่นคงน้ำสำหรับเมือง (Urban Water Security)

มิติที่ 4 ความมั่นคงน้ำด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Water Security)

มิติที่ 5 ความมั่นคงน้ำด้านการฟื้นตัวจากภัยพิบัติจากน้ำ (Resilience to Water-Related Disasters)

ในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลรายจังหวัดช่วงปีพ.ศ. 2560 ในการประเมินสำหรับผลจากการประเมินโดยอ้างอิงเกณฑ์การให้คะแนนของ AWDO 2016 พบว่า ประเทศไทยมีการเข้าถึงน้ำสะอาด และสุขาภิบาล อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ระดับ 4 จากทั้งหมด 5 ระดับ) และมีความมั่นคงน้ำเพื่อเศรษฐกิจ อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ระดับ 4) แต่ความมั่นคงน้ำสำหรับเมือง ความมั่นคงน้ำด้านสิ่งแวดล้อม ยังอยู่ในระดับ 2 และ 3 และความมั่นคงน้ำด้านการฟื้นตัวจากภัยพิบัติจากน้ำ อยู่ในระดับ 3

จากการศึกษาพบช่องว่าง ดังนี้ AWDO 2016 ยังมิได้พิจารณาน้ำใต้ดินเป็นดัชนีหลัก และยังมีมิติที่สำคัญที่ AWDO 2016 ยังมิได้นำมาพิจารณา คือ มิติทางสังคม ดัชนีคุณภาพน้ำของระบบประปาหมู่บ้าน ค่าน้ำที่เหมาะสม และ Non-Revenue-Water ในมิติการฟื้นตัวจากภัยพิบัติจากน้ำ และยังมิได้พิจารณาภัย (hazard) และการประเมินความเสี่ยง

2.2.5 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงด้านน้ำ

1. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535
   - มาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำคลอง หนอง บึงทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ภายในผืนแผ่นดิน โดยจำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำในแต่ละพื้นที่
   - มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งรวมทั้งบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำ
   - มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล
   - การจัดการคุณภาพอากาศ น้ำ และคุณภาพสิ่งแวดล้อมในเรื่องอื่น ๆ

การกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามวรรคหนึ่งจะต้องอาศัยหลักวิชาการ กฎเกณฑ์และหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน และจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจ สังคมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องด้วย

2. รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ.2550 มาตรา 85(2)
   - การจัดหาแหล่งน้ำเพื่อให้เกษตรกรมีน้ำ ใช้อย่างเพียงพอและเหมาะสมแก่การเกษตร

- จัดให้มีแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ และทรัพยากรธรรมชาติอื่นอย่างเป็นระบบ และ เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวม ทั้งต้องให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการสงวน บำรุงรักษาและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพอย่างสมดุล

3. พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561

ประเทศไทยมีพระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 เพื่อใช้เป็นกฎหมายกลางในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่มีหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 42 หน่วยงาน 10 กระทรวงและบูรณาการเกี่ยวกับการใช้ การพัฒนา การบริหารจัดการ การบำรุงรักษา การฟื้นฟู และอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำให้เกิดความเป็นเอกภาพ กำหนดมาตรการในการป้องกันและแก้ไขปัญหาภาวะน้ำแล้งและภาวะน้ำท่วม วางหลักเกณฑ์ในการประกันสิทธิขั้นพื้นฐานของประชาชนในการเข้าถึงทรัพยากรน้ำสาธารณะ ให้ความสำคัญต่อการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยจัดให้มีองค์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำตั้งแต่ระดับองค์กรผู้ใช้น้ำ ระดับลุ่มน้ำ และระดับชาติ สาระสำคัญของพ.ร.บ.ทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 มีดังนี้

พ.ร.บ.ทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 มี 9 หมวด 105 มาตรา โดยมีหมวดที่เกี่ยวข้องกับภาวะแล้ง ได้แก่ หมวดที่ 5 ภาวะน้ำแล้งและภาวะน้ำท่วม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- ส่วนที่ 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบทางน้ำมาตรา 56 เมื่อมีการประกาศผังน้ำในราชกิจจานุเบกษาตามมาตรา 17 (5) แล้วการใช้ประโยชน์ที่ดินที่อยู่ในระบบทางน้ำตามผังน้ำจะต้องไม่ก่อให้เกิดการเบี่ยงเบนทางน้ำหรือกระแสน้ำหรือกีดขวางการไหลของน้ำในระบบทางน้ำ อันเป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติตามแผนป้องกันและแก้ไขภาวะน้ำแล้ง และแผนป้องกันและแก้ไขภาวะน้ำท่วม
- ส่วนที่ 2 การป้องกันและแก้ไขภาวะน้ำแล้ง มาตรา 61 ให้คณะกรรมการลุ่มน้ำจัดทำแผนป้องกันและแก้ไขภาวะน้ำแล้งขึ้นไว้เป็นการล่วงหน้า โดยให้จัดทำเป็นแผนเพื่อเตรียมการรองรับทั้งกรณีปกติซึ่งสามารถคาดหมายได้ว่าจะเกิดภาวะน้ำแล้งในระยะเวลาใดระยะเวลาหนึ่งเป็นประจำ และกรณีที่เกิดภาวะน้ำแล้งอย่างรุนแรง

แผนป้องกันและแก้ไขภาวะน้ำแล้งตามวรรคหนึ่ง อย่างน้อยต้องมีรายการ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยงานผู้รับผิดชอบหลักและหน่วยงานสนับสนุน
2. งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินการ
3. การจัดเตรียมข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ในการป้องกันและแก้ไขภาวะน้ำแล้ง
4. การเผยแพร่ข้อมูลให้ประชาชนทราบ
5. วิธีการควบคุมการใช้น้ำในพื้นที่
6. การหาแหล่งน้ำทดแทนและการขนส่งน้ำจากแหล่งน้ำทดแทนมายังพื้นที่ซึ่งเกิดภาวะน้ำแล้ง

7. การประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยเหลือประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากภาวะน้ำแล้ง

2.3 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

2.3.1 สรุปผลการศึกษา

องค์ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดความมั่นคงด้านน้ำ

จากการศึกษาแนวคิดความมั่นคงด้านน้ำพบว่ามีประเด็นที่สำคัญ ดังนี้

1. ความไม่มั่นคงด้านน้ำเกิดจากแนวทางการบริหารจัดการที่ไม่เหมาะสมมากกว่าการขาดแคลนน้ำทางกายภาพ

   ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ศึกษาและจัดทำรายงานเกี่ยวกับความมั่นคงของน้ำในภูมิภาคเอเชีย แปซิฟิค โดยพิจารณาจากตัวชี้วัด 5 มิติ ซึ่งประกอบด้วยการเข้าถึงแหล่งน้ำสะอาดและสุขอนามัยที่ดี ด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม รวมถึงการป้องกันภัยพิบัติ ผลการศึกษาพบว่าประเทศที่มีรายได้สูงอยู่ในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว จะมีคะแนนความมั่นคงด้านน้ำสูงที่สุด โดยมีระดับคะแนนที่สูงในทุกมิติ ส่วนประเทศที่อยู่ในกลุ่มกำลังพัฒนามีระดับคะแนนความมั่นคงด้านน้ำแตกต่างกันไปตามความสามารถในการบริหารจัดการน้ำ

2. ความมั่นคงทางน้ำส่งผลกระทบต่อการเติบโต

   GWP/ OECD ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างความมั่นคงด้านน้ำกับการเติบโตทางเศรษฐกิจรวมถึงความเสี่ยงและโอกาสที่เกี่ยวข้องกับน้ำ

จากกรอบแนวคิดของ GWP/ OECD ทรัพยากรน้ำมีทั้งส่วนที่เป็นข้อดีและข้อเสีย น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต และเป็นปัจจัยการผลิตในภาคการผลิตต่างๆได้แก่ ภาคการเกษตร ภาคอุตสาหกรรม ภาคบริการ พลังงาน และการขนส่ง ในขณะเดียวกันภัยพิบัติจากน้ำก็ส่งผลกระทบให้เกิดความเสียหายต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ที่ดีของสังคม ดังนั้น การลงทุนในความมั่นคงทางน้ำช่วยสร้างโอกาสในการพัฒนาทางเศรษฐกิจและช่วยป้องกันภัยพิบัติจากน้ำ ส่งผลสนับสนุนให้เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจ และความเป็นอยู่ที่ดีของสังคม จากการศึกษาพบว่าการสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนและความเป็นอยู่ที่ดีมีความสอดคล้องในทิศทางเดียวกับการลงทุนด้านความมั่นคงของน้ำ จากการศึกษาลุ่มน้ำที่เป็นกรณีศึกษาพบว่า ลุ่มน้ำที่มีความมั่นคงทางน้ำสูง จะเป็นลุ่มน้ำในกลุ่มพื้นที่ที่ประชนชนมีรายได้สูง ส่วนลุ่มน้ำที่มีความแปรปรวนของสภาพอุทกวิทยาที่สูง มีการลงทุนในการสร้างความมั่นคงทางน้ำต่ำ จะอยู่ในกลุ่มลุ่มน้ำที่ประชาชนมีรายได้ต่ำ ดังนั้นการสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนและความเป็นอยู่ที่ดีเกิดขึ้นได้จากการลงทุนด้านความมั่นคงของน้ำ

การพัฒนางานวิจัยที่ส่งเสริมประเด็นและเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ที่นำไปสู่การปฏิบัติจริงได้

ถึงแม้ว่าประเทศไทยได้รับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,572 มิลลิเมตรต่อปี สูงกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลก (990 มิลลิเมตรต่อปี) (กรมอุตุนิยมวิทยา 2562) แต่มักประสบกับภัยพิบัติทางน้ำอยู่เป็นประจำทั้งน้ำแล้ง น้ำท่วม สร้างความเสียหายให้เกิดขึ้นโดยเฉพาะในภาคการเกษตร อาจกล่าวได้ความไม่มั่นคงด้านน้ำของไทยส่วนหนึ่งเกิดจากการบริหารจัดการ รวมถึงการขาดประสิทธิภาพในการใช้น้ำของไทย ซึ่งมีการใช้น้ำในภาคการเกษตรเป็นสัดส่วนสูงที่สุด แต่กลับมีผลิตภาพการใช้น้ำต่ำที่สุด (ผลิตภาพจากการใช้น้ำ วัดจากมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) หารด้วยปริมาณการใช้น้ำของประเทศ หรืออธิบายได้ว่าทรัพยากรน้ำ 1 ลบ.ม. สามารถสร้างมูลค่าการผลิตให้เกิดขึ้นเป็นจำนวนเงินเท่าใด)

ในแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ประเด็นที่ (19) การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ.2561 – 2580) มีเป้าหมายตัวชี้วัดและแนวทางพัฒนาด้วยแผนย่อย 3 แผน โดยแผนย่อยที่ 1 กล่าวถึงพัฒนาการจัดการน้ำเชิงลุ่มน้ำทั้งระบบเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ ทั้งนี้ ตัวชี้วัดแผนย่อยพัฒนาการจัดการน้ำเชิงลุ่มน้ำทั้งระบบเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ ประกอบด้วย

1. ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำอุปโภคบริโภค
2. ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อม
3. ดัชนีการรับมือกับพิบัติภัยด้านน้ำ
4. สัดส่วนความเสียหายจากภัยพิบัติด้านน้ำเทียบกับกรณีปกติ (ร้อยละของกรณีปกติ)
5. ดัชนีธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการน้ำ

ตัวชี้วัดเหล่านี้จะมีการอ้างอิงจากกรอบการประเมินความมั่นคงด้านน้ำ AWDO 2016 (Asian Development Bank [ADB], 2016) ซึ่งประเทศไทยได้มีการศึกษา สำรวจข้อมูลตัวชี้วัดแผนย่อยเหล่านี้ ยกเว้นดัชนีธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการน้ำ

เพื่อประสานงานในการตรียมความพร้อมในการจัดตั้งเครือข่ายงานวิจัยด้านการบริหารจัดการน้ำทั้งกับนักวิจัยในประเทศและต่างประเทศ (ร่วมกับประธานแผน)

ปัจจุบันประเทศไทยมีสทนช. เป็นหน่วยงานกลางในการบริหารจัดการน้ำโดยมีพระราชบัญญัติน้ำ พ.ศ. 2561 เป็นกฎหมายแม่บท ดังนั้นเครือข่ายงานวิจัยด้านการบริหารจัดการน้ำในประเด็นความมั่นคงด้านน้ำควรมีการประสานการทำงานและแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกัน รวมถึงการทำงานร่วมกับคณะกรรมการลุ่มน้ำ และกลุ่มผู้ใช้น้ำต่างๆ

2.3.2 ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาต่อยอดงานวิจัย และการประเมินความมั่นคงด้านน้ำของไทย โดยศึกษาในระดับภูมิภาค จังหวัด และ ลุ่มน้ำ (รวมถึงการศึกษาเชิงพื้นที่)เพื่อใช้ประกอบการวางแผนและประเมินต่อไป
2. เนื่องจาก ทาง ADB อยู่ในระหว่างการดำเนินงานปรับปรุงเกณฑ์ของแนวความคิดความมั่นคงด้านน้ำในปี 2020 เพื่อนำมาใช้ประเมินความมั่นคงด้านน้ำในประเทศต่างๆให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ประเทศไทยจะต้องศึกษาทบทวน และเตรียมพร้อมสำหรับการประเมินตนเองในระดับต่างๆโดยจัดจัดทำโครงการศึกษาประเมินความมั่นคงด้านน้ำ และการพัฒนากลไกกลุ่มผู้ใช้น้ำ (ใน/นอกเขตชลประทาน)

บทที่ 3
ธรรมาภิบาลด้านน้ำ(Water governance)

3.1 แนวคิด ทฤษฎี และงานศึกษา วิจัยในระดับสากล

3.1.1 แนวคิดธรรมมาภิบาลในระดับสากล

แนวคิดธรรมาภิบาล (Good governance) เกิดขึ้นมาในสมัยเพลโต (Plato) และอริสโตเติล (Aristotle) เพื่อค้นหารูปแบบการปกครองและการบริหารที่ดี ธรรมาภิบาลเป็นการบริหารงานภาครัฐที่เน้นบทบาทของผู้บริหารงานภาครัฐในฐานะที่เป็นผู้ให้บริการ

ในปี 2532 ธนาคารโลก (World Bank) ได้จัดทำรายงานการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างการกำกับดูแลที่ดีหรือธรรมาภิบาล (Governance) และการฟื้นฟูเศรษฐกิจ โดยอธิบายว่า ธรรมาภิบาล เป็นลักษณะและวิถีทางของการใช้อำนาจในการใช้ทรัพยากรทางเศรษฐกิจและทางสังคมของประเทศ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งครอบคลุมการมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆ การบริหารจัดการภาครัฐ ภาระรับผิดชอบ กรอบตัวบทกฎหมายเกี่ยวกับการพัฒนาความโปร่งใส และข้อมูลข่าวสาร และต่อมามีหน่วยงานสากลต่างๆ เช่น คณะกรรมาธิการเศรษฐกิจ และสังคมสำหรับเอเชียและแปซิฟิกแห่งสหประชาชาติ (The United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific: UNESCAP) สำนักงานโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (United Nations Development Program: UNDP) และองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) เป็นต้น ได้ให้การยอมรับ โดยให้ความสำคัญกับการมีธรรมาภิบาลที่ดี (Good Governance)

ธรรมาภิบาล มีขอบเขตครอบคลุม 4 ระดับ (ที่มา สถาบันอภิบาลแห่งแคนาดา (The Institute on Governance : IOG))IOG (2003) คือ

1. ระดับโลก (Global Governance)
2. ระดับชาติ (National Governance)
3. ระดับองค์การ (Organizational Governance)
4. ระดับชุมชน (Community Governance)

ทั้งนี้ ธรรมาภิบาลที่นำเสนอโดย ธนาคารโลก (World Bank) เป็นแนวทาง “ธรรมาภิบาลระดับโลก” (Global Governance) เพื่อให้ประเทศต่างๆสามารถพัฒนาประเทศได้อย่างยั่งยืน

ในปี 2535 จากแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนมาเป็นพื้นฐานการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน จากการประชุมสุดยอดระดับโลกด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่กรุงริโอ เดอ จาเนโรประเทศบราซิล เมื่อปี พ.ศ. 2535 มีการลงนามในเอกสารสำคัญ 5 ฉบับ เอกสารสำคัญ 1 ใน 5 ฉบับนั้นคือ "ปฏิญญาริโอว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา" ที่ประเทศต่างๆ ทั่วโลกได้ยึดถือเป็นแนวทางในการพัฒนาประเทศ

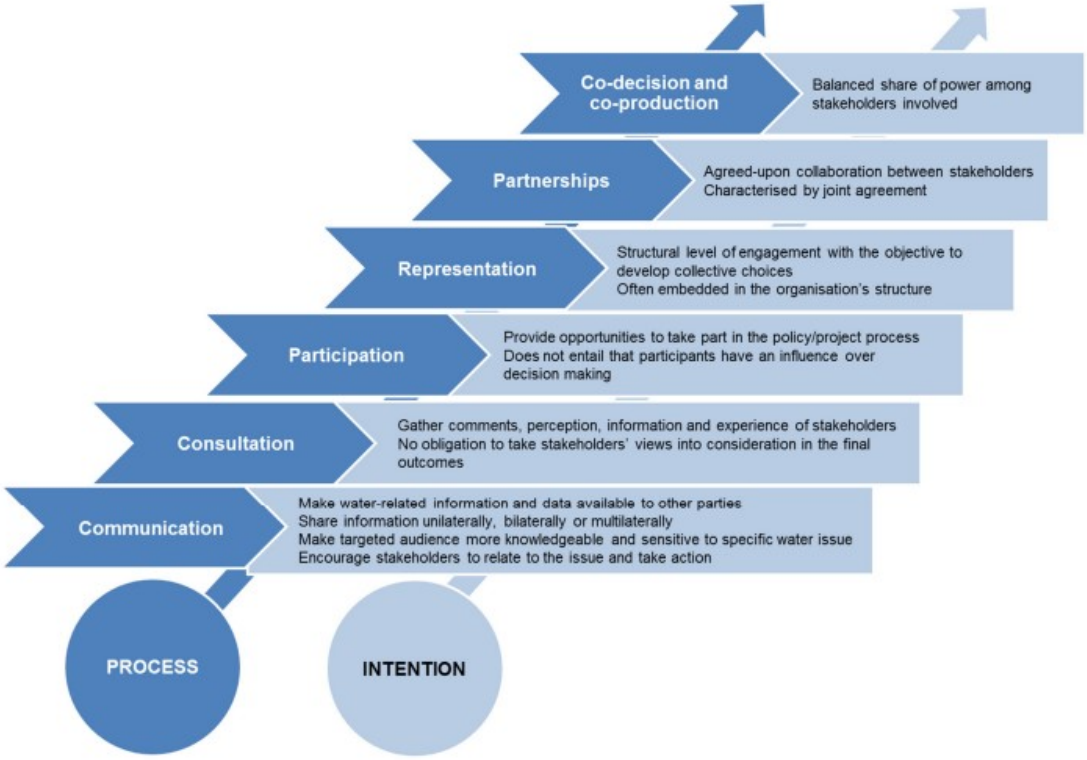
หลักการข้อที่ 10 ของ "ปฏิญญาริโอ" ระบุถึงความสำคัญของการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการเรื่องสิ่งแวดล้อม โดยรัฐต้องส่งเสริมและอำนวยความสะดวกให้ประชาชนได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจ และเข้าถึงกระบวนการทางการปกครองและกฎหมาย ซึ่งจัดเป็นแนวคิดที่มีคุณประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่หลายประเทศทั่วโลกเห็นความสำคัญและนำไปบูรณาการเพื่อให้เกิดผลในทางปฏิบัติ

สำหรับแนวคิดธรรมาภิบาลด้านน้ำ ได้มีการกล่าวถึงในการประชุมต่างๆ และมีการจัดทำรายงานศึกษา ดังนี้

- ปี 2535 จากการประชุมสุดยอดระดับโลกด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา การจัดการน้ำ ปฏิญญาสากลว่าด้วยสิทธิมนุษยชน 2535 เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและการพัฒนานำเสนอสู่สาธารณะ
- ปี2554 -55 การจัดประชุม World Water Forum ครั้งที่ 6 OECD 6th World Water Forum (Marseille, 2012) จัดทำรายงาน “Stakeholders’ engagement for effective water policy and management”
- ปี 2556 ทาง OECD ได้จัดทำโครงการธรรมาภิบาลน้ำ (Water Governance Initiative, WGI) ในเดือนมีนาคม และมีการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ในวันที่ 27–28 March 2013 (OECD Headquarters, Paris) และครั้งที่ 2 ในวันที่ 7–8 November 2013 (OECD Headquarters, Paris)
- ปี 2557 ทาง OECD จัดทำโครงการ “Stakeholder Engagement for Inclusive Water Governance”, (2014) และมีการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ในวันที่ 28–29 April 2014 (Madrid, Spain) และครั้งที่ 2 ในวันที่ 24–25 November 2014 (OECD Headquarters, Paris)
- ปี 2558 มีการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ในวันที่ 26 May 2015 (Edinburgh, United Kingdom) และครั้งที่ 2 ในวันที่ 2–3 November 2015 (OECD Headquarters, Paris) .
- ปี 2558 มีการปรับเปลี่ยนแนวคิดการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียเปลี่ยนจากกแนวคิดการมีส่วนร่วม (participant) เป็นแนวคิดของการมีส่วนร่วมที่ทำให้ผู้มีส่วนได้เสียผูกพันกับองค์กร (Engagement)

การพัฒนาหลักการ OECD ด้านการกำกับดูแลน้ำ ในช่วงปี 2556-2558 ในประเด็นการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้เปลี่ยนจากกแนวคิดการมีส่วนร่วม (Participant) เป็นแนวคิดของการมีส่วนร่วมที่ทำให้ผู้มีส่วนได้เสียผูกพันกับองค์กร (Engagement) ทั้งนี้ ทาง OECD ได้พัฒนารูปแบบในการ

มีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Engagement) ออกเป็น 6 ระดับ ตามกระบวนการ(Process) และความตั้งใจ (Intension) ดังนี้



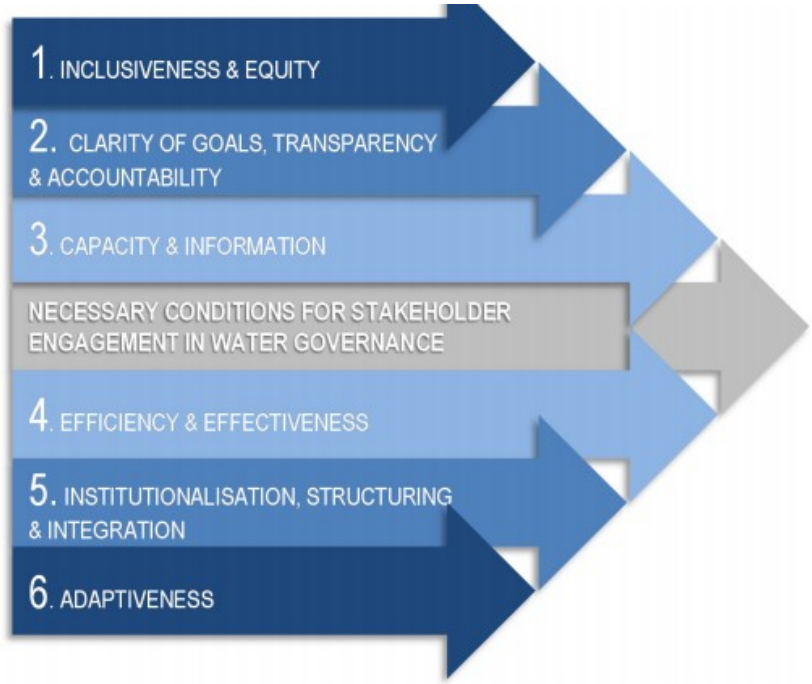
รูปที่ 3-1 การจำแนกประเภทองค์กรสำหรับความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ระดับการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

ที่มา: Akhmouch and Clavreul 2019

ในกระบวนการมีส่วนร่วม (engagement) ของผู้มีส่วนได้เสียในการจัดการน้ำ มีเงื่อนไขที่จำเป็น 6 ประการ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการกำกับดูแลน้ำ ได้แก่

1. การจัดการแบบองค์รวมและยุติธรรม (Inclusiveness and equity) จัดทำแผนที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดที่มีผลกระทบ หรือที่มีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบ รวมถึงความรับผิดชอบ แรงจูงใจหลัก และการมีปฏิสัมพันธ์
2. ความชัดเจนของเป้าหมาย ความโปร่งใส และตรวจสอบได้(Clarity of goals, transparency and accountability) กำหนดแนวทางการตัดสินใจขั้นสุดท้าย วัตถุประสงค์ของการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียและการใช้ข้อมูลที่คาดหวัง
3. การเสริมสร้างความสามารถและข้อมูล (Capacity and information): จัดสรรทรัพยากรทางการเงินและทรัพยากรมนุษย์ที่เหมาะสม และแบ่งปันข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียที่มุ่งเน้นผลลัพธ์

4. ประสิทธิภาพและประสิทธิผล (Efficiency and effectiveness): ประเมินกระบวนการและผลลัพธ์ของการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเรียนรู้ และปรับปรุงตามความเหมาะสม
5. การจัดโครงสร้างองค์กร การจัดตั้งและบูรณาการ (Institutionalisation): ฝังกระบวนการมีส่วนร่วมในกรอบกฎหมายและนโยบายที่ชัดเจน โครงสร้าง / หลักการขององค์กรและหน่วยงานที่รับผิดชอบ
6. การปรับตัว (Adaptiveness) ปรับแต่งประเภทและระดับของการมีส่วนร่วมตามที่ต้องการและทำให้กระบวนการยืดหยุ่นตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง



รูปที่ 3-2 โครงสร้างปริซึม ของ 6 เงื่อนไขสำหรับการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียในธรรมาภิบาลน้ำ
ที่มา: Akhmouch and Clavreul 2019

การจัดการด้านเงินทุน/ค่าใช้จ่ายที่นำมาใช้ดำเนินการในการะบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย ในกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับการปฏิบัติในการกำกับดูแลด้านน้ำของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องย่อมมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนที่อยู่ในรูปของตัวเงินหรือรูปแบบอื่น OECD แบ่งประเภทของค่าใช้จ่ายในการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียในการกำกับดูแลน้ำออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1.ค่าใช้จ่ายในช่วงแรก ประกอบด้วย

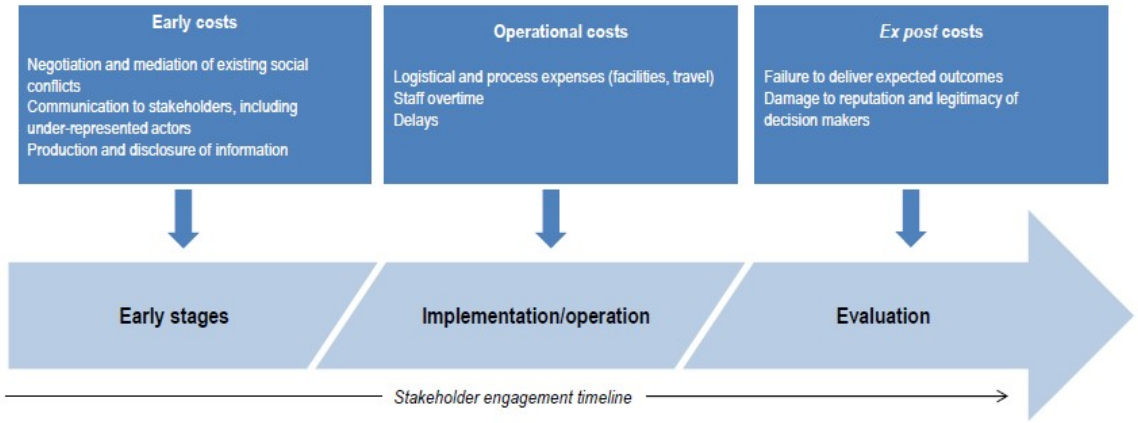
- การเจรจาต่อรองและการไกล่เกลี่ยของความขัดแย้งทางสังคมที่มีอยู่
- การสื่อสารกับผู้มีส่วนได้เสีย
- การผลิตและการเปิดเผยข้อมูลที่จำเป็น

2. ต้นทุนการดำเนินงาน ประกอบด้วย

- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (สิ่งอำนวยความสะดวกการเดินทาง)
- พนักงานทำงานล่วงเวลา
- ความล่าช้าในการตัดสินใจ

3. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

- ความผิดพลาดจากการส่งมอบผลงานที่คาดหวัง
- ความเสียหายต่อชื่อเสียงและความชอบธรรมของผู้มีอำนาจตัดสินใจ



รูปที่ 3-3 ประเภทของค่าใช้จ่ายในการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียในการกำกับดูแลน้ำตามแนวทางของ OECD

ที่มา: Akhmouch and Clavreul2019

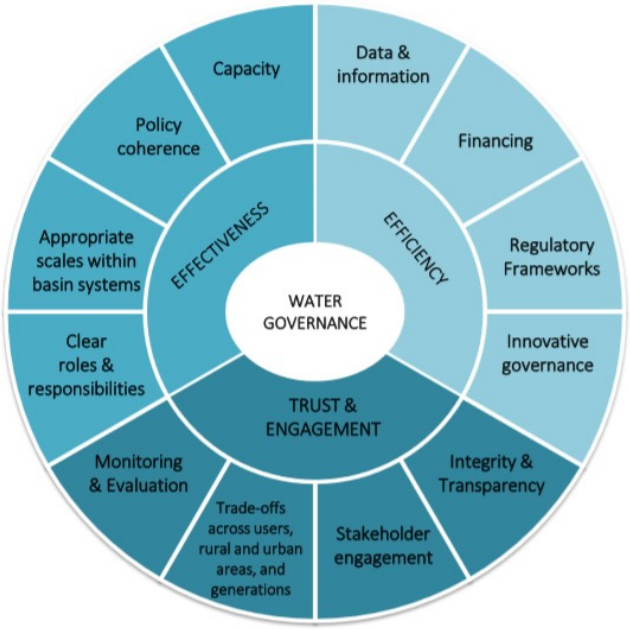
ผู้มีส่วนได้เสียกลุ่มใหม่

การพัฒนาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำด้วยรูปแบบวิธีการใหม่ๆ เช่น มาตรการป้องกัน การวางแผนเชิงพื้นที่ การประเมินความเสี่ยง นวัตกรรมทางการเงิน ทำให้มีกลุ่มผู้มีส่วนได้เสียกลุ่มใหม่เข้ามามีบทบาทเพิ่มขึ้น เช่น นักพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ นักลงทุนสถาบันระยะยาวเช่นบำนาญ กองทุน บริษัทประกันภัย กลุ่มเหล่านี้จำเป็นต้องมีการจัดการและมีส่วนร่วมอย่างถูกต้อง (Akhmouch and Clavreul2019)

แนวคิดธรรมาภิบาลของ OECD

วิกฤตการณ์น้ำ มักเกิดขึ้นเพราะไม่มีธรรมาภิบาลในด้านน้ำ OECD (2015), OECD principle on Water Governance, OECD Publishing, Paris) หลักธรรมาภิบาลน้ำของ OECD จึงถูกนำมาใช้ในการออกแบบนโยบายน้ำและดำเนินนโยบายที่มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลและมีความครอบคลุม แนวคิดธรรมาภิบาลน้ำ (water governance) ของ OECD มุ่งที่จะนำไปสู่สิ่งที่เป็นรูปธรรมและมุ่งเน้นผลลัพธ์ให้เกิดเป็นนโยบายสาธารณะ บนพื้นฐานขององค์ประกอบ 3 ส่วนที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน และเสริมมิติของการกำกับดูแลน้ำ ได้แก่ (1) ประสิทธิผล (2) ประสิทธิภาพ และ(3)ความน่าเชื่อถือและการมีส่วนร่วม

1. หลักประสิทธิผล (Effectiveness) เพื่อกำหนดเป้าหมายนโยบายน้ำอย่างยั่งยืน และเป้าหมายในทุกระดับของรัฐบาล เพื่อใช้เป้าหมายนโยบายเหล่านั้นและเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่คาดหวัง หลักประสิทธิผล (Effectiveness) ประกอบด้วย
   - บทบาท-ความรับผิดชอบชัดเจน/กฎ-กติกา (Clear roles and responsibilities)
   - ระบบการจัดการลุ่มน้ำแบบบูรณาการ (Appropriate scales)
   - ความเชื่อมโยงการจัดการน้ำกับทรัพยากรอื่น (Policy coherence)
   - กำหนดภารกิจหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Capacity development)
2. หลักประสิทธิภาพ (Efficiency) เพื่อเพิ่มประโยชน์ของน้ำอย่างยั่งยืน การจัดการและสวัสดิการในราคาที่ถูกที่สุดสำหรับสังคม หลักประสิทธิภาพ (Efficiency) ประกอบด้วย
   - จัดการข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับด้านน้ำ (Data and information)
   - การลงทุนและการจัดสรรงบประมาณ (Financing)
   - การกำกับดูแลการจัดการน้ำถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ (Regulatory frameworks)
   - การสร้างนวัตกรรมและยอมรับ (Innovation)
3. หลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน (Trust & engagement) เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับประชาชน และสร้างความมั่นใจว่าการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียผ่านความชอบธรรมทางประชาธิปไตยและความเป็นธรรมต่อสังคมส่วนใหญ่หลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน (Trust & engagement) ประกอบด้วย
   - ความซื่อสัตย์และความโปร่งใส (Integrity (Integrity and transparency)
   - การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder engagement)
   - การแลกเปลี่ยนระหว่างผู้ใช้น้ำ พื้นที่ และเมือง (Trade -offs)
   - การติดตามและประเมินผล (Monitoring and evaluation)



รูปที่ 3-4สรุปหลักการของธรรมาภิบาลด้านน้ำของ OECD (OECD, 2015a)
ที่มา: Susana Neto และคณะ

หลักการกำกับดูแลน้ำของ OECD มี 12 มีรายละเอียยด ดังนี้

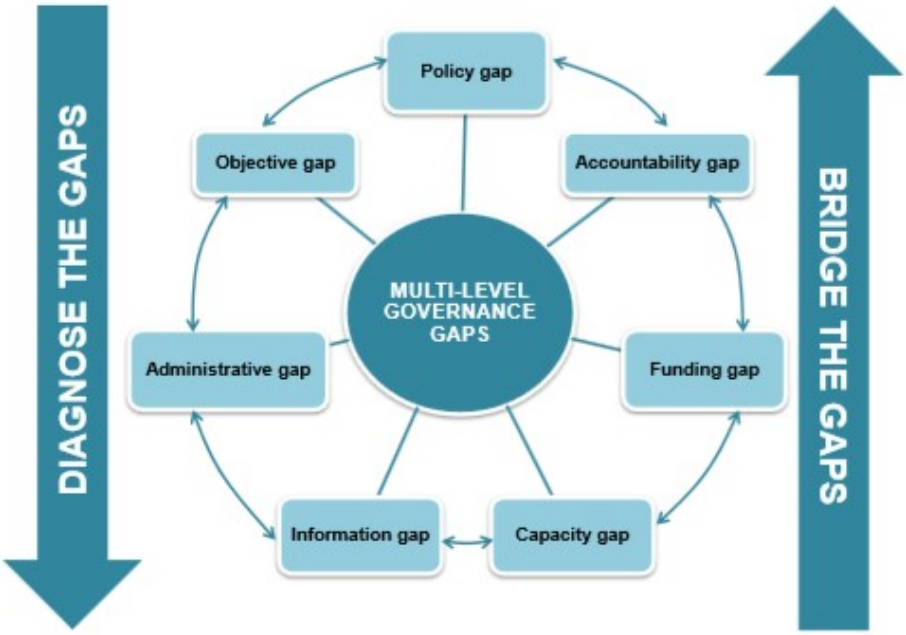
- หลักการที่ 1 บทบาท-ความรับผิดชอบชัดเจน/กฎ-กติกา (Clear roles and responsibilities)
  จัดสรรและแยกบทบาทและความรับผิดชอบอย่างชัดเจนในเรื่องการกำหนดนโยบายน้ำ การปฏิบัติตามนโยบาย การจัดการและการควบคุมการปฏิบัติงาน และส่งเสริมการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่รับผิดชอบ
- หลักการที่ 2 ระบบการจัดการลุ่มน้ำแบบบูรณาการ (Appropriate scales)
  จัดการน้ำในระดับที่เหมาะสมภายในระบบการจัดการของลุ่มน้ำแบบบูรณาการ เพื่อสะท้อนสภาพท้องที่และส่งเสริมการประสานงานระหว่างระดับการทำงานที่แตกต่างกัน
- หลักการที่ 3 ความเชื่อมโยงการจัดการน้ำกับทรัพยากรอื่น (Policy coherence)
  ส่งเสริมการเชื่อมโยงนโยบายผ่านการประสานงานข้ามภาคที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างนโยบายด้านน้ำและสิ่งแวดล้อม สุขภาพ พลังงาน การเกษตร อุตสาหกรรม การวางแผนเชิงพื้นที่และการใช้ที่ดิน
- หลักการที่ 4 กำหนดภารกิจหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Capacity development)
  ปรับระดับความสามารถของหน่วยงานที่รับผิดชอบเพื่อบรรลุความท้าทายที่ซับซ้อนและความสามารถที่จำเป็นในการปฏิบัติหน้าที่

- หลักการที่ 5 จัดการข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับด้านน้ำ (Data and information)
  สร้างข้อมูล ปรับข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน และแบ่งปันข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับน้ำและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับน้ำอย่างทันเวลา สอดคล้องและเปรียบเทียบได้ เพื่อใช้เป็นแนวทางประเมินและปรับปรุงนโยบายน้ำ
- หลักการที่ 6 การลงทุนและการจัดสรรงบประมาณ (Financing)
  สร้างความมั่นใจว่าการจัดการด้านธรรมาภิบาลช่วยระดมเงินทุนทางด้านน้ำและจัดสรรทรัพยากรทางการเงินอย่างมีประสิทธิภาพโปร่งใสและทันเวลา
- หลักการที่ 7 การกำกับดูแลการจัดการน้ำถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ (Regulatory frameworks)
  สร้างความมั่นใจว่ากรอบการกำกับดูแลการจัดการน้ำถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพและมีผลบังคับใช้ในการแสวงหาประโยชน์สาธารณะ
- หลักการที่ 8 การสร้างนวัตกรรมและยอมรับ (Innovation)
  ส่งเสริมการยอมรับและการปฏิบัติตามแนวทางการกำกับดูแลน้ำที่เป็นนวัตกรรมในหน่วยงานที่รับผิดชอบ ในระดับรัฐบาล และผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้อง
- หลักการที่ 9 ความซื่อสัตย์และความโปร่งใส(Integrity and transparency)
  หลักความซื่อสัตย์และความโปร่งใสในนโยบายน้ำสถาบันน้ำและกรอบการกำกับดูแลน้ำเพื่อความรับผิดชอบและความไว้วางใจในการตัดสินที่สูงขึ้น
- หลักการที่ 10 การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder engagement)
  ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อให้มีการรายงานผลและเกิดผลงานที่เน้นผลลัพธ์สำหรับการออกแบบนโยบายด้านน้ำและดำเนินนโยบายด้านน้ำ
- หลักการที่ 11 การแลกเปลี่ยนระหว่างผู้ใช้น้ำ พื้นที่ และเมือง (Trade -offs)
  สนับสนุนกรอบการกำกับดูแลน้ำที่ช่วยบริหารจัดการแลกเปลี่ยนประโยชน์ระหว่างผู้ใช้น้ำ พื้นที่ชนบทและเมืองและกลุ่มผู้ใช้น้ำกลุ่มวัยต่างๆ
- หลักการที่ 12 การติดตามและประเมินผล (Monitoring and evaluation)
  ส่งเสริมการติดตามและประเมินผลนโยบายและธรรมาภิบาลอย่างสม่ำเสมอตามความเหมาะสมแบ่งปันผลลัพธ์กับสาธารณชนและทำการปรับเปลี่ยนเมื่อจำเป็น

การกำกับดูแลน้ำมีกรอบการกำกับดูแลในหลายระดับ (Muti-level Governance) มีช่องว่างในการทำงาน ใน 7 ประเด็น ได้แก่

1. ด้านนโยบาย
2. ด้านความรับผิดชอบ

3. ด้านการระดมทุน
4. ด้านการสร้างความสามารถ
5. ด้านข้อมูล
6. ด้านการบริหาร
7. ด้านวัตถุประสงค์



รูปที่ 3-5 ช่องว่างในการดำเนินงานของการกำกับดูแลในหลายระดับ ของ OECD
ที่มา: อ้างใน OECD (2011)

3.1.2 งานศึกษา วิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมมาภิบาลในระดับสากล

OECD (2011) ศึกษาแผนเชื่อมโยงบทบาทและความรับผิดชอบของสถาบันในนโยบายด้านน้ำของกลุ่มประเทศ OECD จำนวน 17 ประเทศ ได้แก่ ออสเตรเลีย เบลเยียม (แฟลนเดอร์ส) แคนาดา ชิลี ฝรั่งเศส กรีซ อิสราเอล อิตาลี เกาหลี เม็กซิโก เนเธอร์แลนด์ นิวซีแลนด์ โปรตุเกส สเปน สหราชอาณาจักร และสหรัฐอเมริกา ทั้งนี้ การประเมินผลตัวชี้วัดธรรมาภิบาลน้ำ ของ OECD ประกอบด้วย 6 หมวด จำนวน 133 คำถาม ดังนี้

1. แผนเชื่อมโยงบทบาทและความรับผิดชอบของหน่วยงานในระดับประเทศ /ส่วนกลาง
2. มีส่วนได้ส่วนเสียในระดับภายในประเทศ (subnational level) ได้แก่ ระดับภูมิภาค และระดับท้องถิ่น
3. กฎหมายและกรอบนโยบายและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
4. การพัฒนาขีดความสามารถและนวัตกรรม

5. ข้อมูลและการตรวจสอบ
6. ความซื่อสัตย์และความโปร่งใส

ผลการศึกษา สรุปได้ดังนี้

- จากการศึกษาพบว่ามีประเทศ OECD ประมาณ 2 ใน 3 มีหน่วยงานในระดับ sub-national governments รับผิดชอบการดำเนินนโยบายด้านน้ำ โดยมีรูปแบบ แบ่งเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้
  1) หน่วยงานในระดับ sub-national governments เป็นผู้มีบทบาทหลักในการจัดการทรัพยากรน้ำและการส่งมอบบริการ (เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา เบลเยียม)
  2) หน่วยงานในระดับ sub-national governments มีบทบาทร่วมกับรัฐบาลกลาง (เช่น ประเทศในสหภาพยุโรป นิวซีแลนด์ เม็กซิโก)
  3) บทบาทของหน่วยงานในระดับ sub-national governments ถูกจำกัดให้เป็นหน่วยงานปฏิบัติ (เช่น อิสราเอล, เกาหลี, ชิลี) รัฐบาลย่อยที่มีสิทธิพิเศษในนโยบายด้านน้ำ และองค์กรลุ่มน้ำ เป็นผู้รับผิดชอบหลักในการจัดการทรัพยากรน้ำ ในขณะที่เทศบาลมีความรับผิดชอบหลักในการส่งมอบบริการน้ำ

ภาพรวมของการกำกับดูแลหลายระดับในนโยบายน้ำของประเทศ OECD มีลักษณะ ดังนี้

- จากการสำรวจพบว่ากลุ่มประเทศ OECD จำนวน 2 ใน 3 มีช่องว่างของเงินทุน (funding gap) สูงเป็นอันดับหนึ่ง ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญในการจัดตั้งและการประสานงานแนวนอนของนโยบายน้ำ ทั้งเนื่องจากความไม่แน่นอนของรายได้และจำนวนรายได้ที่ไม่เพียงพอของหน่วยงาน และจากความไม่สอดคล้องระหว่างความรับผิดชอบด้านการบริหารและการระดมทุนของรัฐมนตรี
- จากการสำรวจพบว่ากลุ่มประเทศ OECD จำนวน 2 ใน 3 มีช่องว่างด้านความสามารถ (capacity gap) เป็นอันดับสอง โดยเฉพาะในระดับภูมิภาค เนื่องจากการขาดแคลนบุคลากร เวลาความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านการจัดการน้ำ ถึงแม้ว่าจะมีเครือข่ายด้านน้ำและการสุขาภิบาล รวมถึงการถ่ายโอนความรู้อย่างสม่ำเสมอ
- จากการสำรวจพบว่ากลุ่มประเทศ OECD จำนวน 2 ใน 3 มีช่องว่างด้านนโยบาย (policy gap) เนื่องจากการกระจายตัวของบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของในด้านน้ำต่อผู้มีบทบาทของรัฐบาลกลางและในระดับประเทศ สิ่งนี้มีสาเหตุหลักมาจากการขาดแรงจูงใจของสถาบันเพื่อส่งเสริมการประสานงานในแนวนอนระหว่างสาขานโยบายที่แตกต่างกัน ซึ่งสร้าง

อุปสรรคในการดำเนินการตัดสินใจของรัฐบาลกลางแบบบูรณาการในระดับภูมิภาคและท้องถิ่น

- ช่องว่างการบริหาร (administrative gap) เกิดจากความไม่สอดคล้องกันระหว่างขอบเขตทางอุทกวิทยาและการบริหารยังคงมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการดำเนินนโยบายด้านน้ำถึงแม้จะมีการจัดการลุ่มน้ำ

แนวทางเบื้องต้นสำหรับการกำกับดูแลสาธารณะแบบบูรณาการของนโยบายน้ำ

1. วินิจฉัยช่องว่างของการกำกับดูแลหลายระดับในการกำหนดนโยบายเกี่ยวกับน้ำในกระทรวงและหน่วยงานสาธารณะระหว่างระดับของรัฐบาลและข้ามกลุ่มผู้มีบทบาทย่อย ซึ่งจะช่วยกำหนดบทบาทและความรับผิดชอบของหน่วยงานสาธารณะอย่างชัดเจน
2. มีส่วนร่วมกับรัฐบาลในระดับอนุภูมิภาคในการออกแบบนโยบายน้ำ นอกเหนือจากบทบาทในฐานะ“ผู้ดำเนินการ” และมีการจัดสรรทรัพยากรมนุษย์และการเงินให้สอดคล้องกับความรับผิดชอบของเจ้าหน้าที่
3. ใช้เครื่องมือการกำกับดูแลแนวนอนเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงข้ามพื้นที่นโยบายที่เกี่ยวข้องกับน้ำและเพิ่มความร่วมมือระหว่างสถาบันในกระทรวงและหน่วยงานสาธารณะ
4. ปรับปรุงและประสานระบบข้อมูลน้ำและฐานข้อมูลเพื่อแบ่งปันความต้องการนโยบายน้ำในระดับลุ่มน้ำประเทศและระหว่างประเทศ
5. สนับสนุนการวัดผลการปฏิบัติงานเพื่อประเมินและติดตามผลลัพธ์ของนโยบายน้ำในทุกระดับของรัฐบาลและสร้างแรงจูงใจในการสร้างขีดความสามารถ
6. ตอบสนองต่อการกระจายตัวของนโยบายน้ำในระดับอนุภูมิภาคโดยการสนับสนุนการประสานงานระหว่างผู้มีบทบาทย่อย
7. ส่งเสริมการเสริมสร้างศักยภาพในทุกระดับของรัฐบาล ทั้งการลงทุนในด้านโครงสร้างและไม่ใช่โครงสร้าง
8. ส่งเสริมแนวทางการเปิดกว้างและครอบคลุมในการกำหนดนโยบายน้ำผ่านการมีส่วนร่วมของประชาชนในการออกแบบและดำเนินนโยบายน้ำ
9. ประเมินความเพียงพอของเครื่องมือการกำกับดูแลที่มีอยู่เพื่อจัดการกับความท้าทายที่ระบุและส่งเสริมการประสานงานของนโยบายน้ำในระดับแนวนอนและแนวตั้ง

จากการประเมินผลตัวชี้วัดธรรมาภิบาลน้ำ ของกลุ่มประเทศ OECD จำนวน 17 ประเทศ ได้แก่ ออสเตรเลีย เบลเยียม (แฟลนเดอร์ส) แคนาดา ชิลี ฝรั่งเศส กรีซ อิสราเอล อิตาลี เกาหลี เม็กซิโก เนเธอร์แลนด์ นิวซีแลนด์ โปรตุเกส สเปน สหราชอาณาจักร และสหรัฐอเมริกา พบว่าแต่ละประเทศยังมี

ประเด็นท้าทายในการปรับปรุง ดังตารางที่ 3-1 ธรรมาภิบาลน้ำ บทเรียนจากประสบการณ์ของ OECD ในการกำกับดูแลนโยบายน้ำ

ตาราง 3-1 ประเด็นเพื่อการปรับปรุงในเรื่องธรรมาภิบาลด้านน้ำในกลุ่มประเทศOECD

ประเทศ/ ภูมิภาค	ประเด็นเพื่อการปรับปรุงในเรื่องธรรมาภิบาลด้านน้ำ
ออสเตรเลีย	•การจัดสรรทรัพยากรน้ำ
	•ไม่สอดคล้องกันระหว่างขอบเขตการปกครองและอุทกวิทยา
เบลเยียม (แฟลนเดอร์ส)	•การบังคับใช้บรรทัดฐานด้านสิ่งแวดล้อม
	•กฎระเบียบทางเศรษฐกิจ
	•ประสานงานแนวนอนข้ามกระทรวง
	•การประสานงานในแนวดิ่งระหว่างระดับของรัฐบาล
	•ประสานงานแนวนอนระหว่างระดับภูมิภาค
แคนาดา	•ไม่สอดคล้องกันระหว่างขอบเขตการปกครองและอุทกวิทยา
	•การจัดสรรทรัพยากรน้ำ
	•ประสานงานแนวนอนข้ามกระทรวง
	•การประสานงานในแนวดิ่งระหว่างระดับรัฐบาล
	•ประสานงานแนวนอนระหว่างระดับภูมิภาค
ชิลี	•ความสามารถของรัฐบาลระดับท้องถิ่นและระดับภูมิภาค
	•กฎระเบียบทางเศรษฐกิจ
	•การมีส่วนร่วมของพลเมืองที่ จำกัด
	•การจัดการความเฉพาะเจาะจงของพื้นที่ชนบท
	•การจัดการลักษณะเฉพาะของเขตเมือง / เมือง
	•การจัดการพื้นที่เฉพาะทางภูมิศาสตร์
ฝรั่งเศส	•การจัดสรรทรัพยากรน้ำ
	•การบังคับใช้บรรทัดฐานด้านสิ่งแวดล้อม
	•กฎระเบียบทางเศรษฐกิจ
	•ประสานงานแนวนอนระหว่างระดับภูมิภาค
กรีซ	•ความสามารถของรัฐบาลระดับท้องถิ่นและระดับภูมิภาค
	•กฎระเบียบทางเศรษฐกิจ
	•การมีส่วนร่วมของพลเมืองที่จำกัด
อิสราเอล	•ไม่สอดคล้องกันระหว่างขอบเขตการปกครองและอุทกวิทยา

ประเทศ/ ภูมิภาค	ประเด็นเพื่อการปรับปรุงในเรื่องธรรมาภิบาลด้านน้ำ
อิสราเอล	•การบังคับใช้บรรทัดฐานด้านสิ่งแวดล้อม
	•กฎระเบียบทางเศรษฐกิจ
	•การจัดการพื้นที่เฉพาะทางภูมิศาสตร์
อิตาลี	•ไม่สอดคล้องกันระหว่างขอบเขตการปกครองและอุทกวิทยา
	•กฎระเบียบทางเศรษฐกิจ
	•ประสานงานแนวนอนระหว่างระดับภูมิภาค
	•การจัดการลักษณะเฉพาะของเขตเมือง / เมือง
	•การจัดการพื้นที่เฉพาะทางภูมิศาสตร์
เกาหลี	•ไม่สอดคล้องกันระหว่างขอบเขตการปกครองและอุทกวิทยา
	•การจัดสรรทรัพยากรน้ำ
	•กฎระเบียบทางเศรษฐกิจ
	•ประสานงานแนวนอนข้ามกระทรวง
	•การประสานงานในแนวดิ่งระหว่างระดับรัฐบาล
เม็กซิโก	•จัดสรรทรัพยากรน้ำ
	•ขีดความสามารถของรัฐบาลท้องถิ่นและภูมิภาค
	•การบังคับใช้บรรทัดฐานด้านสิ่งแวดล้อม
	•กฎระเบียบทางเศรษฐกิจ
	•การมีส่วนร่วมของพลเมืองที่ จำกัด
เนเธอร์แลนด์	•ไม่สอดคล้องกันระหว่างขอบเขตการปกครองและอุทกวิทยา
	•การจัดสรรทรัพยากรน้ำ
	•การมีส่วนร่วมของพลเมืองที่ จำกัด
	•ประสานงานแนวนอนข้ามกระทรวง
	•การประสานงานในแนวดิ่งระหว่างระดับรัฐบาล
	•ประสานงานแนวนอนระหว่างระดับรัฐบาล
	•การจัดการลักษณะเฉพาะของเขตเมือง / เมือง
นิวซีแลนด์	•การจัดสรรทรัพยากรน้ำ
	•การจัดการความเฉพาะเจาะจงของพื้นที่ชนบท
โปรตุเกส	•การจัดสรรทรัพยากรน้ำ
	•กฎเกณฑ์ทางเศรษฐกิจ (คือการรวมกรอบทางเศรษฐกิจและการเงินใหม่)

ประเทศ/ ภูมิภาค	ประเด็นเพื่อการปรับปรุงในเรื่องธรรมาภิบาลด้านน้ำ
โปรตุเกส	•การมีส่วนร่วมของพลเมืองที่ จำกัด
	•การประสานงานในแนวดิ่งระหว่างระดับรัฐบาล
	•ประสานงานแนวนอนระหว่างระดับภูมิภาค
	•ความสามารถในระดับภูมิภาค
	•การสนับสนุนรูปแบบการกำกับดูแลน้ำใหม่
สเปน	•ไม่สอดคล้องกันระหว่างขอบเขตการปกครองและอุทกวิทยา
	•การบังคับใช้บรรทัดฐานด้านสิ่งแวดล้อม
	•กฎระเบียบทางเศรษฐกิจ
	•การประสานงานในแนวดิ่งระหว่างระดับรัฐบาล
	•การจัดการความเฉพาะเจาะจงของพื้นที่ชนบท
	•การจัดสรรทรัพยากรน้ำ
สหราชอาณาจักร	•การจัดสรรทรัพยากรน้ำ
	•ขีดความสามารถของรัฐบาลท้องถิ่นและภูมิภาค
	•ไม่สอดคล้องกันระหว่างขอบเขตการปกครองและอุทกวิทยา
	•การบังคับใช้บรรทัดฐานด้านสิ่งแวดล้อม
	•กฎระเบียบทางเศรษฐกิจ
สหรัฐอเมริกา	•การประสานงานในแนวดิ่งระหว่างระดับรัฐบาล
	•ประสานงานแนวนอนระหว่างระดับภูมิภาค
	•การจัดการความเฉพาะเจาะจงของพื้นที่ชนบท
	•การจัดสรรทรัพยากรน้ำ
	•การจัดการลักษณะเฉพาะของเขตเมือง / เมือง

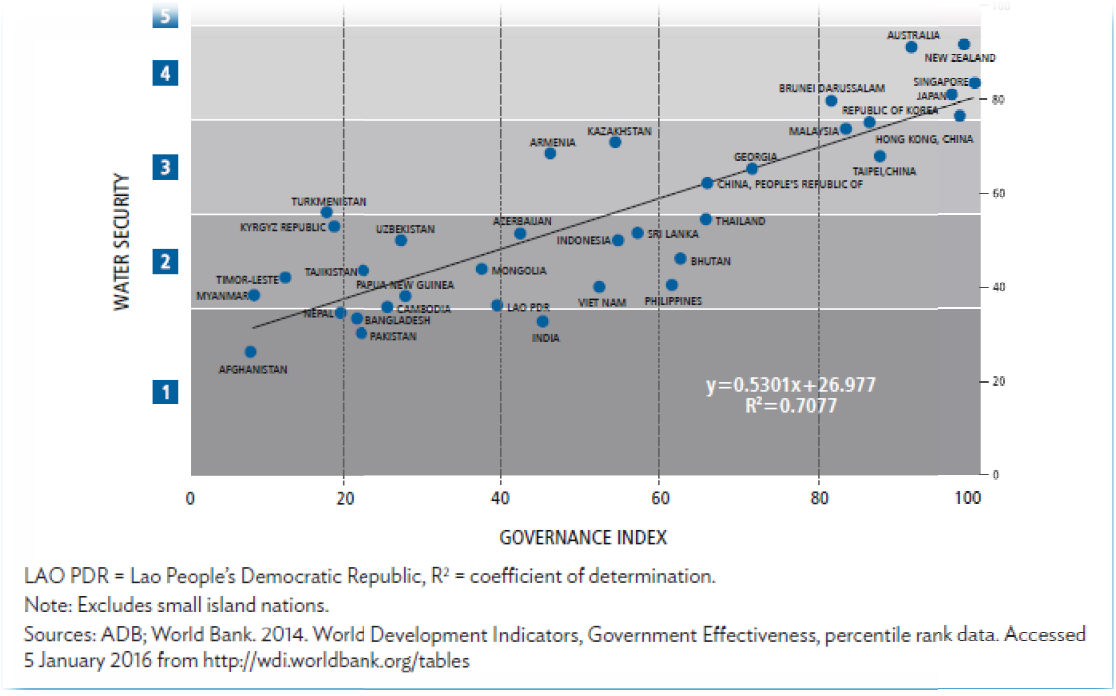
Source: OECD Survey on Water Governance (2010). P112

ธรรมาภิบาลด้านน้ำในเอเชีย AWDO 2020

ในปี 2020 ทาง OECD อยู่ในระหว่างการจัดทำรายงาน AWDO 2020 โดยนำหลักการธรรมาภิบาลด้านน้ำเข้ามาเป็นอีกหนึ่งมิติในการประเมินความมั่นคงทางน้ำ ทั้งนี้ได้มีการนำร่องนำหลักการนี้มาสำรวจและประเมินในประเทศ Timor Leste, Karnatakaสำหรับการดำเนินการในประเทศไทย อยู่ในระหว่างการพิจารณาจัดตั้งกลุ่มทำงานเพื่อนำมาใช้สำรวจและประเมินผลต่อไป

ธรรมาภิบาลและความมั่นคงด้านน้ำ

การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่ไม่เหมาะสมเป็นสาเหตุหลักของความไม่มั่นคงทางน้ำในภูมิภาคเอเชีย แปซิฟิคมากกว่าการขาดแคลนน้ำทางกายภาพ (ADB 2007) ADB ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการประเมินดัชนีธรรมาภิบาลและความมั่นคงด้านน้ำในระดับประเทศของประเทศในภูมิภาคเอเชีย แปซิฟิค จำนวน 48 ประเทศ พบว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือประเทศที่มีดัชนีธรรมาภิบาลสูง มีแนวโน้มที่มีความมั่นคงด้านน้ำสูงตามไปด้วย ดังรูปที่ 3-6



LAO PDR = Lao People's Democratic Republic, R^2 = coefficient of determination.
Note: Excludes small island nations.
Sources: ADB; World Bank. 2014. World Development Indicators, Government Effectiveness, percentile rank data. Accessed 5 January 2016 from http://wdi.worldbank.org/tables

รูปที่ 3-6 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการประเมินดัชนีธรรมาภิบาลและความมั่นคงด้านน้ำ
ที่มา:AWDO 2016 Framework for Water Security (ADB, 2016)

3.2 แนวคิด ทฤษฎี และงานศึกษา วิจัยในประเทศไทย

3.2.1 นิยามศัพท์เฉพาะ

ธรรมมาภิบาล หมายถึง กฎและวิธีปฏิบัติในการตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายด้านน้ำ และการปฏิบัติตามนโยบาย เช่น กระบวนการทางการเมือง หน่วยงาน และการบริหารจัดการ ที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีส่วนร่วม (สทนช 2563)

ธรรมมาภิบาลหลายระดับ หมายถึง ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างผู้มีส่วนร่วมหรือหน่วยงานที่อยู่ในระดับการบริหาร ส่วนกลาง ส่วนภูมิภาคและท้องถิ่น ประกอบด้วย

1) ในระดับต่าง ๆ ของรัฐบาล (แนวตั้ง)
2) ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับเดียวกัน ส่วนกลางและภูมิภาค (แนวนอนในระดับกลางหรือระดับย่อย)
3) ในลักษณะกลุ่ม องค์กร เครือข่าย ได้ผลกระทบต่อการดำเนินงานตามนโยบายสาธารณะ

3.2.2 ธรรมมาภิบาลในประเทศไทย

สำหรับประเทศไทย ในช่วงปี 2540 ที่ประเทศประสบกับวิกฤติเศรษฐกิจ สืบเนื่องมาจากปัจจัยภายในและภายนอกประเทศ สำหรับปัจจัยภายในประเทศที่สำคัญคือการขาดประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทั้งในภาครัฐบาล และภาคเอกชน มีการกระทำผิดทุจริต คอรับชั่น ดังนั้น ประเทศไทยจึงมีการปรับแก้กฎหมายเพื่อให้เกิดและเสริมสร้างธรรมาภิบาลในทุกภาคส่วนภายในประเทศ โดยปรากฏในรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ.2540 ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการสร้างระบบบริหารกิจการบ้านเมืองและสังคมที่ดี พ.ศ. 2542 (ยกเลิกเมื่อวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2547) พระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน (ฉบับที่ 5) พ.ศ.2545 มาตรา 3/1 พระราชกฤษฎีกา ว่าด้วยหลักเกณฑ์และวิธีการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี พ.ศ.2546 และรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยพ.ศ. 2550 ทั้งนี้แนวคิดธรรมาภิบาลที่นำเข้ามาใช้ในช่วงแรกได้นำมาใช้ในภาคราชการ และภาคเอกชน

<u>ภาคราชการ</u>

หลักธรรมาภิบาลตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยการสร้างระบบบริหารกิจการบ้านเมืองและสังคมที่ดี พ.ศ. 2542 ประกอบด้วย หลักสำคัญ 6 ประการ คือ หลักนิติธรรม หลักคุณธรรม หลักความโปร่งใส หลักการมีส่วนร่วม หลักสำนึกรับผิดชอบ และหลักความคุ้มค่า

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ (ก.พ.ร.) เป็นหน่วยงานหลักในการทำหน้าที่ส่งเสริมธรรมาภิบาลให้เกิดขึ้นในภาครัฐต่างๆ ได้แก่ส่วนราชการ จังหวัด องค์การมหาชน และสถาบันอุดมศึกษา ก.พ.ร. มีหน้าที่ต้องผลักดันการปฏิบัติราชการของหน่วยงานภาครัฐเหล่านี้ ให้มีระดับธรรมาภิบาลเทียบเท่ามาตรฐานสากล เพื่อบรรลุเป้าประสงค์ประโยชน์สุขของประชาชนและรักษาผลประโยชน์ของประเทศชาติ

<u>ภาคเอกชน</u>

ธรรมาภิบาลขององค์กรธุรกิจ หรือที่เรียกว่า ความรับผิดชอบของธุรกิจต่อสังคม (CSR : Corporate Social Responsibility) ในปี 2542 ได้มีการจัดตั้ง สถาบันธรรมมาภิบาลโดยตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และสถาบันกรรมการบริษัท (Thai IOD) ที่ทำหน้าที่ให้ความรู้เกี่ยวกับธรรมมาภิบาลในภาคธุรกิจ

ธรรมาภิบาลกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยพ.ศ. 2540 ได้ระบุไว้อย่างชัดเจนว่ารัฐมีหน้าที่ส่งแสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนโดยเฉพาะในเรื่องการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังปรากฏในมาตรา 79 ซึ่งระบุว่า

"รัฐต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชนมีส่วนร่วมในการสงวนบำรุงรักษา และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพอย่างสมดุล ทั้งมีส่วนร่วมในการส่งเสริมบำรุงรักษาและคุ้มครองคุณภาพสิ่งแวดส้อมตามหลักพัฒนาอย่างยั่งยืน ตลอดจนควบคุมและกำจัดมลพิษที่มีผลสุขภาพอนมัย สวัสดิภาพ และคุณภาพชีวิตของประชาชน นอกจากนี้ ในมาตรา76 ยังได้ระบุว่ารัฐต้องส่งเสริมและสนับสนุนการมีส่วนร่วมของประชาชน ในการกำหนดนโยบายการตัดสินใจทางการเมือง การวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง รวมทั้งการตรวจสอบการใช้อำนาจรัฐทุกระดับ"

สืบเนื่องมาจากการที่ประเทศไทยได้ลงนามรับรองปฏิญญาริโอว่าด้วยสิ่งแวดล้อม และการพัฒนา (Rio Declaration on Environment and Development) เมื่อปี 2535 ซึ่งในหลักการข้อที่ 10 ระบุว่า “การพัฒนาอย่างยั่งยืนจะต้องมีส่วนร่วมของประชาชนจากภาคส่วนต่างๆ” เมื่อนำหลักธรรมาภิบาลมาประยุกต์ใช้ในเรื่องการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม จึงก่อให้เกิดเป็นธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อม
องค์ประกอบของหลักธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อม มีดังนี้

1. การให้ประชาชนเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร
2. การเปิดโอกาสให้ชุมชน (ผู้นำชุมชน) เข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา ทั้งการวางแผนและติดตาม
3. ความโปร่งใสในการดำเนินการ
4. ความรับผิดชอบต่อสังคม
5. การกำกับการปฏิบัติตามกฎหมายด้วยความสมัครใจ โดยมีการควบคุมจัดระเบียบด้านความปลอดภัยและด้านต่างๆ โดยตั้งอยู่ บนพื้นฐานของหลักความยุติธรรม เท่าเทียม เสมอภาค
6. การจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน

ธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อม กับหน่วยงานภาครัฐ

กระทรวงอุตสาหกรรม ได้จัดทำโครงการบริหารจัดการลุ่มน้ำและวางระบบธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อม ซึ่งตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนาและปรับปรุงจุดอ่อน เพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศในด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม โดยมีเกณฑ์การประเมินการมีธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อมที่ดีของสถานประกอบการอุตสาหกรรม การดำเนินการเหล่านี้จะเกิดเป็นรูปธรรมได้ ต้องอาศัยความร่วมมือจากภาคชุมชน สถานประกอบการ และส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง ร่วมกันเฝ้าระวังการ

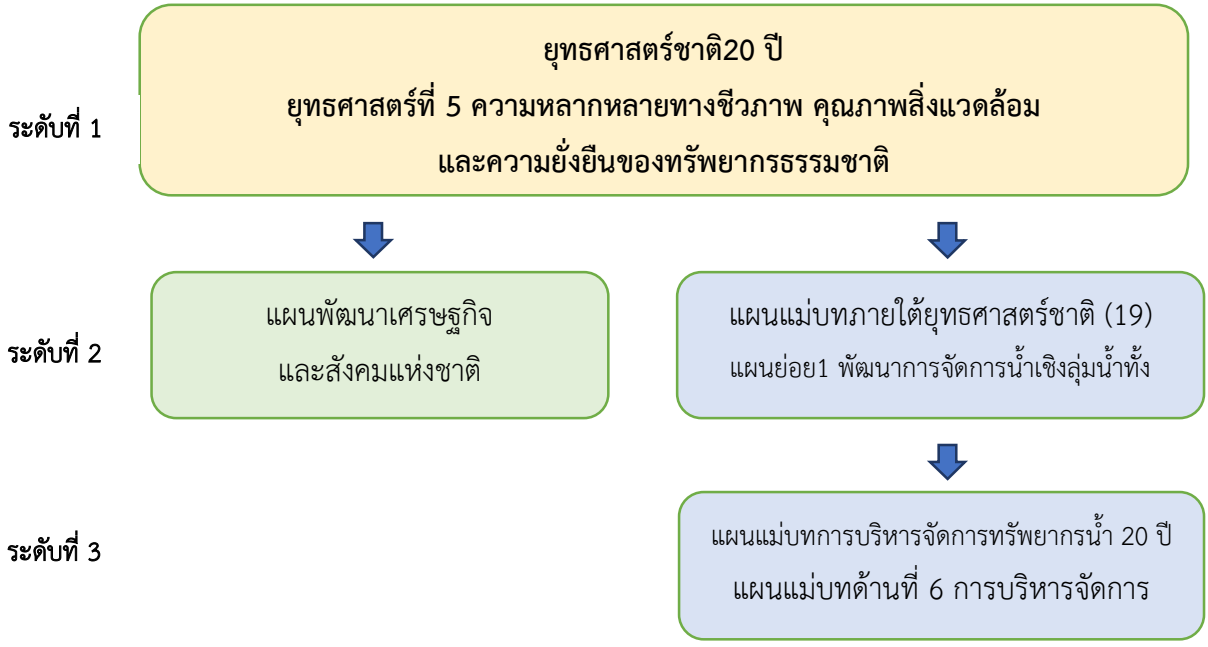
เกิดปัญหาด้านมลพิษและนำไปสู่การสร้างมวลชนสัมพันธ์ เพื่อการป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมกันอย่างต่อเนื่อง การมีธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อมที่ดี นำไปสู่ สิ่งแวดล้อมที่ดี โรงงานที่ดี ชุมชนที่ดี และประชาชนในสังคมมีความสุข

ธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อม กับองค์กรอิสระ

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ร่วมกับสถาบันพระปกเกล้า มูลนิธิเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โครงการยุทธศาสตร์นโยบายฐานทรัพยากร และนักวิชาการจากหลากหลายองค์กร จัดตั้ง เครือข่ายธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย โดยจัดทำโครงการธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อม: ตัวชี้วัดการมีส่วนร่วมของประชาชน

3.2.3 ยุทธศาสตร์ แผนและนโยบายที่เกี่ยวข้องธรรมาภิบาลน้ำ

ธรรมาภิบาลน้ำสอดคล้องกับแผน/ยุทธศาสตร์ทั้งในระดับ1 ระดับ 2 และระดับ 3 ซึ่งประกอบด้วย ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (19) ประเด็น การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ. 2561 - 2580) และแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580)



รูปที่ 3-7 ยุทธศาสตร์ แผน และนโยบายที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงด้านน้ำตามระดับของแผนตามมติ ครม.

1. ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

ประเทศไทยกำหนดวิสัยทัศน์ ดังนี้ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ยุทธศาสตร์ชาติ ประกอบด้วย

1) ความอยู่ดีมีสุขของคนไทยและสังคมไทย
2) ขีดความสามารถในการแข่งขัน การพัฒนาเศรษฐกิจ และการกระจายรายได้
3) การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศ
4) ความเท่าเทียมและความเสมอภาคของสังคม
5) ความหลากหลายทางชีวภาพ คุณภาพสิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ
6) ประสิทธิภาพการบริหารจัดการและการเข้าถึงการให้บริการของภาครัฐ

ทั้งนี้ ธรรมาภิบาลน้ำ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติที่ 5 ความหลากหลายทางชีวภาพ คุณภาพสิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก 1)

2. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 มียุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ คือ ยุทธศาสตร์ที่ 4 การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน และมีแนวทางการพัฒนาที่เกี่ยวข้อง คือ

1) การรักษา ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ สร้างสมดุลการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนและเป็นธรรม
2) เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อให้เกิดความมั่นคง สมดุล และยั่งยืน
3) การบริหารจัดการ เพื่อลดความเสี่ยงด้านภัยพิบัติ

ทั้งนี้ได้จัดทำทิศทางการพัฒนาภาคในระยะแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 เพื่อเป็นเครื่องมือในการแปลงแผนไปสู่การปฏิบัติ การกำหนดทิศทางการพัฒนาเชิงพื้นที่ตามศักยภาพภูมิสังคมของแต่ละภาคทั้ง 6 ภาค ซึ่งในด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้กำหนดทิศทางการพัฒนาด้านน้ำในแต่ละภาคไว้ให้สอดคล้องและสนับสนุนกัน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก 2)

3. แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580)

แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (19) ประเด็น การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ. 2561 – 2580) มีเป้าหมายตัวชี้วัดและแนวทางพัฒนาด้วยแผนย่อย 3 แผน ดังนี้

1) แผนย่อยพัฒนาการจัดการน้ำเชิงลุ่มน้ำทั้งระบบเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ
2) แผนย่อยเพิ่มผลิตภาพของน้ำทั้งระบบในการใช้น้ำอย่างประหยัด รู้คุณค่าและสร้างมูลค่าเพิ่ม จากการใช้น้ำให้ทัดเทียมกับระดับสากล
3) แผนย่อยอนุรักษ์และฟื้นฟูแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วประเทศ

ทั้งนี้ ธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการน้ำ อยู่ในแผนย่อยที่ (1) แผนย่อยพัฒนาการจัดการน้ำเชิงลุ่มน้ำทั้งระบบเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ

ในปัจจุบัน ธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการน้ำ มีระดับคะแนน เท่ากับ 64 คะแนน ดังนั้น ธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการน้ำ ถูกกำหนดให้มีการยกระดับธรรมาภิบาล ในการบริหารจัดการน้ำเพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 64 คะแนน ให้เป็น 80 คะแนน โดยให้มีตัวชี้วัดและค่าเป้าหมายทุกช่วง 5 ปี ในช่วงปีพ.ศ. 2561 - 2580 โดยมีเป้าหมาย ดังนี้

ปี 2561 – 2565	ระดับธรรมาภิบาล ไม่น้อยกว่า 70 คะแนน
ปี 2566 – 2570	ระดับธรรมาภิบาล ไม่น้อยกว่า 75 คะแนน
ปี 2571 – 2575	ระดับธรรมาภิบาล ไม่น้อยกว่า 80 คะแนน
ปี 2576 – 2580	ระดับธรรมาภิบาล ไม่น้อยกว่า 80 คะแนน

ในแผนย่อยพัฒนาการจัดการน้ำเชิงลุ่มน้ำทั้งระบบเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ ในเป้าหมายที่ 3 ยกระดับธรรมาภิบาล ในการบริหารจัดการน้ำ เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 64 คะแนน ให้เป็น 80 คะแนน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

4. แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580)

แผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) ประกอบด้วยยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 6 ยุทธศาสตร์ โดยสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) ดังนี้

- แผนแม่บทด้านที่ 1 การจัดการน้ำอุปโภคบริโภค
- แผนแม่บทด้านที่ 2 การสร้างความมั่นคงของน้ำภาคการผลิต
- แผนแม่บทด้านที่ 3 การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย
- แผนแม่บทด้านที่ 4 การจัดการคุณภาพน้ำ

- แผนแม่บทด้านที่ 5 การอนุรักษ์ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรมและป้องกันการพังทลายของดิน
- แผนแม่บทด้านที่ 6 การบริหารจัดการ

ทั้งนี้ ธรรมาภิบาลน้ำ สอดคล้องกับแผนแม่บทด้านที่ 6 การบริหารจัดการ

1. จัดทำปรับปรุงกฎหมายและองค์กรด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
    - การจัดทำปรับปรุง ทบทวนกฎหมาย ระเบียบข้อบังคับด้านทรัพยากรน้ำ
    - ส่งเสริม พัฒนาองค์กรการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในระดับชาติ/ระดับลุ่มน้ำ/ระดับชุมชน
    - พัฒนากลไก ความร่วมมือระหว่าง ประเทศด้านทรัพยากรน้ำ
2. การจัดทำแผนบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
3. การติดตามและประเมินผล
4. การพัฒนาระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ
    - พัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพระบบฐานข้อมูล เพื่อการการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
5. การศึกษา วิจัยและพัฒนาการจัดการทรัพยากรน้ำ
6. การประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วม
    - เสริมสร้างการรับรู้และประชาสัมพันธ์นโยบาย/แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
    - บูรณาการการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
    - ผลักดันให้เกิดกลไกขยายผลความสำเร็จด้านการบริหารจัดการน้ำในระดับชุมชน/ระดับ ท้องถิ่น (ประเด็นการปฏิรูปประเทศ)
      (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

กล่าวโดยสรุป การศึกษาเรื่องธรรมาภิบาลน้ำสอดคล้องกับแผน/ยุทธศาสตร์ทั้งในระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3 ดังนี้ ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (19) ประเด็น การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ. 2561 - 2580) และแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) ดูรายละเอียดในภาคผนวก

3.2.4 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำในประเทศไทย

- คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (กนช.) เป็นองค์กรรับผิดชอบเรื่องน้ำในระดับชาติ โดยมีนายกรัฐมนตรีเป็นประธาน เพื่อกำหนดนโยบาย และขับเคลื่อนแผนงานตามยุทธศาสตร์น้ำที่สำคัญ

- สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เดิมชื่อสำนักงานบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ จัดตั้งขึ้นใน พ.ศ. 2560 เป็นองค์กรกลางด้านน้ำ 1 ใน 3 เสาหลัก สังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี มียุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยาน้ำที่สำคัญ 6 ยุทธศาสตร์ ได้แก่ (1) การจัดการน้ำอุปโภคบริโภค (2) การสร้างความมั่นคงของน้ำภาคการผลิต (3) การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย (4) การจัดการคุณภาพน้ำ (5) การอนุรักษ์ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรมและป้องกันการพังทลายของดิน และ(6) การบริหารจัดการ
- คณะกรรมการลุ่มน้ำ
  คณะกรรมการลุ่มน้ำ จัดตั้งตาม พ.ร.บ.ทรัพยากรน้ำ พ.ศ.2561 ซึ่งประกอบด้วย ผู้แทนภาคราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ผู้ใช้น้ำภาคส่วนต่างๆ และผู้ทรงคุณวุฒิในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยมีผู้อำนวยการสำนักงานในระดับภูมิภาคของ สทนช. เป็นกรรมการและเลขานุการ

3.2.5 ธรรมาภิบาลด้านน้ำ และงานศึกษา วิจัยในประเทศไทย

ปัจจุบันทางสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ กำลังอยู่ในระหว่างพิจารณาดำเนินการจัดทำดัชนีชี้วัดธรรมาภิบาลด้านน้ำ (Water Governance) สำหรับประเทศไทย ทั้งนี้ ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 3 ธันวาคม 2562 เห็นชอบให้สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ เป็นเจ้าภาพในการขับเคลื่อนแผนระดับ 2 ประเด็นที่ 19 และประเด็นที่เกี่ยวข้อง การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ 19.1 แผนย่อยพัฒนาการจัดการน้ำเชิงกลุ่มน้ำทั้งระบบ เพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศตัวชี้วัด: ดัชนีธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการน้ำ (ระดับ) โดยยกระดับ 64 คะแนน เป็น 80 คะแนน

ในการประเมินใช้ตัวชี้วัด Water Governance ของ OECD : OECD ประกอบด้วย 3 หมวด 12 เรื่อง ได้แก่

หลักประสิทธิผล (Effectiveness) ประกอบด้วย (1) บทบาท-ความรับผิดชอบชัดเจน/กฎ-กติกา (Clear roles and responsibilities) (2) ระบบการจัดการลุ่มน้ำแบบบูรณาการ (Appropriate scales) (3) ความเชื่อมโยงการจัดการน้ำกับทรัพยากรอื่น (Policy coherence) (4) กำหนดภารกิจหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Capacity development)

หลักประสิทธิภาพ (Efficiency) ประกอบด้วย (1) จัดการข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับด้านน้ำ (Data and information) (2) การลงทุนและการจัดสรรงบประมาณ (Financing) (3) การกำกับดูแลการจัดการน้ำถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ (Regulatory frameworks) (4) การสร้างนวัตกรรมและยอมรับ (Innovation)

หลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน (Trust & engagement) ประกอบด้วย (1) ความซื่อสัตย์และความโปร่งใส (Integrity (Integrity and transparency) (2) การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder engagement) (3) การแลกเปลี่ยนระหว่างผู้ใช้น้ำ พื้นที่ และเมือง (Trade - offs) (4) การติดตามและประเมินผล (Monitoring and evaluation)

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2548) ได้จัดทำรายงานธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อม: ตัวชี้วัดการมีส่วนร่วมของประชาชน พ.ศ. 2548 (ประเมินผลครั้งที่ 2) ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับธรรมมาภิบาลน้ำในประเทศไทย ดังนี้

<u>การเข้าถึงข้อมูลข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อม</u>

กรณีศึกษา: การตรวจวัดคุณภาพน้ำดื่มในพื้นที่อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

<u>การเข้าถึงการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจทางสิ่งแวดล้อม</u>

หัวข้อ A: การมีส่วนร่วมของประชาชนในการตัดสินใจระดับนโยบาย ยุทธศาสตร์ แผน โปรแกรม และกฎหมาย

กรณีศึกษา: นโยบายการแปรรูปน้ำ

กรณีศึกษา: ยุทศาสตร์การจัดการน้ำระบบโครงข่ายน้ำ

กรณีศึกษา: แผนบริหารจัดการลุ่มน้ำป่าสัก

กรณีศึกษา: แผนบริหารจัดการทรัพยากรน้ำจังหวัดสระบุรี และจังหวัดเพชรบุรี

กรณีศึกษา: ร่างพระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ

สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และปิยธิดา เรืองรัศมี (2562) ศึกษาทบทวนธรรมาภิบาลในประเทศไทย และประเมินการดำเนินธรรมาภิบาลในประเทศไทยตามกรอบของตัวชี้วัด Water Governance ของ OECD : OECD ซึ่งมี 3 หมวด ได้แก่ หลักประสิทธิผล (Effectiveness) หลักประสิทธิภาพ (Efficiency) และหลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน (Trust & engagement) โดยมีประเด็นย่อยจำนวน 12 ประเด็น โดยประเมินการมีธรรมภิบาลเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ธรรมาภิบาลในระดับชาติ ระดับลุ่มน้ำ ระดับประเทศ และระดับชุมชน โดยพิจารณาตามการปฏิบัติงาน โดยมีผลการประเมิน ดังนี้

<u>ในระดับประเทศ</u> มีการดำเนินงานในเรื่องธรรมาภิบาล ดังนี้

- หลักประสิทธิผล (Effectiveness) มีการดำเนินการครบทั้ง 4 เรื่อง
- หลักประสิทธิภาพ (Efficiency) มีการดำเนินการใน 2 เรื่อง ได้แก่ จัดการข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับด้านน้ำ (Data and information) และ การลงทุนและการจัดสรรงบประมาณ (Financing) ส่วนการกำกับดูแลการจัดการน้ำถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ (Regulatory frameworks) และการสร้างนวัตกรรมและยอมรับ (Innovation) อยู่ในระดับปานกลาง
- หลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน (Trust & engagement) มีการดำเนินการใน 1 เรื่อง ได้แก่ ความซื่อสัตย์และความโปร่งใส (Integrity (Integrity and transparency) ส่วนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder engagement) การแลกเปลี่ยนระหว่างผู้ใช้

น้ำ พื้นที่ และเมือง (Trade -offs) และการติดตามและประเมินผล (Monitoring and evaluation) มีการดำเนินการอยู่ในระดับปานกลาง

<u>ในระดับลุ่มน้ำ</u> มีการดำเนินงานในเรื่องธรรมาภิบาล ดังนี้

- หลักประสิทธิผล (Effectiveness) มีการดำเนินการทุกประเด็นย่อย ยกเว้นกำหนดภารกิจหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Capacity development)
- หลักประสิทธิภาพ (Efficiency) มีการดำเนินใน 1 เรื่อง ได้แก่ การกำกับดูแลการจัดการน้ำถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ (Regulatory frameworks)
- หลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน (Trust & engagement) มีการดำเนินการในระดับปานกลาง 1 เรื่อง ได้แก่ การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder engagement)

<u>ในระดับจังหวัด</u> มีการดำเนินงานในเรื่องธรรมาภิบาล ดังนี้

- หลักประสิทธิผล (Effectiveness) มีการดำเนินการในระดับปานกลาง 2 เรื่อง ได้แก่ บทบาท-ความรับผิดชอบชัดเจน/กฎ-กติกา (Clear roles and responsibilities) และกำหนดภารกิจหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Capacity development)
- หลักประสิทธิภาพ (Efficiency) มีการดำเนินการในระดับปานกลาง 3 เรื่อง การลงทุนและการจัดสรรงบประมาณ (Financing) การกำกับดูแลการจัดการน้ำถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ (Regulatory frameworks) และการสร้างนวัตกรรมและยอมรับ (Innovation)
- หลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน (Trust & engagement) มีการดำเนินการในระดับปานกลาง 4 เรื่อง

<u>ในระดับชุมชน</u> มีการดำเนินงานในเรื่องธรรมาภิบาล ดังนี้

- หลักประสิทธิผล (Effectiveness) มีการดำเนินการในระดับปานกลาง 2 เรื่อง ได้แก่(2) ระบบการจัดการลุ่มน้ำแบบบูรณาการ (Appropriate scales) (3) ความเชื่อมโยงการจัดการน้ำกับทรัพยากรอื่น (Policy coherence) และมีการดำเนินการในระดับปานกลาง 2 เรื่อง ได้แก่ บทบาท-ความรับผิดชอบชัดเจน/กฎ-กติกา (Clear roles and responsibilities) และกำหนดภารกิจหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Capacity development)
- หลักประสิทธิภาพ (Efficiency) มีการดำเนินการในระดับปานกลาง 3 เรื่อง ได้แก่ การลงทุนและการจัดสรรงบประมาณ (Financing) การกำกับดูแลการจัดการน้ำถูกนำไปใช้อย่างมี

ประสิทธิภาพ (Regulatory frameworks) (4) การสร้างนวัตกรรมและยอมรับ (Innovation)

- หลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน (Trust & engagement) มีการดำเนินการ 2 เรื่อง ได้แก่ การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder engagement) การแลกเปลี่ยนระหว่างผู้ใช้น้ำ พื้นที่ และเมือง (Trade -offs) และมีการดำเนินการในระดับปานกลาง 2 เรื่อง ได้แก่ ความซื่อสัตย์และความโปร่งใส (Integrity and transparency) การติดตามและประเมินผล (Monitoring and evaluation)

	National (just started)	River (up to now)	provincial (up to now)	Community (use now)
1 Effectiveness				
1.1 Role & responsibility	✓	✓	Δ	Δ
1.2 Appropriate scale	✓	✓	?	✓
1.3 Policy coherence	✓	✓	?	✓
1.4 Capacity	✓	×	Δ	Δ
2 Efficiency				
2.1 Data & Information	✓	×	?	×
2.2 Financing	✓	×	Δ	Δ
2.3 Regulatory framework	Δ	✓	Δ	Δ
2.4 Innovation	Δ	×	Δ	Δ
3 Trust & Engagement				
3.1 Integrity & Transparency	✓	×	Δ	Δ
3.2 Stakeholder engagement	Δ	Δ	Δ	✓
3.3 Trade off	Δ	×	Δ	✓
3.4 Monitoring & Evaluation	Δ	×	Δ	Δ

✓	Yes
×	No
Δ	Moderate
?	Doubtful

รูปที่ 3-8 การประเมินธรรมาภิบาลของประเทศไทยในระดับชาติ ระดับลุ่มน้ำ ระดับประเทศ และระดับชุมชน

ที่มา: สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และปิยธิดา เรืองรัศมี (2562)

แมน ปุโรทกานนท์ (2548) ศึกษาแนวทางการบริหารน้ำอย่างมีธรรมาภิบาลน้ำ กรณีศึกษาระบบนิเวศลุ่มน้ำขนาดเล็ก ได้แก่ ระบบนิเวศลุ่มน้ำขนาดเล็ก –ค้อทอง อ่างน้ำพาน อ.สร้างคอม จ. อุดรธานี ทั้งนี้ ระบบนิเวศลุ่มน้ำขนาดเล็ก มีคุณลักษณะในด้านขอบเขตพื้นที่ และการบริหารจัดการ ดังนี้

คุณลักษณะสำคัญของหน่วยจัดการในขอบเขตนิเวศลุ่มน้ำ

adjusted from Watershed Management Approaches, Policies and Operations: Lessons for Scaling Up, The World Bank Washington, DC,2008

ขอบเขตนิเวศ	ครอบคลุมพื้นที่ (ตร.กม.)	อิทธิพลของพืชปกคลุมพื้นที่	หน่วยพื้นฐานที่ กำกับดูแล	จุดเน้นการจัดการ
พื้นที่นิเวศลุ่มน้ำขนาดเล็ก (Micro-watershed)	0.05-0.50	มีผลมาก	ส่วนบุคคล/ท้องถิ่น	การใช้ดูแล-รักษา
พื้นที่นิเวศลุ่มน้ำย่อย (Sub-watershed)	1-10	มาก	อปท.-องค์กรท้องถิ่น	การจัดชั้นลุ่มน้ำการจัดการแบบผสมผสาน
ลุ่มน้ำ-ขนาดเล็ก (Watershed)	10-100	ปานกลาง	อปท.-หลายหน่วย	การกำหนดแบบแผนการใช้ที่ดิน
ลุ่มน้ำสาขา (Sub-basin)	100-1,000	น้อย	ท้องถิ่น-จังหวัด-ภาค	แผนบูรณาการลุ่มน้ำ
ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ (Basin)	1000-10000	น้อยมาก	รัฐ-หลายรัฐ	แผนบูรณาการลุ่มน้ำ

รูปที่ 3-9 ขอบเขตนิเวศน์ลุ่มน้ำ

ที่มา : แนวทางการบริหารน้ำอย่างมีธรรมาภิบาลน้ำ ดร.แมน ปุโรทกานนท์ adjusted from Watershed Management Approaches, Policies and Operations: Lessons for Scaling Up, The World Bank Washington,DC,2008

3.2.6 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับธรรมาภิบาลด้านน้ำ

กฎหมายเป็นกลไกสำคัญในการจัดสรรประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคมให้สอดคล้องกับการพัฒนาประเทศ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ และธรรมาภิบาลน้ำ ได้แก่

- รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540 ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย
- รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2560 ได้กำหนดให้รัฐ พึงจัดให้มียุทธศาสตร์ชาติเป็นเป้าหมายการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนในระยะยาวตามหลักธรรมาภิบาล เพื่อใช้เป็นกรอบในการจัดทำแผนต่างๆ ให้สอดคล้องและบูรณาการกันเพื่อให้เกิดเป็นพลังผลักดันร่วมกันไปสู่เป้าหมายดังกล่าว รัฐธรรมนูญที่เกี่ยวข้องกับเรื่องทรัพยากรน้ำ มี 2 มาตรา ได้แก่ มาตรา 72 ว่าด้วยรัฐพึงดำเนินการเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ และอีกมาตราหนึ่งอยู่ในหมวดปฏิรูปประเทศ ในมาตรา 258 (ช) ด้านอื่น ข้อ (1) ซึ่งมี ด้านทรัพยากรน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย
- พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561
  พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำเป็นกฎหมายแม่บทในการใช้ การพัฒนา การบริหารจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ มี 9 หมวด 105 มาตรา

- หมวดที่ 1 ทรัพยากรน้ำ กำหนดอำนาจของรัฐและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
- หมวดที่ 2 สิทธิในน้ำ กำหนดสิทธิในการใช้หรือกักเก็บน้ำ
- หมวดที่ 3 องค์กรบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
- หมวดที่ 4 การจัดสรรน้ำและการใช้น้ำ
- หมวดที่ 5 ภาวะน้ำแล้งและภาวะน้ำท่วม
- หมวดที่ 6 การอนุรักษ์และการพัฒนาทรัพยากรน้ำสาธารณะ กำหนดอำนาจการออกกฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่อาจส่งผลกระทบกับทรัพยากรน้ำสาธารณะ การอนุรักษ์และการพัฒนาทรัพยากรน้ำสาธารณะ
- หมวดที่ 7 พนักงานเจ้าหน้าที่ กำหนดอำนาจและการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานเจ้าหน้าที่ตามพระราชบัญญัตินี้
- หมวดที่ 8 ความรับผิดทางแพ่งในกรณีที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรน้ำสาธารณะ กำหนดการชดใช้ค่าสินไหมทดแทนต่อรัฐ
- หมวดที่ 9 บทกำหนดโทษ กำหนดบทลงโทษผู้ฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบหรือข้อบัญญัติ

ในพระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 ให้ความสำคัญต่อการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยจัดให้มีองค์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำตั้งแต่ระดับองค์กรผู้ใช้น้ำ ระดับลุ่มน้ำ และระดับชาติ

พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำเป็นกฎหมายแม่บทในการใช้ การพัฒนา การบริหารจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย กล่าวไว้ในหมวดที่ 3. องค์กรบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ประกอบด้วยส่วนที่ 1 คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ “กนช.” และส่วนที่ 3 ลุ่มน้ำและคณะกรรมการลุ่มน้ำ

<u>ส่วนที่ 1</u> คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ “กนช.” ประกอบด้วย นายกรัฐมนตรี รัฐมนตรีว่าการกระทรวงต่างๆ กรรมการผู้แทนคณะกรรมการลุ่มน้ำ ตลอดจนกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญด้านการเกษตร ด้านทรัพยากรน้ำ ด้านผังเมืองด้านสิ่งแวดล้อม หรือด้านอุตสาหกรรม

<u>ส่วนที่ 3</u> ลุ่มน้ำและคณะกรรมการลุ่มน้ำ ประกอบด้วยกรรมการลุ่มน้ำโดยตำแหน่ง เช่น ผู้ว่าราชการจังหวัดในเขตลุ่มน้ำนั้น ผู้แทนต่างๆ กรรมการลุ่มน้ำผู้แทนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรรมการลุ่มน้ำผู้แทนองค์กรผู้ใช้น้ำในเขตลุ่มน้ำ เป็นต้น

3.3 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

3.3.1 สรุปผลการศึกษา

การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่ไม่เหมาะสมเป็นสาเหตุหลักของความไม่มั่นคงทางน้ำในภูมิภาคเอเชีย แปซิฟิคมากกว่าการขาดแคลนน้ำทางกายภาพ (ADB, 2007) และวิกฤตการณ์ทางน้ำ มักเกิดขึ้นเพราะไม่มีธรรมาภิบาลในด้านน้ำ (OECD, 2015) ทรัพยากรน้ำเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและมีความจำเป็นในการบริหารจัดการ เพื่อให้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การมีธรรมาภิบาลที่ดีเป็นกลไกให้เกิดการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำที่มีประสิทธิภาพ ในงานศึกษานี้ สรุปผลการศึกษา ดังนี้

1) องค์ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดธรรมาภิบาลน้ำ

แนวคิดธรรมาภิบาลน้ำเป็นแนวคิดที่พัฒนามาจากการพัฒนาอย่างยั่งยืน ที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2535 ซึ่งพูดถึงประเด็นการเข้ามามีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย และพัฒนาเรื่อยมาในปี 2558 ทาง OECD ได้กำหนดกรอบการศึกษาแนวคิดธรรมาภิบาลน้ำในระดับประเทศ ซึ่งประกอบด้วยประเด็นหลัก 3 ประเด็น และ ประเด็นย่อย 12 ประเด็น ดังนี้

หลักประสิทธิผล (Effectiveness) ประกอบด้วย (1) บทบาท-ความรับผิดชอบชัดเจน/กฎ-กติกา (Clear roles and responsibilities) (2) ระบบการจัดการลุ่มน้ำแบบบูรณาการ (Appropriate scales) (3) ความเชื่อมโยงการจัดการน้ำกับทรัพยากรอื่น (Policy coherence) (4) กำหนดภารกิจหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Capacity development)

หลักประสิทธิภาพ (Efficiency) ประกอบด้วย (1) จัดการข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับด้านน้ำ (Data and information) (2) การลงทุนและการจัดสรรงบประมาณ (Financing) (3) การกำกับดูแลการจัดการน้ำถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ (Regulatory frameworks) (4) การสร้างนวัตกรรมและยอมรับ (Innovation)

หลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน (Trust & engagement) ประกอบด้วย (1) ความซื่อสัตย์และความโปร่งใส (Integrity (Integrity and transparency) (2) การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder engagement) (3) การแลกเปลี่ยนระหว่างผู้ใช้น้ำ พื้นที่ และเมือง (Trade - offs) (4) การติดตามและประเมินผล (Monitoring and evaluation)

2) การพัฒนางานวิจัยที่ส่งเสริมประเด็นและเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ที่นำไปสู่การปฏิบัติจริงได้

ดัชนีธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการน้ำ ถูกกำหนดให้เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดในแผนย่อยที่ 1 การพัฒนาการจัดการน้ำเชิงลุ่มน้ำทั้งระบบเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ ตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ประเด็นที่ (19) การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ.2561 – 2580)

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวกับธรรมาภิบาลในด้านน้ำยังมีอยู่ไม่มากนาก ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกิดงานวิจัยเกี่ยวกับธรรมาภิบาลในด้านน้ำที่ส่งเสริมประเด็นและเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ที่นำไปสู่การปฏิบัติจริงได้ จึงควรมีการศึกษาวิจัยธรรมภิบาลน้ำในเชิงลึกต่อยอดงานวิจัยเดิมในระดับชาติ ลุ่มน้ำ จังหวัด และชุมชน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้นำไปสู่การพัฒนาธรรมาภิบาลน้ำของประเทศต่อไป

3) การเตรียมความพร้อมในการจัดตั้งเครือข่ายงานวิจัยด้านการบริหารจัดการน้ำทั้งกับนักวิจัยในประเทศและต่างประเทศ

จากช่องว่างของการศึกษาธรรมาภิบาลด้านน้ำในประเทศไทยที่ยังขาดการศึกษาวิจัยในเชิงลึกทั้งในระดับชาติ ลุ่มน้ำ จังหวัด และชุมชน ดังนั้น จึงควรมีการจัดรวบรวมข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในทุกระดับ (ทั้งแนวนอน แนวตั้ง) เพื่อสนับสนุนงานศึกษาวิจัยต่อไป

3.3.2 ข้อเสนอแนะ

1. ทรัพยากรน้ำมีความเชื่อมโยงเกี่ยวพันธ์กับมิติอื่นๆในสังคม เช่น เศรษฐกิจ สังคม การเมือง กฎ ระเบียบ สถาบัน เทคโนโลยีและนวัตกรรม ดังนั้นการศึกษาวิจัยธรรมาภิบาลด้านน้ำ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาในมิติเหล่านี้ควบคู่กันไป
2. จากช่องว่างของการศึกษาธรรมาภิบาลด้านน้ำในประเทศไทยที่ยังขาดการศึกษาวิจัยในเชิงลึกในระดับชาติ ลุ่มน้ำ จังหวัด และชุมชน ดังนั้น จึงควรมีการวิจัยทั้งในรูปแบบการประเมินหรือการสำรวจข้อมูลให้มากขึ้น
3. ควรส่งเสริมการมีส่วนร่วมจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการจัดทำนโยบายและการบริหารจัดการรวมถึงการปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น การเสนอ ร่างพรบ. ส่งเสริมการประหยัดน้ำและการใช้น้ำซ้ำ การกำหนดสิทธิการใช้น้ำที่ชัดเจน
4. การจัดอบรมสร้างความรู้และความเข้าใจเรื่องธรรมาภิบาลน้ำ เพื่อให้หน่วยงานด้านทรัพยากรน้ำและผู้มีส่วนได้เสียปฏิบัติงานอย่างเป็นมาตรฐานสากล
5. ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ภายใต้แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561 – 2580) ทางสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ กำลังอยู่ในระหว่างการพิจารณาดำเนินการจัดทำการสำรวจในด้าน ธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการน้ำ(Water Governance)โดยมีเป้าหมายให้ระดับคะแนนธรรมาภิบาลด้านน้ำของประเทศสูงขึ้น ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับการดำเนินงานของสทนช จึงควรจัดทำโครงการศึกษาประเมินธรรมาภิบาลน้ำในระดับจังหวัด ลุ่มน้ำ และชุมชน เพื่อให้มีการเตรียมพร้อมสำหรับการประเมินตนเองในระดับต่างๆ

บทที่ 4
การเงินด้านน้ำ (Water finance)

4.1 ทบทวนนโยบายและแผนงานวิจัยระดับนานาชาติ

ทรัพยากรน้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนา ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งมีรายได้ต่อหัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่า 20 เท่า ในช่วง 60 ปี ที่ผ่านมา (World Bank 2014) และมีการเปลี่ยนจากเศรษฐกิจชนบทสู่เศรษฐกิจเมืองและอุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงนี้จึงก่อให้เกิดความจำเป็นแก่รัฐบาลในการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำและการบริหารจัดการน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้สามารถสนับสนุนกิจกรรมทางเศรษฐกิจในด้านต่างๆ ทั้งการเกษตร อุตสาหกรรม การบริการ และการใช้น้ำภาคครัวเรือนได้ แต่เนื่องจากการลงทุนนี้ต้องอาศัยเงินทุนจำนวนมหาศาล ด้วยเงินทุนจากรัฐบาลเพียงแหล่งเดียวอาจจะไม่เพียงพอและเกิดความไม่ต่อเนื่องของการพัฒนา ดังนั้น จึงมีการนำแนวคิดการเงินด้านน้ำมาใช้กำหนดกลไกการระดมทุนร่วมกันระหว่างภาครัฐและเอกชน เพื่อให้ได้เงินทุนที่เพียงพอ ก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

ในส่วนแรกของบทนี้ จะนำเสนอแนวคิดการเงินด้านน้ำขององค์กรระหว่างประเทศ และทบทวนการนำแนวคิดนี้ไปประยุกต์ใช้ในประเทศต่างๆ รวมถึงในประเทศไทยด้วย

4.1.1 องค์กรระหว่างประเทศ

องค์กรหรือหน่วยงานระหว่างประเทศที่มีบทบาทสำคัญในระดับนานาชาติ ในการพัฒนาองค์ความรู้ และให้การสนับสนุนเพื่อจัดหาเงินลงทุนด้านน้ำ ได้แก่ องค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) ธนาคารพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank: ADB) และสำนักเลขาธิการอาเซียน (ASEAN Secretariat) ซึ่งแนวทางเกี่ยวกับการเงินด้านน้ำของแต่ละองค์กรสรุปได้ดังนี้

1. องค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ
(Organisation for Economic Cooperation and Development: OECD)

OECD มีเป้าหมายในการผลักดัน SDGs โดยเฉพาะเรื่องสิทธิด้านน้ำและสุขาภิบาล เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมาย SDGs จะต้องมีการขยายการลงทุนเพื่อพัฒนาและจัดการแหล่งน้ำ รวมถึงการให้บริการต่างๆ ด้วย ทั้งนี้ ช่องว่างระหว่างการลงทุนและการจัดหาเงินทุนยังคงเป็นเรื่องท้าทายในหลายๆ ด้าน เช่น โครงการด้านน้ำมักต้องอาศัยการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานซึ่งใช้เงินลงทุนสูง โครงการด้านน้ำที่มีความจำเป็นอาจไม่น่าสนใจพอที่จะดึงดูดนักลงทุน ความต้องการโครงการด้านน้ำเพิ่มมากขึ้นจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแต่ความต้องการในการลงทุนยังมีไม่เพียงพอ ในช่วงที่ผ่านมาพบว่า ในหลายๆ ประเทศมีอัตราดอกเบี้ยต่ำและยังคงมีแหล่งเงินทุนอยู่มากในโลก OECD จึงเห็นว่าเป็นโอกาสในการขยาย

การลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน และสร้างผลกำไรจากการลงทุนในโครงการด้านน้ำได้ โดยมีรายงานว่าอัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน. (Benefit-Cost Ratio) สำหรับโครงการด้านการบริการสุขาภิบาลน้ำในประเทศกำลังพัฒนานั้น สูงถึง 7 ต่อ 1 (OECD 2011)

เนื่องจากการลงทุนในโครงการด้านน้ำนั้นมีความหลากหลาย ทั้งในแง่ของโครงการเอง และในแง่ของผู้ลงทุน เช่น วัตถุประสงค์ในการลงทุน ระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ สภาพคล่องที่ต้องการ OECD จึงกำหนดนิยามคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องขึ้นมาดังแสดงในตารางที่ 4-1 (OECD 2018)

ตารางที่ 4-1 นิยามคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการลงทุน

Modes		Infrastructure Finance Instruments		Market Vehicles
Asset Category	Instrument	Infrastructure Project	Corporate Balance Sheet / Other Entities	Capital Pool
Fixed Income	Bonds	Project Bonds	Corporate Bonds, Green Bonds	Bond Indices, Bond Funds, ETFs
		Municipal, Sub-sovereign bonds		
		Green Bonds, Sukuk	Subordinated Bonds	
	Loans	Direct/Co-Investment lending to Infrastructure project, Syndicated Project Loans	Direct/Co-investment lending to infrastructure corporate	Debt Funds (GPs)
			Syndicated Loans, Securitized Loans (ABS), CLOs	Loan Indices, Loan Funds
Mixed	Hybrid	Subordinated Loans/Bonds, Mezzanine Finance	Subordinated Bonds, Convertible Bonds, Preferred Stock	Mezzanine Debt Funds (GPs), Hybrid Debt Funds
Equity	Listed	YieldCos	Listed infrastructure & utilities stocks, Closed-end Funds, REITs, IITs, MLPs	Listed Infrastructure Equity Funds, Indices trusts, ETFs
	Unlisted	Direct/Co-Investment in infrastructure project equity, PPP	Direct/Co-Investment in infrastructure corporate equity	Unlisted Infrastructure Funds

Source: OECD (2015), "Infrastructure Financing Instruments and Incentives", www.oecd.org/g20/topics/financing-for-investment/Infrastructure-Financing-Instruments-and-Incentives.pdf.

ในปี 2560 OECD ร่วมกับ World Water Council ได้จัดตั้ง Roundtable on Financing Water ขึ้น เพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมกับนักลงทุน และขยายการลงทุนสำหรับพัฒนาความมั่นคงด้านน้ำและการเติบโตอย่างยั่งยืน โดยมีกิจกรรมดังนี้

- วิเคราะห์อุปสรรคและโอกาสในการได้มาซึ่งเงินทุนสำหรับพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำและลงทุนด้านอื่นๆ
- พัฒนาความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับลำดับความสำคัญและบริบทที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาความมั่นคงด้านน้ำซึ่งเป็นส่วนสำคัญร SDGs

- สร้างความเข้าใจด้านนโยบายและเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งระบุช่องว่างในองค์ความรู้ที่ต้องศึกษาวิจัยเพิ่มเพื่อส่งเสริมการพัฒนา
- ให้ข้อเสนอแนะที่นำไปปฏิบัติได้จริง จากการหารือร่วมกันระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน
- ตั้งแต่ปี 2560 OECD ได้จัด Roundtable on Financing Water ขึ้นทั้งหมด 5 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 Roundtable on Financing Water

ครั้งที่	วันที่	ข้อสรุปสำคัญ
1	12-13 เม.ย. 2560	• น้ำมักถูกประมาณค่าและให้ราคาต่ำกว่าที่ควร ดังนั้น จึงเป็นโอกาสในการลงทุนหาสามารถสร้างมูลค่าน้ำให้สูงขึ้นได้ • นโยบายแทรกแซงสามารถพัฒนาสัดส่วนความเสี่ยงต่อผลตอบแทนและยกระดับทรัพยากรน้ำให้มีมูลค่าสูงขึ้นได้ • เทคโนโลยี นวัตกรรม และแบบจำลองทางธุรกิจ สามารถสร้างความน่าสนใจให้เกิดการลงทุนด้านน้ำ • Bonded finance (การใช้เงินทุนของภาครัฐหรือเอกชนให้เกิดการเคลื่อนย้ายของเงินทุนจากแหล่งอื่นๆ เข้ามาเพิ่มเติม ไม่ว่าจะเป็นจากแหล่งของรัฐหรือเอกชน) ช่วยเพิ่มการระดมทุนและความน่าลงทุน (Bankable) • การลงทุนเพื่อความมั่นคงด้านน้ำสามารถบรรลุประโยชน์สูงสุดเมื่อมีการพิจารณาครอบคลุมถึงการลงทุนในระยะยาว
2	18-23 มี.ค. 2561	• กฎระเบียบ ข้อบังคับ เกี่ยวกับเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ที่มีความเหมาะสมเป็นปัจจัยขับเคลื่อนให้มีการลงทุนเพื่อความมั่นคงด้านน้ำ • เทคโนโลยีและนวัตกรรมช่วยลดต้นทุนและสร้างโอกาสใหม่ๆ ในการลงทุน อีกทั้ง เพิ่มความสะดวกในการติดตามและควบคุม • ผลิตภัณฑ์ทางการเงิน เช่น พันธบัตร สินเชื่อ และมาตรการต่างๆ เช่น ภาษี ค่าธรรมเนียม สามารถช่วยเชื่อมและปิดช่องว่างระหว่างเงินทุนที่ต้องการและความต้องการลงทุนได้ • Blended finance ช่วยพัฒนาการระดมทุนได้ แต่ต้องจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ • นวัตกรรมทางการเงินสามารถนำมาช่วยระดมทุนได้

ครั้งที่	วันที่	ข้อสรุปสำคัญ
3	12 พ.ย. 2561	• การเพิ่มความน่าสนใจในการลงทุนสำหรับโครงการด้านน้ำ อาจทำได้โดย 1) บูรณาการโครงการหลายๆ โครงการเข้าด้วยกัน 2) พัฒนาโครงการระยะยาวที่นักลงทุนสามารถได้รับผลประโยชน์จากการดำเนินงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบันด้วย 3) การพัฒนาขนาดการลงทุน 4) การกำหนดราคาค่าน้ำที่สะท้อนมูลค่าได้จริง และ 5) ออกแบบกฎระเบียบหรือกรอบการทำงานให้ดึงดูดนักลงทุน • Blended finance สำหรับลงทุนด้านน้ำและสาธารณูปโภคควรเน้นที่การจัดหาเงินทุนและพัฒนาตลาดทุนระดับท้องถิ่น • การวางแผนการลงทุนและการได้มาของเงินทุนให้เหมาะสม • กลยุทธ์การลงทุนโดยใช้แนวทางธรรมชาติ (Nature-based solutions) มีศักยภาพในการลดต้นทุนในการบรรลุเป้าหมายความมั่นคงด้านน้ำและก่อให้เกิดประโยชน์อื่นๆ เช่น ด้านความหลากหลายทางชีวิภาพ ด้วย
4	26-27 มิ.ย. 2562	• ความต้องการเงินทุนในโครงการด้านน้ำและสุขาภิบาลเพื่อความมั่นคงด้านน้ำนั้นยังคงมีจำนวนมากในหลายๆ ประเทศ แต่แม้มีเงินทุนสำหรับเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้โครงการบรรลุเป้าหมายได้ เนื่องจากอาจขาดแผนแม่บทการพัฒนา ขาดการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน หรือสภาพแวดล้อม เช่น กฎระเบียบ ข้อบังคับที่ไม่เอื้อต่อการลงทุน • ความไม่ชัดเจนในการประเมินผลประโยชน์ที่จะได้รับในเชิงตัวเลขเป็นอุปสรรคต่อการตัดสินใจของนักลงทุน • การนำ Blended finance มาใช้ ต้องมีมาตรการด้านอื่นๆ มาสนับสนุนด้วย • การพัฒนาต้องคำนึงถึงผลในระยะยาวและความยั่งยืนด้วย • การลงทุนในนวัตกรรมมักใช้เงินทุนและมีความเสี่ยงสูง จึงอาจเป็นอุปสรรคในการตัดสินใจของนักลงทุน
5	26-27 พ.ย. 2562	• กรณีศึกษาการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและเอกชนในระบบกระจายน้ำและบำบัดน้ำเสียในประเทศจีน พบกว่าการลงทุนโดยรวมหลายๆ โครงการเข้าด้วยกันมีประสิทธิภาพด้านการเงินมากกว่าการลงทุนแต่ละโครงการแยกกันซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนธุรกรรม (Transaction cost)

ครั้งที่	วันที่	ข้อสรุปสำคัญ
		สูงขึ้นอย่างมาก • ภัยพิบัติด้านน้ำ เช่น น้ำท่วม และน้ำแล้ง ก่อให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจเป็นมูลค่าสูง จึงมีความสนใจอย่างมากในการทบทวนการออกแบบและการลงทุนเพื่อจัดการภัยพิบัตินี้ ซึ่งแนวทางธรรมชาติ (Nature-based solution) เป็นวิธีแก้ปัญหาอย่างหนึ่งที่ถูกนำมาพิจารณา • การดึงดูดนักลงทุนสถาบันจากสถาบันที่ยังไม่เคยลงทุนหรือมีการลงทุนน้อยในโครงการด้านน้ำ เช่น กองทุนบำนาญ บริษัทประกัน เป็นโอกาสหนึ่งที่จะขยายแหล่งเงินทุน • Landscape-based เป็นแนวคิดใหม่ที่สามารถใช้ดึงดูดนักลงทุนได้ โดยแนวคิดนี้จะบูรณาการหลายๆ โครงการในขอบเขตพื้นที่หนึ่งเข้าด้วยกัน เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ต่อหลายภาคส่วน • การจัดการความเสี่ยงเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มความน่าเชื่อถือและต้องกระทำก่อนระดมทุน • AquaRatingเป็นมาตรฐานระดับนานาชาติในการประเมินความน่าเชื่อถือในการให้บริการด้านน้ำและน้ำเสีย โดยพิจารณาจากหลายๆ ด้าน เช่น การวางแผน การปฏิบัติการ การเงิน เป็นต้น ซึ่งการประเมินนี้ส่งผลให้การเข้าสู่แหล่งเงินทุนและการระดมทุนเป็นไปได้ง่ายขึ้น

2. ธนาคารพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank: ADB)

ADB ริเริ่ม Water Financing Program (WFP) เมื่อ 29 พฤศจิกายน 2549 เพื่อสนับสนุนการลงทุนด้านน้ำและให้ความช่วยเหลือทางวิชาการแก่ประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิค โดยในระยะแรก (ค.ศ. 2549-2553) ของโปรแกรม ธนาคารพัฒนาเอเชียลงทุนในโครงการด้านน้ำถึง 25% ของการลงทุนทั้งหมด และเพิ่มการลงทุนไปมากว่า 2 พันล้านเหรียญสหรัฐต่อปี ณ สิ้นปี 2553 ธนาคารพัฒนาเอเชียได้ลงเงินทุนไปทั้งสิ้น 11.44 พันล้านเหรียญสหรัฐ เป้าหมายการลงทุนในช่วงทศวรรษนี้จะยังคงที่ประมาณ 2-2.5 พันล้านเหรียญสหรัฐต่อปี หรือ ประมาณ 20-25 พันล้านเหรียญสหรัฐ เมื่อสิ้นปี 2563 (Asian Development Bank2020)

WFP มุ่งหวังที่จะกระตุ้นเงินทุนจากภาคเอกชน โดยการลดความเสี่ยงต่างๆ ผ่านโครงสร้างนวัตกรรมทางการเงิน การสนับสนุนการปฏิรูปการจัดเก็บภาษี การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐ

และเอกชน และการทำหน้าที่ของ ADB ในการช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นของโครงการ เป้าหมายของ WFP ในปี 2563 มีดังนี้

1) ประชากร 500 ล้านคน เข้าถึงน้ำดื่มที่สะอาด ปลอดภัย และมีสุขอนามัยที่ดี
2) ประชากร 170 ล้านคน ประสบความเสี่ยงจากน้ำท่วมในระดับที่ต่ำลง
3) ประชากร 95 ล้านคน ได้ใช้งานระบบชลประทานที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น ในการผลักดันการลงทุนในระบบชลประทานให้บรรลุเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืน ธนาคารพัฒนาเอเชียแนะนำการปฏิรูปใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านโครงสร้างและสถาบัน ด้านการเงิน และด้านประสิทธิภาพ ดังนี้
   - การปฏิรูปด้านโครงสร้างและสถาบัน เช่น มีการปรับโครงสร้างหน่วยงานตามแนวดิ่ง ให้หน่วยงานด้านการชลประทานมีสถานะอิสระ มีสิทธิในการตัดสินใจด้านการเงิน มีการรวมกลุ่มผู้ใช้น้ำ
   - การปฏิรูปด้านการเงิน เช่น จัดสรรงบประมาณสำหรับการชลประทานและการระบายน้ำ ลงทุนในโครงการใหม่ พัฒนาการระบบการจัดเก็บค่าน้ำหรือภาษีน้ำ เข้าถึงแหล่งเงินทุนแหล่งใหม่ ใช้เงินลงทุนจากแหล่งเดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
   - การปฏิรูปด้านประสิทธิภาพ เช่น ปฏิรูปการบริหารจัดการในหน่วยงานด้านการชลประทาน พัฒนาศักยภาพการดำเนินงาน สร้างความร่วมมือในการลงทุนกับภาคเอกชน ยกระดับการมีส่วนร่วมของภาคเอกชนและชุมชน มีการรายงานการดำเนินงานและการใช้งบประมาณอย่างโปร่งใส
4) ลุ่มน้ำ 30 ลุ่มน้ำ มีการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ
5) ยกระดับธรรมาภิบาลน้ำ โดยการปฏิรูปและพัฒนาศักยภาพระดับประเทศ

WFP มุ่งเน้นการลงทุนในโครงการที่สนับสนุนประเด็นสำคัญ 3 เรื่อง ดังนี้

1) น้ำในชนบท มุ่งเน้นการลงทุนเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต และสุขภาพของประชาชนในชุมชน รวมถึงด้านแหล่งน้ำและสุขาภิบาล ระบบชลประทานและระบายน้ำ
2) น้ำในเมือง มุ่งเน้นการลงทุนด้านแหล่งน้ำ สุขาภิบาลและการจัดการน้ำเสีย และการพัฒนาสภาพแวดล้อม เพื่อให้มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเมืองได้อย่างต่อเนื่อง
3) น้ำในลุ่มน้ำ สนับสนุนการจัดการน้ำแบบบูรณาการ (IWRM) และการอนุรักษ์แม่น้ำลำคลองโดยการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานและการจัดการด้านต่างๆ เช่น การจัดการน้ำท่วม การอนุรักษ์ลุ่มน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ

3. สำนักเลขาธิการอาเซียน (ASEAN Secretariat)

การประชุมเชิงปฏิบัติการในหัวข้อ “นวัตกรรมการจัดหาเงินทุนเพื่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของอาเซียนอย่างยั่งยืน (ASEAN Workshop on Innovative Financing Approaches for Sustainable Infrastructure) เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562 ณ โรงแรมเซ็นทาราแกรนด์ และบางกอกคอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ มีการหารือประเด็นที่สำคัญ 3 ประเด็น ดังนี้

1) ผลิตภัณฑ์ทางการเงิน
   - ผลิตภัณฑ์ทางการเงินสีเขียว (Green Finance) เช่น พันธบัตร หรือหลักทรัพย์ เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งผลิตภัณฑ์นี้ยังมีความท้าทายในการทำให้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในภูมิภาคอาเซียน
   - ผลิตภัณฑ์การเงินแบบผสม (Blended/Leveraged Finance) เป็นการใช้เงินทุนจากภาครัฐเป็นตัวกระตุ้นการลงทุน ร่วมลงทุน และ/หรือเป็นกลไกลดความเสี่ยงในช่วงเริ่มต้นดำเนินกิจการ เพื่อดึงดูดการลงทุนมูลค่าสูงจากนักลงทุนสถาบัน เอกชน หรือองค์กรระหว่างประเทศ
   - ผลิตภัณฑ์ทางการเงินเพื่อใช้ในโครงการอนุรักษ์พื้นที่ชายฝั่งและทรัพยากรทางทะเล (Blue Bonds)
2) นวัตกรรมการระดมทุน
   ประเทศในภูมิภาคอาเซียนมีการนำนวัตกรรมการระดมทุนมาสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐาน เช่น กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานเพื่ออนาคตประเทศไทย (Thailand Future Fund: TFFIF) ของประเทศไทย และโครงการ SDG Indonesia One ของประเทศอินโดนีเซีย เป็นต้น
3) แนวนโยบายในการส่งเสริมและพัฒนานวัตกรรมทางการเงินเพื่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน โดยสามารถสรุปข้อเสนอแนวนโยบายได้ 5 ข้อ ดังนี้
   - พัฒนากรอบกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ (Public-Private Partnership: PPP)
   - ส่งเสริมการเพิ่มความน่าเชื่อถือของตราสาร (Credit Enhancement) และเครื่องมือ ในการบริหารความเสี่ยงจากโครงการโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว
   - ส่งเสริมให้มีการพัฒนานวัตกรรมทางการเงินในอาเซียนให้เป็นมาตรฐาน เช่น การมีกรอบความร่วมมืออาเซียนด้านนวัตกรรมทางอาเซียน เป็นต้น
   - ดำเนินโครงการนำร่อง (Pilot Projects) ที่ใช้นวัตกรรมทางการเงินในภาคส่วนต่างๆ
   - สร้างความตระหนักถึงนวัตกรรมทางการเงิน และพัฒนาบุคลากรเพื่อรองรับนวัตกรรมทางการเงินในอาเซียน

ทั้งนี้ การประชุมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของการประชุมคณะทำงานเจ้าหน้าที่อาวุโสกระทรวงการคลังและธนาคารกลางอาเซียน (ASEAN Finance and Central Bank Deputies' Working Group Meeting: AFCDM-WG) และคณะทำงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ภายใต้กรอบอาเซียน ที่มีกำหนดจัดขึ้นระหว่างวันที่ 11-16 กุมภาพันธ์ 2562 ณ กรุงเทพฯ

4.1.2 อินโดนีเซีย

ในการดำเนินการตามเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) นั้น รัฐบาลอินโดนีเซียได้มอบหมายให้หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ PT Sarana Multi Infrastructure (SMI) เป็นผู้ดำเนินการพัฒนา SDG Indonesia One ซึ่งเป็นช่องทาง (Platform) การเชื่อมการลงทุนจากภาครัฐและภาคเอกชนและจัดการด้านการเงินด้านน้ำของประเทศ โดยใช้แนวทางเงินทุนผสม (Blended finance schemes) มาลงทุนในโครงการเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำที่ก่อให้เกิดความยั่งยืนและนำไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน

SDG Indonesia One ถูกออกแบบมาเพื่อดึงดูดนักลงทุน มีองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ Development Facilities, De-Risking Facilities, Financing Facilities, and Equity Fund.

- ด้านที่ 1 Development facilities มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการเตรียมการสำหรับโครงการประเภทโครงสร้างพื้นฐาน ทั้งในระดับประเทศและภูมิภาค
- ด้านที่ 2 De-risking facilities มีวัตถุประสงค์เพื่อลดระดับความเสี่ยง เพิ่มความสามารถในการทำกำไรสำหรับโครงการประเภทโครงสร้างพื้นฐาน และดึงดูดภาคเอกชน (ธนาคารพาณิชย์ และนักลงทุน) ให้มาลงทุนในโครงการ
- ด้านที่ 3 Financing facilities มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนและกระตุ้นการจัดหาเงินทุนเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้มากขึ้นจากการให้หน่วยงานหรือภาคส่วนอื่นๆ เข้ามามีส่วนร่วมในโครงการ มีการจัดตั้งกองทุนการเงินเพื่อออกผลิตภัณฑ์การเงินที่มีความยืดหยุ่นได้
- ด้านที่ 4 Equity fund มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการมีส่วนร่วมระหว่างนักลงทุนเอกชนในโครงการที่ส่งเสริมเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน กองทุนรวมตราสารทุน (Equity Fund) หรือกองทุนรวมหุ้น. คือ กองทุนรวมที่มีนโยบายลงทุนในหุ้น จึงสามารถเพิ่มความสามารถในการคืนเงินลงทุนสำหรับโครงการที่ริเริ่มขึ้นใหม่ (Greenfield) หรือใช้เป็นสินทรัพย์ที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้สำหรับโครงการที่ได้ดำเนินการไปแล้ว (Brownfield) ได้

4.1.3 อินเดีย

ในช่วงก่อนที่อินเดียจะนำแนวคิดการระดมทุนจากภาคเอกชนมาใช้เป็นครั้งแรก สำหรับโครงสร้างด้านน้ำและสุขาภิบาลนั้น การลงทุนโครงการด้านน้ำใช้เงินลงทุนเกือบทั้งหมดจากภาครัฐหรือความช่วยเหลือจากองค์กรระหว่างประเทศ เช่น World Bank ภาคเอกชนมีส่วนในการลงทุนน้อยมาก แม้อินเดียมีการกระจายอำนาจระหว่างรัฐบาลและหน่วยงานในระดับรัฐในการจัดการน้ำ มีการแบ่งความรับผิดชอบและเงินลงทุน มีกรรมาธิการแผนงานเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการจัดสรรงบประมาณ โดยมีการหารือกับกระทรวงการคลังเพื่อให้การจัดสรรงบประมาณ แต่การจัดสรรงบประมาณโดยพิจารณาตามรายรับ-รายจ่าย ส่งผลให้หน่วยงานด้านน้ำประสบปัญหาการลงทุนเนื่องจากรายได้ที่จัดเก็บจากผู้ใช้น้ำลดลงและได้รับการจัดสรรงบประมาณลดลงเช่นกัน ก่อให้เกิดช่องว่างขนาดใหญ่ระหว่างเงินลงทุนและการพัฒนา ซึ่งอินเดียได้นำแนวคิดการเงินด้านน้ำมาช่วยแก้ไขปัญหานี้ ซึ่งได้รับความร่วมมือในการดำเนินการร่วมกันของหลายภาคส่วน โดยภาครัฐพิจารณาจัดสรรงบประมาณแก่หน่วยงานด้านน้ำให้มากขึ้น หน่วยงานด้านน้ำใช้งบประมาณอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และผู้ใช้น้ำมีส่วนร่วมและสนับสนุนการจัดการน้ำมากขึ้น การใช้นวัตกรรมทางการเงินเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถช่วยขับเคลื่อนให้เกิดการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหานี้ได้

การสร้างการมีส่วนร่วมในการลงทุนจากภาคเอกชน (Private Sector Participation: PSP) ที่อินเดียดำเนินการสำหรับโครงการด้านแหล่งน้ำและน้ำเสียในเขตเมือง แบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 ในช่วงปี 2537-2542 และระยะที่ 2 ในช่วงปี 2543-2548 ซึ่งในระยะที่ 1 นั้น พบว่า มีเพียงไม่กี่โครงการที่ประสบความสำเร็จและยั่งยืน ปัญหาที่ทำให้โครงการโดยส่วนใหญ่ล้มเหลว มีดังนี้ (Pieter van Dijk 2005)

1) ความมุ่งมั่นในการปฏิรูปอย่างจริงจังยังไม่เพียงพอ
2) ขอบเขตและกรอบการสร้างการมีส่วนร่วมในการลงทุนจากภาคเอกชนยังไม่ชัดเจน เช่น มีการให้สัมปทานการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและเอกชนหลายประเภท แต่ขาดความชัดเจนด้านการปรับปรุงระบบการบริหารงาน และการบริการลูกค้า
3) โครงการไม่มีการจัดการความเสี่ยงและพิจารณาความเป็นไปได้ด้านการเงินอย่างเหมาะสมและเพียงพอ
4) การพัฒนาโครงการไม่ได้รับการสนับสนุนและเงินทุนที่เพียงพอ
5) นโยบายและกฎข้อบังคับระดับรัฐบาลไม่เอื้ออำนวยต่อการลงทุน
6) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีส่วนร่วมเพียงเล็กน้อย
7) การขาดความต่อเนื่องในการดำเนินการเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางการเมืองและนโยบาย
8) ความรู้สึกของความเป็นเจ้าของของโครงการระดับเมืองมีน้อย
9) การคัดค้านจากผู้เสียผลประโยชน์

การดำเนินงานระยะที่ 2 มีการปรับแนวทางการระดมทุน โดยมุ่งให้เกิดการปฏิรูปอย่างต่อเนื่องและมีการกำหนดบทบาทหน้าที่อย่างชัดเจนเกี่ยวกับการกำหนดนโยบาย ข้อบังคับ และการปฏิบัติการ ให้มีความเหมาะสมต่อการบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพาณิชย์มากขึ้น ตัวอย่างการดำเนินการของรัฐมหาราษฏระ (Maharashtra) คือการร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการทบทวนและพัฒนาข้อเสนอแนะในการพัฒนางานด้านน้ำและสุขาภิบาล รวมทั้งมีการปรับโครงสร้างโปรแกรมการจัดสรรเงินทุนให้สอดคล้องกับการดำเนินการและจูงใจนักลงทุนมากขึ้น เช่น การที่รัฐให้เงินทุนสนับสนุน 30% สำหรับโครงการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการสูญเสียรายได้จากที่ไม่สามารถเก็บค่าน้ำได้ตามปริมาณน้ำที่ส่งไปในระบบกระจายน้ำ (Reduction of unaccounted for water) การกำหนดแนวทางการมีส่วนร่วมสำหรับภาคเอกชน การพัฒนาข้อกำหนดพิเศษสำหรับงานด้านน้ำและบำบัดน้ำเสีย อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการดำเนินการในระยะที่ 2 จะมีบทเรียนจากระยะที่ 1 และได้มีการพัฒนาเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวแล้ว การดำเนินการโดยส่วนใหญ่ยังคงมีอุปสรรคในการสร้างการมีส่วนร่วมและดึงดูดนักลงทุนในระดับท้องถิ่น การดำเนินการระดุมทุนระดับท้องถิ่นในอินเดียที่ประสบความสำเร็จ เช่น กรณีของเมืองอาห์มาดาบัด (Ahmedabad) ที่อาศัยการระดุมทุนเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานผ่านการออกตราสารหนี้ (Bond) การลงลงทุนจากภาคเอกชนส่วนใหญ่มาจากธนาคารพาณิชย์ จากการดำเนินการที่ผ่านมาในอินเดีย พบว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้การระดมทุนร่วมกับภาคเอกชนประสบความสำเร็จ ได้แก่ การปฏิรูปหน่วยงานราชการให้มีการกระจายอำนาจอย่างแท้จริง การปรับบทบาทของหน่วยงานราชการจากหน่วยงานจัดหาหรือบริการเป็นหน่วยงานอำนวยความสะดวกในการดำเนินการจองภาคเอกชน การปรับเปลี่ยนกฎระเบียบข้อบังคับให้สอดคล้องกับการระดมทุน ความเป็นไปได้ทางการเงิน และความคุ้มทุนของโครงการ ขนาดของโครงการที่มีการลงทุนไม่เกิน 10 ล้านเหรียญสหรัฐมักระดมทุนได้ง่ายกว่าโครงการขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์ทางการเงินที่ทำให้การระดมทุนประสบความสำเร็จมักอยู่ในรูปแบบสัมปทาน (Build-Operate-Transfer: BOT) ทั้งนี้ ยังควรต้องมีการพิจารณาพัฒนารูปแบบการร่วมทุนต่อไป เช่น การปรับสัญญาสัมปทานรายปีตามความสามารถในการบริหารงาน เป็นต้น

4.1.4 ไทย

ประเทศไทยมีการระดมทุนร่วมกับภาคเอกชนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงสร้างพื้นฐานการขนส่งและจราจร แต่การร่วมกับภาคเอกชนเพื่อลงทุนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำยังค่อนข้างจำกัด โดยการร่วมลงทุนด้านน้ำที่มีจะเป็นการร่วมลงทุนด้านน้ำประปาระหว่างการประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) และภาคเอกชน เช่น บริษัทจัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก จำกัด (มหาชน) หรือ อีสท์ วอเตอร์ ที่มีการให้สัมปทานดำเนินธุรกิจสาธารณูปโภคด้านน้ำในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ทั้งนี้ การศึกษาขั้นตอนและรูปแบบการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชนที่มีอยู่ของ กปภ. บริษัทอีสท์วอเตอร์ กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Fund : IFF) และกองทุนรวม

โครงสร้างพื้นฐานเพื่ออนาคตประเทศไทย (Thailand Future Fund: TFFIF) สามารถช่วยกำหนดแนวทางการพัฒนาการเงินด้านน้ำของประเทศไทยได้

1. การประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.)

มติคณะรัฐมนตรี วันที่ 1 เมษายน 2540 กำหนดให้การประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) ยังคงสภาพเป็นรัฐวิสาหกิจ แต่ให้เพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานและการให้บริการ โดยการเพิ่มบทบาทภาคเอกชนบริษัทรูปแบบการร่วมลงทุนระหว่าง่ กปภ. และเอกชน แบ่งออกเป็นแบบต่างๆ ดังนี้

1) BOO (Build -Own-Operate) เป็นรูปแบบที่เปิดโอกาสให้เอกชนลงทุนทั้งหมดและไม่ต้องโอนทรัพย์สินให้แก่ กปภ. เมื่อหมดเวลาสัญญา ในลักษณะขายส่งน้ำประปาให้ กปภ. ที่จุดรับส่งน้ำประปา โดยไม่ต้องปฏิบัติตาม พ.ร.บ. ว่าด้วยการให้เอกชนเข้าร่วมงานฯ ปี 2535 ในการร่วมลงทุนรูปแบบนี้ มีเอกชนผลิตน้ำประปาเพื่อขายให้แก่สำนักงานประปาของ กปภ.ในจังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี-สมุทรสงคราม และภูเก็ต (การประปาส่วนภูมิภาค 2561)
2) BOOT (Build-Own-Operate-Transfer) เป็นรูปแบบที่เอกชนเข้าร่วมลงทุนในการก่อสร้างระบบผลิตและระบบจำหน่ายน้ำประปา โดยเอกชนดำเนินการออกแบบก่อสร้างระบบประปา ดูแล รักษาระบบผลิต ระบบท่อส่งน้ำ และระบบจ่ายน้ำที่มีอยู่เดิม และที่จะขยายต่อไปในอนาคตบริหาร และส่งน้ำประปาจนถึงมาตรวัดน้ำผู้ใช้น้ำในนามของ กปภ. หรือ ขายส่ง (Bulk sale) น้ำประปาให้ กปภ. ณ จุดซื้อขายน้ำและโอนทรัพย์สินให้ กปภ. เมื่อครบระยะเวลาตามสัญญาที่ได้ตกลงกัน โครงการที่ดำเนินการในรูปแบบนี้ หากมีมูลค่าเกิน 1,000 ล้านบาท จะต้องปฏิบัติตาม พรบ. ว่าด้วยการให้เอกชนเข้าร่วมงานฯ พ.ศ. 2535 ในการร่วมลงทุนรูปแบบนี้มีเอกชนผลิตน้ำประปาเพื่อขายให้แก่การประปาส่วนภูมิภาคสาขาลำปาง สาขานครสวรรค์ สาขาระยอง สาขาฉะเชิงเทรา สาขาบางปะกง และสาขาปทุมธานี-รังสิต (การประปาส่วนภูมิภาค 2561)
3) สัญญาเช่าบริหาร (LEASING CONTRACT) เป็นรูปแบบที่ให้เอกชนบริหารและดำเนินกิจการประปา ทั้งระบบน้ำดิบ ระบบจำหน่าย ระบบการจัดเก็บรายได้ลงทุนในการปรับปรุงระบบผลิตและจำหน่ายให้มีประสิทธิภาพ รวมทั้งสนองต่อความต้องการใช้น้ำโดยมีระยะเวลาในการเช่าบริหารตามระยะเวลาที่ตกลงกัน กรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินยังเป็นของ กปภ. ในการร่วมลงทุนรูปแบบนี้มีเอกชนเช่าบริหารการประปาส่วนภูมิภาคสาขาสัตหีบ โดยบริษัทอีสท์วอเตอร์ (การประปาส่วนภูมิภาค 2561)
4) Full Concession เป็นรูปแบบการให้สัมปทานเต็มรูปแบบ เอกชนเข้าดำเนินการในระบบผลิตระบบจำหน่าย และบริการ รวมถึง ดูและบำรุงรักษาระบบประปา การ

อ่านมาตร จัดทำใบแจ้งหนี้/ใบเสร็จรับเงิน การเก็บเงินการให้บริการลูกค้า ในการร่วมลงทุนรูปแบบนี้มีในจังหวัดปทุมธานี (การประปาส่วนภูมิภาค 2561)

2. บริษัทจัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก จำกัด (มหาชน) หรือ อีสท์วอเตอร์

บริษัทอีสท์วอเตอร์ จัดตั้งขึ้นในปี 2535 ตามมติคณะรัฐมนตรี ด้วยทุนจดทะเบียน 10 ล้านบาท โดยมีการประปาภูมิภาคถือหุ้น 100% และในปี 2540 ที่มีมติคณะรัฐมนตรีกำหนดให้การประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) ยังคงสภาพเป็นรัฐวิสาหกิจ แต่ให้เพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานและการให้บริการโดยการเพิ่มบทบาทภาคเอกชนบริษัท ซึ่งในปี 2540 นี้เอง บริษัทอีสท์วอเตอร์ได้จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แหล่งประเทศไทย และเพิ่มทุนจดทะเบียนเป็น 1,000 ล้านบาท บริษัทอีสท์วอเตอร์ดำเนินธุรกิจสาธารณูปโภคด้านน้ำ โดยบริหารจัดการระบบขนส่งน้ำดิบผ่านท่อส่งน้ำขนาดใหญ่ให้แก่ภาคอุตสาหกรรม และการอุปโภคบริโภค เพื่อสนับสนุนแผนงานพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกให้เป็นเขตอุตสาหกรรมหลักของประเทศ และรองรับระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก หรือ EEC (Eastern. Economic Coridor) ดังแสดงในรูปที่ 4-1 บริษัทได้เริ่มดำเนินการระท่อส่งน้ำดิบสายหลัก 4 สายแรกในพื้นที่จังหวัดระยอง-ชลบุรี ในปี 2537 และลงทุนสร้างอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างความมั่นคงด้านน้ำให้กับภาคตะวันออก โดยวางระบบน้ำให้เป็นโครงข่ายท่อน้ำ หรือ Water Grid ที่สมบูรณ์ที่สุดแห่งแรกในประเทศไทย โครงข่ายท่อน้ำมีความยาวกว่า 491.8 กิโลเมตร และเชื่อมโยงแหล่งน้ำสำคัญๆ ในภาคตะวันออกเกือบทั้งหมด มีการนำเทคโนโลยีอันทันสมัยมาช่วยเสริมขีดความสามารถในการทำงานของระบบให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยปัจจุบันปริมาณน้ำสูญหายในเส้นท่อน้อยกว่า 3% ในปัจจุบัน บริษัทได้ขยายการดำเนินการสู่ธุรกิจน้ำครบวงจร ได้แก่ น้ำดิบ น้ำประปา น้ำอุตสาหกรรม น้ำดื่ม การบำบัดน้ำเสีย และน้ำรีไซเคิล (บริษัท จัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก จำกัด (มหาชน) 2559)

รูปที่ 4-1 ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก หรือ EEC (EasternEconomic Coridor)

บริษัทอีสท์วอเตอร์มีการร่วมลงทุนกับหน่วยงานราชการต่างๆ ในหลายธุรกิจ ดังนี้

- การบริหารกิจการประปาในรูปแบบสัญญาสัมปทาน เช่น สัญญา BOO (Build-Own-Operate), BTO (Build-Transfer-Operate), BOOT (Build-Own-Operate-Transfer) และ Lease ในระยะเวลา 15-30 ปี กับคู่สัญญา
- การผลิตน้ำประปาจากน้ำทะเลโดยใช้ระบบรีเวอร์สออสโมซีส
- การบริหารจัดการเดินระบบและบำรุงรักษา (Operation and Maintenance) เพื่อผลิตน้ำประปา น้ำอุตสาหกรรม ระบบบำบัดน้ำเสียและการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

การร่วมลงทุนนี้ช่วยลดภาระการจัดหางบประมาณการลงทุนของภาครัฐ บทบาทของภาครัฐจะเปลี่ยนจากผู้ดำเนินการ (Operator) เป็นผู้ควบคุมดูแล (Regulator) ภาครัฐจึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทั้งในด้านการขยายเขตจำหน่ายน้ำและการสร้างความพึงพอใจแก่ประชาชนผู้ใช้น้ำ โดยกลุ่มบริษัทอีสท์วอเตอร์ จะเป็นผู้รับผิดชอบในการลงทุนและการบริหารโครงการทั้งหมด ส่วนคู่สัญญาจะชำระค่าจ้างตามหน่วยน้ำที่ผลิตได้ (บริษัท จัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก จำกัด (มหาชน) 2559)

การเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนเข้าไปมีส่วนร่วมในการวางแผนและทำงานร่วมกับรัฐบาลตั้งแต่เริ่มต้น ทำให้เข้าใจในปัญหาพื้นฐาน ออกแบบแนวทางการพัฒนาได้ตรงจุด และมีความสอดคล้องในการพัฒนากับความต้องการพื้นฐานของสังคมและมีโอกาสประสบความสำเร็จในการพัฒนาโครงการมากขึ้น (สุพันธุ์ มงคลสุธี 2562)

นอกการการร่วมทุนของ กปภ. กับหน่วยงานเอกชน และอีสท์วอเตอร์แล้ว ในปัจจุบัน สทนช อยู่ระหว่างเตรียมดำเนินการในเรื่องนี้ โดยจะเริ่มนำร่องจากพื้นที่สำคัญ เช่น EEC เป็นลำดับแรก

3. กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Fund: IFF) และกองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานเพื่ออนาคตประเทศไทย (Thailand Future Fund: TFFIF)

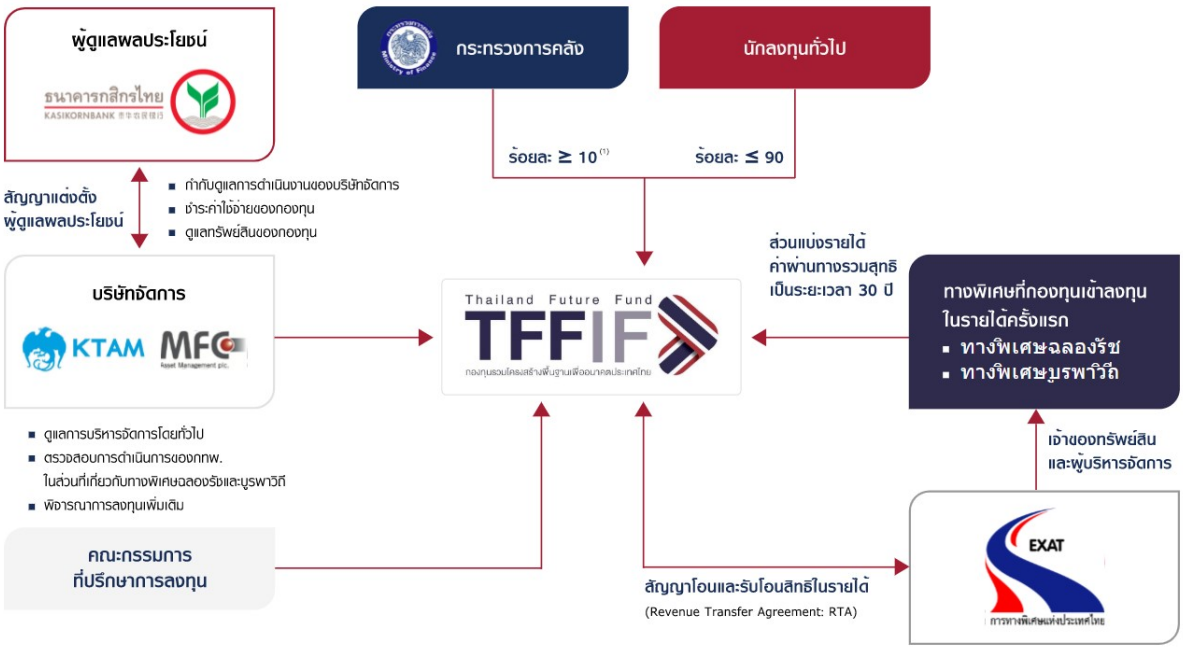
กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Fund: IFF) เป็นกองทุนรวมประเภทหนึ่งที่จัดตั้งขึ้นเพื่อระดมทุนจากนักลงทุนทั่วไปทั้งรายย่อยและสถาบัน เพื่อไปลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นประโยชน์สาธารณะในวงกว้างของประเทศไทย ซึ่งมีขนาดใหญ่และใช้เงินลงทุนสูง มีการนำผลิตภัณฑ์ทางการเงินมาใช้ระดมทุน จึงช่วยลดภาระด้านงบประมาณและการก่อหนี้สาธารณะของรัฐ และเพิ่มทางเลือกของแหล่งเงินทุนให้ทั้งรัฐและเอกชน โดยกองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานจะได้รับผลตอบแทนจากกิจการโครงสร้างพื้นฐานที่ไปลงทุนและจ่ายส่วนแบ่งกำไรแก่ผู้ลงทุน (ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ม.ป.ป.)

กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานเพื่ออนาคตประเทศไทย (Thailand Future Fund: TFFIF) เป็นกองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานที่ได้จดทะเบียนทรัพย์สินเริ่มแรกของกองทุนเมื่อวันที่ 24 พฤศจิกายน 2559 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อระดมเงินทุนจากนักลงทุนทั้ง ในประเทศและต่างประเทศ โดยนำเงินที่ได้จากการเสนอขายหน่วยลงทุนไปลงทุนในกิจการโครงสร้างพื้นฐานเป็นหลักซึ่งมีศักยภาพในการสร้างผลตอบแทนเพื่อเป็นรายได้ให้แก่กองทุน รวมทั้งสามารถสร้างการเจริญเติบโตของผลตอบแทนจากการลงทุนได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้กองทุนสามารถจ่ายผลตอบแทนการลงทุนให้แก่ผู้ถือหน่วยลงทุนได้อย่างสม่ำเสมอ สินทรัพย์ที่ลงทุนเป็นโครงสร้างประเภททางพิเศษ ทางหลวงพิเศษ และทางเชื่อมต่อต่างๆ เช่น ทางพิเศษฉลองรัช และทางพิเศษบูรพาวิถี ซึ่งมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องจากปริมาณการจราจร (กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานเพื่ออนาคตประเทศไทย ไทยแลนด์ ฟิวเจอร์ ฟันด์ 2562) และยังมีโอกาสในการเจริญเติบโตจากการขยายตัวของ EEC ด้วย โครงสร้างและการกำกับดูแลของ TFFIF ภายหลังจากการเสนอขายต่อประชาชนทั่วไปแสดงไว้ดังรูปที่ 4-2

นโยบายเพื่อการลงทุน แบ่งเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) การลงทุนในทรัพย์สินกิจการโครงสร้างพื้นฐานที่กองทุนลงทุนครั้งแรก 2) การลงทุนในทรัพย์สินหลัก – ทรัพย์สินที่กองทุนลงทุนเพิ่มเติม และ 3) การลงทุนในทรัพย์สินรอง - การลงทุนในหลักทรัพย์หรือทรัพย์สินอื่นที่กองทุนลงทุนได้

การลงทุนในทรัพย์สินกิจการโครงสร้างพื้นฐานที่กองทุนลงทุนครั้งแรก คือ สิทธิที่จะได้รับรายได้ร้อยละ 45 ของรายได้ค่าผ่านทางรวมสุทธิ ที่จัดเก็บได้จากเส้นทางในปัจจุบันของทางพิเศษฉลองรัชและทางพิเศษบูรพาวิถี ระยะทางรวม 83.2 กิโลเมตร เป็นระยะเวลา 30 ปี นับจากวันโอนสิทธิ ตามสัญญาโอนและรับโอนสิทธิในรายได้ โดยมีการทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) เป็นผู้ทำหน้าที่บริหารจัดการตามธุรกิจปกติ (Day-to-Day Management) ตามที่กฎหมายกำหนด กองทุนจะได้รับส่วนแบ่งในสัดส่วนที่ลดลงเฉพาะส่วนของรายได้ค่าผ่านทางรวมสุทธิที่เกินกว่าเป้าหมายรายได้ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจสำหรับ กทพ. ตามรายละเอียดที่กำหนดในสัญญาโอนและรับโอนสิทธิในรายได้ ทั้งนี้ เงินส่วนที่เหลือจากการลงทุนดังกล่าว (หากมี) จะใช้เป็นเงินทุนหมุนเวียนของกองทุนสำหรับงานด้านธุรการเกี่ยวกับทรัพย์สินกิจการโครงสร้างพื้นฐานที่กองทุนลงทุนครั้งแรก และใช้เป็นเงินทุนสำรอง รวมทั้งลงทุนในทรัพย์สินกิจการโครงสร้างพื้นฐานเพิ่มเติม

นอกเหนือจากการลงทุนของกองทุนในสิทธิในรายได้ที่โอนซึ่งกองทุนจะได้มาตามสัญญาโอนและรับโอนสิทธิในรายได้ บริษัทจัดการในนามของกองทุน อาจลงทุนในกิจการโครงสร้างพื้นฐานอื่นหรือลงทุนในทรัพย์สินรองและทรัพย์สินอื่นๆ ตามเงื่อนไขที่กฎหมายหลักทรัพย์และคณะกรรมการ ก.ล.ต. กำหนด



รูปที่ 4-2 โครงสร้างและการกำกับดูแลของ TFFIF ภายหลังจากการเสนอขายต่อประชาชนทั่วไป

4. กองทุนเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology Fund: CTF)

กองทุนเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology Fund: CTF) เป็นกองทุนที่จัดตั้งขึ้นโดยธนาคารโลกหรือเวิลด์แบงค์และให้เงินกู้สำหรับโครงการที่ลงทุนด้านเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งประเทศไทยจะ

ได้รับวงเงินกู้จากเวิลด์แบงค์ 13,600 ล้านบาท การกำหนดรูปแบบการใช้วงเงินแบ่งเป็น 3 รูปแบบ (ThaiPR.net 2009) ได้แก่

1) กองทุน CTF จะให้เงินกู้ผ่านธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์และธนาคารเพื่อการส่งออกและนำเข้าแห่งประเทศไทย (EXIM BANK) ในวงเงิน 37,000 ล้านบาท เพื่อปล่อยกู้ให้ผู้ประกอบการที่พร้อมจะลงทุนด้านพลังงานทดแทน
2) ปล่อยกู้โดยตรงให้กลุ่มรัฐวิสาหกิจด้านพลังงาน วงเงิน 38,000 ล้านบาท โดยขอให้กระทรวงการคลังเป็นผู้ค้ำประกัน ได้แก่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)
3) เปิดโอกาสให้ธนาคารพาณิชย์ทั่วไปกู้ผ่านบริษัทเงินทุนระหว่างประเทศ (International Finance Corporation: IFC) เพื่อปล่อยกู้ต่อให้ผู้ประกอบการที่สนใจลงทุนในกิจการด้านพลังงานทดแทนต่อไป

4.2 แนวคิด เทคโนโลยี และเครื่องมือ

4.2.1 การเงินด้านน้ำ (Water finance)

น้ำเป็นทรัพยากรที่มีค่าและเป็นปัจจัยพื้นฐานสำหรับการพัฒนาด้านต่างๆ แต่ยังคงมีหลายประเทศที่การบริหารจัดการน้ำไม่สามารถเป็นไปได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเนื่องจากข้อจำกัดที่หลากหลาย รวมถึงข้อจำกัดด้านความไม่เพียงพอของเงินทุน โครงการด้านน้ำส่วนใหญ่ต้องอาศัยเงินลงทุนเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในด้านโครงสร้างพื้นฐาน การมีเงินทุนจำกัดหรือไม่เพียงพอจึงเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจและการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ภูมิภาคอาเซียนมีความต้องการเงินทุนเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโดยเฉลี่ย 210,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี (สำนักเลขาธิการอาเซียน 2562) ส่งผลให้การลงทุนโดยใช้เงินงบประมาณภาครัฐอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในภูมิภาคนี้ได้อย่างยั่งยืน จึงต้องมีนวัตกรรมในการจัดหาเงินทุนจากนักลงทุนสถาบัน เอกชน หรือองค์กรระหว่างประเทศ เพื่อช่วยแบ่งเบาภาระงบประมาณภาครัฐและเพื่อให้เอกชนและประชาชนมีส่วนร่วมในการเป็นเจ้าของโครงสร้างพื้นฐาน
หลักสำคัญของการเงินด้านน้ำที่ OECD เสนอ (OECD 2012) มี 4 ข้อ ดังนี้

1) The Polluter Pays หลักการนี้กำหนดให้กิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นกิจกรรมที่มีต้นทุน และเพื่อเปลี่ยนพฤติกรรมสู่การลดการปล่อยมลภาวะ พร้อมกันนี้ยังสามารถนำรายได้ที่จัดเก็บจากกิจกรรมเหล่านี้มาชดเชยความเป็นอยู่ของคนในสังคมได้
2) The Beneficiary Pays หลักการนี้กำหนดขึ้นเพื่อให้มีการแบ่งภาระด้านการเงินในการจัดการทรัพยากรน้ำ หลักการนี้พิจารณาต้นทุนค่าเสียโอกาสที่สูงในการใช้เงินทุนสาธารณะเพื่อจัดหาน้ำสำหรับเอกชนผู้ซึ่งมีความสามารถในการจ่าย

3) Equity เป็นหลักการที่คำนึงถึงการจัดสรรน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม ไม่ขึ้นกับความสามารถในการจ่ายหรือความสามารถในการแข่งขันเท่านั้น

4) Coherence เป็นหลักการคำนึงถึงความสอดคล้องด้านนโยบายของการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ

4.2.2 การใช้เงินทุนจากภาครัฐเพื่อกระตุ้นการลงทุน (Blended/Leverage finance)

การใช้เงินทุนจากภาครัฐเพื่อกระตุ้นการลงทุน (Blended/Leverage finance) เป็นนวัตกรรมในการจัดหาเงินทุนจากนักลงทุนสถาบัน เอกชน หรือองค์กรระหว่างประเทศ เพื่อช่วยแบ่งเบาภาระงบประมาณภาครัฐและเพื่อให้เอกชนและประชาชนมีส่วนร่วมในการเป็นเจ้าของโครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน (สำนักเลขาธิการอาเซียน 2562)

Blended/Leveraged Finance เป็นการใช้เงินทุนจากภาครัฐเป็นตัวกระตุ้นการลงทุน ร่วมลงทุน และ/หรือเป็นกลไกลดความเสี่ยงในช่วงเริ่มต้นดำเนินกิจการ เพื่อดึงดูดการลงทุนมูลค่าสูงจากเอกชน มักเป็นการใช้เครื่องมือทางการเงินหลายชนิดและมีโครงสร้างเงินทุนจากหลายแหล่ง ตัวอย่างกรณีศึกษาที่มีการใช้ Blended/Leverage finance สำหรับโครงการด้านน้ำและสุขาภิบาล แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ตัวอย่างกรณีศึกษาที่มีการใช้ Blended/Leverage finance สำหรับโครงการด้านน้ำและสุขาภิบาล (OECD 2018)

กรณีศึกษา	โครงการ	ประเทศ	แหล่งเงินทุน	โครงสร้างเงินทุนและเครื่องมือที่ใช้	ผลที่ได้รับ
Kigali Bulk Water Supply	การก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสีย	รวันดา	Private Infrastructure Development Group (PIDG): Technical Assistance Facility (TAF), Emerging Africa Infrastructure Fund (EAIF), DevCo; African	เงินทุนให้เปล่า (Grants) ความช่วยเหลือด้านเทคนิค (Technical Assistance: TA) สินเชื่อ (Debt) ผู้ถือหุ้น (Equity)	น้ำสะอาดสำหรับประชากร 500,000 คนที่อาศัยอยู่ใน Kigali

กรณีศึกษา	โครงการ	ประเทศ	แหล่งเงินทุน	โครงสร้างเงินทุนและเครื่องมือที่ใช้	ผลที่ได้รับ
			Development Bank (AfDB).		
Water.org	การขยายระบบการเงินในระดับจุลภาค ในด้านน้ำและสุขาภิบาล	อินโดนีเซียและฟิลิปปินส์	Water.org โดยผ่านการบริจาค; สถาบันการเงินในระดับจุลภาคในท้องถิ่น (Local micro-finance institutions: MFIs)	TA	การเข้าถึงเงินทุนผ่านการกู้ยืม และการเพิ่มการเข้าถึงน้ำสะอาดและสุขาภิบาล
Jamaica Credit Enhancement Facility	การนำร่องเพื่อสนับสนุนการปรับปรุงเครดิต	จาไมก้า	Global Environment Facility (GEF) Caribbean Regional fund for Wastewater management (CReW); K-Factor revenue reserve account.	การค้ำประกัน (Guarantee)	การนำร่องเพื่อสนับสนุนการปรับปรุงเครดิต การก่อสร้างหรือบูรณะโรงบำบัดน้ำเสีย 8 แห่ง
Philippine Water Revolving Fund	ขยายพอร์ตสินเชื่อของธนาคารท้องถิ่นไปยังสาธารณูปโภคด้านน้ำและสุขาภิบาล	ฟิลิปปินส์	Japan International Cooperation Agency (JICA), Development Bank of the Philippines, Private Finance Institutions, USAID-Development Credit Authority,	การค้ำประกันสินเชื่อ วงเงินกู้ยืมสูงสุด (Credit Line) การใช้การลงทุนแบบกลุ่ม (Collective Investment Vehicle: CIV)	การขยายการบริการด้านสาธารณูปโภค

กรณีศึกษา	โครงการ	ประเทศ	แหล่งเงินทุน	โครงสร้างเงินทุนและเครื่องมือที่ใช้	ผลที่ได้รับ
			Local Government Unit Guarantee Corporation.		
Access to Finance Project	การเพิ่มการเข้าถึงแหล่งทุนของเอกชนขนาดเล็กที่ให้บริการน้ำและไฟฟ้า	กัมพูชา	AgenceFrançaise de Développement/ French Development Agency (AFD), European Union, World Bank Water and Sanitation Program, Foreign Trade Bank (FTB).	เงินทุนให้เปล่า TA วงเงินกู้ยืมสูงสุด การค้ำประกัน	การขยายการและปรับปรุงสาธารณูปโภคในเขตชนบท
Blue Credit Line	การกำหนดวงเงินกู้ยืมสูงสุดสำหรับโครงการด้านน้ำและสุขาภิบาล	โมรอคโค	European Investment Bank, AFD, BMCE Bank of Africa	วงเงินกู้ยืมสูงสุด TA	การเพิ่มประสิทธิภาพในระบบสาธารณูปโภค
Cotonou Storm Water Management Project	การปรับปรุงโครงสร้างระบบระบายน้ำและบำบัดน้ำเสียใน Cotonou	Benin	European Investment Bank	สินเชื่อ	การลดความเสี่ยงการเกิดน้ำท่วมและผลกระทบด้านสาธารณสุข

4.2.3 การจัดหาเงินทุน (United Nations 2018)

การจัดหาเงินทุนสำหรับโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำสามารถดำเนินการได้หลายช่องทาง และมีการใช้โครงสร้างและเครื่องมือทางการเงินที่แตกต่างกัน ดังนี้

- เงินอุดหนุน (Subsidies)
- เงินจากภาษี (Taxes/Tariffs)
- เงินจากการจัดเก็บค่าน้ำ (Water pricing)
- เงินกู้ (Loans) และตราสารหนี้ เช่น พันธบัตร (Bonds)
- เงินโอนต่างประเทศ (Transfers) เช่น เงินทุนให้เปล่า (Grants) และเงินกู้แบบมีเงื่อนไขผ่อนปรน (Concessional loans) จากองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไรหรือผู้สนับสนุน
- การจ่ายค่าตอบแทนบริการระบบนิเวศ (Payments for Ecosystem Services: PES) การจ่ายค่าตอบแทนคุณค่าสิ่งแวดล้อมแก่เจ้าของหรือบุคคลที่ดูแลที่ดินหรือทรัพยากรธรรมชาติเพื่อนิเวศบริการ
- การร่วมลงทุนระหว่างหน่วยงานรัฐ (Public-Public: PUP) เป็นความร่วมมือระหว่างหน่วยงานรัฐตั้งแต่ 2 หน่วยงานขึ้นไปในการพัฒนาศักยภาพและประสิทธิภาพของพันธมิตร (Partner) ในการให้บริการด้านน้ำหรือสุขาภิบาลผ่านการพัฒนาทรัพยากรบุคคล การฝึกอบรม การให้การสนับสนุนด้านเทคนิคในด้านต่างๆ การพัฒนาการมีส่วนร่วม การร่วมลงทุนแบบ PUP นั้นได้รับความนิยมในการใช้ระดมทุนสำหรับโครงการด้านน้ำมากกว่าเมื่อเทียบกับการร่วมลงทุนแบบ PPP การร่วมลงทุนแบบ PUP ที่ใช้ในทุกภูมิภาคในโลกนั้นมักมีระยะเวลา 20 ปี
- การร่วมลงทุนระหว่างหน่วยงานรัฐและเอกชน (Private-Public Partnerships: PPP) เป็นสัญญาระยะยาวระหว่างหน่วยงานเอกชนและหน่วยงานรัฐให้การจัดหาหรือให้บริการสินทรัพย์สาธารณะ หน่วยงานเอกชนเป็นแบกรับความเสี่ยงและบริหารจัดการ โดยมีรายรับที่ขึ้นอยู่กับระดับผลงาน

4.3 การผลักดันสู่การนำไปใช้งาน

4.3.1 บทบาทของภาครัฐ

การยกระดับการให้บริการด้านน้ำเพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนจะประสบความสำเร็จได้ต่อเมื่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งภาครัฐและเอกชนมีความกระตือรือร้นในการพัฒนาความร่วมมือภายใต้นโยบายและมาตรการต่างๆ โดยแต่ละภาคส่วนควรมีการดำเนินการดังนี้

- การกำหนดกลยุทธ์การกำหนดราคาการให้บริการต่างๆ ด้านน้ำให้อย่างเหมาะสม

- การอำนวยความสะดวกด้านการเคลื่อนย้ายเงินทุนภายในประเทศ
- กระตุ้นการลงทุนในกองทุนสาธารณะและสัมปทาน
- การกำหนดภาษีและค่าธรรมเนียมการใช้น้ำอย่างเหมาะสม
- การจูงใจให้มีการพัฒนาความร่วมมือและการลงทุน
- การเพิ่มศักยภาพด้านการบริหารจัดการของหน่วยงานและเจ้าหน้าที่รัฐ
- การใช้เครื่องมือทางการเงินในการระดมทุน และพัฒนานวัตกรรมและเครื่องมือทางการเงินที่มีสามารถให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ ก่อให้เกิดกระแสเงินสดได้ในระยะยาว และมีอัตราผลตอบแทนที่จูงใจ
- การลงทุนล่วงหน้าสำหรับโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ การเตรียมพร้อมและลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ และการฟื้นฟูหลังภัยพิบัติ
- การติดตามและรายงานผลของนโยบายการลงทุนที่กำหนด
- การพัฒนาระบบติดตามในระดับภูมิภาคเพื่อนำผลที่ได้มารวบรวมและใช้ประเมินระดับการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศได้

4.3.2 บทบาทของภาคเอกชน

- การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เงินทุนและการปฏิบัติงาน
- การหาโอกาสและพัฒนาความร่วมมือด้านการลงทุนกับภาครัฐ
- การรายงานผลตอบแทนจากการลงทุน
- การออกแบบโมเดลทางธุรกิจที่สนับสนุนให้การลงทุนบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน

4.4 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

4.4.1 สรุปผลการศึกษา

การลงทุนในโครงการด้านน้ำต้องอาศัยเงินทุนจำนวนมหาศาล เนื่องจากต้องมีการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน และการลงทุนเพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชน และสนับสนุนการเติบโตของภาคธุรกิจ แต่ที่ผ่านมานั้น การลงทุนในโครงการด้านน้ำไม่สามารถดำเนินไปตามแผนระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่ เนื่องจากข้อจำกัดอย่างหนึ่งที่สำคัญคือเงินลงทุนที่ได้รับมาจากการจัดสรรงบประมาณของรัฐบาลนั้นไม่เพียงพอ และยังมีข้อจำกัดอื่นๆ ด้วย เช่น การขาดการมีส่วนร่วมของประชาชนในโครงการด้านน้ำ ความไม่ยั่งยืนของโครงการ เป็นต้น

การระดมทุนในโครงการด้านน้ำโดยเปิดโอกาสให้สถาบันการเงินหรือนักลงทุนเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการลงทุนกับภาครัฐในรูปแบบต่างๆ เช่น การออกพันธบัตร การให้สัมปทาน เป็นช่องทางหนึ่งที่ช่วยการ

เข้าถึงแหล่งเงินทุน เพิ่มการระดมเงินทุน สร้างโอกาสทางธุรกิจและเพิ่มมูลค่าแก่โครงการด้านน้ำได้ ทั้งนี้ต้องมีการกำหนดนโยบาย กฎหมาย กระบวนการ และสิ่งแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อการดึงดูดนักลงทุนเอกชนให้เข้ามาร่วมลงทุน จากการทบทวนวรรณกรรมร่วมกับแบบสอบถามที่พัฒนาโดย OECD (ภาคผนวก)

4.4.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนและมีนโยบายที่มีความต่อเนื่อง เพื่อสร้างความมั่นใจในการแก่ภาคเอกชนในการลงทุนและพัฒนาความร่วมมือกับภาครัฐ
2) ควรกำหนดความสำคัญของการลงทุนในโครงการต่างๆ โดยหารือร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และประชาชน โดยอาจอาศัยกลไกคณะกรรมการลุ่มน้ำได้ การจัดสรรงบประมาณสำหรับการลงทุนในระดับภูมิภาคยังไม่เพียงพอจึงมีความต้องการให้เอกชนเข้าร่วมลงทุน
3) ควรเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนเข้าไปมีส่วนร่วมในการวางแผนและทำงานร่วมกับรัฐบาลตั้งแต่เริ่มต้น เพื่อจะได้เข้าใจในปัญหาพื้นฐานและความต้องการได้รับการพิจารณาออกแบบและพัฒนาโครงการออกมาได้ตรงจุด ซึ่งที่ผ่านมาการดำเนินโครงการต่างๆ ล้วนกำหนดมาจากภาครัฐเพียงฝ่ายเดียว โดยภาคเอกชนเป็นฝ่ายปฏิบัติตาม ซึ่งหลายโครงการอาจไม่เป็นดั่งความคาดหวังของรัฐบาล แต่หากปรับแนวทางการวางแผนเปิดให้เอกชนเข้าไปมีส่วนร่วมตั้งแต่ต้น จะทำให้มีความสอดคล้องในการพัฒนากับความต้องการพื้นฐานของสังคมและมีโอกาสประสบความสำเร็จในการพัฒนาโครงการมากขึ้น
4) ควรมีการส่งเสริมนวัตกรรมเป็นตัวอย่างที่ชัดเจน และออกแบบกระบวนการทำงานให้มีความคล่องตัวในการส่งเสริมและพัฒนาด้านนวัตกรรม เช่น การจัดตั้งกองทุนนวัตกรรมและเปิดกว้างให้เอกชนที่สนใจให้การสนับสนุนเงินทุน เพื่อนำไปพัฒนานวัตกรรมได้อย่างรวดเร็ว
5) ควรมีมาตรการส่งเสริมการลงทุนและกำหนดสิทธิประโยชน์แก่ภาคเอกชนที่ร่วมลงทุนกับภาครัฐ เช่น การเพิ่มโควต้าของสิทธิการใช้น้ำ การลดค่าธรรมเนียมและภาษี
6) ควรจัดตั้งกองทุนน้ำ (Water fund) โดยมีเงินทุนตั้งต้นของกองทุนจากภาษีการใช้น้ำ ซึ่งอาจกำหนดให้มีการบริหารกองทุนเชิงพื้นที่ เช่น แบ่งขอบเขตการจัดเก็บรายได้ การนำเงินไปลงทุน และบริหารกองทุน แยกตามพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นการกระจายอำนาจไปยังพื้นที่และเพิ่มความโปร่งใสในการบริหารจัดการกองทุน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถตรวจสอบการใช้เงินจากกองทุนได้

7) ควรพัฒนาศักยภาพและจำนวนของบุคลากรผู้มีความรู้ความเข้าใจในการเงินและการลงทุน เช่น การวิเคราะห์โครงการ การบริหารกองทุน การใช้เครื่องมือทางการเงินในการระดมทุน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเงินที่ดึงดูดนักลงทุนได้

8) ควรมีการศึกษาสนับสนุนการดำเนินการด้านการจัดการเงินทุนสำหรับโครงการด้านน้ำ เพื่อสนับสนุน สทนช. ที่กำลังเตรียมดำเนินการในเรื่องนี้ และเพื่อให้เกิดการประเมินสถานการณ์และข้อเสนอแนะต่อการจัดการด้านการเงินของโครงการน้ำในพื้นที่สำคัญ

บทที่ 5
การพยากรณ์รายฤดูกาล (Seasonal forecast)

5.1 ทบทวนนโยบายและแผนงานวิจัยระดับนานาชาติ

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและสภาพอากาศเป็นข้อมูลที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการวางแผนบริหารจัดการด้านน้ำและการป้องกันภัยพิบัติซึ่งมีแนวโน้มเกิดบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้นอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การพยากรณ์สภาพภูมิอากาศและสภาพอากาศจึงจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับงานวางแผนและปฏิบัติการ เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและประชาชนนำข้อมูลการคาดการณ์ไปใช้ประโยชน์ในการเตรียมตัวรับสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสมและทันท่วงที ประเทศต่างๆ หลายประเทศทั่วโลกมีนโยบายส่งเสริมการศึกษาวิจัยด้านการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศและสภาพอากาศ ความก้าวหน้าในการศึกษาวิจัยถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ.1900 แต่เนื่องด้วยความซับซ้อนขององค์ประกอบของชั้นบรรยากาศและผิวโลกผนวกกับการเปลี่ยนแปลงของแต่ละองค์ประกอบอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว การพยากรณ์อากาศล่วงหน้าในระยะยาวโดยเฉพาะในเขตร้อนให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงยังคงเป็นประเด็นที่ท้าทายและต้องพัฒนาต่อไป (Vitart and Robertson 2018)
ในส่วนแรกของบทนี้ จะนำเสนอแนวทางการพัฒนาการศึกษาวิจัยด้านการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศและสภาพอากศของศูนย์พยากรณ์อากาศในประเทศต่างๆ เช่น สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ที่เป็นผู้นำในด้านนี้ และในส่วนถัดมาจะนำเสนอนโยบายเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศและทบทวนสถานะการวิจัยในประเทศไทย

5.1.1 ศูนย์พยากรณ์อากาศและสถาบันวิจัยในต่างประเทศ

ศูนย์พยากรณ์อากาศเป็นหน่วยงานที่พัฒนาข้อมูลและแบบจำลองการพยากรณ์อากาศ ศูนย์พยากรณ์อากาศที่สำคัญของโลก มีดังนี้

1. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)

ECMWF เป็นหน่วยงานชั้นน้ำในการพยากรณ์อากาศระดับโลก ถูกก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ.1975 โดยรัฐบาลระหว่างประเทศจำนวน34 ประเทศ จัดตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่องานวิจัย พัฒนา และผลิตข้อมูลพยากรณ์อากาศและข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องส่งให้แก่หน่วยงานสมาชิก ECMWF เป็นหน่วยงานหนึ่งในจำนวนไม่กี่หน่วยงานที่มีคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูงและมีระบบการเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ที่รองกับการพยากรณ์ได้ และศูนย์พยากรณ์อากาศระยะปานกลางของยุโรป (European Center for Medium-Range Weather Forecast : ECMF) เป็นต้น ECMWF ยังให้บริการงานปฏิบัติการตลอด 24 ชั่วโมง ในโปรแกรม Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) และ the Copernicus Climate Change Service (C3S)

ECMWF ให้บริการข้อมูลสำหรับงานปฏิบัติการและการพยากรณ์ในช่วงระยะกลางถึงรายเดือน รายฤดูกาล หรือหนึ่งปีล่วงหน้า การพยากรณ์ของ ECMWF ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่ามีความถูกต้องค่อนข้างสูง และข้อมูลมีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง แต่ข้อมูลบางชุดนั้นเผยแพร่เฉพาะแก่หน่วยงานสมาชิก หากหน่วยงานภายนอกต้องการใช้งานจะต้องขอซื้อข้อมูลซึ่งมีราคาสูง ข้อมูลของ ECWMF จึงอาจมีการนำมาใช้งานน้อยกว่าเมื่อเทียบกับข้อมูลจากศูนย์พยากรณ์อากาศอื่น ระบบที่ ECMWF ใช้พยากรณ์สภาพอากาศคือ Integrated Forecasting System (IFS) ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองต่างๆ สรุปได้ดังตารางที่ 5-1

ส่วนข้อมูลจากแบบจำลองแบบชุดและการพยากรณ์รายฤดูกาล (Ensemble and seasonal re-forecasts) สรุปได้ดังตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-1 แบบจำลองในระบบพยากรณ์อากาศ Integrated Forecasting System (IFS) ของ ECMWF

แบบจำลอง	**ระยะเวลาการพยากรณ์/ การวิเคราะห์**	**ความละเอียดแนวราบ**
แบบจำลองบรรยากาศความละเอียดสูง (HRES Atmospheric Model, high resolution)	0-10 วัน	• Native (จากแบบจำลอง) 9 km • Interpolated 0.1° – 9 km
แบบจำลองบรรยากาศแบบชุด (Ensemble Atmospheric model)	0-15 วัน	• Native (จากแบบจำลอง) 18 km • Interpolated 0.2°
แบบจำลองบรรยากาศระยะยาว (Extended forecast) (รายเดือน)	16-46 วัน โดยจำลองสัปดาห์ละสองครั้ง	• Native (จากแบบจำลอง) -36 km • Interpolated 0.4°

ตารางที่ 5-2 ข้อมูลจากแบบจำลองแบบชุดและการพยากรณ์รายฤดูกาล (Ensemble and seasonal re-forecasts) ของ ECMWF

แบบจำลอง	ระยะเวลาการพยากรณ์/ การวิเคราะห์	ความละเอียดแนวราบ
ENS Cycle 43r3	0-46 วัน โดยจำลองสัปดาห์ละสองครั้ง	0-15 วัน • Native • Interpolated 0.25°-18 km 16-46 วัน • Native • nterpolated 0.5°-55 km
SEASS Cycle 43r1	• จำลองทุกเดือน • 0-7 เดือน (รายเดือน) • จำลองทุกไตรมาส 0-13 เดือน (ช่วงค่าที่เป็นไปได้รายปี)	• Native • nterpolated 0.4°

ข้อมูลที่ ECMWF เผยแพร่แก่สาธารณะจากแบบจำลอง HRES และ ENS สรุปได้ดังตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 ข้อมูลที่ ECMWF เผยแพร่แก่สาธารณะจากแบบจำลอง HRES และ ENS

แบบจำลอง	ตัวแปร	หน่วย	ระดับ	พื้นที่ครอบคลุม
HRES	Mean sea level pressure	Pa	Surface	Global
	Geopotential Height	gpm	500	Global
	Temperature	K	850	Global
	U component of wind	m s**-1	850	Global
	V component of wind	m s**-1	850	Global
	Tropical Cyclone Trajectory (TC track including genesis)	-	Surface	Global
ENS	Geopotential Height	gpm	500	Global
	Temperature	K	850	Global
	Wind speed	m s**-1	850	Global
	Mean sea level pressure	Pa	Surface	Global
	Tropical Cyclone Trajectory (TC track including genesis)	-	Surface	Global

ข้อมูลการพยากรณ์รายฤดูกาลที่ ECMWF พัฒนาล่าสุดในนามของสหภาพยุโรป (European Union) คือ Copernicus Climate Change Service (C3S) ซึ่งได้มีการปรับปรุงโดยนำข้อมูลจาก German Weather Service (DeutscherWetterdienst, DWD) และ Euro-Mediterranean Center on Climate Change (Il Centro Euro-Mediterraneo sui CambiamentiClimatici, CMCC) มาใช้ด้วย และได้พัฒนาระบบพยากรณ์ใหม่เป็น Météo-France, System 6 และมีแผนการพัฒนาการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลจาก NCEP ตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2019 ด้วย

2. National Centers for Environmental Prediction (NCEP)

NCEP เป็นหน่วยงานแรกที่จัดตั้งขึ้นสนับสนุนด้านการพยากรณ์ของสหรัฐอเมริกา เป็นส่วนหนึ่งของ NOAA's National Weather Service (NWS) NCEP เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่พัฒนาแนวทางการวิจัย วิเคราะห์ แจ้งเตือน เผยแพร่และให้คำแนะนำในการใช้ข้อมูลการพยากรณ์ต่างๆ แก่หน่วยงานที่มีความร่วมมือกัน หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานภาคเอกชน และผู้ใช้งานทั่วไป หน่วยงานภายใต้ NCEP มีทั้งหมด 9 หน่วยงาน ได้แก่

1) Aviation Weather Center (AWC)
2) Climate Prediction Center (CPC)
3) Environmental Modeling Center (EMC)
4) NCEP Central Operations (NCO)
5) National Hurricane Center (NHC)
6) Ocean Prediction Center (OPC)
7) Storm Prediction Center (SPC)
8) Space Weather Prediction Center (SWPC)
9) Weather Prediction Center (WPC)

Weather Prediction Center (WPC) ถูกก่อตั้งในปี ค.ศ.1942 ภายใต้ชื่อ Weather Bureau Analysis Center และมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างองค์กรมาเป็นระยะกระทั่งเป็นหน่วยงานภายใต้ชื่อ Weather Prediction Center (WPC) ในปี ค.ศ.2013 ปัจจัน WPC เป็นหน่วยงานที่พยากรณ์และให้บริการข้อมูลคาดการณ์ฝนล่วงหน้าในระยะปานกลางช่วง 3-7 วัน ส่วนการพยากรณ์ในระยะเวลาที่ยาวขึ้นจะดำเนินการโดย Climate Prediction Center (CPC) ซึ่งจะพยากรณ์ในระยะ 8-14 วัน รายเดือน และรายฤดูกาล ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาโดย WPC สรุปได้ดังตารางที่ 5-4 โดยสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ https://www.wpc.ncep.noaa.gov/html/fam2.shtml#shortrng ส่วนรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของ CPC ที่มีข้อมูลคาดการณ์ปริมาณฝนและอุณหภูมิสำหรับในระยะเวลาล่วงหน้า 5 รูปแบบ ได้แก่ 1) 6-10 วัน 2) 8-14 วัน 3) 3-4 สัปดาห์ 4) 1 เดือน และ 5) 3 เดือน

ตารางที่ 5-4 ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาโดย WPC

ผลิตภัณฑ์ (Product)	คำอธิบายโดยย่อ
Short Range	ข้อมูลคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนแบบกริดล่วงหน้า 6-60 ชั่วโมง ที่ได้จากแบบจำลองเชิงตัวเลขจาก National Weather Service's (NWS Global Forecast System (GFS) and North American Mesoscale model (NAM) และคำแนะนำ (Guidance) จาก European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), United Kingdom's Meteorology Office (UKMET), Meteorological Service of Canada ข้อมูลคาดการณ์ครอบคลุมพื้นที่ในประเทศอเมริกา ตอนใต้ของแคนาดา และตอนเหนือของเม็กซิโก
Medium/Extended Range	ข้อมูลคาดการณ์ในระยะปานกลาง/ระยะยาว มีดังนี้ ● Surface pressure patterns, circulation centers, fronts, 500mb heights ล่วงหน้า 3-7 วัน ● Daily maximum and minimum temperatures and anomalies ล่วงหน้า 3-7 วัน ● Daily precipitation probabilities ล่วงหน้า 3-7 วัน ● Four 24-hour Quantitative Precipitation Forecasts (QPFs) สำหรับวันที่ 4-7 ● 5-Day Total QPF สำหรับวันที่ 1-5 และ 7-Day Total QPF สำหรับวันที่ 1-7 ● Winter Weather Outlooks สำหรับวันที่ 4, 5, 6 และ 7

NCEP ได้พัฒนาข้อมูลพยากรณ์สภาพภูมิอากาศหลายหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลการพยากรณ์สภาพภูมิอากาส สภาพอากาศ Reanalysis และ Reforecasts ข้อมูลเหล่านี้เผยแพร่แก่สาธารณะ ผู้สนใจสามารถนำไปใช้ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย ข้อมูลจาก NECP จึงเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง แต่ยังมีข้อด้อยคือ ความละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูลที่เผยแพร่ยังค่อนข้างต่ำ ดังนั้น เมื่อนำมาปรับปรุงเพื่อการพยากรณ์ในระดับพื้นที่อาจมีความคลาดเคลื่อนสูง ข้อมูลที่พัฒนาขึ้นนี้ได้จากระบบต่างๆ ที่ NCEP พัฒนาขึ้น เช่น Climate Forecast System (CFS), Global Forecast System (GFS), Global Data Assimilation System (GDAS), Global Ensemble Forecast System (GEFS)

Global Forecast System (GFS) เป็นระบบพยากรณ์อากาศที่ควบรวม 4 แบบจำลองเข้าด้วยกัน แบบจำลองดังกล่าว ได้แก่ แบบจำลองบรรยากาศ (Atmospheric model) แบบจำลองมหาสมุทร (ocean model) แบบจำลองผืนดิน (Land/soil model) และแบบจำลองผืนน้ำแข็งทะเล (Sea ice model) ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองนี้ครอบคลุมหลายตัวแปรเกี่ยวกับบรรยากาศและพื้นดิน เช่น อุณหภูมิ ลม ฝน ความชื้นในดิน ความเข้มข้นของโอโซน ความละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูลที่ได้จาก GFS คือ 28 กม. สำหรับงานปฏิบัติการพยากรณ์อากาศในช่วง 16 วัน ล่วงหน้า ความละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูลจะลดลงเหลือ 70 กม. สำหรับการพยากรณ์ในระยะเวลาที่ยาวขึ้นในช่วง 1-2 สัปดาห์ ข้อมูลจาก GFS จะแบ่งเป็น 2 แบบ คือ ข้อมูลการวิเคราะห์ GFS Analysis และข้อมูลการพยากรณ์ GFS Forecasts ซึ่งมีลักษณะที่สรุปได้ดังตารางที่ 5-5

ตารางที่ 5-5 ข้อมูลการวิเคราะห์ที่พัฒนาจากแบบจำลองเชิงตัวเลข Global Forecast System (GFS)

แบบจำลอง	ความละเอียดเชิงพื้นที่	ช่วงข้อมูล
GFS-ANL	004 (0.5°) - Domain	01Jan2007–Present
GFS-ANL	003 (1°) - Domain	02Mar2004–Present

ตารางที่ 5-6 ข้อมูลการพยากรณ์ที่พัฒนาจากแบบจำลองเชิงตัวเลข Global Forecast System (GFS)

แบบจำลอง	ความละเอียดเชิงพื้นที่	ช่วงข้อมูล
GFS	004 (0.5°) - Domain	10Oct2006–Present (approx. two years to present online)
GFS	003 (1°) - Domain	15Feb2005–Present (approx. 6mo to present online)
GFS-AVN	003 (1°) - Domain	02Mar2004–15Feb2005

ข้อมูลการพยากรณ์ในระดับโลกนั้น มีข้อมูลหลายชุดที่ได้จาก Climate Forecast System (CFS) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5-7 รายละเอียด ระบบของ CFS ประกอบด้วยแบบจำลอง 3 ส่วนหลัก ได้แก่ แบบจำลองบรรยากาศ (Atmospheric model) แบบจำลองมหาสมุทร (Ocean model) และแบบจำลองพื้นผิวดิน (Land-surface model) NECP ได้มีการปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่องกระทั่งเป็น CFSv2 ในปัจจุบัน ซึ่งได้ปรับปรุงจาก CFSv1 ในหลายด้าน เช่น เทคนิคการปรับข้อมูล (Data assimilation) ขอบเขตการจำลอง ความละเอียด

