ระบบสำหรับการประเมินความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในเมืองท่องเที่ยว: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองหัวหิน

นายวัชรพงษ์ น้อยหมื่นไวย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

VULNERABILITY ASSESSMENT SYSTEM OF WATER SCARCITY FOR TOURISM CITY: A CASE STUDY OF HUA-HIN MUNICIPALITY, THAILAND

Mr. Watcharapong Noimunwai

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Environmental Science
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบสำหรับการประเมินความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในเมืองท่องเที่ยว: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองหัวหิน
โดย	นายวัชรพงษ์ น้อยหมื่นไวย์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา สิงหรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเนตร ชุตินธรานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา สิงหรักษ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวงศ์ ศรีบุรี)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา)

วัชรพงษ์ น้อยหมื่นไวย์ : ระบบสำหรับการประเมินความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในเมืองท่องเที่ยว: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองหัวหิน (VULNERABILITY ASSESSMENT SYSTEM OF WATER SCARCITY FOR TOURISM CITY: A CASE STUDY OF HUA-HIN MUNICIPALITY, THAILAND) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ปัทมา สิงหรักษ์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล, 207 หน้า.

การขาดแคลนทรัพยากรน้ำเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศ การขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะด้านการท่องเที่ยวทำให้ความต้องการทรัพยากรน้ำเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับปัจจัยเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต จึงมีความจำเป็นต้องบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจที่สามารถแสดงผลลัพธ์ของแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน การศึกษานี้จึงได้พัฒนาระบบสำหรับการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของเมืองท่องเที่ยว โดยใช้กรอบการวิเคราะห์ Driver-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) และกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย เพื่อรวบรวมและจัดลำดับมาตรการจัดการทรัพยากรน้ำที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ และสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำ ที่สามารถจำลองความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการในการบริหารจัดการน้ำ กับการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรน้ำและศักยภาพในการรองรับความต้องการน้ำในอนาคต โดยใช้เทศบาลเมืองหัวหินซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเป็นพื้นที่ต้นแบบในการศึกษา ผลการศึกษาแสดงให้เห็นภาพอนาคตของวิกฤตการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ จะเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2563 โดยมีศักยภาพในการรองรับความต้องการใช้น้ำเพียง 17 ล้านลูกบาทศ์เมตรต่อปี แต่เมื่อใช้แนวทางการแก้ปัญหาที่มีจุดแข็งและจุดอ่อนที่แตกต่างกัน ระหว่างแนวทางที่เสนอโดยกลุ่มประชาชนในพื้นที่ กลุ่มผู้บริหาร และนักวิชาการ แนวทางหลักประกอบด้วย มาตรการจัดหาทรัพยากรน้ำ การควบคุมการใช้น้ำ และการปรับตัว ส่งผลให้ศักยภาพของพื้นที่เพิ่มขึ้น และยืดระยะเวลาการเกิดวิกฤตออกไปจนถึงปี พ.ศ. 2580 ปี พ.ศ. 2577 และปี พ.ศ. 2575 ตามลำดับ การศึกษานี้แสดงให้เห็นศักยภาพของระบบสำหรับการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำในการช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการน้ำ และสามารถนำไปปรับใช้กับพื้นที่ท่องเที่ยวอื่นได้

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5487805020 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEYWORDS: SYSTEM DYNAMIC MODEL / PARTICIPATORY APPROACH / WATER SCARCITY / TOURISM CITY / WATER RESOURCES MANAGEMENT

WATCHARAPONG NOIMUNWAI: VULNERABILITY ASSESSMENT SYSTEM OF WATER SCARCITY FOR TOURISM CITY: A CASE STUDY OF HUA-HIN MUNICIPALITY, THAILAND. ADVISOR: ASST. PROF. PATAMA SINGHRUCK, Ph.D., CO-ADVISOR: ASST. PROF. PENJAI SOMPONGCHAIYAKUL, Ph.D., 207 pp.

Water scarcity is a major problem that affects the country's sustainable development goals. Rapid economic growth, especially in tourism, has led to increased demand for water resources. Combined with climate change, water scarcity is likely to increase in the future. It is therefore necessary to effectively manage water resources. However a decision support system that can clearly show the outcome of the solution is still lacking. This study has developed a system for assessing the vulnerability of water scarcity in tourist city. Driver-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) framework, Analytic Hierarchy Process (AHP) and stakeholder participatory assessment were used to identify and prioritize appropriate water management strategies for the area. A system dynamic model was constructed to simulate the relationship between proposed water management measures and changes in water resources as well as the potential for future water needs. The municipality of Hua Hin, a fast-growing tourist destination, was selected as a prototype for this study. The result showed that water scarcity will happen in 2020, with the potential to support water need of only 17 million cubic meters per year. However when applying different solutions proposed by local actors, local policy makers and academics, each having their own strengths and weaknesses, the water capacity was increased and water scarcity crisis was prolonged until 2037, 2034, and 2032 respectively. The main water management measures include increasing water supply, controlling water demand and adaptation to water scarcity. This study has demonstrated the potential of the developed decision support system for water resources management and could be applied to other tourist cities.