ตารางที่ 5-7 ข้อมูลที่พัฒนาจากแบบจำลองเชิงตัวเลข Climate Forecast System (CFS)

ชุดข้อมูล/ผลิตภัณฑ์	ช่วงข้อมูล	พื้นที่ครอบคลุม
CFS Reanalysis (CFSR)	01Jan1979 - 31Mar2011	Global
CFS Reforecasts	12Dec1981-31Mar2011 and 01Jan1999-31Mar2011	Global
CFSRR Calibration Climatologies	1982-2010 and 1999-2010	Global
CFSv2 Operational Analysis	01Apr2011 - Present	Global
CFSv2 Operational Forecasts	01Apr2011 - Present	Global

ข้อมูลจากระบบเพื่องานปฏิบัติการ (CFSv2 Operational) จะแบ่งเป็น 2 แบบ คือ ข้อมูลการวิเคราห์ CFSv2 Operational Analysis และข้อมูลการพยากรณ์ CFSv2 Operational Forecasts ซึ่งมีลักษณะที่สรุปได้ดังตารางที่ 5-8 ถึง 5-12

ตารางที่ 5-8 ข้อมูลการวิเคราะห์อนุกรมเวลา และค่าเฉลี่ยรายเดือนของ CFSv2 สำหรับงานปฏิบัติการ (CFSv2 Operational Analysis Time Series and Monthly Means)

ชุดข้อมูล/ผลิตภัณฑ์	ความละเอียดเชิงพื้นที่	ช่วงข้อมูล
Time Series	Various	01Apr2011 - Present
Monthly Means Energetics (EGY)	Various	01Apr2011 - Present
Monthly Means Fluxes (FLX)	Various	01Apr2011 - Present
Monthly Means Isentropic (IPV)	Various	01Apr2011 - Present
Monthly Means Ocean (OCN)	Various	01Apr2011 - Present
Monthly Means Pressure (PGB)	Various	01Apr2011 - Present

ตารางที่ 5-9 ข้อมูลการวิเคราะห์ราย 6 ชั่วโมงของ CFSv2 สำหรับงานปฏิบัติการ (CFSv2 Operational Analysis 6-Hourly Products)

ชุดข้อมูล/ผลิตภัณฑ์	ความละเอียดเชิงพื้นที่	ช่วงข้อมูล
6-Hourly Surface and Radiative Fluxes (FLX)	Gaussian: T574	01Apr2011 - Present
6-Hourly Low-Resolution Data	Gaussian: T62; Lat/Lon: 1.0°, 2.5°	01Apr2011 – Present
6-Hourly 3-D Isentropic Level Data (IPV)	Lat/Lon: 0.5°	01Apr2011 - Present
6-Hourly 3-D Ocean Data (OCN)	Lat/Lon: 0.5°	01Apr2011 - Present
6-Hourly 3-D Pressure Level Data (PGB)	Lat/Lon: 0.5°	01Apr2011 - Present

ตารางที่ 5-10 ข้อมูลการวิเคราะห์สภาวะเริ่มแรกของ CFSv2 สำหรับงานปฏิบัติการ (CFSv2 Operational Analysis Initial Conditions)

ชุดข้อมูล/ผลิตภัณฑ์	ความละเอียดเชิงพื้นที่	ช่วงข้อมูล
High Resolution Initial Conditions (HIC)	Various	01Apr2011 - 31Dec2014
Low Resolution Initial Conditions (LIC)	Various	01Apr2011 - Present

ตารางที่ 5-11 ข้อมูลการพยากรณ์อนุกรมเวลา และค่าเฉลี่ยรายเดือนของ CFSv2 สำหรับงานปฏิบัติการ (CFSv2 Operational Forecasts Time Series and Monthly Means)

ชุดข้อมูล/ผลิตภัณฑ์	ความละเอียดเชิงพื้นที่	ช่วงข้อมูล
9-Month Forecasts: Time Series	Various	01Apr2011 - Present
9-Month Forecasts: Monthly Means	Various	01Apr2011 - Present

ตารางที่ 5-12 ข้อมูลการพยากรณ์ราย 6 ชั่วโมงของ CFSv2 สำหรับงานปฏิบัติการ (CFSv2 Operational Forecasts 6-Hourly Products)

ชุดข้อมูล/ผลิตภัณฑ์	ความละเอียดเชิงพื้นที่	ช่วงข้อมูล
9-Month Forecasts: 6-Hourly Surface and Radiative Fluxes (FLX)	Gaussian: T126	01Apr2011 - Present
9-Month Forecasts: 6-Hourly 3D Isentropic Level Data (IPV)	Lat/Lon: 0.5°	01Apr2011 - Present
9-Month Forecasts: 6-Hourly 3D Ocean Data (OCN)	Lat/Lon: 0.5°	01Apr2011 - Present
9-Month Forecasts: 6-Hourly 3D Pressure Level Data (PGB)	Lat/Lon: 0.5°	01Apr2011 - Present

3. National Center for Atmospheric Research (NCAR)

NCAR เป็นสถาบันวิจัยด้านอุตุนิยมวิทยา วิทยาศาสตร์ภูมิอากาศ ผลกระทบด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากรัฐบาลสหรัฐซึ่งมีการบริหารจัดการโดย University Corporation for Atmospheric Research (IUCAR) ซึ่งเป็นองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร มีกลุ่มงานวิจัย 7 กลุ่ม ได้แก่

1) Atmospheric Chemistry Observations and Modeling laboratory (ACOM)
2) Climate and Global Dynamics laboratory (CGD)
3) Computational & Information Systems Laboratory (CISL)

4) Earth Observing Laboratory (EOL)
5) High Altitude Observatory (HAO)
6) Mesoscale and Microscale Meteorology laboratory (MMM)
7) Research Applications Laboratory (RAL)

NCAR ได้พัฒนาแบบจำลองบรรยากาศไว้หลายแบบจำลอง โดยแบบจำลองที่มีนักวิจัยนำไปใช้อย่างกว้างขวาง คือ Weather Research and Forecasting model (WRF) ซึ่งในระบบของ WRF ประกอบด้วย 2 ระบบหลัก ได้แก่ ระบบการปรับข้อมูล (Data assimilation) และระบบการประมวลผลแบบคู่ขนาน (Parallel computation) WRF จำลองข้อมูลโดยใช้ข้อมูลตรวจวัดของบรรยากาศจริงหรือจากการวิเคราะห์ ข้อมูลที่ได้จาก WRF นี้เป็นข้อมูลหนึ่งที่ NCEP ใช้สำหรับการพยากรณ์ในงานปฏิบัติการ

4. International Research Institute for Climate and Society (IRI)

IRI เป็นสถาบันวิจัยที่มีหน่วยงานพันธมิตรทั้งภาครัฐและภาคเอกชน IR ให้บริการข้อมูลพยากรณ์อากาศตามความต้องการของพันธมิตรเพื่อให้นำไปใช้งานได้ งานวิจัยของ IRI แบ่งเป็น 7 ด้าน ดังนี้

1) ภูมิอากาศ (Climate)
2) การเกษตร (Agriculture)
3) เครื่องมือทางการเงิน (Financial Instruments)
4) ภัยพิบัติ (Disasters)
5) การนำข้อมูลจากการสำรวจโลกไปใช้งาน (Earth observation applications)
6) สาธารณสุข (Public health)
7) ระบบนิเวศ (Ecosystems)

การวิจัยด้านภูมิอากาศ มีพัฒนาข้อมูลหรือผลิตภัณฑ์การพยากรณ์หลายรูปแบบและครอบคลุมหลายช่วงเวลา เช่น ข้อมูลการพยากรณ์รายฤดูกาลย่อย (Sub-seasonal) ข้อมูลการพยากรณ์รายฤดูกาล (Seasonal) ข้อมูลการพยากรณ์รายฤดูกาลตามเวลาจริง (Real-time seasonal forecasts) ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และข้อมูลอื่นๆ ตามความต้องการของหน่วยงานพันธมิตร ตัวอย่างข้อมูลภูมิอากาศและการพยากรณ์ที่พัฒนาโดย IRI แสดงได้ดังนี้

1) ข้อมูลการพยากรณ์ภูมิอากาศรายฤดูกาล (Seasonal climate forecasts) ได้มาจากแบบจำลอง NNME (North American Multi-Model Ensemble Project) ซึ่งเป็น

ผลจากแบบจำลองชุดจากระบบของ NOAA's NCEP, Environment and Climate Change Canada, NOAA/Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, NASA, NCAR and COLA/University of Miami ความละเอียดของพื้นที่ของข้อมูล $1^{\circ} \times 1^{\circ}$

2) ข้อมูลการพยากรณ์ ENSO ได้แก่ ข้อมูลพยากรณ์รายเดือนของ ENSO และ ENSO teleconnections
3) ข้อมูล GCM และ การพยากรณ์ SST จากแบบจำลองการหมุนเวียนทั่วไปของบรรยากาศ (Atmospheric general circulation model: AGCM) 4 แบบจำลอง ซึ่งในแต่ละเดือนจะทำการจำลองแบบจำลองแต่ละแบบตั้งแต่ 10 รอบขึ้นไป เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลผลลัพธ์ที่จะนำไปใช้กำหนดภาพฉาย (Scenario) และใช้จำลองสำหรับ 3 เดือนข้างหน้าต่อไป

5. Japan Agency for **Marine-Earth Science and Technology (JAMTEC)**

JAMTEC ก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ.1971 ประกอบด้วยหน่วยงานวิจัย 6 หน่วยงาน ได้แก่

1) Research Institute for Global Change (RIGC)
2) Research Institute for Marine Resources Utilization
3) Research Institute for Marine Geodynamics (IMG)
4) Research Institute for Valeue-Added Information Generation (VAiG)
5) Institute for Extra-cutting-edge Science and Technology Avant-garde Research (X-star)
6) Research Institute for Marine-Earth Exploration and Engineering (MarE3)

ข้อมูลที่ JAMTEC เผยแพร่แก่สาธารณะมีหลายตัวแปรและหลายความละเอียด เช่น ข้อมูลตรวจวัดของตัวแปรเกี่ยวกับชั้นบรรยากาศในแถบภูมิอากาศเขตร้อน (Tropical atmospheric observation) (เช่น อุณหภูมิ ไอน้ำ ความดันบรรยากาศ รังสีแสงอาทิตย์ และฝน)

หน่วยงานใน JAMTEC ที่รับผิดชอบการพัฒนาข้อมูลการพยากรณ์รายฤดูกาล คือ JAMTEC/APL ซึ่งอยู่ภายใต้ Research Institute for Valeue-Added Information Generation (VAiG) แบบจำลองที่ใช้พยากรณ์อากาศ คือ SINTEX-F ซึ่งเป็นแบบจำลองแบบควบรวมที่ประกอบด้วยแบบจำลองบรรยากาศและมหาสมุทร

6. The sub-seasonal to seasonal prediction (S2S) project

โครงการ sub-seasonal to seasonal prediction (S2S) เป็นโครงการที่ได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานและสถาบันวิจัยระดับนานาชาติหลายหน่วยงาน โครงการนี้ได้รับก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ.2556 จากการริเริ่มของ World Weather Research Program (WWRP) และ World Climate Research Program (WCRP) มีระยะเวลาโครงการ 5 ปี วัตถุประสงค์ของโครงการ S2S คือ พัฒนาความรู้ความเข้าใจของการพยากรณ์รายกึ่งฤดูกาลและรายฤดูกาลในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์ถึง 2 เดือน โดยเชื่อมโยงบริบทของการพยากรณ์อากาศ (Weather) และข้อมูลพยากรณ์ภูมิอากาศ และข้อมูลภูมิอากาศที่ผ่านมาโดยได้เก็บรวบรวมเป็นฐานข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์และจัดทำแบบจำลองการพยากรณ์เพื่อให้หน่วยงานต่างๆ นำไปใช้สำหรับการบริหารจัดการน้ำและการจัดการสาธารณภัย โดยการพยากรณ์ดังกล่าวต้องอาศัยองค์ความรู้เรื่องปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) Madden-Julian Oscillation (MJO) และมรสุม (Monsoons) เป็นข้อมูลประกอบการพยากรณ์ (สุธาทิพย์ เดชชัยศร 2560) หัวข้อวิจัยในโครงการแบ่งเป็น 6 หัวข้อ ได้แก่

1) Madden–Julian Oscillation (MJO)
2) Monsoons
3) Africa
4) Extremes
5) Teleconnections
6) Verification

ฐานข้อมูลของโครงการเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (S2S database) มีข้อมูลการพยากรณ์กึ่งฤดูกาล (Sub-seasonal) ถึง 60 วันล่วงหน้า หรือข้อมูลค่าที่คาดการณ์ทางประวัติศาสตร์ (Hindcast) จากหน่วยงานปฏิบัติการหรือหน่วยงานวิจัย จำนวน 11 แห่ง ดังนี้

1) Australia’s Bureau of Meteorology (BoM)
2) Chinese Meteorological Administration (CMA)
3) Italy’s Institute of Atmospheric Sciences and Climate (CNR-ISAC)
4) Environment and Climate Change Canada (ECCC)
5) European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)
6) Hydrometeorological Centre of Russia (HMCR)
7) Japan Meteorological Agency (JMA)
8) Korea Meteorological Administration (KMA)
9) Meteo France

10) US National Centers for Environmental Prediction (NCEP)

11) UK Met Office (UKMO)

ฐานข้อมูลนี้ถูกจัดเก็บที่ ECMWFและ CMA โดยมีบางส่วนเก็บไว้ที่ International Research Institute for Climate and Society (IRI) ข้อมูลนำเข้าสำหรับการคาดการณ์หรือพยากรณ์จะถูกจำลองด้วย 2 แบบจำลอง คือ แบบจำลอง THORPEX Interactive Grand GlobalEnsemble (TIGGE) สำหรับการคาดการณ์ระยะปานกลาง/ระยะยาว (Medium range forecasts) และแบบจำลอง Climate-System Historical Forecast project (CHFP) สำหรับการคาดการณ์รายฤดูกาล

ผลการศึกษาส่วนหนึ่งของโครงการ เป็นผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการคาดการณ์กึ่งฤดูกาลของพายุหมุนเขตร้อน (Sub-seasonal prediction of tropical cyclones) ซึ่งชี้ให้เห็นพัฒนาการของการคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยสามารถคาดการณ์เส้นทางและความรุนแรงของพายุได้โดยนำข้อมูลคาดการณ์ของพายุที่คาดว่าจะเกิดในช่วงไม่กี่วันล่วงหน้าเข้ามาพิจารณาร่วมด้วยได้ ผลการศึกษาพบกว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการคาดการณ์พายุหมุนเขตร้อนใน คือ ENSO อุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณนั้นๆ (Local sea surface temperatures: SSTs) Indian Ocean Dipole (IOD) และ Madden–Julian Oscillation (MJO) ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองในโครงการ S2S สามารถคาดการณ์การเกิดพายุหมุนเขตร้อนได้ดีในบางพื้นที่ แต่ในขณะที่บางพื้นที่ยังคงต้องพัฒนาต่อไป รวมถึงการพัฒนาการคาดการณ์ในระยะเวลาที่ยาวขึ้นด้วย

การดำเนินการระยะถัดไปของ S2S คือการพัฒนาโครงการในภูมิภาคเพื่อแสดงและประมาณมูลค่าของประโยชน์จากการใช้ข้อมูลการพยากรณ์กึ่งฤดูกาลสำหรับเหตุการณ์สุดโต่ง (Extreme events)

5.1.2 หน่วยงานด้านการพยากรณ์อากาศในประเทศไทย

กรมอุตุนิยมวิทยาเป็นหน่วยหน่วยงานหลักในประเทศไทยที่รับผิดชอบการพยากรณ์อากาศและเตือนภัยธรรมชาติ แผนยุทธศาสตร์ ระยะ 20 ปี ของกรมอุตุนิยมวิทยา (กรมอุตุนิยมวิทยา 2562) แบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่

1) ยุทธศาสตร์ด้านการพัฒนาพื้นฐานองค์กร (Organization Basis Development Strategy)
2) ยุทธศาสตร์ด้านองค์กรสมรรถนะสูง (High Performance Organization Strategy)
3) ยุทธศาสตร์ด้านการพยากรณ์ที่ละเอียดแม่นยำ (Accurate Forecast Strategy)
4) ยุทธศาสตร์ด้านการปกป้องชีวิต ทรัพย์สินและการสร้างประโยชน์ให้กับสังคม (Protection of Life and Property and Social benefit Strategy)

5) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างความพึงพอใจและความเชื่อมั่น (Social satisfaction and Confidence Strategy)

ยุทธศาสตร์ด้านที่ 3 ด้านการพยากรณ์ที่ละเอียดแม่นยำ (Accurate Forecast Strategy) เน้นการปรับปรุงและพัฒนาการพยากรณ์ที่ “ละเอียด ถูกต้องแม่นยำ ครอบคลุม และนำไปใช้ประโยชน์ได้”ซึ่งเป็นหัวใจของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยมีประเด็นยุทธศาสตร์ 5 ประเด็น (กรมอุตุนิยมวิทยา 2562) ดังแสดงในรูปที่ 5-1

ประเด็นยุทธศาสตร์

ประเด็นที่ 1 ด้านวิชาการ

ประเด็นที่ 2 สร้างนวัตกรรมทางด้านอุตุนิยมวิทยา

ประเด็นที่ 3 การพัฒนาเทคโนโลยี

ประเด็นที่ 4 การจัดตั้งศูนย์ข้อมูล

ประเด็นที่ 5 การส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการบูรณาการกับสังคม

รูปที่ 5-1 ประเด็นยุทธศาสตร์ด้านการพยากรณ์ที่ละเอียดแม่นยำ (กรมอุตุนิยมวิทยา 2562)

กรมอุตุนิยมวิทยาได้จัดตั้งศูนย์ภูมิอากาศขึ้น เพื่อติดตาม ศึกษา วิเคราะห์ และรายงานสภาพอากาศประจำถิ่นของประเทศไทย รวมทั้งประเมินผลกระทบที่เกิดจากสภาพอากาศ (ศูนย์ภูมิอากาศ

กรมอุตุนิยมวิทยา ม.ป.ป.) เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์ของกรมอุตุนิยมวิทาและเพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันที่ภูมิอากาศมีความผันแปรและเปลี่ยนแปลง อันเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ สัตว์ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมทั้งเพื่อเป็นศูนย์กลางและแหล่งข้อมูลข่าวสารด้านภูมิอากาศของประเทศที่จะเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารด้านภูมิอากาศแก่ประชาชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อประโยชน์ในการวางแผนและตัดสินใจ หน้าที่ของศูนย์ภูมิอากาศมีดังนี้

1) จัดทำและเผยแพร่ข่าวสารและผลงานวิชาการด้านภูมิอากาศอุตุนิยมวิทยา
2) พยากรณ์อากาศระยะนาน โดยวิเคราะห์ผลผลิตจากแบบจำลอง สารประกอบอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลภูมิอากาศ
3) คาดการณ์สภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยศึกษา วิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเทศไทย
4) ร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งใน และต่างประเทศ เพื่อติดตามความก้าวหน้าและพัฒนางานด้านการพยากรณ์อากาศระยะนานและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
5) ดำเนินการเป็นแหล่งข้อมูลข่าวสารด้านภูมิอากาศของประเทศไทย โดยรวบรวมจัดเก็บและจัดทำรายงานข้อมูลสารสนเทศภูมิอากาศ
6) ให้บริการข้อมูลสารสนเทศแก่ประชาชนทั่วไปและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

5.1.3 การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศในประเทศไทย

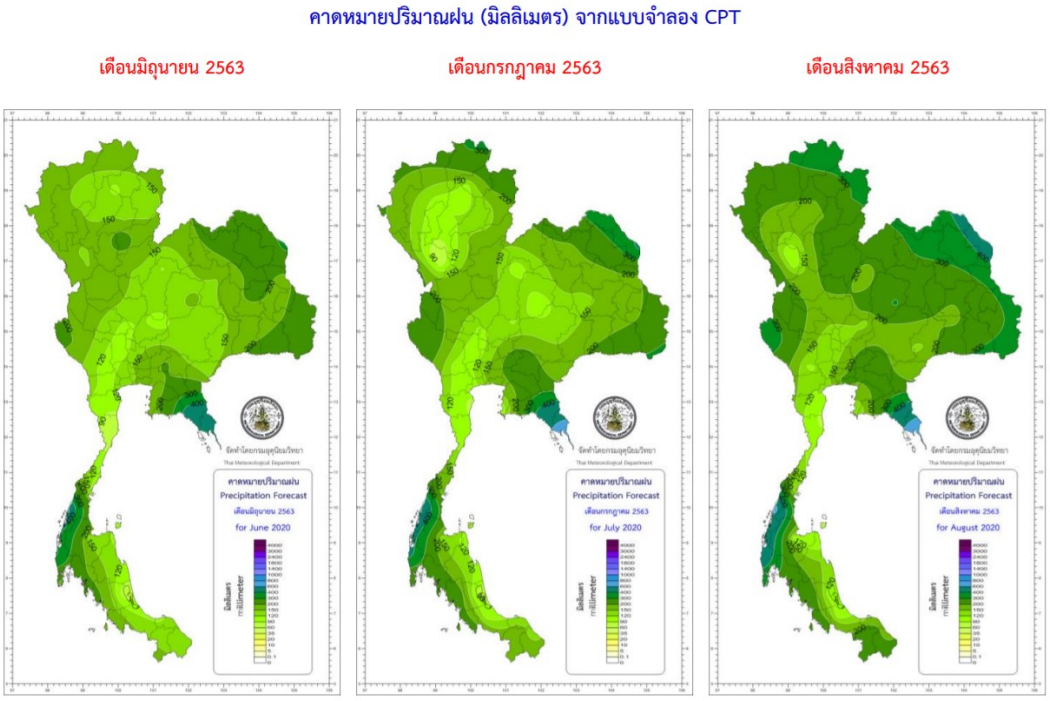
การพยากรณ์อากาศเป็นหัวข้อหนึ่งของการวิจัยที่ได้รับความสนใจอย่างมากจากหน่วยงานที่รับผิดชอบงานวางแผนและปฏิบัติงาน เช่น กรมอุตุนิยมวิทยาหน่วยสถาบันวิจัย เช่น สสน.และนักวิชาการ ในส่วนนี้จึงขอนำเสนอสถานะงานวิจัยและการพัฒนาโดยสรุปจากหน่วยงานหลักที่มีบทบาทสำคัญในการพยากรณ์อากาศ ดังนี้

1. ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยามีการคาดการณ์ภูมิอากาศรายฤดูกาลด้วยวิธีทางสถิติด้วยเครื่องมือ Climate Predictability Tool (CPT) ที่พัฒนาขึ้นโดย สถาบันวิจัย IRI(International Research Institute for Climate and Society, The Earth Institute of Columbia University

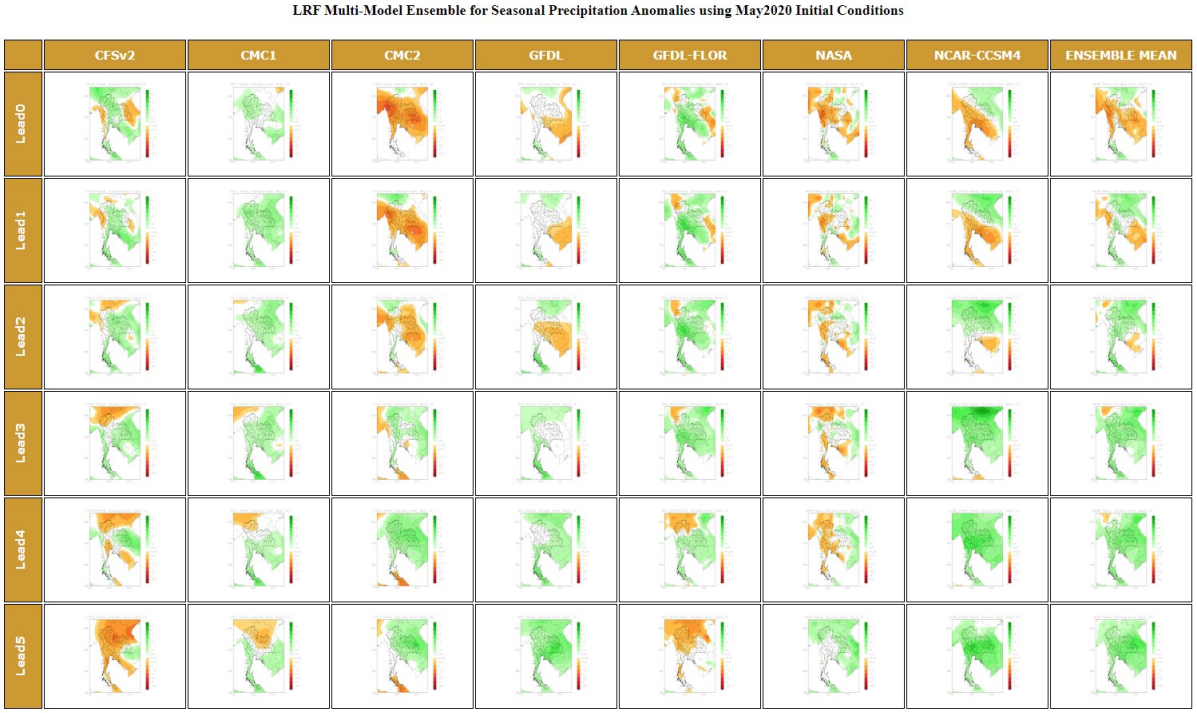
การคาดการณ์นี้ มาจากผลการพยากรณ์ที่ได้จาก GCM (Global Climate Model) ซึ่งเป็นการคาดการณ์โดยอาศัยผลการพยากรณ์อุณหภูมิน้ำทะเลเป็นหลัก โดยการเปรียบเทียบข้อมูลในอดีตที่ได้จากการตรวจวัด และข้อมูลฝนของประเทศไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2519 จนถึงปัจจุบัน มาทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการทางสถิติ ที่อาศัยข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial scale) และเวลา (temporal scale) Climate Predictability Tool (CPT) มีวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธี คือ การวิเคราะห์แบบ Canonical

Correlation Analysis (CCA) และ Principal Component Regression (PCR) โดยหาค่าความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด ทำการคาดการณ์ปริมาณฝน จำนวนวันที่ไม่มีฝนตก และปริมาณฝนเปรียบเทียบค่าปกติ (ค่าเฉลี่ย พ.ศ. 2514-2543) (ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา 2563) ตัวอย่างแผนที่คาดการณ์ปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา แสดงได้ดังรูปที่ 5-2 และรูปที่ 5-3



รูปที่ 5-2 ตัวอย่างแผนที่คาดการณ์ปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา

ที่มา: http://www.climate.tmd.go.th/content/file/1582

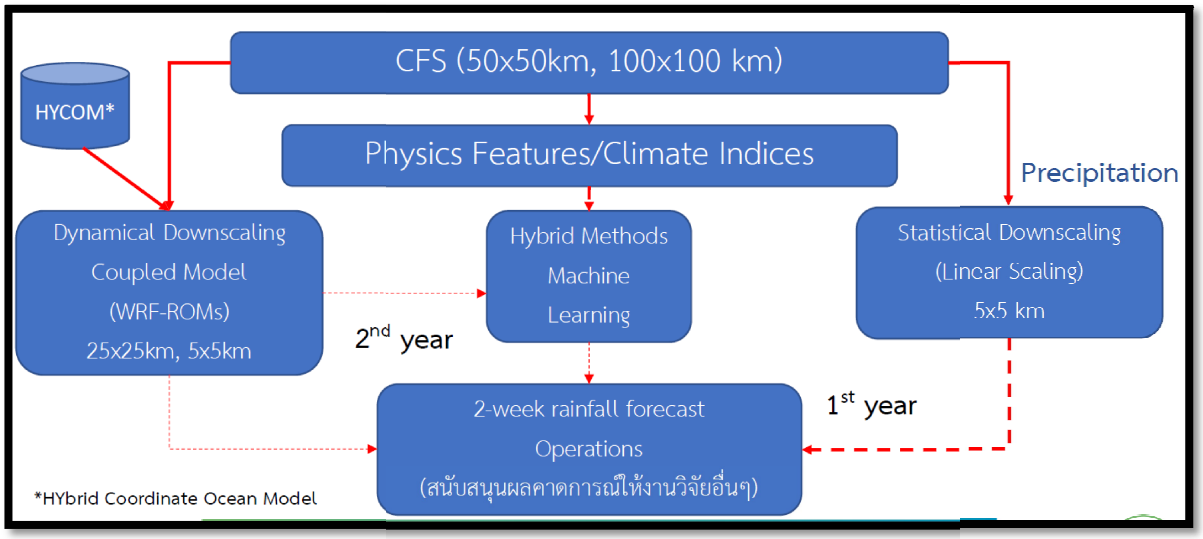


รูปที่ 5-3ตัวอย่างแผนที่แสดงค่าผิดปกติจากแบบจำลองแบบรวมชุด (Multi-model ensemble)
ที่มา: http://119.46.126.98/climate_centre/nmme_models/precip_seasonal.html

2. สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) (สสน.)

สสน. มีการคาดการณ์ฝนโดยใช้ระบบคาดการณ์สภาพอากาศระยะสั้นแบบคู่ควบ เป็นระบบที่ทำงานร่วมกันระหว่าง แบบจำลองบรรยากาศ Weather Research and Forecasting (WRF) และแบบจำลองมหาสมุทร Regional Ocean Model System (ROMS) โดยพัฒนาจากระบบแบบจำลองคู่ควบ Coupled Ocean Atmosphere Wave Sediment Transport Modeling System (COAWST) ของ U.S. Geological Survey (USGS) ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นการต่อยอด แบบจำลองคาดการณ์สภาพอากาศ WRF เพื่อให้เกิดความสมจริงในการ จำลองและคาดการณ์ปรากฏการณ์การเกิดฝนของประเทศไทยมากยิ่งขึ้น

ขณะนี้ สสน. ร่วมกับคณะผู้เชี่ยวชาญภายนอก กำลังร่วมกันพัฒนาระบบคาดการณ์ปริมาณฝนรายสองสัปดาห์เพื่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ภายใต้โครงการเข็มมุ่งฯ โดยใช้แบบจำลอง CFSv2 และปรับข้อมูลด้วยวิธีการย่อส่วนด้วยวิธีทางสถิติ (Statistical downscaling) ซึ่งมีแผนงานจะพัฒนาการย่อส่วนด้วยวิธีพลวัตรด้วยในระยะถัดไป ขั้นตอนการดำเนินงานแสดงได้ดังรูปที่ 5-4



รูปที่ 5-4 ขั้นตอนการพัฒนาระบบคาดการณ์ปริมาณฝนรายสองสัปดาห์ โดย สสน.

3. ศูนย์ภูมิภาคเพื่อการศึกษาด้านภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ได้สนับสนุนโครงการการพยากรณ์ภูมิอากาศรายฤดูเพื่อใช้สำหรับแบบจำลองการคาดการณ์ผลผลิตข้าวสำหรับประเทศไทย (Seasonal Climate Forecasting Model for Rice Yield Modeling over Thailand) ของศูนย์ภูมิภาคเพื่อการศึกษาด้านภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระบบการพยากรณ์จากโครงการนี้ได้มาจากแบบจำลอง WRF แล้วนำมาทำการย่อส่วนแบบจำลองการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศโลก CFSv2 โดยวิธีพลวัตร (Dynamical downscaling) ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลภุมิอากาศรายฤดูล่วงหน้า 6 เดือน ที่มีความละเอียดสูงพอทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลาที่จะใช้เป็นข้อมูลนำเข้าแบบจำลองในการทำนายผลผลิตข้าวความละเอียดสูงได้ นอกจากนี้ข้อมูลจากการพยากรณ์ยังสามารถเป็นข้อมูลช่วยสนับการตัดสินใจในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและการเกษตรหรือการบริหารจัดการด้านอื่นๆ ที่ได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ช่วยลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น และลดความเสียหายที่อาจส่งกระทบต่อระบบเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ ระบบแบบจำลองประกอบไปด้วย 2 โดเมน โดยโดเมนที่ 1 ความละเอียดกริด 36 กิโลเมตร โดเมนที่ 2 ความละเอียดกริด 12 กิโลเมตร ข้อมูลจากแบบจำลองความละเอียดเชิงเวลาเป็นรายวัน ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรทางด้านภูมิอากาศที่สำคัญจำนวนมาก โดยทางทีมวิจัยนำเสอผลการวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองเป็นรายสัปดาห์(Weekly climate forecast) รายเดือน(Monthly climate forecast) และรายฤดู (Seasonal climate forecast) (ศูนย์ภูมิภาคเพื่อการศึกษาด้านภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม 2563)

- การคาดหมายภูมิอากาศรายสัปดาห์
  การพยากรณ์ภูมิอากาศรายสัปดาห์ (Weekly Climate Forecast) จากแบบระบบแบบจำลอง WRF-CFSv2 ได้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การพยากรณ์ภูมิอากาศเฉลี่ยรายสัปดาห์ (Mean) ล่วงหน้า 1-4 สัปดาห์ และการพยากรณ์ความผิดปกติของสภาพภูมิอากาศรายสัปดาห์ (Anomaly) ล่วงหน้า 1-4 สัปดาห์เทียบกับค่าเฉลี่ยของภูมิอากาศช่วงเวลาก่อนหน้าเวลาเริ่มต้น 14 วัน
- การคาดหมายภูมิอากาศรายเดือน
  การพยากรณ์ภูมิอากาศรายเดือน (Weekly Climate Outlooks) จากแบบระบบแบบจำลอง WRF-CFSv2 ได้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การพยากรณ์ภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน (Mean) ล่วงหน้า 6 เดือน และการพยากรณ์ความผิดปกติของสภาพภูมิอากาศรายเดือน (Anomaly) ล่วงหน้า 6 เดือนเทียบกับค่าเฉลี่ยของภูมิอากาศในอดีต 30 ปี (ปี 1980-2010) ของเดือนเดียวกัน
- การคาดหมายภูมิอากาศรายฤดู
  การพยากรณ์ภูมิอากาศรายฤดู (Seasonal Climate Outlooks) จากแบบระบบแบบจำลอง WRF-CFSv2 แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การพยากรณ์ภูมิอากาศเฉลี่ยรายฤดู (Mean) (เฉลี่ย 3 เดือน) และการพยากรณ์ความผิดปกติของสภาพภูมิอากาศรายฤดู(Anomaly) (เฉลี่ย 3 เดือน) เทียบกับค่าเฉลี่ยของภูมิอากาศในอดีต 30 ปี (ปี 1980-2010) ของช่วงฤดูเดียวกัน

การศึกษาของ ชาคริต โชติอมรศักดิ์ (ชาคริต โชติอมรศักดิ์ และคณะ 2561) เกี่ยวกับการพยากรณ์ภูมิอากาศรายฤดู พบว่าการพยากรณ์ภูมิอากาศรายฤดูล่วงหน้าแบบเวลาจริงจากแบบจำลอง WRF-CFSv2 พบว่าข้อมูลเงื่อนไขเริ่มต้น (Initial Condition) ค่อนข้างมีผลต่อความแม่นยำและความไม่แน่นอนของผลการ พยากรณ์ซึ่งหากมีการพยากรณ์โดยใช้เงื่อนไขเริ่มต้นที่แตกต่างหลายแบบมากขึ้น (Ensemble Forecasts) จะสามารถช่วยลดความไม่แน่นอนจากผลการพยากรณ์ได้

5.2 แนวคิด เทคโนโลยี และเครื่องมือ

5.2.1 การพยากรณ์อากาศ

1. ความหมายของการพยากรณ์อากาศ

กรมอุตุนิยมวิทยาได้ให้คำอธิบายเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ (ดุษฎี ศุขวัฒน์ ม.ป.ป.) ไว้ดังนี้

การพยากรณ์อากาศ หมายถึง การคาดหมายสภาพลมฟ้าอากาศในอนาคต การที่จะพยากรณ์อากาศได้ต้องมีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่

1) ความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ
ความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศได้มาจากเฝ้าสังเกตและบันทึกไว้ มนุษย์ได้มีการสังเกตลมฟ้าอากาศมานานแล้ว เพราะมนุษย์อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมฟ้าอากาศโดยไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ จึงมีความจำเป็นที่ต้องทราบลักษณะลมฟ้าอากาศที่เป็นประโยชน์และลักษณะอากาศที่เป็นภัย การสังเกตทำให้สามารถอธิบายถึงสาเหตุของการเกิดลักษณะอากาศแบบต่าง ๆ ได้ อย่างไรก็ตามความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศนั้นยังมีอยู่น้อยมาก เมื่อเทียบกับปรากฏการณ์ของบรรยากาศที่มนุษย์ยังไม่มีความเข้าใจอย่างเพียงพอ ทั้งนี้เพราะอุตุนิยมวิทยาซึ่งเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับบรรยากาศและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องนั้นมีการพัฒนาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาได้ไม่นานนัก

2) สภาวะอากาศปัจจุบัน
สภาวะอากาศปัจจุบันที่ต้องใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์อากาศนั้น ได้มาจากการตรวจอากาศ ซึ่งมีทั้งการตรวจอากาศผิวพื้น การตรวจอากาศชั้นบนในระดับความสูงต่าง ๆ สิ่งสำคัญที่ต้องทำการตรวจเพื่อพยากรณ์อากาศได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ลม เมฆ และฝน การที่จะพยากรณ์อากาศในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ต้องใช้ข้อมูลผลการตรวจอากาศในบริเวณนั้นร่วมกับผลการตรวจอากาศจากบริเวณที่อยู่โดยรอบด้วย เพราะปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา สิ่งที่เกิดขึ้นนอกจากพื้นที่การพยากรณ์อาจเคลื่อนตัวมามีผลต่อสภาพอากาศในบริเวณที่จะพยากรณ์ได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลผลการตรวจอากาศระหว่างประเทศ เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการพยากรณ์อากาศ นอกเหนือจากกการตรวจอากาศผิวพื้นทั้งบนพื้นดิน พื้นน้ำ และการตรวจอากาศชั้นบนแล้ว ปัจจุบันการตรวจอากาศที่ช่วยให้การพยากรณ์แม่นยำยิ่งขึ้น คือ การตรวจอากาศด้วยเรดาร์และดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

3) ความสามารถที่จะผสมผสานองค์ประกอบทั้งสองข้างต้นเข้าด้วยกัน เพื่อคาดหมายการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต
เมื่อมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวของลมฟ้าอากาศ และมีข้อมูลผลการตรวจอากาศแล้ว สิ่งที่ต้องทำเพื่อให้สามารถพยากรณ์อากาศได้ คือการวิเคราะห์ข้อมูลผลการตรวจอากาศเพื่อให้ทราบลักษณะอากาศปัจจุบัน และการคาดหมายการเปลี่ยนแปลงของลักษณะอากาศที่กำลังเกิดขึ้นนั้นว่าจะมีทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่อย่างไร และความรุนแรงจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงเพียงใด นั่นคือคาดหมายว่าบริเวณที่จะพยากรณ์นั้นจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของปรากฏการณ์แบบใด แล้วจึงจัดทำคำพยากรณ์อากาศโดยพิจารณาจากลักษณะลมฟ้าอากาศที่สัมพันธ์กับปรากฏการณ์นั้น ๆ ต่อไป

2. ขั้นตอนการพยากรณ์อากาศ

การพยากรณ์มีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) การตรวจอากาศเพื่อให้ทราบสภาวะอากาศปัจจุบัน
2) การสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูลผลการตรวจอากาศ
3) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการคาดหมาย
    3.1) การบันทึกผลการตรวจอากาศที่ได้รับทั้งหมด ทั้งจากในประเทศและจากต่างประเทศ ลงบนแผนที่หรือแผนภูมิทางอุตุนิยมวิทยาชนิดต่าง ๆ เช่น แผนที่อากาศผิวพื้น แผนที่อากาศชั้นบน แผนภูมิการหยั่งอากาศ ด้วยสัญลักษณ์มาตรฐานทางอุตุนิยมวิทยา
    3.2) การวิเคราะห์ผลการตรวจอากาศที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.1) โดยการลากเส้นแสดงค่าองค์ประกอบทางอุตุนิยมวิทยา เช่น เส้นความกดอากาศเท่าที่ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยเพื่อแสดงตำแหน่ง และความรุนแรงของระบบลมฟ้าอากาศเส้นทิศทางและความเร็วลมในระดับความสูงต่าง ๆ เพื่อแสดงลักษณะอากาศในระดับบน และเส้นแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความสูงเพื่อแสดงเสถียรภาพของบรรยากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดเมฆและฝน
    3.3) การคาดหมายการเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนที่ของตัวระบบลมฟ้าอากาศที่วิเคราะห์ได้ในขั้นตอนที่ 3.2) โดยใช้วิธีการพยากรณ์อากาศแบบต่าง ๆ
    3.4) การออกคำพยากรณ์ ณ ช่วงเวลาและบริเวณที่ต้องการ โดยพิจารณาจากตำแหน่งและความรุนแรงของระบบลมฟ้าอากาศที่ได้ดำเนินการไว้แล้วในขั้นตอนที่ 3.3)
    3.5) การส่งคำพยากรณ์อากาศไปยังสื่อมวลชนเพื่อเผยแพร่ต่อไปสู่ประชาชน และส่งไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการต่อไป ตามความเหมาะสม เช่น การป้องกันและบรรเทาภัยพิบัติ

3. ระยะเวลาของการพยากรณ์อากาศ

การพยากรณ์อากาศครอบคลุมตั้งแต่การคาดหมายสำหรับระยะเวลาสั้นๆ ไม่กี่ชั่วโมงข้างหน้า จนถึงการคาดหมายสำหรับระยะเวลาที่ยาวอีกหลายปีจากปัจจุบัน การแบ่งประเภทของการพยากรณ์อากาศตามระยะเวลาที่คาดหมายสามารถแบ่งได้ดังนี้

1) การพยากรณ์ปัจจุบัน (Nowcasting) หมายถึง การรายงานสภาวะอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และการคาดหมายสภาพลมฟ้าอากาศสำหรับช่วงเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง

2) การพยากรณ์ระยะสั้นมาก (Very short-range weather forecasting) หมายถึง การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาไม่เกิน 12 ชั่วโมง
3) การพยากรณ์ระยะสั้น (Short-range weather forecasting) หมายถึง การพยากรณ์สำหรับระยะเวลาเกินกว่า 12 ชั่วโมงขึ้นไปจนถึง 3 วัน
4) การพยากรณ์ระยะปานกลาง (Medium-range weather forecasting) หมายถึง การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาที่เกินกว่า 3 วันขึ้นไปจนถึง 10 วัน
5) การพยากรณ์ระยะยาว (Extended-range weather forecasting) หมายถึง การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาระหว่าง 10 ถึง 30 วัน โดยปกติมักเป็นการพยากรณ์ว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลานั้น จะแตกต่างไปจากค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศอย่างไร
6) การพยากรณ์ระยะนาน (Long-range weather forecasting) หมายถึง การพยากรณ์ตั้งแต่ 30 วัน จนถึง 2 ปี ซึ่งยังแบ่งย่อยออกเป็น 3 ชนิด คือ
   6.1) การคาดหมายรายเดือน
   6.2) การคาดหมายรายสามเดือน
   6.3) การคาดหมายรายฤดู
7) การพยากรณ์สภาพภูมิอากาศ (Climate forecasting) หมายถึง การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลามากกว่า 2 ปีขึ้นไป โดยแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ
   7.1) การพยากรณ์การผันแปรของภูมิอากาศ คือการพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผันแปรไปจากค่าปกติเป็นรายปีจนถึงหลายสิบปี
   7.2) การพยากรณ์ภูมิอากาศคือการพยากรณ์ภูมิอากาศในอนาคต โดยพิจารณาทั้งสาเหตุจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์

4. วิธีการพยากรณ์อากาศ

1) วิธีแนวโน้ม เป็นการพยากรณ์อากาศโดยใช้ทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ของระบบลมฟ้าอากาศที่กำลังเกิดขึ้น เพื่อคาดหมายว่าในอนาคตระบบดังกล่าวจะเคลื่อนที่ไปอยู่ ณ ตำแหน่งใด วิธีใช้ได้ดีกับระบบลมฟ้าอากาศที่ไม่มีการเปลี่ยนความเร็ว ทิศทาง และความรุนแรง มักใช้วิธีนี้สำหรับการพยากรณ์ฝนในระยะเวลาไม่เกินครึ่งชั่วโมง
2) วิธีภูมิอากาศ เป็นการพยากรณ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากสถิติภูมิอากาศหลายๆ ปี วิธีนี้ใช้ได้ดีเมื่อลักษณะของลมฟ้าอากาศมีสภาพใกล้เคียงกับสภาวะปกติของช่วงฤดูกาลนั้น ๆ แต่มักจะไม่พบกรณีเช่นนี้ เนื่องจากสภาพลมฟ้าอากาศมีความซับซ้อนมากจนไม่มีเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกันอย่างแท้จริง วิธีนี้มักใช้สำหรับการพยากรณ์ระยะนาน

3) วิธีเชิงตัวเลข เป็นการใช้คอมพิวเตอร์คำนวณการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาวะของลมฟ้าอากาศ โดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลข (Numerical model)

การพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลขเป็นวิธีที่นิยมใช้ โดยวิธีนี้จะใช้คอมพิวเตอร์และแบบจำลองเชิงตัวเลขในการพยากรณ์ แบบจำลองเชิงตัวเลข (Numerical model) เป็นการใช้สมการทางคณิตศาสตร์อธิบายกระบวนการทางฟิสิกส์เกี่ยวกับบรรยากาศและพื้นโลกซึ่งมีความซับซ้อนสูงและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นแบบ Non-linear partial differential equation และไม่สามารถแก้สมการเหล่านี้เพื่อหาคำตอบที่แท้จริง (Exact solution) ที่จะบอกให้เราทราบถึงสภาวะในอนาคตของบรรยากาศได้ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการจำลองแบบเชิงตัวเลขเพื่อที่จะหาคำตอบโดยประมาณ (Approximate solution) จากแบบจำลองเชิงตัวเลขเหล่านี้ แบบจำลองประเภทนี้ไม่สามารถจำลองรายละเอียดได้ครบถ้วนตามกระบวนการธรรมชาติที่เกิดขึ้นจริงและต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะสูงเป็นพิเศษ (Super computer) เพื่อให้สามารถคำนวณการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศได้อย่างรวดเร็ว ทันกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ ในทางปฏิบัติจึงต้องใช้วิธีการพยากรณ์อากาศหลายวิธีร่วมกัน เพื่อให้ได้ผลการพยากรณ์ที่ถูกต้องแม่นยำที่สุดเท่าที่จะทำได้

แบบจำลองเชิงตัวเลขสำหรับการพยากรณ์อากาศที่มีการใช้งานอยู่เป็นจำนวนมากทั่วโลกนั้นต่างก็มีพื้นฐานอยู่บนระบบสมการหลักชุดเดียวกัน ซึ่งระบบสมการนี้ประกอบด้วยสมการต่าง ๆ คือ สมการของการเคลื่อนที่ (Equation of motion) สมการอุทกสถิต (Hydrostatic equation) สมการอุณหพล (thermodynamic equation) สมการความต่อเนื่อง (Continuity equation) สมการของสถานะ (Equation of state) และสมการไอน้ำ (Water vapor equation)

องค์ประกอบที่สำคัญของการพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองเชิง คือ พื้นที่และเวลา โดยมีการแบ่งระดับของข้อมูลสภาพอากาศ เพื่อจัดทำแบบจำลองคาดการณ์ (กนกศรี ศรินนภากร) ดังนี้

- การคาดการณ์ระดับท้องถิ่น: การเกิดฝน กลุ่มฝน แนวปะทะอากาศ โดยมีช่วงระยะเวลาคาดการณ์ในระดับวัน
- การคาดการณ์ระดับทวีป: อิทธิพล ผลกระทบของพายุต่อพื้นที่ โดยมีช่วงระยะเวลาคาดการณ์ในระดับสัปดาห์
- การคาดการณ์ลักษณะปรากฏการณ์ เอนิญโญ ลานิญญา ดัชนีอากาศที่บ่งชี้การเปลี่ยนฤดูกาล โดยมีช่วงระยะเวลาคาดการณ์ในระดับเดือนหรือปี

5. ขั้นตอนการพยากรณ์อากาศ

1) Discretization ในขั้นตอนแรกคือการสร้างค่าตัวแทนของตัวแปรของบรรยากาศด้วยตัวเลข ในขั้นตอนนี้เรียกว่า “Discretization” ในสภาวะเริ่มแรก (Initial State) ของ NWP ได้ข้อมูลจากการวัดตัวแปรจากการตรวจอากาศที่ ปกคลุมพื้นที่ภายในแบบจำลอง รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์ต่างๆ ในระบบการตรวจอากาศรวมทั้งข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่แลกเปลี่ยนระหว่างประเทศซึ่งใช้เป็นเครื่องช่วยในการปรับข้อมูล (Assimilation) สถานีตรวจอากาศที่กระจัดกระจายอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีระยะห่างกันไม่เท่ากัน จะถูกปรับเปลี่ยนเป็นตาราง กริดในแบบจำลองการพยากรณ์อากาศด้วยวิธี Interpolation ซึ่งวิธีนี้ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นในเงื่อนไขระยะเริ่มแรกของแบบจำลอง เพราะฐานของข้อมูลมิได้เป็นข้อมูลแท้จริงก่อนที่จะนำเข้าสู่แบบจำลอง ด้วยเหตุนี้หากมีจุดพิกัดกริดเพิ่มมากขึ้นความถูกต้องของแบบจำลองก็จะมีมากขึ้นด้วย (กองข่าวอากาศ กรมควบคุมการปฏิบัติการทางอากาศ ม.ป.ป.)
2) Optimal Interpolation (OI) คือขั้นตอนถ่วงน้ำหนักของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น ในบางพื้นที่ที่มีการตรวจอากาศชั้นบน ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากกว่าข้อมูลดาวเทียม ข้อมูลในพิกัดกริดจะถูกถ่วงน้ำหนักข้อมูลโดยการอ้างข้อมูลผลการตรวจอากาศชั้นบน Optimal Interpolation ทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดีขึ้นและทำให้ผลการพยากรณ์จากแบบจำลองมีผลใกล้เคียงกับสภาพอากาศที่เกิดขึ้นจริง แต่ยังคงมีข้อจำกัดอยู่โดยทั่วไปมีความต้องการที่จะทำให้ผลผลิตจาก Global Model มีรายละเอียดสูง แต่การได้มาซึ่งข้อมูลความละเอียดสูงมีอุปสรรคเกี่ยวกับความสามารถของคอมพิวเตอร์ไม่สามารถไม่สามารถประมวลผลได้ภายในระยะเวลาที่ต้องการ จึงได้มีการน้ำแบบจำลองในลักษณะเชิงซ้อน (Model Nesting) เข้ามาช่วยแก้ปัญหา โดยใช้แบบจำลองที่มีรายละเอียดสูงกว่าและครอบคลุมพื้นที่ที่มีขนาดเล็กกว่าซ้อนลงไปใน Global Model ซึ่งมีพื้นที่ใหญ่กว่า แบบจำลองที่ซ้อนอยู่ภายในจะรับค่าตัวแปรต่างๆ ของบรรยากาศอันเป็นเงื่อนไขที่อยู่ภายในบริเวณนั้นโดยอ้างอิงจากแบบจำลองที่ครอบคลุมพื้นที่ใหญ่กว่า
3) Parameterization คือ ขั้นตอนในการคำนวณที่รวมเอาผลกระทบที่เกิดขึ้นในกริดย่อย (Sub Grid Scale) โดยนำค่าตัวแปรภายในกริดนั้นมาประมวลผล
4) การหาค่าองค์ประกอบทางอุตุนิยมวิทยาอื่นๆ ที่ไม่ใช่ผลลัพธ์โดยตรงจากแบบจำลอง (Derivation of Specific Weather Parameters)
5) การแสดงผลการพยากรณ์ในรูปของแผนที่ แผนภูมิและตัวเลข

5.2.2 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การนำข้อมูลคาดการณ์สภาพภูมิอากาศระดับโลก (Global Climate Model: GCM) จากศูนย์ภูมิอากาศหรือศูนย์พยากรณ์อากาศมาใช้งานโดยตรงสำหรับการคาดการณ์ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งนั้นไม่เหมาะสมและมีความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากความถูกต้องของผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศระดับโลกโดยส่วนใหญ่ให้รายละเอียดเชิงพื้นที่ไม่มาก ดังนั้น จึงมีการใช้เทคนิคการย่อส่วน (Downscale) เพื่อเพิ่มความถูกต้องของการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต เทคนิควิธีการย่อส่วนแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ

1) การย่อส่วนโดยวิธีทางพลวัตร (Dynamical downscaling) เทคนิคนี้สามารถกำหนดรายละเอียดบริเวณพื้นที่ดินที่มีผลต่อการคาดการณ์ภูมิอากาศในระดับพื้นที่ได้ละเอียดมากยิ่งขึ้น มีการนำตัวแปรทางฟิสิกส์หลายตัวมาพิจารณา การตั้งค่าแบบจำลองสำหรับพื้นที่ที่แตกต่างกันสามารถทำได้โดยสะดวก อย่างไรก็ตาม เทคนิคนี้มีข้อจำกัดคือต้องใช้ข้อมูลเริ่มต้น (Initial) และ เงื่อนไขขอบเขต (Boundary condition) ที่ได้มาจากแบบจำลอง GCM ผู้ใช้ต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญในการใช้เทคนิคประมาณค่าตัวแปร ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์สรรถนะสูงในการประมวลผลและเก็บข้อมูล ซึ่งต้องอาศัยเงินลงทุนจำนวนมหาศาล ดังนั้นจึงเป็นอุปสรรคต่อประเทศกำลังพัฒนาในการลงทุนด้านนี้
   - High resolution and variable resolution AGCMs
   - Regional Climate Model (RCM)
2) การย่อส่วนโดยวิธีการทางสถิติ (Statistical downscaling) เป็นวิธีที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าวิธีทางพลวัตร และไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์สมรรรถนะสูง หลักการของวิธีนี้คือการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการหมุนเวียนที่เกิดขึ้นในขอบเขตใหญ่ (Large-scale circulation) กล่าวคือ ในระดับโลก และภูมิอากาศท้องถิ่น (Local climates) ในการกำหนดค่าต่างๆ ในแบบจำลองเพื่อให้สามารถแปลงค่าผิดปกติ (Anomalies) ที่เกิดขึ้นในระดับโลกมายังระดับพื้นที่บริเวณใดบริเวณหนึ่ง (von Storch 1995) วิธีนี้ต้องอาศัยช่วงข้อมูลที่ยาวนานเพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีความน่าเชื่อถือ มักนำตัวแปรจำนวนไม่มากมาใช้ในการพัฒนาความสัมพันธ์จึงไม่สามารถสะท้อนกระบวนการที่เกิดขึ้นจริงได้อย่างถูกต้อง และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้ได้เฉพาะพื้นที่เท่านั้น
   - Weather generator เช่น Markov chain, spell length
   - Transfer functions เช่น Linear regression, piecewise interpolation, artificial neural network
   - Weather typing เช่น Analouge, classification and tree analysis

3) การผสมกันจากทั้งวิธีสถิติและพลวัตร (Statistical and dynamic downscaling)

สำหรับการการพยากรณ์อากาศในระดับพื้นที่จะใช้แบบจำลองการพยากรณ์อากาศเฉพาะพื้นที่ (limited area model - LAM) ซึ่งความละเอียดสูงกว่าแบบจำลองที่ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก และให้ผลการพยากรณ์ที่มีคความน่าเชื่อถือสำหรับช่วงเวลาที่ไม่เกิน 2-3 วัน แต่ถ้าระยะเวลาในการพยากรณ์นานยิ่งขึ้น เช่น การพยากรณ์รายฤดูกาล แบบจำลองเหล่านี้จะให้ผลการพยากรณ์ที่ไม่ค่อยถูกต้องนัก ทั้งนี้เพราะสิ่งที่เกิดขึ้นนอกบริเวณที่กำหนดไว้สำหรับการพยากรณ์ จะมีอิทธิพลต่อลมฟ้าอากาศในบริเวณดังกล่าวด้วย ซึ่งยิ่งช่วงเวลาการพยากรร์ยิ่งนานออกไป อิทธิพลภายนอกก็จะยิ่งเพิ่มขึ้นตามลำดับ สภาวะอากาศปัจจุบันหรือสภาวะเริ่มแรก (initial condition) ของบรรยากาศ ณ แต่ละจุดพิกัดที่กำหนดไว้ในแบบจำลองเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อความถูกต้องของแบบจำลอง ดังนั้น การพัฒนาความถูกต้องของการพยากรณ์โดยเฉพาะรายฤดูกาลจึงยังเป็นงานที่มีความจำเป็นต้องศึกษาวิจัยเพื่อให้สามารถนำข้อมูลใช้งานทั้งด้านการวางแผนและงานปฏิบัติการป้องกันภัยพิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 การผลักดันสู่การนำไปใช้งาน

5.3.1 บทบาทของภาครัฐ

- ขับเคลื่อนให้มีดำเนินงานตามยุทธศาสตร์ชาติและยุทธศาสตร์ของกรมอุตุนิยมวิทยาให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้
- สร้างความร่วมมือกับศูนย์พยากรณ์หรือหน่วยงานวิจัยในต่างประเทศหรือเข้าร่วมเป็นประเทศพันธมิตร
- เพิ่มศักยภาพด้านการพยากรณ์โดยจัดสรรงบประมาณและแผนการลงทุนในการพัฒนาระบบการพยากรณ์ให้มีความต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ
- ส่งเสริมให้มีงานวิจัยด้านการพยากรณ์และนำข้อมูลจากการพยากรณ์ไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนและการเตือนภัย
- ส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพบุคลากรและนักวิจัยด้านการพยากรณ์อากาศ

5.3.2 บทบาทของหน่วยงานวิจัย

- ศึกษาและติดตามความก้าวหน้าในงานวิจัยด้านการพยากรณ์อากาศ
- ร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐเพื่อพัฒนาข้อมูลการพยากรณ์ให้สอดคล้องกับความต้องการนำไปใช้งาน
- พัฒนาเทคนิคการปรับปรุงคุณภาพการพยากรณ์ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

5.4 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.4.1 สรุปผลการศึกษา

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและสภาพอากาศเป็นข้อมูลที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการวางแผนบริหารจัดการด้านน้ำและการป้องกันภัยพิบัติซึ่งมีแนวโน้มเกิดบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้น การพยากรณ์สภาพภูมิอากาศและสภาพอากาศจึงจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับงานวางแผนและปฏิบัติการ เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและประชาชนนำข้อมูลการคาดการณ์ไปใช้ประโยชน์ในการเตรียมตัวรับสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสมและทันท่วงที ศูนย์พยากรณ์อากาศและหน่วยงานวิจัยชั้นน้ำในหลายประเทศโดยเฉพาะในยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ได้พัฒนาแบบจำลองและข้อมูลการพยากรณ์ออกมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งข้อมูลการพยากรณ์ในระยะสั้นมักมีความน่าเชื่อถือสูง แต่สำหรับการพยากรณ์ในระยะยาวโดยเฉพาะในเขตร้อนยังมีความคลาดเคลื่อนสูง จึงเป็นประเด็นที่ต้องนำมาศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการพยากรณ์ให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

ระบบการพยากรณ์อากาศต้องอาศัยเงินลงทุนสูง ทั้งในด้านโครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ที่ต้องเป็นคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง ด้านการจัดเก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ด้านการพัฒนาความรู้ความเชี่ยวชาญของบุคลากร เหตุผลเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อลงทุนในระบบพยากรณ์อากาศของประเทศไทย ดังนั้น จึงควรใช้การศึกษาวิจัยมาช่วยสนับสนุนและพัฒนาข้อมูลที่เข้าถึงได้จากศูนย์พยากรณ์อากาศนานาชาติให้มีความถูกต้องและมีศักยภาพสำหรับงานปฏิบัติการในประเทศไทยมากขึ้น เช่น การคัดเลือกแหล่งข้อมูลเพื่อนำมาสร้างข้อมูลแบบรวมชุด (Ensemble) การกำหนดสภาวะเริ่มแรก (Initial condition) เทคนิคการปรับข้อมูล (Data assimilation) เทคนิคการย่อส่วน (Downscaling)

5.4.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานระดับนานาชาติเพื่อให้ได้รับอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัยที่นำไปสู่งานปฏิบัติการได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิจัยคู่ขนานกับโครงการ S2S ในระยะถัดที่มีแผนการริเริ่มโครงการในระดับภูมิภาคเพื่อประเมินประโยชน์ที่ได้จากการใช้ข้อมูลการพยากรณ์กึ่งฤดูกาล
2) ควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของชุดข้อมูลต่อความถูกต้องของการพยากรณ์ หรือพิจารณาเพิ่มจำนวนชุดข้อมูลในแบบจำลองโดยเฉพาะชุดข้อมูลที่เข้าถึงได้แต่ยังมีการศึกษาจำกัดในประเทศไทย เช่น MRI หรือ NCEP
3) พัฒนาวิธีการกำหนดสภาวะเริ่มแรก (Initial condition) ซึ่งมีหลายงานวิจัยชี้ว่าเป็นปัจจัยที่มีผลอย่างมากต่อความความแม่นยำและความไม่แน่นอนของผลการพยากรณ์ ซึ่งหากมีการพยากรณ์โดยใช้เงื่อนไขเริ่มต้นที่แตกต่างหลายแบบมากขึ้น (Ensemble Forecasts) จะสามารถช่วยลดความไม่แน่นอนจากผลการพยากรณ์ได้

4) พัฒนาเทคนิคการปรับข้อมูล (Data assimilation) และเทคนิคการย่อส่วน (Downscaling) ทั้งแบบสถิติและแบบพลวัตร

5) พิจารณาการนำข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เข้ามาใช้ร่วมกับการพยากรณ์สามารถช่วยเพิ่มความถูกต้องของการพยากรณ์

6) ควรมีการวิจัยพัฒนา ทั้งด้านเทคนิค และบุคลากร เพื่อรองรับการทำนายสภาพอากาศที่ยาวมากขึ้นถึงระดับเชิงฤดูกาลเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำ ลดความสูญเสียจากพิบัติภัยทางน้ำและยังเป็นการพัฒนาต่อเนื่องจากงานในระยะที่ 1 ของโครงการเข็มมุ่งฯ ที่มีการพัฒนาระบบการทำนายอากาศล่วงหน้า 72 ชม และ 14 วัน

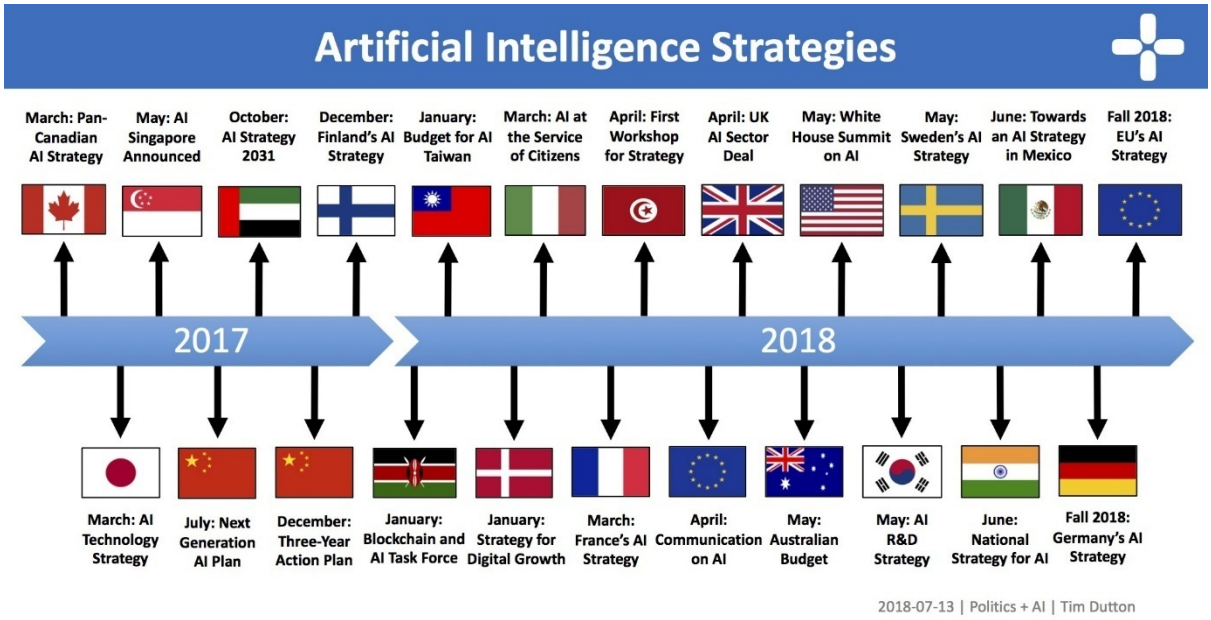
บทที่ 6
การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Data analytic: AI)

6.1 ทบทวนนโยบายและแผนงานวิจัยระดับนานาชาติ

ในช่วงประมาณ 5 ปีที่ผ่านมา หลายๆ ประเทศได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์มากขึ้น การศึกษาและทบทวนนโยบายและแผนงานของประเทศผู้นำด้านปัญญาประดิษฐ์ซึ่งมุ่งเน้นในประเด็นที่แตกต่าง (รูปที่ 6-1) จึงเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานและผลักดันการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในงานด้านน้ำ ในบทนี้จึงมุ่งเน้นการเสนอนโยบายและแผนงานสำคัญของประเทศผู้นำด้านปัญญาประดิษฐ์ได้แก่ สหรัฐอเมริกาและจีน รวมถึงทบทวนนโยบายของประเทศอื่นๆ ที่มีแนวทางการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์อย่างชัดเจน

ข้อมูลปี 2017 จากเว็บไซต์ https://medium.com ระบุว่ามีไม่ต่ำกว่า 25 ประเทศทั่วโลกที่ประกาศหรือแสดงท่าทีชัดเจนที่จะกำหนดแผนยุทธศาสตร์แห่งชาติด้านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์อย่างจริงจังและได้ปักหมุด 25 ประเทศผู้นำบนแผนที่ปัญญาประดิษฐ์ ซึ่ง 25 ประเทศดังกล่าว ประกอบด้วย ออสเตรเลีย แคนาดา จีน เดนมาร์ก สหภาพยุโรป ฟินแลนด์ ฝรั่งเศส เยอรมนี อินเดีย ญี่ปุ่น สิงคโปร์ เกาหลีใต้ สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ อังกฤษ อิตาลี เคนยา นิวซีแลนด์ กลุ่มประเทศนอร์ดิก/บอลติก เม็กซิโก สวีเดน ไต้หวัน ตูนิเซีย มาเลเซีย โปแลนด์ และรัสเซีย ข้อมูลปี 2019 ระบุว่าจำนวนประเทศที่บรรจุเรื่องปัญญาประดิษฐ์ไว้ในวาระระดับชาติเพิ่มขึ้นเป็น 28 ประเทศ จากรายชื่อประเทศข้างต้นจะเห็นว่าประเทศผู้นำด้านปัญญาประดิษฐ์นั้น ส่วนใหญ่เป็นผู้นำทางเศรษฐกิจของโลกและของเอเชีย แต่เป็นที่น่าสนใจว่ามีประเทศจากทวีปแอฟริกา เช่น ตูนิเซีย และเคนยา ที่รัฐบาลให้ความสำคัญกับการจัดทำแผนยุทธศาสตร์ด้านนี้เช่นกัน ประเทศไทยเองก็มีนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งรัฐบาลต้องให้ความสำคัญกับการลงทุนสนับสนุนให้ประเทศไทย มีศักยภาพในการวิจัยและพัฒนา เพื่อสร้างทักษะ และเทคโนโลยีหลักที่เป็นจุดแข็งของประเทศไทย แทนการพึ่งพาหรือซื้อเทคโนโลยีเข้ามาใช้งาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแข่งขัน ความเคลื่อนไหวในการผลักดันยุทธศาสตร์ของประเทศไทยเริ่มจากแผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย ระยะ 3 ปี (พ.ศ.2559-2561)และขยายมาสู่ปัญญาประดิษฐ์อย่างเป็นรูปธรรมในปี 2562 ที่มีการเสนอมาตรการพัฒนาและส่งเสริมนวัตกรรมปัญญาประดิษฐ์ (AI) ให้เป็นวาระแห่งชาติ (https://www.thansettakij.com/content/378531)

ในส่วนแรกของบทนี้ จะนำเสนอแนวคิดด้านปัญญาประดิษฐ์ในระดับนานาชาติ และทบทวนนโยบายของแต่ละประเทศผู้นำด้านปัญญาประดิษฐ์ และสถานการณ์ของประเทศไทย



รูปที่ 6-1 กลยุทธ์ด้านปัญญาประดิษฐ์ของประเทศต่างๆ (Dutton 2018)

6.1.1 องค์กรระหว่างประเทศ

องค์กรหรือหน่วยงานระหว่างประเทศที่มีบทบาทสำคัญในระดับนานาชาติและได้มีการกำหนดกรอบการพัฒนาด้านปัญญาประดิษฐ์ ได้แก่ องค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN) และองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) ซึ่งกรอบหลักการพัฒนาด้านปัญญาประดิษฐ์ของแต่ละองค์กรสรุปได้ดังนี้

1. องค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN)

องค์การสหประชาชาติเล็งเห็นว่าปัญญาประดิษฐ์จะเป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในหลายๆ ด้าน และสามารถช่วยสนับสนุนการผลักดันให้เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนประสบผลสำเร็จได้ จึงได้มีการจัดตั้ง United Nations Interregional Crime and Justice Research Institute (UNICRI) และเริ่มโครงการปัญญาประดิษฐ์และหุ่นยนต์ในปี 2015 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์และความเสี่ยงของปัญญาประดิษฐ์และหุ่นยนต์ผ่านการพัฒนาความร่วมมือ การรวบรวมและเผยแพร่ความรู้ การสร้างความตระหนัก และกิจกรรมการเข้าถึงผู้ที่เกี่ยวข้อง ผลที่ได้จากการจัดตั้ง UNICRI คือ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งรวมทั้งผู้กำหนดนโยบาย ผู้แทนจากหน่วยงานราชการ มีความรู้ความเข้าใจที่ดีขึ้นเกี่ยวกับประโยชน์และความเสี่ยงที่เกิดจากปัญญาประดิษฐ์ และสามารถหารือแนวทางแก้ไขเกี่ยวกับความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม กรอบแนวทางการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ที่องค์การสหประชาชาติแนะนำมีดังนี้

1) จัดตั้งและจัดการกลไกความร่วมมือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักขององค์การสหประชาชาติ และองค์กรระหว่างประเทศอื่นๆ

2) พัฒนาข้อตกลงร่วมกันเกี่ยวกับหลักการและมาตรฐานในกลุ่มประเทศสมาชิกผ่านการประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อสร้างความเชื่อใจและความมั่นใจแก่ผู้ใช้งานข้อมูล
3) จัดตั้งและใช้งานกลไกผู้มีส่วนได้ส่วนเสียระดับภูมิภาค
4) เคลื่อนย้ายทรัพยากรเพื่อการพัฒนาศักยภาพของประเทศที่มีความก้าวหน้าน้อย
5) เพิ่มความสามารถภายในประเทศในการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่

2. องค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD)

หลักการพัฒนาด้านปัญญาประดิษฐ์ของ OECD (OECD AI Principles) เป็นหลักการแรกที่มีการลงนามโดยหน่วยงานระดับรัฐบาลของประเทศสมาชิกและมีบางประเทศที่ไม่ได้เป็นสมาชิก ได้แก่ อาร์เจนติน่า บราซิล โคลอมเบีย คอสตาริก้า เปรู และ โรมาเนีย นำหลักการของ OECD ไปปฏิบัติด้วย หลักการพัฒนาด้านปัญญาประดิษฐ์ของ OECD ที่พัฒนาขึ้นโดยกลุ่มผู้แทนรัฐบาล ผู้นำภาคเศรษฐกิจและสังคม และนักวิชาการ (รายชื่อแสดงดังภาคผนวก ก) แนะนำองค์ประกอบ 5 ข้อ ดังนี้

1) ปัญญาประดิษฐ์ควรให้ประโยชน์ต่อประชาชนและโลก โดยขับเคลื่อนการเจริญเติบโต การพัฒนาอย่าง และความเป็นอยู่ที่ดี
2) ระบบปัญญาประดิษฐ์ควรถูกออกแบบให้เป็นไปตามข้อบังคับของกฎหมาย สิทธิมนุษยชน คุณค่าทางประชาธิปไตยและความหลากหลาย และความเท่าเทียมกันในสังคม
3) ระบบปัญญาประดิษฐ์ควรมีความโปร่งในและมีความรับผิดชอบในการเปิดเผยข้อมูล
4) ระบบปัญญาประดิษฐ์ต้องมีการทำงานที่มีเสถียรภาพ ปลอดภัย และมั่นคง ตลอดอายุการใช้งาน และควรมีการประเมินและจัดการความเสี่ยงอย่างต่อเนื่อง
5) หน่วยงานหรือบุคลคลผู้พัฒนาปัญญาประดิษฐ์ นำปัญญาประดิษฐ์ไปใช้งาน หรือปฏิบัติงานเกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์ควรมีความรับผิดชอบตามหลักการข้างต้น

6.1.2 สหรัฐอเมริกา

สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีข้อมูลขนาดใหญ่และมีการใช้ปัญญาประดิษฐ์มากที่สุดในโลก เมื่อพิจารณาจากจำนวนบริษัทด้านปัญญาประดิษฐ์และบุคลกรที่มีความสามารถในวิจัยและเทคโนโลยี (Talent pool) (Faggella 2019) นโยบายและแผนงานของสหรัฐอเมริกาที่เกี่ยวข้องกับปัญญาประดิษฐ์ที่สำคัญ ได้แก่

1. Preparing for the Future of Artificial Intelligence (National Science and Technology Council Committee on Technology 2016) ครอบคลุมข้อเสนอแนะ

เกี่ยวกับข้อบังคับกฎหมายด้านปัญญาประดิษฐ์ การพัฒนาและวิจัย เครื่องจักรอัตโนมัติ จริยธรรม และความเท่าเทียม และความมั่นคง

2. The NationalArtificial Intelligence Research and Development Strategic Plan (National Science and Technology Council Networking and Information Technology Research and Development Subcommittee 2016) กำหนดกรอบแผนกลยุทธ์สำหรับการวิจัยและพัฒนาด้านปัญญาประดิษฐ์จากกองทุนสาธารณะ
3. Artificial Intelligence, Automation, and the Economy (Executive Office of the President) ให้รายละเอียดเกี่ยวกับผลกระทบจากเครื่องจักรอัตโนมัติและนโยบายที่จำเป็นในการเพิ่มประโยชน์ของปัญญาประดิษฐ์และลดต้นทุน

ในการขับเคลื่อนกลยุทธ์ รัฐบาลสหรัฐอเมริกามีคณะกรรมการด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อให้คำแนะนำแก่ทำเนียบขาวเกี่ยวกับลำดับความสำคัญของงานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ และพัฒนาความร่วมมือระหว่างภาคอุตสาหกรรมและการศึกษา รัฐบาลสหรัฐอเมริกายังมุ่งมั่นจะล้มเลิกข้อบังคับต่างๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อนวัตกรรมเพื่อให้บริษัทอเมริกันมีความยืดหยุ่นต่อการสร้างนวัตกรรมและการเจริญเติบโต งบประมาณที่รัฐบาลลงทุนในงานพัฒนาและวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์รวมทั้งเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้นมากกว่า 4% ตั้งแต่ปี 2015

6.1.3 แคนาดา

แคนาดาเป็นประเทศแรกที่ประกาศยุทธศาสตร์ชาติด้านปัญญาประดิษฐ์ Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy ซึ่งมีระยะเวลา 5 ปี และมีการจัดสรรงบประมาณสนับสนุนการลงทุนพัฒนาความสามารถและงานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ในปี 2017 โดยมุ่งเน้นการบรรลุเป้าหมาย 4 ประการ ได้แก่

1. การเพิ่มจำนวนบัณฑิตและนักวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์
2. การจัดตั้งกลุ่มผู้นำความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ ใน 3 เมือง ได้แก่ Edmonton, Toronto และ Montreal
3. การพัฒนาความเป็นผู้นำด้านเศรษฐกิจ จริยธรรม นโยบาย และข้อบ่งชี้ทางกฎหมายของปัญญาประดิษฐ์
4. การสนับสนุนกลุ่มนักวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ในประเทศ โดยมีสถาบันเพื่อการวิจัยขั้นสูงของแคนาดาเป็นผู้นำ

ยุทธศาสตร์ด้านปัญญาประดิษฐ์ของแคนาดามีความแตกต่างจากประเทศอื่น เนื่องจากเป็นยุทธศาสตร์ที่เน้นการมุ่งสู่ความเป็นผู้นำด้านงานวิจัยและการพัฒนาความสามารถเฉพาะทาง ไม่ได้มุ่งเน้น

การลงทุนเชิงพาณิชย์ การขับเคลื่อนนโยบายด้านปัญญาประดิษฐ์นำโดย Canadian Institute for Advanced Research ซึ่งร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับรัฐบาลและสถาบันปัญญาประดิษฐ์ที่จัดตั้งใหม่อีก 3 แห่ง ในเมืองต่างๆ ได้แก่ Alberta Machine Intelligence Institute (AMII) ในเมือง Edmonton, Vector Institute ในเมือง Toronto และ MILA ในเมือง Montreal

6.1.4 สหราชอาณาจักร

รัฐบาลสหราชอาณาจักรได้เผยแพร่ AI Sector Deal ในปี 2018 ซึ่งวางเป้าหมายให้สหราชอาณาจักเป็นผู้นำระดับโลกด้านปัญญาประดิษฐ์โดยการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้เป็นกลยุทธ์ในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ร่วมกับภาคเอกชน ที่ครอบคลุมการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐและเอกชน ปัจจุบันสหราชอาณาจักรได้รับเงินลงทุนเพื่อการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์จากภาคเอกชนมากกว่า 300 ล้านปอนด์จากองค์กรด้านเทคโนโลยีทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น การพัฒนา Alan Turing Institute การสร้างความร่วมมือด้านปัญญาประดิษฐ์ภายใต้ชื่อ “Turing Fellowships” เป็นต้น ตลอดจนได้มีการเปิดตัวศูนย์จริยธรรมและนวัตกรรมด้านข้อมูลขึ้น ในปี 2018 ซึ่งเป็นโครงการสำคัญของรัฐบาลที่ต้องการผลักดันให้ประเทศเป็นผู้นด้านการกำกับดูแลจริยธรรมด้านปัญญาประดิษฐ์ของโลก มีรายงานข้อเสนอแนะต่อรัฐบาลให้พิจารณาทบทวนการผูกขาดข้อมูลโดยบริษัทด้านเทคโนโลยี การจูงใจเพื่อพัฒนาแนวทางใหม่ๆ เพื่อตรวจสอบชุดข้อมูลและการสร้างการเติบโตของกองทุนสำหรับธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่ดำเนินธุรกิจปัญญาประดิษฐ์

6.1.5 ฝรั่งเศส

รัฐบาลได้จัดสรรงบประมาณ 1.5 พันล้านยูโรในการนำประเทศฝรั่งเศสสู่ผู้นำระดับโลกด้านงานวิจัยปัญญาประดิษฐ์ การฝึกอบรม และอุตสาหกรรม แผนงานด้านปัญญาประดิษฐ์ถูกพัฒนาจาก For a Meaningful Artificial Intelligence: Towards a French and European Strategy ซึ่งได้เสนอกรอบนโยบายและโครงการต่างๆ หลายโครงการแต่รัฐบาลเพื่อนำไปพิจารณา แผนงานประกอบด้วย 4 เรื่องหลัก ได้แก่

1. การสร้างเครือข่ายสถาบันวิจัยทั่วประเทศฝรั่งเศสภายใต้ National Artificial Intelligence Programme
2. การกำหนดนโยบายการเปิดเผยข้อมูลเพื่อสนับสนุนการนำข้อมูลไปสนับสนุนการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ในภาคส่วนที่มีศักยภาพอยู่แล้ว
3. การกำหนดข้อบังคับและกรอบการทำงานด้านการเงินเพื่อสนับสนุนการพัฒนาการเป็นผู้นำด้านปัญญาประดิษฐ์ภายในประเทศ
4. การกำหนดข้อบังคับเกี่ยวกับจริยธรรมเพื่อให้การใช้งานและพัฒนาปัญญาประดิษฐ์เป็นไปอย่างโปร่งใส สามารถอธิบายได้ และไม่มีการแบ่งแยก

6.1.6 เยอรมนี

รัฐบาลเยอรมนีต้องการเสริมสร้างความแข็งแกร่งและขยายงานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ทั้งภายในประเทศและในยุโรป และต้องการมุ่งเน้นการผลักดันการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในภาคเอกชน แนวการดำเนินการเพื่อผลักดันยุทธศาสตร์ด้านปัญญาประดิษฐ์ คือ การจัดตั้งศูนย์วิจัยแห่งใหม่ การสร้างเครือข่ายความร่วมมือในงานวิจัย การสนับสนุนทุนวิจัยแบบรวมกลุ่มในระดับภูมิภาค การสนับสนุนธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม รวมถึงธุรกิจใหม่ (Start-ups) การดึงดูดผู้มีความสามารถจากนานาประเทศเข้ามาทำงาน การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการให้บริการภาครัฐ การทำให้ข้อมูลสาธารณะเข้าถึงได้สะดวกยิ่งขึ้น และการส่งเสริมด้านความโปร่งใสและจริยธรรมในปัญญาประดิษฐ์

คณะรัฐมนตรีของเยอรมนีได้ประกาศกลยุทธ์ด้านปัญญาประดิษฐ์ระยะสั้น ภายใต้แนวคิด “AI made inGermany” ที่ต้องการให้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ผลิตในเยอรมนีเป็นเครื่องหมายคุณภาพที่ได้รับการยอมรับทั่วโลก โดยมีกลยุทธ์ดังนี้

1. ส่งเสริมงานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ของประเทศและสหภาพยุโรปให้มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ในภาคเอกชนเพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมด้านปัญญาประดิษฐ์
2. จัดตั้งศูนย์วิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาความร่วมมือระหว่างเยอรมนีและฝรั่งเศส
3. ส่งเสริมการระดมทุนในภูมิภาคเพื่อสนับสนุนผู้ประกอบการ SMEs และ Start-up
4. ส่งเสริมให้ผู้มีความสามารถด้านปัญญาประดิษฐ์(Talent) จากทั่วโลก
5. นำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการพัฒนาบริการภาครัฐ และสนับสนุนการเข้าถึงข้อมูลสาธารณะ
6. ส่งเสริมการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ที่มีจริยธรรมและมีความโปร่งใส

รัฐบาลเยอรมันได้ร่วมกับนักวิชาการและผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมเพื่อนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาใช้ส่งเสริมภาคการส่งออก นอกจากนี้ยังได้จัดตั้งคณะกรรมการเพื่อทำการศึกษาถึงผลกระทบของปัญญาประดิษฐ์ต่อสังคมด้วย

6.1.7 เดนมาร์ก

เดนมาร์กไม่มีการกำหนดกลยุทธ์ด้านการพัฒนา AI เป็นการเฉพาะ แต่มี Strategy for Denmark’s Digital Growth ซึ่งประกาศใช้ในปี 2018 เพื่อก้าวสู่ความเป็นผู้นำในการปฏิวัติในยุคดิจิตอล และสร้างความมั่งคั่งแก่ประชาชนชาวเดนมาร์ก Strategy for Denmark’s Digital Growth ไม่ได้มุ่งเน้นด้านปัญญาประดิษฐ์เพียงอย่างเดียวแต่ครอบคลุมถึงข้อมูลขนาดใหญ่ และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย โดยได้มีการจัดสรรงบประมาณอย่างเพียงพออย่างต่อเนื่องถึงปี 2025
เป้าหมายของกลยุทธ์มี 3 ประการ ได้แก่

1. สร้างให้ภาคธุรกิจของเดนมาร์กใช้เทคโลยีดิจิตอลได้ดีที่สุด
2. เป็นประเทศที่ดีที่สุดที่เอื้ออำนวยต่อการเปลี่ยนแปลงของธุรกิจในยุคดิจิตอล
3. สร้างทักษะด้านดิจิตอลแก่ชาวเดนมาร์กให้มีความสามารถในการแข่งขัน

นอกจากนี้ รัฐบาลเดนมาร์กได้ขับเคลื่อนกลยุทธ์ดังกล่าวด้วยการจัดทำโครงการ 38 โครงการ เช่น Digital Hub Denmark (คลัสเตอร์ภาครัฐและเอกชนสำหรับเทคโนโลยีดิจิทัล) SME: Digital (โครงการที่มีการประสานงานเพื่อสนับสนุนการแปลงดิจิทัลของ SMEs เดนมาร์ก) Pact Technology (โครงการทั่วประเทศเพื่อส่งเสริมทักษะดิจิทัล) รวมทั้งได้ประกาศเจตนารมย์ในการเปิดเผยข้อมูลของรัฐเพิ่มเติมโดยกำหนดใช้มีการทดลองใน Sandbox ก่อน

6.1.8 จีน

จีนเป็นประเทศที่มีข้อมูลขนาดใหญ่และมีการใช้ปัญญาประดิษฐ์มากเป็นลำดับสองรองจากสหรัฐอเมริกาเมื่อพิจารณาจากจำนวนบริษัทด้านปัญญาประดิษฐ์และบุคลการที่มีความสามารถในวิจัยและเทคโนโลยี (Faggella 2019) การขยายตัวของปัญญาประดิษฐ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในจีนเกิดจากการสนับสนุนของรัฐบาล ดังนี้

ในปี 2016 รัฐบาลจีนมีความมุ่งมั่นอย่างชัดเจนในการสนับสนุนการลงทุนและพัฒนาปัญญาประดิษฐ์เพื่อความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ ตามแนวทาง Three-Year Guidance for Internet Plus Artificial Intelligence Plan (2016-2018)

ในปี 2017 รัฐบาลกลางจีนประกาศใช้ New Generation Artificial Intelligence Development Plan ซึ่งมีลักษณะเป็นแผนแม่บทที่ระบุรายละเอียดการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์การลงทุนระดับชาติมูลค่า 150 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในอุตสาหกรรมปัญญาประดิษฐ์ โดยมีเป้าหมายในการเป็นผู้นำด้านปัญญาประดิษฐ์ในปี 2030

ในระยะถัดมา รัฐบาลกลางจีนได้กำหนด Three-Year Action Plan for Promoting Development of a New Generation Artificial Intelligence Industry (2018–2020) ซึ่งเป็นการดำเนินการต่อเนื่องจากปีที่ผ่านๆ มา และกำหนดอุตสาหกรรมเป้าหมายและเทคโนโลยีและแผนปฏิบัติงานไว้ด้วย เช่น อากาศยานไร้คนขับ (Drone) เซ็นเซอร์ ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่เข้าถึงได้โดยสาธารณะ (Open source platform)

หน่วยงานราชการระดับท้องถิ่นมีความกระตือรือร้นในการให้ความร่วมมือผลักดันการดำเนินงานตามนโยบาย มีหลายมณฑลที่มีการให้ทุนวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งรวมถึงกวางโจว ที่มีการจัดตั้งสถาบันนานาชาติด้านปัญญาประดิษฐ์ (International Institute of AI) ขึ้นด้วย แผนงานด้านปัญญาประดิษฐ์ของประเทศจีนสรุปได้ดังตารางที่ 6-1

ตารางที่ 6-1 แผนงานด้านปัญญาประดิษฐ์ของประเทศจีน (Faggella 2019)

Plan	Description	Key Elements	Importance
13th Five Year Plan for Developing National Strategic and Emerging Industries (2016-2020) [“十三五”国家战略性新兴产业发展规划]	A State Council policy document which specifies implementation measures for the 13th Five-Year Plan, focused on strategic industries	Highlighted development of AI as 6th among 69 major tasks[a] for the central government to pursue; Identified five agencies responsible for developing central government policies in AI in the next five years	Links AI to the current Five Year Plan through this guiding plan
“Internet Plus” and AI Three-Year Implementation Plan (2016-2018) [“互联网+”人工智能三年行动实施方案]	Jointly issued by the National Development and Reform Commission (NDRC)[b], the MoST, MIIT, and the Cyberspace Administration of China	Established a goal to grow the scale of the AI industry’s market size to the “hundreds of billions” (RMB)	Connects AI development to highly touted “Internet Plus” policy which aims to catapult China to becoming a digital powerhouse
Robotics Industry Development Plan (2016-2020) [机器人产业发展计划]	Plan to develop robotics industry released by the NDRC, the MIIT, and the Ministry of Finance (MOF)	Set specific targets for advancing the robotics industry; the second of two development plans containing a focus on AI released by central agencies with a policy planning mandate	Sets goal of manufacturing 100,000 industrial robots annually by 2020, making China the world’s leading robot-maker
“Artificial Intelligence 2.0” [人工智能2.0]	Proposal by Chinese Academy of Engineering added to a list of 15 “Sci-Tech Innovation 2030 – Megaprojects”[c]	Megaprojects were proposed and finalized in 2016 with the release of the “13th Five-Year Plan for National Science and Technology Innovation” but AI was added in Feb. 2017	Demonstrates how AI was elevated to the level of a megaproject only recently
Three-Year Action Plan for Promoting Development of a New Generation Artificial Intelligence Industry (2018-2020)	MIIT action plan for implementing tasks related to State Council’s AI Plan and “Made in China 2025”	Sets out specific benchmarks for 2020 in a range of AI products and services, including smart, inter-connected cars, and intelligent service robots	Shows government’s strong guiding role in developing the AI industry (convened top 30 companies to develop indicators)

นอกจากนโยบายที่ชัดเจนของรัฐบาลกลางแล้ว ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้จีนมีการพัฒนาด้านปัญญาประดิษฐ์อย่างรวดเร็ว คือ ความร่วมมือระหว่างหลายภาคส่วน ทั้งรัฐบาลกลางจีน ภาคเอกชน นักลงทุน และนักวิชาการ ซึ่งทุกภาคส่วนมีเป้าหมายเดียวกันในการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ การเชื่อมโยงกันอย่างทั่วถึงด้วยเครือข่ายมือถือและอินเทอร์เน็ตส่งผลให้มีข้อมูลดิจิตอลมหาศาลซึ่งเป็นข้อมูลขนาดใหญ่ที่นำมาวิเคราะห์และใช้พัฒนาปัญญาประดิษฐ์ได้เป็นอย่างดี นโยบายความปลอดภัยของข้อมูลค่อนข้างยืดหยุ่นจึงสามารถเข้าถึงข้อมูลภายในประเทศได้ง่าย แต่จำกัดการเผยแพร่ข้อมูลไปยังนอก

ประเทศและแพลตฟอร์มอื่นๆ ที่รัฐบาลกลางไม่อนุญาต เช่น Facebook และ Google ปัจจัยนี้นับเป็นอีกปัจจัยที่ส่งเสริมให้มีการลงทุนด้านเทคโนโลยีภายในประเทศและขยายไปยังภายนอกประเทศได้