Field of Study: Environmental Science Student's Signature .....

Academic Year: 2016 Advisor's Signature .....

Co-Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ นุกูล น้อยหมื่นไวย์ และคุณแม่ อัญชลี น้อยหมื่นไวย์ ที่ให้การสนับสนุนในทุกๆด้าน ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา สิงหรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมและกรรมการทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ขอขอบพระคุณ หน่วยงานของรัฐ ประกอบด้วย สำนักชลประทานที่ 14 กรมชลประทาน เทศบาลเมืองหัวหิน ในพื้นที่ที่ช่วยสนับสนุนและประสานงานกับผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่ ขอขอบพระคุณ ผู้มีส่วนได้เสียทุกท่านที่สละเวลาเพื่อให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ และที่ขาดไม่ได้ต้องขอขอบพระคุณ คือ ผู้สนับสนุนทุนการศึกษาและทุนวิจัย ประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา ศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (CCKM) ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA START RC) รองศาสตราจารย์ ศิริภรณ์ ฟุ้งวิทยา และทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณทุกๆกำลังใจจากพี่น้องและเพื่อนๆ ที่ทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จได้โดยสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1.1 ความสำคัญของปัญหาและกรอบแนวคิด 1

1.2 กรอบแนวคิดงานวิจัย 4

1.3 วัตถุประสงค์ 6

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ 6

บทที่ 2 7

ทบทวนวรรณกรรม 7

2.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 7

2.1.1 สาเหตุและผลกระทบ 7

2.1.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อประเทศไทย 13

2.2 ความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 15

2.2.1 กรอบแนวคิดของการประเมินความเปราะบางการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 15

2.2.2 ขั้นตอนของการประเมินความเปราะบาง 16

2.3 กรอบแนวคิด Driver-Pressure-State-Impact-Response Framework 22

2.4 กระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น Analysis Hierarchy Process 26

2.4.1 การให้ค่าคะแนนและการเปรียบเทียบแนวทางและทางเลือกของการแก้ปัญหา 27

2.4.2 สมการตัวอย่างของการสร้างตารางเมทริกซ์ Matrix A 27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.4.3 สมการของการหาจำนวนของครั้งของการเปรียบเทียบทีละคู่ 28
2.4.4 การคำนวณดัชนีความสมเหตุสมผลและอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล 29
2.4.5 สมการความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency Index, CI)..... 30
2.4.6 สมการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: CR) . 30
2.5 พลวัตเชิงระบบ..... 33
2.6 ความไม่แน่นอน..... 36
2.7 สรุป 38
บทที่ 3 39
ระเบียบวิธีวิจัย 39
3.1 บทนำ 39
3.2 กรอบแนวคิดงานวิจัย 39
3.3 พื้นที่ศึกษาวิจัย 40
3.3.1 พื้นที่ต้นน้ำ 40
3.3.2 พื้นที่ศึกษา 40
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่ 42
3.4.1 แผนงานที่ดำเนินการอยู่ในพื้นที่ 42
3.4.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา 43
3.4.3 ข้อมูลอุทกวิทยาและการบริหารจัดการน้ำ..... 43
3.4.4 ข้อมูลการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 44
3.4.5 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน 44
3.4.6 ข้อมูลด้านเศรษฐสังคม 45
3.5 การวิเคราะห์โดยใช้ Driver-Pressure-State-Impact-Response Framework 45
3.5.1 การประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ..... 45

หน้า

3.5.2 การคำนวณสมดุลของน้ำ 47
3.5.3 การคำนวณความต้องการใช้น้ำ 48
3.5.4 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค 48
3.5.5 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม 49
3.5.6 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม 49
3.5.7 ความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำ 49
3.6 กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย 50
3.6.1 กระบวนการมีส่วนร่วมพื้นที่ต้นน้ำ 51
3.6.2 กระบวนการมีส่วนร่วมพื้นที่ศึกษา 52
3.7 การสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตด้านทรัพยากรน้ำ 53
3.7.1 การกำหนดปัญหา 53
3.7.2 การตั้งสมมุตฐานเชิงพลวัต 54
3.7.3 การสร้างแบบจำลองของระบบ 54
3.7.4 การทดสอบระบบ 56
3.7.5 การประเมินผล 56
บทที่ 4 58
การประเมินและการหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านการขาดแคนทรัพยากรน้ำ ของพื้นที่ต้นน้ำ: ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี 58
4.1 บทนำ 58
4.2 ขั้นตอนการวิจัย 58
4.3 ข้อมูลพื้นที่ต้นน้ำ 60
4.3.1 ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน 61
4.3.2 ลุ่มน้ำปราณบุรี 65