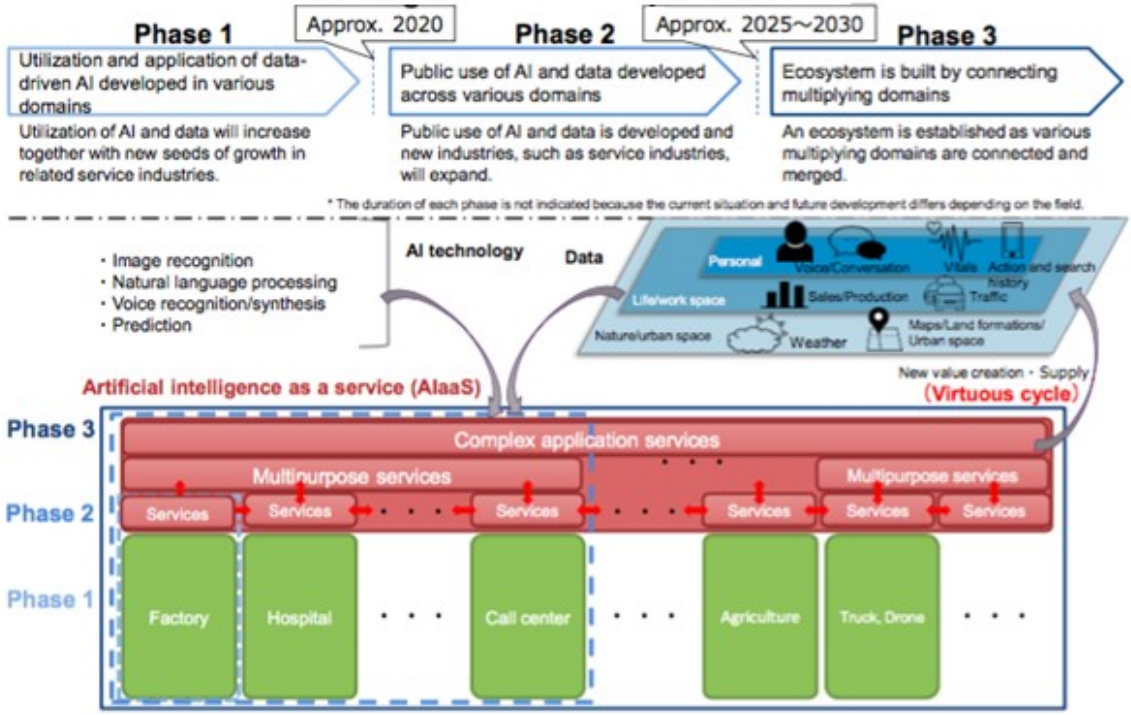
แม้ว่าจีนจะมีทิศทางการผลักดันการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์อย่างชัดเจน แต่ก็ยังคงประสบปัญหา คือ จำนวนบุคลากร และความรู้ความเชี่ยวชาญด้านปัญญาประดิษฐ์ยังมีจำกัดเมื่อเทียบกับประเทศผู้นำอย่างสหรัฐอเมริกา ในปี 2008 จีนได้พยายามแก้ปัญหานี้ผ่าน Thousand Talents programmeหรือ RecruuitmentProgramme of Global Experts ซึ่งดึงดูดผู้มีความสามารถสูงเข้ามาได้เป็นจำนวนมากในช่วงปี 2009-2011 แต่ก็ยากที่จะรักษาผู้เชี่ยวชาญเหล่านี้ไว้ได้เนื่องจากแรงกดดันจากการต้องผลิตผลงานวิจัยได้อย่างรวดเร็ว การแก้ปัญหาด้านเทคโนโลยีทียังไม่สามารถเทียบเท่าสหรัฐอเมริกาได้นั้น จีนดำเนินการโดยลงทุนจำนวนมหาศาลในสหรัฐอเมริกาเพื่อถ่ายโอนเทคโนโลยีมายังจีน ดังนั้น การเพิ่มความเข้มงวดของมาตรการการป้องกันการถ่ายโอนเทคโนโลยีจึงเป็นประเด็นที่สหรัฐต้องพิจารณา

6.1.9 ญี่ปุ่น

ญี่ปุ่นเป็นประเทศแรกในเอเชียและเป็นประเทศถัดมาจากแคนาดาที่พัฒนายุทธศาสตร์ชาติด้านปัญญาประดิษฐ์ สภาผู้กำหนดยุทธศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยบุคลากรจากทั้งรัฐบาล ภาคการศึกษา ภาคอุตสาหกรรม ได้ร่วมกำหนดแนวทาง เป้าหมายการวิจัยและพัฒนาสำหรับอุตสาหกรรมปัญญาประดิษฐ์ ยุทธศาสตร์เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ได้นำออกใช้เมื่อปี 2017 (รูปที่ 6-2) ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์ที่มีชื่อเสียงเกี่ยวกับแนวทางการผลักดันอุตสาหกรรมปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งมองว่าปัญญาประดิษฐ์เป็นบริการ และได้ใช้งานใน 3 ด้านแรกที่มีความสำคัญ ได้แก่ การผลิตภาพ สุขภาพ และการเดินทางและการขนส่ง โดยได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. การใช้งานและแอปพลิเคชั่นปัญญาประดิษฐ์ในโดเมนต่างๆ (the utilization and application of data-driven AI developed in various domains)
2. การใช้งานปัญญาประดิษฐ์ข้ามโดเมนต่างๆ เพื่อสสร้างประโยชน์สาธารณะ (the public use of AI and data developed across various domains)
3. การเชื่อมต่อโดเมนหลายๆ โดเมนเข้าด้วยกัน (the creation of ecosystems built by connecting multiplying domains) ซึ่งกลยุทธ์นี้เป็นส่วนสำคัญของโครงการ Society 5.0 ของญี่ปุ่น

นอกจากยุทธศาสตร์ชาติแล้วยังมีการกำหนดนโยบายสนับสนุนด้านอื่นๆ ด้วย เช่น การลงทุนในงานวิจัย การส่งเสริมความสามารถของบุคลากร การเปิดเผยข้อมูลสาธารณะ และธุรกิจใหม่ (Start-ups)



รูปที่ 6-2 ระยะการดำเนินงานของทางการผลักดันอุตสาหกรรมปัญญาประดิษฐ์ (Dutton 2018)

6.1.10 อินเดีย

อินเดียมียุทธศาสตร์ชาติด้านปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งมีแนวทางการขับเคลื่อนที่เรียกว่า AIforAll ที่มุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนาได้ดีแล้วไปพัฒนาการเติบโตทางเศรษฐกิจและขยายไปสู่สังคมด้วย ยุทธศาสตร์ด้านปัญญาประดิษฐ์ของอินเดียมีเป้าหมาย 3 ประการ ดังนี้

1. ยกระดับและกระจายอำนาจแก่ชาวอินเดียโดยการพัฒนาทักษะเพื่อให้ได้ทำงานที่มีคุณภาพ
2. ลงทุนในงานวิจัยและภาคส่วนที่จะสร้างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและมีผลกระทบแต่สังคมในระดับสูง
3. ขยายการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ไปยังประเทศกำลังพัฒนาอื่นๆ

ทั้งนี้ อินเดียยังมีโครงการสำคัญ คือ two-tiered integrated strategy ที่จะยกระดับงานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ โดยในระยะแรกศูนย์ความเป็นเลิศทางงานวิจัยที่จัดตั้งขึ้นใหม่ (Centres of Research Excellence in AI: COREs) จะมุ่งเน้นงานวิจัยพื้นฐาน ในระยะถัดมา จะทำหน้าที่เป็นผู้นำเข้าเทคโนโลยีให้แก่ International Centres for Transformational AI (ICTAIs) ซึ่งเน้นการพัฒนาแอปพลิเคชั่นการใช้งาน ภาคส่วนที่เป็นภาคส่วนสำคัญที่จะดำเนินการ ได้แก่ การดูแลสุขภาพ เกษตรกรรม การศึกษา เมืองอัจฉริยะ และการเดินทางและขนส่งอัจฉริยะ อินเดียยังมีแผนที่จะจัดตั้งสภาจริยธรรมที่ CORE และ ICTAI กำหนดแนวทางด้านความเป็นส่วนตัว ความปลอดภัย และจริยธรรมด้าน

ปัญญาประดิษฐ์สำหรับแต่ละภาคส่วน สร้างตลาดปัญญาประดิษฐ์ระดับชาติ (National AI Marketplace) เพื่อเปิดตลาด ลดเวลาและต้นทุนในการเก็บข้อมูล และการพัฒนาทักษะแรงงาน รัฐบาลอินเดียต้องการให้อินเดียเป็น AI Garage กล่าวคือ หากบริษัทนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้งานในอินเดียแล้ว เชื่อว่าการใช้งานนั้นสามารถใช้ได้กับประเทศกำลังพัฒนาอื่นๆ ทั่วโลกได้

6.1.11 มาเลเซีย

มาเลเซียได้ประกาศแผนการพัฒนากรอบการดำเนินงานด้านปัญญาประดิษฐ์ระดับชาติ (National AI Framework for Malaysia) เมื่อ 2017 ซึ่งเป็นส่วนขยายจากกรอบการดำเนินงานระดับชาติเกี่ยวกับข้อมูลขนาดใหญ่ (National Big Data Analytics Framework) ซึ่งนำออกใช้เมื่อปี 2015 แม้ว่าจะมีแผนและกรอบการดำเนินงานเกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์แต่มาเลเซียยังต้องพัฒนาความพร้อมและมุ่งเน้นในหลายด้าน โดยเฉพาะการลงทุนและข้อมูลเพื่อเร่งการผลักดันด้านปัญญาประดิษฐ์ เนื่องจากผลการประเมินของ IDC Asia Pacific DataCentre Group แสดงให้เห็นว่าคะแนนความพร้อมด้านการลงทุนและข้อมูลของมาเลเซียมีค่า 1.59 และ 1.65 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในภูมิภาคซึ่งมีค่า 2.43 และ 2.35 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 4) ตามลำดับ ความท้าทายสำคัญของปัญญาประดิษฐ์ในมาเลเซีย คือ การขาดผู้นำในการลงทุน ความไม่เพียงพอของทักษะ ทรัพยากร และโปรแกรมการพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และความไม่เพียงพอของโครงสร้างพื้นฐาน

6.1.12 สิงคโปร์

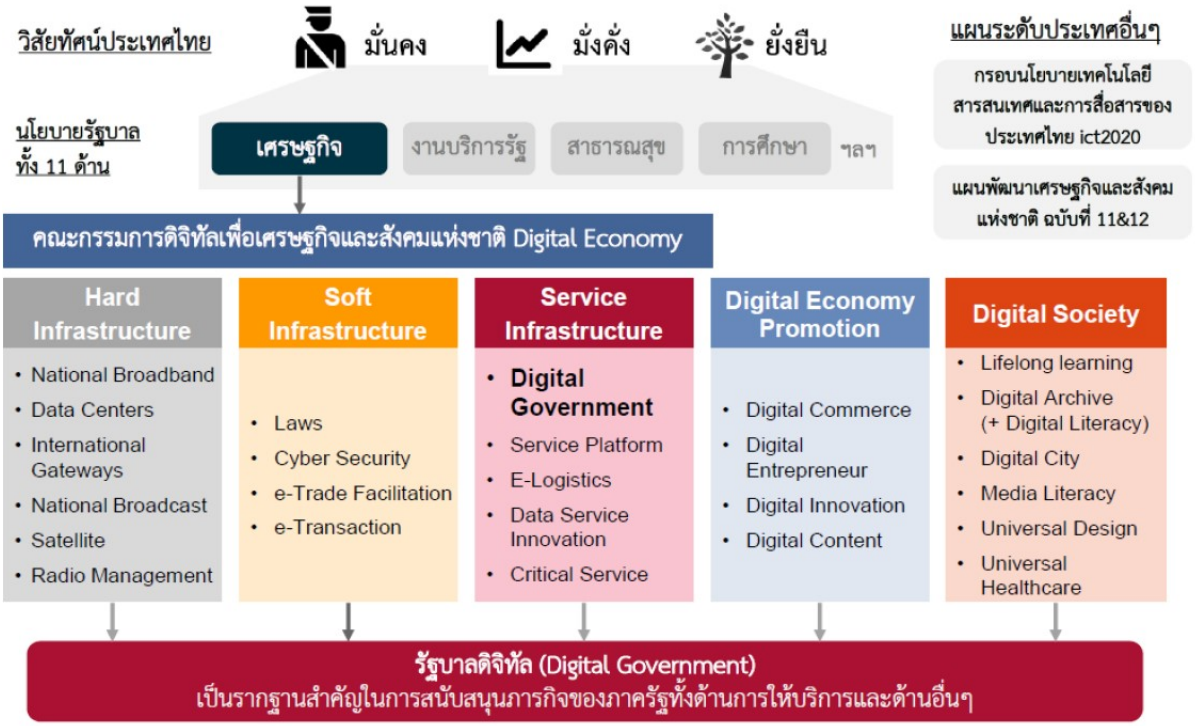
สิงค์โปร์ได้พัฒนาโปรแกรมปัญญาประดิษฐ์ระดับชาติมีชื่อว่า AI Singapore (AISG) ในปี 2017 โดยใช้งบประมาณ 150 ล้านเหรียญสิงคโปร์ สำหรับการดำเนินงานในระยะเวลา 5 ปี ซึ่ง AISG นี้ผลักดันโดยความร่วมมือระหว่างหลายองค์กรของรัฐบาล ได้แก่ National Research Foundation (NRF), Smart Nation and Digital Government Office (SNDGO), Economic Development Board (EDB), Infocomm Media Development Authority (IMDA), SGInnovate, and Integrated Health Information Systems (IHiS). เพื่อเป็นรากฐานที่แข็งแกร่งและหยั่งลึกในการพัฒนาความสามารถด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อนำไปสู่ผลกระทบทางด้านสังคม เศรษฐกิจ การพัฒนาทักษะแรงงาน การสร้างระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์ และนำปัญญาประดิษฐ์ของสิงคโปร์สู่ระดับโลก AISG ประกอบด้วย 3 เสาหลัก ได้แก่

1. งานวิจัยปัญญาประดิษฐ์ เน้นงานวิจัยพื้นฐานเพื่อสนับสนุนเสาหลักด้านอื่นๆ
2. เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เน้นการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ที่ต้องใช้ศาสตร์หลายสาขาในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่ยังคงเป็นความท้าทายในสิงคโปร์และโลก ซึ่งขณะนี้มุ่งเน้นในภาคส่วนสุขภาพและการแพทย์ ชุมชนเมือง และการเงิน

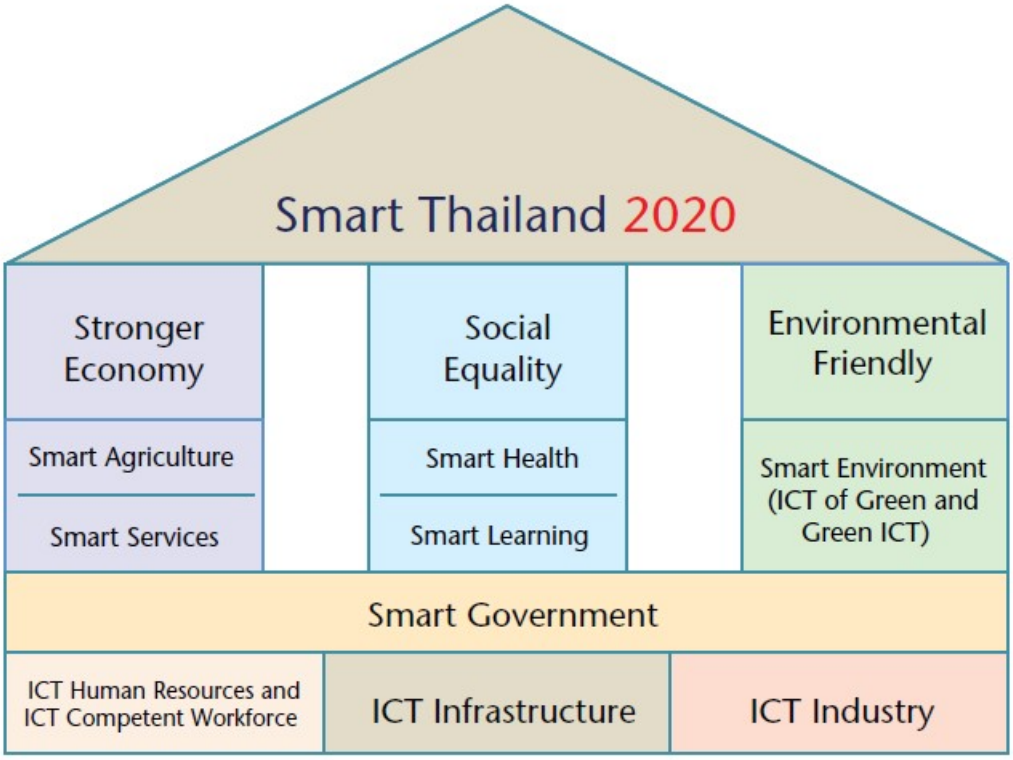
3. นวัตกรรมปัญญาประดิษฐ์ เน้นการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในวงกว้าง และพัฒนาความสามารถของบุคลากรด้านปัญญาประดิษฐ์ในประเทศเพื่อสนับสนุนการเติบโตและพัฒนาการแก้ไขปัญหาในภาคอุตสาหกรรม

6.1.13 ไทย

ตามที่รัฐบาลได้กำหนดนโยบายปฏิรูปประเทศไทยโดยกำหนดวิสัยทัศน์ให้ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน และได้กำหนดยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และนโยบายไทยแลนด์ 4.0 เพื่อเปลี่ยนผ่านให้ประเทศก้าวสู่ยุคที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรม (สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) 2562) นั้น รัฐบาลมีแผนงานและนโยบายในการขับเคลื่อนด้านดิจิทัลโดยเริ่มจากการผลักดันภาครัฐไทยสู่รัฐบาลดิจิทัลเป็นลำดับแรก ดังรูปที่ 6-3 ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนนโยบายรัฐบาลทั้งที่เกี่ยวข้องกับด้านเศรษฐกิจดิจิทัล ด้านการยกระดับงานบริการภาครัฐ และด้านอื่นๆ (วิบูลย์ 2559) และได้กำหนดแผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของไทย ระยะ 3 ปี (พ.ศ.2559-2561) ซึ่งมีความสอดคล้องกับกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารระยะ พ.ศ.2554-2563 หรือ ICT2020 (รูปที่ 6-4) ที่ได้กำหนดไว้ก่อนแล้วด้วย



รูปที่ 6-3 การผลักดันภาครัฐไทยสู่รัฐบาลดิจิทัล (วิบูลย์ 2559)



รูปที่ 6-4 กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารระยะ พ.ศ.2554-2563 หรือ ICT2020 (KawtrakulandPraneetpolgrang 2014)

คณะกรรมาธิการการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สารสนเทศ และการสื่อสารมวลชน สภานิติบัญญัติแห่งชาติ ได้เห็นความสำคัญในเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์จึงได้มีการศึกษา เรื่อง “นโยบายการส่งเสริมและสนับสนุนเทคโนโลยียานไร้คนขับ หุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ” ในเดือน ส.ค. 2560 คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบในหลักการมาตรการพัฒนาอุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ โดยมอบหมายให้กระทรวงอุตสาหกรรมเป็นหน่วยงานหลักในการติดตามการดำเนินงานให้เห็นผลเป็นรูปธรรม สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย ที่จะขับเคลื่อนเศรษฐกิจของไทยในอนาคต ทำให้มีการพัฒนาอุตสาหกรรม มีการนำหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ ในปี 2019 กำลังมีการเตรียมการเพื่อนำเสนอมาตรการพัฒนาและส่งเสริมนวัตกรรมปัญญาประดิษฐ์ให้เป็น "วาระแห่งชาติ" เพื่อเสริมจุดแข็งให้กับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันต่อไปในระยะยาว (หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ 2562) ผลการสำรวจในปี 2018 โดย IDC บริษัทวิจัยการตลาดและให้คำปรึกษาด้าน IT ชั้นนำของโลกในหัวข้อ IDC Asia/Pacific Enterprise Cognitive/AI survey พบว่า อินโดนีเซียเป็นอันดับ 1 ในการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ถึง 24.6% สำหรับประเทศไทยจัดเป็นอันดับ 2 ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีการนำมาปัญญาประดิษฐ์มาใช้ 17.1% แต่จำนวนผู้เชี่ยวชาญกลับมีไม่เพียงพอ ขณะที่สิงคโปร์เป็นอันดับ 3 (9.9%)

และมาเลเซียเป็นอันดับ 4 (8.1%) (http://www.vijaichina.com/articles/1479) แม้ว่าประเทศไทยจะเป็นอันดับสองในการใช้งานปัญญาประดิษฐ์ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศผู้นำด้านปัญญาประดิษฐ์ยังพบว่ามีระดับความแตกต่างอยู่มากและอยู่ในกลุ่มประเทศผู้ตาม ผลการศึกษาจาก WEF McKinsey และ OECD โดยใช้เครื่องชี้วัด 20 ตัว ซึ่งแบ่งการวัดออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านบรรยากาศที่เอื้อต่อการสร้างสรรค์นวัตกรรม และการรับเทคโนโลยีของภาคธุรกิจ

		Frontier	Leaders					Followers			
		US	CA	FR	DE	JP	CN	IN	TH	ID	VN
Business Embracement											
Enthusiasm For New Technologies	University-industry collaboration in R&D										
	FDI and technology transfer										
	Firm-level technology absorption										
AI Aggressiveness	AI investment										
	Company spending on R&D										
	AI research activities										
Capability of Technology Usage	Productivity boost from automation										
Overall Environment											
Innovation	Capacity for innovation										
	PCT patents applications/million pop.										
	Intellectual property protection										
Technology	Availability of latest technologies										
	Gov't procurement of advanced technology products										
	Connectedness										
Human Resource	Quality of scientific research institutions										
	Availability of scientists and engineers										
	Country capacity to attract talent										
	Country capacity to retain talent										
	Internet users % pop.										
Education	Tertiary education enrollment rate gross %										
	Quality of math and science education										

6.2 แนวคิด เทคโนโลยี และเครื่องมือ

6.2.1 ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)

ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) เป็นศัพท์ที่เกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงคริสต์ทศวรรษ 1990 (ค.ศ.1990-1989) นิยามของข้อมูลขนาดใหญ่มีความแตกต่างกันตามมุมมองของผู้กำหนดนิยามดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ข้อมูลขนาดใหญ่ เป็นศัพท์เกี่ยวข้องกับเครื่องมือ กระบวนการ และขั้นตอนที่ช่วยในการจัดการ สร้าง และจัดเก็บชุดข้อมูลขนาดใหญ่ (Kusnetzky 2010)
- ข้อมูลขนาดใหญ่ เป็นศัพท์เกี่ยวกับเทคโนโลยีข้อมูลที่อธิบายถึงชุดข้อมูลที่มีปริมาณมากกระทั่งก่อให้เกิดความลำบากในการจัดการและนำมาใช้งานด้วยเทคนิคฐานข้อมูลแบบดั้งเดิม (Rossouw 2012)
- ข้อมูลขนาดใหญ่ หมายถึง ชุดของข้อมูลที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าจะใช้เครื่องมือหรือซอฟแวร์ทั่วไปในการจัดเก็บ จำแนก จัดการ และประมวลผลภายในระยะเวลาที่เหมาะสม (Snijderset. al. 2012)

- ข้อมูลขนาดใหญ่ หมายถึง การรวบรวม (Collection) การประมวลผล (Processing) และการวิเคราะห์ (Analysis) ข้อมูลปริมาณมาก (Tuitt 2012)
- ข้อมูลขนาดใหญ่ หมายถึง ข้อมูลจำนวนมากซึ่งถูกสร้างขึ้นเองอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดความท้าทายในการจัดเก็บ วิเคราะห์ แลใช้งานข้อมูล (Mar 2014)
- ข้อมูลขนาดใหญ่ หมายถึง ชุดข้อมูลที่มักมีปริมาณมากและมีความซับซ้อนและยากเกินกว่าที่จะประมวลผลและจัดการด้วยวิธีดั้งเดิม (เช่น การจัดการชุดข้อมูลขนาด N-มิติ โดยใช้ฐานข้อมูล SQL หรือไฟล์ข้อความแบบธรรมดา (Plain text file) (Vitolo et. al. 2015)
- ข้อมูลขนาดใหญ่ หมายถึง ข้อมูลที่มีปริมาณมาก มีความซับซ้อน มีการขยายตัวของชุดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายซึ่งมักเป็นแหล่งข้อมูลที่มีการสร้างข้อมูลได้อัตโนมัติ (Wu et. al. 2014) เช่น ข้อมูลการตรวจวัดจากเซนเซอร์ อุปกรณ์เคลื่อนที่ โทรศัพท์มือถือ สื่อสังคมออนไลน์ อีเมลล์ อินเทอร์เน็ต (Chan 2013, Gerardet. al 2014, Barton 2016)
- ข้อมูลขนาดใหญ่ คือ สินทรัพย์ข้อมูล (Information assets) ซึ่งมีปริมาณมาก (Volume) ถูกสร้างขึ้นอย่างรวดเร็ว (Velocity) มีความหลากหลาย (Variety) ซึ่งต้องใช้เทคโนโลยีและวิธีการวิเคราะห์เฉพาะเจาะจงเพื่อให้นำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีคุณค่า (De Mauro et. al 2016)
- ข้อมูลขนาดใหญ่ คือ (Kaplan and Haenlein 2019) ชุดข้อมูลที่มีปริมาณมาก (Volume) และมีการสร้างขึ้นอย่างรวดเร็ว (Velocity) ในรูปแบบที่หลากหลาย (Variety) เช่น ตัวเลข ข้อความ รูปภาพ วิดีโอ

จากตัวอย่างนิยามดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่า นิยามของข้อมูลขนาดใหญ่มุ่งเน้นไปที่ปริมาณของข้อมูลซึ่งมีปริมาณมาก แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลขนาดใหญ่ไม่ได้เกี่ยวข้องเพียงแค่ปริมาณข้อมูลที่มหาศาล (Henry et. al. 2015) แต่ข้อมูลขนาดใหญ่ยังมักมีลักษณะสำคัญอย่างอื่นตามที่แสดงไว้ในบางนิยามข้างต้นด้วย (Russom 2011, Mar 2014) โดยทั่วไปแล้วข้อมูลขนาดใหญ่จะถูกอธิบายด้วยลักษณะ 5 ประการ (5 Vs) ได้แก่ ปริมาณ (Volume) ความเร็ว (Velocity) ความหลากหลาย (Variety) ความน่าเชื่อถือ (Veracity) และคุณค่า (Value) (Mar 2014)

- ปริมาณ (Volume) หมายถึง ข้อมูลจำนวนมากที่ถูกสร้างขึ้นทุกๆ วินาที เช่น อีเมลล์ ข้อความทวีต รูปถ่าย วิดีโอ ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ ข้อมูลเหล่านี้มีขนาดเกินกว่าเทระไบต์ (Terabytes) แต่จะมากถึงระดับเซตตะไบต์ (Zettabytes) หรือบรอนโตไบต์ (Brontobytes) ซึ่งไม่สามารถใช้เทคโนโลยีฐานข้อมูลแบบดั้งเดิมในการจัดเก็บและวิเคราะห์ได้ เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ที่เก็บข้อมูลแบบกระจาย (Distributed system) ในที่ต่างๆ และใช้ซอฟแวร์ในการดึงข้อมูลจากที่ต่างๆ มาใช้งานจะช่วยให้การเก็บและนำข้อมูลขนาดใหญ่มาใช้ได้

- ความเร็ว (Velocity) หมายถึง ความเร็วของการสร้าง กระจาย และประมวลผลข้อมูลให้ตรงตามความต้องการการใช้งาน ซึ่งเป็นความท้าทายของการพัฒนาเทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ที่ต้องสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ทันทีในขณะเดียวกับที่ข้อมูลถูกสร้างขึ้นมาอย่างต่อเนื่องทั้งจากเครื่องจักร (Machine) และมนุษย์ (Human) ได้โดยไม่ต้องส่งไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลก่อน
- ความหลากหลาย (Variety) หมายถึง ชนิดของข้อมูลที่มากมาย หลากหลายรูปแบบ และโดยมากประมาณ 80% เป็นข้อมูลแบบไม่มีโครงสร้าง เช่น รูปถ่าย วิดีโอ โพสต์ในสื่อสังคมออนไลน์ ดังนั้นผู้ใช้ต้องมีความเข้าใจ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลกึ่งมีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้างเป็นไปได้
- ความน่าเชื่อถือ (Veracity) หมายถึง คุณภาพหรือความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากข้อมูลขนาดใหญ่มีแหล่งที่มาหลายแหล่งและมีหลายรูปแบบ ดังนั้น จึงยากที่จะควบคุมคุณภาพและความถูกต้อง เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่สามารถใช้ประโยชน์จากการมีจำนวนข้อมูลมหาศาลมาใช้ทดแทนความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง
- คุณค่า (Value) หมายถึง ความคุ้มค่าของการนำข้อมูลมาใช้ให้เกิดคุณค่า ซึ่งต้องพิจารณาถึงประโยชน์และต้นทุนที่เกี่ยวข้อง คุณค่าอาจพิจารณาได้ว่าเป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดของข้อมูลขนาดใหญ่

นอกจากลักษณะ 5 ประการ ของข้อมูลขนาดใหญ่ที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังอาจมีอีก 1 ลักษณะของข้อมูลขนาดใหญ่ที่ถูกกล่าวถึงมากขึ้นในช่วงปัจจุบัน ซึ่งได้แก่ ความซับซ้อนของข้อมูล (Complexity: 1C)

- ความซับซ้อน (Complexity) หมายถึง ความซับซ้อนของข้อมูล ทั้งในแง่ปริมาณที่มีจำนวนมหาศาล ทั้งมีรูปแบบต่างกัน ทั้งมีที่มาต่างกัน ดังนั้น เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่จึงต้องมีกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ เหล่านี้เข้าด้วยกันในการวิเคราะห์

เนื่องจากการเก็บข้อมูลมีวิธีการที่ง่ายขึ้นและต้นทุนที่ถูกลง เช่น การใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ โทรศัพท์มือถือ กล้องถ่ายรูป เซ็นเซอร์ เครื่องจับสัญญาณความถี่วิทยุ (Radio-frequency identification: RFID) ทำให้เกิดข้อมูลปริมาณมหาศาลและมีแนวโน้มที่จะเติบโตมากยิ่งขึ้น Information Resources Management Association (2016) อ้างถึงการศึกษาของ IDC ว่า มีการคาดการณ์ว่าในปี 2020 จะมีข้อมูลขนาด 35 zeta bytes และจะเพิ่ม 44 เท่าในทศวรรษนี้ โดยประมาณ 90% ของข้อมูลที่เกิดขึ้นจะเป็นแบบไม่มีโครงสร้าง เช่น ข้อมูลจำนวนการเข้าสู่เว็บไซต์ จำนวนครั้งการใช้โทรศัพท์มือถือ การโพสต์ในเฟซบุ๊ค ข้อมูลการทวีตในทวิตเตอร์ วีดีโอ และอีเมลล์ (Gens 2013) การมีข้อมูลขนาดใหญ่เป็นการเปิดโอกาสให้หลายภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม และภาค

การเกษตร นำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในการสร้างความสามารถในการแข่งขันหรือการบริหารจัดการได้

6.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics)

การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ คือ กระบวนการที่ใช้สนับสนุนการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพโดยอาศัยกระบวนการการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่หรืออาศัยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่มีความเกี่ยวข้องกับศาสตร์หลายแขนง

เนื่องจากข้อมูลขนาดใหญ่นั้นประกอบด้วยข้อมูลหลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลที่มีโครงสร้าง (Structured data) จำพวกตัวเลข (Numerical data) ตัวอักษร (Characters) และข้อมูลกึ่งมีโครงสร้าง (Semi-structured data) และไม่มีโครงสร้าง (Unstructured data) จำพวกเอกสารต่างๆ รูปภาพ รูปถ่าย วีดิโอ เป็นต้น การวิเคราะห์ข้อมูลจึงไม่สามารถใช้วิธีแบบดั้งเดิมได้ เนื่องจากข้อจำกัดหลายๆ ประการ เช่น ใช้เวลาในการวิเคราะห์นาน มีความยืดหยุ่นน้อย ไม่สามารถรองรับการวิเคราะห์ข้อมูลแบบพลวัตได้ (Dynamic) การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เหมืองข้อมูล (Data mining) เพื่อช่วยให้เข้าถึงข้อมูล สนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลจากหลายแหล่งที่มีลักษณะแตกต่างกันและมีปริมาณมากได้อย่างละเอียดในเวลาอันสั้น จึงสามารถสนับสนุนการติดสินใจแบบเรียลไทม์ (Real-time) ได้

ความท้าทายเกี่ยวกับข้อมูลขนาดใหญ่มี 3 ประการ ดังนี้

1. การแปลงข้อมูลกึ่งมีโครงสร้างหรือไม่มีโครงสร้างให้เป็นข้อมูลมีโครงสร้าง

ข้อมูลประเภทนี้จะมีตัวแปร (Object) หลากหลาย และตัวแปร (Object) แต่ละตัวก็อธิบายลักษณะของข้อูลได้เพียงบางส่วน การแปลงข้อมูลให้มีโครงสร้างมีการใช้ซอฟแวร์เข้ามาช่วย โดยเครื่องมือที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ได้แก่ Hadoop ซึ่งเป็นซอฟท์แวร์ประเภท open source ที่พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นแพลตฟอร์มในการจัดเก็บข้อมูล Hadoop จะทำงานบนกรอบการทำงานของ MapReduce โดยสามารถจัดเก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ได้แบบกระจายผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ถูกจัดอยู่ในรูปแบบ Cluster ซึ่งสามารถในการรองรับข้อมูลที่ไม่จำกัดโดยการเพิ่ม node มีระบบรองรับความผิดพลาด ซึ่งเมื่อ node ใน node หนึ่งไม่สามารถใช้งานได้ ก็จะมีการส่งต่องานไปยัง node อื่น และยังมีความน่าเชื่อถือสูงอีกด้วย เมื่อแปลงข้อมูลกึ่งมีโครงสร้างหรือไม่มีโครงสร้างให้เป็นข้อมูลมีโครงสร้างได้แล้ว สามารถใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data mining) ในการดึงข้อมูลเพื่อมาวิเคราะห์ต่อไปได้จาก first-order mining เช่น ข้อมูลที่ใช้ตัดสินใจ ไปสู่ second-order mining ซึ่งจะมีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น ความรู้และประสบการณ์ของมนุษย์ที่มีผลต่อการตัดสินใจด้านต่างๆ

2. ความซับซ้อน ความไม่แน่นอน และแบบจำลองที่เป็นระบบ

เนื่องจากข้อมูลขนาดใหญ่มีความซับซ้อนและมีความไม่แน่นอนจากการเปลี่ยนแปลงต่างๆ จึงต้องใช้แบบจำลองที่เป็นระบบ ซึ่งยากที่จะสร้างระบบทางคณิตศาสตร์ที่ครอบคลุมข้อมูลขนาดใหญ่ ดังนั้น แบบจำลองสร้างที่สร้างขึ้นจะเป็นแบบจำลองที่สามารถจัดการกับความซับซ้อนหรือความไม่แน่นอนของข้อมูลที่มีรูปแบบประเภทคล้ายคลึงกัน แต่อาจนำหลักการที่ใช้ไปพัฒนาแบบจำลองสำหรับข้อมูลประเภทอื่นได้ เช่น เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสม (Optimisation) ที่มีการใช้งานทั้งด้านวิศวกรรมและการเงิน

3. ความหลากหลายของข้อมูล ความรู้ และการตัดสินใจ (Data heterogeneity, knowledge heterogeneity, and decision heterogeneity)

กระบวนการตัดสินใจของมนุษย์นั้น อยู่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์ เมื่อมีวิวัฒนาการข้อมูลขนาดใหญ่ ทำให้การหาความรู้เป็นไปได้กว้างขวางขึ้น ข้อมูล (เชิงปริมาณ) และความรู้ (เชิงคุณภาพ) ที่ใช้สำหรับตัดสินใจสำหรับผู้บริหารแต่ละระดับมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับของการบริหาร การหาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของข้อมูล ความรู้ และการตัดสินใจเป็นสิ่งสำคัญและท้าทายสำหรับการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์และการทำเหมืองข้อมูล

6.2.3 การใช้งานเทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ด้านน้ำ (Big DataTechnologyin Water Resources)

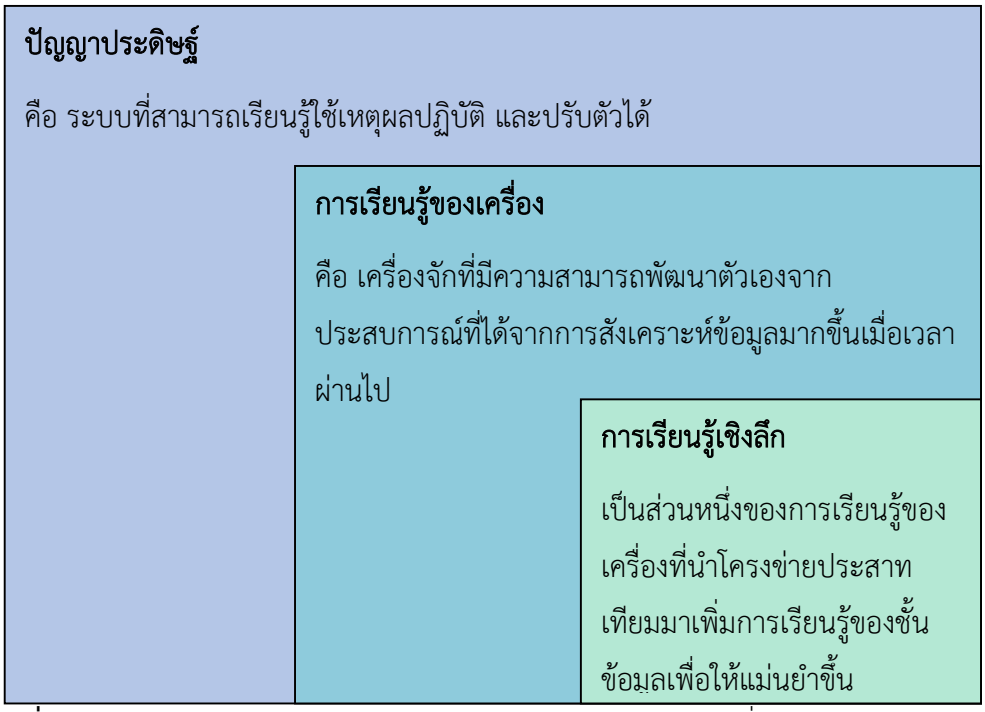
ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการเกิดขึ้นของข้อมูลขนาดใหญ่ทำให้มีข้อมูลด้านน้ำจำนวนมากซึ่งสามารถใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่คัดกรองข้อมูลที่เป็นประโยชน์ไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำได้หลากหลายยิ่งขึ้น ไม่เพียงแต่การใช้งานแบบดั้งเดิมที่เคยเป็นมา เช่น ด้านการเตือนภัย การบรรเทาผลกระทบจากภัยพิบัติ การออกแบบทางวิศวกรรม แต่ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการและตัดสินใจแบบ Real-time ไม่ว่าจะเป็นการได้มาซึ่งข้อมูล การส่งต่อ การจัดเก็บ การประมวลผล และการนำไปใช้งานได้อย่างทันท่วงที เทคโนโลยีเกี่ยวกับข้อมูลขนาดใหญ่ด้านน้ำแสดงได้ดังนี้

1. การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการจัดการน้ำ (Artificial Intelligenceor AI in water management)

ปัญญาประดิษฐ์เป็นเทคโนโลยีการสร้างความสามารถให้แก่เครื่องจักรและคอมพิวเตอร์ ด้วยอัลกอริทึมและกลุ่มเครื่องมือทางสถิติ เพื่อสร้างซอฟต์แวร์ทรงปัญญา ที่สามารถเลียนแบบความสามารถของมนุษย์ที่ซับซ้อนได้ เช่น จดจำ แยกแยะ ให้เหตุผล ตัดสินใจ คาดการณ์ สื่อสารกับมนุษย์ เป็นต้น ในบางกรณีอาจไปถึงขั้นเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) 2562)

ปัญญาประดิษฐ์แบ่งย่อยออกเป็นอีก 2 แขนงย่อย คือ การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และการเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) โดยการเรียนรู้ของเครื่อง คือ กลไลที่ทำให้เครื่องจักรสามารถเรียนรู้จากข้อมูลได้โดยอัตโนมัติ และพัฒนากระบวนการตัดสินอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานพัฒนา

รัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) 2562) มุ่งเน้นการศึกษาวิธีการคิด (Algorithm) ที่ใช้ในการเรียนรู้จากตัวอย่างและ ประสบการณ์ โดยมีพื้นฐานมาจากหลักการที่เชื่อว่า ทุกสิ่งอย่างมีรูปแบบหรือแบบแผน (Pattern) ที่สามารถบ่งบอกความเป็นไปของสิ่งนั้นๆ ซึ่งเราสามารถที่จะนำแบบแผนนี้มาประยุกต์ใช้เพื่อทำการทำนายถึงความเป็นไปในอนาคตได้ (Prediction) เช่น การทำนายปริมาณการใช้น้ำในอนาคตจากข้อมูลในอดีตและปัจจุบัน ส่วนการเรียนรู้เชิงลึกเป็นแขนงย่อยของการเรียนรู้ของเครื่อง โดยจำลองการทำงานของสมองมนุษย์ในการประมวลผลข้อมูล ทำให้สามารถหาความเชื่อมโยงและเรียนรู้ข้อมูลจำนวนมากได้ (สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) 2562) การเรียนรู้เชิงลึกไม่ได้หมายความว่าถึงการทำความเข้าใจองค์ความรู้(Knowledge) ในเชิงลึก แต่หมายถึงการที่เครื่องจักรใช้หลายๆเลเยอร์ (Layer) ที่แตกต่างกัน ในการทำความเข้าใจหรือเรียนรู้ข้อมูล โดยความซับซ้อนของโมเดล (Model) ก็แปรผันตามจำนวนของเลเยอร์ ความสัมพันธ์ระหว่างปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้ของเครื่อง และการเรียนรู้เชิงลึก แสดงได้ดัง รูปที่ 6-5



รูปที่ 6-5 ความสัมพันธ์ระหว่างปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้ของเครื่อง และการเรียนรู้เชิงลึก (Copeland 2016)

แนวคิดของปัญญาประดิษฐ์ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในด้านต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6-2 แต่นิยามของปัญญาประดิษฐ์นั้นไม่ได้ถูกกำหนดอย่างแน่นอนและไม่มีนิยามที่เป็นที่ยอมรับกันในระดับสากล John McCarthy ผู้คิดค้นทฤษฎีสมัยใหม่ทฤษฎีแรกเกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์มีความคิดว่าปัญญาประดิษฐ์ไม่จำเป็นต้องพัฒนาความสามารถโดยมีกระบวนการคิดเหมือนมนุษย์ แต่ปัญญาประดิษฐ์ต้องแก้ปัญหาที่ใช้สมองมนุษย์แก้ได้ (China Institute for Science and Technology Policy at

Tsinghua University 2018) ปัญญาประดิษฐ์ต้องอาศัยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่พัฒนากลไกของแบบจำลองให้ตัดสินใจได้เมื่อมีสถานการณ์ใหม่เกิดขึ้น

ตารางที่ 6-2 สาขาต่างๆ ของงานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ใน 8 ประเทศผู้นำทั่วโลก
(China Institute for Science and Technology Policy at Tsinghua University 2018)

Rank	Worldwide	China	United States	United Kingdom	Japan	Germany	India	France	Canada
1	Computer science	Computer science	Computer science	Computer science	Computer science	Computer science	Computer science	Computer science	Computer science
2	Engineering	Engineering	Engineering	Engineering	Engineering	Engineering	Engineering	Engineering	Engineering
3	Automation and control systems	Automation and control systems	Automation and control systems	Automation and control systems	Automation and control systems	Automation and control systems	Telecommu-nications	Automation and control systems	Automation and control systems
4	Robotics	Telecommu-nications	Robotics	Robotics	Robotics	Robotics	Automation and control systems	Robotics	Robotics
5	Telecommu-nications	Imaging science and photographic technology	Imaging science and photographic technology	Mathematics	Imaging science and photographic technology	Mathematics	Imaging science and photographic technology	Mathematics	Imaging science and photograph-ic technology
6	Imaging science and photographic technology	Robotics	Mathematics	Imaging science and photographic technology	Telecommu-nications	Imaging science and photographic technology	Energy and fuel	Imaging science and photographic technology	Telecommu-nications
7	Mathematics	Materials science	Telecommu-nications	Neurology and neuropsychol-ogy	Instruments and meters	Neurology and neuro-psychology	Mathematics	Telecommu-nications	Mathematics
8	Operations research and management science	Mathematics	Optics	Telecommuni-cations	Neurology and neuro-psychology	Telecommu-nications	Robotics	Physics	Neurology and neuro-psychology
9	Instruments and meters	Operations research and management science	Neurology and neuro-psychology	Computation-al Biology	Mathematics	Physics	Other tech-nology	Operations research and management science	Operations research and manage-ment science
10	Physics	Instruments and meters	Operations research and management science	Other technol-ogy	Physics	Biochemistry and molecu-lar biology	Materials science	Neurology and neuro-psychology	Energy and fuel

แม้ว่าปัญญาประดิษฐ์ในงานด้านทรัพยากรน้ำยังนับว่าเป็นเรื่องค่อนข้างใหม่ แต่ที่ผ่านมาเริ่มมีการนำปัญญาประดิษฐ์ไปใช้ในหลายๆ ด้านเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำ ตัวอย่างการใช้งานในยุโรป เช่น การใช้ปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับเครือข่ายเซ็นเซอร์เพื่อควบคุมปริมาณน้ำที่ล้นจากท่อระบายน้ำล้นรวม (Combined sewer overflows) ส่งผลให้ปริมาณน้ำล้นลดลงมากกว่าพันล้านแกลลอนในแต่ละปี การใช้ปัญญาประดิษฐ์ของหน่วยงานประปาเพื่อระบุมิเตอร์ที่ทำงานไม่มีประสิทธิภาพ ช่วยลดการสูญเสียจาก

รายได้ไปได้ 750,000 เหรียญสหรัฐ ระบบบำบัดน้ำเสียอัจฉริยะใช้ปัญญาประดิษฐ์ตรวจจับเงื่อนไขการสูบน้ำและปรับการสูบน้ำให้เหมาะสมกับเงื่อนไข ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบได้

2. การใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neuron Network: ANN)

ศาสตร์ของปัญญาประดิษฐ์ที่มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางที่สุดในงานด้านทรัพยากรน้ำ คือ โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neuron Network : ANN) ซึ่งมีรูปแบบ โครงสร้าง และการทำงานของการประมวลผลเหมือนกับสมองของสิ่งมีชีวิต มีการปรับเปลี่ยนตัวเองต่อการตอบสนองของข้อมูลนำเข้า (Input) ตามกฎของการเรียนรู้ (Learning rule) หลังจากที่โครงข่ายได้เรียนรู้สิ่งที่ต้องการแล้ว โครงข่ายนั้นจะสามารถทำงานที่กำหนดไว้ได้ โครงข่ายประสาทเทียมได้ถูกพัฒนาคิดค้นจากการทำงานของสมองมนุษย์โดยสมองมนุษย์ประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผลเรียกว่า นิวรอล (เซลล์ประสาท หรือ Neuron) จำนวนนิวรอลในสมองมนุษย์มีจำนวนมากและมีการเชื่อมต่อกันอย่างมากมาย สมองมนุษย์จึงสามารถกล่าวได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีการปรับตัวเอง (Adaptive) ไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear) และทำงานแบบขนาน (Parallel) ในการดูแลจัดการการทำงานร่วมกันของนิวรอนในสมอง การคำนวณเชิงนิวรอลเป็นการคำนวณที่เลียนแบบมาจากการทำงานของสมองมนุษย์นั่นเอง (อำภา สาระศิริ 2559)

โครงข่ายประสาทเทียมได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ตัวแปรต่างๆ ทางอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา เช่น น้ำฝน น้ำท่า การระเหย ตะกอน และระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ แสดงได้ดังตารางที่6-3 และรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากบทความปริทรรศน์ (Review articles) แสดงในตารางที่ 6-4

ตารางที่ 6-3 ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ตัวแปรต่างๆ ทางอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา

ตัวแปร	การศึกษาที่ผ่านมา
ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ	Hipni et al., 2013; Üneş et al., 2015; Li et al., 2016
การระเหย และการคายระเหย	Goyal et al., 2014; Karimi et al., 2016; Güçlü et al., 2017
น้ำฝน-น้ำท่า	Talei et al., 2013; Darras et al., 2015; Londhe et al., 2015; Chithra&Thampi, 2016
ตะกอน	Demirci and Baltaci, 2013; Güner and Yumuk, 2014; Demirci et al., 2015; Droppo&Krishnappan, 2016; Talebi et al., 2016
น้ำท่า	Cigizoglu, 2003; Huang et al., 2004; Nourani et al., 2012; Ashrafi et al., 2017
ตัวแปรับเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ	Ay, 2010; Akkoyunlu et al., 2011; Ay & Kisi, 2011; Ay & Kisi, 2012; Ay & Kisi, 2013a; Ay & Kisi, 2013b; Kisi & Ay, 2013; Ay, 2014; Ay & Kisi, 2014; Chang et al., 2014; Alizadeh &Kavianpour, 2015; Khan &Valeo, 2015; Ay & Kisi, 2017

ตารางที่ 6-4 บทความอ้างอิงการศึกษาโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ในงานด้านทรัพยากรน้ำ

ลำดับที่	บทความปริทรรศน์
1	Maier and Dandy, 1996
2	Mi et al., 2004
3	Chau, 2006
4	Cherkassy et al., 2006
5	Maier et al., 2010
6	Nourani et al., 2014
7	Yaseen et al., 2015
8	Afan et al., 2016

3. การเก็บข้อมูลด้านน้ำโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT)

การมีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกว้างขวางช่วยให้ผู้ใช้งานและข้อมูลมีความเชื่อมต่อกันภายใต้โครงการ การใช้งานของผู้ใช้จำนวนมากในแต่ละครั้งทำให้เกิดข้อมูลขนาดใหญ่ ปัญญาประดิษฐ์ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในหลายภาคส่วน รวมถึงด้านการจัดการทรัพยากรน้ำ ซึ่งมีหลายประเด็นปัญหา เช่น น้ำท่วม น้ำแล้ง คุณภาพน้ำ การจัดสรรน้ำ เป็นต้น ที่สามารถใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการเก็บข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อนำมาวิเคราะห์และสนับสนุนการบริหารจัดการได้ (Adamala 2017) ตัวอย่างการใช้งานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในงานด้านน้ำมีดังนี้

- เซ็นเซอร์และระบบติดตามอัตโนมัติ (Automated sensor and monitoring systems) เช่น เซ็นเซอร์ในระบบชลประทานที่ใช้เก็บข้อมูลตัวแปรภูมิอากาศ (เช่น อุณหภูมิ รังสีแสงอาทิตย์ ความเร็วลม ความชื้น) ข้อมูลพืช (เช่น ความสูงต้นพืช ขนาดของใบ) ข้อมูลดิน (เช่น ความชื้นในดิน อัตราการซึม) ซึ่งมีความระเอียดเชิงเวลาได้ถึงระดับวินาทีหรือนาที ข้อมูลที่เก็บได้จากเซ็นเซอร์เหล่านี้สามารถนำไปประมวลผลแบบเรียลไทม์และใช้ควบคุมระบบให้น้ำอัตโนมัติได้
- ข้อมูลภูมิศาสตร์หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial data) เป็นข้อมูลที่เก็บได้จากอุปกรณ์ เช่น โทรศัพท์มือถือ หรือเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งบนยานอวกาศ (Space borne or air borne sensors) เพื่อใช้กำหนดตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ตามละติจูดหรือลองจิจูด ติดตามภัยธรรมชาติ ติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การวางผังเมือง
- สถิติของตัวแปรสภาพอากาศ เช่น น้ำฝน ความชื้น ซึ่งสามารถใช้ข้อมูลขนาดใหญ่ที่ได้จากดาวเทียม หรือสื่อดิจิตอลต่างๆ มาวิเคราะห์ตัวแปรสภาพอากาศที่มีความไม่

แน่นอนสูงและทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องยิ่งขึ้น ส่งผลให้ประเมินสถานการณ์ภัยพิบัติ เช่น น้ำแล้ง น้ำท่วม ได้แม่นยำมากขึ้น

- เซ็นเซอร์และหุ่นยนต์ สำหรับติดตามคุณภาพน้ำ และสถานการณ์แม่น้ำลำคลองโดยติดตามการเคลื่อนที่ของสารเคมีที่เป็นมลพิษ

6.3 การผลักดันสู่การนำไปใช้งาน

6.3.1 บทบาทของภาครัฐ

ภาครัฐมีความสำคัญอย่างมากในการสนับสนุนการใช้งานข้อมูลขนาดใหญ่ ในอเมริกา ประธานาธิบดี Barack Obama ได้เสนอให้มีการเปิดแหล่งข้อมูลภาครัฐแก่ประชาชนเพื่อให้เกิดความมีส่วนร่วม ความร่วมมือ และความโปร่งใสในการดำเนินงานของรัฐ โดยมีเว็บไซต์ data.gov เป็นสวนหนึ่งของการผลักดันนี้ ในการประชุม G-8 Summit เมื่อเดือนมิถุนายน 2013 ประเทศสมาชิกมีข้อตกลงแผนงาน Open government ซึ่งสนับสนุนให้รัฐบาลเปิดเผยข้อมูลรัฐแก่สาธารณะและมีหลายประเทศได้พัฒนาเว็บไซต์ในลักษณะคล้ายคลึงกับ data.gov เพื่อเผยแพร่ข้อมูล เช่น เว็บไซต์ data.go.jpของประเทศญี่ปุ่น นอกเหนือจากประเทศในกลุ่ม G-8 แล้ว ยังมีอีกหลายประเทศที่เห็นด้วยกับการริเริ่มเผยแพร่ข้อมูลภาครัฐ (National Academy of Engineering 2014) ดังแสดงในตารางที่ 6-5 ซึ่งจะเห็นว่า ข้อมูลที่หน่วยงานรัฐเผยแพร่มีหลากหลายประเภท ตั้งแต่ข้อมูลด้านการเกษตร โครงสร้างพื้นฐาน สภาพภูมิอากาศและสภาพอากาศ พลังงาน งานและการจ้างงาน ความปลอดภัยและการรักษาความปลอดภัยสาธารณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการขนส่ง

6.3.2 บทบาทของภาคเอกชนและภาคส่วนอื่นๆ

นอกจากภาครัฐที่มีบทบาทสำคัญอย่างมากในการสนับสนุนการใช้งานข้อมูลขนาดใหญ่แล้ว ภาคเอกชนและภาคส่วนอื่นๆ ก็มีส่วนสนับสนุนการพัฒนาและใช้งานข้อมูลขนาดใหญ่เช่นกัน บทบาทของภาคส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญญาประดิษฐ์สรุปได้ดังตารางที่ 6-6

ตารางที่ 6-5 ประเภทของข้อมูลขนาดใหญ่ที่หน่วยงานรัฐในประเทศต่างๆ เผยแพร่ (National Academy of Engineering 2014)

Countries	AG	CLI	INF	NRG	FIN	ENV	MED	JUS	GOV	LAW	EMP	SEC	S&T	EDU	SOC	TO	TR
Argentina					✓		✓	✓						✓	✓	✓	
Austria	✓				✓	✓	✓		✓		✓			✓	✓	✓	✓
Australia					✓	✓	✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓
Belgium			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓	✓		
Brazil			✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			
Canada	✓				✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓
Chile					✓		✓				✓	✓		✓	✓	✓	
Costa Rica	✓				✓			✓			✓	✓			✓		
France	✓				✓		✓				✓			✓	✓		✓
Germany		✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓
Greece				✓		✓						✓		✓	✓		
India	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓			✓
Italy	✓				✓	✓	✓		✓					✓	✓		
Kenya	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓			
Moldova							✓		✓		✓			✓	✓		
Morocco					✓		✓				✓			✓		✓	
The Netherlands	✓					✓	✓								✓		✓
New Zealand	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓
Portugal	✓		✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓			✓
Russia							✓	✓						✓	✓		
Singapore		✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓
Spain			✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Switzerland					✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓		
United Kingdom					✓	✓	✓	✓	✓					✓	✓		
United States	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			
Uruguay					✓				✓		✓			✓	✓	✓	

Note: Agriculture (AG), climate and weather (CLI), infrastructure (INF), energy (NRG), finance and economy (FIN), environment (ENV), health (MED), crime and justice (JUS), government and policy (GOV), law (LAW), jobs and employment (EMP), public safety and security (SEC), science and technology (S&T), education (EDU), society and culture (SOC), tourism (TO), and transportation (TR).

ตารางที่ 6-6 บทบาทของภาคส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศปัญญาประดิษฐ์

ระบบนิเวศ	ภาครัฐ	หน่วยงานระหว่างประเทศ	หน่วยงานด้านสถิติ	หน่วยงานด้านวิจัยและพัฒนา	ภาคประชาชน	ภาคเอกชน
ด้านข้อมูล	x		x	x	x	x
ด้านการเงิน	x	x	x	x		x
ด้านมาตรฐานและกรอบข้อบังคับ	x	x				
ด้านความรู้และทักษะ		x	(x)	x		x
ด้านการพัฒนาความสามารถ	x	x	x	x		
ด้านโครงสร้างเทคโนโลยีสารสนเทศ			x	x		x

- ภาครัฐ ควรกระจายอำนาจแก่สถาบันเอกชนในการตอบสนองต่อการปฏิวัติข้อมูล ลำหนดกรอบข้อบังคับที่เข้มงวดเพื่อป้องกันความเป็นส่วนตัวของข้อมูล เพื่อสนับสนุนการเผยแพร่ข้อมูลแบบเปิดจากผู้ผลิตข้อมูล และเพื่อพัฒนาความสามารถด้านนวัตกรรมข้อมูล
- หน่วยงานระหว่างประเทศ ควรลงทุนในข้อมูล จัดหาทรัพยากรสำหรับประเทศและภูมิภาคที่ยังขาดความพร้อมด้านสถิติและเทคนิคข้อมูลขนาดใหญ่ พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและมาตรฐานด้านคุณภาพข้อมูลเพื่อให้เกิดการใช้งานและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สนับสนุนให้มีการเปิดเผยข้อมูลที่เข้าถึงได้ทุกคน
- หน่วยงานด้านสถิติ ควรเป็นหน่วยงานที่มีอำนาจในการจัดการข้อมูล มีทรัพยากรที่เพียงพอ และเป็นอิสระ เพื่อให้สามารถปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงด้านข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ตั้งแต่การรวบรวม ประมวลผล กระจาย และใช้ข้อมูที่มีคุณภาพ
- หน่วยงานด้านวิจัยและพัฒนา ควรดำเนินการต่อเนื่องในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มาจากหลายแหล่ง และควรเปิดเผยข้อมูลให้เข้าถึงได้โดยสาธารณะ ให้คำแนะนำในการนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นผู้นำด้านการศึกษาและการใช้ประโยชน์จกข้อมูลขนาดใหญ่

- ภาคประชาชน ควรนำข้อมูลไปใช้ พัฒนาการเรียนรู้การใช้ข้อมูล ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและ กระบวนการ พัฒนาการตัดสินใจของตนเองจากการใช้ข้อมูล
- ภาคเอกชน ควรรายงานข้อมูลของกิจกรรมที่ดำเนินการตามรูปแบบมาตรฐานที่ได้มีการกำหนดไว้ และร่วมมือกับภาคส่วนอื่นๆ ในการดำเนินการ

6.4 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

6.4.1 สรุปผลการศึกษา

ข้อมูลขนาดใหญ่มักอธิบายได้ด้วยลักษณะ 5 ประการ (5 Vs) ได้แก่ ปริมาณ (Volume) ความเร็ว (Velocity) ความหลากหลาย (Variety) ความน่าเชื่อถือ (Veracity) และคุณค่า (Value) (Mar 2014) ซึ่งมักเป็นข้อมูลที่มีความซับซ้อนสูงเนื่องจากปริมาณและรูปแบบของข้อมูล ดังนั้น การวิเคราะห์ข้อมูลจึงไม่สามารถใช้วิธีแบบดั้งเดิมได้ ต้องใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เหมืองข้อมูล (Data mining) เพื่อช่วยให้เข้าถึงข้อมูล สนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลจากหลายแหล่งที่มีลักษณะแตกต่างกันและมีปริมาณมากได้อย่างละเอียดในเวลาอันสั้น

ข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์เป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากและถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา จากการศึกษากรอบแนวคิดและนโยบายของหน่วยงานระดับนานาชาติและประเทศผู้นำด้านเทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์พบว่า มีการนำเทคโนโลยีทั้งสองนี้มาใช้งานด้านต่างๆ มากมาย สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีข้อมูลขนาดใหญ่และมีการใช้ปัญญาประดิษฐ์มากที่สุดในโลกเมื่อพิจารณาจากจำนวนบริษัทด้านปัญญาประดิษฐ์และบุคลกรที่มีความสามารถในวิจัยและเทคโนโลยี (Talent pool) (Faggella 2019) จีนเป็นประเทศที่มีข้อมูลขนาดใหญ่และมีการใช้ปัญญาประดิษฐ์มากเป็นลำดับสองรองจากสหรัฐอเมริกา สำหรับประเทศไทยมีนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่ผลักดันประเทศให้ก้าวสู่ยุคที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรม (สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) 2562) โดยแผนงานการขับเคลื่อนเริ่มจากการผลักดันภาครัฐไทยสู่รัฐบาลดิจิทัลเป็นลำดับแรก และมีมาตรการพัฒนาและส่งเสริมนวัตกรรมปัญญาประดิษฐ์ให้เป็น "วาระแห่งชาติ" เพื่อเสริมจุดแข็งให้กับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันต่อไปในระยะยาว ปัญหาสำคัญที่เป็นอุปสรรคในการผลักดันด้านข้อูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์ที่ประเทศไทยเผชิญนั้น คล้ายคลึงกับหลายๆ ประเทศ เช่น ประเทศจีน คือปัญหาการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ แม้ว่าข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐจะมีการนำมาใช้งานในด้านต่างๆ อย่างกว้างขวางแต่การนำมาใช้ด้านการจัดการน้ำยังมีค่อนข้างจำกัด โดยศาสตร์ของปัญญาประดิษฐ์ที่มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางที่สุดในงานด้านทรัพยากรน้ำ คือ โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neuron Network : ANN) ซึ่งมีรูปแบบ โครงสร้าง และการทำงานของการประมวลผลเหมือนกับสมองของสิ่งมีชีวิต มีการปรับเปลี่ยนตัวเองต่อการตอบสนองของข้อมูลนำเข้า (Input) ตามกฎของการเรียนรู้ (Learning rule) โครงข่าย

ประสาทเทียมได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ตัวแปรต่างๆ ทางอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา เช่น น้ำฝน น้ำท่า การระเหย ตะกอน และระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ เป็นต้น

จากการทบทวนวรรณกรรมและการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลักดันด้านข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์มากที่สุดคือ ความชัดเจนของนโยบายรัฐบาล ทั้งนี้ ยังต้องได้รับความร่วมมือและการสนับสนุนจากภาคส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการสร้างระบบนิเวศที่เอื้อต่อการพัฒนา ประเด็นที่ควรพึงระวังและยังคงต้องหาแนวทางป้องกันและแก้ไขเป็นประเด็นเกี่ยวกับความปลอดภัย ความเป็นส่วนตัว และจริยธรรมการใช้ข้อมูล

6.4.2 ข้อเสนอแนะ

1) รัฐบาลควรกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนและมีนโยบายที่มีความต่อเนื่อง พร้อมจัดสรรงบประมาณการพัฒนาให้สอดคล้องกับเป้าหมาย
2) ภาครัฐควรกำหนดนโยบายเกี่ยวกับความปลอดภัย ความเป็นส่วนตัว และจริยธรรมการใช้ข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์
3) รัฐบาลควรมีมาตรการส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือระหว่างภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน นักลงทุน และนักวิชาการ
4) ภาครัฐและภาคเอกชนควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาบุคลากรผู้เชี่ยวชาญซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลน
5) ภาครัฐและภาคการศึกษาควรมุ่งเน้นการพัฒนางานวิจัยด้านข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์

บทที่ 7
ฐานระบบการจัดการน้ำ (Water management platform)

7.1 แนวคิด เทคโนโลยี และเครื่องมือ

7.1.1 ความหมายของแพลตฟอร์ม (platform)

ความหมายของแพลตฟอร์ม (platform) มีดังนี้

- แพลตฟอร์ม คือสภาวะแวดล้อมที่ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ของระบบคอมพิวเตอร์ระบบหนึ่ง
- แพลตฟอร์ม หมายถึง การทำงานร่วมกันของ Hardware (ฮาร์ดแวร์) หรือ Software (ซอฟต์แวร์)
- แพลตฟอร์ม เป็นซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ใดๆที่ใช้เป็นฐานสำหรับแอปพลิเคชัน (Application) หรือ การบริการ ตัวอย่างเช่น
  - แพลตฟอร์มในเชิงเทคโนโลยี เช่น application platform
  - แพลตฟอร์มในเชิงธุรกิจ เช่น Airbnn Uber Alibaba
  - แพลตฟอร์มในเชิง Social media เช่น facebook line instragram
  - แพลตฟอร์มในเชิงบริหารจัดการน้ำ เช่น หน่วยงานบริหารจัดการน้ำระหว่างประเทศจีนและยุโรป ที่เรียกว่า China Europe Water Platform (CEWP) ก่อตั้งโดย EU

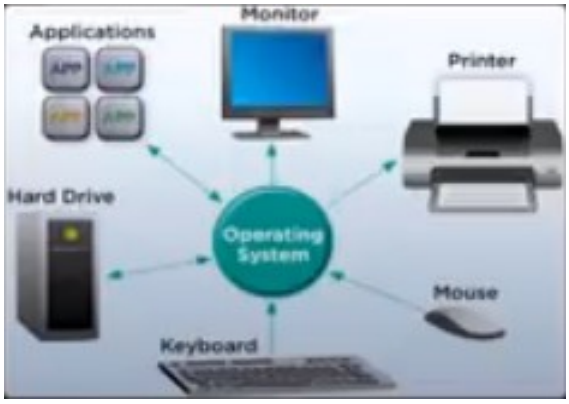
กล่าวโดยสรุป แพลตฟอร์มเป็นผู้เชื่อมต่อหรือตัวกลาง ในการจัดการสิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง สำหรับ water management platform ในงานศึกษานี้ มุ่งเน้นไปในทางเทคนิค/เทคโนโลยีที่นำมาใช้กับการบริหารทรัพยากรน้ำ เพื่อให้เกิดการประหยัดน้ำ หรือการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

7.1.2 องค์ประกอบของแพลตฟอร์ม

1. แพลตฟอร์มในเชิงเทคโนโลยี

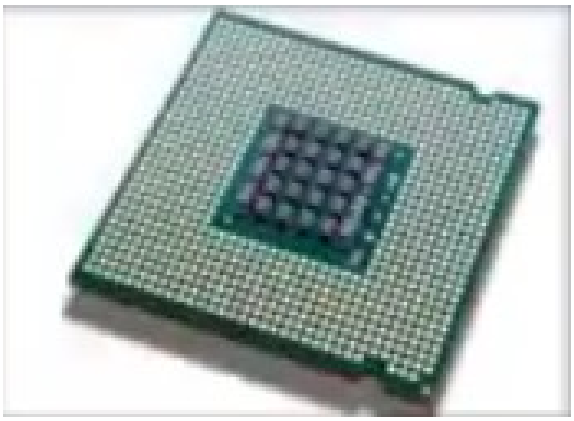
แพลตฟอร์มในเชิงเทคโนโลยี ตัวอย่างเช่น แพลตฟอร์มแอปพลิเคชัน (application platform) ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์(hardware) ระบบปฏิบัติการ (an operating system) และโปรแกรมประสานงานที่ใช้การตั้งค่าคำสั่งสำหรับกระบวนการเฉพาะ(a particular process) หรือไมโครโปรเซสเซอร์(microprocessor)

ฮาร์ดแวร์(hardware)



ระบบปฏิบัติการ (an operating system)

โปรแกรมประสานงาน



ไมโครโปรเซสเซอร์(microprocessor)

รูปที่ 7-1 องค์ประกอบของแพลตฟอร์มแอปพลิเคชัน (application platform)
ที่มา:Platform Technology Meaning . 2018https://www.youtube.com/watch?v=ovDKLrFtiQ8

Hardware Digital Platform ประกอบด้วย

1) Emerging Mobile Digital Platform
แพลตฟอร์มดิจิทัลเคลื่อนที่ (Emerging Mobile Digital Platform) ประกอบด้วย Cell phones, มือถือสมาร์ทโฟน smartphones, Net book, tablet
อุปกรณ์เหล่านี้ใช้สำหรับการส่งผ่านข้อมูล (Data Transmission)การท่องเว็บ (web surfing) อีเมล (email) และความสามารถในการสนทนา (im capabilities)

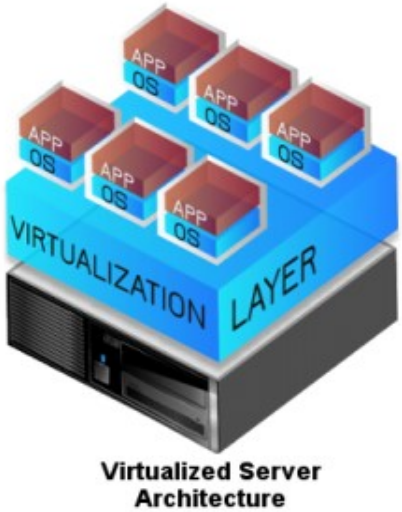
2) Grid Computing
เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ระยะไกลทางภูมิศาสตร์เข้ากับเครือข่ายเดียวเพื่อรวมพลังการประมวลผล และสร้างซูเปอร์คอมพิวเตอร์เสมือน รวมทั้ง เป็นการประหยัดต้นทุน ความเร็วและความคล่องตัว

รูปที่ 7-2 Grid Computing

ที่มา:Platform Technology Meaning . 2018 https://www.youtube.com/watch?v=ovDKLrFtiQ8

3) Virtualization ระบบคอมพิวเตอร์เสมือน

Virtualization คือเทคโนโลยีที่ทำงานด้วยการใช้เทคโนโลยีมาทำให้คอมพิวเตอร์เครื่องหลักหรือเครื่องแม่ข่ายเครื่องเดียว ให้สามารถรวมเอาการทำงานของคอมพิวเตอร์อีกหลาย ๆ เครื่องเอาไว้ โดยสามารถรันซอฟต์แวร์ หรือ Application ในปริมาณมาก ๆ หรือสามารถรันระบบปฏิบัติการหลาย ๆ ตัว ให้ทำงานพร้อมกันได้ ถึงแม้จะอยู่คนละ Platform ก็ตาม ระบบคอมพิวเตอร์เสมือนช่วยลดต้นทุน และจำนวนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ทำให้ประหยัดงบประมาณด้านบำรุงรักษา ด้านบุคลากร พลังงานและค่าใช้จ่ายอื่นๆ



รูปที่ 7-3 Grid Virtualization

ที่มา:ChanakanBudrak ,2019

https://blog.openlandscape.cloud/virtualization-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD/

Cloud Computing

Cloud Computing เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ที่ใช้ในการประมวลผลและเก็บข้อมูลจำนวนมาก โดยผู้ใช้งานไม่ต้องติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ไว้ที่สำนักงาน แต่สามารถใช้งานในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยการเชื่อมต่อกับระบบ Cloud Computing ผ่านอินเทอร์เน็ต ในการเชื่อมต่อกับระบบหรือการใช้งานผ่าน Cloud เป็นการเชื่อมต่อกับศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์หรือ Data Center ของผู้ให้บริการ ซึ่งศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์อยู่ภายใต้ระบบที่มีมาตรฐานและความปลอดภัยอย่างมาก

Cloud Computing แบ่งตามการใช้งานได้ 3 ประเภทคือ

- Infrastructure as a Service (IaaS) เป็นโครงสร้างพื้นฐานเหมือนกับระบบคอมพิวเตอร์คือ มีทั้งหน่วยประมวลผล ระบบเครือข่าย และพื้นที่จัดเก็บข้อมูลให้ใช้งาน
- Platform as a Service (PaaS) เป็นการใช้งานเกี่ยวกับแพลตฟอรม์ต่างๆ เช่น การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นหรือโมบายแอปพลิเคชั่น เป็นต้น
- Software as a Service (SaaS) เป็นการใช้งานทางด้านซอฟต์แวร์ ซึ่งภายใต้ระบบหรือเทคโนโลยี Cloud Computing จะมีซอฟต์แวร์เฉพาะด้าน เช่น ซอฟต์แวร์ทางบัญชี ซอฟต์แวร์การบริหารจัดการโรงแรม และอื่นๆ ซึ่งจำเป็นสำหรับธุรกิจประเภทต่างๆ ให้ใช้งาน

รูปที่ 7-4 Cloud Computing

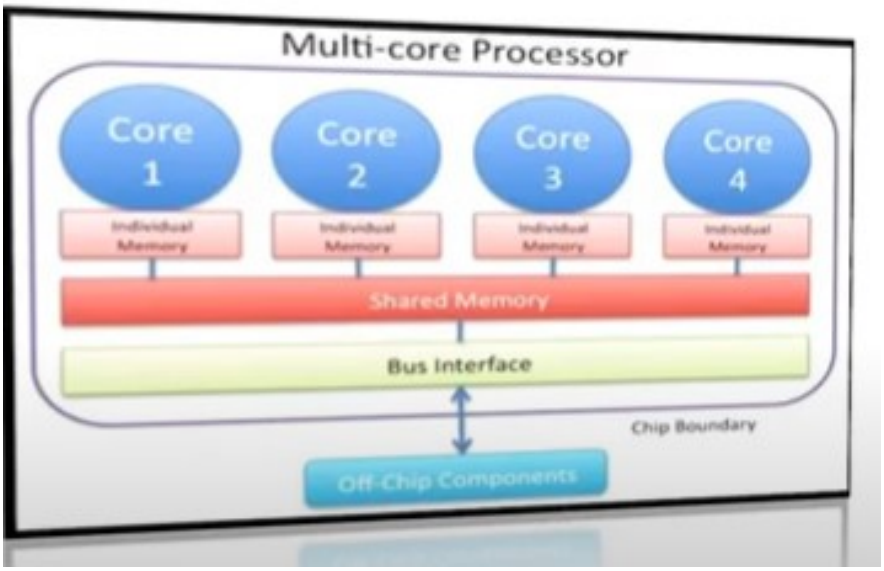
ที่มา:admin|May, 2017 http://dccloud.csloxinfo.com/th/wecloud01/

การประมวลผลแบบออโตโนมิค (Autonomic Computing)

การประมวลผลแบบออโตโนมิค (Autonomic Computing) คือ การพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถกำหนดค่ารักษาตนเองเมื่อเกิดความเสียหาย พัฒนาแก้ไขข้อผิดพลาดในการทำงานได้ด้วยตนเองและป้องกันตนเองจากผู้บุกรุกภายนอก ตัวอย่างเช่น ซอฟต์แวร์ป้องกันไวรัสของ Apple และ Microsoft ที่ใช้การอัปเดตอัตโนมัติ

High Performance, Power-Saving Processors

โปรเซสเซอร์ประสิทธิภาพสูงและประหยัดพลังงาน ได้แก่ โปรเซสเซอร์แบบมัลติคอร์เป็นซีพียูหลายแกน (Multi-Core)เป็นการรวมแกนประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปเข้าด้วยกันภายในแกนกลางของหน่วยประมวลผลกลาง หรือกล่าวได้ว่าเป็นการรวมสมองคิดของหน่วยประมวลผลกลาง หลายสมองในหัวเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ระบบการประมวลผลรวมดีขึ้น



รูปที่ 7-5 โปรเซสเซอร์แบบมัลติคอร์

ที่มา: มัลติคอร์
https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%A5%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%84%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C

2. แพลตฟอร์มซอฟต์แวร์

Web Service คือระบบซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่าย โดยที่ภาษาที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่อง

คอมพิวเตอร์ คือ XML เว็บเซอร์วิซมีอินเทอร์เฟส ที่ใช้อธิบายรูปแบบข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลได้

มาตรฐานหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Web Services ประกอบด้วย

- XML (eXtensible Markup Language)
- SOAP (Simple Object Access Protocol)
- WSDL (Web Services Description Language)
- UDDI (Universal Description, Discovery and Integration)

ใน Platform ประกอบด้วย ระบบปฏิบัติการ, โปรแกรมประสานงานระบบคอมพิวเตอร์และไมโครโพรเซสเซอร์ ซึ่ง Microchip ของคอมพิวเตอร์ใช้ในการทำงานด้วยตรรกะในคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการต่างกัน ก็จะมี Platform ที่ต่างกันไป

1. Hardware (ฮาร์ดแวร์)

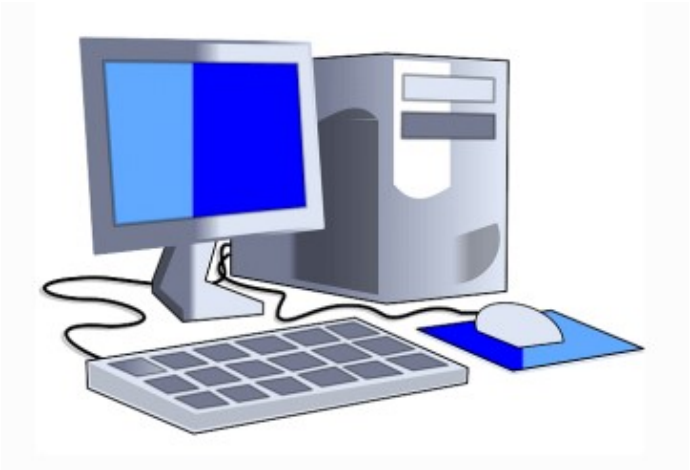
Hardware (ฮาร์ดแวร์) คือเครื่องมือ เครื่องจักร ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สามารถมองเห็น และจับต้องได้ ในระบบคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ หมายถึง ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ รวมถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ ด้วย ตัวอย่างของฮาร์ดแวร์ เช่น

CPU, RAM, Display adapter, Hard disk, Chipsets, Mainboard, Power supply, Monitor, Keyboard, Mouse, Modem, Router, Hub, เครื่องพิมพ์, Flash drive, Card reader, Sound card, Air card, Optical drive, USB Port และ สายต่อเชื่อมสัญญาณประเภทต่างๆ เป็นต้น

ฮาร์ดแวร์ สามารถแบ่งออกตามลักษณะการทำงานได้ 4 หน่วย ดังนี้

- หน่วยรับข้อมูล Input Unit
- หน่วยประมวลผลกลาง CPU: Central Processing Unit
- หน่วยแสดงผล Output Unit
- หน่วยเก็บข้อมูลสำรอง Secondary Storage

ฮาร์ดแวร์ไม่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง แต่ต้องอาศัยชุดคำสั่ง หรือโปรแกรมต่าง ๆ ในการสั่งงาน โดยที่ชุดคำสั่งเหล่านี้อาจจะอยู่ใน ROM ของฮาร์ดแวร์นั้น ๆ อาจจะเป็นชุดคำสั่งจากระบบปฏิบัติการ ชุดคำสั่งจากโปรแกรมขับเคลื่อน Driver หรือชุดคำสั่งจากโปรแกรม Software สำเร็จรูปก็ได้



รูปที่ 7-6 Hardware (ฮาร์ดแวร์)

ที่มา https://mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/4046-what-is-hardware.html

2. Software (ซอฟต์แวร์)

Software (ซอฟต์แวร์) หมายถึง สิ่งที่จับต้องไม่ได้ มองไม่เห็น เนื่องจากเป็นชุดคำสั่งหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำงานร่วมกับฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ เป็นชุดคำสั่งที่ใช้ในการสั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงาน โดยจะอยู่ในลักษณะเป็นชุดคำสั่ง หรือที่รู้จักในรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ซอฟต์แวร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- ซอฟต์แวร์ระบบ System Software ซอฟต์แวร์ระบบ เป็นซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่มีการเขียนขึ้นมาเพื่อควบคุมคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานได้ และมีการควบคุมลำดับขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ในระบบของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ซอฟต์แวร์ระบบที่ใช้กัน เช่น Windows DOS OS/2 UNIX เป็นต้น

  โปรแกรมระบบ System Software มี 2 ประเภท ดังนี้

  - โปรแกรมที่ทำงานทางด้านควบคุม Control Programs เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานต่างๆของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่สำคัญๆ เช่น Supervisor โดยจะมีการจัดการควบคุมโดย Supervisor ซึ่งจะอยู่ในตัวซีพียูที่เป็นความจำหลักของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดย Supervisor จะทำหน้าที่ในการประสานงานกับโปรแกรมควบคุมระบบ โดยเมื่อมีการเรียกใช้ภายใต้ระบบปฏิบัติการ ตัว Supervisor ก็จะส่งการควบคุมไปยังโปรแกรมนั้นที่มีการเรียกใช้ และเมื่อไม่มีการเรียกใช้หรือการทำงานสิ้นสุดลงก็ส่งตัวควบคุมกลับไป

ยัง Supervisor โปรแกรมควบคุมงานอื่นๆ Resource Control Programs เป็นโปรแกรมที่มีการตรวจสอบข้อผิดพลาดโดยหากมีข้อผิดพลายอะไรในโปรแกรมก็จะแสดงข้อผิดพลาดให้เห็น

- ระบบปฏิบัติการของไมโครคอมพิวเตอร์ Microcomputer Operating System เป็นโปรแกรมที่มีลักษณะเฉพาะไม่สามารถลงข้ามระบบปฏิบัติการได้ หากเป็น windows ก็ลงโปรแกรมสำหรับของ windows เท่านั้นระบบปฏิบัติการ สามารถแบ่งตามลักษณะการทำงาน โดยสามารถแบ่งได้ 5 ลักษณะ ดังนี้
  - ระบบปฏิบัติการสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ Stand alone เป็นระบบปฏิบัติการที่ใช้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กหรือ notebook ที่มีการทำงานโดยไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆของเครื่องคอมพิวเตอร์หรือถ้าหากมีการต่อพวกอินเทอร์เน็ตก็จะเรียกตัวนี้ว่า Client Operating System เช่น Windows XP, MS-DOS, Mac OS เป็นต้น
  - ระบบปฏิบัติการแบบฝัง Embedded Operating System เป็นระบบปฏิบัติการที่มาพร้อมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีการเก็บไว้ในรอม โดยจะมีความจำที่น้อยมากและสามารถป้อนข้อมูลเพิ่มได้โดยใช้ตัว Stylus ที่เป็นแท่งพลาสติกที่สามารถเขียนได้บนหน้าจอ โดยตัวระบบปฏิบัติการนี้สามารถอ่านลายมือและแปลงจากลายมือเขียนได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถพบระบบปฏิบัติการนี้ได้ในคอมพิวเตอร์แบบ Hand Held
  - ระบบปฏิบัติการเครือข่าย Network Operating System : NOS เป็นระบบปฏิบัติการที่จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆได้ เช่น เครื่องปริ้นเตอร์ เป็นต้น
  - ระบบปฏิบัติการบนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ เหมาะกับการนำไปใช้กับเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่และมีการใช้งานพร้อมกันจำนวนมาก
  - ระบบปฏิบัติการแบบเปิด Open Operating System สามารถนำไปใช้กับระบบปฏิบัติการต่างๆได้ เช่น windows เป็นต้น

รูปที่ 7-7 ระบบปฏิบัติการ

ที่มา: https://www.mindphp.com/บทความ/212-network/5698-system-software.html

- ซอฟแวร์ประยุกต์ (Application Software) ซอฟแวร์ประยุกต์ เป็นชุดคำสั่งที่เขียนขึ้นมาเป็นโปรแกรมที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ ซอฟต์แวร์ประยุกต์ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ 1. ซอฟต์แวร์สำหรับงานทั่วไป เช่น ซอฟต์แวร์นำเสนองาน ซอฟต์แวร์ติดต่อสื่อสารและเข้าถึงข้อมูล และ 2. ซอฟต์แวร์สำหรับงานเฉพาะด้าน เช่น โปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องจักรกล สำหรับซอฟต์แวร์ประยุกต์ทั่วไป สามารถแบ่งได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้
  - ซอฟต์แวร์จัดการฐานข้อมูล Database Management Software เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดเก็บฐานข้อมูล สร้างฐานข้อมูล โดยในฐานข้อมูลก็สร้างตารางต่างๆได้ โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูลมีมากมาย เช่น Microsoft Access, Foxbase, Paradox, Dbase
  - ซอฟต์แวร์ประมวลผลคำ Word Processing Software เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเพิ่ม ลบ แก้ไข แทรกตาราง รูปภาพ แผนภูมิรูปแบบต่างๆ ลงในเอกสาร ทำเอกสารให้สวยงามตามความต้องการของผู้ใช้งานได้ ตัวอย่างโปรแกรมเช่น Adobe Indesign, Pladao Office , CorelDraw ,OpenOffice ,WordPerfect ,Microsoft Office Word
  - ซอฟต์แวร์ทำการคำนวณ Caculation Software เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวนต่างๆตามที่ผู้ใช้ต้องการที่จะใช้ในการคำนวนนั้นๆ ตัวอย่าง

โปรแกรม เช่น OpenOffice Cale เป็นโปรแกรมชุด Pladao Office, Microsoft Office Excel

- ซอฟต์แวร์นำเสนอข้อมูล Presentation Software เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการนำเสนองานผ่านคอมพิวเตอร์ โปรแกรมที่นิยมใช้ เช่น Microsoft Office PowerPoint , Pladao Office ,OpenOffice Impress
- ซอฟต์แวร์ทางด้านกราฟฟิกและมัลติมีเดีย Graphics and Multimedia Software เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการจัดการรูปภาพและวีดีโอโดยสามารถตัดต่อวีดีโอได้สามารถตัดแต่งรูปภาพให้มีความสวยงามได้ ซอฟต์แวร์ที่นิยมใช้ เช่น Adobe Photoshop, VideoPad Video Editor, OBS Studio เป็นต้น
- ซอฟต์แวร์การใช้งานบนเว็บไซต์และการติดต่อสื่อสาร Web Site and Communications Software เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โปรแกรมที่นิยมใช้กัน เช่น โปรแกรมที่ใช้ในการท่องเว็บ โปรแกรมการจัดการและดูแลเว็บไซต์ เป็นต้น

รูปที่ 7-8 ซอฟแวร์ประยุกต์ (Application Software)
ที่มา:https://mindphp.com/บทความ/212-network/5702-application-software.html

7.1.3 ฐานระบบการจัดการน้ำ (Water management platform)

ข้อมูลด้านน้ำเป็นข้อมูลที่มีอยู่เป็นจำนวนมากมาย กระจายอยู่ในหน่วยงานต่างๆ ดังนั้นการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาใช้เพื่อบริหารจัดการข้อมูลเหล่านี้ จะทำให้การบริหารจัดการน้ำเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ฐานระบบการจัดการน้ำ หรือแพลตฟอร์มสำหรับการจัดการข้อมูลทางด้านน้ำ แบ่งออกเป็น 3 ช่วงคือ (1) การนำข้อมูลเข้า (2) การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล และ (3)การติดตามการใช้งานข้อมูล

1. การนำข้อมูลเข้า

การนำข้อมูลด้านน้ำที่สำคัญที่มีอยู่ เช่น อุณหภูมิ ระดับน้ำท่า ปริมาณน้ำฝน ซึ่งได้จาก sensors ตามสถานีวัดทั่วประเทศ โดยนำไฟล์จากชุดข้อมูลเปิดที่มีอยู่มาสร้าง API ซึ่งเป็น API ชนิด RESTful Web APIs เพื่อนำไปพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาใดก็ได้ และสะดวกต่อการนำไปพัฒนาเป็น Mobile App โดยการนำข้อมูลเข้ามาใช้โดยการแปลงไฟล์ชุดข้อมูล (dataset) ให้อยู่ในรูป Web เอพีไอ (Web API) (Application Programming Interface) ทั้งนี้ การทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ API ช่วยให้นำข้อมูลไปใช้ได้ง่าย

2. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อนำข้อมูลดิบเข้ามาเก็บในแพลตฟอร์มสำหรับจัดเก็บข้อมูลแล้ว ขั้นต่อไปคือการปรับเปลี่ยน หรือแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการเพื่อใช้ในขั้นต่อไป ข้อมูลเหล่านี้ จะอยู่ใน 2 รูปแบบคือ Time series data และ Digital data โดยใช้เครื่องมือ Math engine จัดข้อมูลให้เป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์การงานได้แก่ กลุ่ม Management เป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำ กลุ่ม AI engine กลุ่ม Big data analysis และกลุ่ม Alarm engine ทั้งนี้การนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของผลการวิเคราะห์ที่ต้องการ

3. การติดตามการใช้งานข้อมูล

ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้วิเคราะห์ตอบโจทย์และต่อยอดได้ ผู้ใช้งานสามารถบูรณาการข้อมูลจากหลายๆ ชุดข้อมูล โดยผ่านทางส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface) เช่น เวปไซด์ แอปพลิเคชัน

นอกจากนี้ ในส่วนของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการบริหารจัดการน้ำ ได้แก่ ซอฟต์แวร์ฟรีสำหรับทรัพยากรน้ำ (water resources free software) ซอฟต์แวร์ลักษณะนี้ สามารถใช้ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีใบอนุญาตและไม่มีค่าใช้จ่าย ซอฟต์แวร์เหล่านี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันขนาดใหญ่และกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ มีการปรับปรุงอยู่เสมอ และมีโครงการวิจัยและสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องมากมาย ซอฟต์แวร์ฟรีสำหรับทรัพยากรน้ำที่นิยมใช้ เช่น ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographical Information Systems), QGIS (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

7.2 ทบทวนนโยบายและแผนงานวิจัยระดับนานาชาติ

7.2.1 นโยบายในระดับสากล

1. องค์การสหประชาชาติ (UN)

สำหรับแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น มาจากประเทศสมาชิกองค์การสหประชาชาติ (UN) ได้ลงมติรับชุดเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) ในปี ค.ศ. 2015 จำนวน 17 เป้าหมาย และประเทศไทยนำมาใช้เป็นกรอบทิศทางการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจในระยะเวลา 15 ปี ในช่วงปี ค.ศ. 2016-2030 (พ.ศ. 2559-2573) โดยดำเนินงานให้สอดคล้องกับชุดเป้าหมาย ดังแสดงในรูปที่ 7-9

รูปที่ 7-9 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) ขององค์การสหประชาชาติ (UN)

ที่มา: https://www.un.or.th/globalgoals/th/the-goals/

สำหรับเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ ได้แก่ เป้าหมายที่ 6 การจัดการน้ำสะอาดและสุขาภิบาล เป้าหมายที่ 11 เมืองและถิ่นฐานของมนุษย์ที่ยั่งยืน (การป้องกันน้ำท่วมในเขตเมือง) และเป้าหมายที่ 13 การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2561)

OECD (2561) กล่าวถึง เทคโนโลยีดิจิตอลในภาคการเกษตร และภาคอาหาร ในประเด็นที่แพลตฟอร์มดิจิทัลจะรวบรวมข้อมูลและส่งเสริมการเข้าถึงให้กว้างขึ้น นอกจากนี้ การเข้าถึงแพลตฟอร์ม

ได้รับความสะดวกอย่างมากจากการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตที่เพิ่มขึ้น และการใช้สมาร์ทโฟนทำให้เข้าถึงแอพพลิเคชั่นและบริการใหม่ที่หลากหลายแก่บุคคลได้อย่างต่อเนื่อง

3. IWRM

การบริหารจัดการน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ 2 ประการ

- การจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ (IWRM) นอกเหนือจากโครงสร้างพื้นฐาน ได้นำเอาแนวคิดเรื่องความเท่าเทียมกันทางสังคม ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ และความยั่งยืนของระบบนิเวศมาเชื่อมโยงกัน
- การนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อสนับสนุนการจัดการน้ำ เช่น การใช้โทรศัพท์มือถือ การใช้งานอินเทอร์เน็ต

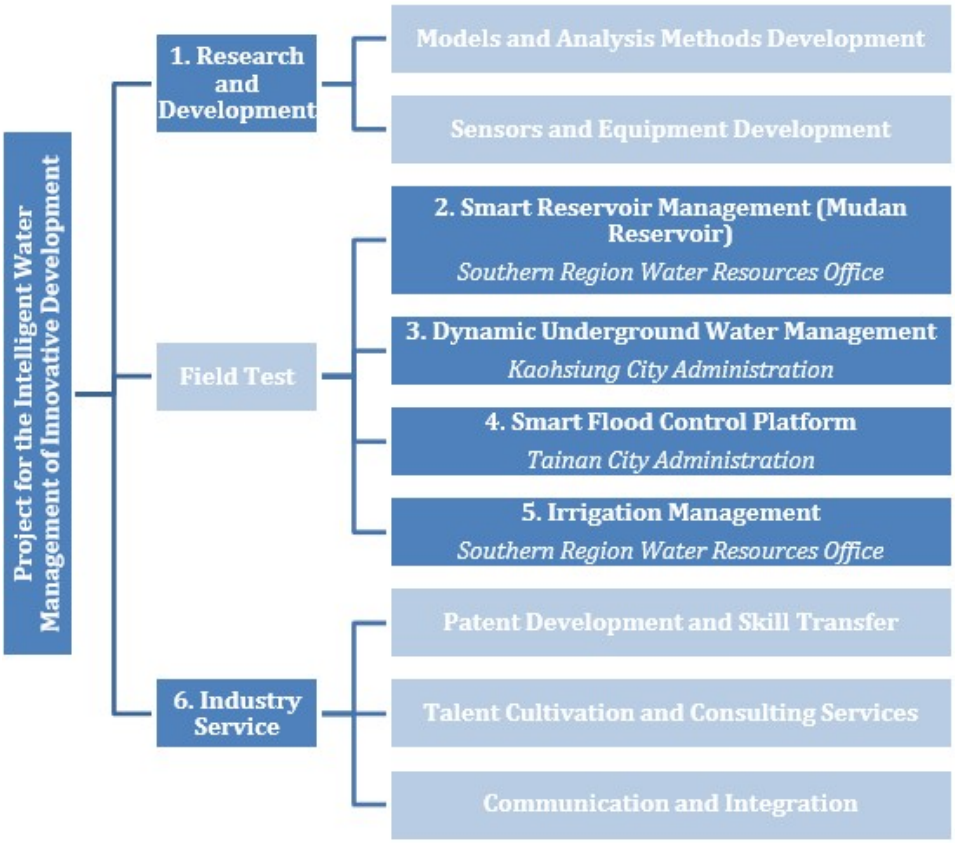
7.2.2 นโยบายในต่างประเทศ

1. ประเทศไต้หวัน

ในด้านการบริหารจัดการน้ำของประเทศไต้หวัน ไต้หวันได้กำหนดโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานแบบคาดการณ์ล่วงหน้าในช่วงปี 2560-2567 ภายในโครงการนี้ ประเด็นในเรื่องทรัพยากรน้ำและสภาพแวดล้อมทางน้ำ ได้รับการจัดอันดับให้เป็นหนึ่งในห้าประเด็นสำคัญของการพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหาของประเทศในปัจจุบัน โดยใช้งบลงทุน 8.3 พันล้านเหรียญสหรัฐ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดการในเรื่องการจัดหาน้ำ การป้องกันน้ำท่วม และโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับน้ำ

การจัดการน้ำอัจฉริยะของประเทศไต้หวัน

กระทรวงเศรษฐกิจและกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไต้หวัน (The Ministry of Economic Affairs and the Ministry of Science and Technology) ได้เสนอโครงการร่วมกันเพื่อการบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะของการพัฒนานวัตกรรม เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมการจัดการน้ำอัจฉริยะในภาคใต้ของไต้หวัน แผนดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมองค์กรทางวิชาการ หน่วยงานท้องถิ่น และอุตสาหกรรมต่างๆเพื่อพัฒนารากฐานที่มั่นคงสำหรับอุตสาหกรรมที่ค่อนข้างใหม่ในไต้หวันตอนใต้ โดยใช้พื้นที่ Tainan, Kaohsiung และ Pingtung เป็นพื้นที่สาธิตในโครงการ หลังจากดำเนินการแล้วจะมีการตรวจสอบและปรับปรุงวิธีการเพื่อดำเนินการต่อไปในมณฑลและเทศบาลอื่น ๆ ในโครงการนี้มีแผนงาน 6 โครงการหลัก ดังนี้



รูปที่ 7-10 การบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะของการพัฒนานวัตกรรม
เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมการจัดการน้ำอัจฉริยะในภาคใต้ของไต้หวัน

ที่มา: water technology industry in southern taiwan- Export.gov,
https://build.export.gov › build › idcplg

สำหรับเทคโนโลยีสำหรับแผนการพัฒนาระบบจัดการน้ำอัจฉริยะ แบ่งออกเป็น

1. การวิจัยและพัฒนา
2. การจัดการอ่างเก็บน้ำอัจฉริยะ
3. การจัดการน้ำใต้ดินแบบไดนามิก
4. แพลตฟอร์มควบคุมน้ำท่วมอัจฉริยะ
5. การจัดการชลประทานอัจฉริยะ
6. การจัดการอุตสาหกรรมอัจฉริยะ

สำหรับความพร้อมในด้านเทคโนโลยีของไต้หวัน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับพัฒนาเทคโนโลยี / ผลิตภัณฑ์ ระดับกำลังพัฒนาเทคโนโลยี / ผลิตภัณฑ์ และระดับที่ยังไม่ได้รับการพัฒนา

2. ประเทศสิงค์โปร์

ในปี 2016 ประเทศสิงคโปร์ จัดตั้งหน่วยงาน Government Technology Agency (GovTech) เป็นองค์กรอิสระตามกฎหมาย (Statutory board) ภายใต้สังกัดกระทรวงการสื่อสารและสารสนเทศ (Ministry of Communications and Information) มีหน้าที่เพื่อผลักดันการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลในภาครัฐ และทำงานร่วมกับหน่วยงานภาครัฐในการสนับสนุน พัฒนา และให้บริการระบบดิจิทัลที่มีความปลอดภัยทั้งในส่วนบุคคลและในภาคธุรกิจ

ภาระงานของ GovTechแบ่งเป็น 6 ด้านคือ Agency IT, Governance, Cyber Security, Infrastructure, Digital Service และ Smart National Application

งานสำคัญของหน่วยงาน ได้แก่

1. ระบบ smart city และแนวทางเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพของเมือง
2. จัดสรรเทคโนโลยีและโครงสร้างดิจิทัล แอปพลิเคชั่น และการให้บริการของรัฐบาลดิจิทัลและการทำธุรกรรมที่ราบรื่นไร้รอยต่อ เพื่อประโยชน์ต่อภาคเอกชน และประชาชน
3. การสร้างแนวทางเพื่อส่งเสริมความเข้าใจและความร่วมมือกับภาคประชาชน GovTechตั้งเป้าหมายในการเป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้ในรัฐบาลสิงคโปร์ และมุ่งเน้นในการให้บริการประชาชนอย่างเป็นมิตรกับผู้ใช้งานที่มีความหลากหลาย

GovTechทำงานร่วมกับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับด้านเทคโนโลยีสำหรับ Smart Nation โดย GovTechเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการดูแลด้านแพลตฟอร์มด้านเนื้อหาของเว็บไซต์ (Content Website Platforms; CWP) และระบบการแลกเปลี่ยน API (API Exchange: APEX) ทั้งนี้ CWP มีหน้าที่เป็นแพลตฟอร์มโฮสติ้ง (Platform Hosting) สำหรับเนื้อหาที่จะใช้ร่วมกันในเว็บไซต์ของรัฐบาล โดยการสนับสนุนหน่วยงานภาครัฐด้านการดูแลปรับปรุงรูปแบบและประสบการณ์ของผู้ใช้งานเว็บไซต์ของภาครัฐ CWP ทำหน้าที่สร้างสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยสำหรับการพัฒนาเว็บไซต์โดยสร้างแพลตฟอร์มที่มีความมั่นคง มีความสามารถสูง และมีการควบคุมความปลอดภัย ซึ่งมีชุดซอฟท์แวร์มาตรฐานที่สามารถนำไปใช้สร้างเว็บไซต์ได้ แพลตฟอร์มนี้ ช่วยให้รัฐบาลมีศูนย์กลางในการบริหารจัดการเว็บไซต์ที่บรรจุข้อมูลที่ไม่เป็นความลับผ่านระบบคลาวด์ (Cloud) ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวก ความปลอดภัย ใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่า รวดเร็วในการพัฒนาเว็บไซต์ และประหยัดต้นทุนจากการประหยัดต่อขนาด (Economy of Scale)

ขณะที่ APEX ซึ่งได้รับการพัฒนาร่วมกันจากหน่วยงาน GovTechร่วมมือกับกระทรวงการคลัง (Ministry of Finance) เพื่อทำหน้าที่เป็นแพลตฟอร์มสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกัน (Data-sharing) ระหว่างหน่วยงานภาครัฐต่าง ๆ เพื่อให้การแบ่งปันข้อมูลเป็นไปอย่างสะดวกและปลอดภัย ผ่านการใช้ (Application Programming Interfaces: APIs) โดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลดังกล่าว

จะได้รับการตรวจสอบ และมีระบบการจัดการความปลอดภัยสำหรับ APIs อีกทั้ง APEX ยังช่วยให้การถ่ายโอนข้อมูลระหว่าง Front-end หรือส่วนที่แสดงให้ต่อสาธารณะเป็นรูปลักษณ์ของเว็บไซต์ เช่น อินเทอร์เน็ต กับ ส่วน Back-end หรือ ระบบจัดการเว็บไซต์ภายใน เช่น อินทราเน็ต เป็นต้น

การใช้ระบบ APEX จะช่วยให้หน่วยงานภาครัฐ สามารถจัดการและดูแลข้อมูล APIs รวมถึงการใช้ งานข้อมูลในลักษณะเรียลไทม์ (Real-time) เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผลการใช้งานในภาพรวมและสถิติการใช้งาน ส่งผลให้สามารถปรับปรุงชุดข้อมูลได้อย่างต่อเรื่องตรงตามรูปแบบและความต้องการใช้งาน โดย APEX จัดเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างพื้นฐานด้านแอ็พพลิเคชันใน Government Stack Technology (SGTS) ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มกลางเพื่อให้หน่วยงานราชการสามารถนำไปสร้างและพัฒนาแอพพลิเคชั่นของตนเองได้ เพื่อให้เหมาะกับผู้ใช้งานได้อย่างตรงจุด

ที่มา หน่วยงานภาครัฐสิงคโปร์ที่ได้รับการรับรองจาก OpenGov Recognition of Excellence ประจำปี 2561 https://www2.opdc.go.th/uploads/files/2561/Sum_Doc7861.pdf (p. 16-17)

3. ประเทศจีน

จากแผนทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ปี 2553-2573 ภายใต้กระทรวงทรัพยากรน้ำแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน จีนมีนโยบายในด้านทรัพยากรน้ำ โดยประกาศนโยบายการใช้ระบบบริหารทรัพยากรน้ำที่เข้มงวดที่สุด (Strictest Water Resources Management System) มีวัตถุประสงค์ 3 ด้านที่เรียกว่าเส้นแดง 3 เส้น (tree red lines) มีเป้าหมายครอบคลุม 3 ด้านได้แก่ ด้านการใช้ทรัพยากรน้ำ ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำ และด้านการควบคุมมลภาวะทางน้ำ

จีนกำหนดเป้าหมายปริมาณการใช้น้ำเพื่อบริโภคทั้งหมดอยู่ที่ 700,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ภายในปี 2573 สำหรับเป้าหมายในด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำ จีนกำหนดให้ภาคอุตสาหกรรมลดปริมาณการใช้น้ำลง โดยกำหนดให้การใช้น้ำเพื่อผลิตสินค้าอุตสาหกรรมมูลค่า 10,000 หยวนต้องใช้น้ำเพิ่มขึ้นให้น้อยกว่า 40m3 และให้มีการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนเป้าหมายด้านการควบคุมมลภาวะทางน้ำ จะต้องมีการปฏิบัติตามคุณภาพน้ำสอดคล้องกับคุณภาพน้ำในพื้นที่มากกว่าร้อยละ 95 ภายในปี 2573

จากนโยบายด้านน้ำของจีน ทำให้จีนมีการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีการประหยัดน้ำขั้นสูงมากขึ้น นอกจากนี้ จีนยังดำเนินการตั้งระบบการจัดสรรน้ำระดับชาติ สร้างระบบสิทธิในทรัพยากรน้ำและปฏิรูปราคาน้ำ (aquastrategy, 2016)

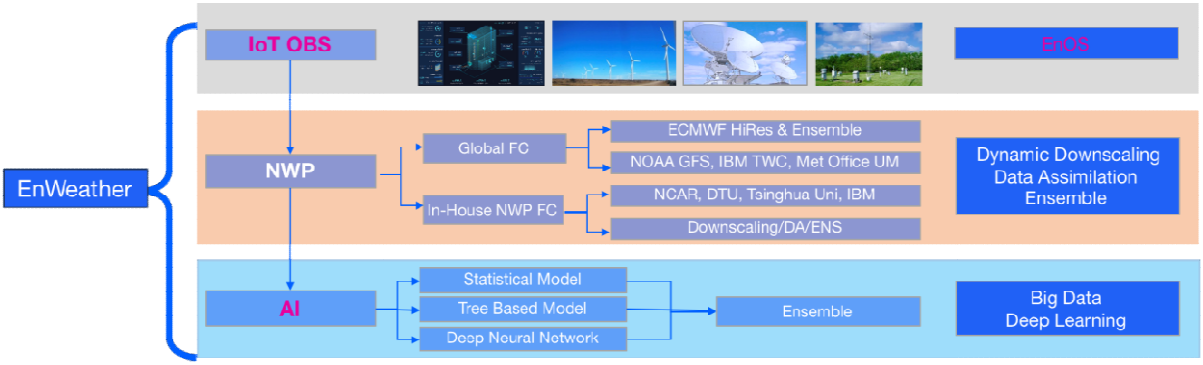
7.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

ประเทศสิงคโปร์

หน่วยงานด้านเทคโนโลยีของรัฐบาลสิงคโปร์ (GovTech) ภายใต้สำนักนายกรัฐมนตรีของสิงคโปร์ ว่าจ้างบริษัท EnOS™ เป็นเจ้าภาพและพัฒนาระบบควบคุมการจัดการอุปกรณ์ GovTechและระบบเก็บข้อมูล (DECADA)

EnOS™ ช่วยรัฐบาลสิงคโปร์เร่งพัฒนาโซลูชั่นที่ใช้ IoT ในระบบดิจิตอล โดย EnOS™ จัดเตรียม ระบบปฏิบัติการ IoT ที่พร้อมใช้งาน ช่วยให้หน่วยงานของรัฐ สามารถนำข้อมูล IoT โดยการนำเข้าข้อมูล IoT ในรูปแบบข้อมูลดิบลงในที่เก็บข้อมูล

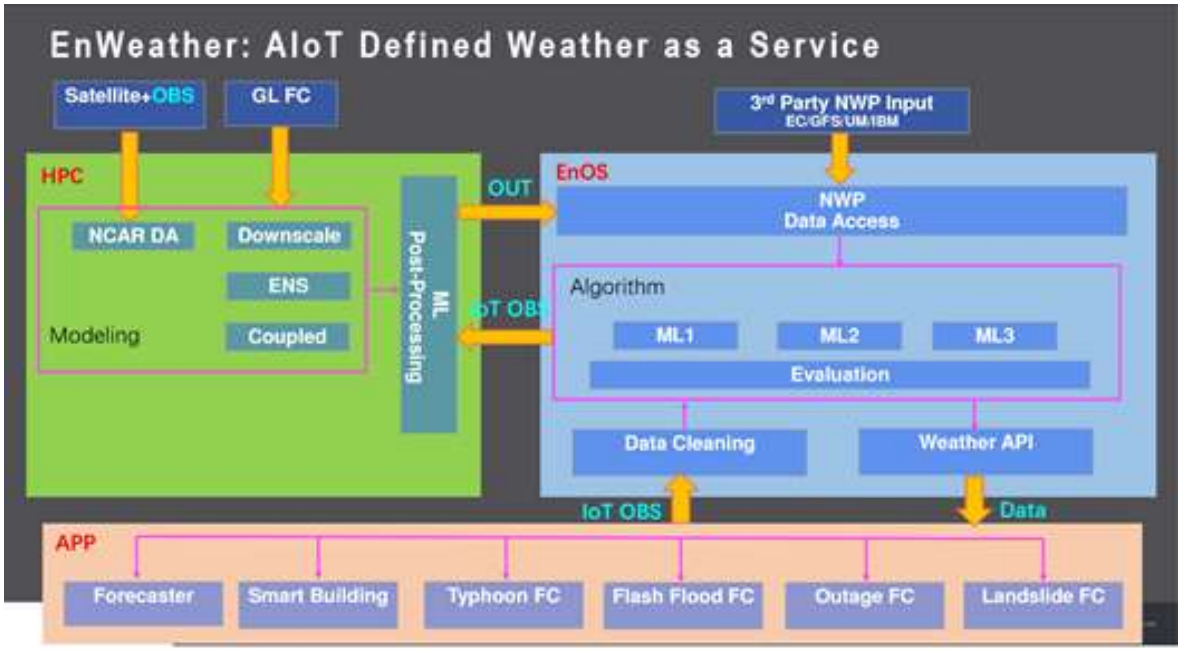
ด้วยประสิทธิภาพของที่เก็บข้อมูล IoT ช่วยให้หน่วยงานต่างๆ สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูล การพยากรณ์การปรับให้เหมาะสม และพัฒนาแดชบอร์ดผ่านความสามารถการทำงานของ EnOS™



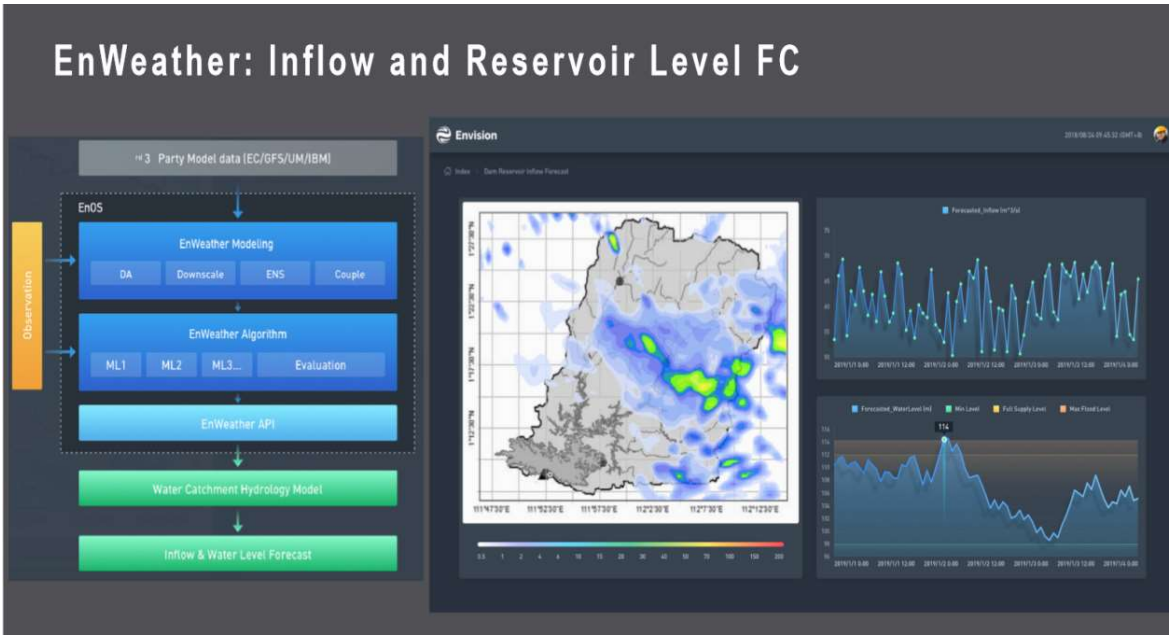
รูปที่ 7-11 ระบบการทำงานของการพยากรณ์อากาศ

ที่มา: https://envision-digital.com/

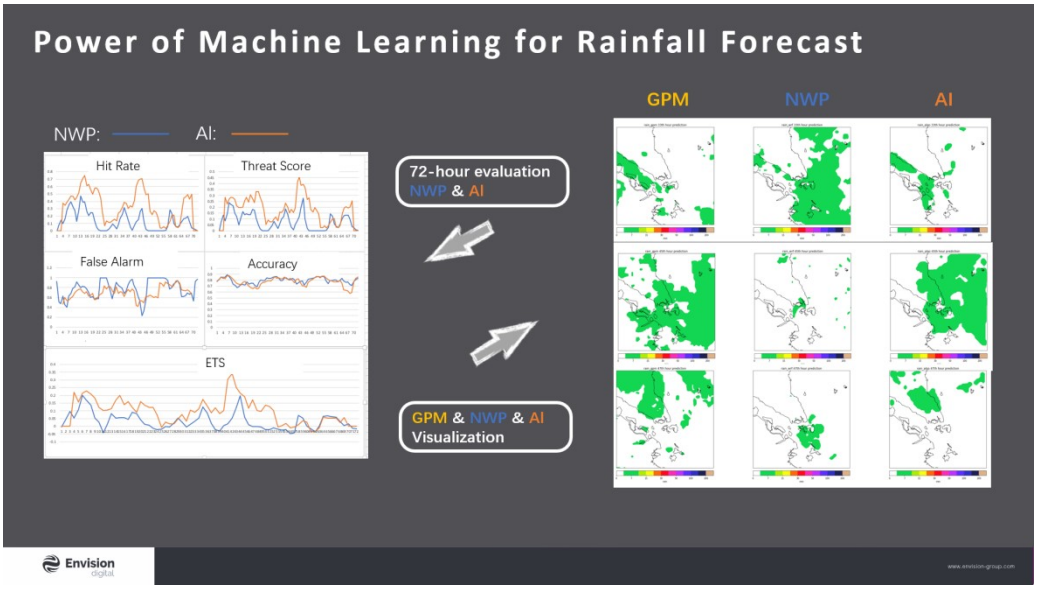
ในปัจจุบัน ประเทศสิงคโปร์มีการจัดการฐานระบบด้านน้ำ ที่นำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำที่ทันสมัย โดยใช้โปรแกรม EnWeatherเป็นระบบการพยากรณ์อากาศซึ่งให้ผลการพยากรณ์ด้วยความละเอียดในเชิงพื้นที่ 1x1 กม. และความละเอียดเชิงเวลา 15 นาที ระบบนี้เป็นระบบที่นำปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) เข้ามาช่วยในการพยากรณ์ ดังขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 7-11 จึงส่งผลให้ความความถูกต้องในการพยากรณ์สูงและมีความสามารถดีกว่าการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข (Numerical weather prediction: NWP) ดังแสดงในรูปที่ 7-12



รูปที่ 7-12 กระบวนการทำงานของEnWeather



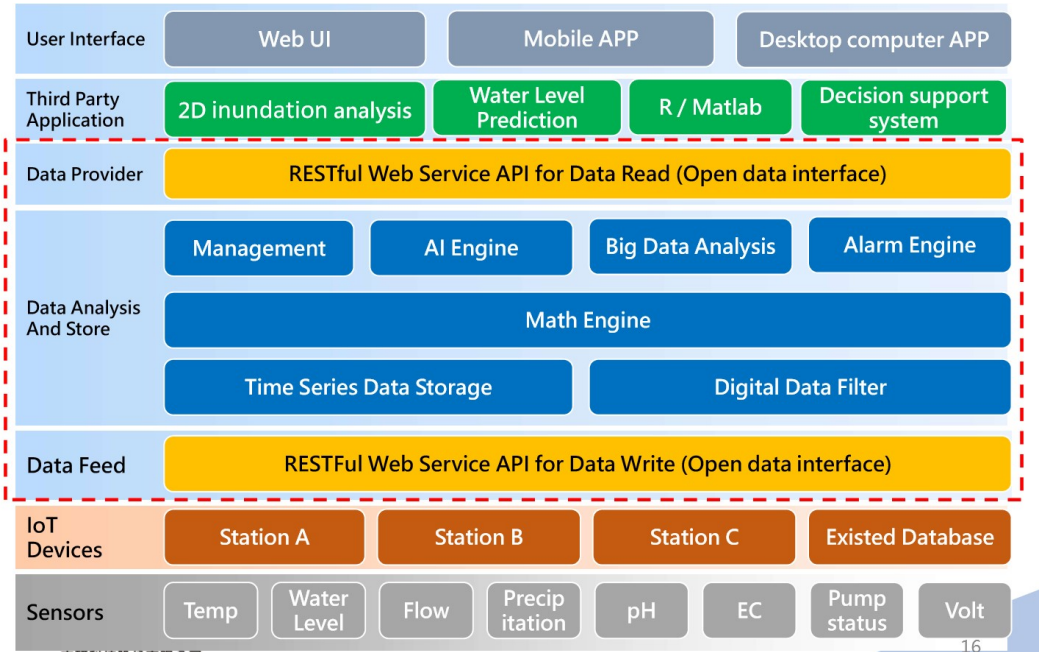
รูปที่ 7-13ระบบการพยากรณ์อากาศ EnWeather



รูปที่ 7-14 ประสิทธิภาพของระบบการพยากรณ์อากาศ EnWeather เปรียบเทียบกับ NWP

ประเทศไต้หวัน

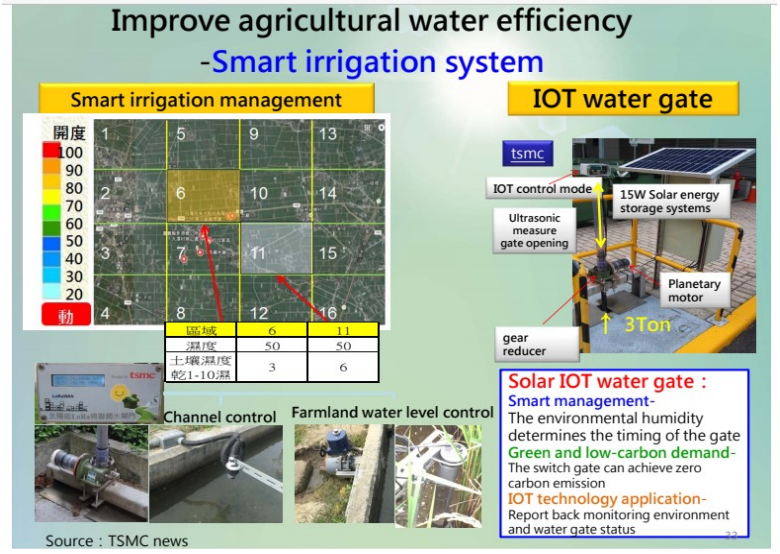
ประเทศไต้หวัน นำฐานระบบการบริหารจัดการน้ำมาใช้ โดยฐานระบบการจัดการน้ำ มีกระบวนการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ช่วงคือ (1) การนำข้อมูลเข้า (2) การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล และ (3) การติดตามการใช้งานข้อมูล ดังรูป 7-15



รูปที่ 7-15กระบวนการทำงานของฐานระบบการจัดการน้ำ

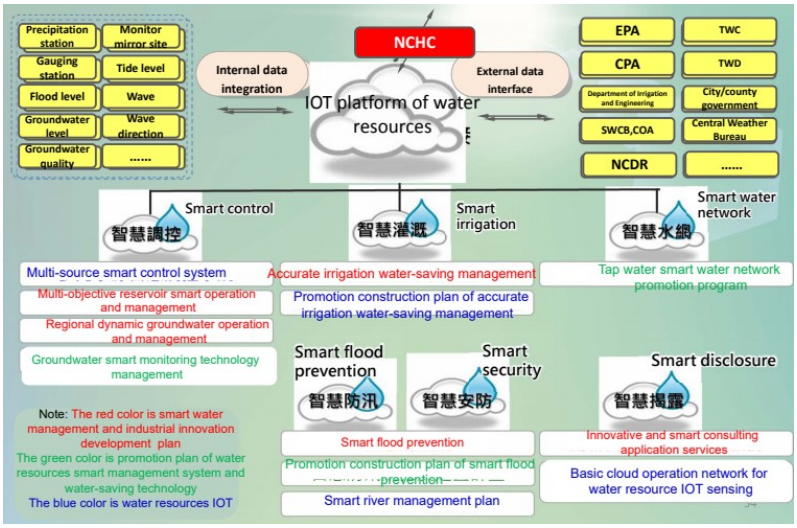
ที่มา:Senslink

ประเทศไต้หวันมีความก้าวหน้าในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในด้าน (1) อุโมงค์ประตูน้ำอ่างเก็บน้ำ Reservoir sluicing tunnel (2) การตรวจสอบการป้องกันภัยพิบัติ (Disaster prevention monitoring) (3) การประเมินความปลอดภัยของอ่างเก็บน้ำ Reservoir safety assessment (4) น้ำรีไซเคิลRecycled water (5) การบำบัดน้ำ Water treatment และ (6) การจัดการน้ำอย่างชาญฉลาด (Smart water management) ที่เป็นจุดเด่นสำคัญของประเทศ

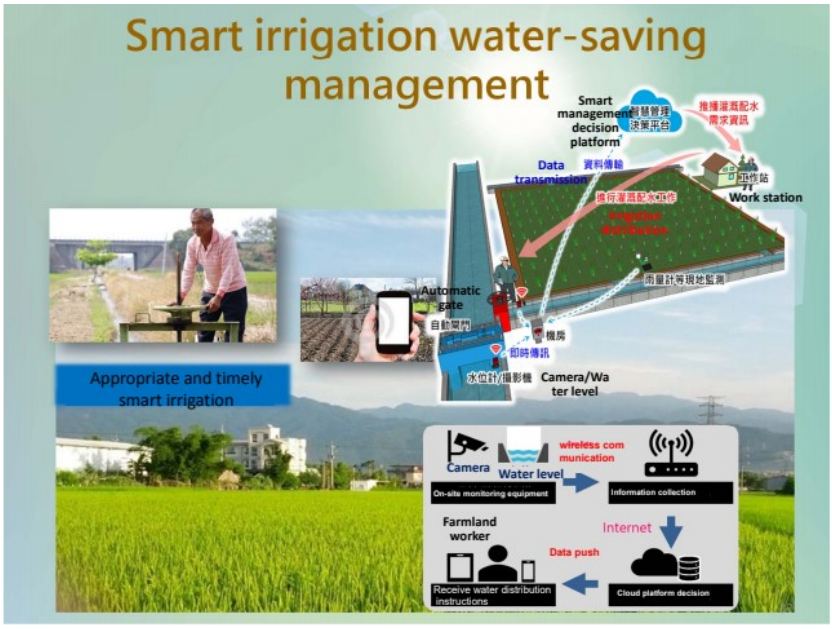


รูปที่7-16 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในภาคการเกษตร
ที่มา:Chien-Hsin, 2018

ในการจัดการน้ำอย่างชาญฉลาด (Smart water management) นำเทคโนโลยี IOT platformเข้ามาใช้ ในการจัดการน้ำได้แก่ การจัดการการประหยัดน้ำในการทำการเกษตร เครือข่ายป้องกันน้ำท่วม การทำงานและการจัดการอ่างเก็บน้ำ

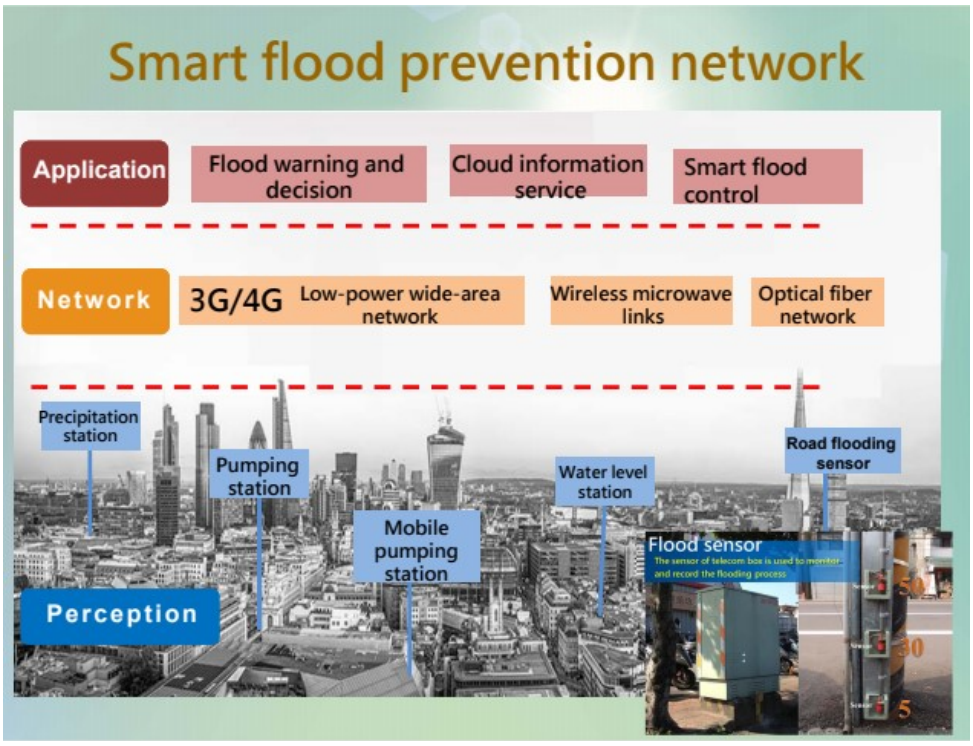


รูปที่ 7-17 ระบบการจัดการน้ำอย่างชาญฉลาด ที่มา Chien-Hsin, 2018



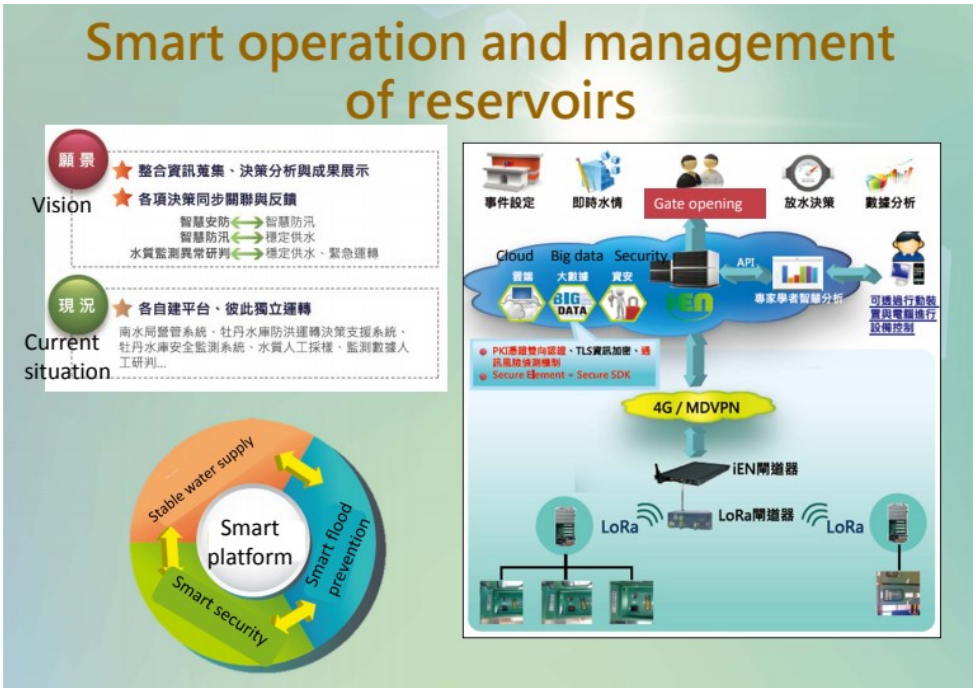
รูปที่ 7-18 การจัดการการประหยัดน้ำในการทำการเกษตรอย่างชาญฉลาด

ที่มา:Chien-Hsin, 2018



รูปที่ 7-19 เครือข่ายป้องกันน้ำท่วมอย่างชาญฉลาด

ที่มา:Chien-Hsin, 2018



รูปที่ 7-20 การทำงานและการจัดการอ่างเก็บน้ำอย่างชาญฉลาด
ที่มา:Chien-Hsin, 2018

7.2.4 งานศึกษาวิจัยอื่นๆ

1. Software สำหรับบริหารจัดการน้ำ

Open source and public domain FREEWAT platform โอเพนซอร์สและโดเมนสาธารณะ ของแพลตฟอร์ม FREEWAT สำหรับการจัดการทรัพยากรน้ำ ประกอบด้วย

- โมดูลการประมวลผลล่วงหน้าเพื่อความสะดวกในการจัดทำข้อมูลนำเข้า
- เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์กระบวนการเพื่อการสนับสนุนการจัดการทรัพยากรน้ำ
- การประมวลผลเพื่อการนำเสนอผลงาน

แพลตฟอร์ม FREEWAT นั้นใช้โซลูชั่น open source เพื่อดำเนินการเชื่อมต่อระหว่าง QGIS ที่พัฒนาโดย USGS และแอปพลิเคชั่นซอฟต์แวร์อื่นๆ และฐานข้อมูล SpatiaLiteการพัฒนาของแพลตฟอร์ม FREEWAT ได้รับการสนับสนุนโดยผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ

FREEWAT เป็นโครงการ EU HORIZON 2020 (Grant Agreement) มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการจัดการทรัพยากรน้ำโดยลดความซับซ้อนของการประยุกต์ใช้คำสั่ง Water Framework และแนวทางอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับน้ำของสหภาพยุโรปด้วยวิธีการแบบบูรณาการ GIS แพลตฟอร์ม FREEWAT

แพลตฟอร์ม FREEWAT จะรวมเป็นปลั๊กอินในเดสก์ท็อป QGIS GIS และจะขึ้นอยู่กับแบบจำลองตัวเลขการเคลื่อนตัวของน้ำบาดาลและตัวละลาย (จากตระกูล MODFLOW USGS) นอกจากนี้ยังจะรวมถึงโมดูลสำหรับการเคลื่อนตัวของตัวถูกละลาย การจัดการและการวางแผนน้ำ เครื่องมือวิเคราะห์การสังเกตการณ์ (OAT); การสอบเทียบความไม่แน่นอนและการวิเคราะห์ความไว การจัดการน้ำในการเกษตร เครื่องมือสำหรับปัญหาคุณภาพน้ำใต้ดิน เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ การตีความและการสร้างภาพข้อมูลอุทกธรณีวิทยา

แพลตฟอร์ม FREEWAT นำไปใช้กับเป็นกรณีศึกษากับ 10 ประเทศในสหภาพยุโรป และใน 3 ประเทศรอบข้าง (สวิตเซอร์แลนด์, ตุรกีและยูเครน) และกลุ่มประเทศในแอฟริกา ในประเทศที่เป็นกรณีศึกษาจะกล่าวถึงประเด็นต่าง ๆ ใน WFD, GWD และแนวทางที่เกี่ยวข้องกับน้ำอื่น ๆ และหัวข้อการจัดการน้ำในชนบท

วัตถุประสงค์ FREEWAT

โครงการ FREEWAT มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงการจัดการทรัพยากรน้ำ (WRM) โดยการบรรลุวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้:

- เพื่อประสานงานการวิจัยของสหภาพยุโรปและกองทุนระดับชาติก่อนหน้านี้เพื่อรวมโมดูลซอฟต์แวร์ที่มีอยู่สำหรับ WRM
- เพื่อจัดหาหน่วยงานปกครองของสหภาพยุโรปหน่วยงานด้านน้ำและสาธารณูปโภค และ บริษัท ด้านสิ่งแวดล้อม / ผู้เชี่ยวชาญด้านน้ำด้วยเครื่องมือซอฟต์แวร์ที่เป็นนวัตกรรมฟรีและโอเพ่นซอร์สที่มีการใช้งานที่เป็นมิตร
- เพื่อสร้างความรู้และความสามารถในการใช้เทคโนโลยีซอฟต์แวร์ทางวิทยาศาสตร์โดยการปรับปรุงคุณภาพของบุคลากรด้านเทคนิคและการจัดการที่เกี่ยวข้องกับปัญหา WRM ในสถาบันสาธารณะและ บริษัท เอกชน
- เพื่อสนับสนุนการประยุกต์ใช้ FREEWAT ในแนวทางการมีส่วนร่วมที่เป็นนวัตกรรมรวบรวมเจ้าหน้าที่ด้านเทคนิคและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการสร้างสถานการณ์และการจำลองสถานการณ์เพื่อนำไปใช้และพัฒนานโยบายน้ำที่เหมาะสม
- เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ข้อมูล การตรวจสอบทรัพยากรน้ำโดยได้รับผลลัพธ์สำหรับการแก้ปัญหาเช่น ความพร้อมใช้งานและคุณภาพของน้ำการตรวจสอบและแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำใต้ดินและการรับมือกับการรุกของน้ำทะเล

ที่มา https://www.un-igrac.org/special-project/freewat

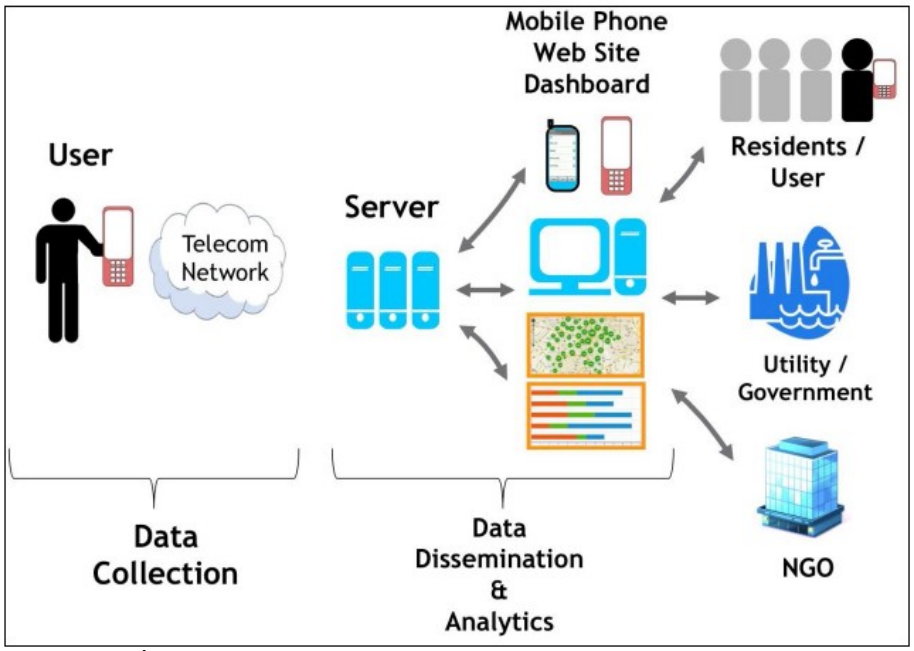
2. WRM Platform

WRM เป็นแพลตฟอร์มการจัดการทรัพยากรน้ำ มีเป้าหมายในการใช้น้ำและช่วยในการจัดการและตรวจสอบระบบการจ่ายน้ำดื่ม (DWD Systems) WRM แพลตฟอร์ม ถูกออกแบบมาเพื่อทำงานร่วมกับระบบควบคุมและเก็บข้อมูล (SCADA) เพื่อรวบรวมข้อมูลตามเวลาจริงจากการติดตั้ง DWD และจัดทำรายงานและการวิเคราะห์ข้อมูลตามความต้องการของระบบ DWD นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างแบบจำลองระบบ DWD แบบกราฟิกและใช้ข้อมูลจาก SCADA เพื่อทำการคำนวณสมดุลของน้ำและการจำลองพลังงานสุ่มเพื่อแนะนำการปรับให้เหมาะสมเช่นเดียวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำ แพลตฟอร์ม HYDRODOTISIS ประกอบด้วย 3 โมดูล ได้แก่ 1. สมดุลน้ำ 2. เครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพทรัพยากร 3.การประกันคุณภาพน้ำ

3. แอปพลิเคชั่นสำหรับการวางแผนบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสม

สำหรับ Application (แอพพลิเคชั่น) ในด้านการใช้น้ำเป็นโปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ให้กับผู้ใช้งานออกแบบมาสำหรับ Mobile (โมบาย) Teblet(แท็บเล็ต) หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ในระบบปฏิบัติการ android (แอนดรอยด์), IOS (ไอ โอ เอส)

ในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับโทรศัพท์มือถือ มี 3 ประการที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบโซลูชัน ได้แก่ 1) วิธีที่แอปพลิเคชันจะทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ 2) ความเหมาะสมของแพลตฟอร์มเทคโนโลยีที่นำมาใช้ และ 3) ประสิทธิภาพการใช้งานและความยั่งยืนของแอปพลิเคชัน



รูปที่ 7-21 แผนภาพการไหลของข้อมูลในโซลูชันโทรศัพท์มือถือ
ที่มา:https://pacinst.org/publication/mwash-mobile-phone-applications-for-the-water-sanitation-and-hygiene-sector/

เครื่องมือ- <u>แพลตฟอร์ม</u> (platform) /ระบบปฏิบัติการ

ระบบปฏิบัติการ (operating system- OS) ในโทรศัพท์มือถือ(สมาร์ตโฟน) ได้แก่

- ซิมเบียน (Symbian)
- แบล็กเบอร์รีโอเอส (BlackBerry OS)
- แอนดรอยด์ (Android)
- ไอโอเอส (iOS)
- วินโดวส์โมบาย (Windows Mobile)
- วินโดวส์โฟน (Windows Phone)
- บาดา (Bada)
- เว็บโอเอส (webOS)
- มีโก (MeeGo)

<u>เทคนิค</u>

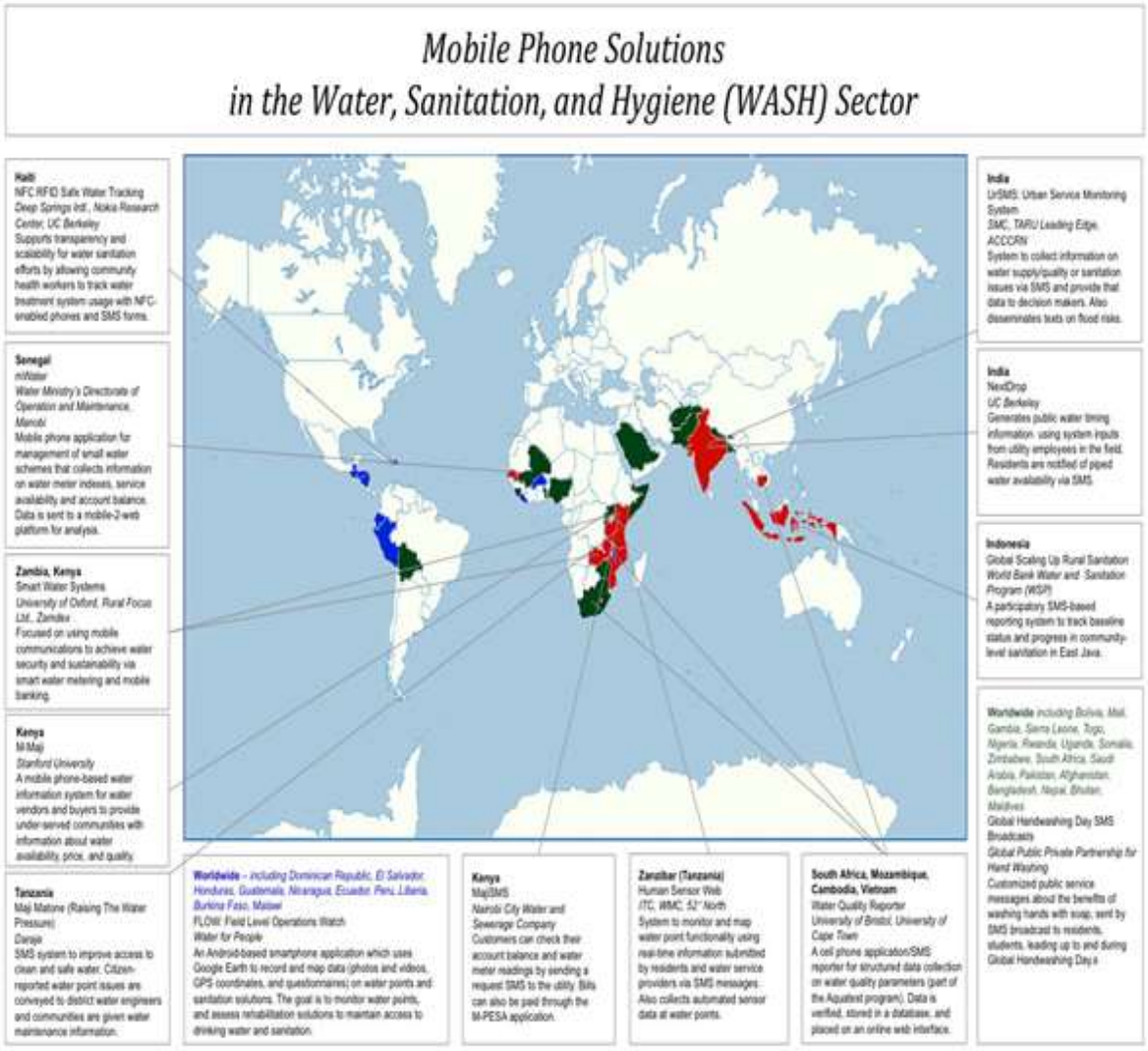
สำหรับการรวบรวมข้อมูลและการเผยแพร่ข้อมูล การรวบรวมข้อมูลหรือตัวเลือกการป้อนข้อมูล มีตัวเลือกการออกแบบทางเทคนิคที่หลากหลาย อาทิการป้อนข้อมูล SMS แบบง่าย (บริการข้อความสั้น), SMS เชิงโต้ตอบ, การตอบสนองด้วยเสียงโต้ตอบ (IVR) interactive voice responseแดชบอร์ดบนเว็บ, การทำแผนที่บนเว็บ, การกระจายเสียงหรือ SMS เป็นกลุ่ม, รูปแบบข้อมูลเช่นกราฟิกแบโต้ตอบภาพถ่ายหรือวิดีโอ

โครงการสมาร์ทโฟนสำหรับการวางแผนบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสม

โครงการ mWASH: แอปพลิเคชั่นโทรศัพท์มือถือสำหรับภาคน้ำสุขาภิบาลและสุขอนามัย โดย USAID Development Grants Program and Cisco Foundation (Mobile Phone Applications for the Water, Sanitation, and Hygiene (WASH) Sector)

โครงการโทรศัพท์มือถือสำหรับการวางแผนบริหารจัดการน้ำดำเนินการในพื้นที่ กว่าสี่สิบแห่งทั่วโลก

mWASH: Mobile Phone Applications for the Water, Sanitation, and Hygiene Sector



รูปที่ 7-22 mWASH: Mobile Phone Applications for the Water, Sanitation, and Hygiene Sector

ที่มา:https://pacinst.org/wp-content/uploads/2012/05/mwash.pdf

ตารางที่ 7-1 กรณีศึกษาโซลูชันโทรศัพท์มือถือ

			DataCollection	DataDissemination andAnalytics
e-Pasarlkan	Fisheries management	Employeereporting	Structured SMSentry	Web-baseddashboard,Bulk SMS
FLOW	WASH (water)	Employeereporting	Data entrythrough Android(smartphone) application	Web-basedmapping
Human SensorWeb	WASH (water)	Utilityinformation dissemination Crowdsourced citizenreporting	Structured SMS entryto system Broadcast SMSmessagestousers	Web-basedmapping,Bulk SMS, Otherdata formats
Kerjalokal(AppLab)	Employment	Information dissemination	Native formentry Broadcast messagestosubscribedusers	Other reportsanddataformats
KlikJkt;Klik Papua(Yayasan AirPutih)	CivicEngagement	Crowdsourced citizenreporting Information dissemination	Unstructured SMSentrytosystem Broadcast SMSmessagestousers	Web-basedmapping
MajiMatone	WASH (water)	Crowdsourced citizenreporting Two-way interactive communication	Unstructured SMSentrytosystem	BulkSMS

			DataCollection	DataDisseminati
MediaCenter(YayasanAirPutih)	Disaster Management	Crowdsourced citizenreporting	Unstructured SMSentrytosystem	Web-basedmapping,other reports
MobileSurvey(AppLabIndonesia)	Market Research	Incentivized reporting	Native formentry	Other reportsandda taformats
NextDrop	WASH (water)	Utilityemployee reporting Information dissemination Crowdsourced citizenreporting	InteractiveVoiceResponseforvalve operators anddata verification byresidents Broadcast SMSmessagestoresidents	Web-based dashboards
ProjectKopano; ProjectZumbido(SHMFoundation)	Health	Peer-to-peerexchange	Group SMSmessages	Interactive Communication
Jana(formerly txteagle)	Market Research	Incentivized reporting	Native formentry	Other reportsandda taformats
WaterQualityReporter	WASH (water)	Utilityemployeeand healthtechnicianreporting Two-way interactive communication	Data entry throughJava(smartphone)application	Web-baseddashboards,SMS, spreadsheets dashboards, SMS, spreadsheets

ที่มา:https://pacinst.org/wp-content/uploads/2012/05/mwash.pdf

โครงการ FLOW ชุมชนในชนบทฮอนดูรัส

โครงการ FLOW มีวัตถุประสงค์คือการเก็บข้อมูลโดยตรงจากประชาชนในพื้นที่เพื่อตรวจสอบและประเมินผลของน้ำ ข้อมูลใช้เพื่อทำงานร่วมกับหน่วยงานราชการเพื่อพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

Figure 6. Water for People using FLOW to interview a community member in rural Honduras
Source: Elias Assaf/Water For People

Figure 8. Rural water system operator submits results from a

รูปที่ 7-23 โครงการ FLOW ชุมชนในชนบทฮอนดูรัส

ที่มา:https://pacinst.org/wp-content/uploads/2012/05/mwash.pdf

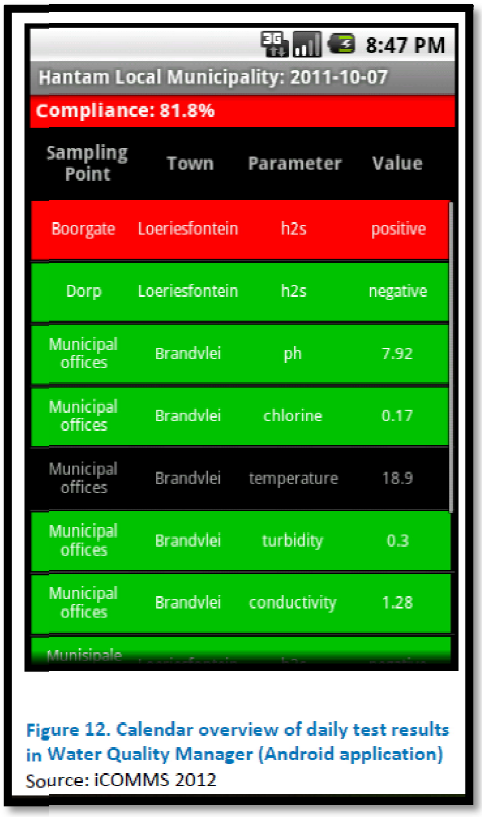


Figure 12. Calendar overview of daily test results in Water Quality Manager (Android application)
Source: iCOMMS 2012

รูปที่ 7-24 โครงการ FLOW ชุมชนในชนบทฮอนดูรัส

ที่มา:https://pacinst.org/wp-content/uploads/2012/05/mwash.pdf

7.3 แนวคิด ทฤษฎี และงานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฐานระบบการจัดการน้ำในประเทศไทย

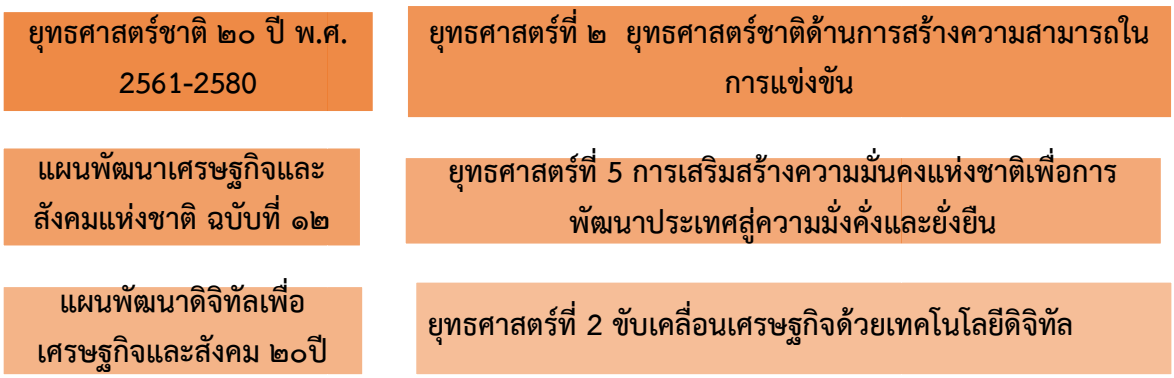
7.3.1 ยุทธศาสตร์ แผน และนโยบายการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับฐานระบบการจัดการน้ำในประเทศไทย

ทางคณะผู้ศึกษาได้ศึกษายุทธศาสตร์ แผน และนโยบายการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับระบบดิจิตัลและฐานระบบการจัดการน้ำของประเทศไทย สามารถแบ่งแผน/ยุทธศาสตร์/นโยบายฯ ออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

แผนระดับที่1 เป็นแผนในระดับนโยบายของประเทศได้แก่ ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)

แผนระดับที่ 2 ได้แก่ (1) แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ประเด็นที่ 419 และ(2) แผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

แผนระดับที่ 3 ได้แก่ (1) แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)



รูปที่ 7-25 แผน/ยุทธศาสตร์การพัฒนาของประเทศไทย ประเด็นการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและระบบดิจิทัล

1. ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี พ.ศ. 2561-2580

ได้กำหนดวิสัยทัศน์ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง”

กำหนดเป้าหมาย

- ยกระดับรายได้ เฉลี่ยของคนไทยให้มากกว่า 15,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อคนต่อปี
- อัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวม ภายในประเทศ (GDP) เฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ต่อปี
- ผลิตภาพการผลิตรวมเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 3 ต่อปี

ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ประกอบด้วย 6 ยุทธศาสตร์ ดังนี้

- ยุทธศาสตร์ที่ 1 ยุทธศาสตร์ชาติด้านความมั่นคง
- ยุทธศาสตร์ที่ 2 ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
- ยุทธศาสตร์ที่ 3 ยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
- ยุทธศาสตร์ที่ 4 ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
- ยุทธศาสตร์ที่ 5 ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
- ยุทธศาสตร์ที่ 6 ยุทธศาสตร์ชาติด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ

สำหรับหมวดที่เกี่ยวข้องกับฐานระบบการจัดการน้ำ คือ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน เป้าหมายการพัฒนา คือ ประเทศไทยเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว เศรษฐกิจเติบโตอย่างมีเสถียรภาพและยั่งยืน และ ประเทศไทยมีขีดความสามารถในการแข่งขันสูงขึ้น ในหัวข้อ อุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคต อุตสาหกรรมและบริการดิจิทัล ข้อมูล และปัญญาประดิษฐ์

2. แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)

แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ประเด็น 19 ต้องการให้ประเทศมีระดับความมั่นคงทั้งด้านน้ำ พลังงานและอาหารเพิ่มขึ้น โดยมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำและความมั่นคงด้านน้ำในประเด็นที่ (19) ประเด็นการบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ.2561-2580) มีเป้าหมายตัวชี้วัดและแนวทางพัฒนาด้วยแผนย่อย 3 แผน ดังนี้

ประเด็นที่ 4

แผนแม่บทประเด็นอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคต จะให้ความสำคัญกับการพัฒนาเป็นองค์รวมและการสร้างระบบนิเวศให้อุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคตได้เติบโตโดยเน้นการสร้างรากฐานของอุตสาหกรรมและบริการ และสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาของอุตสาหกรรมและบริการ ทั้งด้านบุคลากร และโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น การพัฒนาต่อยอดจากฐานอุตสาหกรรมและบริการเดิมที่มีความเข้มแข็ง และสร้างโอกาสทุกอุตสาหกรรมในการปรับตัวและสร้างศักยภาพใหม่ ในระยะต่อไปจะเป็นการสนับสนุนให้อุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคตได้เติบโตเป็นเสาหลักของเศรษฐกิจไทยสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมของตนเอง ลดการพึ่งพาเทคโนโลยีและนวัตกรรมจากต่างประเทศ และเป็นผู้นำของอุตสาหกรรมและบริการที่ประเทศไทยมีศักยภาพในระดับภูมิภาคและระดับโลก ประกอบด้วย 6 แผนย่อย ดังนี้

1. อุตสาหกรรมชีวภาพ
2. อุตสาหกรรมและบริการทางการแพทย์ครบวงจร
3. อุตสาหกรรมและบริการดิจิทัล ข้อมูล และปัญญาประดิษฐ์
4. อุตสาหกรรมต่อเนื่องจากการพัฒนาระบบคมนาคม
5. อุตสาหกรรมความมั่นคงของประเทศ
6. ระบบนิเวศของอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคต

3. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12

สำหรับประเทศไทย ปัจจุบันอยู่ในช่วงของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และดำเนินงานภายใต้ ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580 หรือยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี โดยมีรายละเอียด ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ได้ระบุเกี่ยวกับการ ส่งเสริมการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมของไทยไว้ใน ยุทธศาสตร์ที่ 8

4. แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม 20ปี (พ.ศ. 2561-2580)

พระราชบัญญัติการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2560 ได้กำหนดว่า “เพื่อให้การพัฒนาดิจิทัลเกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเป็นส่วนรวม ให้คณะรัฐมนตรีจัดให้มีนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมขึ้นตามข้อเสนอของคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ การประกาศใช้และการแก้ไขปรับปรุงนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ให้ทำเป็นประกาศพระบรมราชโองการและประกาศในราชกิจจานุเบกษา”

นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม จะเป็นแผนแม่บทหลักในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลของประเทศ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ที่กำหนดทิศทางการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศที่ยั่งยืนโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งมีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

วิสัยทัศน์ ปฏิรูปประเทศไทยสู่ดิจิทัลไทยแลนด์

ดิจิทัลไทยแลนด์ (Digital Thailand) หมายถึง ประเทศไทยที่สามารถสร้างสรรค์ และใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเต็มศักยภาพในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม ข้อมูล ทุนมนุษย์ และทรัพยากรอื่นใดเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน โดยแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม

แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ประกอบด้วย เป้าหมาย 4 เป้าหมาย

<u>เป้าหมายที่ 1</u> เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศด้วยการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลเป็นเครื่องมือหลักในการสร้างสรรค์นวัตกรรมการผลิต การบริการ

- ประเทศไทยใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลพัฒนานวัตกรรมและสร้างสรรค์ธุรกิจแนวใหม่ให้สามารถแข่งขันได้ในเวทีโลก
- อุตสาหกรรมดิจิทัลมีบทบาทและความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมเพิ่มขึ้นตลอดจนเป็นที่รู้จักและยอมรับในประชาคมโลก
- เศรษฐกิจไทยมีความเข้มแข็งจากภายในโดยธุรกิจฐานรากและ SMEs ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการสร้างศักยภาพในการทำธุรกิจและสร้างโอกาสในการเข้าสู่ตลาดโลก

<u>เป้าหมายที่ 2</u> สร้างโอกาสทางสังคมอย่างเท่าเทียมด้วยข้อมูลข่าวสารและบริการต่างๆผ่านสื่อดิจิทัลเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน

- ประชาชนทุกกลุ่ม โดยเฉพาะกลุ่มผู้ด้อยโอกาสทางสังคม สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลและสื่อดิจิทัลอย่างเท่าเทียม
- คุณภาพชีวิตของประชาชนดีขึ้น จากการเข้าถึงทรัพยากรสารสนเทศและบริการสาธารณะโดยเฉพาะบริการพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล

<u>เป้าหมายที่ 3</u> เตรียมความพร้อมให้บุคลากรทุกกลุ่มมีความรู้และทักษะที่เหมาะสมต่อการดำเนินชีวิตละการประกอบอาชีพในยุคดิจิทัล

- ประชาชนมีความสามารถในการพัฒนาและใช้สารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพมีความตระหนักความรู้ความเข้าใจมีทักษะการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลให้เกิดประโยชน์และสร้างสรรค์ (Digital Literacy)
- ประเทศไทยมีกำลังคนด้านดิจิทัลที่มีความรู้ความสามารถและความเชี่ยวชาญระดับมาตรฐานสากลและกำลังคนในประเทศมีความรอบรู้และสามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นเครื่องมือในการปฏิบัติ และสร้างสรรค์ผลงาน

<u>เป้าหมายที่ 4</u> ปฏิรูปกระบวนทัศน์การทำงานและการให้บริการของภาครัฐ ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลและการใช้ประโยชน์จากข้อมูล เพื่อให้การปฏิบัติงานเกิดความโปร่งใส มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

- กระบวนทัศน์การปฏิบัติงาน การบริหารจัดการ และการให้บริการของทางภาครัฐเปลี่ยนแปลงด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้บริการประชาชน ธุรกิจ และทุกภาคส่วนอย่างมีประสิทธิภาพ มีความมั่นคงปลอดภัย และมีธรรมาภิบาล

นโยบายแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม 6 ยุทธศาสตร์

- ยุทธศาสตร์ที่ 1 พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลประสิทธิภาพสูงให้ครอบคลุมทั่วประเทศ
- ยุทธศาสตร์ที่ 2 ขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล
- ยุทธศาสตร์ที่ 3 สร้างสังคมคุณภาพที่ทั่วถึงเท่าเทียมด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล
- ยุทธศาสตร์ที่ 4 ปรับเปลี่ยนภาครัฐสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัล
- ยุทธศาสตร์ที่ 5 พัฒนากำลังคนให้พร้อมเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล
- ยุทธศาสตร์ที่ 6 สร้างความเชื่อมั่นในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล

รูปที่ 7-26 การพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม 6 ยุทธศาสตร์

7.3.2 หน่วยงานและนโยบายในระดับประเทศ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีต้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.)
- ศูนย์เทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
- ศูนย์พันธุวิศวกรรมกรรมและเทคโนโลยี ชีวภาพแห่งชาติ

ยุทธศาสตร์ ของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระยะ 20 ปีพ.ศ. 2560-2579

ยุทธศาสตร์ ระยะ 20 ปีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2560-2579 ประกอบด้วย 2 ยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีดิจิตอล ดังนี้

- ยุทธศาสตร์ที่ 2 บริหารจัดการงานวิจัย พัฒนาและนวัตกรรมใน สาขาเป้าหมาย (Manage RDI of Strategic Clusters)
- ยุทธศาสตร์ที่ 5 ผลักดันเทคโนโลยีเพื่อสังคมและเศรษฐกิจฐานราก (Drive Technology for Community Economy)

รูปที่ 7-27 ยุทธศาสตร์ ระยะ 20 ปีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2560-2579 ที่มา: https://www. 20181114-nstda-strategy-plan-v62-full.pdf

- **ยุทธศาสตร์ที่ 2 บริหารจัดการงานวิจัย พัฒนาและนวัตกรรมใน สาขาเป้าหมาย (Manage RDI of Strategic Clusters)**

  แผนงานที่ 4 การใช้ วทน. รองรับ อุตสาหกรรมเป้าหมาย

  โครงการ Aviation Industry

  โครงการ Digital

  Roadmap Digital , Robotics and AI, Sensor

  - เน้นเทคโนโลยี Sensor ใน อุตสาหกรรม 5+5
  - เป็นผู้นำเทคโนโลยี Sensor ของโลก

- สามารถกำหนด Trend Sensor ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง (เสร็จปี 2569)

- **ยุทธศาสตร์ที่ 5 ผลักดันเทคโนโลยีเพื่อสังคมและเศรษฐกิจฐานราก (Drive Technology for Community Economy)**

แผนงานที่ 10 การพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม

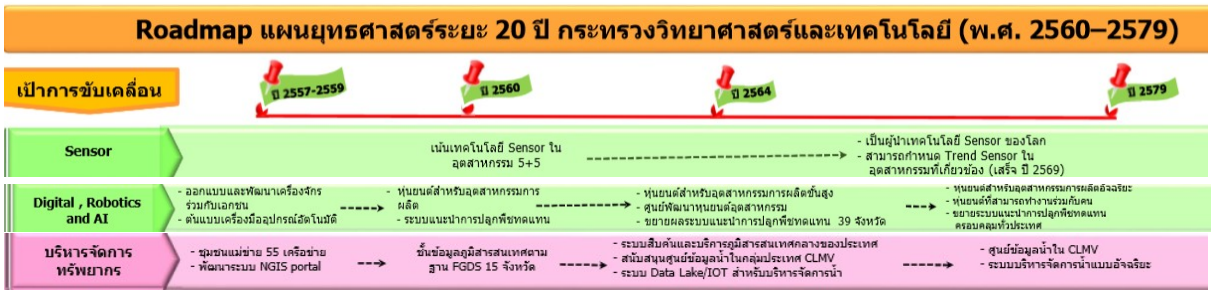
โครงการการจัดการเทคโนโลยีและ นวัตกรรมเกษตร

แผนงาน 11 การบริหารจัดการทรัพยากรด้วย วทน.

- โครงการ Sustainable Water
- โครงการพัฒนาระบบศูนย์คลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่งชาติ
- โครงการพัฒนาภูมิสารสนเทศน้ำระดับตำบล
- โครงการสร้างแม่ข่ายการจัดการน้ำชุมชนโดย วทน.
- โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อบริหารจัดการ ทรัพยากรน้ำ เพิ่มเศรษฐกิจชุมชน
- โครงการพัฒนาและขยายผลการบริหารจัดการ ทรัพยากรน้ำเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำและอาหาร
- โครงการพัฒนาระบบสำรวจจัดทำแผนที่เพื่อการ บริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
- โครงการปรับปรุงประสิทธิภาพสถานีโทรมาตร อัตโนมัติเพื่อสนับสนุนการเตือนภัย
- โครงการด้านสิงแวดลอมและความหลากหลายทางชีวภาพโครงการพัฒนาระบบและบริการภูมิสารสนเทศกลาง

Roadmap

- สนับสนุนศูนย์ข้อมูลน้ำในกลุ่มประเทศ CLMV
- ระบบ Data Lake/IOT สำหรับบริหารจัดการน้ำ
- ศูนย์ข้อมูลน้ำใน CLMV
- ระบบบริหารจัดการน้ำแบบอัจฉริยะ

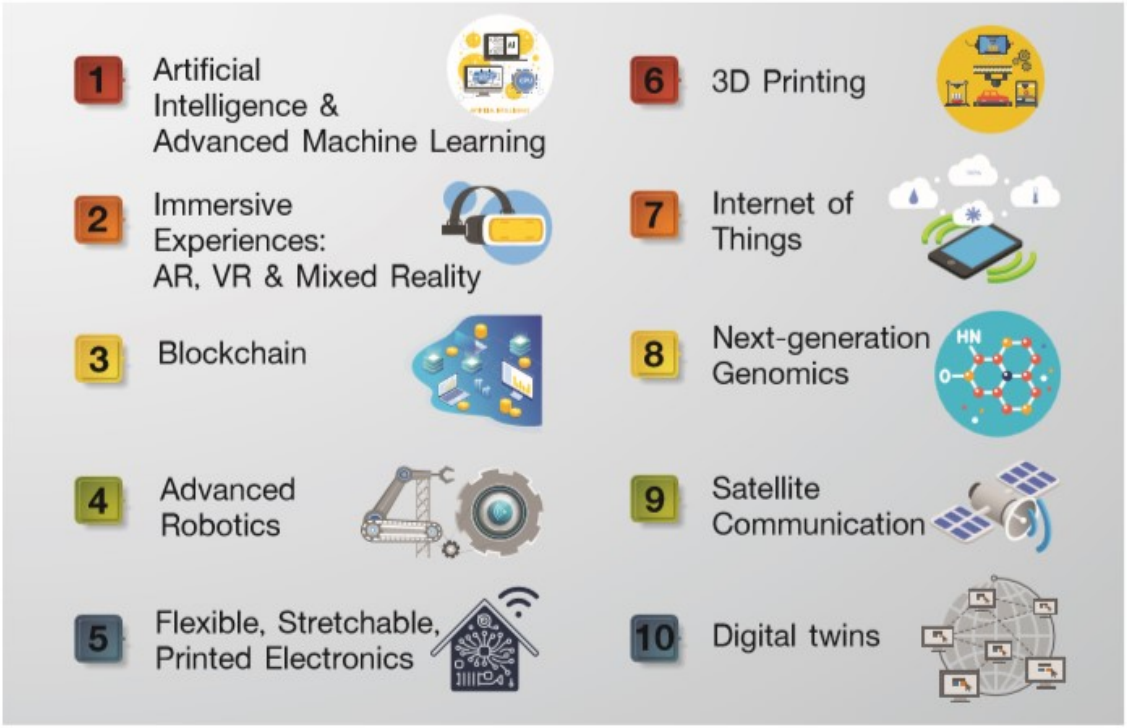


รูปที่ 7-28 Roadmap แผนยุทธศาสตร์ ระยะ 20 ปีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2560-2579

ที่มา: https://www. 20181114-nstda-strategy-plan-v62-full.pdf

แผนกลยุทธ์ สวทช. ฉบับทบทวน 6.2 (2562-2566)

ด้านเทคโนโลยี – การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้านเทคโนโลยีที่กำลังพลิกโฉม (disrupt) วิธีการ ทำธุรกิจแบบเดิมๆ ทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับตัวเตรียมความพร้อมอย่างมาก เทคโนโลยีที่จะพลิกโฉมอนาคต (disruptive technologies) เช่น omics, geneediting,Big data, high performance computing,อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoTs) และปัญญาประดิษฐ์(Artificial Intelligence: AI)



รูปที่ 7-29เทคโนโลยีพลิกโฉมอนาคต (disruptive technologies)

ที่มา: อ้างอิงจากแผนกลยุทธ์ สวทช. ฉบับทบทวน 6.2 (2562-2566)

ประเทศไทยตั้งเป้าหมาย ระบบเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้ายวทน.ได้แก่

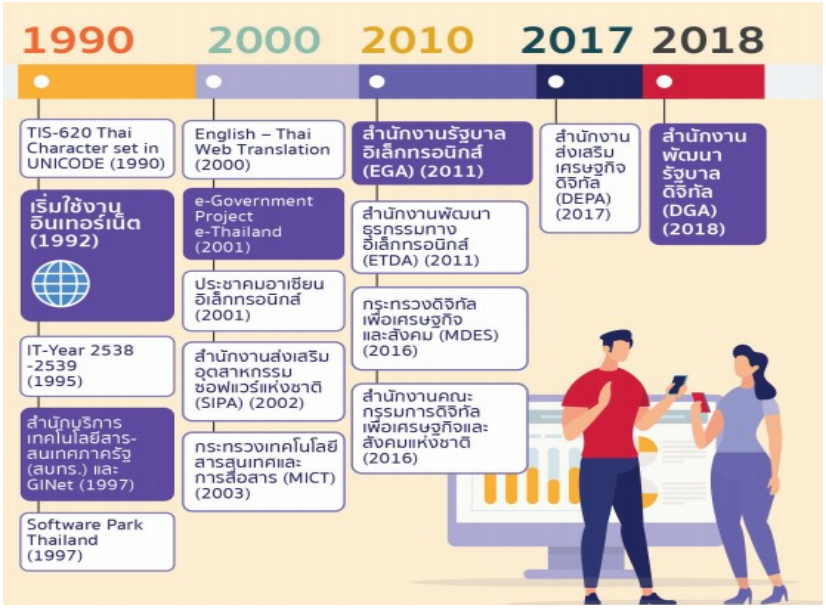
1. เศรษฐกิจฐานชีวภาพ (Bio Economy)
2. เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)
3. เศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy)
4. เศรษฐกิจผู้สูงวัย (Silver Economy)
5. เศรษฐกิจอัจฉริยะ (Intelligent Economy)
6. เศรษฐกิจแบ่งปัน (Sharing Economy)

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

- **ยุทธศาสตร์ที่ 3** เพิ่มความสามารถในการแข่งขันภาคการเกษตรด้วยเทคโนโลยี และนวัตกรรม
    1. ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านการเกษตร
    2. พัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตรและเชื่อมโยงข้อมูลอย่างเป็นระบบ
    3. ส่งเสริมการนำงานวิจัย เทคโนโลยี และนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์

กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม

เหตุการณ์สำคัญและการจัดตั้งหน่วยงานเพื่อสนับสนุนการพัฒนาดิจิทัล



รูปที่ 7-30 เหตุการณ์สำคัญและการจัดตั้งหน่วยงานเพื่อสนับสนุนการพัฒนาดิจิทัล
ที่มา:DG-Status-Report-2018---e-Book.pdf

7.3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. กรณีระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

รักษ์น้ำ: ระบบพยากรณ์และจำลองเหตุการณ์เพื่อการบริหารจัดการปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มมุ่งเน้นบริหารจัดการแบบ area-based เป็นหลัก โดยระบบรักษ์น้ำมีองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่ 1) Monitor 2) Forecast 3) Scenario 4) Optimize

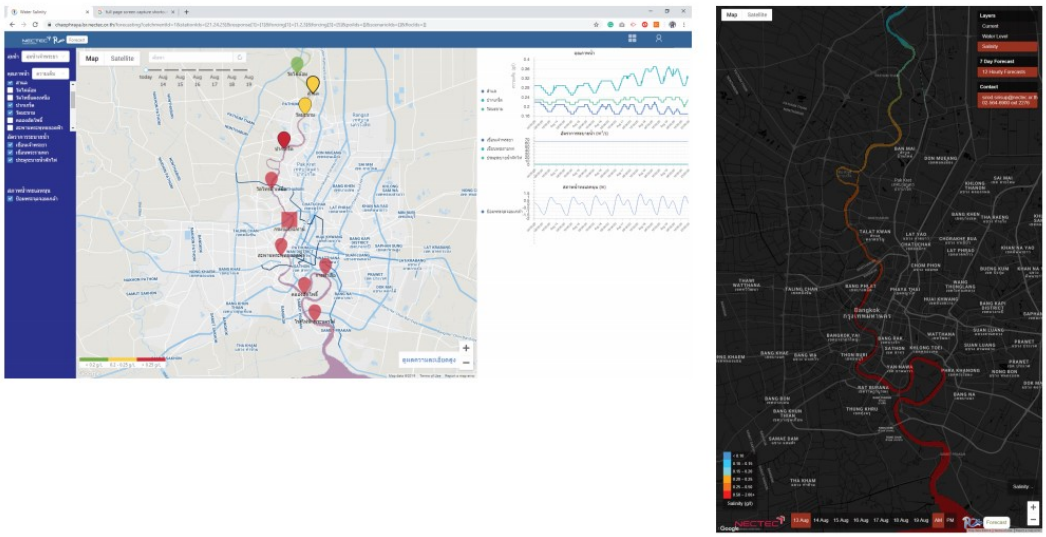
ระบบรักษ์น้ำสามารถนำไปเป็นส่วนหนึ่งของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) เพื่อหาแนวทางการบริหารจัดการปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มในพื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะตัวที่สอดคล้องกับปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพรักษ์น้ำ

R-Monitor - แสดงข้อมูลคุณภาพน้ำ ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำฝนและน้ำขึ้น-น้ำลง จากสถานีตรวจวัดในพื้นที่

R-Forecast - คำนวณผลพยากรณ์ความเค็มครอบคลุมทั้งลำน้ำและน้ำขึ้น-น้ำลง ล่วงหน้า 7 วัน โดยอัตโนมัติและมีความแม่นยำสูง

R-Scenario - สนับสนุนการบริหารจัดการปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

R-Optimize - หาแนวทางการจัดการปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มที่มีประสิทธิภาพสูงสุดตามวัตถุประสงค์



รูปที่ 7-31รักษ์น้ำ: ระบบพยากรณ์และจำลองเหตุการณ์เพื่อการบริหารจัดการปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็ม ที่มา:https://www.nectec.or.th/ace2019/wp-content/uploads/2019/09/Rak-nam.pdf

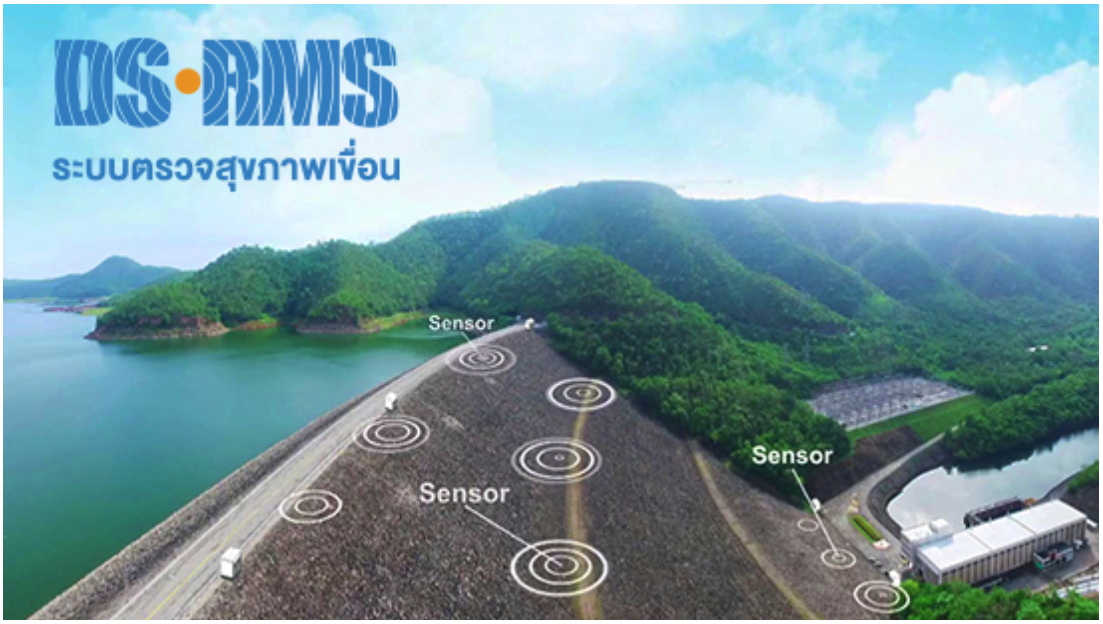
2. กรณีระบบ Web Application

โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

ระบบตรวจวัดข้อมูลระยะไกลด้านความปลอดภัยเขื่อน DS-RMS

ระบบตรวจสุขภาพเขื่อน หรือ DS-RMS (Dam Safety Remote Monitoring System) เป็นระบบที่ กฟผ.ร่วมกับเนคเทคพัฒนาขึ้น โดยนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารกับเทคโนโลยีของเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนมาบูรณาการใช้ในการดำเนินงานเพื่อเสริมสร้างความเชื่อมั่นในด้านความมั่นคงปลอดภัยในเขื่อนใหญ่ของ กฟผ.