หน้า

4.4 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 69
4.4.1 การปรับความคลาดเคลื่อนของข้อมูลฝน 69
4.4.2 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 70
4.5 ผลการวิเคราะห์ DPSIR ของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี 72
4.5.1 Driver - ตัวขับเคลื่อน 73
4.5.2 Pressure - แรงขับ 76
4.5.3 State - การเปลี่ยนแปลง 77
4.5.4 Impact - ผลกระทบ 78
4.5.5 Response - การแก้ปัญหา 79
4.5.6 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ โดยการใช้ DPSIR 82
4.6 กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย 83
4.6.1 การประชุมระดมสมอง ครั้งที่ 1 83
4.6.2 การประชุมระดมสมอง ครั้งที่ 2 88
4.7 สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา 93
บทที่ 5 95
การประเมินและการหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านการขาดแคนทรัพยากรน้ำ ของเทศบาลเมืองหัวหิน 95
5.1 บทนำ 95
5.2 พื้นที่ศึกษาหรือพื้นที่เป้าหมาย 95
5.6.1 สภาพอากาศและสภาพภูมิอากาศ 97
5.6.2 ประชากร 101
5.6.3 เศรษฐกิจและการท่องเที่ยว 102
5.3 ขั้นตอนการวิจัย 105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

5.4 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ต้นน้ำ 106
5.6.1 ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน 106
5.6.2 ลุ่มน้ำปราณบุรี 107
5.5 การวิเคราะห์ DPSIR ของพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน 108
5.6.1 Driver - ตัวขับเคลื่อน 109
5.6.2 Pressure - แรงขับ 110
5.6.3 State - การเปลี่ยนแปลง 111
5.6.4 Impact - ผลกระทบ 112
5.6.5 Response - การแก้ปัญหา 112
5.6.6 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ โดยการใช้ DPSIR 114
5.6 กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย 115
5.6.1 การประชุมระดมสมอง ครั้งที่ 1 (DPSIR) 115
5.6.2 การประชุมระดมสมอง ครั้งที่ 2 (AHP) 117
5.6.3 ผลของการจัดลำดับของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ 120
5.6.4 สรุปผลการประชุมระดมสมอง 124
5.7 สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา 126
บทที่ 6 130
ระบบการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของเมืองท่องเที่ยว 130
6.1 บทนำ 130
6.2 กรอบแนวคิดของการสร้างแบบจำลอง 130
6.3 โครงสร้างของแบบจำลองของระบบ 132
6.3.1 ระบบการบริหารจัดการน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ 132

หน้า

6.3.2 ระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน 133
6.3.3 ระบบของแบบจำลองเชิงพลวัตของทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน 135
6.4 แบบจำลองเชิงพลวัตของทรัพยากรน้ำและการประเมินความเปราะบางของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ 136
6.4.1 โครงสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตของทรัพยากรน้ำและการประเมินความเปราะบางของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ 138
6.4.2 การนำเข้าข้อมูลของแบบจำลอง 151
6.4.3 การทดสอบและการประเมินผลแบบจำลอง 154
6.4.4 ข้อจำกัดของแบบจำลอง 157
6.4.5 ผลการทดสอบทางเลือกของการปรับตัว 157
6.5 ผลการศึกษาของพื้นที่ต้นน้ำ 160
6.6 ผลการศึกษาของเทศบาลเมืองหัวหิน 163
6.6.1 ภาพอนาคตในกรณีที่ไม่มีการดำเนินมาตรการใดๆ (Baseline) 163
6.6.2 ภาพอนาคตการแก้ปัญหาของกลุ่มผู้นำชุมชน 165
6.6.3 ภาพอนาคตการแก้ปัญหาของกลุ่มผู้บริหาร 166
6.6.4 ภาพอนาคตการแก้ปัญหาของกลุ่มนักวิชาการ 167
6.7 สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา 170
บทที่ 7 174
สรุปผลการศึกษา 174
7.1 สรุปผลการศึกษา 174
7.2 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย 178
7.3 ข้อเสนอแนะการแก้ปัญาของเทศบาลเมืองหัวหิน 179
7.3.1 การวิเคราะห์ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำเชิงบรูณการ 179