ระบบตรวจสุขภาพเขื่อน หรือ DS-RMS ได้ถูกพัฒนาให้สามารถสื่อสารข้อมูลจากเครื่องมือวัดต่างๆ แบบอัตโนมัติ ทั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมเขื่อน แผ่นดินไหว และน้ำหลากที่ติดตั้งไว้ที่เขื่อนและรอบอ่างเก็บน้ำ ไปยังระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อนำข้อมูลเข้ามาประมวลผลหาสถานะความปลอดภัยเขื่อนด้วยระบบเสมือนผู้เชี่ยวชาญ (Expert system) ที่จะช่วยคาดการณ์สาเหตุของความผิดปกติได้ โดยจะแจ้งสถานะความปลอดภัยเขื่อนผ่านโปรแกรมในรูปแบบ Web Application ทางหน้าจอเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้น พร้อมทั้งแจ้งเตือนผ่านทาง SMS และ E-mail ไปยังเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องทราบ หากพบความผิดปกติขึ้น ผู้รับผิดชอบจะสามารถออกไปดำเนินการตรวจสอบและแก้ไขได้ทันการณ์ พร้อมทั้งแจ้งผู้บริหารของ กฟผ. เพื่อสื่อสารให้แก่สาธารณชนได้รับทราบ



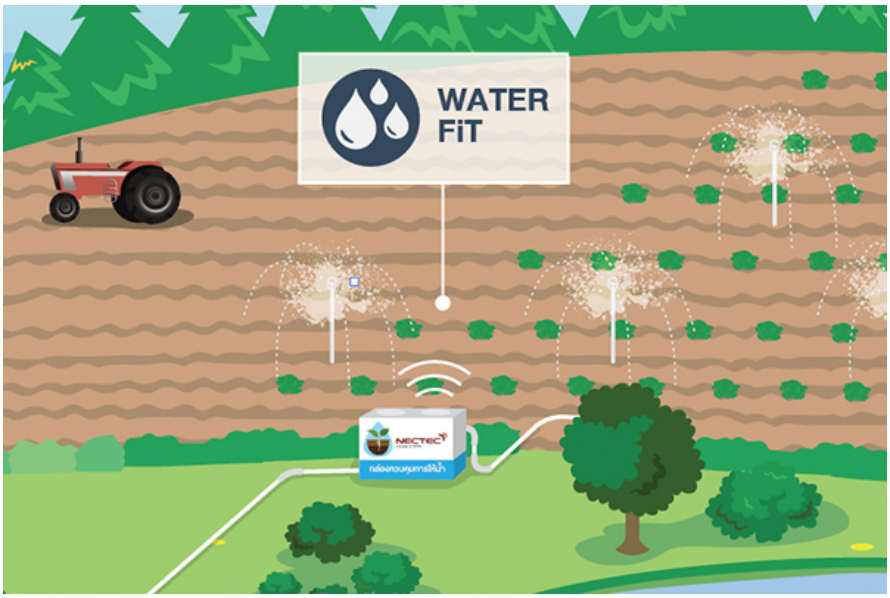
รูปที่ 7-32 ระบบตรวจสุขภาพเขื่อน หรือ DS-RMS (Dam Safety Remote Monitoring System)
ที่มา:https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/dsrms.html

3. กรณีระบบWater FiT ระบบให้น้ำสำหรับการเพาะปลูก

โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ แบ่งเป็น 2 รุ่น ได้แก่

รุ่น Simple กล่องควบคุมการให้น้ำพื้นฐาน มีจุดเด่นคือ ใช้แบตเตอรี่ 9 โวลต์ อายุการใช้งานมากกว่า 1 ปี ต่อควบคุมวาล์วได้สูงสุด 4 ตัว แยกอิสระต่อกัน สามารถต่อเซ็นเซอร์วัดความชื้นดินและถังวัดน้ำฝน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้น้ำ เช่น ฝนตกเพียงพอ งดให้น้ำ หรือหากดินเปียก รดน้ำน้อย ตั้งช่วงเวลาให้น้ำด้วยการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ Android Smart Phone ผ่าน Bluetooth สามารถตั้งช่วงเวลาให้น้ำได้มากกว่า 100 ช่วงเวลา และที่สำคัญติดตั้งง่าย เพียงแค่นำกล่องไปติดตั้งคู่กับระบบเดิมได้ทันที

รุ่น Evergreen เป็นผลิตภัณฑ์ที่จะพร้อมใช้ในอนาคตอันใกล้ โดยสามารถควบคุมการให้น้ำแยกส่วนได้หลายตำแหน่ง ตามลักษณะเฉพาะของพืชแต่ละชนิด สามารถทำงานร่วมกับระบบควบคุมในพื้นที่และระบบผู้เชี่ยวชาญในอินเตอร์เน็ต เช่น การให้น้ำพืชตามอัตราการคายระเหย



รูปที่ 7-33 FAARM Series: Water FiT

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค-สวทช.) 2560
https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-hardware-electronics/faarm-waterfit.html

4. กรณี SUNFLOW: Solar Pump Inverter

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติได้วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสูบน้ำแบบประหยัด Solar Pump Inverter เป็นอินเวอร์เตอร์สำหรับปั๊มน้ำที่ไม่ต้องใช้ร่วมกับแบตเตอรี่ และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแม้ว่าจะต้องเผชิญกับความเข้มแสงอาทิตย์ที่ไม่แน่นอน ด้วยระบบ MPPT (Maximum Power Point Tracking) มีขนาดกำลัง 0.5 – 3 แรงม้า โดยใช้แผงโซล่าเซลล์เริ่มต้นเพียงจำนวน 2 แผง และเพิ่มขึ้นไปจนถึง10 แผงตามกำลังขับ ช่วยประหยัดและลดต้นทุนในการใช้

พลังงาน เหมาะกับการใช้งานกลางแจ้ง พร้อมทั้งระบบป้องกันความเสียหายจากฟ้าผ่า การกันฝุ่นกันน้ำตามมาตรฐาน IP55 (ได้รับการจดสิทธิบัตรแล้ว โดยต้นแบบเป็นที่รู้จักดีในชื่อ Sunflow)

รูปที่ 7-34 เทคโนโลยีสูบน้ำแบบประหยัด Solar Pump Inverter
ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค-สวทช.) 2560
https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-hardware-electronics/sunflow.html

แอปพลิเคชันมือถือที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำในประเทศไทย

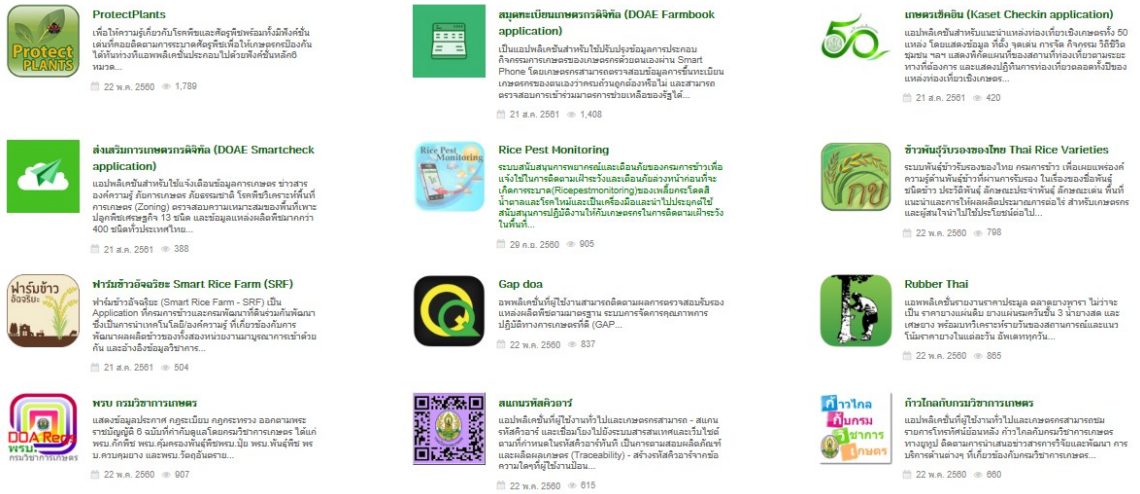
สำหรับการสนับสนุนแอปพลิเคชันมือถือที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีทั้งหมด 54 รายการ โดยเป็นเรื่องเกี่ยวกับการจัดการน้ำ 1 รายการ จัดทำโดยสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตรองค์กรมหาชน ดังนี้

รูปที่ 7-35 Thai Water
ที่มา: แอพพลิเคชั่นสำหรับติดตามสภาพพอากาศ สถานการณ์น้ำ
https://www.thaiwater.net/web/index.php/news/457-nhc-application.html

Thai Water เป็นแอปพลิเคชันให้บริการข้อมูลเพื่อติดตามสถานการณ์น้ำและสภาพอากาศอย่างทันท่วงทีด้วย Thaiwater Mobile Application แอปพลิเคชัน มีการนำเสนอข้อมูลภาพรวม

ระดับประเทศและแสดงแบบรายหมวดข้อมูล โดยแสดงข้อมูลฝน ระดับน้ำ สถานการณ์น้ำในเขื่อนได้ตลอด 24 ชั่วโมง มีทั้งข้อมูลสถานการณ์ปัจจุบันและข้อมูลคาดการณ์ล่วงหน้า เช่น แผนที่วิเคราะห์เส้นทาง และความแรงพายุ คาดการณ์ฝนและลมล่วงหน้า 7 วัน คาดการณ์คลื่น-ลมในทะเล โดยใช้ข้อมูลจากคลังข้อมูลน้ำและอากาศแห่งชาติ ผู้ใช้สามารถรายงานสถานการณ์เข้ามาเพื่อแบ่งปันข่าวสารผ่าน application ไปยังผู้ใช้อื่นๆ ได้ สามารถกำหนดค่าสถานที่/จังหวัด ที่ต้องการติดตามข้อมูลเป็นการเฉพาะได้

สำหรับ Mobile Application แอปพลิเคชันของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์มีจำนวน 54 รายการ ดังนี้



รูปที่ 7-36 Mobile Application แอปพลิเคชันของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

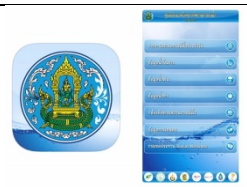
ที่มา: https://www.moac.go.th/service_all-mobile_app

แอปพลิเคชันของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่เกี่ยวข้องการบริหารจัดการน้ำ 1 รายการ ได้แก่ **WMSC** Application รู้ทันสถานการณ์น้ำ เป็นแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาโดยกรมชลประทาน

WMSC Application รู้ทันสถานการณ์น้ำ เป็นแอพพลิเคชั่นที่นำเสนอแหล่งข้อมูลข่าวสารในการบริหารจัดการน้ำ ทั้งข้อมูลปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำและคลองชลประทานต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดนี้จะช่วยให้เตรียมการรับมือกับภัยธรรมชาติที่อาจเกิดขึ้นอย่างกะทันหัน เพื่อลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นได้

รูปที่ 7-37WMSC Application รู้ทันสถานการณ์น้ำ
ที่มา:http://wmsc.rid.go.th/AppIOS/manual%20WMSC%20app.pdf

ตารางที่ 7-2 สรุป Mobile Application ที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำ

หน่วยงาน	แอปพลิเคชัน	รูปภาพแอปพลิเคชัน	ระบบปฏิบัติการ
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	WMSC Application รู้ทันสถานการณ์น้ำ		Android
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.)	Thai Water 16 มีนาคม 2562		Android

7.4 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

7.4.1 สรุปผลการศึกษา

ประเทศไทยมีแนวโน้มความต้องการใช้น้ำที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันเป็นผลมาจากปัจจัยต่างๆ เช่น การเติบโตทางเศรษฐกิจ อัตราการเป็นเมืองสูงขึ้น นโยบายทางเศรษฐกิจของประเทศ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในอนาคตข้างหน้าประเทศไทยอาจจะต้องเผชิญกับปัญหาด้านน้ำที่รุนแรงในบางพื้นที่ ดังนั้นการหาวิธี หรือมาตรการในการลดการใช้น้ำลงจึงเป็นสิ่งสำคัญ จากการก้าวกระโดดของเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย และเป็นยุคของข้อมูลข่าวสาร ดังนั้นจึงควรนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้กับบริหารจัดการน้ำให้มากขึ้น จากการศึกษาสรุปผลได้ ดังนี้

1. องค์ความรู้เกี่ยวกับฐานระบบการจัดการน้ำ

   ฐานระบบการจัดการน้ำ (Water management platform) เป็นการจัดการข้อมูลด้านน้ำ ซึ่งมีอยู่มากมายและกระจายอยู่ในหน่วยงานต่างๆ ทั้งข้อมูลที่เป็น real time และข้อมูลทุติยภูมิ โดยนำข้อมูลเข้ามาจัดเก็บในแพลตฟอร์มสำหรับจัดเก็บข้อมูล หลังจากนั้นจึงมีการปรับเปลี่ยน หรือแปลงข้อมูลอันหลากหลายที่ต้องทำงานเชื่อมต่อกันอย่างซับซ้อน ให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการรวมถึงการวิเคราะห์เพื่อใช้ในขั้นต่อไป กล่าวได้ว่า ฐานระบบการจัดการน้ำเป็นการจัดเก็บข้อมูลในการนำข้อมูลเข้า ปรับเปลี่ยนข้อมูล และทำการบันทึกไปยังปลายทางเพื่อนำไปใช้งานในส่วนของการให้บริการข้อมูลต่อไป

2. การพัฒนางานวิจัยที่ส่งเสริมประเด็นและเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ที่นำไปสู่การปฏิบัติจริงได้ ในระดับนานาชาติมีการส่งเสริมสนับสนุนให้มีการนำฐานระบบการจัดการน้ำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำ เช่น ประเทศไต้หวัน ได้นำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการบริหารจัดการน้ำในด้านการจัดการอ่างเก็บน้ำ การจัดการน้ำใต้ดิน แพลตฟอร์มควบคุมน้ำท่วม การจัดการชลประทาน สำหรับประเทศสิงคโปร์ ทางรัฐบาลได้นำ platform มาใช้อย่างประสบความสำเร็จ โดยมีการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน โดยทางรัฐบาลสิงคโปร์ ได้ว่าจ้างบริษัทเอกชนเข้ามาออกแบบระบบ จัดเก็บข้อมูล แปลงข้อมูล และรับ-ส่งข้อมูลระหว่างกระทรวง สำหรับประเทศไทยมีหน่วยงานสำคัญคือศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค-สวทช.) ที่ได้คิดค้นเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อนำมาใช้งานในภาคการผลิตต่างๆ และนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้กับบริหารจัดการน้ำ เช่น ระบบตรวจวัดข้อมูลระยะไกลด้านความปลอดภัยเขื่อน ระบบให้น้ำสำหรับการเพาะปลูก (WATER FiT) เทคโนโลยีสูบน้ำแบบประหยัด Solar Pump Inverter

3. การเตรียมความพร้อมในการจัดตั้งเครือข่ายงานวิจัยด้านการบริหารจัดการน้ำทั้งกับนักวิจัยในประเทศและต่างประเทศ

   นอกเหนือจากการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับการบริหารจัดการน้ำแล้ว ประเทศไทยควรมีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของตนเองเพิ่มขึ้น โดยการจัดตั้งเครือข่ายงานวิจัยทั้งในระดับชุมชนที่นำเอาภูมิปัญญาท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้ และการถ่ายทอดความรู้ในเทคโนโลยีขั้นสูงจากต่างประเทศให้ได้มากขึ้น

7.4.2 ข้อเสนอแนะ

ฐานระบบการจัดการน้ำเป็นนวัตกรรมและเทคโนโลยีขั้นสูงที่ประเทศที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เช่น สิงค์โปร์ และไต้หวันนำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับประเทศไทยมีเนคเทค เป็นหน่วยงานสำคัญในการคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูง อย่างไรก็ตาม นวัตกรรมและเทคโนโลยีการบริหารจัดการน้ำ ซึ่งอยู่ในระยะเริ่มต้นและยังมีขาดแคลนในอีกหลายส่วน ดังนั้น ไทยจึงควรมี

1. ควรศึกษา และพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับฐานระบบการจัดการน้ำเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำ เช่น การจัดการอ่างเก็บน้ำ การจัดการน้ำใต้ดิน แพลตฟอร์มควบคุมน้ำท่วม เป็นต้น
2. เสริมสร้างขีดความสามารถและพัฒนาศักยภาพของบุคลากรและนักวิจัยในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฐานระบบการจัดการน้ำ
3. วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของตนเองเพิ่ม/เสริมกับระบบของโลก

บทที่ 8
การจัดการภัยแล้ง (Drought management)

8.1 สรุปผลการจัดสัมมนาเกี่ยวกับสาเหตุของภาวะแล้ง 2020

ในงานสัมมนาฯ แบ่งออกเป็น 4 ช่วงได้แก่ ช่วงที่ 1 วิเคราะห์ ทำไมถึงแล้ง ช่วงที่ 2 แนวโน้มจากนี้ไป จะวิกฤติแค่ไหน ช่วงที่ 3 มาตรการบรรเทา ที่เป็นไปได้ ระยะสั้น และช่วงที่ 4 เสวนาแนวทางแก้ไขและป้องกันในระยะยาว การจัดงานครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมประชุมประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานต่างๆ ผู้สนใจทั่วไปตลอดจนนักข่าว ทั้งหมด 170 คน ประเด็นสำคัญในการจัดสัมมนาแต่ละช่วงสรุปได้ดังนี้

ช่วงที่ 1 วิเคราะห์ ทำไมถึงแล้ง

1.1 สภาพการขาดแคลนน้ำ โดย ดร.วินัย เชาวน์วิวัฒน์

การขาดแคลนน้ำที่นำมาสู่ปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นในปี 2563 พิจารณาจากสมดุลน้ำที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างความต้องการใช้น้ำ (demand) และอุปทานน้ำ (supply) ในช่วงเวลา 30 ปี (พศ. 2530 -2563)

จากการวิเคราะห์สภาพฝนนำมาสู่ภาพของความขาดแคลนน้ำในปี 2562 ดังนี้

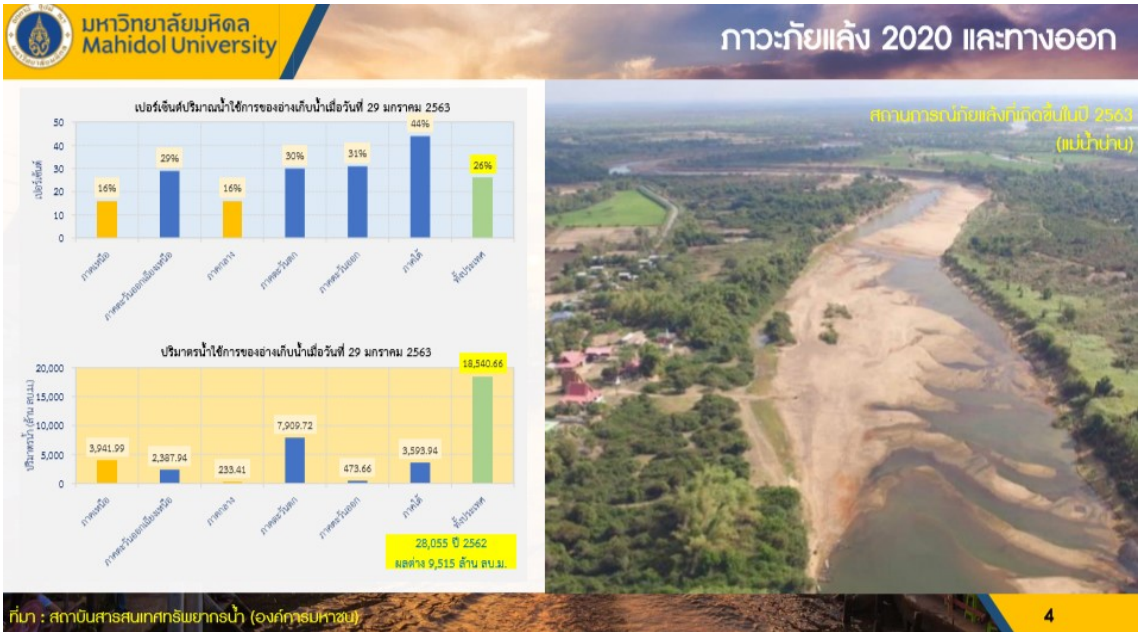
- ปริมาณฝน ในปี 2562 น้อยกว่าค่าเฉลี่ย 30% เมื่อแยกพิจารณาตามฤดูกาลพบว่าฤดูแล้ง น้อยกว่าค่าเฉลี่ย 43% และฤดูฝนน้อยกว่าค่าเฉลี่ย 27%
- ปริมาณน้ำท่า ในปี 2562 น้อยกว่าค่าเฉลี่ย 15% เมื่อแยกพิจารณาตามฤดูกาลพบว่า ฤดูแล้ง น้อยกว่าค่าเฉลี่ย 24% และฤดูฝนน้อยกว่าค่าเฉลี่ย 13%
- ความขาดแคลนน้ำในปี 2562 พบว่าในปีนี้มีปริมาณน้ำขาดแคลนมากกว่าค่าเฉลี่ย 3% สำหรับพื้นที่ขาดแคลนน้ำ พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 42 รองลงมาภาคกลาง คิดเป็นร้อยละ 32 ของน้ำขาดแคลนทั้งหมด

กล่าวโดยสรุป จากปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าที่น้อยกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา 30 ปี ทำให้ไม่มีน้ำมาเติมลงในอ่างเก็บน้ำและแหล่งน้ำต้นทุน ส่งผลในปี 2562 เกิดการขาดแคลนน้ำมากกว่าค่าเฉลี่ย

1.2 วิเคราะห์การใช้น้ำ และการปล่อยน้ำจากเขื่อน โดย รศ.ดร.อารียา ฤทธิมา

สถานการณ์น้ำต้นทุน (Water Supply)

เมื่อวันที่ 29 มกราคม 2563 ปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำลดลงเกือบทั้งประเทศ (26%) ดังรูปที่ 8-1 ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาสถานการณ์น้ำต้นทุนในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่ซึ่งประกอบด้วย เขื่อนภูมิพล เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เขื่อนป่าสักชลสิทธิ พบว่าปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำลดลง 21%)



รูปที่ 8-1 ปริมาตรและสัดส่วนน้ำใช้การได้ในอ่างเก็บน้ำ

ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

- เขื่อนภูมิพล หลังแหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ปริมาณน้ำ ไหลเข้าอ่างลดลงเฉลี่ย 1,677 ล้าน ลบ.ม.
- เขื่อนสิริกิติ์ หลังเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่มีปริมาณ น้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ยลดลง 495 ล้าน ลบ.ม.

พบว่าทั้ง 2 เขื่อนมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง มีแนวโน้มลดลงต่ำกว่าค่าเฉลี่ยซึ่ง ส่งผลต่อกระทบต่อน้ำต้นทุนปี 2563 แต่ปริมาณการระบายน้ำจากเขื่อนมีดังนี้

- เขื่อนภูมิพล ข้อมูลปี 2561-2562 : มีการระบายน้ำอยู่ ที่ค่าเฉลี่ยตามแผนการระบายน้ำซึ่งไม่สอดคล้องตามปริมาณน้ำไหลเข้า
- เขื่อนสิริกิติ์ ข้อมูลปี 2561-2562 : มีการระบาย น้ำสูงขึ้นตามแผนการระบายน้ำซึ่งไม่ สอดคล้องตามปริมาณน้ำไหลเข้า

แผนการจัดสรรน้ำ

มีการปรับเพิ่มปริมาณการจัดสรรน้ำในปี 2561 ในลักษณะของการปฏิบัติการในภาวะปกติ โดยปี 2561 มีการปรับเปลี่ยนแผนการจัดสรรน้ำซึ่งไม่สอดคล้องตามปัจจัยปริมาณน้ำไหลเข้า และมีการระบายน้ำสูงกว่าแผนการจัดสรรน้ำอยู่อีกถึง 18.80%

ประเด็นที่สำคัญ :

- สัดส่วนการระบายน้ำจริงในช่วงฤดูฝน : ฤดูแล้ง 37%:63%
- สัดส่วนแผนการจัดสรรน้ำในช่วงฤดูฝน : ฤดูแล้ง 40%:60%
- ผลการระบายน้ำจริงในช่วงฤดูแล้งสูงกว่าแผน ผลการระบายน้ำจริงในช่วงฤดูแล้งสูงกว่าช่วงฤดูฝน

ข้อเสนอแนะ

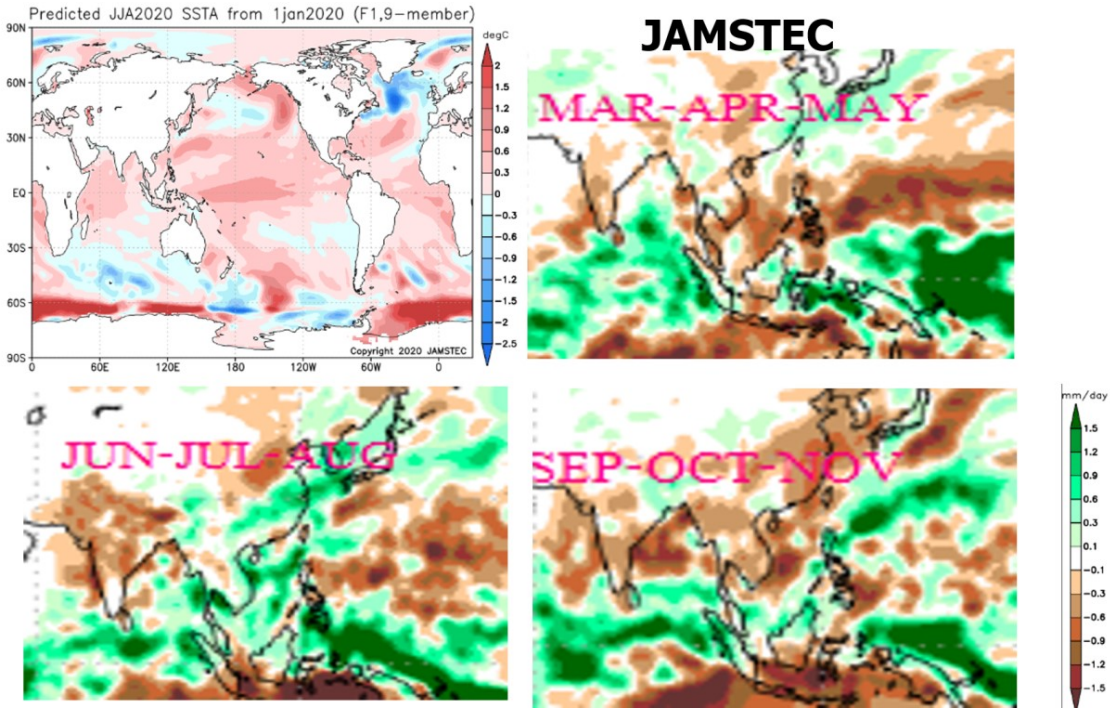
- หน่วยงานที่เกี่ยวข้องปรับแผนการจัดสรรน้ำให้สอดคล้องตามปัจจัยน้ำต้นทุน และปรับเปลี่ยนแนวทางการระบายน้ำในช่วงฤดูแล้งให้เป็นไปตามแผน
- ดึงฐานข้อมูลพยากรณ์เช่น ฝนพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างพยากรณ์มาช่วยสนับสนุนในการกำหนดแผนการจัดสรรน้ำและ การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ
- แผนการจัดสรรน้ำ
- ปริมาณการระบายน้ำจากเขื่อน
- ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

ช่วงที่ 2 แนวโน้มจากนี้ไป จะวิกฤติแค่ไหน

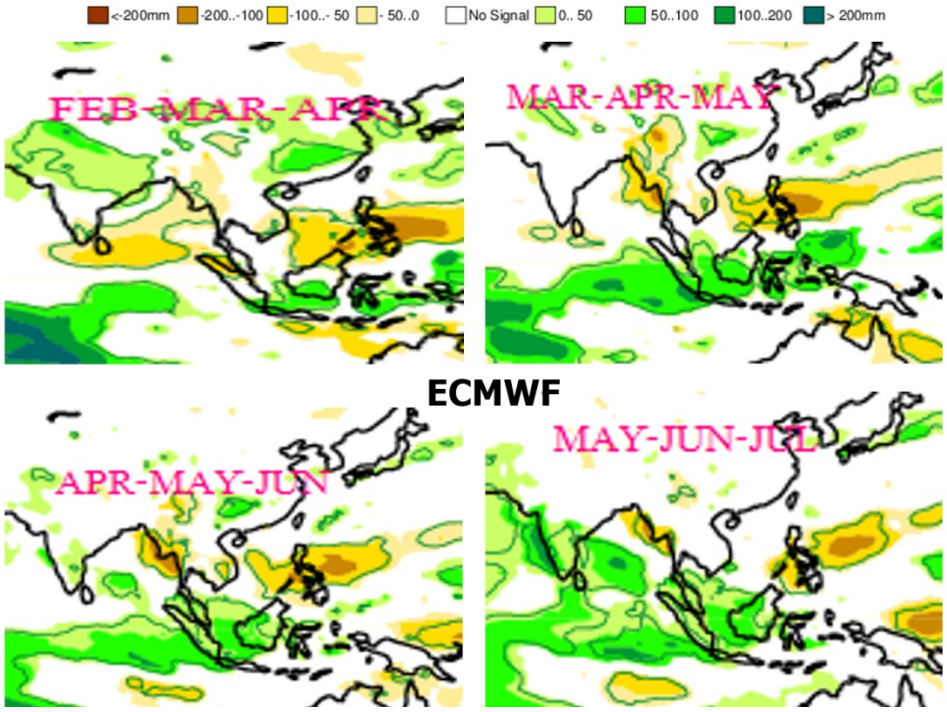
2.1 ปริมาณฝนคาดการณ์ในช่วงเวลาที่เหลือ

โดยคุณจรูญ เลาหเลิศชัย ดร.กนกศรี ศรินนภากรและ Mr.Tony Song Guiting

คุณจรูญ เลาหเลิศชัย กล่าวถึงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ เช่น MJO, El Nino, La Nina ที่มีผลต่อสภาพภูมิอากาศ การเกิดน้ำแล้งและน้ำท่วมในบริเวณต่างๆ ของโลก สำหรับปี 2563 ผลการคาดการณ์ฝนจากแบบจำลองของ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)ที่แสดงไว้ในรูปที่ 8-2 และแบบจำลองของThe European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)ที่แสดงไว้ในรูปที่ 8-3เป็นไปแนวทางที่สอดคล้องกัน คือ ในปี 2563 นี้เป็นปีที่มีปรากฏการณ์ El Ninoจึงทำให้ฝนตกน้อยและล่าช้ากว่าปกติ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังอ่อน และไม่มีพายุเกิดขึ้น ทั้งนี้ แบบจำลองทั้งสองมีความแตกต่างกันในการคาดการณ์ปริมาณฝนที่ตกกระจายในแต่ละบริเวณของประเทศไทยในแต่ละช่วงเดือน

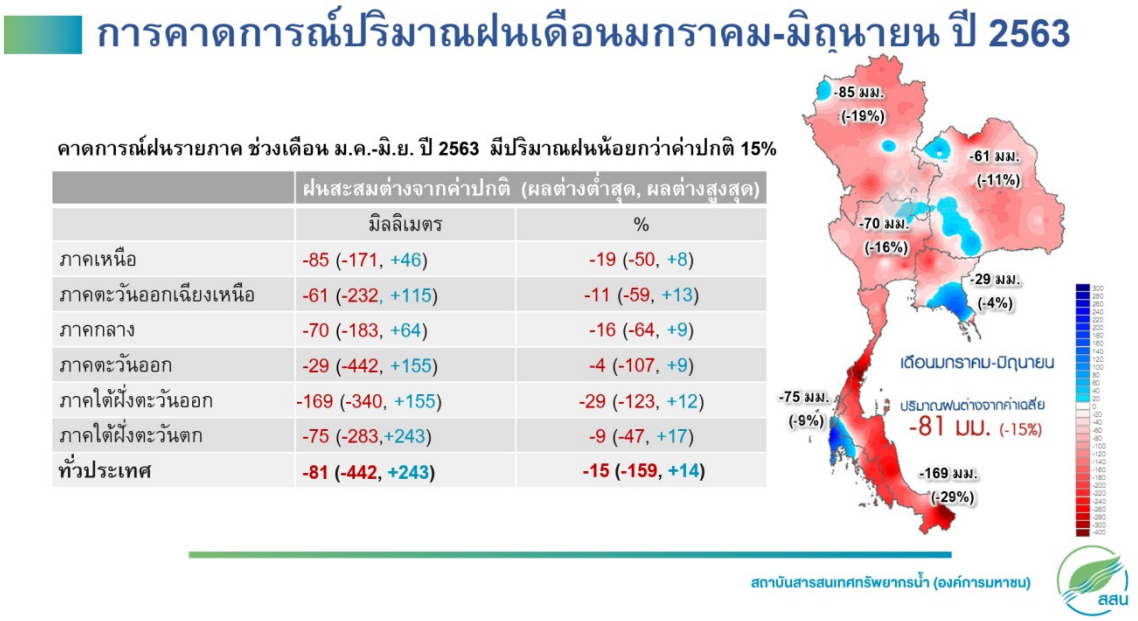


รูปที่ 8-2 ผลการคาดการณ์ฝนจากแบบจำลองของ JAMSTEC



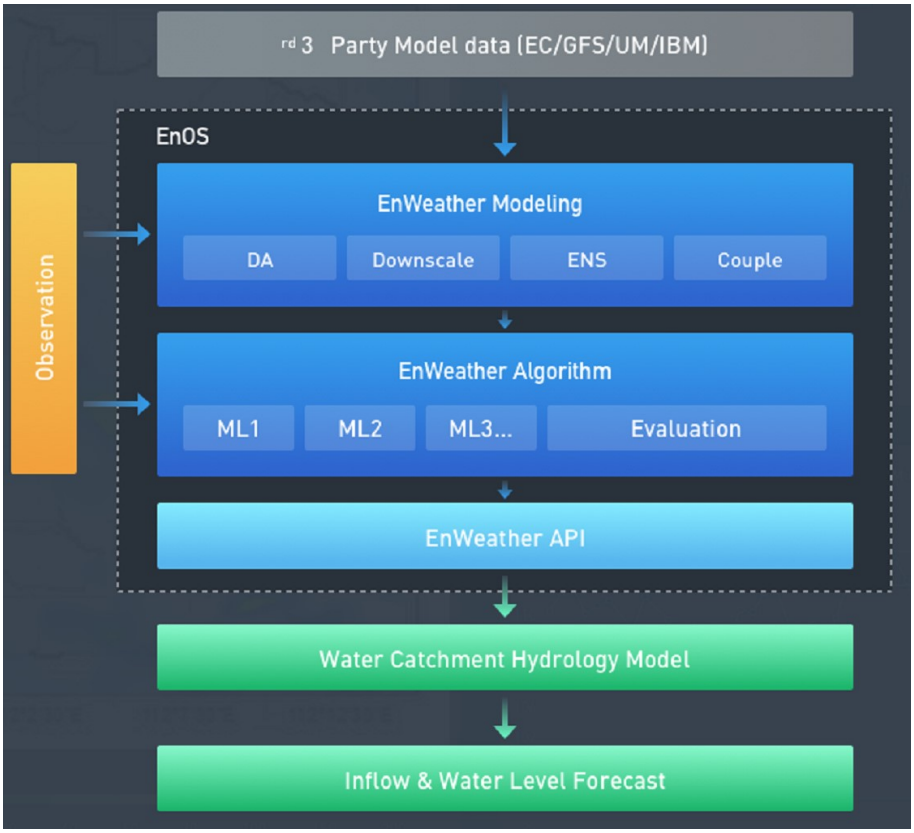
รูปที่ 8-3 ผลการคาดการณ์ฝนจากแบบจำลองของ ECMWF

ดร.กนกศรี ศรินนภากร นำเสนอผลการคาดการณ์ฝนของประเทศไทยตั้งแต่ ม.ค.-มิ.ย. 2563 ซึ่งมีความสอดคล้องกับการผลการณ์คาดการจาก JAMTEC และ ECMWF กล่าวคือ ปริมาณฝนของประเทศไทยในช่วง 6 เดือนแรกของปี 2563 มีค่าต่ำกว่าค่าปกติในทุกภาคของประเทศ และปริมาณฝนรวมของทั้งประเทศมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 15%ดังแสดงในรูปที่ 8-4

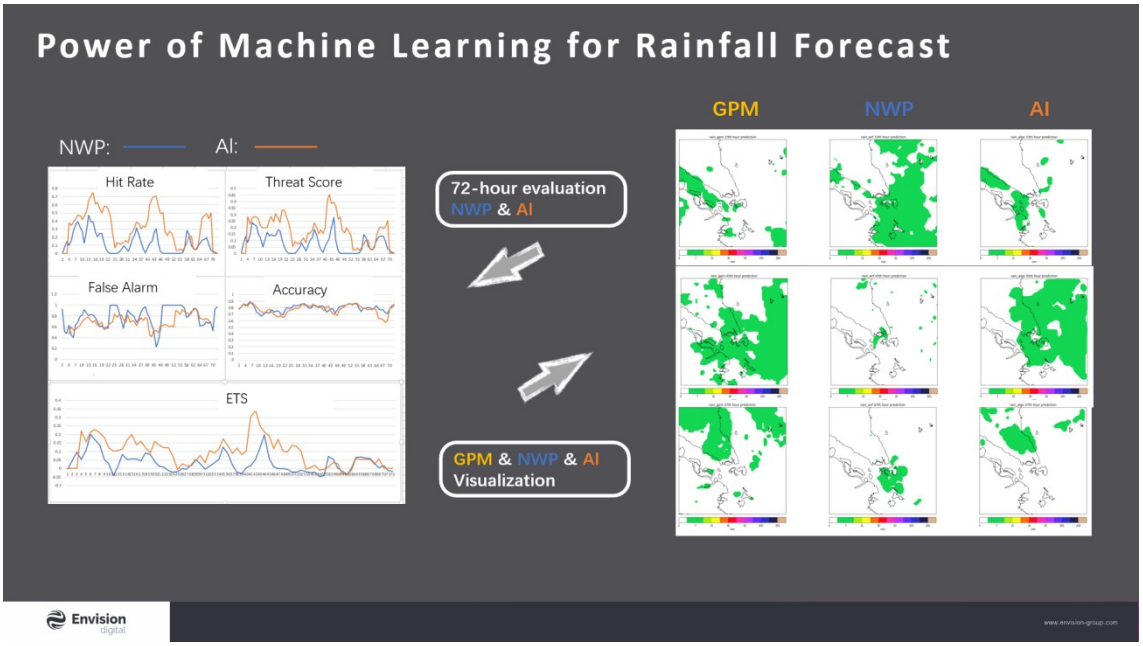


รูปที่ 8-4 การคาดการณ์ปริมาณฝนเดือนมกราคม-มิถุนายน ปี 2563

Mr.Tony Song Guiting เสนอระบบการพยากรณ์อากาศ EnWeatherซึ่งให้ผลการพยากรณ์ด้วยความละเอียดในเชิงพื้นที่ 1x1 กม. และความละเอียดเชิงเวลา 15 นาที ใช้ข้อมูลหลายตัวแปร เช่น รังสีอาทิตย์ (GHI) ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ อุณหภูมิความชื้นมหาสมุทร ร่วมกับการนำปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) เข้ามาช่วยในการพยากรณ์ ดังขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 8-5 จึงส่งผลให้ความความถูกต้องในการพยากรณ์สูงและมีความสามารถดีกว่าการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข (Numerical weather prediction: NWP) ดังแสดงในรูปที่ 8-6



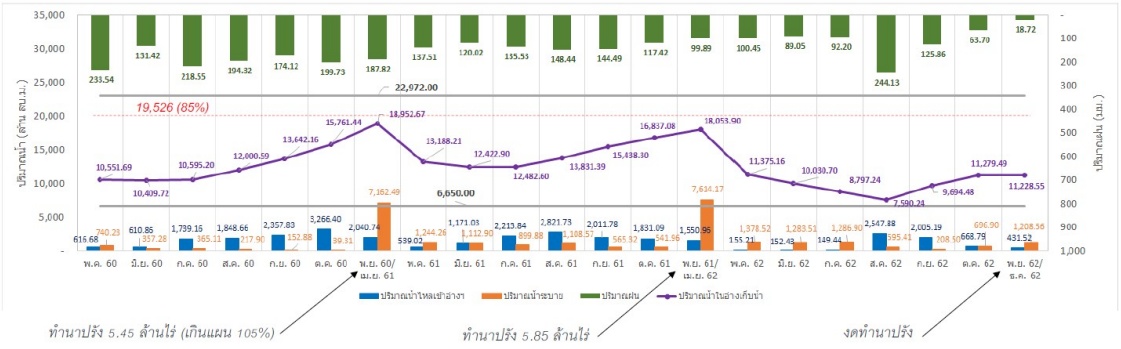
รูปที่ 8-5 ระบบการพยากรณ์อากาศ EnWeather



รูปที่ 8-6 ประสิทธิภาพของระบบการพยากรณ์อากาศ EnWeather เปรียบเทียบกับ NWP

2.2 การปล่อยน้ำจากเขื่อนหลัก โดย ผศ.ดร.ภาณุวัฒน์ ปิ่นทอง

ผศ.ดร.ภาณุวัฒน์ ปิ่นทอง ชี้ให้เห็นว่าประเทศไทยประสบภาวะแล้งและน้ำท่วมสลับกันอยู่เป็นระยะ ดังนั้น จึงมีความท้าทายในการบริหารการจัดสรรน้ำจากเขื่อนเนื่องจากต้องคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน น้ำต้นทุน และความต้องการใช้น้ำโดยเฉพาะในภาคการเกษตรที่มีความต้องการใช้น้ำสูง หากพิจารณาสถานการณ์ของลุ่มน้ำเจ้าพระยาซึ่งเป็นลุ่มน้ำหลักสำหรับการปลูกข้าวตั้งแต่ปี 2560-2562 ดังรูปที่ 8-7 พบว่า ในปี 2560/61 น้ำในอ่างเก็บน้ำหลัก 2 อ่าง ได้แก่ อ่างเก็บน้ำภูมิพลและสิริกิติ์มีปริมาณรวมกันมากและมีการปลูกข้าวนาปรังถึง 5.45 ล้านไร่ ซึ่งเกินกว่าแผนถึง 105% จึงมีการระบายน้ำมากเพื่อพร่องน้ำและการปลูกข้าว ในปี 2561/2562 มีการปลูกข้าวนาปรังมากถึง 5.85 ล้านไร่ และมีการระบายน้ำมากคล้ายคลึงกับปี 2560/61 แต่ในปี 2561/2562 มีฝนตกน้อยจึงทำให้น้ำในอ่างเก็บน้ำ 2 อ่างหลักมีปริมาณลดลงอย่างมาก ส่งผลให้มีการประกาศงดส่งน้ำแก่พื้นที่เพาะปลูก สำหรับปี 2562/63 นั้น มีแนวโน้มว่าฝนจะตกช้ากว่าฤดูกาลปกติช่วงประมาณเดือนกรกฎาคมและในช่วงต้นฤดูฝนจะตกบริเวณใต้อ่างเก็บน้ำ แต่ปลายฤดูฝนช่วงเดือนตุลาคมจะมีฝนตกเหนืออ่างเก็บน้ำและคาดว่าจะทำให้สถานการณ์น้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำสามารถฟื้นตัวเข้าสู่สภาพปกติได้



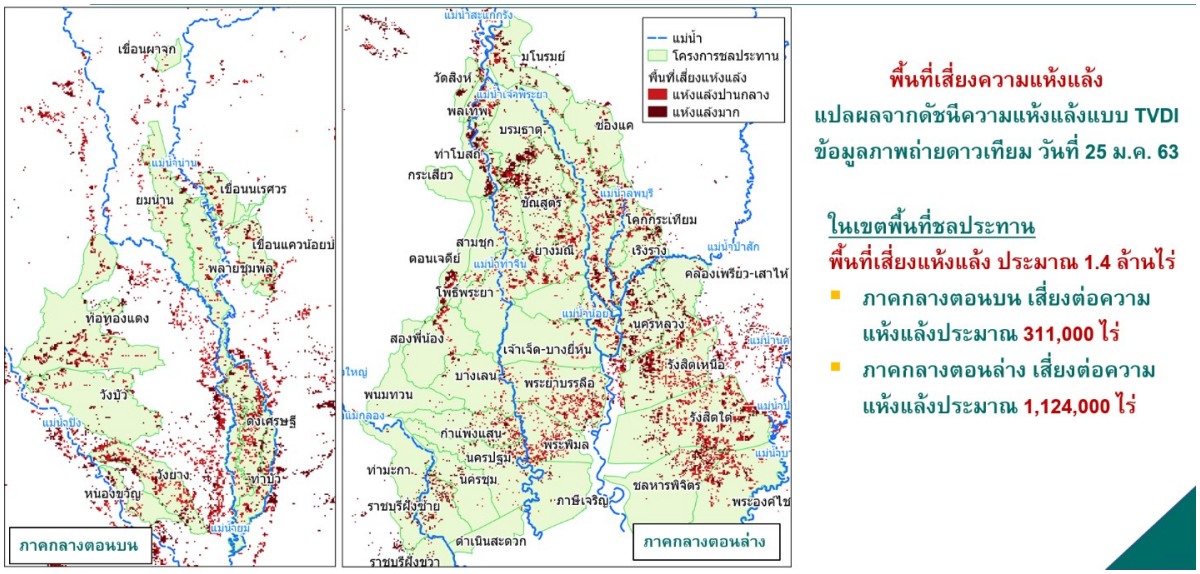
	พ.ค. 60 – เม.ย. 61	พ.ค. 61 – เม.ย. 62	พ.ค. 62 – ธ.ค. 62
ปริมาณฝนเฉลี่ย (มม.)	1,339.50	903.28	734.10
ปริมาณน้ำไหลเข้า 2 อ่างฯ (ล้าน ลบ.ม.)	12,480.33	12,139.45	6,110.46
ปริมาณการระบายน้ำ 2 อ่างฯ (ล้าน ลบ.ม.)	9,035.20	13,087.06	6,658.30
ปริมาณน้ำรวม 2 อ่างฯ ณ 1 พ.ค. (ล้าน ลบ.ม.)	10,551.69	13,188.21	11,375.16
ปริมาณน้ำรวม 2 อ่างฯ ณ 1 พ.ย. (ล้าน ลบ.ม.)	18,952.67	18,053.90	11,228.55
พื้นที่นาปี (ล้านไร่)	7.75	7.66	7.65
พื้นที่นาปรัง (ล้านไร่)	5.45	5.85	-

รูปที่ 8-7 สถานการณ์ในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตั้งแต่ปี 2560-2562 และแนวโน้มปี 2563

2.3 สภาพความต้องการใช้น้ำ และแหล่งน้ำที่มีอยู่ โดย ดร.ชูพันธ์ ชมภูจันทร์

ดร.ชูพันธ์ ชมภูจันทร์ นำเสนอการประเมินสภาพการปลูกพืชและความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ราบภาคกลางด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ณ วันที่ 25 มกราคม 2563 พบว่า พื้นที่ปลูกข้าวนาปรังตั้งแต่ใต้อ่างเก็บน้ำภูมิพลและสิริกิติ์มีประมาณ 3.4 ล้านไร่ โดยแบ่งเป็นพื้นที่ในเขตชลประทาน 668,500 ไร่ และนอกเขตชลประทาน 2,725,600 ไร่ ซึ่งพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังประมาณ 2 ล้านไร่ อยู่ในทุ่งรับน้ำนอง

สองพี่น้อง-ผักไห่-เจ้าเจ็ดซึ่งบริเวณนี้มีน้ำค้างทุ่งหรือน้ำนอนคลองหรือมีน้ำจากบ่อบาดาลหรือบ่อตอกที่นำมาใช้ปลูกข้าวได้ จึงไม่ได้รับผลกระทบจากภาวะแล้งมากนัก แต่ยังมีพื้นที่ในเขตพื้นที่ชลประทานประมาณ 1.4 ล้านไร่ ที่เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำ แบ่งเป็น ภาคกลางตอนบน ประมาณ 311,000 ไร่ และภาคกลางตอนล่างประมาณ 1,124,000 ไร่ ดังแสดงในรูปที่ 8-8 สำหรับพื้นที่ที่จะได้รับผลกระทบจากภาวะแห้งแล้งนอกเขตพื้นที่ชลประทาน ริมฝั่งแม่น้ำน่าน หากมีการปล่อยน้ำเพื่อบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำให้แก่ข้าวในพื้นที่เสี่ยงนี้โดยยอมให้ขาดน้ำบ้างแต่ผลผลิตไม่เสียหายจะต้องระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำประมาณ 639 ล้าน ลบ.ม.



รูปที่ 8-8 พื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากภาวะแล้ง

8.2 สรุปผลการจัดสัมมนาเกี่ยวกับมาตรการบรรเทาภาวะแล้ง 2020

ช่วงที่ 3 มาตรการบรรเทาที่เป็นไปได้ ระยะสั้น

3.1 ทบทวนมาตรการของรัฐบาล และเสนอแนะระยะสั้น โดย ผศ.ดร.สุภัทรา วิเศษศรี

ผศ.ดร.สุภัทรา วิเศษศรี เสนอการทบทวนมาตรการภาวะภัยแล้งของประเทศไทย โดยพิจารณาเทียบกับเกณฑ์การจัดการภาวะแล้งอย่างบูรณาการของ World Bank Group พบว่าประเทศไทยมีมาตรการภาวะแล้งค่อนข้างครอบคลุม โดยมาตรการในปี 2562/2563 มีการพัฒนาจากปี 2557/58 และมีความครอบคลุมมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ยังขาดการติดตามประเมินผลของมาตรการเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และควรผลักดันมาตรการให้เป็นเชิงรุกมากขึ้น จากผลการประเมินมาตรการที่แสดงไว้ดังรูปที่ 8-9 จึงเสนอแนะมาตรการสำหรับการจัดการภาวะแล้ง โดยแบ่งเป็นมาตรการเตรียมความพร้อมและมาตรการช่วยเหลือเพื่อลดผลกระทบ ดังนี้

มาตรการเตรียมความพร้อม

- ด้านการติดตาม พยากรณ์ และแจ้งเตือน
  - การพยากรณ์สภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำ
  - การศึกษาดัชนีภัยแล้งและเชื่อมโยงต่อผลกระทบ
- ด้านการประเมินความเปราะบางและผลกระทบ
  - การติดตามประเมินผลมาตรการที่ได้ดำเนินการ
  - การพัฒนาศักยภาพในการปรับตัว

มาตรการช่วยเหลือเพื่อลดผลกระทบ

- การสร้างองค์ความรู้ในการเตรียมความพร้อมแก่ประชาชน
- การยกระดับการประสานงานระหว่างหน่วยงานและความสอดคล้องของแผนงาน
- การส่งเสริมการจัดการน้ำในชุมชนให้มีความเข้มแข็งและการกระจายอำนาจการบริหาร
- การเพิ่มมาตรการด้านความต้องการใช้น้ำ

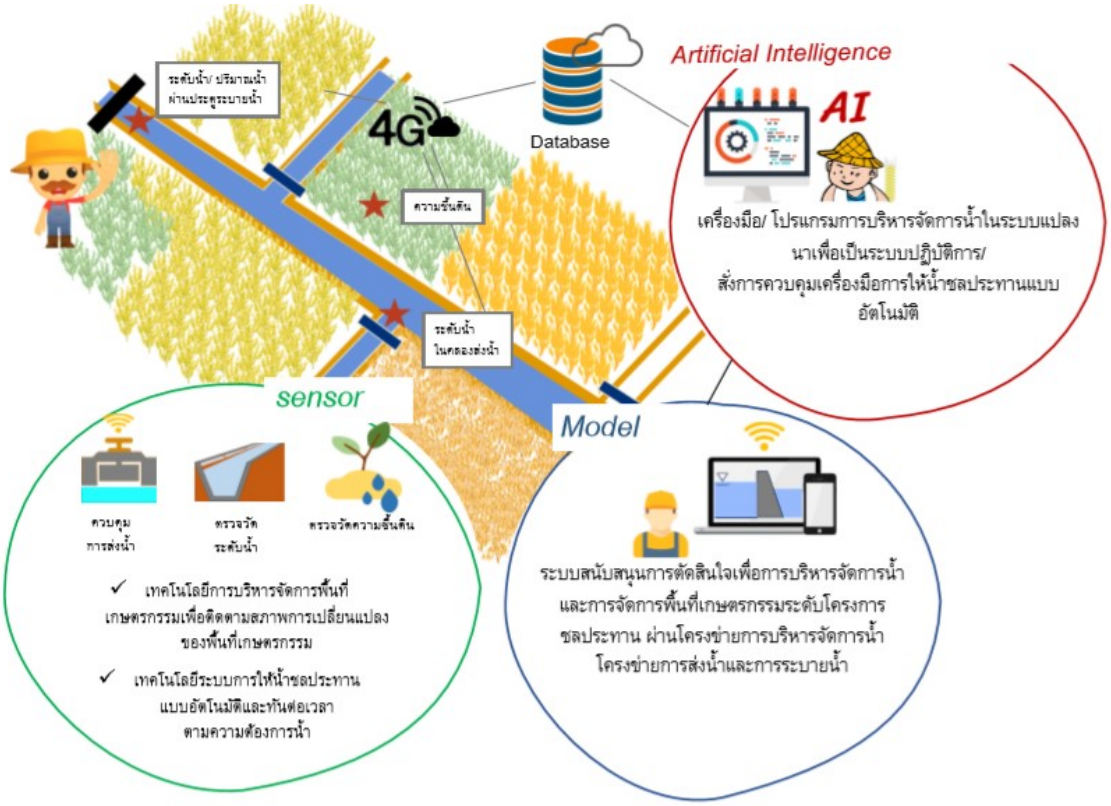
กลุ่มมาตรการ	ปี 2557/2558	ปี 2558/2559	ปี 2562/2563
1. การติดตาม พยากรณ์ และแจ้งเตือน			
1.1 แผนภาวะภัยแล้ง	✓	✓✓	✓✓
1.2 เครื่องชี้วัดภาวะภัยแล้งที่เชื่อมโยงกับผลกระทบและการดำเนินการ	✓	✓	✓
1.3 การนำข้อมูลไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจ	✓	✓✓	✓✓
2. การประเมินความเปราะบางและผลกระทบ			
2.1 การระบุกลุ่มเปราะบาง ระดับความเปราะบาง และสาเหตุ	✓	✓✓	✓✓
2.2 การติดตามประเมินผลเพื่อพัฒนา	✗	✗	✗
3. มาตรการช่วยเหลือเพื่อลดผลกระทบ			
3.1 แผนสำหรับช่วงก่อนเกิดภาวะแล้ง	✓	✓✓	✓✓
3.2 แผนสำหรับช่วงการเผชิญเหตุและการทำความตกลง	✓	✓✓	✓✓
3.3 แผนงานสนับสนุน เช่น งานวิจัยและการขยายผล	✗	✓	✓
4. การจัดการเชิงรุก	✗	✓	✓

หมายเหตุ: ✗ ไม่มีการดำเนินการ ✓ ดำเนินการเชิงรับ ✓✓ ดำเนินการเชิงรุก

รูปที่ 8-9 การวิเคราะห์มาตรการ

3.2 แนวทางด้านSupply โดย ผศ.ดร.ภาณุวัฒน์ ปิ่นทอง และ รศ.ดร.พัชรศักดิ์ อาลัย

- ปรับแผนการเพาะปลูกให้สัมพันธ์กับปริมาณฝนและน้ำท่าคาดการณ์ ปี 2563 คาดว่าจะเพาะปลูกนาปีได้ 6.8 ล้านไร่ และสามารถเพาะปลูกนาปรังได้ 5.2 ล้านไร่
- เดือน พ.ค. Inflow มีปริมาณน้อยที่จะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในลุ่มเจ้าพระยา แต่จะมีฝนตกกระจายทั่วพื้นที่ สามารถทำฝนเทียมช่วยพื้นที่เหนืออ่างเก็บน้ำได้
- ช่วงเดือน พ.ค. ถึง มิ.ย. ยังคงต้องใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเพื่อการอปุโภคบริโภค ส่วนเกษตรกรรมใช้น้ำฝนเป็นหลัก
- พื้นที่เกษตรกรรมทั่วไป ควรเก็บน้ำฝนในแหล่งเก็บกักตามธรรมชาติ หรือในพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อสำรองการใช้น้ำในช่วงหลังฝน
- พื้นที่เกษตรกรรมแปลงใหญ่ ควรร่วมกลุ่มกันเพื่อจัดหาและพัฒนาแหล่งน้ำร่วมกัน
- ควรพัฒนาเชื่อมต่อโครงข่ายทางน้ำธรรมชาติเข้ากับพื้นที่แก้มลิงธรรมชาติเพื่อบริหารจัดการน้ำหลาก และสำรองน้ำใช้หลังฝน
- ควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีการบริหารจัดการน้ำเพิ่มมากขึ้น เน้นการส่งน้ำตามใช้จริง เพื่อความประหยัดน้ำและคุ้มค่า
- ควรเจรจาขอความร่วมมือและเข้าใจให้ใช้น้ำอย่างคุ้มค่าและสอดคล้องกับปริมาณน้ำต้นทุน โดยนาปีปลูกได้ต่ำสุด 5 ล้านไร่ และนาปรังทำได้ต่ำสุด 2.5 ล้านไร่ ส่วนพื้นที่อื่นได้รับการชดเชยหรือทดแทน
- ควรมีการบริหารจัดการน้ำด้วยเทคโนโลยี ตัวอย่างเช่น การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ + Sensors + IoTสำหรับการบริหารจัดการน้ำ ดังตัวอย่างในรูปที่ 8-10



รูปที่ 8-10 การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ + Sensors +IoT สำหรับการบริหารจัดการน้ำ

การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในการบรรเทาภัยแล้งระยะ กลาง/ยาว ประกอบด้วย

1. การลดการระเหย
   - การพัฒนา Floating Solar Power Generation ในเขื่อน
   - ส่งเสริมให้มีการปลูกต้นไม้ในบริเวณที่มีผิวน้ำเปิดใน แหล่งเก็บนา
2. การลดน้ำที่ไหลออกทะเล/ เพิ่มการเติมน้ำลงสู่ใต้ดิน
   - พัฒนาแก้มลิงในพื้นที่ที่น้ำท่วมถึงซ้ำซาก
   - เพิ่มพื้นที่ป่าไม้
   - พัฒนาการเติมน้ำในรูปแบบต่างๆ
   - บริหารจัดการพื้นที่ Land use Management เพื่อลด น้ำท่วม
   - การส่งเสริมให้มี Rain Posthavestเช่น การมีที่เก็บกัก น้ำในบ้าน โอ่ง ฯลฯ
3. การเติมน้ำสู่น้ำบาดาล

   กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ทดลองการเติมน้ำ 3 รูปแบบ
   - ระบบการเติมน้ำฝนผ่านหลังคา
   - ระบบการเติมน้ำผ่านบ่อ

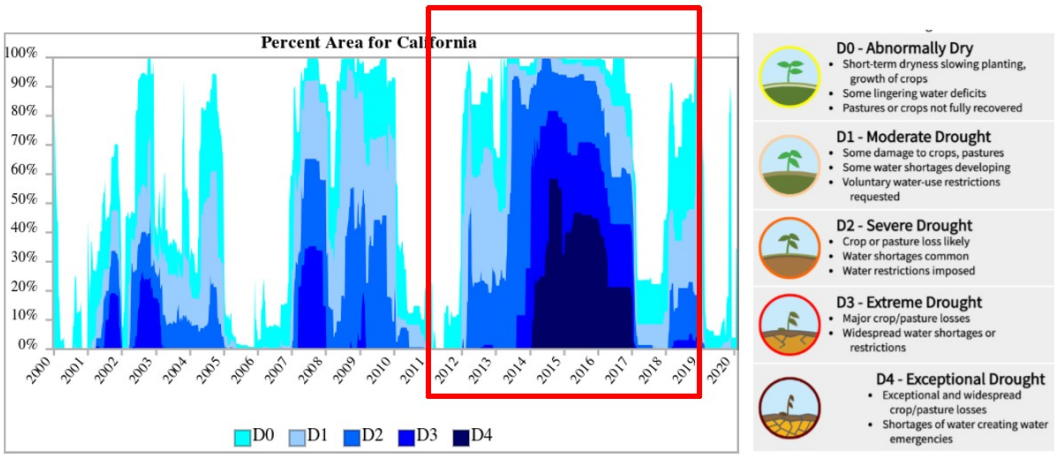
- ระบบเติมน้ำผ่านสระ

4. การศึกษา Recharge
5. การบริหารจัดการร่วมน้ำผิวดินและน้ำบาดาล/ธนาคารน้ำใต้ดิน

3.3 แนวทางด้านDemand โดย ดร.พงษ์ศักดิ์ สุทธินนท์ และ รศ.ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล

มาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้างสำหรับการจัดการวิกฤตภัยแล้ง

ในการวิเคราะห์นำกรณีภัยแล้งที่เกิดขึ้นที่รัฐแคลลิฟอเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา มาใช้เป็นกรณีศึกษา ทั้งนี้ในรัฐแคลลิฟอเนียมีภาวะแล้งที่ยาวนานคิดต่อกันในช่วงระหว่างปี 2012 – 2019 จึงทำให้มาตรการป้องกันภัยแล้งเป็นวาระแห่งชาติ



ในการดำเนินการ รัฐแคลิฟอเนียมีการจัดการวิกฤตภัยแล้ง โดยเริ่มจากข้อมูลภัยแล้งที่เกิดขึ้น มาดำเนินการหามาตรการแก้ไข และศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้น ทั้งนี้มาตรการที่ดีที่จะสามารถลดผลกระทบที่เกิดขึ้น ทั้งนี้มาจากการตัดสินใจด้วยข้อมูลที่ดี

มาตรการด้าน Demand สำหรับวิกฤตภัยแล้ง

<u>การจัดการด้านน้ำที่เข้มข้นขึ้นด้วยข้อมูลและการสื่อสารกับผู้ได้รับผลกระทบ</u>

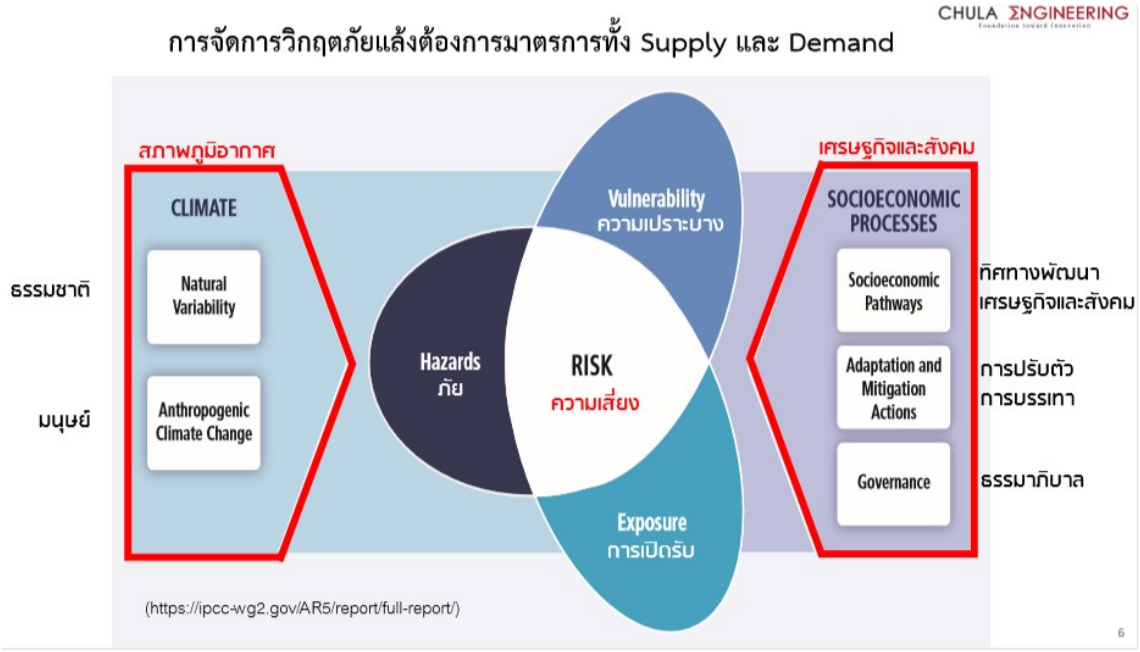
- ข้อมูลตรวจวัดเรียลไทม์ นำไปสู่แบบจำลองพยากรณ์ เพื่อหามาตรการแก้ไข ติดตามและประเมินผลกระทบ

<u>เซทลำดับความสำคัญของการเข้าถึงน้ำภายใต้ปริมาณน้ำที่จำกัด</u>

- เศรษฐกิจ (ความเสียหายที่เป็นตัวเงิน) สังคม (สุขภาพ กลุ่มเปราะบาง) สิ่งแวดล้อม (การรุกล้ำน้ำเค็ม)
- การแชร์ความเสียหายร่วมกัน

<u>แผนการเตรียมพร้อมวิกฤตภัยแล้ง(Drought Preparedness Plan)</u>

- มาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง
- ต้องทันต่อสถานการณ์ (ต้องมีข้อมูล)
- ตรงตามความต้องการของกลุ่มเกษตรกร (ไม่ใช่ output เราต้องการ outcome)
- การเข้าถึงเงินทุนโดยเฉพาะกลุ่มเปราะบาง เช่น เกษตรกรที่เป็นหนี้ ธกส.
- มองภัยแล้งว่าไม่ใช่ความเสี่ยงด้านภูมิอากาศ แต่คือความเสี่ยงด้านการเงิน ต้องใช้มาตรการการเงิน



การจัดการน้ำด้านอุปสงค์: ข้อเสนอแนะแผนระยะสั้น ระยะยาว ในการแก้ปัญหาภัยแล้ง

เป้าหมายของการจัดการน้ำด้านอุปสงค์ ประกอบด้วย ส่งเสริมมาตรการ 3Rs เสนอแนวทางลดการใช้น้ำ ส่งเสริมการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้หลักการเทคโนโลยีสะอาดในการจัดการน้ำใช้ การพัฒนาแนวทาง Smart Water Utilities และการส่งเสริมการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่

มาตรการระยะสั้นที่เสนอแนะ

	มาตรการ	หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง
1	การจัดทำระบบแผนที่ข้อมูลน้ำขาดแคลนของประเทศไทยเชิงพื้นที่ที่มีการพยากรณ์ที่แม่นยำ เพื่อให้เป็นข้อมูลการแจ้งเตือนระดับความเสี่ยงในการแก้ปัญหาเชิงพื้นที่	สกนช./ สกสว./วช. /กรมทรัพยากรน้ำ/กรมชลประทาน
2	พัฒนาแนวทางเทคโนโลยีสะอาดเพื่อการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งมาตรการประหยัดน้ำ/ สำหรับอาคาร อุตสาหกรรม สถานประกอบการ	กนอ./ครอ./อปท./สกสว./วช.
3	การจัดหาระบบเก็บน้ำน้ำดิบสำรองสำหรับระบบประปาชุมชน รวมทั้งการวางแผนการสำรองน้ำใช้ของชุมชน	กปน. / อปท. /กองทัพบก
4	การบริหารจัดการระบบโลจิสติกส์สำหรับขนส่งน้ำไปยังพื้นที่ขาดแคลนน้ำ พื้นที่เกษตรกรรมที่ต้องใช้น้ำ	กปน. / กปภ./อปท./ กรมทรัพยากรน้ำ/กองทัพบก
5	กำกับ ตรวจสอบและควบคุม water loss ในระบบประปาชุมชนและระบบน้ำชลประทาน ระบบประปาอุตสาหกรรม	กปน. / กปภ./ กรมชลประทาน/ กนอ./กรอ.
6	พัฒนาแนวทางส่งเสริมมาตรการการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่สำหรับชุมชน อุตสาหกรรม สถานประกอบการ	อจน./ กนอ./ กรอ./อปท./ สกสว./วช.
7	จัดหา/พัฒนาระบบบำบัดน้ำแบบเคลื่อนที่สำหรับผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล/ระบบรีไซเคิลน้ำเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ในช่วงวิกฤติ	กนอ./กรอ./อปท.
8	จัดหาแหล่งน้ำบาดาลและจัดทำ/พัฒนาระบบกรองน้ำบาดาลที่สามารถกรองความกระด้าง ความเค็มเพื่ออุปโภคบริโภค	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล/ ปภ.

มาตรการระยะยาวที่เสนอแนะ

	มาตรการ	หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง
1	การส่งเสริมมาตรการสร้างบ่อเก็บน้ำฝนของพื้นที่อุตสาหกรมในพื้นที่มีความเสี่ยงน้ำขาดแคลนให้สามารถกักเก็บน้ำสำรองยามวิกฤติได้	สผ. / กนอ./กรอ.
2	การส่งเสริมมาตรการสร้างบ่อเก็บน้ำฝนของอาคารและระบบกรองน้ำให้สามารถกักเก็บน้ำสำรองยามวิกฤติได้	สผ. /อปท.
3	ส่งเสริมการพัฒนาระบบนำน้ำกลับมาใช้ใหม่สำหรับชุมชน อุตสาหกรรม สถานประกอบการ ในพื้นที่วิกฤติน้ำและมีศักยภาพด้านการนำนำน้ำกลับมาใช้ใหม่	กนอ./ กรอ./อปท. /BOI
4	ส่งเสริมการพัฒนาระบบ Smart Water Utilityเพื่อช่วยให้จัดการน้ำของกระบวนการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	กนอ./ กรอ./อปท. /BOI
5	ส่งเสริม/พัฒนาระบบ IOT/AI/ Big data มาบริหารจัดการน้ำในพื้นที่วิกฤติ การคาดการณ์ปัญหาน้ำขาดแคลนเชิงพื้นที่แบบแม่นยำ การควบคุมการใช้น้ำ การจัดสรรการใช้น้ำ	กปน./ กปภ./ กรมชลประทาน/ กนอ.
6	ส่งเสริมการพัฒนาแอพพลิเคชันสำหรับการแจ้งเตือนชุมชน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม สถานประกอบการ ให้เตรียมความพร้อมรับมือสถานการณ์ภัยแล้ง	กปน. / กปภ./ กรมชลประทาน/ กนอ.
7	ปรับปรุงกฎหมายเพื่อให้เกิดการสงเสริมการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่	คพ./สผ. / กนอ./กรอ.
8	ส่งเสริมการลงทุนระบบผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับภาคอุตสาหกรรมติดทะเล	กนอ./ กรอ.
9	ส่งเสริมการพัฒนาเมืองแบบ ECO และ Smart city ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	สผ. / กนอ./กรอ.

3.4 มาตรการจัดการบรรเทา โดย รศ.ดร.วิษณุ อรรถวานิช

<u>การเข้าถึงทรัพยากรน้ำของครัวเรือนเกษตรไทย</u>

ในปี 2560ครัวเรือนเกษตรเพียงร้อยละ 42 สามารถเข้าถึงทรัพยากรน้ำ และมีเพียง 26% ของครัวเรือนเกษตรเท่านั้นที่ สามารถเข้าถึงระบบการชลประทานได้

<u>ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรไทย</u>

พื้นที่นอกเขตชลประทานจะได้รับความ เสียหายมากกว่าพื้นที่ในเขตชลประทาน ความเสียหายสะสมในช่วง ค.ศ. 2011-2045 เท่ากับ 0.609 –2.850ล้านล้านบาท

<u>ข้อเสนอแนะมาตรการจัดการบรรเทา</u>

ให้เงินช่วยเหลือแบบมีเงื่อนไข (Conditional Transfer)

เกษตรกร ต้องปรับเปลี่ยนการผลิตเพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกัน เข้าอบรมรับความรู้เพิ่มเติม เช่น เรื่องผลกระทบและการปรับตัว ความรู้ด้านตลาด การปลูกพืชอื่นที่ใช้น้ำน้อยแทนข้าว การพัฒนาคุณภาพสินค้า และการใช้เครื่องจักรกลสมัยใหม่

<u>นโยบายเกษตรไทย</u>

- นโยบายส่วนใหญ่ส่งผลกระทบเพียงระยะสั้น
- นโยบายส่วนใหญ่เน้นให้การช่วยเหลือแบบให้เปล่า
- เกษตรกรได้รับความช่วยเหลือเฉลี่ยครัวเรือนละ 17,000 บาท/ปี

Attavanich et al. (2019) และ Chantarat et al. (2019) ชี้ให้เห็นว่าการช่วยเหลือดังกล่าว 1) ลดแรงจูงใจในการปรับตัว 2) เพิ่มความเสี่ยงในการผลติ

<u>ผลตอบแทนและความเสี่ยงของการทำเกษตร</u>

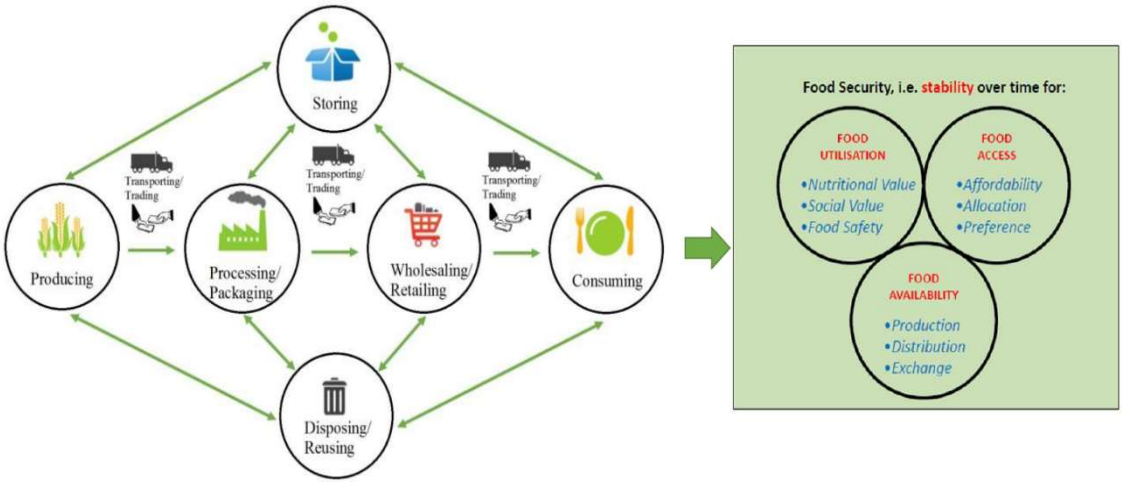
- เกษตรผสมผสานหลายรูปแบบให้ผลตอบแทนสูงกว่าใน ระดับความเสี่ยงเดียวกับเกษตรเชิงเดี่ยว
- การทำเกษตรแบบหลากหลายจะให้ผลตอบแทนต่อความเสี่ยง สูงกว่าการปลูกข้าวอย่างเดียว
- ร้อยละ 92 ของการปลูกข้าวร่วมกับพืชหลักอื่น ๆ ให้ ผลตอบแทนที่ปรับด้วยความเสี่ยงสูงกว่าการปลูกข้าวเชิงเดี่ยว

<u>ข้อเสนอแนะมาตรการจัดการบรรเทา</u>

ชุมชนและเกษตรกร

- ส่งเสริมการทำบ่อจิ๋ว
- ธนาคารน้ำใต้ดิน
- พัฒนาระบบประกันภัยพืชผล ภาคธุรกิจ
- ให้แรงจูงใจด้านภาษีเพื่อการลงทุนในเทคโนโลยีที่ประหยัดน้ำ
- ให้เงินช่วยเหลือ/แรงจูงใจแบบมีเงื่อนไขให้ลงทุนเพื่อปรับตัวเพิ่มภูมิคุ้มกัน ภาครัฐ

- ส่งเสริมการวิจัยพืชทนแล้ง
- ส่งเสริมการบูรณาการการใช้น้ำกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน
- ระบบอาหาร (Food System) ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่กิจกรรมการผลิตจนถึงการบริโภค
- ความมั่นคงทางอาหารจะเกิดขึ้นไม่ได้หากระบบอาหารขาดเสถียรภาพ



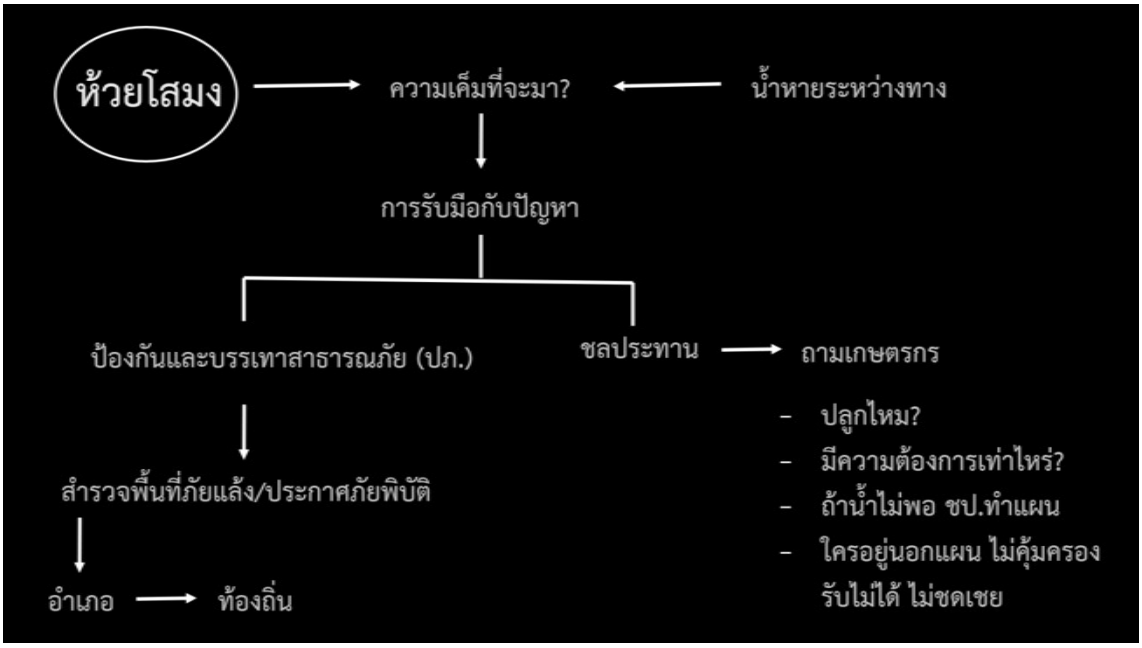
3.5 ข้อเสนอแนะจากผู้เข้าร่วมประชุม

- ควรมีการนำศาสตร์พระราชาและภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการบริหารจัดการด้วย
- ควรทำให้งานวิจัยไปใช้งานได้จริง เช่น ทำอย่างให้ผลการคาดการณ์ฝนจากแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือและถูกนำไปใช้งาน
- ควรพิจารณาการบริหารจัดการน้ำและผังเมืองร่วมกัน
- ควรพัฒนาการเชื่อมโยงข้อมูลขนาดใหญ่และการใช้งานให้ถึงระดับเกษตรกร

ช่วงที่ 4 เสวนาแนวทางแก้ไขและป้องกันในระยะยาว

4.1 อภิปรายแนวทางการแก้ไขและป้องกันระยะยาว โดยมีผู้ร่วมอภิปรายบนเวที ดังนี้ คุณบุษบงก์ ชาวกัณหา ผู้ทรงคุณวุฒิคณะกรรมการลุ่มน้ำปราจีนบุรี

กรณีตัวอย่างห้วยโสมง เมื่อเกิดประสบปัญหาภาวะแล้ง แสดงได้ดังรูปที่ 8-11



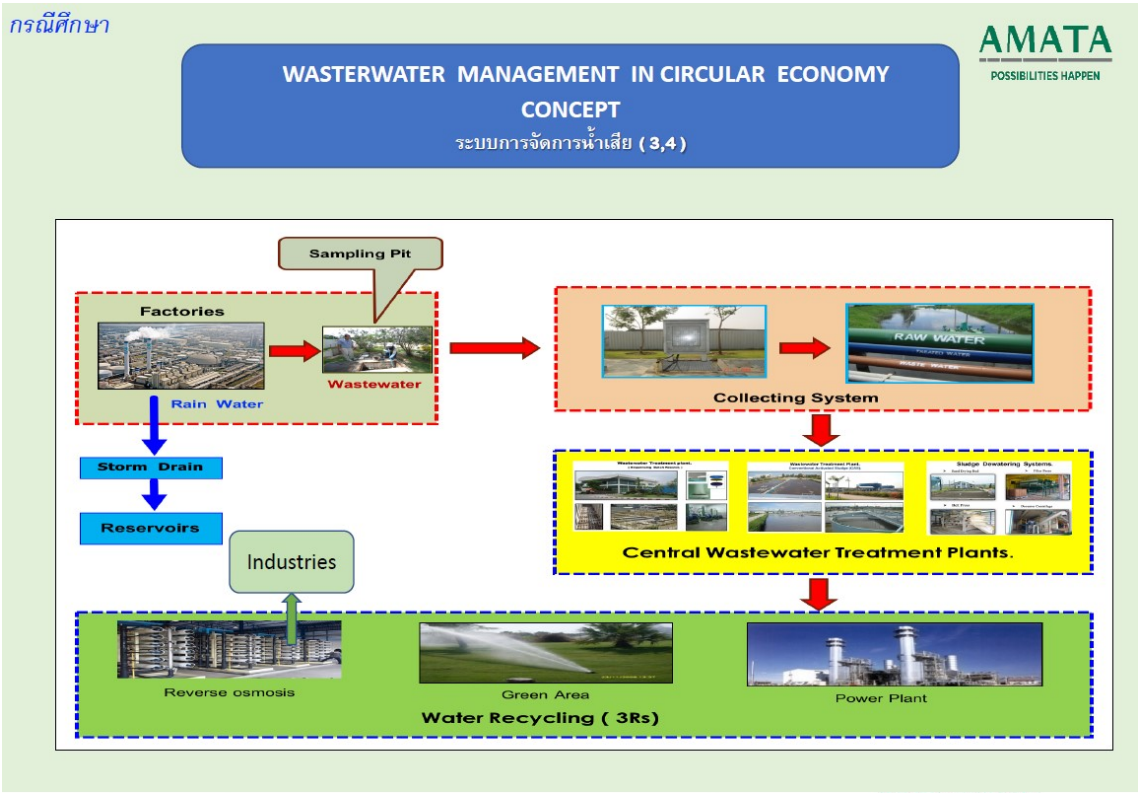
รูปที่ 8-11 ปัญหาที่เกิดขึ้น หน่วยงานและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหาภาวะแล้งของห้วยโสมง

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการแก้ไขและป้องกันภาวะแล้งในระยะยาว มีดังนี้

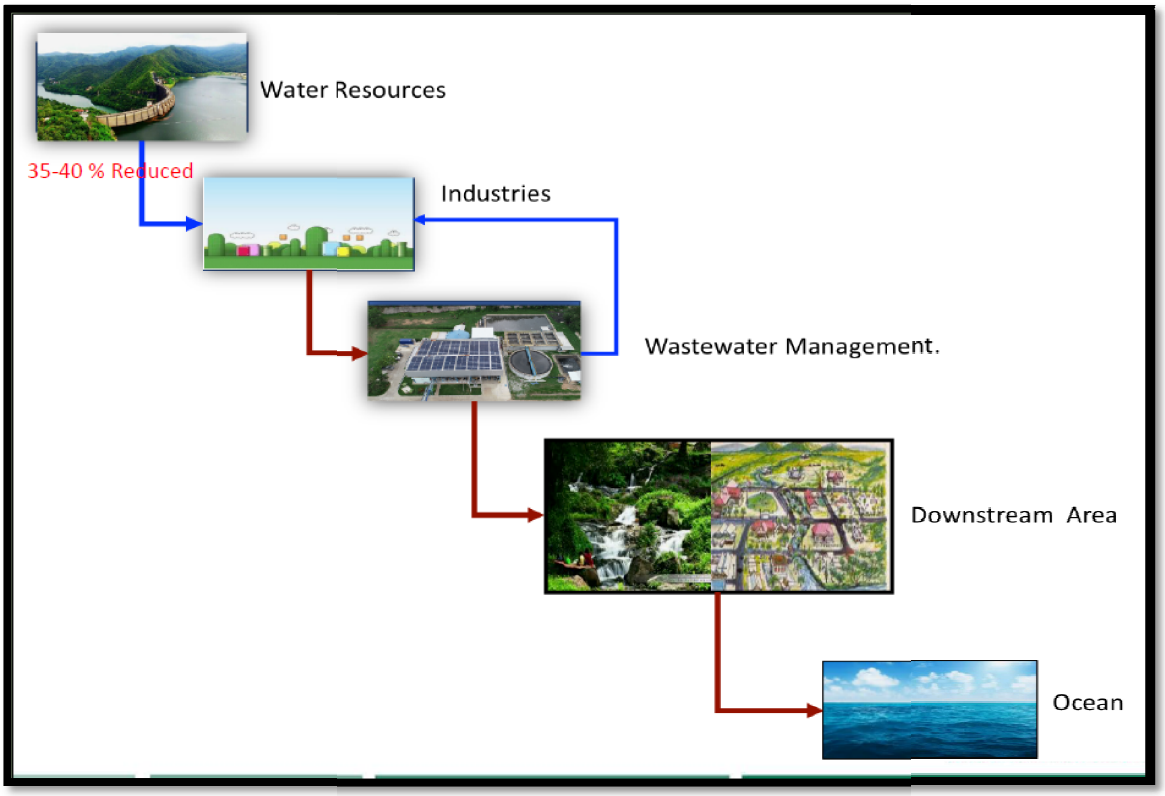
1. การบริหารจัดการน้ำในเขตนิเวศขนาดเล็กที่มีความเชื่อมโยงกับกลไกที่มีอยู่พร้อมกับการสร้างกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน/การใช้ข้อมูลสำคัญ
2. เพิ่มบทบาทการเป็น facilitator/coach ของหน่วยงาน กลไกที่ทำงานกับเกษตรกร/ผู้ใช้ แบบที่เรียกว่า local stakeholders
3. โครงการนำร่อง (Sandbox) สร้าง start-up

คุณชูชาติ สายถิ่น กรรมการสถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และกรรมการผู้จัดการ บริษัทอมตะ วอเตอร์ จำกัด

ในภาวะภัยแล้ง ภาคอุตสาหกรรมมีแหล่งน้ำทางเลือกที่สามารถนำน้ำมาใช้ได้จาก 4 แหล่ง ได้แก่ น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน การรีไซเคิลน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ การผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล โดยการรีไซเคิลน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ตามระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน แสดงได้ดังรูปที่ 8-12 น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดสามารถนำมาผลิตน้ำประปาได้โดยมีกำลังการผลิตปัจจุบัน 13 ล้าน ลบ.ม./ปี ข้อเสนอแนะการบริหารจัดการน้ำในภาคอุตสาหกรรม แสดงได้ดังรูปที่ 8-13 กล่าวคือ ภาคอุตสาหกรรมสามารถลดการใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติโดยใช้การรีไซเคิลน้ำเสียมาใช้ใหม่ ซึ่งช่วยให้พื้นที่ท้ายน้ำมีน้ำใช้มากขึ้น น้ำเสียจากอุตสาหกรรมควรบำบัดให้มีคุณภาพที่ดีพอที่จะนำไปใช้ปล่อยลงสู่ทะเลได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านพื้นที่ท้ายน้ำ



รูปที่ 8-12 ระบบการรีไซเคิลน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ตามระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน



รูปที่ 8-13 ข้อเสนอแนะการบริหารจัดการน้ำในภาคอุตสาหกรรม

คุณสราวุธ ชีวะประเสริฐ ที่ปรึกษาด้านยุทธศาสตร์น้ำ สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ

ประเด็นและข้อเสนอแนะที่ได้จากการเสวนา สรุปได้ดังนี้

- การประเมินปริมาณน้ำบาดาลเชิงพื้นที่ควรทำในระดับ grid เพื่อให้ทราบว่าปริมาณที่สามารถนำมาใช้ได้
- การแก้ปัญหาน้ำท่วม ควรเป็นแบบ area-based และแก้ปัญหาทีละขั้น
- ปัญหาน้ำหลากที่ราบเชิงเขายังคงมีช่องว่างในการแก้ไขปัญหาอยู่
- ปัญหาน้ำเสียต้องมีการปรับปรุงเนื่องจากเป็นประเด็นที่ทำให้มีความมั่นคงด้านน้ำต่ำ
- นโยบายการน้ำพื้นที่กลับมาเพื่อพัฒนาป่าต้นน้ำยังขาดความชัดเจน
- การส่งเสริมน้ำชุมชน

รศ.ดร.บัญชา ขวัญยืน

ประเด็นและข้อเสนอแนะที่ได้จากการเสวนา สรุปได้ดังนี้

- การสร้างวินัยการลดการใช้น้ำภาคครัวเรือน
- การใช้น้ำผิวดินร่วมกับน้ำใต้ดิน
- การลงทุนในระบบผันน้ำผ่านระบบท่อ

- 3R
- การกระจายอำนาจในการบริหารจัดการ

8.3 สรุปผลการสัมมนา โดย รศ.ดร.บัญชา ขวัญยืน

มาตรการภาวะภัยแล้งที่เสนอแนะในระยะยาวมี 3 มาตรการ ดังนี้

- การลดการใช้น้ำในทุกภาคส่วน สำหรับภาคเกษตรกรรมต้องยกระดับเป็นเกษตรทันสมัย
- การเพิ่มประสิทธิภาพและลดการสูญเสียในการกระจาย/ส่งน้ำ
- การเชื่อมโยงแหล่งน้ำให้นำน้ำมาใช้ร่วมกันได้ ตัวอย่างเช่น การเชื่อมโยงแหล่งน้ำในภาคตะวันออก

บทที่ 9
สรุปผลการดำเนินงานในระยะที่ 1 และข้อเสนอแนะสำหรับแผนงานระยะต่อไป

9.1 สรุปผลการดำเนินงานในระยะที่ 1

การดำเนินงานในระยะที่ 1 ของโครงการต่างๆ ใน 4 แผนงาน ตั้งแต่ มี.ค. 2562 ถึง พ.ค. 2563สรุปได้ดังนี้

แผนงานที่ 1 (เป้าหมาย ประหยัดน้ำได้ 15%) เป็นการเติมเต็มงานศึกษาแผนแม่บทของสทนช.และสำนักงาน EEC เพื่อพัฒนากลไกและองค์ประกอบการแก้ไขความขัดแย้งเชิงสังคม และโครงการเพิ่มน้ำต้นทุน อีกทั้งการสร้างตัวอย่างและกลไก การออกกฎ ระเบียบ (พรบ.) ประหยัดน้ำ และการนำน้ำบำบัดแล้วกลับมาใช้

แผนงานที่2 (เป้าหมาย ประหยัดน้ำได้ 15%) “ท่อทองแดงโมเดล” (อุปกรณ์ ระบบ คน)เป็นการพัฒนาระบบการส่งน้ำที่ตรงกับความต้องการของแปลงเพาะปลูกและการพัฒนาการร่วมมือของชุมชนทั้งสายคลองส่งน้ำในการบริหารจัดการการเพาะปลูกให้เหมาะสมกับสมดุลน้ำ โดยการทำงานเป็นการตัดสินใจร่วมกันจากข้อมูล realtimeที่ได้จากระบบ มีการติดตั้งระบบเซ็นเซอร์วัดความชื้น แล้วส่งข้อมูลเข้าระบบ ซึ่งมีการควบคุมปิด-เปิด ประตูระบายน้ำแบบอัตโนมัติ ทำงานประมวลผลร่วมกันกับข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำในคลองส่งน้ำ โดยเป็นระบบ AI โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งน้ำและลดต้นทุนการใช้พลังงานของเกษตรกรในการสูบน้ำเข้าแปลง รวมทั้งลดการใช้น้ำต้นทุนทั้งผิวดินและใต้ดินด้วย

แผนงานที่ 3 (เป้าหมาย เพิ่มน้ำเก็บกัก จาก 65% เป็น 85%)เป็นการพัฒนาแบบจำลองการบริหารเขื่อนที่ปล่อยน้ำลดลง และตอบสนองความต้องการใช้น้ำได้อย่างเหมาะสม โครงการในแผนงานนี้ได้รับความร่วมมือจากกรมชลประทาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) ในการพัฒนาแบบจำลองด้วย AI เพื่อการหาระดับการระบายน้ำที่สอดคล้องกับสภาพฝนที่จะมาจากโครงการวิจัยพยากรณ์ฝนล่วงหน้ารายสองสัปดาห์และโครงการวิจัยประเมินปริมาณน้ำผิวดินที่หลังเขื่อนรวมทั้งโครงการวิจัยการประเมินพื้นที่เพาะปลูกด้วยภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อนำมาประเมินความต้องการน้ำทั้งนี้เมื่อนำผลการวิจัยไปปรับใช้ในการบริหารการปล่อยน้ำจากเขื่อนโดยกรมชลประทานและ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแล้ว ก็จะสามารถเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำหลักได้ตามแผนหลักยุทธศาสตร์น้ำ20ปีของสทนช. รวมทั้งเป็นการลดความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมและภัยแล้งได้ เมื่อมีการพัฒนาต่อไปจนเต็มรูปแบบ

9.2 การประเมินโครงการวิจัยในระยะที่ 1

แผนงานที่ 1จำนวน 9 โครงการประกอบด้วยโครงการวิจัยหลัก จำนวน 3 โครงการ โครงการวิจัยรอง จำนวน 5 โครงการ และโครงการวิจัยสนับสนุน จำนวน1โครงการ

ผลที่ได้ในปีที่ 1 จากแผนงานวิจัยที่ 1 ประกอบด้วย

- การวิเคราะห์สมดุลน้ำเบื้องต้นของ 3 จังหวัดทำให้ทราบสถานะของด้านจัดหา
- การสำรวจด้านผู้ใช้ทั้งภาคเกษตร บริการ อุตสาหกรรม
- การส่งเสริมการประหยัดน้ำและใช้น้ำซ้ำในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ15 โรงและนิคมอุตสาหกรรม 2 แห่ง
- การสำรวจข้อมูลด้านความต้องการชุมชนที่อาจได้รับผลกระทบจากการสูบน้ำมาช่วยแหล่งน้ำในระยอง เพื่อช่วยแก้ปัญหาความขัดแย้ง

ผลลัพธ์ที่ได้ในปีที่ 1 ของแผนงานวิจัยที่ 1 ประกอบด้วย

- บทบาทการประหยัดน้ำทางด้านอุปสงค์ ภาคอุตสาหกรรม, เกษตร, บริการ และอุปโภค เพื่อสนับสนุนเงื่อนไขการบริหารจัดการน้ำภาคตะวันออกในเขต EEC
- กระบวนการลดผลกระทบในการเปลี่ยนแปลงการจัดการทรัพยากรทรัพยากรน้ำจากภายนอกที่มีผลกระทบต่อวิถีของพื้นที่ด้วยการใช้เครื่องมือ SEAเพื่อสร้างเงื่อนไข และทางเลือกร่วมกัน ภาคตะวันออก ในเขต EEC
- รูปแบบ, กระบวนการ, เงื่อนไข และทางเลือกในการบริหารจัดการน้ำ ภาคตะวันออก ในเขต EEC โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรม จากโรงงานและนิคมอุตสาหกรรมตัวอย่าง

แผนงานที่ 2จำนวน 4 โครงการประกอบด้วยโครงการวิจัยหลักจำนวน 1 โครงการ โครงการวิจัยรองจำนวน 2 โครงการ และโครงการวิจัยสนับสนุนจำนวน 1โครงการ

ผลที่ได้ในปีที่ 1 จากแผนงานวิจัยที่ 2 ประกอบด้วย

- การติดตั้งระบบอัตโนมัติ พร้อมอุปกรณ์ ระบบสนับสนุนการปล่อยน้ำที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- การพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำให้เข้าใจการใช้ข้อมูลเพื่อการใช้น้ำอย่างคุ้มค่า
- การศึกษาเชิงองค์การของการสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำที่เชื่อมโยงระดับชุมชน อปท และจังหวัด

ผลลัพธ์ จากแผนงานวิจัยที่ 2 คือ มีระบบและการจัดการที่สามารถส่งน้ำให้ประหยัดน้ำเพิ่มขึ้นเป็นไปตามเป้าหมาย (15 %ใช้ตัวเลขปี 60/61) มีการพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำให้เข้าใจการวางแผนในสถานการณ์และพฤติกรรมการใช้น้ำต่างๆ รวมทั้งการวางแผนน้ำในภาวะแล้ง

แผนงานที่ 3จำนวน 13 โครงการได้แก่ โครงการวิจัยหลักจำนวน 1 โครงการ โครงการวิจัยรองจำนวน 8 โครงการ และโครงการวิจัยสนับสนุนจำนวน 4 โครงการ

ผลที่ได้ในปีที่ 1 ของโครงการกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย

- มีตัวอย่างของการทำนายน้ำฝนล่วงหน้าสองสัปดาห์
- มีโปรแกรมการบริหารเขื่อนเพื่อเพิ่มน้ำต้นทุน
- มีการศึกษาและทดสอบอุปกรณ์, ระบบและเทคนิคอุปกรณ์Sensor ตรวจวัดตรวจอากาศ
- งานวิเคราะห์หาความต้องการใช้น้ำผ่านข้อมูลดาวเทียม
- การวิเคราะห์สมดุลน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน
- การศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงของน้ำท่วมและน้ำแล้ง
- การศึกษา conjunctive use(น้ำผิวดินร่วมกับน้ำใต้ดิน)
- การออกแบบพัฒนาระบบฐานข้อมูลกลางของโครงการ

ผลลัพธ์ในปีที่ 1 ของโครงการกลุ่มที่ 3 คือ การศึกษาการพยากรณ์อากาศล่วงหน้า14 วัน ช่วยให้การวางแผนการจัดสรรน้ำของเขื่อนภูมิพลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (สามารถเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักก่อนหน้าแล้งได้ด้วยมาตราการที่เสนอ) เพราะหน่วยงานและพื้นที่มีเวลาในการบริหารจัดการได้มากขึ้น

9.3 ข้อสรุปการศึกษาและข้อเสนอแนะต่อหัวข้อวิจัย

เมื่อนำผลจากการทบทวนแนวคิดการบริหารจัดการน้ำในระดับนานาชาติมาพิจารณาร่วมกับแผนแม่บทน้ำทั้ง 6 ด้านดังตารางที่ 9-1 จะพบว่าประเทศไทยยังมีช่องว่างสำหรับงานวิจัยที่ควรดำเนินการเพื่อสนับสนุนการผลักดันไปสู่ความสำเร็จตามเป้าประสงค์ของแผนแม่บทน้ำ ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 9-2

ตารางที่ 9-1 แผนแม่บทน้ำและเป้าประสงค์ทั้ง 6 ด้าน

แผนแม่บท	เป้าประสงค์
ด้านที่ 1การจัดการน้ำอุปโภค บริโภค	จัดหาน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคบริโภคให้แก่ชุมชน ครบทุกหมู่บ้านหรือทุกครัวเรือน ชุมชนเมือง แหล่งท่องเที่ยวสำคัญ และพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษ รวมทั้งการจัดหาแหล่งน้ำสำรองในพื้นที่ซึ่งขาดแคลนแหล่งน้ำต้นทุน พัฒนาน้ำดื่มให้ได้มาตรฐาน ในราคาที่เหมาะสม และการประหยัดน้ำ โดยลดการใช้น้ำภาคครัวเรือน ภาคบริการ และภาคราชการ
ด้านที่ 2 การสร้างความมั่นคงของน้ำภาคการผลิต	พัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำและระบบส่งน้ำใหม่ให้เต็มศักยภาพ พร้อมทั้งการจัดหาน้ำในพื้นที่เกษตรน้ำฝน เพื่อขยายโอกาสจากศักยภาพโครงการขนาดเล็กและ ลดความเสี่ยงในพื้นที่ไม่มีศักยภาพ ลดความเสี่ยง/ความเสียหายลง ร้อยละ 50 รวมถึงการเพิ่มผลิตภาพและปรับโครงสร้างการใช้น้ำ โดยดำเนินการร่วมกับยุทธศาสตร์ชาติ ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขันและด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาค ทางสังคมเพื่อยกระดับผลิตภาพด้านน้ำทั้งระบบ