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

7.3.2 แนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำเชิงบรูณการ 182

รายการอ้างอิง 187

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 207

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหาและกรอบแนวคิด

ทรัพยากรน้ำนอกจากจะมีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์แล้ว ยังเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการผลิตทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมทั้งทางตรงและทางอ้อม ด้วยลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทยที่ตั้งอยู่ในเขตมรสุมเขตร้อน จึงทำให้ทรัพยากรน้ำของไทยมาจากปริมาณของน้ำฝนที่ตกในช่วงฤดูมรสุม ในปัจจุบันสภาพอากาศมีความแปรปรวนสูงและทวีความรุนแรงขึ้น ทำให้การคาดการณ์ปริมาณฝนในแต่ละปีทำได้ยาก (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2556) ฤดูกาลที่ผิดปกติไปจากเดิม มีความถี่ของการเกิดพายุฝนตกหนักและฝนทิ้งช่วงมากขึ้น (IPCC, 2012) จึงทำให้เกิดปัญหาอุทกภัยหรือขาดแคลนทรัพยากรน้ำอยู่บ่อยครั้ง (Goodess, 2013) เนื่องจากความเพียงพอของทรัพยากรน้ำ ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ทั้งในด้านอุปสงค์และอุปทาน เพื่อให้การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และมีการจัดสรรอย่างเป็นธรรม จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่ส่งผลต่อการทรัพยากรน้ำตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งในพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่ที่มีความต้องการใช้น้ำ เช่น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ และความเปราะบางต่อการขาดแคลนน้ำ ทั้งนี้เพื่อจะได้ประเมินสถานการณ์ทรัพยากรน้ำในอนาคต เพื่อการวางแผนในการบริหารจัดการให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรม

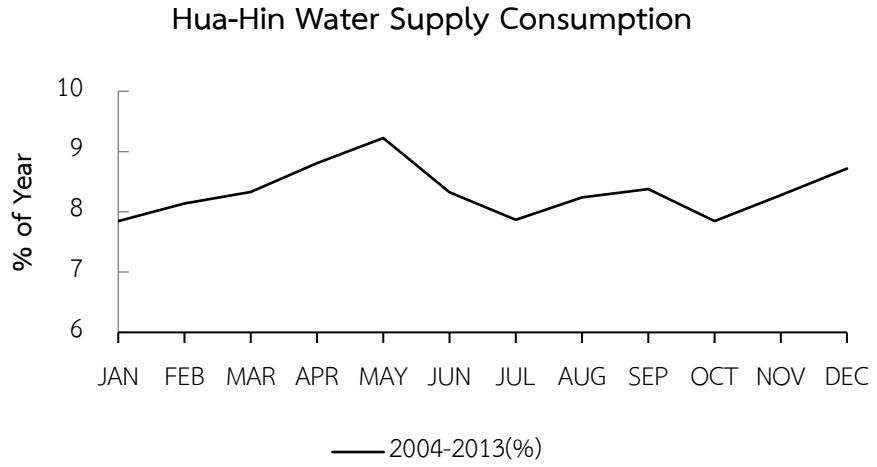
การสร้างระบบสำหรับการประเมินความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ได้พัฒนากระบวนการศึกษาด้านผลกระทบและแนวทางแก้ปัญหาด้านการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ซึ่งแกนหลักของการวิจัยครั้งนี้ โดยการใช้แนวคิด Driver-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) framework (EEA, 2014) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้อย่างแพร่หลาย ตัวอย่างเช่น ใช้จำแนกปัจจัยและผลกระทบที่เกี่ยวข้องระหว่างมนุษย์และสภาพแวดล้อม ใช้ในการประเมินความสำคัญของสาเหตุและหาแนวทางการแก้ปัญหาที่คาดการณ์ว่าจะลดผลกระทบตามลำดับความสำคัญของปัญหา อีกทั้งช่วยให้นักวางแผนนโยบายสามารถเข้าใจในกระบวนที่ส่งผลกระทบและปัจจัยที่ส่งผลซึ่งกันและกันได้ (Atkins, Burdon, Elliott, & Gregory, 2011; Hou, Zhou, Burkhard, & FelixMüller, 2014; Lin, Huang, & Budd, 2013) ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้เทคนิค DPSIR วิเคราะห์ปัญหาและปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการและการขาดแคลนน้ำในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน และลำดับความสำคัญของปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหานั้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเข้าสู่กระบวนการมีส่วนร่วมโดยการประชุมระดมสมองของผู้มีส่วนได้เสีย (Stakeholders) ซึ่งประกอบด้วย ตัวแทนของประชาชนในพื้นที่

นักวิชาการ และเจ้าหน้าที่ของรัฐบาลที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ ร่วมกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาและตัดสินใจเลือกแนวทางในการปรับตัว (Ceccato, Giannini, & Giupponi, 2011) ซึ่งในการมีส่วนร่วมครั้งนี้ได้ใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process; AHP) เพื่อจัดลำดับและคัดเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาของพื้นที่ ซึ่งแต่ละพื้นที่อาจแตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยในพื้นที่นั้น ๆ (Orencio & Fujii, 2013; Perveen & James, 2011) ซึ่งแนวทางที่เหมาะสมในการปรับตัวและแก้ปัญหาที่ได้จากการประชุมระดมสมองระหว่างผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่ ประกอบด้วยรูปแบบของกลุ่มตัวแทนของประชาชน กลุ่มผู้บริหารและกลุ่มนักวิชาการ จะถูกนำมาสร้างแบบจำลองพลวัตเชิงระบบ (System Dynamic Model) โดยการใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นและข้อมูลในตัวแปรของการปรับตัวในแบบจำลอง แบบจำลองจะฉายภาพอนาคตที่ได้จากการใช้วิธีการปรับตัวและการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือกใช้ ซึ่งจะทำให้สามารถประเมินความเปราะบางของทรัพยากรน้ำในพื้นที่ได้ (Gain & Giupponi, 2015; Sušnik, Vamvakeridou-Lyroudia, Savić, & Kapelan, 2012; Villa & Tobón, 2012; Wei, Yang, Song, Abbaspour, & Xu, 2012) (แสดงตามกรอบแนวคิดของงานวิจัย รูปที่ 3)