แผนแม่บท	เป้าประสงค์
ด้านที่ 3 การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย	เพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ การจัดระบบป้องกันน้ำท่วมชุมชนเมือง การจัดการพื้นที่น้ำท่วมและพื้นที่ชะลอน้ำ รวมทั้งการบรรเทาอุทกภัยในเชิงพื้นที่อย่างเป็นระบบ ในระดับลุ่มน้ำและพื้นที่วิกฤต(Area based) ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ ลุ่มน้ำสาขา/ลดความเสี่ยง และความรุนแรงลงไม่น้อยกว่า ร้อยละ 60
ด้านที่ 4 การจัดการคุณภาพน้ำ และอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ	พัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน การนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ ป้องกันและลดการเกิดน้ำเสียต้นทาง การควบคุมปริมาณการไหลของน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ พร้อมทั้งฟื้นฟูแม่น้ำ ลำคลอง และแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีความสำคัญในทุกมิติ เพื่อการอนุรักษ์ ฟื้นฟูและใช้ประโยชน์ทั่วประเทศ
ด้านที่ 5 การอนุรักษ์ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรม และป้องกันการพังทลายของดิน	อนุรักษ์ ฟื้นฟู พื้นที่ป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรม การป้องกัน และลดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่ลาดชัน
ด้านที่ 6 การบริหารจัดการ	จัดตั้งองค์กรด้านการบริหารจัดกำรทรัพยากรน้ำ (คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ คณะกรรมการลุ่มน้ำ ฯลฯ) ปรับปรุงกฎหมายให้ทันสมัย ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างประเทศเชื่อมโยงประเด็นการพัฒนาและการหาแหล่งเงินทุน พัฒนาระบบฐานข้อมูล ประกอบการตัดสินใจ (คลังน้ำชาติ) สนับสนุนองค์กรลุ่มน้ำ สนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างภาครัฐและเอกชน การบริหารจัดการชลประทาน การศึกษาวิจัย เตรียมความพร้อม ส่งเสริมการประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของประชาชนและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง สร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ พัฒนางานวิจัย นวัตกรรม และเทคโนโลยีสนับสนุนการสร้างมูลค่าเพิ่มในภาคการบริการ และการผลิต รวมถึงพัฒนารูปแบบเพื่อยกระดับการจัดการน้ำในพื้นที่และลุ่มน้ำ (เชื่อมโยงการตลาด พลังงาน การผลิต และของเสีย)

ตารางที่ 9-2 ช่องว่างสำหรับงานวิจัยที่ควรดำเนินการ

เรื่อง	ช่องว่างงานวิจัย	ข้อเสนอและแผนงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
กลุ่มที่ 1 แนวคิดระดับสากล			
ความมั่นคงด้านน้ำ	การศึกษาวิจัยในเรื่องนี้ยังมีมากนัก และการปรับปรุงเกณฑ์ของ ADB ทำให้ต้องมีการศึกษาวิจัยให้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ปรับเปลี่ยน	การจัดทำโครงการศึกษาประเมินความมั่นคงด้านน้ำตามกรอบแนวคิด ADB 2020	รายงานความมั่นคงด้านน้ำ (Water security
ธรรมาภิบาลด้านน้ำ	งานศึกษาวิจัยยังมีมากนัก และภายใต้แผนยุทธศาสตร์ 20 ปี ทางสทนช.อยู่ระหว่างการดำเนินงานด้านธรรมภิบาลโดยมีเป้าหมายให้ระดับคะแนนธรรมาภิบาลด้านน้ำของประเทศสูงขึ้น ดังนั้นจึงควรมีงานสนับสนุนเรื่องธรรมาภิบาลน้ำของประเทศ	การจัดทำโครงการศึกษาประเมินธรรมาภิบาลน้ำในระดับจังหวัด ลุ่มน้ำ และชุมชน	รายงานธรรมาภิบาลน้ำ (Water governance)
การเงินด้านน้ำ	นโยบายการลงทุนที่มีสามารถดึงดูดภาคเอกชนให้ร่วมลงทุน	การประเมินสถานการณ์ และข้อเสนอเชิงนโยบายต่อการจัดการด้านการเงินของโครงการน้ำในพื้นที่สำคัญเช่น EEC เป็นลำดับแรก	- รายงานการประเมินสถานการณ์ - ข้อเสนอเชิงนโยบาย - การเพิ่มบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากภาคเอกชน - การสนับสนุนต่อแผนแม่บทน้ำด้านที่ 1,2,6

เรื่อง	ช่องว่างงานวิจัย	ข้อเสนอและแผนงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
กลุ่มที่ 2 เทคโนโลยีและนวัตกรรม			
การพยากรณ์รายฤดูกาล	ความถูกต้องของผลการพยากรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพยากรณ์ล่วงหน้าในระยะเวลาที่ยาว	การพัฒนาระบบการพยากรณ์อากาศรายฤดูกาลซึ่งเป็นดำเนินการต่อจากโครงการในระยะที่ 1 ซึ่งเป็นการพยากรณ์ราย 72 ชั่วโมง และ 14 วัน	- ข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจและวางแผนในระยะกลางและระยะยาว - การป้องกันและลดความเสียหายจากภัยพิบัติ - การสนับสนุนต่อแผนแม่บทน้ำด้านที่ 2, 3, 6
การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์	การนำข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์มาใช้วางแผนและตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ	การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ให้มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำมาใช้ปรับปรุงการบริหารจัดการเขื่อนโดยเฉพาะในภาวะวิกฤตได้อย่างมีประสิทธิภาพ	- การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการเขื่อน - การป้องกันและลดความเสียหายจากภัยพิบัติ การสนับสนุนต่อแผนแม่บทน้ำด้านที่1-6
ฐานระบบการจัดการน้ำ	นวัตกรรมและเทคโนโลยีขั้นสูงที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำยังมีไม่เพียงพอกับการใช้งานในประเทศ	การเสริมสร้างขีดความสามารถและพัฒนาศักยภาพของบุคลากรและนักวิจัยในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการบริหารจัดการน้ำ	ความก้าวหน้าของนวัตกรรมและเทคโนโลยีขั้นสูงที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องมีความรู้ความสามารถรองรับการทำงาน
กลุ่มที่ 3การขับเคลื่อนนโยบายและแผนแม่บทน้ำ			

เรื่อง	ช่องว่างงานวิจัย	ข้อเสนอและแผนงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
การจัดการภัยแล้ง	มาตรการเชิงรุก	การนำผลที่ได้จากโครงการในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ซึ่งได้แก่ การพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้า การจัดการด้านอุปสงค์ การพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำการบริหารเขื่อนมาบูรณาการสู่การบริหารจัดการเชิงรุก เพื่อป้องกันและลดผลกระทบจากภัยแล้ง	- การป้องกันและลดความเสียหายจากภัยพิบัติ - การสนับสนุนต่อแผนแม่บทน้ำด้านที่1-6

9.4 ข้อเสนอแนวทางการดำเนินงานในระยะต่อไป

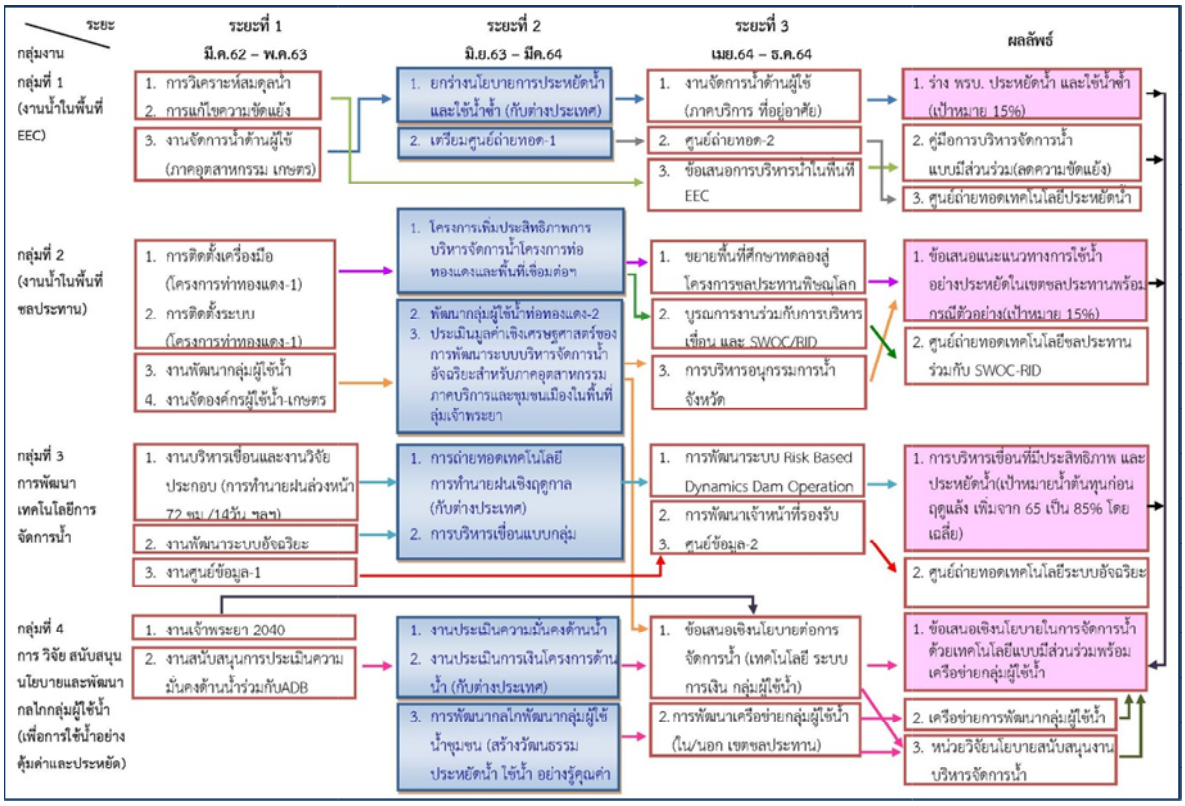
โครงการในระยะที่ 1 มีแผนดำเนินการต่อเนื่องในระยะที่2 (มิ.ย. 2563-มี.ค. 2564) และระยะที่3 (เม.ย.-ธ.ค. 2564) เพื่อสนับสนุนให้โครงการวิจัยเข็มมุ่งบริหารจัดการน้ำสามารถบรรลุเป้าหมายการประหยัดน้ำ 15% และเพิ่มน้ำเก็บกักจาก 65% เป็น 85% ตามที่ตั้งไว้ได้

จากการพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ เนื้อหาที่จำเป็น (Gap) เพื่อตอบเป้าหมายของแผนงานวิจัยฯ การดำเนินงานที่ผ่านมา สภาพการทำงานในปัจจุบันภายใต้สถานการณ์การระบาดของ COVID-19 และการสนับสนุนโครงการที่เสร็จแล้วให้สามารถดำเนินการต่อได้อย่างต่อเนื่อง (จัดทำเป็นโครงการต่อเนื่อง) และเกณฑ์มาตราฐานสากลที่จะมีผลต่อการบริหารจัดการน้ำของไทยในอนาคต (จัดทำเป็นโครงการขยายผล)คณะทำงานฯ ได้เสนอกลุ่มงานวิจัยที่ควรดำเนินการในระยะที่ 2 (ในช่วง 6 เดือน โดยใช้งบประมาณปี 2563) และเลื่อนโครงการที่มีงานที่ออกสนามเป็นกิจกรรมสำคัญไปดำเนินการในระยะที่ 3 (หลังเดือน มกราคม 2564 โดยใช้งบประมาณปี 2564) ตามรูปที่ 9-1 ทั้งนี้ อาจมีการปรับปรุงเนื้อหาได้ตามความก้าวหน้าและความจำเป็นของงานในแต่ละระยะ โดยมีเป้าหมายของผลลัพธ์หลักเป็นไปตามที่ระบุในแผนงานวิจัยเข็มมุ่งฯ

ระยะ	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ผลลัพท์
กลุ่มงาน	มี.ค.62 – พ.ค.63	มิ.ย.63 – มี.ค.64	เมย.64 – ธ.ค.64	
กลุ่มที่ 1 (งานน้ำในพื้นที่ EEC)	1. การวิเคราะห์สมดุลน้ำ 2. การแก้ไขความขัดแย้ง 3. งานจัดการน้ำด้านผู้ใช้ (ภาคอุตสาหกรรม เกษตร)	1. ยกร่างนโยบายการประหยัดน้ำและใช้น้ำซ้ำ (กับ ตปท.) 2. เตรียมศูนย์ถ่ายทอด-1	1. งานจัดการน้ำด้านผู้ใช้ (ภาคบริการ ที่อยู่อาศัย) 2. จัดตั้งศูนย์ถ่ายทอด-2	1. ร่าง พรบ. ประหยัดน้ำ และใช้น้ำซ้ำ(เป้าหมาย 15 %) 2. คู่มือการบริหารจัดการน้ำแบบมีส่วนร่วม(ลดความขัดแย้ง)
กลุ่มที่ 2 (งานน้ำในพื้นที่ชลประทาน)	1. การติดตั้งเครื่องมือ(โครงการท่าทองแดง-1) 2. การติดตั้งระบบ (โครงการท่าทองแดง-1) 3. งานพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำ 4. งานจัดองค์กรผู้ใช้น้ำ-เกษตร	1. โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำโครงการท่อทองแดงและพื้นที่เชื่อมต่อฯ 2. พัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำท่อทองแดง-2 3. ประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของการพัฒนาระบบบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะสำหรับภาคอุตสาหกรรมภาคบริการและชุมชนเมืองในพื้นที่ลุ่มเจ้าพระยา	1. ขยายพื้นที่ศึกษาทดลองสู่โครงการชลประทานพิษณุโลก 2. บูรณาการงานร่วมกับการบริหารเขื่อน และ SWOC/RID	1. ข้อเสนอแนะแนวทางการใช้น้ำอย่างประหยัดในเขตชลประทาน พร้อมกรณีตัวอย่าง (เป้าหมาย 15 %)
กลุ่มที่ 3 การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการน้ำ	1. งานพัฒนาระบบอัจฉริยะ 2. งานบริหารเขื่อนและงานวิจัยประกอบ (การทำนายฝนล่วงหน้า 72 ชม./14วัน ฯลฯ) 3. งานศูนย์ข้อมูล	1. การถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำนายฝนเชิงฤดูกาล(กับตปท) 2. การพัฒนาระบบบริหารเขื่อนแบบกลุ่ม	1. การพัฒนาระบบ Risk Based Dynamics Dam Operation 2. การพัฒนาเจ้าหน้าที่รองรับ	1. การบริหารเขื่อนที่มีประสิทธิภาพ และประหยัดน้ำ (เป้าหมายน้ำต้นทุนก่อนฤดูแล้งเพิ่มจาก 65 เป็น 85 % โดยเฉลี่ย)
กลุ่มที่ 4 การวิจัยสนับสนุนนโยบายและพัฒนากลไกลุ่มผู้ใช้น้ำ(เพื่อการใช้น้ำอย่างคุ้มค่าและประหยัด)	1. งานเจ้าพระยา 2040 2. งานสนับสนุนการประเมินความมั่นคงด้านน้ำร่วมกับADB	1. งานประเมินความมั่นคงและธรรมาภิบาลด้านน้ำ 2. งานประเมินการเงินโครงการด้านน้ำ (กับ ตปท.) 3. การพัฒนากลไกลุ่มผู้ใช้น้ำชุมชน (สร้างวัฒนธรรม ประหยัดน้ำ ใช้น้ำ อย่างรู้คุณค่า	1. ข้อเสนอเชิงนโยบายต่อการจัดการน้ำ (เทคโนโลยี ระบบการเงิน กลุ่มผู้ใช้น้ำ) 2. การพัฒนาเครือข่ายกลุ่มผู้ใช้น้ำ (ใน/นอก เขตชลประทาน)	1. ข้อเสนอเชิงนโยบายในการจัดการน้ำด้วยเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมพร้อมเครือข่ายกลุ่มผู้ใช้น้ำ

รูปที่ 9-1หัวข้องานวิจัยที่เสนอให้ดำเนินการในระยะที่ 2 และระยะที่ 3

งานในระยะที่ 2 เป็นการดำเนินการต่อเนื่องจากระยะที่ 1 เพื่อให้ตอบสนองต่อเป้าหมายรวมของแผนวิจัย และจัดโครงการวิจัยที่สามารถดำเนินการได้ในสถานการณ์การระบาดของ COVID-19 ขึ้นมาดำเนินการก่อน งานในแต่ละระยะตั้งแต่ระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 มีความสัมพันธ์กันและมีผลลัพธ์ที่ได้ตามเป้าหมายดังแสดงในรูปที่ 9-2



รูปที่ 9-2ความสัมพันธ์ของแต่ละแผนงานและผลลัพธ์ที่คิดว่าจะได้ในแต่ละระยะของแผนงาน

9.5 หัวข้อวิจัยที่เสนอในแผนงานระยะที่ 2 (ปีงบประมาณ 2563)

แผนงานระยะที่ 2 ประกอบด้วยงานต่อเนื่องจากโครงการระยะที่ 1ที่แล้วเสร็จหรือใกล้แล้วเสร็จ และงานขยายผลซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นต้องดำเนินการในระยะนี้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการบริหารจัดการน้ำของชาติ เป้าหมาย ตัวชี้วัด และหัวข้อวิจัยที่เสนอสำหรับแต่ละแผนงาน มีดังนี้

9.5.1 แผนงานที่ 1

เป้าหมาย:สนับสนุนเป้าหมายการประหยัดน้ำ15 %

ตัวชี้วัด:ร่าง พรบ. การประหยัดน้ำและใช้น้ำซ้ำที่ยกร่างและผ่านการประชุมกับผู้ที่เกี่ยวข้อง

หัวข้อวิจัย:

1) การกำหนดนโยบายการประหยัดน้ำและใช้น้ำซ้ำเพื่อเตรียมยกร่างพรบ.ประหยัดน้ำและการใช้น้ำซ้ำของประเทศ (โดยมีผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศเข้าร่วม และเป็นไปตามแผนแม่บทด้านน้ำในพื้นที่ EECของ สทนช.) (งานขยายผล)

2) การจัดเตรียมศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีการประหยัดน้ำและการใช้น้ำซ้ำให้กับผู้ประกอบการ นักศึกษาและประชาชนทั่วไปให้เข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้ในกิจการของตนเอง (โดยนำผลวิจัยที่ดำเนินการแล้ว ร่วมกับภาคเอกชน ตามข้อเสนอแนะจากสำนักงาน EEC) (งานขยายผล)

9.5.2 แผนงานที่ 2

เป้าหมาย:การประหยัดน้ำในโครงการชลประทาน15 %และเป็นงานแม่แบบโครงการชลประทานอื่นในอนาคต

ตัวชี้วัด:ประมาณน้ำที่ใช้ต่อพื้นที่เทียบก่อนและหลังใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นและรายงานประเมินผล

หัวข้อวิจัย:

1) การติดตั้งระบบและเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ส่วนขยายของโครงการท่อทองแดงระยะที่ 2 (ตามข้อเสนอแนะจากการติดตามประเมินผลจากพื้นที่และกรมชลประทาน) (งานต่อเนื่อง)

2) การพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำในพื้นที่โครงการท่อทองแดงระยะที่ 2 (ตามข้อเสนอแนะจากการติดตามประเมินผลจากพื้นที่และกรมชลประทาน) (งานต่อเนื่อง)

3) โครงการประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของการพัฒนาระบบบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะสำหรับภาคอุตสาหกรรมภาคบริการและชุมชนเมืองในพื้นที่ลุ่มเจ้าพระยา (ข้อเสนอจากผู้ทรงคุณวุฒิ) (งานขยายผล)

9.5.3 แผนงานที่ 3

เป้าหมาย:เพิ่มน้ำต้นทุนในเขื่อนหลักอีก 20% โดยเฉลี่ยจากค่าเฉลี่ยใน 10 ปีย้อนหลัง

ตัวชี้วัด:ปริมาณน้ำในเขื่อนหลัก ก่อนเข้าฤดูแล้ง

หัวข้อวิจัย:

1) การพัฒนาโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำนายฝนล่วงหน้ารายฤดู (ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ ตามข้อเสนอแนะจากการจัดสัมมนาวิชาการเรื่องภาวะแล้ง ในเดือนกุมภาพันธ์ 2563 และจากกรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน) (งานต่อเนื่อง)

2) การพัฒนาระบบบริหารเขื่อนแบบกลุ่ม พร้อมระบบสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจ (ข้อเสนอจากกรมชลประทานและผู้ทรงคุณวุฒิ) (งานต่อเนื่อง)

9.5.4 แผนงานที่ 4

เป้าหมาย:สนับสนุนการเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศและศักยภาพของการจัดการน้ำระดับชุมชนโดยตามเป้า ตามแผนแม่บททรัพยากรน้ำของชาติ 20 ปี ในกลุ่มที่ 6 การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ

ตัวชี้วัด:รายงานแสดงสถานะและการประเมิน และข้อแนะนำ (ร่วมกับหน่วยงานสากล) ผลการประเมินการพัฒนากลไกพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำชุมชนการประเมินความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ (โดยใช้เกณฑ์ ADB 2020) ประกอบการกำหนดเป้าหมายของแผนแม่บทการพัฒนาทรัพยากรน้ำของประเทศ

พร้อมการประยุกต์ใช้ในพื้นที่ตัวอย่าง (รวมประเด็นธรรมาภิบาลด้านน้ำและผลิตผลของการใช้น้ำ) (สนับสนุนการกำหนดตัวชี้วัดในการวางแผนโครงการด้านน้ำของสทนช.) (งานขยายผล)

หัวข้อวิจัย:

1) การประเมินด้านการเงินของโครงการน้ำ เพื่อให้ทราบสถานะภาพด้านการเงินของการลงทุน บำรุงรักษา ราคาที่ใช้ ตลอดจนจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบายและเกณฑ์ที่พึงมี เพื่อให้มีสถานะการเงินที่ยั่งยืน (ตามเกณฑ์ OECD และสนับสนุนแผนแม่บทที่6 ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของสทนช.) (งานขยายผล)

2) การพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำชุมชนที่มีอยู่ในประเทศ เพื่อเสนอแนะแนวทางการสร้างเครือข่ายกลุ่มผู้ใช้น้ำในการสร้างวัฒนธรรมประหยัดน้ำและการใช้น้ำอย่างคุ้มค่า (อันเป็นการสนับสนุนการขับเคลื่อน พรบ. ทรัพยากรน้ำในเรื่ององค์กรผู้ใช้น้ำของสทนช.) (งานขยายผล)

บทที่ 10
สรุปผลการศึกษา

สถานการณ์เกี่ยวกับน้ำในช่วงที่ผ่านมานั้นมีความผันผวนเป็นอย่างมากและก่อให้เกิดประเด็นด้านการบริหารจัดการที่ท้าทายยิ่งขึ้น สำนักงานการวิจัยเห่งชาติ (วช.) จึงให้การสนับสนุนการดำเนินงานโครงการการสนับสนุนกำหนดทิศทางการวิจัยและนวัตกรรม และกำหนดนโยบายขับเคลื่อนภายใต้โครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำ เพื่อส่งเสริมการบริหารจัดการน้ำในประเทศไทยให้มีความเข้มแข็ง โดยมีการศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดและเทคโนโลยีการบริหารจัดการน้ำสมัยใหม่ ทั้งหมด 7 เรื่อง ภายใต้ 3 กลุ่ม ดังนี้

10.1 กลุ่มที่ 1 แนวคิดระดับสากล

1. ความมั่นคงด้านน้ำ (Water security)

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต และเป็นปัจจัยการผลิตในภาคการผลิตต่างๆ ในขณะเดียวกันภัยพิบัติจากน้ำก็ส่งผลกระทบให้เกิดความเสียหายต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ที่ดีของสังคม ดังนั้นการสร้างความมั่นคงทางน้ำจึงจำเป็นสำหรับทุกประเทศ ทางธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) เสนอแนวคิดความมั่นคงด้านน้ำ ซึ่งประกอบด้วยตัวชี้วัด 5 มิติ ได้แก่ ความมั่นคงน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ความมั่นคงน้ำเพื่อเศรษฐกิจ ความมั่นคงน้ำสำหรับเมือง ความมั่นคงน้ำด้านสิ่งแวดล้อม และความมั่นคงน้ำด้านการฟื้นตัวจากภัยพิบัติจากน้ำ และได้จัดทำรายงานเกี่ยวกับความมั่นคงของน้ำในภูมิภาคเอเชีย แปซิฟิค จากการศึกษาพบว่าประเทศในกลุ่มที่มีรายได้สูงมีแนวโน้มที่ความมั่นคงด้านน้ำสูงตามไปด้วย สำหรับคะแนนการประเมินความมั่นคงด้านน้ำของไทย ได้รับการประเมินอยู่ในระดับ 2 (engage) จาก 5 ระดับ (AWDO, 2016) กล่าวคือประเทศไทยมีกฎหมายและนโยบายจากทางภาครัฐ มีการพัฒนาขององค์กรที่เกี่ยวข้อง และมีการลงทุนในระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน สำหรับงานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวกับความมั่นคงน้ำในประเทศไทยทั้งในระดับประเทศ และระดับจังหวัดยังมีอยู่ไม่มากนัก

2. ธรรมาภิบาลด้านน้ำ (Water governance)

วิกฤตการณ์ทางน้ำ มักเกิดขึ้นเพราะไม่มีธรรมาภิบาลในด้านน้ำ (OECD, 2015) ทรัพยากรน้ำเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด และมีความจำเป็นในการบริหารจัดการ เพื่อให้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การมีธรรมาภิบาลที่ดีเป็นกลไกให้เกิดการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำที่มีประสิทธิภาพ ทาง OECD ได้กำหนดกรอบการศึกษาแนวคิดธรรมาภิบาลน้ำในระดับประเทศ ซึ่งประกอบด้วยประเด็นหลัก 3 ประเด็น ได้แก่ หลัก

ประสิทธิผล หลักประสิทธิภาพ และหลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน โดยนำมาใช้เป็นเกณฑ์การประเมินในประเทศกลุ่ม OECD สำหรับประเทศไทย พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวกับธรรมาภิบาลในด้านน้ำในยังมีอยู่ค่อนข้างน้อย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยธรรมภิบาลน้ำในเชิงลึกต่อยอดงานวิจัยเดิมในระดับชาติ ลุ่มน้ำ จังหวัด และชุมชน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้นำไปสู่การพัฒนาธรรมาภิบาลน้ำของประเทศต่อไป

3. การเงินด้านน้ำ (Water finance)

การลงทุนในโครงการด้านน้ำต้องอาศัยเงินทุนจำนวนมหาศาล การระดมทุนในโครงการด้านน้ำโดยเปิดโอกาสให้สถาบันการเงินหรือนักลงทุนเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการลงทุนกับภาครัฐในรูปแบบต่างๆ เช่น การออกพันธบัตร การให้สัมปทาน เป็นช่องทางหนึ่งที่ช่วยการเข้าถึงแหล่งเงินทุน เพิ่มการระดมเงินทุน สร้างโอกาสทางธุรกิจและเพิ่มมูลค่าแก่โครงการด้านน้ำได้ ทั้งนี้ ต้องมีการกำหนดนโยบาย กฎหมาย กระบวนการ และสิ่งแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อการดึงดูดนักลงทุนเอกชนให้เข้ามาร่วมลงทุน

10.2 กลุ่มที่ 2 เทคโนโลยีและนวัตกรรม

1. การพยากรณ์รายฤดูกาล (Seasonal forecast)

ข้อมูลจากการพยากรณ์รายฤดูกาลมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนและบริหารจัดการน้ำ ทั้งนี้ การพยากรณ์รายฤดูกาลแม้เป็นผลคาดการณ์จากหน่วยงานชั้นนำระดับโลกที่มีความพร้อมด้านงานวิจัย ยังมีความถูกต้องค่อนข้างต่ำ จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

2. การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Data analytic: AI)

ข้อมูลขนาดใหญ่มักเป็นข้อมูลที่มีความซับซ้อนสูงเนื่องจากปริมาณและรูปแบบของข้อมูล ดังนั้น การวิเคราะห์ข้อมูลจึงต้องใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เหมืองข้อมูล (Data mining) เพื่อช่วยให้เข้าถึงและวิเคราะห์ข้อมูลจากหลายแหล่งที่มีลักษณะแตกต่างกันและมีปริมาณมากได้ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลักดันด้านข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์มากที่สุดคือ ความชัดเจนของนโยบายรัฐบาล

3. ฐานระบบการจัดการน้ำ (Water management platform)

ประเทศไทยมีแนวโน้มความต้องการใช้น้ำที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อการใช้ทรัพยากรน้ำในอนาคตอันใกล้ ดังนั้นจึงควรรหาวิธี หรือมาตรการในการลดการใช้น้ำลง จากการก้าวกระโดดของเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย ควรนำเทคโนโลยีเหล่านี้เข้ามา

ประยุกต์ใช้กับบริหารจัดการน้ำให้มากขึ้น ปัจจุบัน ไทยได้นำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้กับบริหารจัดการน้ำ ตัวอย่างเช่น ระบบตรวจวัดข้อมูลระยะไกลด้านความปลอดภัยเขื่อน ระบบให้น้ำสำหรับการเพาะปลูก (WATER FiT) เทคโนโลยีสูบน้ำแบบประหยัด Solar Pump Inverter โดยเนคเทค-สวทช.

10.3 กลุ่มที่ 3 การขับเคลื่อนนโยบายและแผนแม่บทน้ำ

1. การจัดการภัยแล้ง (Drought management)

ภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ และเป็นภัยที่เกิดบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา การกำหนดมาตรการเกี่ยวกับภัยแล้งจึงมีความจำเป็นเพื่อป้องกันและลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น โดยเฉพาะในภาคเกษตรกรรมที่มีความเปราะบาง

ผลการศึกษาพบว่า ประเทศไทยยังคงมีช่องว่างในการพัฒนางานวิจัยส่งเสริมประเด็นและเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ที่นำไปสู่การขับเคลื่อนเพื่อการปฏิบัติจริงได้ ซึ่งงานวิจัยที่โครงการเสนอแนะให้มีการดำเนินการต่อเนื่องภายใต้โครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำในระยะที่ 2 มี 9หัวข้อ โดยแบ่งเป็น 4 แผนงาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในระดับสากลและยุทธศาสตร์ของประเทศ สรุปได้ดังตารางที่ 10-1 และยังมีงานวิจัยที่เสนอสำหรับการดำเนินการในอนาคตของประเทศไทยดังแสดงในตารางที่ 10-2

ตารางที่ 10-1 งานวิจัยที่เสนอแนะสำหรับโครงการวิจัยเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำในระยะที่ 2

งานวิจัยที่เสนอแนะ	ความสอดคล้อง	
	แนวคิดระดับสากล	ยุทธศาสตร์ของประเทศ
แผนงานที่ 1		
การกำหนดนโยบายการประหยัดน้ำและใช้น้ำซ้ำ	- ความมั่นคงน้ำ - ธรรมาภิบาลน้ำ - การจัดการภัยแล้ง	การประหยัดน้ำ15 %
การจัดเตรียมศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีการประหยัดน้ำและการใช้น้ำซ้ำ		
แผนงานที่ 2		
การติดตั้งระบบและเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ส่วนขยายของโครงการท่อทองแดงระยะที่ 2	- ความมั่นคงน้ำ - ธรรมาภิบาลน้ำ - การเงินด้านน้ำ - การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้	การประหยัดน้ำ15 %

งานวิจัยที่เสนอแนะ	ความสอดคล้อง	
	แนวคิดระดับสากล	ยุทธศาสตร์ของประเทศ
การพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำในพื้นที่โครงการท่อทองแดงระยะที่ 2	ปัญญาประดิษฐ์ - ฐานระบบการจัดการน้ำ	
การประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของการพัฒนาระบบบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะ		
แผนงานที่ 3		
การพัฒนาโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำนายฝนล่วงหน้ารายฤดู	- ความมั่นคงน้ำ - การพยากรณ์รายฤดูกาล - การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ - ฐานระบบการจัดการน้ำ	การเพิ่มน้ำต้นทุนในเขื่อนหลัก 20%
การพัฒนาระบบบริหารเขื่อนแบบกลุ่ม พร้อมระบบสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจ		
แผนงานที่ 4		
การประเมินด้านการเงินของโครงการน้ำ	- ความมั่นคงน้ำ - ธรรมาภิบาลน้ำ - การเงินด้านน้ำ	การเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศและศักยภาพของการจัดการน้ำระดับชุมชน ตามแผนแม่บททรัพยากรน้ำของชาติ 20 ปี ในกลุ่มที่ 6 การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
การพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำชุมชนที่มีอยู่ในประเทศ		

ตารางที่10-2 งานวิจัยที่เสนอแนะสำหรับการดำเนินการในอนาคตของประเทศไทย

แนวคิดระดับสากล	งานวิจัยที่เสนอแนะ
ความมั่นคงด้านน้ำ	โครงการศึกษาความมั่นคงด้านน้ำ (Water security)ตามเกณฑ์ ADB 2020
ธรรมาภิบาลด้านน้ำ	โครงการศึกษาประเมินธรรมาภิบาลน้ำในระดับจังหวัด ลุ่มน้ำ และชุมชนมิติ governance ที่เชื่อมโยงไปที่ Rights ในการใช้ประโยชน์จากน้ำ ; Rights to use น้ำ / Rights to know info

การเงินด้านน้ำ	- การส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการลงทุน เช่น มาตรการส่งเสริมการลงทุน และสิทธิประโยชน์ - นวัตกรรมการเงิน - การจัดตั้งกองทุนน้ำและการบริหารกองทุนเชิงพื้นที่
การพยากรณ์รายฤดูกาล	- การระดุมและลงทุนสำหรับระบบการพยากรณ์รายฤดูกาล ซึ่งอาจใช้ผลการศึกษาจากการเงินด้านน้ำมากำหนดรูปแบบการระดมทุน - การสร้างและขยายเครือข่ายความร่วมมือในระดับนานาชาติ
การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์	- นโยบายที่มีความต่อเนื่องและคำนึงถึงความปลอดภัย ความเป็นส่วนตัว และจริยธรรม
ฐานระบบการจัดการน้ำ	-การถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำนายฝนเชิงฤดูกาล (กับ ตปท) -.การพัฒนาระบบบริหารเขื่อนแบบกลุ่ม
การจัดการภัยแล้ง	การใช้แนวคิดและเทคโนโลยีสมัยใหม่ในด้านการพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้า การจัดการด้านอุปสงค์ การพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำและการบริหารเขื่อน มาบูรณาการกำหนดวางแผนป้องกันภัยแล้ง
อื่นๆ	- นโยบายด้านการจัดทำบัญชีน้ำ และการกำหนดสิทธิการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุน เช่น เขื่อน สระน้ำ จะเป็นประโยชน์ต่อการใช้น้ำอย่างเป็นธรรมการกำหนดบทลงโทษแก่ผู้ที่ละเมิดสิทธิการใช้น้ำที่ตนไม่ได้รับการให้ความสำคัญส่วนรายละเอียดของสิทธิ (Rights) ความโปร่งใส และหน้าที่ทางสังคม - การศึกษาการจัดเก็บค่าน้ำในทุกภาคส่วน จะทำให้ภาคส่วนมีการประหยัดน้ำ - มิติครอบคลุมที่รองรับเสนอแนะนโยบายต่อการเพิ่มศักยภาพบริหารจัดการน้ำ - ความรับผิดชอบในการใช้ประโยชน์จากน้ำที่รวมไปถึงการทิ้งน้ำ - การนำศักยภาพชุมชนไปสร้าง/สนับสนุนการฟื้นตัวเศรษฐกิจของประเทศ

เอกสารอ้างอิง

<u>เอกสารอ้างอิงภาษาไทย</u>

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2563). แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (19) ประเด็น การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ. 2561 - 2580) สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2563 จาก http://nscr.nesdb.go.th/wp-content/uploads/2019/04/19-การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ.pdf

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2563). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2563 จาก http://nscr.nesdb.go.th/wp-content/uploads/2019/04/19-การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ.pdf

สำนักงานบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. (2563). แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2563 จาก http://www.onwr.go.th/?page_id=4174

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2563). ปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งประเทศต่อปี สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2563 จาก http://www.onep.go.th/env_data/01_02/35-/

กรมอุตุนิยมวิทยา (2563). หนังสืออุตุนิยมวิทยา ปริมาณฝน สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2563จาก https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=55

สำนักงานบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. (2563). พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561สืบค้นเมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2563จาก http://www.onwr.go.th/?page_id=4184

พัชรพร ลีพิพัฒน์ไพบูลย์ และณัฐพล เลิศเมธาพัฒน์ (2562) ธนาคารแห่งประเทศไทย การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในไทย กรณีตัวอย่างในภาคการเงิน

สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และปิยธิดา เรืองรัศมี (2562) Multilevel Water Governance in Water Resources Management lessoned learned from Thailand เอกสารประกอบการนำเสนอ

ปิยธิดา เรืองรัศมี (2562) โครงการวิเคราะห์สถานะของความมั่นคงด้านน้ำ ผลิตภาพจากน้ำ และภัยพิบัติเพื่อใช้ในการจัดทำแผนแม่บท โดยเฉพาะด้านน้ำ

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค-สวทช.) (2562) รักษ์น้ำ: ระบบพยากรณ์และจำลองเหตุการณ์เพื่อการบริหารจัดการปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็ม จาก https://www.nectec.or.th/ace2019/wp-content/uploads/2019/09/Rak-nam.pdf

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค-สวทช.) (2562) ระบบตรวจสุขภาพเขื่อน หรือ DS-RMS (Dam Safety Remote Monitoring System) จาก https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/dsrms.html

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.(2561). ตัวชี้วัดเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย ตารางที่ 1.4 จานวนประชากร จานวนแรงงานภาคการเกษตร และนอกภาคการเกษตร ปี 2557-2561 สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2563จาก http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/jounal/2561/indicator61.pdf

รายงานOpenGov Recognition of Excellence (2561)จาก https://www2.opdc.go.th/uploads/files/2561/Sum_Doc7861.pdf (p.16-17)

แมน ปุโรทกานนท์ (2560) แนวทางการบริหารน้ำอย่างมีธรรมาภิบาลน้ำจากhttp://project-wre.eng.chula.ac.th/watercu_eng/sites/default/files/publication/water_forum10/บ่าย/02_แนวทางการบริหารน้ำอย่างมีธรรมาภิบาลน้ำ%20ดร.แมน.pdf

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค-สวทช.) (2560) SUNFLOW : Solar Pump Inverter จาก https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-hardware-electronics/sunflow.html

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค-สวทช.) (2560) FAARM Series: Water FiTจาก https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-hardware-electronics/faarm-waterfit.html

ภัทรวัตมหาภิรมย์ วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์ ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 (ฉบับพิเศษ) (เมษายน-มิถุนายน 2560) ธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อมของภาคอุตสาหกรรมไทย GREEN GOVERNANCE OF THAI INDUSTRY จาก http://www.journal-social.mcu.ac.th/wp-content/uploads/2017/11/Article-21-PHATTARAWAT-MAHAPHIROM.pdf

วิบูลย์ ภัทรพิบูล.(2559) แนวโน้มเทคโนโลยีและการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมสู่ยุคดิจิตัลภายใต้นโยบายDigital Governmentหนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ ปีที่ 39 ฉบับที่ 3,437 วันที่ 20 - 23 ม.ค. 2562 หน้า 15 ถึงเวลาขับเคลื่อน AI เป็น "วาระแห่งชาติ" จาก https://www.thansettakij.com/content/378531

อำภา สาระศิริ. (2559)เทคนิคการเรียนรู้พื้นฐานโครงข่ายประสาทเทียม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.mut.ac.th/research-detail-92 (วันที่ค้นข้อมูล: 27 กันยายน 2562).

ชนาวัชร อรุณรัตน์. (2559) ธรรมาภิบาลและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ https://drive.google.com/file/d/1ywYZ6VCnKPr4cMc23Xnacx4iTHt01GkQ/view

ลาชิต ไชยอนงค์. (2556) ธรรมาภิบาล : บริบทประเทศไทย วารสารร่มพฤกษ์ มหาวิทยาลัยเกริก ปีที่ 31 ฉบับที่ 2 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2556 p.78 บทที่ 4 ธรรมาภิบาล : บริบทประเทศไทย https://www.tci-thaijo.org/index.php/romphruekj/article/view/62154/51194

สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ. (2556) แนวคิดความมั่นคงด้านทรัพยากรน้ำ – ประเทศไทยกับนานาชาติ. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2563 จาก http://project-wre.eng.chula.ac.th/watercu_eng/sites/default/files/%E0%B8%A3%E0.pdf

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ (ก.พ.ร.) (2548) คู่มือการจัดระดับการกำกับดูแลองค์การภาครัฐ ตามหลักธรรมาภิบาลของการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี (Good Governance Rating) จาก https://www2.opdc.go.th/uploads/files/gg_rating_book.pdf

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2548) โครงการธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อม: ตัวชี้วัดการมีส่วนร่วมของประชาชน (ประเมินผลครั้งที่ 2) จาก http://www.tei.or.th/tai/tai1-content-thai.html

เอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษ

Asian Development Bank (2020). Water Financing Partnership Facility Annual Report 2019. Available at: https://www.adb.org/documents/series/water-financing-partnership-facility-progress-reports (accessed 22 April 2020).

Pieter van Dijk, M. (2020). Financing water and sanitation in India – bonds, BOTs and reforms. Waterlines. 24(2 October 2005), 11-13.

Ay, M., Özyıldırım, S. (2019). Artificial Intelligence (AI) Studies in Water Resources. Natural and Engineering Sciences. 3(2), 187–195.

Faggella, D. (2019). AI in China – Recent history, strengths and weaknesses of the ecosystem. [online]. Available at: https://emerj.com/ai-market-research/ai-in-china-recent-history-strengths-and-weaknesses-of-the-ecosystem/ (Accessed on 27 September 2019).

OECD. 2019 International AI initiatives. [online]. Available at: https://www.oecd.org/going-digital/ai/initiatives-worldwide/ (Accessed on 27 September 2019).

SHEAR (2019). A practical guide to seasonal forecasts. Available at: https://www.climatecentre.org/downloads/files/A%20practical%20guide%20for%20seasonal%20forecasts_SHEAR.pdf (accessed 22 April 2020).

Kaplan, Andreas; Haenlein, Michael (2019). "Siri, Siri in my Hand, who's the Fairest in the Land? On the Interpretations, Illustrations and Implications of Artificial Intelligence". Business Horizons. 62: 15–25. doi:10.1016/j.bushor.2018.08.004.

Akhmouch and Clavreul (2019), Stakeholder Engagement for Inclusive Water Governance: “Practicing What We Preach” with the OECD Water Governance Initiative, https://www.mdpi.com/2073-4441/8/5/204

China Institute for Science and Technology Policy at Tsinghua University (2018). [online]. Available at: http://www.sppm.tsinghua.edu.cn/eWebEditor/UploadFile/China_AI_development_report_2018.pdf (Accessed on 27 September 2019).

Dutton, T. (2018) An Overview of National AI Strategies. [online]. Available at: medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd (Accessed on 27 September 2019).

Vitart and Robertson (2018). The sub-seasonal to seasonal prediction project (S2S) and the prediction of extreme events. Climate and Atmospheric Science, (2018)1:3, 1–7. doi:10.1038/s41612-018-0013-0

United Nations (2018). Enabling policies for financing water related sustainable development goals. United Nations publication. ST/ESCAP/2839, Version of 9 November 2018.

Susana Neto, Jeff Camkin, Andrew Fenemor, Poh-Ling Tan, Jaime Melo Baptista, Marcia Ribeiro, Roland Schulze, Sabine Stuart-Hill, Chris Spray &RahmahElfithri (2018) OECD Principles on Water Governance in practice: an assessment of existing frameworks in Europe, Asia-Pacific, Africa and South America, Water International, 43:1, 60-89, DOI: 10.1080/02508060.2018.1402650

Water Resources Agency (2018) Water Environment in Taiwan https://eng.wra.gov.tw/cp.aspx?n=5187

Chien-Hsin, Lai (2018) Water Policy and Vision in Taiwan http://tw.2018.taipeiwater.taipei/Upload/files/Doc/Keynote%20Speech/4.Chien-Hsin%20Lai.pdf

Adamala, S. (2017). An Overview of Big Data Applications in Water Resources Engineering. Machine Learning Research. 2(1), 10-18.

Dedić N., Stanier C. (2017). Towards Differentiating Business Intelligence, Big Data, Data Analytics and Knowledge Discovery. In: Piazolo F., Geist V., Brehm L., Schmidt R. (eds).

Mckinsey Global Institute. (2017) The next digital frontier. McKinsey&Company.

Innovations in Enterprise Information Systems Management and Engineering. ERP Future (2016). Lecture Notes in Business Information Processing, vol 285. Springer, Cham https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-58801-8.pdf.

Barton, A. (2016). Big Data. J. Nursing Educ. 55(3), 123–124. http://doi.org/ 10.3928/01484834-20160216-01 24.

Information Resources Management Association (2016) Big Data: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications

Gens 2013 ใน Information Resources Management Association (2016)

Rossouw 2012 ใน Information Resources Management Association (2016)

Kusnetzky 2010 ใน Information Resources Management Association (2016)

De Mauro, Andrea; Greco, Marco; Grimaldi, Michele (2016). "A Formal definition of Big Data based on its essential Features". Library Review. 65 (3): 122–135. doi:10.1108/LR-06-2015-0061.

Asian Development Bank. Asian water development outlook 2016: Strengthening water security in Asia and the Pacific.

Aquastrategy (2016) The regulation driving action on water in Chinahttps://www.aquastrategy.com/article/regulation-driving-action-water-china

Envirotech (2016) First Taiwan International Water Week serves as the platform for global exhibition and forum https://www.envirotech-online.com/news/water-wastewater/9/taiwan-international-water-week-tiww/first-taiwan-international-water-week-serves-as-the-platform-for-global-exhibition-and-forum/50257

Vitolo et. al. (2015) Web technologies for environmental Big Data

Henry, R., Venkatraman, S. Big Data analytics: the next big learning opportunity. Acad. Inf. Manage. Sci. J. 18(2), 17–29 (2015)

Vasconcelos, V. (2015). Public policies for negotiated water allocation: a dialogue

Jeroen C. J. H. Aerts, Claudia W. Sadoff, Jim HallJim Hall, and Simon James Dadson (2015) Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth. : Oxford University https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/the-global-dialogue/securing-water-sustaining-growth.pdf

Between Thailand and Brazil. Water Policy. 17 (2015), 887–901.

National Academy of Engineering. (2014). Big data: History, Current status, and Challenge going forward, The bridge, 44(4).

Wu, X., Zhu, X., Wu, G.-Q., Ding, W. (2014). Data mining with Big Data. IEEE Trans. Knowl. Data Eng. 26(1), 97–107.

Gerard, G., Haas, M., Pentland, A. (2014). Big Data and management. Acad. Manag. J. 57(2), 321–326.

Marr., B. (2014) https://www.linkedin.com/pulse/20140306073407-64875646-big-data-the-5-vs-everyone-must-know/

World Bank (2014). World Development Indicators. Available at: http://databank.worldbank.org/data/home.aspx (accessed 22 April 2020).

Lucia De Stefanoa, Mark Svendsenb, Mark Giordanoc, Brent S. Steeld,Bridget Browne and Aaron T. Wolff (2014) Water governance benchmarking: concepts and approach framework as applied to Middle East and North Africa countriesImproved Water Governance https://www.siwi.org/priority-area/water-governance/

Chan, J.O. (2013). An architecture for Big Data analytics. Commun. IIMA 13(2).

UN water (2013) Water Security and the Global Water Agendahttps://www.unwater.org/publications/water-security-global-water-agenda/

Snijders, C., Matzat, U., Reips, U.-D. (2012). Big Data: Big gaps of knowledge in the field of Internet. International Journal of Internet Science. 7(1), 1–5.

OECD (2012), A Framework for Financing Water Resources Management, OECD Studies on Water,OECD Publishing.http://dx.doi.org/10.1787/9789264179820-en

Russom, P. (2011). TDWI Best Practices Report: Big Data Analytics. [online]. Available at: https://tdwi.org/research/2011/09/best-practices-report-q4-big-data-analytics.aspx (Accessed on 27 September 2019).

OECD (2011), Water Governance in OECD Countries: A Multi-level Approach, OECD Studies on Water, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/9789264119284-en

Global Water Partnership (2010) Water Security for Development: Insights from African Partnerships in Action. GWP, Stockholm, Sweden.

Grey, D. and Sadoff, C. (2007) Sink or Swim? Water Security for Growth and Development. Water Policy, 9(6): 545–571.

Von Storch, H. (1995). Inconsistencies at the interface between climate research and climate impact studies. Meteor. Z., 4, 72–80.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครือข่ายการจัดการน้ำ

ต่างประเทศ

ประเทศจีน

Prof. Dr. Yangbo Chen

Sunyat-sen University, eescyb@mail.sysu.edu.cn

ประเทศญี่ปุ่น

Prof. Nasu, KUT, nasu.pro@kochi-tech.ac.jp

Prof. Takanori Nagano, naganot@ruby.kobe-u.ac.jp

Prof. Matsumoto

Dr. Kazuki Tsuji [mailto:k.jack.hime@jcom.home.ne.jp] GW expert

Mr. LEE Youngwoong, URC, Fukuoka City, lee@urc.or.jp

Dr. .Yuhei Takaya, Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency (yuhei.takaya@mri-jma.go.jp) (ด้านการทำนายสภาพอากาศ)

ประเทศไต้หวัน

MingDaw SU, Emeritus Professor

BioEnvir.Sys. Eng. Dept.,National Taiwan University, sumd@ntu.edu.tw

Prof. Ke-Sheng Cheng, NUT, rslab@ntu.edu.tw

Prof.Y P Lin, yplin@ntu.edu.tw

ประเทศสหรัฐอเมริกา

Dr. Tiantian Yang

Assoc. Prof. Dr. Xiaogang Gao,

Dr. Scott Lee Sellars,

Prof. Dr. SoroosShSorooshian

Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Irvine, CA 92617, USA

ประเทศเนเธอร์แลนด์

Dr. Paul Rabé

Senior Land Expert,

Institute for Housing & Urban Development Studies (IHS), rabe@ihs.nl

ประเทศแอฟริกาใต้

Dr. Kirsty Carden, Univesity of Cape Town

ประเทศเกาหลีใต้

Kwansue Jung, Ph.D.

Professor, Department of Civil Engineering, Chungnam National University

Director, International Water Resources Research Institute, ksjung@cnu.ac.kr

<u>ประเทศไทย</u>

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รศ.ดร. สุจริตคูณธนกุลวงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อ.ดร. พงศ์ศักดิ์สุทธินนท์

ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผศ.ดร. ปิยะธิดาเรืองรัศมี

ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผศ.ดร. สุภัทรา วิเศษศรี

ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยมหิดล

ผศ.ดร. อารียา ฤทธิมา

ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา

อ.ดร. ยุทธนา พันธุ์กมลศิลป์

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและการจัดการภัยพิบัติ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี

อ.ดร. อรันย์ ศรีรัตนา ทาบูกานอน

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

อ.ดร. วุฒิชาติ แสวงผล

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยมหิดล

ดร. จิดาภา ไกรสังข์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

รศ. บัญชา ขวัญยืน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

อ. ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
อ. จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
รศ.ดร. วราวุธ วุฒิวณิชย์
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
อ.ดร. ยุทธนา ตาละลักษมณ์
ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
มหาวิทยาลัยบูรพา
อ.ดร. ชาญยุทธ กาฬกาญจน์
หน่วยวิจัยวิศวกรรมโยธาและโครงสร้างพื้นฐานเพื่อความยั่งยืนคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. สมบัติ ชื่นชูกลิ่น
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศ.ดร. อรรถชัย จินตะเวช
ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ. ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิชย์
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ. สนิท วงษา
ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ. ภาณุวัฒน์ ปิ่นทอง
ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร. อุมา สีบุญเรือง
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคผนวก ข

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านปัญญาประดิษฐ์ของ OECD

List of participants in the OECD Expert Group on AI (AIGO)

The following experts contributed to the work of the AIGO as members. Their contributions are gratefully acknowledged.

For more information about OECD work on artificial intelligence, visit www.oecd.org/going-digital/ai.

Name	Title	Organisation / Country	Group / Delegation
Mr. Wonki Min	[AIGO Chair] Vice-Minister and Chair of the OECD Committee on Digital Economy Policy	Ministry of Science and ICT, Korea	Korea
Mr. Tim Bradley	Minister-Counsellor	Department of Industry, Innovation and Science.	Australia
Mr. Alex Cooke	Counsellor, Department of Industry, Innovation and Science	Australian Embassy to Belgium, Luxembourg and Mission to the European Union and NATO	Australia
Ms. Elissa Strome	Executive Director of the Pan-Canadian AI Strategy	Canadian Institute for Advanced Research (CIFAR)	Canada
Mr. Lars Rugholm Nielsen	Head of Section	Danish Business Authority	Denmark
Mr. Antti Eskola	Commercial Counsellor for Innovation and Enterprise Financing Department	Ministry of Economic Affairs and Employment	Finland
Ms. Christel Fiorina	Head of Audiovisual and Multimedia office	Directorate General for Enterprise, French ministry of economy and finance	France
Mr. Bertrand Pailhes	National Coordinator for the Frence AI Strategy	State Digital Service, Prime Minister's Service	France
Mr. Michael Schönstein	Head of Strategic Foresight & Analysis	Policy Lab "Digital Work & Society", Federal Ministry for Labour and Social Affairs	Germany
Mr. András Hlács	Counsellor	Permanent Delegation of Hungary to OECD	Hungary
Mr. Osamu Sudoh	Professor, Graduate School of Interdisciplinary Information Studies	University of Tokyo	Japan
Mr. Susumu Hirano	Dean and Professor	Chuo University Graduate School of Policy Studies	Japan
Mr. Chungwon LEE	Director, Multilateral cooperation division	Ministry of Science and ICT, Korea	Korea
Mr. Seongtak Oh	Executive Director, Department of Bigdata	National Information Society Agency, Korea	Korea
Mr. Javier Juárez Mojica	[Co-moderator, 'What is AI' AIGO subgroup] IFT Commissioner	Federal Telecommunications Institute	Mexico
Mr. Wim Rullens	Senior Policy Coordinator	Ministry of Economic Affairs and Climate	Netherlands
Ms. Olivia Erdelyi	Lecturer	Canterbury University	New Zealand
Mr. Robert Kroplewski	Representative	Minister for Digitalisation of the Information Society in Poland	Poland
Mr. Andrey Ignatyev	Deputy Head of OECD Unit	Ministry of Economic Development	Russian Federation
Mr. Konstantin Vishnevskiy	Head of Department for Digital Economy Studies ISSEK HSE	Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge	Russian Federation
Ms. Xinrong Yang	Manager, International	Infocomm Media Development Authority (IM;DA), Government of Singapore	Singapore
Mr. Michal Cíž	AI Policy Expert, EU Digital Single Market	Deputy Prime Minister's Office for Investments and Informatization	Slovak Republic
Mr. Marko Grobelnik	[Co-moderator, 'What is AI' AIGO subgroup] Researcher in AI	Jozef Stefan Institute - Artificial Intelligence Lab	Slovenia
Ms. Helena Hånell McKelvey	Head of Section, Division for Digital Development	Ministry of Enterprise and Innovation	Sweden
Ms. Livia Walpen	Advisor, International Relations	Swiss Federal Office of Communications	Switzerland
Ms. Ezgi Bener	Expert on Scientific Programmes	The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK)	Turkey

2 |

Mr. Cyrus Hodes	Advisor to the UAE Minister for AI	UAE Ministry for AI	UAE
Mr. Edward Teather	Senior Policy Adviser	Office for Artificial Intelligence	United Kingdom
Mr. Adam Murray	Internaticnal Affairs Officer, Office of Internaticnal Communications and Information Policy	U.S. Department of State	United States
Ms. Fiona Alexander	NTIA Associate Administrator	U.S. Department of Commerce	United States
Mr. Jim Kurose	[Co-moderator, 'AI system lifecycle' AIGO subgroup] Assistant Director for Computer and Information Science and Engineering, Assistant Director for AI at the Office of Science and Technology Policy	U.S. National Science Foundation	United States
Ms. Irina Orssich	Political Analyst	European Commission	European Commission
Mr. Jean-Yves Roger	Policy Officer	European Commission	European Commission
Mr. Barry O'Brien	Government and Regulatory Affairs Executive	IBM (Ireland)	BIAC
Ms. Carolyn Nguyen	Director, Technology Policy Group	Microsoft	BIAC
Mr. Ludovic Peran	Public Policy & Gov't Relations	Google	BIAC
Mr. Noberto Andrade	Privacy and Public Policy Manager	Facebook	BIAC
Mr. Marc Rotenberg	Executive Director	Electronic Privacy Information Center (EPIC)	CSISAC
Mr. Suso Baleato	Secretary	CSISAC	CSISAC
Mr. Konstantinos Karachalios	Managing Director	IEEE	ITAC
Ms. Anna Byhovskaya	Senior Policy Advisor	TUAC - Trade Union Advisory Committee to the OECD	TUAC
Ms. Christina J. Colclough	Director Platform & Agency Workers, Digitalisation and Trade	Uni Global Union (UNI)	TUAC
Mr. Nicolas Miailhe	Co-Founder of AI Initiative	AI Initiative (civil society)	Invited expert
Ms. Verity Harding	Co-Lead	DeepMind Ethics & Society	Invited expert
Mr Jason Stanley	Design Research Practice Lead	ElementAI	Invited expert
Mr. Urs Gasser	Director, Technology Policy Group	Harvard Berkman Klein Center	Invited expert
Mr. Ryan Budish	Senior Researcher	Harvard Berkman Klein Center	Invited expert
Ms. Nozha Boujemaa	[Co-moderator, 'AI system lifecycle' AIGO subgroup] Director of Research	INRIA	Invited expert
Mr. Michel Morvan	President / Executive Chairman	IRT SystemX / Cosmo Tech	Invited expert
Mr. Taylor Reynolds	Director, Technology Policy	MIT	Invited expert
Mr. Danny Weitzner	Principal Research Scientist	MIT	Invited expert
Mr. Jonathan Frankle	Principal Research Scientist	MIT	Invited expert
Mr. Jack Clark	Policy Director	OpenAI	Invited expert
Mr Dudu Mimran	CTO	Telekom Innovation Laboratories Israel	Invited expert
Mr. Moez Chakchouk	Assistant Director-General for Communication and Information	UNESCO	Invited expert
Ms. Pam Dixon	Founder/ executive director	World Privacy Forum	Invited expert

Beside the members, the work of the AIGO benefited from the contributions and input of other experts. We gratefully acknowledge the contributions of:

Name	Title	Organisation / Country	Group / Delegation
Mr. Kelly Ross	Deputy Policy Director	American Federation of Labor and Congress	TUAC
Mr. Tomáš Jucha	director of Department of Innovative Technologies and International Cooperation	Deputy Prime Minister's Office for Investments and Informatization of the Slovak Republic	Slovak Republic
Mr. Timotej Šooš	Key Horizontal Projects Coordinator	Ministry of Foreign Affairs of Slovenia	Slovenia
Mr. Daniel Egloff	Head of Innovation Unit	State Secretariat for Education, Research and Innovation	Switzerland
Ms. Eva Thelisson	Co-Founder & CEO	AI Transparency Institute	Consultative expert
Ms. Karen McCabe	Senior Director, Technology Policy and International Affairs	IEEE	ITAC
Mr. Kentaro Kotsuki	Director of the Policy Research Department Institute for Information and Communications Policy (IICP)	Ministry of Internal Affairs and Communications	Japan
Mr. Doug Franz			Consultative expert
Mr. Nils Börnsen	Policy adviser responsible for AI policy at BMWI	Federal Ministry for Economic Affairs and Energy	Germany

In addition, we thank the following experts for their contributions to the work of the AIGO subgroups:

Name	Title	Organisation / Country
Mr. James Hodson	Member of the Board of Directors and CEO	AI for Good foundation
Mr. Michael Witbrock	Head, AI Foundations Lab - Reasoning	IBM Research AI
Mr. John Shawe Taylor	Head of Computer Science department at UCL and UNESCO AI Chair	UCL (University College London)
Mr. Abe Hsuan	IT & IP lawyer	
Mr. Ali G Hessami	Chair and Tech Editor, IEEE P7000 Tech-Ethics Standard	IEEE
Mr. Wael Diab	Chair SC 42 (Artificial Intelligence)	ISO
Mr. Grigory Marshalko	Expert of the Technical committee for standardization "Cryptography and security mechanisms", "IT security techniques", and "AI"	ISO
Ms. Ingrid Volkmer	Professor and Head, Media and Communications Program	University of Melbourne

The support of MIT Internet Policy Research Initiative and of the UAE Ministry of AI, which each hosted an AIGO meeting, is also gratefully acknowledged.

ที่มา : https://www.oecd.org/going-digital/ai/oecd-aigo-membership-list.pdf

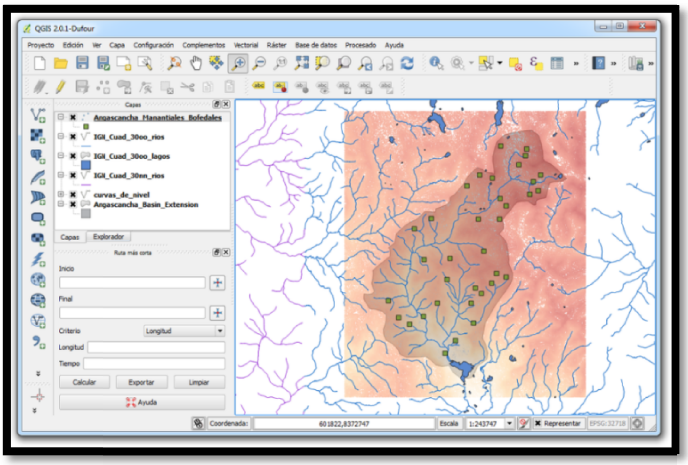
ภาคผนวก ค
ซอฟต์แวร์ฟรีสำหรับการบริหารจัดการน้ำบนฐานระบบ (Water management platform)

ซอฟต์แวร์ฟรี(water resources free software) สำหรับการบริหารจัดการน้ำบนฐานระบบ (Water management platform) ซอฟต์แวร์ลักษณะนี้ สามารถใช้ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีใบอนุญาตและไม่มีค่าใช้จ่าย ซอฟต์แวร์เหล่านี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันขนาดใหญ่และกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ มีการปรับปรุงอยู่เสมอ และมีโครงการวิจัยและสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องมากมายซอฟต์แวร์ฟรีสำหรับทรัพยากรน้ำที่นิยมใช้ ได้แก่

1.ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographical Information Systems)

1.1 QGIS

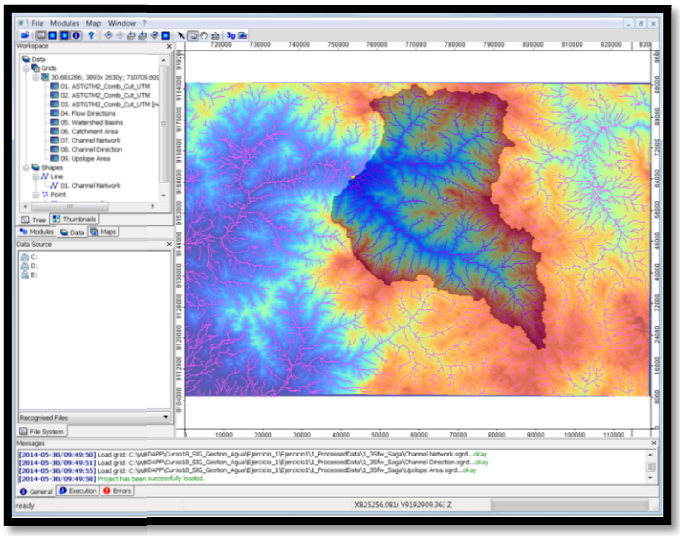
Quantum GIS หรือ QGIS เป็นเครื่องมือ GIS ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เป็นโปรแกรม Desktop GIS ประเภทหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้จัดการข้อมูลปริภูมิ จัดอยู่ในกลุ่มซอฟต์แวร์ Free and Open Source Software: FOSS ที่ใช้งานง่าย ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Graphic User Interface ซึ่งสะดวกต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการเรียกใช้ข้อมูลภาพ ข้อมูลตาราง การแสดงผลตาราง



รูป:VECTORIAL LAYER OF LINES, POLYGONS AND POINTS WITH QGIS
ที่มา:WWW.QGIS.ORG

1.2SAGA GIS

SAGA GIS เป็นแพลตฟอร์ม GIS ที่มุ่งเน้นการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ SAGA GIS เป็นเครื่องมือที่เรียบง่าย แต่มีประสิทธิภาพพร้อม library ขนาดใหญ่ที่เน้นการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และการจำแนกลักษณะของลุ่มน้ำ ตัวเลือกการแก้ไขใน SAGA GIS นั้นใช้ได้ดีกว่าซอฟต์แวร์เสรีและเชิงพาณิชย์อื่น ๆ



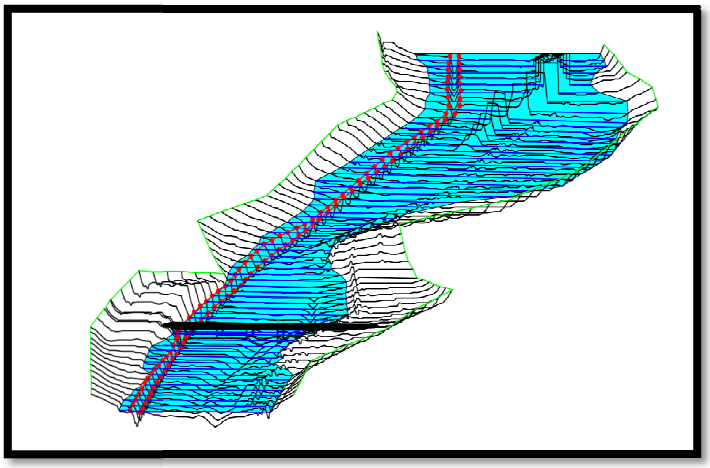
รูป: Spatial analysis of an andean basin in SAGA GIS

ที่มา: www.saga-gis.org

2. การสร้างแบบจำลองแม่น้ำ (River modeling)

2.1 HEC-RAS

โมเดลเชิงตัวเลข HEC-RAS ได้รับการพัฒนาโดย US Army Corps of Engineers รุ่นนี้ใช้การไล่ระดับสีและภูมิประเทศเพื่อประเมินความลึกของการไหล ความเร็วและเขตน้ำท่วม นอกจากนี้ ยังมีประโยชน์ในการคำนวณการเคลื่อนย้ายของตะกอนและอุณหภูมิของน้ำ

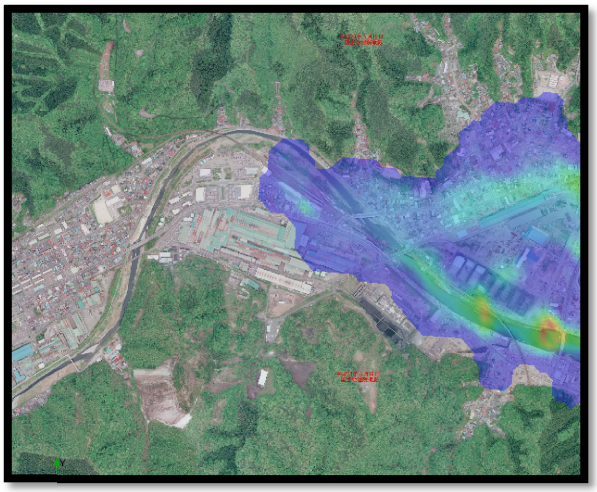


รูป : River scheme in HECRAS with cross sections.

ที่มา: hec.usace.army.mil/software/hec-ras/

2.2 iRIC

iRIC (International River Interface Cooperative) เป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอสภาพแวดล้อมการจำลองที่สมบูรณ์ของแม่น้ำและผล สามารถส่งออกและนำไปใช้ในการวิเคราะห์บรรเทา และป้องกันภัยพิบัติผ่านการสร้างภาพผลของการจำลองแม่น้ำ



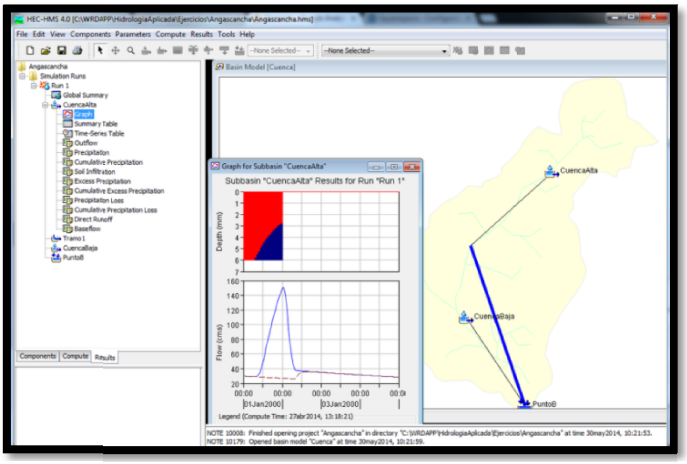
รูป: Visualization of flood related to a river modelled in iRIC

ที่มา: http://i-ric.org/en/

3. แบบจำลองอุทกวิทยา (Hydrologic modeling)

3.1 HEC-HMS

ระบบจำลองอุทกวิทยา (HEC-HMS) ถูกออกแบบมาเพื่อจำลองกระบวนการอุทกวิทยาในลุ่มน้ำ ซอฟต์แวร์ที่มีวิธีการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยา เช่น การแทรกซึม unit hydrograms and routing และการกำหนดเส้นทาง HEC-HMS ยังรวมถึงโมดูลสำหรับการระเหย การละลายหิมะและการคำนวณความชื้นในดิน

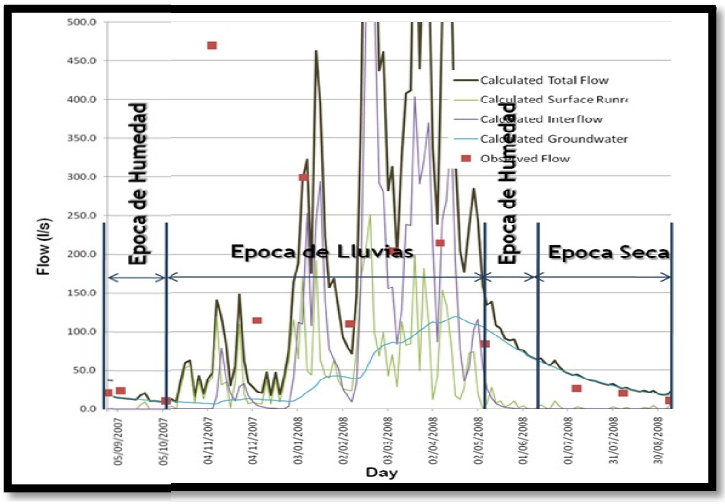


รูป: Hydrologic model of an event in an andean basin

ที่มา: www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms

3.2PRMS

แบบจำลอง PRMS (Precipitation Runoff Modeling System) เป็นระบบโมดูลาร์ของพารามิเตอร์กระจายเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นตัวแทนกระบวนการทางกายภาพของลุ่มน้ำได้รับการพัฒนาโดยการสำรวจทางธรณีวิทยาของสหรัฐอเมริกา (USGS) เพื่อประเมินผลกระทบของการรวมกันของธรณีสัณฐานหลายชนิดของดิน การใช้ดินการปลูกพืชและพารามิเตอร์ภูมิอากาศในการตอบสนองทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ

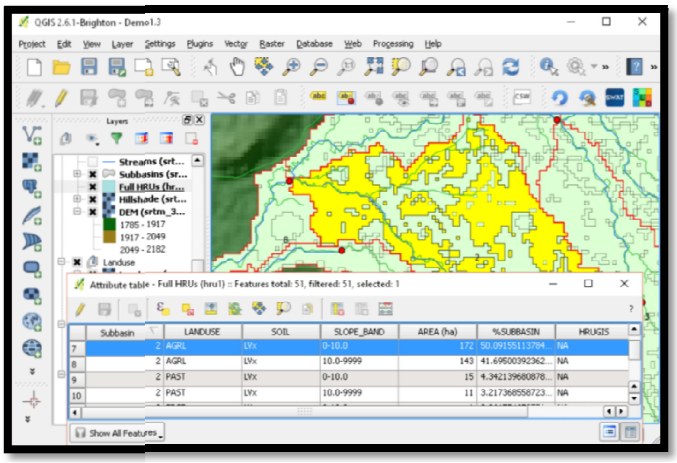


รูป: Precipitation Runoff Modeling System

ที่มา: wwwbrr.cr.usgs.gov/projects/ SW_MoWS /PRMS.html

3.3SWAT

SWAT เป็นเครื่องมือในการประเมินดินและน้ำในระดับลุ่มน้ำ เน้นในการสร้างแบบจำลองการไหลบ่าของฝนและการขนส่งของน้ำและละลายผ่านการไหลของพื้นผิว สามารถทำนายผลกระทบของการจัดการดินในแหล่งน้ำและตะกอน



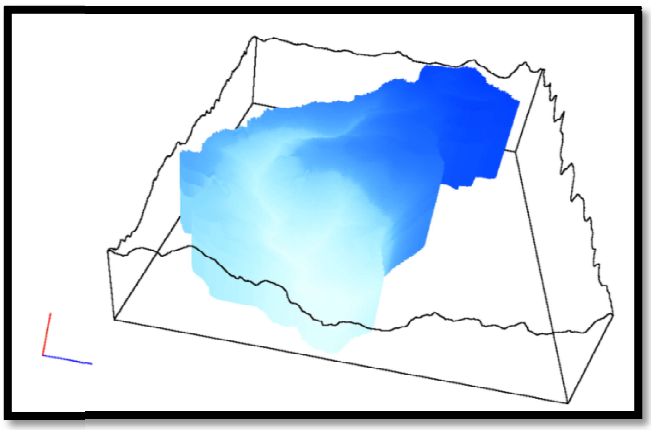
รูป : SWAT

ที่มา: swat.tamu.edu

4. แบบจำลองอุทกธรณีวิทยา (Hydrogeological modeling)

4.1MODFLOW

การสร้างแบบจำลองของน้ำใต้ดินตามความแตกต่างอันจำกัด ที่พัฒนาโดย United States Geological Survey (USGS) สามารถจำลองน้ำใต้ดิน 2D และ 3D และจำลองกระบวนการทางกายภาพที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำใต้ดิน เช่น การรีชาร์จ การคายระเหย การสูบน้ำ การระบายน้ำ เป็นต้น

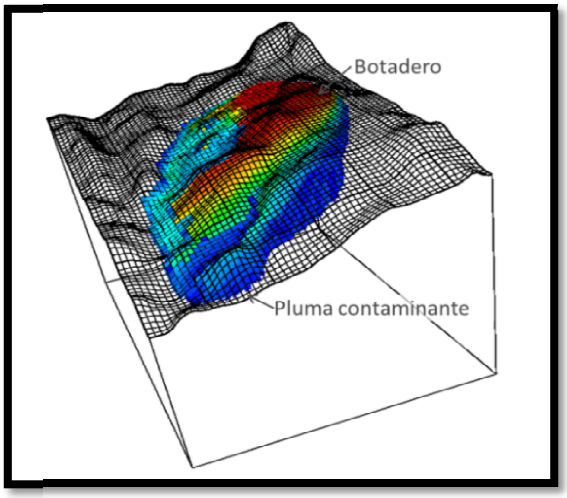


รูป: Numerical model of a 3D andean basin in MODFLOW

ที่มา: http://water.usgs.gov/ogw/modflow/

4.2MT3DMS

MT3DMS เป็นรูปแบบการเคลื่อนย้ายควบคู่ไปกับฟลักซ์ใน MODFLOW ทั้งนี้ MT3DMS จำลองการระเหย การแพร่กระจายและการแพร่กระจายและปฏิกิริยาทางเคมีของการดูดซับ / การดูดซับสารปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน



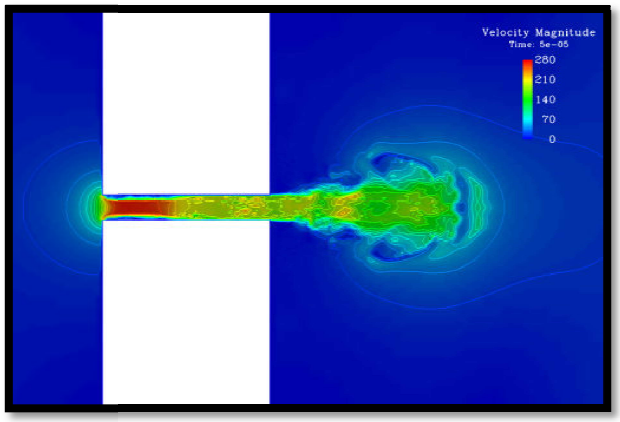
รูป : Modeling of a contaminant plume in a mining waste dump

ที่มา: http://hydro.geo.ua.edu/mt3d/

5. การสร้างแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational fluid dynamics modeling)

5.1OpenFOAM

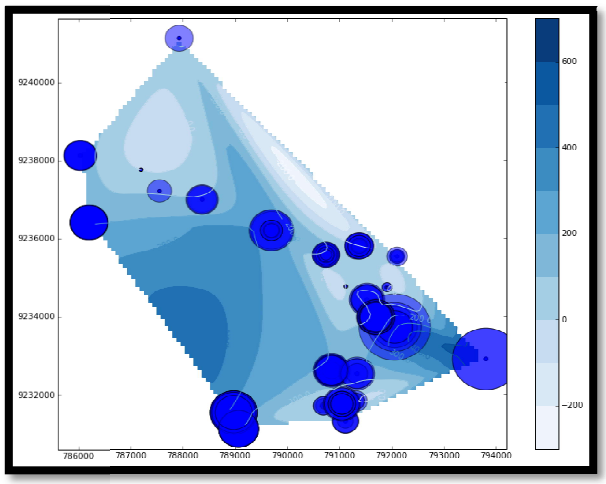
ซอฟต์แวร์นี้เกี่ยวข้องกับพลศาสตร์ของไหล จำนวนที่รวมเข้าด้วยกันและสภาพของโค้ดโอเพ่นซอร์ส ทำให้มีประโยชน์ในการสำรวจความเป็นไปได้ของการสร้างแบบจำลองปัญหาหลายแบบ รวมถึงการเพิ่มแบบจำลอง reactive



รูป:เครื่องมือวิทยาศาสตร์ – การเขียนโปรแกรม (Scientific tools – programming)
ที่มา: www.openfoam.org

5.2Python

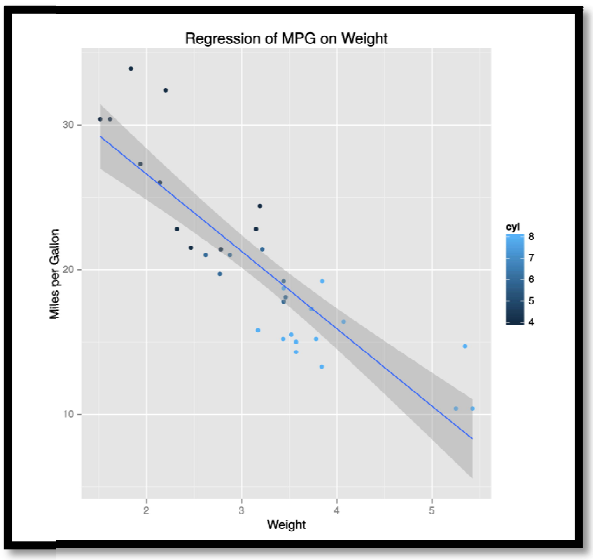
Python เป็นโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ทรัพยากรน้ำและสภาพแวดล้อม เป็นโปรแกรมที่มีเครื่องมือต่าง ๆ เช่น GIS การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ และปัญญาประดิษฐ์



รูป: Example of spatial and temporal analysis with Python – Scipy
ที่มา: www.python.org , www.scipy.org

5.3. R

R เป็นโปรแกรมสำหรับการคำนวณทางสถิติและการสร้างกราฟิก สามารถทำการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนด้วยโค้ดสั้นๆเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดในการทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่



รูป: Example of a regression with R

ที่มา: r-project.org

ภาคผนวก ง
ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561– 2580)

วิสัยทัศน์ประเทศไทย

“ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” หรือเป็นคติพจน์ประจำชาติว่า “มั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน” เพื่อสนองตอบต่อผลประโยชน์แห่งชาติ อันได้แก่ การมีเอกราช อธิปไตย การดำรงอยู่อย่างมั่นคง และยั่งยืนของสถาบันหลักของชาติและประชาชนจากภัยคุกคามทุกรูปแบบ การอยู่ร่วมกันในชาติอย่างสันติสุขเป็นปึกแผ่น มีความมั่นคงทางสังคมท่ามกลางพหุสังคมและการมีเกียรติและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ความเจริญเติบโตของชาติ ความเป็นธรรมและความอยู่ดีมีสุขของประชาชน ความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อม ความมั่นคงทางพลังงานและอาหาร ความสามารถในการรักษาผลประโยชน์ของชาติภายใต้การเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมระหว่างประเทศ และการอยู่ร่วมกันอย่างสันติประสานสอดคล้องกันด้านความมั่นคงในประชาคมอาเซียนและประชาคมโลกอย่างมีเกียรติและศักดิ์ศรี

ความมั่นคง หมายถึง การมีความมั่นคงปลอดภัยจากภัยและการเปลี่ยนแปลงทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศในทุกระดับ ทั้งระดับประเทศ สังคม ชุมชน ครัวเรือน และปัจเจกบุคคล และมีความมั่นคงในทุกมิติ ทั้งมิติทางการทหาร เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และการเมือง เช่น ประเทศมีความมั่นคงในเอกราชและอธิปไตย มีการปกครองระบอบประชาธิปไตยที่มีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข สถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์มีความเข้มแข็งเป็นศูนย์กลางและเป็นที่ยึดเหนี่ยวจิตใจของประชาชน มีระบบการเมืองที่มั่นคงเป็นกลไกที่นำไปสู่การบริหารประเทศที่ต่อเนื่องและโปร่งใสตามหลักธรรมาภิบาล สังคมมีความปรองดองและความสามัคคี สามารถผนึกกำลังเพื่อพัฒนาประเทศ ชุมชนมีความเข้มแข็ง ครอบครัวมีความอบอุ่น ประชาชนมีความมั่นคงในชีวิต มีงานและรายได้ที่มั่นคงพอเพียงกับการดำรงชีวิต มีการออมสำหรับวัยเกษียณ ความมั่นคงของอาหาร พลังงาน และน้ำ มีที่อยู่อาศัยและความปลอดภัยในชีวิตทรัพย์สิน

ความมั่งคั่ง หมายถึง ประเทศไทยมีการขยายตัวของเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องและมีความยั่งยืนจนเข้าสู่กลุ่มประเทศรายได้สูง ความเหลื่อมล้ำของการพัฒนาลดลง ประชากรมีความอยู่ดีมีสุขได้รับผลประโยชน์จากการพัฒนาอย่างเท่าเทียมกันมากขึ้น และมีการพัฒนาอย่างทั่วถึงทุกภาคส่วนมีคุณภาพชีวิตตามมาตรฐานขององค์การสหประชาชาติ ไม่มีประชาชนที่อยู่ในภาวะความยากจนเศรษฐกิจในประเทศมีความเข้มแข็ง ขณะเดียวกันต้องมีความสามารถในการแข่งขันกับประเทศต่างๆ ทั้งในตลาดโลกและตลาดภายในประเทศเพื่อให้สามารถสร้างรายได้ทั้งจากภายในและภายนอกประเทศตลอดจนมีการสร้างฐานเศรษฐกิจและสังคมแห่งอนาคตเพื่อให้สอดรับกับบริบทการพัฒนาที่เปลี่ยนแปลงไป และประเทศไทยมีบทบาทที่สำคัญในเวทีโลก และมีความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจและการค้าอย่างแน่นแฟ้นกับประเทศ

ในภูมิภาคเอเชีย เป็นจุดสำคัญของการเชื่อมโยงในภูมิภาค ทั้งการคมนาคมขนส่ง การผลิต การค้า การลงทุน และการทำธุรกิจ เพื่อให้เป็นพลังในการพัฒนา นอกจากนี้ ยังมีความสมบูรณ์ในทุนที่จะสามารถสร้างการพัฒนาต่อเนื่องไปได้ ได้แก่ ทุนมนุษย์ ทุนทางปัญญาทุนทางการเงิน ทุนที่เป็นเครื่องมือเครื่องจักร ทุนทางสังคม และทุนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ความยั่งยืน หมายถึง การพัฒนาที่สามารถสร้างความเจริญ รายได้ และคุณภาพชีวิตของประชาชนให้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจที่อยู่บนหลักการใช้ การรักษาและการฟื้นฟูฐานทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน ไม่ใช้ทรัพยากรธรรมชาติจนเกินพอดี ไม่สร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมจนเกินความสามารถในการรองรับและเยียวยาของระบบนิเวศ การผลิตและการบริโภคเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ทรัพยากรธรรมชาติมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น และสิ่งแวดล้อมมีคุณภาพดีขึ้น คนมีความรับผิดชอบต่อสังคม มีความเอื้ออาทร เสียสละเพื่อผลประโยชน์ส่วนรวม รัฐบาลมีนโยบายที่มุ่งประโยชน์ส่วนรวมอย่างยั่งยืนและให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของประชาชน และทุกภาคส่วนในสังคมยึดถือและปฏิบัติตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาอย่างสมดุล มีเสถียรภาพ และยั่งยืน

โดยมีเป้าหมายการพัฒนาประเทศ คือ “ประเทศชาติมั่นคง ประชาชนมีความสุข เศรษฐกิจพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สังคมเป็นธรรม ฐานทรัพยากรธรรมชาติยั่งยืน” โดยยกระดับศักยภาพของประเทศในหลากหลายมิติ พัฒนาคนในทุกมิติและในทุกช่วงวัยให้เป็นคนดี เก่ง และมีคุณภาพ สร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม สร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และมีภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม โดยการประเมินผลการพัฒนาตามยุทธศาสตร์ชาติประกอบด้วย

1) ความอยู่ดีมีสุขของคนไทยและสังคมไทย

2) ขีดความสามารถในการแข่งขัน การพัฒนาเศรษฐกิจ และการกระจายรายได้

3) การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศ

4) ความเท่าเทียมและความเสมอภาคของสังคม

5) ความหลากหลายทางชีวภาพ คุณภาพสิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ

6) ประสิทธิภาพการบริหารจัดการและการเข้าถึงการให้บริการของภาครัฐ

ภาคผนวก จ
แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ในแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตั้งแต่ฉบับที่ ๑ จนถึงฉบับที่ ๑๒ ซึ่งเป็นฉบับปัจจุบัน พบว่า ประเทศไทยได้กำหนดนโยบายที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำ ทั้งนโยบายการจัดการน้ำเพื่อการบรรเทาอุทกภัย สภาพภูมิอากาศ และสาธารณภัยทั้งนี้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำ เช่น การขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง ภัยแล้ง น้ำเค็มรุกล้ำ คุณภาพน้ำ การเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ ซึ่งมีแนวโน้มการเกิดบ่อยครั้งและทวีความรุนแรงมากขึ้นในประเทศไทย ดังนั้นในแผนพัฒนาฯ ในระยะหลังจึงให้ความสำคัญต่อการป้องกันและแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืนทั้งในเชิงนโยบาย กฎหมาย และงานวิจัยมากขึ้น โดยภายใต้แผนพัฒนาฯ ฉบับปัจจุบันประเทศไทยมี พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. ๒๕๖๑ออกบังคับใช้

ในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ ๑๒ ได้จัดทำทิศทางการพัฒนาภาค เพื่อเป็นเครื่องมือในการแปลงแผนไปสู่การปฏิบัติ การกำหนดทิศทางการพัฒนาเชิงพื้นที่ตามศักยภาพภูมิสังคมของแต่ละภาค ทั้ง ๖ ภาค ซึ่งในด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้กำหนดทิศทางการพัฒนาด้านน้ำในแต่ละภาคไว้ให้สอดคล้องและสนับสนุนกัน (ตารางที่ ๒.๑.๓-๑)

ตาราง: ทิศทางการพัฒนาภาคตามแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ ๑๒และแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่๑๒	แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
๑)ภาคเหนือ (๑)พัฒนาการท่องเที่ยวและธุรกิจบริการต่อเนื่อง (๒)ใช้โอกาสจากเขตเศรษฐกิจพิเศษเชื่อมกับโครงการความร่วมมือต่างๆในอนุภูมิภาค (๓)เป็นฐานการผลิตเกษตรอินทรีย์และปลอดภัยเชื่อมสู่อุตสาหกรรมเกษตรแปรรูปเพิ่มมูลค่า (๔) พัฒนาคุณภาพชีวิตแก้ไขปัญหาความยากจน (๕) อนุรักษ์และฟื้นฟูป่าต้นน้ำจัดระบบการบริหารจัดการน้ำและป้องกันแก้ไขปัญหาอุทกภัย	**๑)ภาคเหนือ** (๑) อนุรักษ์ฟื้นฟูป่าต้นน้ำและการจัดการการใช้ประโยชน์ในเขตต้นน้ำเพื่อสร้างความสมดุลและลดผลกระทบจากทรัพยากรน้ำและรักษาสภาพธรรมชาติที่เป็นจุดเด่นด้านการท่องเที่ยวในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (๒)พัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับเมืองหลักพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษและสนับสนุนชุมชนที่มีรายได้ต่ำ (๓) การบรรเทาอุทกภัยน้ำหลากฉับพลันที่ลาดเชิงเขา ดินโคลนถล่มโดยเพิ่มประสิทธิภาพด้านการเตือนภัย การปรับตัวและเผชิญเหตุ (๔) การวางแผนระยะยาวสร้างความสมดุลระหว่างการใช้ที่ดินต้นน้ำและท้ายน้ำ
๒)ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (๑)จัดการน้ำให้เพียงพอต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตที่ยั่งยืนเพื่อเตรียมพร้อมการพัฒนาเศรษฐกิจในอนาคต เช่น เศรษฐกิจชีวภาพการเสริมสร้างความเข้มแข็ง (๒) แก้ไขปัญหาความยากจนพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้มีรายได้น้อย (๓) สร้างความเข้มแข็งของฐานเศรษฐกิจควบคู่กับการแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (๔) พัฒนาโครงข่ายคมนาคมขนส่งที่เชื่อมโยงพื้นที่เศรษฐกิจหลักภาคกลาง และพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก(EEC) (๕)สร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจตามแนวชายแดนและแนวระเบียงเศรษฐกิจ	**๒)ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** (๑) พัฒนาแหล่งน้ำต้นทุนและผันน้ำสนับสนุนภาคเกษตรเพื่อยกระดับรายได้ภาคการเกษตรและการพัฒนาพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษ (๒) การพัฒนาในพื้นที่เกษตรน้ำฝนในพื้นที่ที่มีศักยภาพ เช่น แหล่งน้ำขนาดเล็กแหล่งน้ำธรรมชาติ แหล่งน้ำบาดาล ให้สามารถทำการเกษตรยังชีพและฤดูแล้งได้บางส่วน (๓) จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เกษตรอาศัยน้ำฝนที่ไม่มีศักยภาพพัฒนาแหล่งน้ำ (๔) การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ การแก้ไขปัญหาอุทกภัยโดยการบริหารจัดการพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากการแก้ไขปัญหาภัยแล้งโดยการส่งเสริมการเกษตรแบบครบวงจร (๕)การบริหารจัดการพื้นที่เกษตร(Zoning)ในพื้นที่ที่มีศักยภาพการพัฒนาด้านน้ำต่ำหรือศักยภาพของดินไม่เหมาะสม