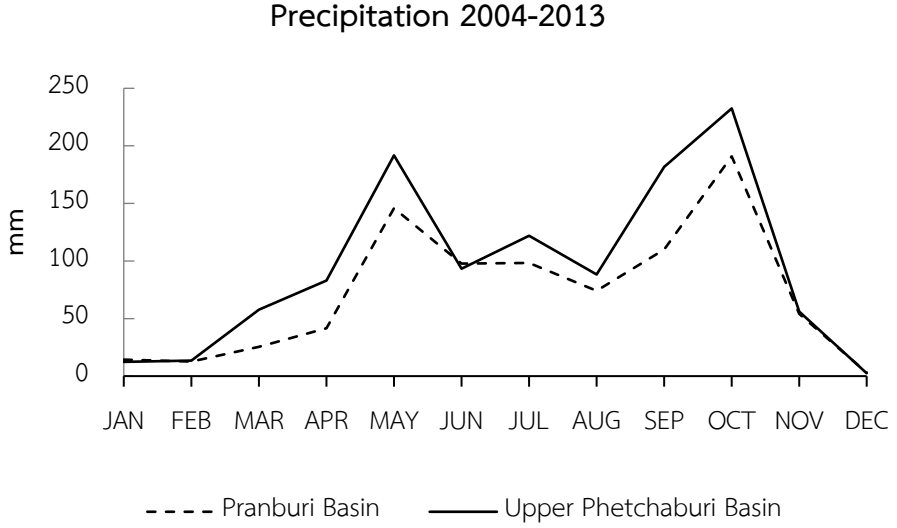
ประโยชน์ของระบบสำหรับการประเมินความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำจากงานวิจัยในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและแผนการดำเนินงานเพื่อช่วยในการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาในพื้นที่ ส่งผลให้สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำให้ลดการเกิดความขัดแย้งในพื้นที่ เพื่อใช้ในการวางแผนการบริหารจัดการน้ำเชิงการบูรณาการ (Global Water Partnership, 2000) และแนวทางการแก้ไขปัญหาสามารถดำเนินการในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืนในอนาคต

การสร้างแบบจำลองครั้งนี้ ได้ใช้พื้นที่เทศบาลเมืองหัวหินเป็นกรณีศึกษา ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมมาก และมีการเติบโตอย่างรวดเร็วสอดคล้องกับการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทย จากสภาพภูมิศาสตร์อำเภอหัวหินมีพื้นที่อยู่ในลุ่มน้ำ 2 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี โดยตัวเทศบาลเมืองหัวหินจะตั้งอยู่ในลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน บริเวณต้นน้ำของทั้งสองลุ่มน้ำมีเขื่อนกักเก็บน้ำขนาดใหญ่ ได้แก่ เขื่อนแก่งกระจานในลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและเขื่อนปราณบุรีในลุ่มน้ำปราณบุรี ซึ่งเก็บกักน้ำได้ 710 และ 445 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เทศบาลเมืองหัวหินมีความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างน้อยประมาณ 25 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยมาจากลุ่มน้ำปราณบุรีเป็นหลัก อย่างไรก็ดี ปริมาณน้ำที่มีและการใช้น้ำในแต่ละเดือนไม่เท่ากัน โดยในเดือนเมษายน พฤษภาคม และธันวาคมจะมีการใช้น้ำสูงสุด (รูปที่ 1) ในช่วงเวลาดังกล่าว เกือบทุกปีเทศบาลเมืองหัวหินจะต้องทำเรื่องขอปันน้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนแก่งกระจาน กอปรกับในช่วงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนพฤษภาคม ฝนในลุ่มน้ำมีปริมาณที่น้อยมาก

เนื่องจากเป็นช่วงฤดูแล้ง (รูปที่ 2) จึงทำให้กรมชลประทานต้องมีการวางแผนการจัดสรรน้ำให้เพียงพอต่อพื้นที่นั้น และอาจเกิดผลกระทบต่อพื้นดังกล่าวในกรณีที่มีการผันน้ำให้เทศบาลเมืองหัวหิน



รูปที่ 1 อัตราการใช้น้ำของเทศบาลเมืองหัวหินในแต่ละเดือนในรอบปี



รูปที่ 2 ปริมาณฝนของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี

แม้ว่าในปัจจุบันการขาดแคลนทรัพยากรน้ำจะยังไม่รุนแรง แต่ความต้องการน้ำในอนาคตจะยิ่งทวีมากขึ้น เนื่องจากในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา เทศบาลเมืองหัวหินมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง และเป็นไปในแบบก้าวกระโดด ดังเห็นได้จากการลงทุนทั้งโรงแรม รีสอร์ท สนามกอล์ฟ สวนน้ำ โครงการบ้านจัดสรร คอนโดมีเนียม ตลอดจนศูนย์การค้าห้างยักษ์ใหญ่ต่าง ๆ ที่มุ่งหน้าสู่เมืองหัวหิน นอกจากนี้ โครงการพัฒนารถไฟความเร็วสูงสายกรุงเทพฯ–หัวหิน จะทำให้เทศบาลเมืองหัวหินขยายตัวด้านการค้า การลงทุน และการท่องเที่ยว มากยิ่งขึ้น ในขณะเดียวกันพื้นที่โดยรอบที่เป็น

แหล่งท่องเที่ยวก็ได้รับประโยชน์จากระบบขนส่งและเศรษฐกิจ เช่น อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี และอำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่มีการเติบโตของการท่องเที่ยวเช่นกัน ซึ่งสถานที่ที่กล่าวมานั้นมีการใช้น้ำจากแหล่งเดียวกับ เทศบาลเมืองหัวหิน จึงส่งผลให้ความต้องการทรัพยากรมีมากขึ้นในขณะที่ทรัพยากรน้ำมีอยู่อย่างจำกัด หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงต้องเตรียมจัดทำแผนการจัดหาทรัพยากรน้ำและเพิ่มศักยภาพของการผลิตน้ำประปา เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในอนาคต ซึ่งการแก้ปัญหาในอนาคตยิ่งทำได้ยากขึ้น และมีโอกาสเกิดความขัดแย้งอย่างรุนแรงในอนาคต เพราะแต่ละพื้นที่ก็มีความต้องการทรัพยากรน้ำเพิ่มขึ้นเช่นกัน

1.2 กรอบแนวคิดงานวิจัย

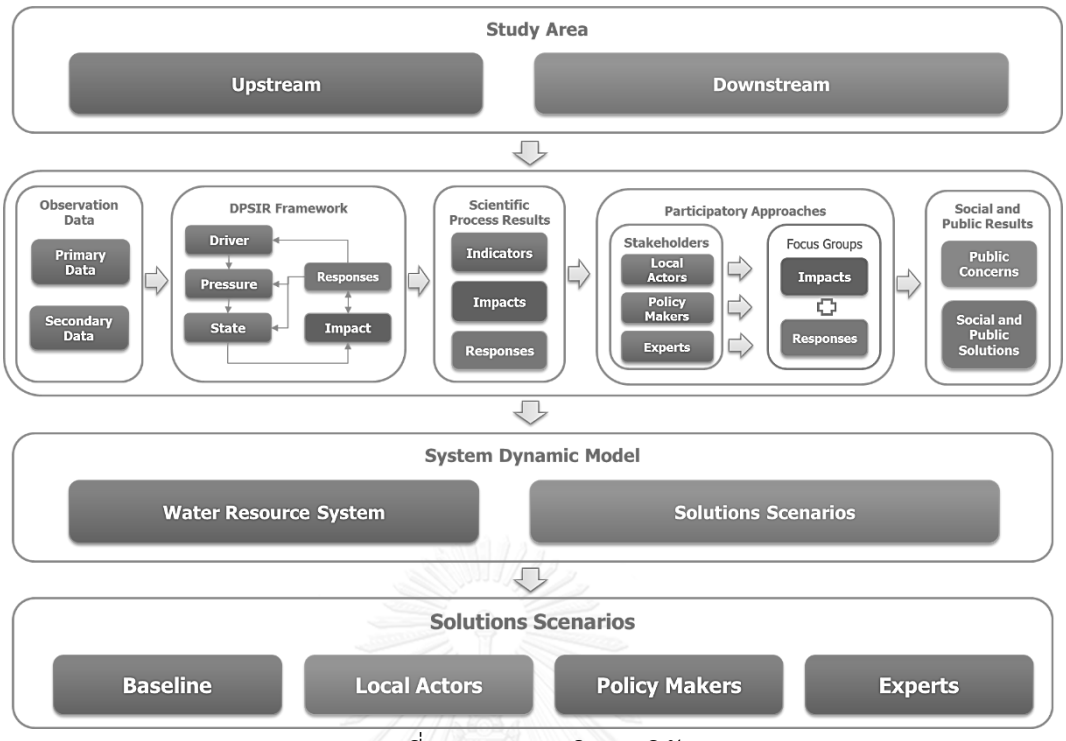
การวิจัยได้กำหนดพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากเทศบาลเมืองหัวหินไม่มีแหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่ แต่ใช้ทรัพยากรน้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนปราณบุรี (ลุ่มน้ำปราณบุรี) และอ่างเก็บน้ำเขื่อนแก่งกระจาน (ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน) ดังนั้นจึงแบ่งการศึกษาเป็น 3 ส่วน (รูปที่ 3) คือ