ตาราง: ทิศทางการพัฒนาภาคตามแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ ๑๒และแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ(ต่อ)

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่๑๒	แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
๓)ภาคกลาง (๑) พัฒนากรุงเทพฯเป็นมหานครทันสมัยระดับโลก (๒)พัฒนาคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงระดับนานาชาติและเชื่อมโยงกระจายแหล่งท่องเที่ยว (๓) ยกระดับการสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมโดยใช้นวัตกรรม เทคโนโลยีและความคิดสร้างสรรค์ (๔) บริหารจัดการน้ำ ทรัพยากรธรรมชาติและความสมดุลของระบบนิเวศ (๕) เปิดประตูการค้า การลงทุนการท่องเที่ยวเชื่อมโยงทวาย – ภาคกลาง -EEC	**๓)ภาคกลาง** (๑) พัฒนาแหล่งน้ำต้นทุนและระบบการจัดสรรน้ำเพื่อรองรับการเป็นพื้นที่เศรษฐกิจสำคัญอันดับหนึ่งของประเทศและการขยายตัวในอนาคต (๒)วางแผนและขับเคลื่อนโครงการบรรเทาอุทกภัยลุ่มน้ำเจ้าพระยาและท่าจีนตอนล่างรวมถึงการป้องกันเมืองและพื้นที่เศรษฐกิจครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด (๓)ปรับปรุงลำน้ำสายหลักเพื่อการคมนาคมและการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ (๔)การบริหารจัดการน้ำให้สมดุลกับน้ำต้นทุน(การวางแผนจัดสรรน้ำรายฤดู) (๕) การวางแผนพัฒนาระบบจัดการน้ำในพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง ในระยะ ๓๐ ปี (ค.ศ.๒๐๕๐)
๔)ภาคตะวันออก (๑) พัฒนาพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EEC)ให้ทันสมัยที่สุดในภูมิภาคอาเซียน (๒) เป็นแหล่งผลิตอาหารคุณภาพมาตรฐานสากล (๓)ปรับปรุงมาตรฐานสินค้าและบริการท่องเที่ยว (๔) พัฒนาพื้นที่เศรษฐกิจชายแดนให้เป็นประตูเศรษฐกิจเชื่อมโยงกับประเทศเพื่อนบ้าน (๕)เร่งแก้ปัญหาจัดระบบการบริหารจัดการมลพิษ	**๔)ภาคตะวันออก** (๑)พัฒนาแหล่งน้ำโครงข่ายน้ำและจัดหาน้ำทางเลือกใหม่เพื่อรองรับพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก(EEC)และเขตเศรษฐกิจพิเศษ (๒) พัฒนาระบบประปาเมือง เพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชนเมืองและภาคการท่องเที่ยว (๓) บริหารจัดการน้ำเพื่อสนับสนุนภาคเกษตรและภาคเศรษฐกิจพร้อมทั้งการวางแผนจัดสรรน้ำรายภาคการผลิตและรายฤดู (๔) การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ ปรับโครงสร้างการใช้น้ำเพิ่มผลิตภาพการใช้น้ำภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตร

ตาราง: ทิศทางการพัฒนาภาคตามแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ ๑๒และแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ(ต่อ)

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่๑๒	แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
๕)ภาคใต้ (๑) พัฒนาการท่องเที่ยวของภาคให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวคุณภาพชั้นนำของโลก (๒) พัฒนาอุตสาหกรรมการแปรรูปยางพาราและปาล์มน้ำมันแห่งใหม่ของประเทศ (๓)พัฒนาการผลิตสินค้าเกษตรหลักของภาค (๔) พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสนับสนุนการท่องเที่ยว พัฒนาเขตอุตสาหกรรมและเชื่อมโยงการค้าในอาเซียน	**๕)ภาคใต้** (๑) พัฒนาแหล่งน้ำเพื่อเมืองท่องเที่ยวสำคัญและพื้นที่เกาะ (๒) พัฒนาแหล่งน้ำเฉพาะพื้นที่ เพื่อสนับสนุนภาคการเกษตรอุตสาหกรรมแปรรูปและพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษ (๓) บรรเทาอุทกภัยในพื้นที่เศรษฐกิจสำคัญและที่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ เมืองหลัก เมืองท่องเที่ยวสำคัญและพื้นที่น้ำท่วมเสียหายรุนแรง (๔)จัดการระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เกษตรเพื่อลดผลกระทบจากอุทกภัยและภัยแล้ง
๖)ภาคใต้ชายแดน (๑) พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมแปรรูปการเกษตรสร้างความมั่นคงภาคการผลิต (๒) พัฒนาเมือง สุไหงโก-ลก และเมืองเบตงให้เป็นเมืองการค้าและเมืองท่องเที่ยวชายแดน (๓)เสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน	**๖)ภาคใต้ชายแดน** (๑) พัฒนาแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมแปรรูปเกษตรกรรม (๒) พัฒนาระบบประปา เพื่อพัฒนาแหล่งการค้าและท่องเที่ยวชายแดน (เมืองสุไหงโก-ลก เมืองเบตง เมืองปัตตานีและเมืองนราธิวาส) (๓)ป้องกันน้ำท่วมชุมชนเมืองเมืองศูนย์กลางการท่องเทียวและพื้นที่เศรษฐกิจสำคัญ

ภาคผนวก ฉ
แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (19) ประเด็น การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ(พ.ศ. 2561 - 2580)

แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ๒๐ ปี (พ.ศ.๒๕๖๑ – ๒๕๘๐) ต้องการให้ประเทศมีระดับความมั่นคงทั้งด้านน้ำ พลังงานและอาหารเพิ่มขึ้น โดยมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำและความมั่นคงด้านน้ำในประเด็นที่ (๑๙) ประเด็นการบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ.๒๕๖๑ – ๒๕๘๐) มีเป้าหมายตัวชี้วัดและแนวทางพัฒนาด้วยแผนย่อย ๓แผน ดังนี้

(1) แผนย่อยพัฒนาการจัดการน้ำเชิงลุ่มน้ำทั้งระบบเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ (ตารางที่ ๒-๒-๑)

(2) แผนย่อยเพิ่มผลิตภาพของน้ำทั้งระบบในการใช้น้ำอย่างประหยัด รู้คุณค่าและสร้างมูลค่าเพิ่มจากการใช้น้ำให้ทัดเทียมกับระดับสากล (ตารางที่ ๒-๒-๒)

(3) แผนย่อยอนุรักษ์และฟื้นฟูแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วประเทศ (ตารางที่ ๒-๒-๓)

ทั้งนี้ ได้มีการกำหนดตัวชี้วัดและค่าเป้าหมายทุกช่วง ๕ปี ในช่วงปีพ.ศ. ๒๕๖๑-๒๕๘๐ ของการเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำ การเพิ่มผลิตภาพของน้ำ และการอนุรักษ์และฟื้นฟูแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วประเทศ ดังรายละเอียดในตารางที่ ๒-๒-๑ถึง ๒-๒-๓ ซึ่งตัวชี้วัดจะมีการอ้างอิงจากกรอบการประเมินความมั่นคงด้านน้ำ AWDO 2016 (Asian Development Bank [ADB], 2016)

ตัวชี้วัดแผนย่อยพัฒนาการจัดการน้ำเชิงลุ่มน้ำทั้งระบบเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ ประกอบด้วย

(๑) ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำอุปโภคบริโภค
(๒) ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อม
(๓) ดัชนีการรับมือกับพิบัติภัยด้านน้ำ
(๔) สัดส่วนความเสียหายจากภัยพิบัติด้านน้ำเทียบกับกรณีปกติ (ร้อยละของกรณีปกติ)
(๕) ดัชนีธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการน้ำ

ตัวชี้วัดแผนย่อยเพิ่มผลิตภาพของน้ำทั้งระบบในการใช้น้ำอย่างประหยัดรู้คุณค่าและสร้างมูลค่าเพิ่มจากการใช้น้ำให้ทัดเทียมกับระดับสากล

(๑) ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำในเขตเมือง
(๒) ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ
(๓) ผลิตภาพจากการใช้น้ำ (บาท/ลูกบาศก์เมตร)

ตัวชี้วัดแผนย่อยอนุรักษ์และฟื้นฟูแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วประเทศ

(๑) สัดส่วนพื้นที่ลำคลองที่ได้รับการฟื้นฟู

(๒) สัดส่วนพื้นที่ลำน้ำที่ได้รับการฟื้นฟู (ร้อยละของพื้นที่เป้าหมาย)

(๓) สัดส่วนพื้นที่ชุ่มน้ำและแหล่งน้ำที่ได้รับการฟื้นฟู (ร้อยละของพื้นที่เป้าหมาย)

(๔) สัดส่วนพื้นที่ชุมชน (นอกเขตกทม.ที่เป็นชุมชนขนาดใหญ่)ริมแม่น้ำ ลำคลอง และ

(๕) แหล่งน้ำธรรมชาติ (ร้อยละของพื้นที่เป้าหมาย)

ตาราง: เป้าหมาย ตัวชี้วัด แผนย่อยพัฒนาการจัดการน้ำเชิงลุ่มน้ำทั้งระบบเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ

เป้าหมาย	ตัวชี้วัด	ค่าเป้าหมาย			
		ปี ๒๕๖๑ -๒๕๖๕	ปี ๒๕๖๖ -๒๕๗๐	ปี ๒๕๗๑ -๒๕๗๕	ปี ๒๕๗๖ -๒๕๘๐
๑.ระดับความมั่นคง ด้านน้ำอุปโภคบริโภค เพิ่มขึ้นจากระดับ๓ ให้เป็นระดับ๔ (สูงสุดที่ระดับ๕)	ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำอุปโภคบริโภค (ระดับ)	ความมั่นคงด้านน้ำอุปโภคบริโภคอยู่ในระดับ๓.๒๕	ความมั่นคงด้านน้ำอุปโภคบริโภคอยู่ในระดับ๓.๕	ความมั่นคงด้านน้ำอุปโภคบริโภคอยู่ในระดับ๓.๗๕	ความมั่นคงด้านน้ำอุปโภคบริโภคอยู่ในระดับ๔
	ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อม (ระดับ)	ความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับ๒.๕	ความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับ๓	ความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับ๓.๕	ความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับ๔
๒.ระดับการรับมือกับพิบัติภัยด้านน้ำเพิ่มขึ้น	ดัชนีการรับมือกับพิบัติภัยด้านน้ำ (ระดับ)	การรับมือกับพิบัติภัยด้านน้ำอยู่ในระดับ ๓.๐	การรับมือกับพิบัติภัยด้านน้ำอยู่ในระดับ ๓.๕	การรับมือกับพิบัติภัยด้านน้ำอยู่ในระดับ ๔.๐	การรับมือกับพิบัติภัยด้านน้ำอยู่ในระดับ ๔.๐
๓.ยกระดับธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการน้ำเพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน ๖๔ คะแนนให้เป็น ๘๐คะแนน	ดัชนีธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการน้ำ (ระดับ)	ระดับธรรมาภิบาลไม่น้อยกว่า๗๐ คะแนน	ระดับธรรมาภิบาลไม่น้อยกว่า ๗๕คะแนน	ระดับธรรมาภิบาลไม่น้อยกว่า ๘๐คะแนน	ระดับธรรมาภิบาลไม่น้อยกว่า๘๐ คะแนน

ที่มา: แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติประเด็นที่ (19)ประเด็นการบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ. 2561-2580) http://nscr.nesdb.go.th/wp-content/uploads/2019/04/19-การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ.pdf

ตาราง :เป้าหมายและตัวชี้วัดแผนย่อยเพิ่มผลิตภาพของน้ำทั้งระบบในการใช้น้ำอย่างประหยัด รู้คุณค่าและสร้างมูลค่าเพิ่มจากการใช้น้ำให้ทัดเทียมกับระดับสากล

เป้าหมาย	ตัวชี้วัด	ค่าเป้าหมาย			
		ปี ๒๕๖๑ -๒๕๖๕	ปี ๒๕๖๖ -๒๕๗๐	ปี ๒๕๗๑ -๒๕๗๕	ปี ๒๕๗๖ -๒๕๘๐
๑.ระดับความมั่นคงด้านน้ำในเขตเมืองเพิ่มขึ้น	ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำในเขตเมือง (ระดับ)	ความมั่นคง ด้านน้ำในเขตเมืองอยู่ในระดับ๑.๕	ความมั่นคง ด้านน้ำในเขตเมืองอยู่ในระดับ๒	ความมั่นคง ด้านน้ำ ในเขตเมืองอยู่ในระดับ๓	ความมั่นคง ด้านน้ำในเขตเมืองอยู่ในระดับ๔
๒.ระดับความมั่นคงด้านน้ำ เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจเพิ่มขึ้น	ดัชนีระดับความมั่นคงด้านน้ำ เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ (ระดับ)	ความมั่นคงด้านน้ำ เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจอยู่ในระดับ๔.๒	ความมั่นคงด้านน้ำ เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจอยู่ในระดับ๔.๔	ความมั่นคงด้านน้ำ เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจอยู่ในระดับ๔.๘	ความมั่นคงด้านน้ำ เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจอยู่ในระดับ๕.๐
๓.ผลิตภาพจากการใช้น้ำเพิ่มขึ้น	ผลิตภาพจากการใช้น้ำ (บาท/ลูกบาศก์เมตร)	เพิ่ม๓เท่าจากค่าเฉลี่ยปัจจุบันปี พ.ศ.๒๕๖๑	เพิ่ม๕เท่าจากค่าเฉลี่ยปี พ.ศ.๒๕๖๑	เพิ่ม๗เท่าจากค่าเฉลี่ยปี พ.ศ.๒๕๖๑	เพิ่ม ๑๐เท่าจากค่าเฉลี่ยปี พ.ศ.๒๕๖๑

ที่มา: แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติประเด็นที่ (19)ประเด็นการบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ. 2561-2580)http://nscr.nesdb.go.th/wp-content/uploads/2019/04/19-การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ.pdf

ตาราง: เป้าหมายและตัวชี้วัดแผนย่อยอนุรักษ์และฟื้นฟูแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วประเทศ

เป้าหมาย	ตัวชี้วัด	ค่าเป้าหมาย			
		ปี ๒๕๖๑ -๒๕๖๕	ปี ๒๕๖๖ -๒๕๗๐	ปี ๒๕๗๑ -๒๕๗๕	ปี ๒๕๗๖ -๒๕๘๐
แม่น้ำลำคลองและ แหล่งน้ำธรรมชาติ ทั่วประเทศมีระบบนิเวศ และทัศนียภาพที่ดี มีคุณภาพได้มาตรฐาน เพิ่มขึ้น	สัดส่วนพื้นที่ลำคลองที่ได้รับการฟื้นฟู(ร้อยละของพื้นที่เป้าหมาย)	คลองสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร ความสำเร็จร้อยละ๕๐	คลองสายหลักในเขตกรุงเทพมหานครส่วนที่เหลือ ความสำเร็จร้อยละ๗๕	กรุงเทพมหานครคลองส่วนที่เหลือความสำเร็จร้อยละ๙๐	
	สัดส่วนพื้นที่ลำน้ำ ที่ได้รับการฟื้นฟู (ร้อยละของพื้นทีเป้าหมาย)	ลำน้ำสายหลักใน๒๕ ลุ่มน้ำความสำเร็จ ร้อยละ ๒๐	ลำน้ำสายหลักใน ๒๕ ลุ่มน้ำความสำเร็จ ร้อยละ๕๐	ลำน้ำสายหลักใน๒๕ ลุ่มน้ำความสำเร็จ ร้อยละ ๗๕	
	สัดส่วนพื้นที่ชุ่มน้ำและแหล่งน้ำที่ได้รับการฟื้นฟู(ร้อยละของพื้นที่เป้าหมาย)	- พื้นที่ชุ่มน้ำ Ramsar Siteความสำเร็จ ร้อยละ ๙๐ - พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับชาติ [illegible]	- ลำน้ำสาขาใน๒๐ ลุ่มน้ำความสำเร็จ ร้อยละ๒๐ - แหล่งน้ำธรรมชำติที่มีพื้นที่ผิวน้ำเกิน ๑,๐๐๐ ไร่ความสำเร็จ ร้อย[illegible]	ลำน้ำสาขาใน๒๕ ลุ่มน้ำความสำเร็จร้อยละ๕๐	
	สัดส่วนพื้นที่ชุมชน(นอกเขตกทม.ที่เป็นชุมชนขนาดใหญ่) ริมแม่น้ำลำคลอง และแหล่งน้ำธรรมชาติ(ร้อยละของพื้นที่เป้าหมาย)	ความสำเร็จ ร้อยละ ๕๐	ความสำเร็จ ร้อยละ ๙๐		

ที่มา: แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติประเด็นที่ (19)ประเด็นการบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ. 2561-2580)http://nscr.nesdb.go.th/wp-content/uploads/2019/04/19-การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ.pdf

ภาคผนวก ช

แผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

แผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐) ประกอบด้วยยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๖ยุทธศาสตร์ โดยสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.)ดังนี้

แผนแม่บทด้านที่ ๑ การจัดการน้ำอุปโภคบริโภค

แผนแม่บทด้านที่ ๒ การสร้างความมั่นคงของน้ำภาคการผลิต

แผนแม่บทด้านที่ ๓ การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย

แผนแม่บทด้านที่ ๔ การจัดการคุณภาพน้ำ

แผนแม่บทด้านที่ ๕ การอนุรักษ์ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรมและป้องกันการพังทลายของดิน

แผนแม่บทด้านที่ ๖ การบริหารจัดการ

โดยมีเป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดของแผนแม่บทแต่ละด้าน ดังแสดงในตารางที่ ๒.๑.๔-๑เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บท

แผนแม่บทด้านที่ ๑การจัดการน้ำอุปโภคบริโภค

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่ ๑ การจัดการน้ำอุปโภคบริโภค

กลยุทธ์ / แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
1. การพัฒนา ขยายเขตและเพิ่มประสิทธิภาพระบบประปาหมู่บ้าน	หมู่บ้านที่ก่อสร้างระบบประปา	256	256	-	-	มท.	สถ./ อปท.	ทน./ทบ./ กปภ./นทพ.
	จำนวนครัวเรือน	11,441	11,441	-	-			
	หมู่บ้านที่ได้รับการเพิ่มประสิทธิภาพระบบประปา	14,534	5,472	5,157	3,905			
2. พัฒนาประปาเมือง/พื้นที่เศรษฐกิจ								
2.1 การขยายเขต/เพิ่มเขตจ่ายน้ำ	จำนวนแห่ง/สาขา	10,070	2,570	2,500	5,000	สทนช.	กปน./กปภ.	ชป./ทน./ทบ.
	จำนวนครัวเรือน	1,000,000	280,000	275,000	445,000			
2.2 แผนระบบประปาเมืองหลัก/พื้นที่เศรษฐกิจ/แหล่งท่องเที่ยว	จำนวนแห่ง	388	55	103	230		กปภ.	-
	จำนวนครัวเรือน	4,239,980	789,980	1,150,000	2,300,000			
2.3 จัดหาแหล่งน้ำสำรอง/จัดหาน้ำต้นทุน	จำนวนแห่ง	196	59	37	100		กปน./กปภ.	-
	ปริมาณน้ำ (ล้านลบ.ม.)	346	72	154	120			
2.4 ลดการสูญเสียน้ำในระบบท่อส่งจ่ายน้ำประปา	ร้อยละการควบคุมการสูญเสีย	การสูญเสียไม่เกินร้อยละ 20	- จัดทำแผน (ปี 65) - ไม่เกินร้อยละ 25	ไม่เกินร้อยละ 23	ไม่เกินร้อยละ 20		กปน./กปภ.	-
3. พัฒนาน้ำอุปโภคบริโภคให้ได้มาตรฐานและราคาที่เหมาะสม								
3.1 การปรับปรุงระบบประปาหมู่บ้านให้ได้มาตรฐาน**(SDGs)**	ร้อยละหมู่บ้านที่ได้รับการปรับปรุงให้ได้มาตรฐาน	ครบทุกหมู่บ้าน	20	30	50	มท.	สถ.	ทบ./อน./ สป.ทส./กปภ./ ทน.
	ร้อยละของระบบประปาที่	90	18	27	45			

กลยุทธ์ / แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
	ผ่านมาตรฐานประปาดื่มได้							
3.2 พัฒนาน้ำดื่มสะอาดที่ได้มาตรฐานและราคาที่เหมาะสม	จำนวนแห่ง	4,015	2,911	1,104	-		ทบ.	ศธ.
	ครัวเรือนที่ได้รับประโยชน์	366,700	274,300	92,400	-			
	ร้อยละการลดลงของผู้ป่วยจากน้ำดื่ม	10	2	3	5		อน.	
4.การประหยัดน้ำทุกภาคส่วน								
4.1 ลดการใช้น้ำภาคครัวเรือน/บริการ	ปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)	ไม่เกิน 215	ไม่เกิน 234	ไม่เกิน 229	ไม่เกิน 215	สทนช.	กปภ./กปน.	ทุกหน่วยงาน/ภาคเอกชน
4.2 ลดการใช้น้ำภาคราชการ	ร้อยละหน่วยงานรัฐที่ลดการใช้น้ำได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10	100	20	30	50		สทนช.	ทุกหน่วยงาน/ภาคเอกชน

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๒๐ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่ ๒ การสร้างความมั่นคงของน้ำภาคการผลิต

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
1. การจัดการด้านความต้องการ								
1.1 ลดการใช้น้ำภาคเกษตรและนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในเขตพื้นที่ชลประทาน	พื้นที่ดำเนินการ (ไร่)	600,000	150,000	150,000	300,000	สทนช.	ชป.	กษ.
	ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ล้านลบ.ม./ปี)	152	38	38	76			
1.2 การลดการใช้น้ำภาคอุตสาหกรรม	ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ ล้านลบ.ม./ปี	30	3	4.5	22.5		กรอ./กนอ./ BOI	สภาอุตสาหกรรม
2. เพิ่มประสิทธิภาพโครงการแหล่งน้ำและระบบส่งน้ำเดิม								
2.1 ปรับปรุงประสิทธิภาพ แหล่งน้ำ/ระบบส่งน้ำเดิม	ปริมาณน้ำใช้การ (ล้านลบ.ม.)	6,356	6,114	167	75	สทนช.	ชป./ทน./ อปท.	มูลนิธิปิดทองหลังพระฯ
2.2 เพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนในโครงการแหล่งน้ำเดมิ	จำนวนแห่ง	146	55	60	31		ชป./ทน./ อปท.	-
	ปริมาณน้ำ (ล้านลบ.ม.)	507	356	123	28			
3. การจัดหาน้ำในพื้นที่เกษตรน้ำฝน								
3.1 อนุรักษ์ฟื้นฟูพัฒนา แหล่งน้ำเพื่อตอบสนอง ความต้องการใช้น้ำพื้นที่ เกษตรน้ำฝน	ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น (ล้านลบ.ม.)	12,388	2,701	3,722	5,965	สทนช.	ทน./สปก./ อปท.	ปภ./มูลนิธิปิดทอง หลังพระฯ/ /กองทัพบก*
3.2 พัฒนาระบบกระจายน้ำในพื้นที่เกษตรน้ำฝน	พื้นที่รับประโยชน์ (ไร่)	13,133,490	2,725,389	3,271,975	7,136,126		ทน./สปก./ อปท.	-
3.3 พัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ/ แหล่งน้ำชุมชน/สระน้ำในไร่นา							พด./สปก./ อปท.	มูลนิธิปิดทองหลังพระฯ/ /กองทัพบก*

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๒๐ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่ ๒ การสร้างความมั่นคงของน้ำภาคการผลิต (ต่อ)

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
3.3.1 แหล่งน้ำเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ	จำนวนแห่ง	3,963	963	1,000	2,000		พด.	อปท.
	ปริมาณน้ำ (ล้านลบ.ม.)	112	28	28	56			
3.3.2 แหล่งน้ำชุมชน	จำนวนแห่ง	194	44	50	100		พด./อปท.	มูลนิธิปิดทอง หลังพระฯ/กองทัพบก*
	ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น (ล้านลบ.ม.)	5	1	1	3			
3.3.3 สระน้ำในไร่นา	จำนวนแห่ง	382,702	224,314	151,000	7,388		พด./สปก./อปท.	-
	ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น (ล้านลบ.ม.)	497	301	186	10			
3.4 พัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร	ปริมาณน้ำ (ล้านลบ.ม.)	858	186	249	423		ทบ./อปท.	สปก.
	พื้นที่รับประโยชน์ (ไร่)	1,555,790	310,670	461,800	783,320			
4. การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำ /ระบบส่งน้ำใหม่								
4.1 พัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำ/อาคารบังคับน้ำ/ระบบส่งน้ำใหม่ (เกษตรและอุตสาหกรรม)	จำนวนแห่ง	7,332	2,312	2,591	2,429	สทนช.	ชป.	ทน./ทบ./มท./สปก./กปร.
	ปริมาณน้ำ (ล้านลบ.ม.)	13,243	1,140	3,609	8,494			
	ปริมาณน้ำที่บริหารจัดการได้ (ล้านลบ.ม.)	8,397	713	1,159	6,525			
	จำนวนพื้นที่มีระบบส่งน้ำ (ไร่)	17,945,232	2,163,003	3,453,933	12,328,296			
4.2 พัฒนาแหล่งน้ำทางเลือกเช่นพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลขนาดใหญ่นำนำทะเลมาผลิตเป็นน้ำจืด	ปริมาณน้ำ (ล้านลบ.ม.)	196	84	33	79		สทนช./ทบ.	ทุกหน่วยงาน
	พื้นที่เป้าหมายดำเนินการ	พื้นที่เศรษฐกิจพิเศษและพื้นที่ท่องเที่ยว	พื้นที่เศรษฐกิจพิเศษตากมุกดาหาร	พื้นที่เศรษฐกิจพิเศษนราธิวาส	พื้นที่ท่องเที่ยวสำคัญที่มีการขยายตัว			

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
		สำคัญ	สระแก้วตราด หนองคาย สงขลา และ EEC เกาะสมุย เกาะช้าง	เชียงราย นครพนม กาญจนบุรี				

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๒๐ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่ ๒ การสร้างความมั่นคงของน้ำภาคการผลิต (ต่อ)

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
5. พัฒนาระบบผันน้ำและระบบเชื่อมโยงแหล่งน้ำ	ปริมาณน้ำ(ล้านลบ.ม.)	2,596	422	2,014	160	สทนช.	ชป.	พน.
6. การเพิ่มผลิตภาพมูลค่าภาคการผลิต - พื้นที่พัฒนาใหม่	พื้นที่ดำเนินการต้นแบบและ พื้นที่ขยายผลไปในพื้นที่ที่พัฒนา แหล่งน้ำและระบบส่งน้ำ (แปลง)	1,242	510	250	482	กษ.	กสก./กข.	มท.
- พื้นที่พัฒนาเดิม	พื้นที่ดำเนินการต้นแบบและ พื้นที่ขยายผลไปในพื้นที่ที่พัฒนา แหล่งน้ำและระบบส่งน้ำ (ไร่)	6,210	2,550	1,250	2,410			
7. เพิ่มน้ำต้นทุนโดยการปฏิบัติการฝนหลวง	ร้อยละพื้นที่การเกษตรที่ประสบภัยแล้งได้รับการช่วยเหลือตามแผนงานปฏิบัติการฝนหลวง	98	80	93	98	กษ.	ฝล.	มท./กษ.
	ร้อยละความสำเร็จของการปฏิบัติการฝนหลวงเติมน้ำในเขื่อนตามที่ร้องขอ	90	75	80	90			

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่ ๓ การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
1. เพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ								
1.1 ปรับปรุงสิ่งกีดขวางทางน้ำ	จำนวนแห่ง	562	562	ปรับปรุงสิ่งกีดขวางทางน้ำให้แล้วเสร็จ	-	สทนช.	ชป./จท./ทล./ทช./รฟท./สถ./ทน./กทม.	-
1.2 ปรับปรุงลำน้ำธรรมชาติที่ตื้นเขินให้สามารถระบายน้ำได้มีประสิทธิภาพ	จำนวนแห่ง	1,234	499	340	395		จท./ทน./สถ./ปภ./อปท.	-
	ระยะทาง (กม.)	6,271	2,122	1,671	2,478			
1.2.1 ลำน้ำหลัก	จำนวนแห่ง	565	156	136	273		จท.	-
	ระยะทาง (กม.)	3,711	861	881	1969			
1.2.2 ลำน้ำสาขา/ย่อย	จำนวนแห่ง	154	10	57	87		จท./ทน./อปท.	-
	ระยะทาง (กม.)	770	50	285	435			
1.2.3 ลำน้ำย่อย	จำนวนแห่ง	515	333	147	35)		ปภ./อปท.	-
	ระยะทาง (กม.)	1,790	1,211	505	74			
1.3 การกำจัดวัชพืชและขยะมูลฝอยในแม่น้ำสายหลัก แม่น้ำสาขาและแหล่งน้ำปิด	ปริมาณวัชพืชและขยะมูลฝอยที่กำจัด (ตันต่อปี)	ไม่น้อยกว่า 7,400,000	ไม่น้อยกว่า 7,400,000				ยผ./ชป./อปท./จท./กทม./ทน.	กองทัพบก*/ปภ./ปค./อปท. ฯลฯ/

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๒๐ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่ ๓ การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย(ต่อ)

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
2. การป้องกันน้ำท่วมชุมชนเมือง								
2.1 ระบบป้องกันชุมชนเมือง	จำนวนแห่ง	764	153	211	400	มท.	ยผ./กทม.	อปท.
	พื้นที่ได้รับการป้องกัน (ไร่)	1,745,881	304,165	538,155	903,561			
2.2 จัดทำผังน้ำในผังเมือง/ผังการระบายน้ำในระดับลุ่มน้ำ จังหวัด						สทนช.	สทนช./ยผ./กทม.	-
2.2.1 ผังน้ำ	จำนวนผังน้ำ	ทุกลำน้ำหลักและสาขา	ทุกลำน้ำสายหลัก	ทุกลำน้ำสาขา	ทบทวนปรับปรุงทุก 5 ปี		สทนช.	-
2.2.2 ผังการระบายน้ำ	จำนวนผังการระบายน้ำที่ดำเนินการในผังเมือง	ผังเมืองรวมจังหวัด 77 จังหวัด	ผังเมืองรวมจังหวัด 44 จังหวัด	ผังเมืองรวมจังหวัด 33 จังหวัด			ยผ./กทม.	-
2.3 เขื่อนป้องกันตลิ่ง	ระยะทางที่ดำเนินการ	1,681	539	530	612	มท.	ยผ./จท./อปท.	
3. จัดการพื้นที่น้ำท่วม/พื้นที่ชะลอน้ำ								
3.1 การพัฒนาและปรับปรุงพื้นที่ ชะลอน้ำ	จำนวนแห่ง	84	13	71	-	สทนช.	ชป.	ทล./ทช./ปภ.
	ปริมาณน้ำ(ล้านลบ.ม.)	4,612	2,050	2,562	-			
3.2 การพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพอาคารบังคับน้ำ และสถานีสูบน้ำเพื่อบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่เฉพาะจุด	จำนวนแห่ง	3,319	915	1,153	1,251			
	พื้นที่รับประโยชน์ (ไร่)	13,148,201	3,906,897	4,530,051	4,711,253			

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๒๐ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่ ๓ การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย(ต่อ)

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
4. บรรเทาอุทกภัยในเชิงพื้นที่อย่างเป็นระบบในระดับลุ่มน้ำ/พื้นที่วิกฤติ	ร้อยละการจัดทำแผนบรรเทาอุทกภัยในเชิงพื้นที่อย่างเป็นระบบในระดับลุ่มน้ำ/พื้นที่วิกฤติ	จัดทำแผนบรรเทา อุทกภัยในเชิงพื้นที่ อย่างเป็นระบบในระดับลุ่มน้ำ/พื้นที่วิกฤติ	จัดทำแผน 100 %		-	สทนช.	สทนช.	ปภ./ชป./ยผ./ทน./จท.
	ร้อยละพื้นที่ที่ได้รับการแก้ไขปัญหา	60	10	20	30		ปภ./ชป./ยผ./ทน./จท.	
5. การสนับสนุนการปรับตัว และเผชิญเหตุ	ร้อยละพื้นที่เสี่ยงจากอุทกภัยได้รับการจัดการด้วยการปรับตัวและเผชิญเหตุ	75	10	25	40	มท.	ปภ./สถ./อปท.	ทธ./ทน./ยผ./สสน./สทอภ.

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่ ๔ การจัดการคุณภาพน้ำและอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
1. การป้องกันและลดการเกิดน้ำเสียที่ต้นทาง	ร้อยละความสำเร็จในการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้มาตรฐานสำหรับครัวเรือน (ครัวเรือนที่เกิดขึ้นใหม่)	ทุกครัวเรือนในชุมชนเมืองได้รับการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย	ร้อยละ 10	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50	มท.	สถ./คพ. / สมอ./ อปท./ สส./จท.	สผ./ยผ.
2. การเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดและควบคุมการระบายน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม								
2.1 การพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน	จำนวนระบบบำบัดที่ก่อสร้างใหม่	741	100	185	456	มท.	สถ. /คพ./ อจน./ กทม./ อปท.	สผ.
	จำนวนระบบบำบัดที่เพิ่มประสิทธิภาพระบบเดิม	101	34	23	44			
	ร้อยละของปริมาณน้ำเสียที่รับการบำบัดได้ตามมาตรฐาน	ร้อยละ 57	ร้อยละ 19	ร้อยละ 27	ร้อยละ 11			
2.2 เพิ่มประสิทธิภาพ ในการควบคุมกำกับและบังคับการกับแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำในพื้นที่เป้าหมาย	จำนวนแห่ง	19,000 แห่ง	9,000 แห่ง	5,000 แห่ง	5,000 แห่ง		กรอ./สป.ทส./ สถ./อปท./คพ. (กรอ. ดำเนินการ 5 ปีแรก)	ปศ./กปม./ จท.
	ร้อยละของแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำที่ตรวจสอบได้รับ การจัดการ	ร้อยละ 80 ของแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำที่ตรวจสอบ	ร้อยละ 70	ร้อยละ 75	ร้อยละ 80			

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่ ๔ การจัดการคุณภาพน้ำและอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ(ต่อ)

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
2.3 กำหนดขีดความสามารถในการรองรับมลพิษของแหล่งน้ำ (carrying capacity) เพื่อควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิด	จำนวนลุ่มน้ำ	20 ลุ่มน้ำ	(9 ลุ่มน้ำ) ป่าสักชายฝั่งทะเลตะวันออก ปิง วังยม น่านสะแกกรังมูลชี	(6 ลุ่มน้ำ) เพชรบุรี ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ทะเลสาบสงขลา ตาปีภาคใต้ฝั่งตะวันตก	(5 ลุ่มน้ำ) ปัตตานีโตนเลสาป สาละวินโขงกก		คพ.	-
2.4 การนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับไปใช้ประโยชน์	ปริมาณน้ำที่ได้รับการบำบัดถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ ล้านลบ.ม./ปี	132	41	24	67		สถ./กทม./อจน.	-
3 การรักษาสมดุลของระบบนิเวศ	จำนวนลุ่มน้ำที่มีวางแผนจัดสรรน้ำเพื่อระบบนิเวศ	13 ลุ่มน้ำ	(5 ลุ่มน้ำ) เจ้าพระยา ท่าจีน แม่กลอง บางปะกง-ปราจีนบุรี	(3 ลุ่มน้ำ) ชายฝั่งทะเลตะวันออก เพชรบุรี ชายฝั่งทะเลตะวันตก	(5 ลุ่มน้ำ) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ตาปี ทะเลสาบสงขลา ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ปัตตานี	สทนช.	คพ./ชป./กฟผ.	สผ.

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่ ๔ การจัดการคุณภาพน้ำและอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ(ต่อ)

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
4. อนุรักษ์และฟื้นฟูแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วประเทศ	สัดส่วนพื้นที่ลำคลองที่ได้รับการฟื้นฟู	คลองในเขตกรุงเทพมหานคร ส่วนที่เหลือร้อยละ 90	ร้อยละ 50	ร้อยละ 25	ร้อยละ 15	สทนช./มท./ทส.	สทนช./กทม./มท./ทด./ชป./พม./จท./คพ./ทน.	สผ./ยผ./ปม./ธร./อปท.
	สัดส่วนพื้นที่ลำน้ำที่ได้รับการฟื้นฟู	ลำน้ำสายหลักทุกลุ่มน้ำความสำเร็จร้อยละ 75	- ลำน้ำสายหลักทุกลุ่มน้ำความสำเร็จร้อยละ 20 - สำรวจรังวัดพิสูจน์และสอบแนวแม่น้ำลำคลอง - จัดทำข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบการขุดลอกแม่น้ำลำคลอง	- ลำน้ำสายหลักทุกลุ่มน้ำความสำเร็จร้อยละ 30	- ลำน้ำสายหลักทุกลุ่มน้ำความสำเร็จร้อยละ 25			

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
	สัดส่วนพื้นที่ชุ่มน้ำและแหล่งน้ำที่ได้รับการฟื้นฟู	พื้นที่ชุ่มน้ำ (Ramsar Site) และพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับชาติ ความสำเร็จร้อยละ 90	พื้นที่ชุ่มน้ำ (Ramsar Site) และพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับชาติ ความสำเร็จร้อยละ 40	พื้นที่ชุ่มน้ำ (Ramsar Site) และพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับชาติ ความสำเร็จร้อยละ 50	-	สทนช./มท./ทส.	สทนช./กทม./มท./ทด./ชป./พม./จท./คพ./ทน.	สผ./ยผ./ปม./ธร./อปท.
		แหล่งน้ำธรรมชาติที่มีพื้นที่ผิวน้ำเกิน 1,000 ไร่ ความสำเร็จร้อยละ 90 ลำน้ำสาขา ความสำเร็จร้อยละ 50	แหล่งน้ำธรรมชาติที่มีพื้นที่ผิวน้ำเกิน 1,000 ไร่ ความสำเร็จร้อยละ 20	แหล่งน้ำธรรมชาติที่มีพื้นที่ผิวน้ำเกิน 1,000 ไร่ ความสำเร็จร้อยละ 20 ลำน้ำสาขา ความสำเร็จร้อยละ 20	แหล่งน้ำธรรมชาติที่มีพื้นที่ผิวน้ำเกิน 1,000 ไร่ ความสำเร็จร้อยละ 40 ลำน้ำสาขา ความสำเร็จร้อยละ 30			
	สัดส่วนพื้นที่ชุมชน (นอกเขต กทม. ที่เป็นชุมชนขนาดใหญ่) ริมแม่น้ำ ลำคลอง และแหล่งน้ำธรรมชาติ (ร้อยละของพื้นที่เป้าหมาย)	ความสำเร็จร้อยละ 90	ความสำเร็จร้อยละ 50	ความสำเร็จร้อยละ 40	-	สทนช./มท./ทส.	สทนช./กทม./มท./ทด./ชป./พม./จท./คพ./ทน.	สผ./ยผ./ปม./ธร./อปท.

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๒๐ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่ ๕ การอนุรักษ์ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรมและป้องกันการพังทลายของดิน

กลยุทธ์/แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย(ปี)				หน่วยงานอำนวยการขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
1.การอนุรักษ์ฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรม								
1.1ฟื้นฟูป่าต้นน้ำ(พื้นที่ป่าต้นน้ำในเขตป่าอนุรักษ์/ป่าสงวนฯ)	จำนวนพื้นที่ป่าที่ได้รับการปลูกฟื้นฟู (ไร่)	3,524,241	734,000	853,500	1,936,741	ทส.	อส./ปม.	สผ./มท./สทอภ./ภาคเอกชน
2.การป้องกันและลดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ต้นน้ำ								
2.1การป้องกันและลดการ ชะล้างพังทลายของดิน(พื้นที่ป่า ต้นน้ำในเขตป่าอนุรักษ์/ป่าสงวนฯ)	จำนวนพื้นที่(ไร่)	1,450,000	240,000	400,000	810,000	ทส./กษ.	อส./ปม.	สผ./ชป./อปท./ภาคเอกชน
2.2การป้องกันและลดการ ชะล้างพังทลายของดิน(พื้นที่เกษตรนอกพื้นที่อนุรักษ์)	จำนวนพื้นที่(ไร่)	20,000,000	1,000,000	5,000,000	14,000,000		พด.	สผ./ชป./ภาคเอกชน/อปท.

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๒๐ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่๖การบริหารจัดการ

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
1. จัดทำปรับปรุงกฎหมายและองค์กรด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ								
1.1 การจัดทำปรับปรุงทบทวนกฎหมายระเบียบข้อบังคับด้านทรัพยากรน้ำ	1. การจัดทำปรับปรุงทบทวน กฎหมายระเบียบข้อบังคับด้านทรัพยากรน้ำ 1.1 จัดทำอนุบัญญัติทรัพยากรน้ำ 1.2 ปรับปรุงกฎหมายระเบียบ ข้อบังคับและมาตรการที่เกี่ยวข้อง	35 เรื่อง/ประกาศบังคับใช้	จัดทำ/ประกาศใช้กฎหมายลำดับรอง 35 เรื่อง	ติดตามและปรับปรุงการบังคับใช้กฎหมายให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมอย่างต่อเนื่อง		สทนช.	สทนช./มท./ทส./กษ./อปท.	ทุกหน่วยงาน/ภาคประชาชน
1.2 ส่งเสริมพัฒนาองค์กรการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในระดับชาติ/ระดับลุ่มน้ำ/ระดับชุมชน	ระดับความสำเร็จของการจัดตั้งองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำระดับชาติ/ระดับลุ่มน้ำ/ระดับชุมชนตามพระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ	มีองค์กรทำหน้าที่บริหารจัดการด้านทรัพยากรน้ำในระดับชาติ/ระดับลุ่มน้ำ/ระดับชุมชน	- กนช. - สทนช. - คกก.(ทุกลุ่มน้ำ) - องค์กรผู้ใช้น้ำ	ดำเนินการต่อเนื่อง			สทนช.	ทุกหน่วยงาน
1.3 พัฒนากลไกความร่วมมือระหว่างประเทศด้านทรัพยากรน้ำ	ระดับความสำเร็จของการจัดทำความร่วมมือ/ แผนปฏิบัติการระหว่างประเทศและองค์กรระหว่างประเทศในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ 80	มีข้อตกลง/ ความร่วมมือระหว่างประเทศ	- มีแผนปฏิบัติการระหวางประเทศและองค์กรระหว่างประเทศ - ขับเคลื่อนร้อยละ 10	ขับเคลื่อนร้อยละ 40	ขับเคลื่อนร้อยละ 30		สทนช.	ทุกหน่วยงาน

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๒๐ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่๖การบริหารจัดการ (ต่อ)

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
2. การจัดทำแผนบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ	มีแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำทุกระดับเป็นมาตรฐาน สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาของประเทศ	แผนแม่บท/แผนปฏิบัติ/แผนการจัดสรรน้ำ/แผนภาวะวิกฤติทั้งลุ่มน้ำหลักและสาขาจัดทำเสร็จตามกำหนด	จัดทำแผนครบทุกลุ่มน้ำ	ทบทวนและปรับปรุงแผนทุก 5 ปี		สทนช.	สทนช.	ทุกหน่วยงาน
3. การติดตามและประเมินผล	ระดับความสำเร็จในการติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน	เป้าหมายสามารถวัดได้ถึงระดับผลกระทบ	เป้าหมายระดับผลผลิตและผลลัพธ์	เป้าหมายระดับผลลัพธ์และผลกระทบ	เป้าหมายระดับผลลัพธ์และผลกระทบ	สทนช.	สทนช.	ทุกหน่วยงาน
4. การพัฒนาระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ								
4.1 พัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพระบบฐานข้อมูลเพื่อการการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ	ระดับความสำเร็จในการจัดทำระบบฐานข้อมูลด้านทรัพยากรน้ำที่ทันสมัยถูกต้อง และบูรณาการเป็นมาตรฐานเดียวกันทุกหน่วยงานครอบคลุมทั้งระดับชาติลุ่มน้ำและชุมชน	มีระบบฐานข้อมูลด้านทรัพยากรน้ำที่ทันสมัยถูกต้องและบูรณาการเป็นมาตรฐานเดียวกันทุกหน่วยงานครอบคลุมทั้งระดับชาติลุ่มน้ำและชุมชนอย่างบูรณาการและมีธรรมาภิบาล	- พัฒนา/เชื่อมโยงระบบฐานข้อมูลระหว่างหน่วยงานเป็นมาตรฐานเดียวกัน(Bigdata) - มีระบบตรวจวัดและเตือนภัยครอบคลุมลุ่มน้ำหลัก - มีศูนย์ข้อมูลกลางที่ครอบคลุมลุ่มน้ำหลัก	- มีศูนย์ข้อมูลกลางครอบคลุมทุกจังหวัด - ชุมชนมีระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรน้ำของชุมชนใช้งานโดยใช้ข้อมูลระดับชุมชนจากศูนย์ข้อมูลระดับจังหวัด - มีระบบบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (platform) เพื่อใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างบูรณาการและมีธรรมาภิบาล		สทนช.	สทนช./อว./ดศ./ทส./กษ./มท.	ทุกหน่วยงาน

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๒๐ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

ตารางที่ ๒.๑.๔- ๑ เป้าหมาย กลยุทธ์ ตัวชี้วัดแผนแม่บทตามแผนแม่บทด้านที่๖การบริหารจัดการ (ต่อ)

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
5. การศึกษาวิจัยและพัฒนาการจัดการทรัพยากรน้ำ	ระดับความสำเร็จของการจัดทำงานศึกษาวิจัยและนวัตกรรมเพื่อขับเคลื่อนการบริหารจัดการน้ำของประเทศที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์	มีงาน วิจัยศึกษาพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ได้นำมาประยุกต์ใช้ขับเคลื่อนการบริหารจัดการน้ำของประเทศ	- กำหนดประเด็นและจัดทำแผนงาน - นำผลการวิจัยมาขยายผล	ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง		สทนช.	สทนช./อุดมศึกษาวิจัยและนวัตกรรม/อว.	ทุกหน่วยงาน
6. การประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วม								
1. เสริมสร้างการรับรู้และประชาสัมพันธ์นโยบาย/แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ	จำนวนช่องทางของการประชาสมพันธ์ 1.โทรทัศน์ 2. วิทยุ 3. หนังสือพิมพ์ 4. สิ่งพิมพ์ 5. เว็ปไซต์ 6. เครือข่ายสังคมออนไลน์ 7. ประชุม/สมมนา 8. นิทรรศการ 9. กิจกรรม 10. สื่อบุคคล	สร้างการรับรู้นโยบายแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำทั้ง 6 ด้านอันจะนำไปสู่ความร่วมมือในการพัฒนาและบริหารจัดการน้ำของประเทศ	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของช่องทางทั้งหมด	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของช่องทางทั้งหมด	ประชาสมพันธ์ในทุกช่องทางทั้งหมด	สทนช.	สทนช./กรมประชาสมพันธ์	ทุกหน่วยงาน
	ร้อยละของหน่วยงานด้านน้ำที่มีการประชาสัมพันธ์แผนแม่บทฯ		ดำเนินการให้ได้ร้อยละ 70	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของหน่วยงานด้านน้ำ	ทุกหน่วยงานด้านน้ำที่ต้องมีการประชาสัมพันธ์แผนแม่บทฯ			
	ร้อยละของการรับรู้ของประชาชนที่มีต่อแผนแม่บทการบริหารจัดการ		ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของกลุ่มตัวอย่าง	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของกลุ่มตัวอย่าง	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของกลุ่มตัวอย่าง			

กลยุทธ์ /แผนงาน	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย (ปี)				หน่วยงานขับเคลื่อน	หน่วยงานปฏิบัติ	
		20 ปี	61-65	66-70	71-80		หลัก	สนับสนุน
	ทรัพยากรน้ำ							
2. บูรณาการการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ	จำนวนเรื่อง/กิจกรรม	จัดทำกรอบงานและสนับสนุนการมส่วนร่วมขององค์กรผู้ใช้น้ำในการใช้	จัดกิจกรรมการมีส่วนร่วมให้แก่ภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง	ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง	ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง	สทนช.	สทนช.	ทุกหน่วยงาน
3.ผลักดันให้เกิดกลไกขยายผลความสำเร็จด้านการบริหารจัดการน้ำในระดับชุมชน/ระดับท้องถิ่น(ประเด็นการปฏิรูปประเทศ)	จำนวนหมู่บ้านที่สามารถบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้ด้วยตนเองและสามารถขยายผลความสำเร็จไปยังพื้นที่อื่น	ชุมชนสามารถบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ได้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน และเกิดเครือข่ายการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำชุมชน ตามแนวพระราชดำริชุมชนมีความเป็นอยู่ที่ดี เกิดความยั่งยืนในทุกมิติ (6,000หมู่บ้าน)	800หมู่บ้าน	2,200หมู่บ้าน	3,000หมู่บ้าน	สทนช.	สทนช./มท./อปท.	ทส./กษ./สสน./สกว./มูลนิธิปดทองหลังพระฯ/กองทัพบก*

ที่มา: แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ๒๐ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐)

หมายเหตุ:*มูลนิธิอุทกพัฒน์ฯสนับสนุนเชิงเทคนิคให้กองทัพบกและใช้แบบอย่างความสำเร็จของเครือข่ายจัดการน้ำชุมชนตามแนวพระราชดำริของมูลนิธิอุทกพัฒน์ฯขยายผลต่อไป

ภาคผนวก ซ

OECD SURVEY ON WATER GOVERNANCE FOR AWDO

Survey Respondent

Country	
Name	
Title	
Organisation	
Email	
Telephone	

Survey Contact and Response Deadline

The requested survey response deadline is XX

Please return the survey and any accompanyingdocuments to XXXXX.

For additional questions, do not hesitate to contact XXXX by e-mail or by phone: XX.

Objectives of the questionnaire

This questionnaire aims to collect information on water governance in various Asian countries as part of the Asian Water Development Outlook work. It seeks to gather factual data on the main arrangements and good practices of the water governance system. The Questionnaire uses the OECD Principles on Water Governance as the reading template, and has been divided into mutually reinforcing and complementary dimensions of water governance:

1. Institutional mapping of roles and responsibilities at central government level
2. Institutional mapping of actors and stakeholders at regional and local level
3. Legal and policy framework and stakeholder engagement
4. Capacity development and innovation
5. Data and Monitoring
6. Integrity and Transparency

Somedefinitions

For the purposes of this survey, the following definitions are used:

- **Water Governance** is distinct from *watermanagement*, which refers to operational, on-the-ground activities to align water resources, supply, consumption and recycling. “Water governance” means rules and practices for decision-making about water policy and their implementation, *i.e.* the range of political, institutional, and administrative processes through which stakeholders articulate their interests, their concerns are considered, decisions are taken and implemented, and decision-makers are held accountable in the development and management of water resources and delivery of water services.
- **Multi-level Governance:** This term is used to characterise the relationship between public actors situated at different administrative and territorial levels. This creates layers of actors who interact with each other: 1) across different levels of government (vertically); 2) among relevant actors at the same level (horizontally at central or at subnational level); or 3) in a networked manner. This relationship exists regardless of constitutional system (federal or unitary) and impacts the implementation of public policy responsibilities.
- **Supranational**: formal legal authority, decision-making power, soft law (guidelines, recommendations etc.) or conditional transfers from an institution (*e.g.* European Commission) or international body (World Trade Organisation, OECD, World Bank etc.) to member states.
- **National or Central** : central or federal government
- **Regional :** state, region, province, canton, or autonomous community government
- **Local** : mainly municipalities

1. Clear roles & responsibilities

QUESTIONS	ANSWERS	
- Is there a dedicated water policy, indicating goals, duties, resources needed?		
	If yes, please specify:	
- In your country, is there an environmental law in place?		
	If yes, please specify:	
- Have applicable binding and non-binding water-related international or supranational frameworks and regulations been transposed at national (or subnational) level(s)?		
- Is there a need/desire for institutional and/or legal reform?		
	If yes, please specify:	

2. Appropriate scales

QUESTIONS	ANSWERS	
Does you country have catchment based organisations?		
	If yes, please specify how many:	
- Where they exist, do catchment-based organisations have the adequate level of autonomy, staff and budget to carry out their functions?		
- Where they exist, how are they financed?		
- Where they exist, what are their missions?		
- Where they exist, do they have operational management plans?		
- Are there policy and economic instruments in place to manage too much, too little and too polluted water at hydrographic scale?		
	If yes, please specify which ones:	
- At subnational level, do cities above 1 million inhabitants have a dedicated water strategy? - Where they exist, are these strategies publicly available?		
	If yes specify how/where	
- In your country, is there a functioning water trading market?		
- Is your country part of a transboudanry basin/catchment? - If yes, is there a transboundary agreement on water quantity, quality and/or environmental flows?		
- Are there vertical co-ordination mechanisms or incentives that foster policy alignment, complementarities and co-operation across central and subnational governments?		
	If yes, please specify which ones:	
- Are the the most frequent obstacles for effective vertical co-ordination across different levels of governments?		
- At utility level: Is financial sustainability taken into account in urban water planning with regards both to infrastructure/asset and O&M aspects? Do municipal governments/utilities take into account are water conservation and equity taken into when setting the tariffs? Is it allowed to disconnect domestic households for non-payment of bills? Are there adjusted tariffs for households with lower revenues?		

3. Policy coherence

QUESTIONS		ANSWERS	
- Is there a dedicated WASH policy to drive economic and sustainable growth?			
	- If yes, is such WASH policy:	indicating goals?	
		indicating duties?	
		indicating resources needed?	
		being effectively implemented?	
- Is there a dedicated policy for water-related disasters?			
	- If yes, is such ater-related policy:	indicating goals?	
		indicating duties?	
		indicating resources needed?	
		being effectively implemented?	
- Are there evacuation plans (SOPs)?			
- Is there a dedicated water quality and preservation policy to improve water bodies?			
	- If yes, is such WASH policy:	indicating goals?	
		indicating duties?	
		indicating resources needed?	
		being effectively implemented?	
- Are there financial incentives offered by governments to protect/restore water quality?			
- Are data and projections on water demanded from agriculture, industry (including energy) and households available and guiding decisions about handling competing uses now and in the future?			
- Are costs due to absent/poor water-related policy coherence evaluated and available to decision makers?			
- Are benefits from policy coherence and policy complementarities evaluated and showcased to decision makers and key stakeholders?			
		If yes specify how:	
- Are there provisions, frameworks or instruments to ensure that decisions taken in other sectors are water-wise?			
		If yes specify how:	
- Are there horizontal co-ordination mechanisms at subnational and national levels?			
		If yes specify:	
- What are the most frequent obstacles to effective horizontal co-ordination?			
- Are there conflict mitigation and resolution mechanisms to manage trade-offs across water-related policy areas?			
		If yes specify how:	

4. Capacity

QUESTIONS	ANSWERS
- Are there incentives to create water careers in the public sector?	If yes, specify which ones:
- Are there guidelines or standards for capacity building across authorities at all levels?	
- Are there peer-to-peer dialogue platforms across river basin organisations?	
Are there networks of utilities and networks of basin organisations at national level?	
- Are institutional strengthening and soft capacity included into technical assistance programmes?	
- Are there decentralised co-operation mechanisms to foster north-south, south-south and north-north experience learning, capacity building and knowledge transfer?	
- Is there regular capacity building program for different levels of stakeholders?	
- What mainly motivates disaster management planning and action?	

5. Data & information

QUESTIONS	ANSWERS	
- Are the following data on water and sanitation services available?		
* service coverage		
* cost of water services (transporting and supplying water; collecting and treating wastewater; identification of records relating to personnel and equipment)		
* cost recovery and prices in relation to consumer income and purchasing power		
* knowledge of assets, maintenance of infrastructure programmes to ensure sustainable operation, maintenance and renewal		
* drinking water and wastewater quality controls against specified standards		
- In particular, how does the utility monitor Non-revenue water (NRW) and efficiency?		
- Are key data on water services publicly available and communicated to customers?		
	Yes, please specify how:	
- Is the water supply and sanitation information system harmonised, integrated, standardised and co-ordinated across relevant agencies and responsible authorities across relevant governance scales?		
- Are key data on water resources management publicly available and communicated to users?		
	Yes, please specify how:	
- Is the integrated water resources management water information system harmonised, integrated, standardised and co-ordinated across relevant agencies and responsible authorities across relevant governance scales?		
- Are the following data on risk management available?		
* projections/scenarios with reference to climate change and exposed lives and goods, risks of floods, drought and accidental pollution		
* meteorological data, including data on rainfall		
* data on water flows and pressures and extension of flooded areas for known events		
* historical data on water disasters		
* data on vulnerability (human beings and properties)/ exposure to risk		
- Are key data on water risk management publicly available and communicated to citizens?		
	Yes, please specify how:	
- Is the risk management water information system harmonised, integrated, standardised and co-ordinated across relevant agencies and responsible authorities across relevant governance scales?		
- Are there real-time data and do they guide decision making?		
	Yes, please specify how:	
- Are there bottom-up mechanisms to produce and disclose water-related data and information in a shared responsibility across levels of government, public, private and non-profit stakeholders?		
	Yes, please specify how:	
- Are there platforms for dialogue between data producers and users?		
	Yes, please specify how:	
- Are there incentives or forms of co-operation between primary and other data producers?		
	Yes, please specify:	
- Do online platforms/tools/agreements exist for experience and knowledge sharing?		
- Do incentives exist to produce, disclose and use water-related data and information, through innovative ways?		
	Yes, please specify:	

6. Financing

QUESTIONS	ANSWERS	
- Are there enough financial revenues (taxes, tariffs, transfers) to cover operational costs and long-term assets renewal to protect ecosystems services and to finance biodiversity programmes?		
- Is there standardised/harmonised guidance at national or subnational level for setting and governing economic instruments such as tariffs, abstraction or pollution charges, groundwater tax?		
- Are abstraction charges in place to foster water-use efficiency and collect revenues?		
- Are pollution charges in place to foster water quality management and collect revenues?		
- Are there schemes or incentives for payment for environmental services?		
- Do flexible and solidarity mechanisms exist in case of water-related disasters?		
- Are there multi-annual strategic plans to review short-, medium- and long-term investment needs and support policy continuity?		
- Are there investment plans and programmes and do they guide decision making?		
- Are there clear budget transparency principles and rules applied at all levels of government?		
- Are there measures to minimise unnecessary administrative burdens when collecting and disbursing water-related revenues?		
- Are there reporting mechanisms and audits of financial administration for water-related expenditure?		
	If yes specify:	
- Are there mechanisms or incentives to foster the efficient and transparent allocation of water-related revenues?		
	If yes specify:	

7. Regulatory framework

QUESTIONS	ANSWERS	
- Is there a systematic requirement to consider existing international standards and norms in the development and revision of national and/or subnational legal frameworks?		
- In your country, is the right to water and sanitation recognized?		
	If yes, please specify:	
- Are there a dedicated regulatory agency(ies)/bodies or capacities (e.g. within a ministry) in charge of enforcement and compliance for water resources, water services and disaster risk management?		
	If yes, please specify:	
- When they exist are regulatory agencies subject to by laws or internal regulations that clearly state their mandate and powers?		
- Are relevant regulatory and inspection authorities embedded with resources in line with their mandate?		
- In case of dedicated regulatory agency(ies), are they financially independent?		
- Do regulatory authorities take decisions that can also be legally binding?		
- Are evaluation mechanisms in place to systematically and regularly performance/effectiveness, gaps and overlaps in the regulatory framework?		
- At what scale are the following regulatory functions being fulfilled?		
	Tariff regulation	
	Quality standards for drinking water	
	Quality standards for wastewater treatment	
	Defining public service obligations	
	Defining technical / industry and service standards	
	Setting incentives for efficient use of water resources	
	Setting incentives for efficient investment	
	Information and data gathering	
	Monitoring of service delivery performance	
	Customer engagement	
	Consumer protection and dispute resolution	
	Licensing of water operators	
	Supervision of contracts with utilities / private actors	
	Analysing water utilities' investment plans / business plans	
	Tariff regulation	
	Quality standards for drinking water	
	Quality standards for wastewater treatment	
	Defining public service obligations	
- Are water-related legislations subject to regulatory impact assessment?		
- Are there reviews of the governance and performance of regulatory and inspection agencies or bodies?		
- Are there water-specific inspectors (e.g. a water "police") or other specific enforcement tools in place?		
	If yes, please specify:	
- Are there requirements to disclose information and inputs used for regulatory decisions?		
- can regulatory decisions taken be repealed?		
- Are there mechanisms to solve water-related disputes (be they water-specific or not)?		
	If yes, please specify:	
- Where self-regulation mechanisms exist, are they object of regular performance assessment?		

8. Innovation

QUESTIONS	ANSWERS	
- Are there any public bodies or accredited bodies fostering innovation (financing, sharing feedback, assessing, incentivising)?		
- Do innovative tools and processes exist to: * build capacities * raise awareness * engage stakeholders * share information * engage within and across organisations?		
- Are information and communication technologies used to guide better public action in water management?	If yes, please specify how:	
- Are there reviews to evaluate the state of play of and potential for technical and non-technical innovation, costs/benefits of innovation, as well as regulations and standards hindering innovation?		
- Do platforms exist to draw lessons from failures in water policy and governance, and to catalyse and scale-up best practices and success stories?		
- Are there innovative co-operation mechanisms across territories and water users?	If yes, please specify:	

9. Integrity & transparence

QUESTIONS	ANSWERS	
- Are relevant international conventions, resolutions or frameworks related to transparency and integrity transposed into national legislation?	If yes, please specify:	
- Are there institutional anti-corruption plans, codes of conduct or integrity charters?	If yes, please specify:	
- Are executive, legislative and judiciary powers clearly separated?		
- Are there provisions for whistle-blower protection in legal and institutional frameworks? Are whistle-blower policies internalised within all public water sector organisations?	If yes, please specify:	
- Are whistle-blower policies internalised within all public water sector organisations?		
- Are corruption risks and actual corruption in the water sector (e.g. manipulation of knowledge and information, bribery, extortion) diagnosed?	If yes, please specify how:	
- Are there evaluation tools to track budget transparency in the water sector?	If yes, please specify:	
- Are water accounts separated to ensure traceability of the water money?		
- Are there mechanisms/tools to track transparency, accountability and participation in the water sector?	If yes, please specify:	
- Are there mechanisms to assess the economic, social and environmental costs of water-related corruption?	If yes, please specify:	
- Are there processes and/or platforms for dialogue on the drivers to corruption and malpractices?	If yes, please specify:	
- Are there requirements in place for regular financial disclosure of assets, income and interests?	If yes, please specify:	
- Are anti-bribery management systems in place?	If yes, please specify:	

10. Stakeholder engagement

QUESTIONS	ANSWERS	
- Is the Arhus Convention and/or other legal and institutional frameworks for stakeholder engagement adopted?		
- Was a stakeholder mapping carried out to make sure that all those who have a stake in the outcome or that are likely to be affected Are clearly identified, and their responsibilities, core motivations and interactions understood?		
-More specifically, are the following groups engaged?	Poor populations	
	People living with disabilities	
	Women	
	Indigenous populations	
	Other	
- Do local pressure groups exist?		
- Are the ultimate line of decision-making, the objectives of stakeholder engagement and the expected use of inputs clearly defined?		
- Are there mechanisms or regular assessments of stakeholder engagement costs or obstacles at large?		
- Is needed information for result-oriented stakeholder engagement shared?		
	If yes specify how:	
- Is the type and level of engagement customised and the process flexible to adjust to changing circumstances?		
- Is there a national multi-stakeholder co-ordination platform including representatives from public, private and non-profit sectors and different categories of users?		
- Are there mechanisms in place to engage science in decision making?		
	If yes specify how:	
Are there formal and informal mechanisms to engage stakeholders?		
	If yes specify how:	
- Do tailored communication strategies exist for relevant stakeholders, including the general public, regarding all aspects of water management?		
- In your country, are indigenous/traditional water rights and uses protected?		
	If yes specify how:	
- Is there a dedicated vulnerable people policy?		
- If yes, is such vulnerable people policy:	indicating goals?	
	indicating duties?	
	indicating resources needed?	
	being effectively implemented?	

11. Trade-offs

QUESTIONS	ANSWERS	
- Are there requirements/frameworks for prioritisation among water uses in case of scarcity or emergency situations?		
	If yes please specify:	
In vase of prioritized allocation, please rank:	Municipal/domestic uses	
	Industry	
	Energy	
	Irrigation and breeding	
	Environmental sustainability	
- Are there explicit measures in place to identify access to water services by vulnerable groups, such as poor populations, people living with disabilities, women, indigenous populations?		
Are all people guaranteed a minimum amount of water for their needs?		
	If yes how is it financed?	
- Are rural-urban linkages clearly identified and addressed in water management?		
	If yes specify how:	
- Are there social tariffs or other measures for vulnerable categories of water users?		
- Are the capacity to pay and willingness to pay of water users evaluated through solid economic analysis and dedicated surveys?		
- Are analyses for supporting decision-making carried out in case of conflicting objectives across users, or geographical/social disparities in accessing water resources and services? (e.g. multi-criteria decision analysis, cost-benefit analysis).		
- Are groundwater extractions monitored and allocated?		

12. Monitoring & evaluation

QUESTIONS	ANSWERS	
- Do formal requirements exist for evaluation and monitoring?		
- Are there agreed-upon key performance indicators?		
- Do monitoring and reporting mechanisms exist?		
- Are there provisions or incentives for civil society monitoring?		
	If yes, please specify which ones:	
- Are there financial resources available to train civil society organisations in project monitoring?		
- Are the results of the monitoring and evaluation process shared with the wider public?		
	If yes, please specify how:	
- Does a national co-ordination platform or alike produce evaluation and monitoring reports for parliamentarian discussion on water issues?		

ภาคผนวก ฌ
ความมั่นคงด้านน้ำ และธรรมาภิบาลด้านน้ำ ของประเทศ

การศึกษาความมั่นคงด้านน้ำของไทย ใช้กรอบแนวคิดของ ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB)โดยดำเนินการศึกษาสำรวจในปี 2556 ปี 2559 และปี 2562 อย่างไรก็ตาม ทางธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ซึ่งเป็นผู้ศึกษาและพัฒนา กรอบแนวคิดนี้ ตั้งแต่เริ่มแรกและจัดทำรายงานแนวโน้มการพัฒนาแหล่งน้ำแห่งเอเชีย (Asian Water Development Outlook, AWDO) ออกเผยแพร่สู่สาธารณะมาจนถึงปัจจุบันทั้งหมด 3 ครั้ง ได้แก่ ปี 2550, 2556, และ 2559 และในปัจจุบัน (ปี 2563) กำลังอยู่ระหว่างการเผยแพร่ผลการศึกษาสำรวจที่ได้พัฒนาแนวคิดและนำประเด็นใหม่ อาทิ ประเด็นด้านธรรมาภิบาลด้านน้ำ และด้านการเงินของความมั่นคงด้านน้ำเข้ามาร่วมพิจารณา เพื่อเสริมความแข็งแกร่งของการศึกษาความมั่นคงด้านน้ำโดยให้รายละเอียดไว้ในรายงาน AWDO2020

ด้วยเหตุนี้ เพื่อให้การศึกษาความมั่นคงด้านน้ำของไทยมีความทันสมัยและสอดคล้องกับรายงาน AWDO 2020 จึงควรมีการจัดทำรายงานความมั่นคงด้านน้ำของไทยที่เพิ่มเติมประเด็นด้านธรรมาภิบาลด้านน้ำ และด้านการเงินของความมั่นคงด้านน้ำทั้งในระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และในเชิงพื้นที่ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า ทาง สทนช ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่หลักในการบริหารจัดการน้ำของประเทศได้เริ่มดำเนินศึกษาในเรื่องธรรมาภิบาลด้านน้ำ เนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งในการศึกษาในเรื่อง IWRM ของประเทศ แต่การสำรวจของสทนช. เป็นการทำงานในระดับประเทศ ดังนั้น ทางโครงการขับเคลื่อนฯ ควรดำเนินการศึกษาในเรื่องธรรมาภิบาลด้านน้ำควบคู่กันไป ทั้งในระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และในเชิงพื้นที่ เพื่อให้เป็นการเสริมให้การศึกษาวิจัยในงานความมั่นคงด้านน้ำมีข้อมูลที่ครอบคลุมและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รายงานแนวโน้มการพัฒนาแหล่งน้ำแห่งเอเชีย (Asian Water Development Outlook,(AWDO) AWDO 2020

ในปัจจุบัน ADB ได้มีการปรับปรุง รายงานแนวโน้มการพัฒนาแหล่งน้ำแห่งเอเชีย (Asian Water Development Outlook,(AWDO) และนำเสนอ AWDO 2020 สู่สาธารณะ โดยในรายงานฉบับนี้ ได้เพิ่มประเด็นทางด้านธรรมาภิบาลและการเงินเข้ามาร่วมพิจารณา นอกจากนี้ ในการประเมินความมั่นคงทางน้ำในรายงาน ADWO 2020 ยังได้พิจารณาถึงความเสี่ยงในอนาคต รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว เพราะความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในระยะยาวจะทำให้ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง เช่น น้ำท่วมและภัยแล้งมีความรุนแรงยิ่งขึ้น

ในรายงาน AWDO 2020 มีเนื้อหาประกอบด้วย 1. ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำ 5 มิติ 2. ประเด็นทางด้านธรรมาภิบาลและการเงินและ 3. การนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติ - กรณีศึกษาใน ประเทศอินเดีย สาธารณรัฐประชาชนจีน ไทย และติมอร์ – เลสเต

วัตถุประสงค์สำคัญ 3 ประการของ AWDO 2020 ได้แก่ (1) ให้ภาพรวมและเครื่องมือเกี่ยวกับความมั่นคงทางน้ำสำหรับเอเชียและแปซิฟิก (2) ให้ข้อมูลและกำหนดกรอบในการจัดทำประเด็นด้านธรรมาภิบาล และด้านการเงินของความมั่นคงด้านน้ำ และ (3) แสดงให้เห็นถึงความคืบหน้าในการดำเนินงานในเรื่องความมั่นคงทางน้ำในปี 2556, 2559, และปี 2563

ทั้งนี้ ทาง ADB ได้ทำการศึกษาและสำรวจในเรื่องความมั่นคงด้านน้ำและจัดทำรายงานเพื่อเผยแพร่แนวคิด และผลสำรวจมาจนถึงปัจจุบัน ได้แก่ รายงานในปี 2550, 2556, และ 2559 โดยมีการดำเนินงานดังนี้

ปี 2550 -ADB ร่วมกับ Asia Pacific Water Forum พัฒนาแนวคิด ความมั่นคงด้านน้ำ

ปี 2556 - ดำเนินการพัฒนาวิธีการวิจัยในการประเมินความมั่นคงด้านน้ำแห่งชาติ

ปี 2559 - ปรับปรุงวิธีการและติดตามความคืบหน้า

นอกเหนือจากดัชนีความมั่นคงด้านน้ำ 5 มิติ ได้แก่ มิติที่ 1 (KD1)- ความมั่นคงของน้ำในครัวเรือน มิติที่ 2 (KD2) - ความมั่นคงทางเศรษฐกิจ มิติที่ 3 (KD3)- ความมั่นคงของน้ำในเมือง มิติที่ 4 (KD4) - ความมั่นคงทางน้ำสิ่งแวดล้อม และมิติที่ 5 (KD5)– ความยืดหยุ่นต่อภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับน้ำ ในปัจจุบัน ปี 2563 ทาง ADB ได้ดำเนินการ ปรับปรุงวิธีการ ดังนี้

ปี 2563 ทาง ADB ได้ดำเนินการ ปรับปรุง

- KD1 ได้เน้นการศึกษาสำรวจในครัวเรือนในชนบท
- KD5 ได้ศึกษาสำรวจโดยรวมถึงประเด็นด้านความเสี่ยงและความยืดหยุ่นต่อการรับมือกับภัยพิบัติ
- การใช้ฐานข้อมูลใหม่ (ข้อมูลที่เปิดเผยต่อสาธารณะทั้งหมด)
- กำหนดประเด็นในการศึกษาและสำรวจในด้านการเงินและการกำกับดูแลในความมั่นคงทางน้ำโดย OECD
- จัดทำกรณีศึกษาในประเทศต่างๆ ได้แก่ ประเทศไทย, เมืองกานาทากะในประเทศอินเดีย, PRC, ติมอร์ - เลสเต)
- กำหนดกรอบความเสี่ยงในอนาคต (เช่น ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้านสุขภาพ)

- จัดทำเว็บไซต์ Living AWDO

ธรรมาภิบาลด้านน้ำ

การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่ไม่เหมาะสมเป็นสาเหตุหลักของความไม่มั่นคงทางน้ำนำมาสู่การนำหลักธรรมาภิบาลด้านน้ำเข้ามาร่วมศึกษาความมั่นคงด้านน้ำ ในรายงาน AWDO 2020 ได้นำหลักการธรรมาภิบาลในด้านน้ำ OECD (2015) มาใช้เป็นกรอบในการศึกษา โดยมีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ประสิทธิผล (2) ประสิทธิภาพ และ(3)ความน่าเชื่อถือและการมีส่วนร่วม ซึ่งประกอบด้วยหลักการ 12 หลักการ ดังนี้

1. หลักประสิทธิผล (Effectiveness) เพื่อกำหนดเป้าหมายนโยบายน้ำอย่างยั่งยืน และเป้าหมายในทุกระดับของรัฐบาล เพื่อใช้เป้าหมายนโยบายเหล่านั้นและเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่คาดหวัง หลักประสิทธิผล (Effectiveness) ประกอบด้วย

- บทบาท-ความรับผิดชอบชัดเจน/กฎ-กติกา (Clear roles and responsibilities)

- ระบบการจัดการลุ่มน้ำแบบบูรณาการ (Appropriate scales)

- ความเชื่อมโยงการจัดการน้ำกับทรัพยากรอื่น (Policy coherence)

- กำหนดภารกิจหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Capacity development)

2. หลักประสิทธิภาพ (Efficiency) เพื่อเพิ่มประโยชน์ของน้ำอย่างยั่งยืน การจัดการและสวัสดิการในราคาที่ถูกที่สุดสำหรับสังคม หลักประสิทธิภาพ (Efficiency) ประกอบด้วย

- จัดการข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับด้านน้ำ (Data and information)

- การลงทุนและการจัดสรรงบประมาณ (Financing)

- การกำกับดูแลการจัดการน้ำถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ (Regulatory frameworks)

- การสร้างนวัตกรรมและยอมรับ (Innovation)

3. หลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน (Trust & engagement) เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับประชาชน และสร้างความมั่นใจว่าการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียผ่านความชอบธรรมทางประชาธิปไตยและความเป็นธรรมต่อสังคมส่วนใหญ่ หลักการไว้เนื้อเชื่อใจและความผูกพัน(Trust & engagement) ประกอบด้วย

- ความซื่อสัตย์และความโปร่งใส (Integrity (Integrity and transparency)

- การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder engagement)

- การแลกเปลี่ยนระหว่างผู้ใช้น้ำ พื้นที่ และเมือง (Trade -offs)

- การติดตามและประเมินผล (Monitoring and evaluation)

รูปแสดงหลักการกำกับดูแลน้ำของ OECD (2015)

ในปัจจุบันทางสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) อยู่ในระหว่างพิจารณาดำเนินการจัดทำดัชนีชี้วัดธรรมาภิบาลด้านน้ำ (Water Governance) ของประเทศโดยใช้แบบสอบถามของทาง OECD ว่าด้วยการกำกับดูแลน้ำเป็นต้นแบบในการศึกษาข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยคำถาม ดังนี้

1. แผนเชื่อมโยงบทบาทและความรับผิดชอบของหน่วยงานในระดับประเทศ /ส่วนกลาง (central government level)
2. แผนเชื่อมโยงผู้แสดง (actor) และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในระดับภายในประเทศ (subnational level) ได้แก่ ระดับภูมิภาคและระดับท้องถิ่น
3. กฎหมายและกรอบนโยบายและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
4. การพัฒนาขีดความสามารถและนวัตกรรม
5. ข้อมูลและการตรวจสอบ
6. ความซื่อสัตย์และความโปร่งใส

ภาคผนวก ญ
การจัดการน้ำอุทกภัยในประเทศไทย

อุทกภัย (Flood) เป็นหนึ่งในสาธารณภัย (เช่น ภัยแล้ง อัคคีภัย วาตภัย) ที่สร้างความเสียหายให้กับประเทศ ความหมายของตามคำจำกัดความของ ปภ. มีดังนี้

ภัยจากอุทกภัย หมายถึง เหตุการณ์ที่มีน้ำท่วมพื้นดินสูงกว่าระดับปกติ ซึ่งมีสาเหตุจากมีปริมาณน้ำฝนมากจนทำให้มีปริมาณน้ำส่วนเกินมาเติมปริมาณน้ำผิวดินที่มีอยู่ตามสภาพปกติจนเกินขีดความสามารถการระบายน้ำของแม่น้ำลำคลอง และยังมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ โดยการปิดกั้นการไหลของน้ำตามธรรมชาติ ทั้งเจตนาและไม่เจตนา จนเป็นอันตรายต่อชีวิต ทรัพย์สินของประชาชนและสิ่งแวดล้อม สามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดได้ ดังนี้

(1)น้ำท่วมขัง/น้ำล้นตลิ่ง หมายถึง สภาวะน้ำท่วมหรือสภาวะน้ำล้นตลิ่งที่เกิดขึ้นเนื่องจากระบบระบายน้ำไม่มีประสิทธิภาพ มีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป อันเป็นผลจากการเกิดฝนตกหนัก ณ บริเวณนั้นๆ ติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน มักเกิดขึ้นในบริเวณที่ราบลุ่มริมแม่น้ำและบริเวณชุมชนเมืองใหญ่ ๆ น้ำท่วมขังส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณท้ายน้ำและแผ่เป็นบริเวณกว้างเนื่องจากไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน

(2) น้ำท่วมฉับพลัน หมายถึง สภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันในพื้นที่เนื่องจากฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ซึ่งมีความชันมาก และมีคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำหรือต้านน้ำน้อยหรืออาจเกิดจากสาเหตุอื่น ๆ เช่น เขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำพังทลาย น้ำท่วมฉับพลัน มักเกิดขึ้นหลังจากฝนตกหนัก และ มักเกิดขึ้นในบริเวณที่ราบระหว่างหุบเขา ซึ่งอาจจะไม่มีฝนตกหนักในบริเวณนั้นมาก่อนเลย แต่มีฝนตกหนักมากบริเวณต้นน้ำที่อยู่ห่างออกไป การเกิดน้ำท่วมฉับพลันมีความรุนแรงและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมาก โอกาสที่จะป้องกันและหลบหนีจึงมีน้อย

ที่มา ปภ. 2558

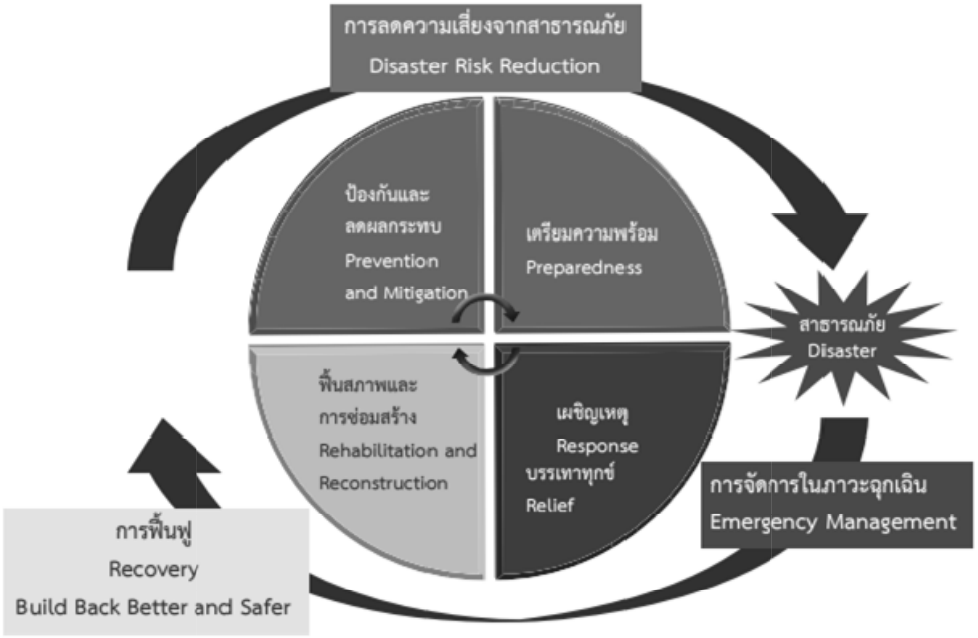
การจัดการความเสี่ยงจากสาธารณภัย

เนื่องจากสาธารณภัยเป็นเรื่องที่จัดการได้โดยไม่จำเป็นต้องรอให้ภัยเกิดขึ้นก่อนดังนั้นเพื่อให้การดำเนินการมีประสิทธิภาพ จึงควรให้ความสำคัญกับ“การจัดการความเสี่ยงจากสาธารณภัย (Disaster Risk Management : DRM)” ประกอบด้วย

การลดความเสี่ยงจากสาธารณภัย (Disaster Risk Reduction : DRR) ได้แก่ การป้องกัน (Prevention) การลดผลกระทบ (Mitigation) และการเตรียมความพร้อม (Preparedness)

<u>การจัดการในภาวะฉุกเฉิน</u> (Emergency Management) ได้แก่ การเผชิญเหตุ (Response) และการบรรเทาทุกข์ (Relief)

<u>การฟื้นฟู</u>(Recovery) ได้แก่ การฟื้นสภาพและการซ่อมสร้าง (Rehabilitation and Reconstruction) การสร้างให้ดีกว่าและปลอดภัยกว่าเดิม (Build Back Better and Safer)



รูปแสดง วงจรการจัดการความเสี่ยงจากสาธารณภัย , ปภ. 2558

อุทกภัย เป็นสาธารณภัยที่เกิดจากฝนตกหนัก และฝนตกสะสมเป็นเวลานาน ทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน น้ำท่วมขัง และน้ำล้นตลิ่ง ประชาชนได้รับความเดือดร้อน สิ่งสาธารณประโยชน์และทรัพย์สินของประชาชนได้รับความเสียหาย โดยมีสาเหตุหลัก ได้แก่ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามันและประเทศไทยในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้ในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม ร่องมรสุมที่พาดผ่านภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือภาคกลาง รวมถึงหย่อมความกดอากาศต่ำ และพายุหมุนเขตร้อน (ดีเปรสชั่น โซนร้อน และไต้ฝุ่น) นอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่น ๆ ที่ไม่ได้เกิดขึ้นจากธรรมชาติ เช่น อ่างเก็บน้ำ เขื่อนแตก เป็นต้น (ที่มา ปภ. 2558) สำหรับภัยจากน้ำท่วม มักจะเกิดในช่วงเดือน มิ.ย. – ก.ย. ส่วนในพื้นที่ภาคใต้ จะเกิดในช่วง พ.ย. –ธ.ค. ของทุกปี

รูปแสดง ปฏิทินสาธารณภัย , ปภ. 2558

ประเทศไทยมักประสบกับปัญหาน้ำท่วมอยู่เป็นประจำในเกือบทุกภูมิภาค นอกเหนือจากสภาพภูมิประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตที่มีลมมรสุมพัดผ่านทำให้มีปริมาณฝนตกมากแล้ว ผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ทำให้ประเทศไทยมีแนวโน้มเกิดอุทกภัยบ่อยครั้งและขยายวงกว้างขึ้น รวมถึงมีความรุนแรงมากขึ้น จากข้อมูลสถิติของ ปภ. ระหว่างปี 2557-2561 จากศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พบว่า

ปี 2557 มีพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมทั้งหมด 58 จังหวัด 440 อำเภอ สร้างความเสียหายแก่ทรัพย์สินรวม 323,578,804 บาท มีประชาชนเดือดร้อนทั้งสิ้น 1,810,748 คน และมีพื้นที่การเกษตรได้รับผลกระทบ 1,706,254 ไร่

ปี 2558 มีพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมทั้งหมด 49 จังหวัด 241 อำเภอ สร้างความเสียหายแก่ทรัพย์สินรวม 162,063,478 บาท มีประชาชนเดือดร้อนทั้งสิ้น 885,915 คน และมีพื้นที่การเกษตรได้รับผลกระทบ 694,282 ไร่

ปี 2559 มีพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมทั้งหมด 62 จังหวัด 252 อำเภอ สร้างความเสียหายแก่ทรัพย์สินรวม 271,167,957 บาท มีประชาชนเดือดร้อนทั้งสิ้น 1,128,447 คน และมีพื้นที่การเกษตรได้รับผลกระทบ 566,972 ไร่

ปี 2560 มีพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมทั้งหมด 68 จังหวัด 698 อำเภอ สร้างความเสียหายแก่ทรัพย์สินรวม 1,050,281,997 บาท มีประชาชนเดือดร้อนทั้งสิ้น 3,678,474 คน และมีพื้นที่การเกษตรได้รับผลกระทบ 5,087,352 ไร่

ปี 2561 มีพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมทั้งหมด 66 จังหวัด 420 อำเภอ สร้างความเสียหายแก่ทรัพย์สินรวม 542,067,800 บาท มีประชาชนเดือดร้อนทั้งสิ้น 1,009,289 คน ส่วนพื้นที่การเกษตรซึ่งได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมในปี 2561 ไม่ได้ระบุไว้

ที่มา https://workpointtoday.com/flood-11/

การจัดการอุทกภัย

สำหรับมาตรการจัดการอุทกภัยในประเทศไทย ใช้ทั้งกลไกเชิงโครงสร้างและไม่ใช้โครงสร้าง ภายใต้การดำเนินงานของหน่วยงานสำคัญๆ ได้แก่

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) กระทรวงมหาดไทย

ปภ. ได้ขับเคลื่อนการวางระบบการจัดการอุทกภัยในระดับพื้นที่ ภายใต้กลไกเชิงโครงสร้างและไม่ใช้โครงสร้าง บนพื้นฐานการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย ผ่านโครงการการจัดการอุทกภัยโดยอาศัยชุมชนเป็นฐาน(Community Based Flood Management:, CBFM) เพื่อเสริมสร้างชุมชนให้มีขีดความสามารถในการเตรียมพร้อมรับมือและจัดการอุทกภัยในพื้นที่ได้อย่างเข้มแข็ง โดยศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยพร้อมประเมินความเสี่ยงภัย ออกแบบโครงการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุทกภัยผ่า**น**กลไกเชิงโครงสร้างเพื่อลดผลกระทบจากอุทกภัย ทั้งจำนวนพื้นที่ประสบภัยและระดับความลึกของน้ำท่วม รวมถึงวางมาตรการจัดการอุทกภัยที่สอดคล้องกับสภาพความเสี่ยงภัยและวิถีชีวิตของชุมชน พร้อมส่งเสริมให้ชุมชนเป็นแกนกลางในการจัดทำแผนการจัดการอุทกภัยระดับชุมชนอย่างรอบด้าน รวมถึงจัดการฝึกซ้อมแผนการจัดการอุทกภัยระดับชุมชน เพื่อให้ชุมชนมีแผนการจัดการอุทกภัยที่เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่และมีความพร้อมรับมืออุทกภัยในเบื้องต้น โดย พ.ศ.2564 ตั้งเป้าหมายดำเนินโครงการครอบคลุมทุกพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยใน 20 พื้นที่และตั้งเป้าดำเนินโครงการในระยะ 5 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2565 - 2569 ปีละ 70 พื้นที่ รวม 350 พื้นที่

ที่มา การจัดการอุทกภัยโดยอาศัยชุมชนเป็นฐาน - กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

การจัดการน้ำอุทกภัยตามแนวพระราชดำริ

ทฤษฎีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมอันเนื่องมาจากพระราชดำริตามแนวทางการบริหารจัดการด้านน้ำท่วมล้น (Flood Management)

ประเทศไทยมักประสบกับปัญหาน้ำท่วมอยู่เป็นประจำในเกือบทุกภูมิภาค เนื่องจากสภาพภูมิประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตมรสุม มีฝนตก และปริมาณน้ำฝนสูง ดังนั้น พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ได้พระราชทานพระราชดำริในการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม ดังนี้

1. การก่อสร้างคันกั้นน้ำ เพื่อป้องกันน้ำท่วมซึ่งเป็นวิธีการดั้งเดิมแต่ครั้งโบราณโดยการก่อสร้างคัน ดินกั้นน้ำขนาดที่เหมาะสมขนานไปตามลำน้ำห่างจากขอบตลิ่งพอสมควร เพื่อป้องกันมิให้น้ำล้นตลิ่งไปท่วมในพื้นที่ต่างๆ ด้านใน เช่น คันกั้นน้ำโครงการมูโนะ และโครงการปิเหล็งอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนราธิวาส เป็นต้น

2. การก่อสร้างทางผันน้ำ เพื่อผันน้ำทั้งหมดหรือบางส่วนที่ล้นตลิ่งท่วมท้นให้ออกไป โดยการก่อสร้างทางผันน้ำหรือขุดคลองสายใหม่เชื่อมต่อกับลำน้ำที่มีปัญหาน้ำ ท่วมโดยให้น้ำไหลไปตามทางผันน้ำ

ที่ขุดขึ้นใหม่ไปลงลำน้ำสายอื่น หรือระบายออกสู่ทะเลตามความเหมาะสม ซึ่งการดำเนินการสนองพระราชดำริวิธีนี้ ดำเนินการโดยกรมชลประทาน ในการแก้ไขปัญหาจากแม่น้ำโก-ลก เข้ามาท่วมไร่นาของราษฎรเสียหายหลายหมื่นไร่ทุกปี การขุดคลองมูโนะได้ช่วยบรรเทาลงได้เป็นอย่างดี

3. การปรับปรุงและตกแต่งสภาพลำน้ำ เพื่อให้น้ำที่ท่วมทะลักสามารถไหลไปตามลำน้ำได้สะดวก หรือช่วยให้กระแสน้ำไหล เร็วยิ่งขึ้น อันเป็นการบรรเทาความเสียหายจากน้ำท่วมขังได้ โดยใช้วิธีการดังนี้

- ขุดลอกลำน้ำตื้นเขินให้น้ำไหลสะดวกขึ้น

- ตกแต่งดินตามลาดตลิ่งให้เรียบมิให้เป็นอุปสรรคต่อทางเดินของน้ำ

- กำจัดวัชพืช ผักตบชวา และรื้อทำลายสิ่งกีดขวางทางน้ำไหลให้ออกไปจนหมดสิ้น

- หากลำน้ำคดโค้งมาก ให้หาแนวทางขุดคลองใหม่เป็นลำน้ำสายตรงให้น้ำไหลสะดวก

4. การก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ เป็นมาตรการป้องกันน้ำท่วมที่สำคัญประการหนึ่ง ในการกักเก็บน้ำที่ไหลท่วมล้นในฤดูน้ำหลาก โดย เก็บไว้ทางด้านเหนือเขื่อนในลักษณะอ่างเก็บน้ำซึ่งปัจจุบันดำเนินการตามพระราชดำริมากมายหลายแห่งในประเทศไทย และการป้องกันน้ำท่วมใหญ่ในระดับประเทศนั้น ขณะนี้ได้อยู่ในระหว่างดำเนินการหลายจุด

ที่มา https://www.chaipat.or.th/site_content/item/248-theory-of-flooding-problems-due-to-royal-by-way-of-management-of-flood-overflow.htm