ส่วนที่ 1: การวิเคราะห์ประเมินผลกระทบ และแนวทางการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำและการปรับตัวในพื้นที่ต้นน้ำ โดยศึกษาปัจจัยอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และสภาพภูมิอากาศจำลอง ที่ส่งผลทรัพยากรน้ำในพื้นที่น้ำต้นทุน คือ ลุ่มน้ำปราณบุรีและลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดทางด้านอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา ปี ค.ศ. 1984-2013 และข้อมูลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศจำลองภายใต้สถานการณ์ A1B ตั้งแต่ปี 1980-2069 (ได้จากแบบจำลอง IPCC: AR4; ECHAM5 GCM และสร้างข้อมูลความละเอียดสูงจากแบบจำลอง PRECIS RCM และศึกษาปัจจัยส่งผลต่อสถานการณ์ทรัพยากรน้ำจากแผนงานที่ดำเนินการอยู่ในพื้นที่และจากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชนและเจ้าหน้าที่ชลประทานที่รับผิดชอบในพื้นที่นั้น นำผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค DPSIR เพื่อประเมินปัจจัยที่เป็นสาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหาทรัพยากรน้ำ การประเมินแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำและการปรับตัว ในพื้นที่ต้นน้ำหรือพื้นที่ต้นน้ำ โดยจัดประชุมระดมสมองในแต่พื้นที่ พื้นที่ละ 2 ครั้ง การประชุมครั้งแรก ให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย นำเสนอและลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่โดยใช้การให้ค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนความสำคัญ (weighting and rating scores) และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัว ข้อมูลจากการประชุมครั้งแรกนำมาประมวลผลเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัวที่มาจากการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย ในการประชุมครั้งที่ 2 นำแนวทางที่ประมวลได้มาให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียจัดลำดับความสำคัญที่คิดว่าเหมาะสม เพื่อจัดลำดับและคัดเลือก

รูปแบบของแนวทางที่เหมาะสม เนื่องจากลุ่มน้ำปราณบุรีและลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนเป็นแหล่งน้ำต้นทุนของเทศบาลเมืองหัวหิน ซึ่งผลการศึกษานำเสนอไว้ในบทที่ 4

ส่วนที่ 2: การวิเคราะห์ประเมินผลกระทบ และแนวทางการลดผลกระทบจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ท่องเที่ยว โดยการวิเคราะห์ปัจจัยส่งผลต่อสถานการณ์ทรัพยากรน้ำจากแผนงานที่ดำเนินการอยู่ในพื้นที่จากข้อมูลจากแหล่งต่างๆ และการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชนและเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน รวมทั้งผลที่ได้จากการประชุมครั้งที่ 2 ของพื้นที่ต้นน้ำทั้ง 2 ลุ่มน้ำ จะถูกนำมาศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค DPSIR เพื่อประเมินปัจจัยที่เป็นสาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหาทรัพยากรน้ำ จากนั้นนำผลจาก DPSIR เข้าสู่กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและเทศบาลเมืองหัวหิน โดยจัดประชุมระดมสมอง โดยการประชุมครั้งแรก ให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย นำเสนอและลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่โดยใช้การให้ค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนความสำคัญ (weighting and rating scores) และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัว ข้อมูลจากการประชุมครั้งแรกนำมาประมวลผลเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัวที่มาจากการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย ในการประชุมครั้งที่ 2 นำแนวทางที่ประมวลได้ มาให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียจัดลำดับความสำคัญที่คิดว่าเหมาะสม โดยใช้เทคนิคการตัดสินใจด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) เพื่อจัดลำดับและคัดเลือกรูปแบบของแนวทางที่เหมาะสม ผลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดแข็งจุดอ่อนของรูปแบบทางเลือกในการแก้ไขปัญหาและการปรับตัวที่เสนอจากผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่ ซึ่งผลการศึกษานำเสนอไว้ในบทที่ 5

ส่วนที่ 3: การสร้างระบบสำหรับการประเมินความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ เพื่อฉายภาพอนาคตของการปรับตัวจากปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำและประเมินความเปราะบางในพื้นที่ต้นน้ำ และพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ด้วยการสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ และการสร้างระบบในการปรับตัวที่เสนอจากผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่ คือ กลุ่มตัวแทนของประชาชน กลุ่มผู้บริหาร และกลุ่มนักวิชาการ โดยใช้ข้อมูลตั้งต้นจากปัจจัยที่ได้จาก DPSIR ของเทศบาลเมืองหัวหิน (ผลจากกระบวนการส่วนที่ 1 และ 2) ผลการฉายภาพอนาคตนำวิเคราะห์เพื่อเสนอแนะแนวทางในการตัดสินใจวางแผนเชิงนโยบายในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ผลการศึกษานำเสนอไว้ในบทที่ 6



รูปที่ 3 กรอบแนวคิดงานวิจัย

1.3 วัตถุประสงค์

1. พัฒนากระบวนการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี โดยใช้ข้อมูลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศจำลอง A1B
2. พัฒนากระบวนการวิเคราะห์ความเปราะบางของทรัพยากรน้ำพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน
3. พัฒนาระบบการวิเคราะห์แนวทางการลดผลกระทบและการปรับตัวจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน ลุ่มน้ำปราณบุรี และเทศบาลเมืองหัวหิน

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. กระบวนการวิเคราะห์การประเมินผลกระทบ และแนวทางการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ สามารถนำไปใช้ในพื้นที่อื่นได้
2. ระบบสำหรับการประเมินความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจวางแผนเชิงนโยบายในพื้นที่ท่องเที่ยว เพื่อหาแนวทางการลดผลกระทบและการปรับตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

ในการศึกษาเรื่อง “ระบบสำหรับการประเมินความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในเมืองท่องเที่ยว: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองหัวหิน” บทนี้เป็นการรวบรวมองค์ความรู้ แนวคิด ทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างกระบวนวิจัยและดำเนินงานวิจัย

2.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2.1.1 สาเหตุและผลกระทบ

คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ให้นิยาม “การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ” ว่า การเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยใช้การทดสอบทางสถิติของค่าเฉลี่ยหรือคุณสมบัติของความแปรปรวน ของสภาพภูมิอากาศที่มีระยะเวลาสิบปีหรือนานกว่าปกติการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีสาเหตุจาก ความผันแปรตามธรรมชาติ หรือกิจกรรมของมนุษย์ (IPCC, 2007)

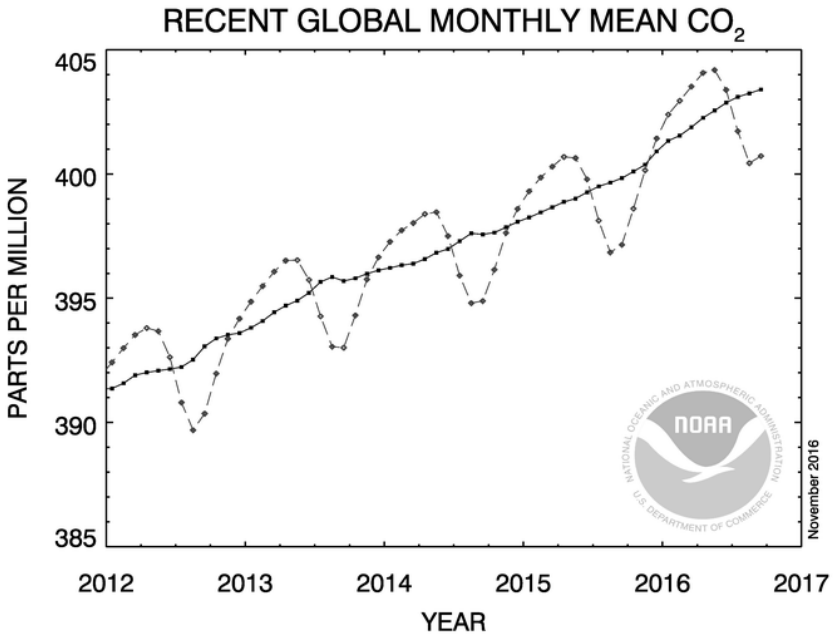
เห็นได้ว่า สาเหตุของการเกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจากคำนิยามนั้นได้รวมผลที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์และธรรมชาติ ซึ่งถ้าเรามองตัวแปรหลักของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้น คือ การเพิ่มขึ้นของปริมาณของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศของโลก ที่ส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ด้านการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ การค้า และเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้น เริ่มจากยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรม ครั้งที่ 1 เป็นต้นมา ปริมาณของก๊าซเรือนกระจกได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (รูปที่ 4 และ 5) และจากความต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น ปิโตเลียม ถ่านหิน ป่าไม้ ทั้งหมดล้วนแล้วแต่เป็นการเพิ่มปริมาณของก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น (NOAA, 2013)

การที่อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตั้งต้นของระบบการไหลเวียนหรือการถ่ายเทพลังงานของระบบหมุนเวียนของอากาศและน้ำของโลก ซึ่งระบบการหมุนเวียนของได้ถูกจำแนกเป็นหลายระบบตามพื้นที่ที่ระบบเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อระบบย่อยของพื้นที่ ทำให้ระบบย่อยของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงและส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพทางภูมิศาสตร์และสภาพภูมิอากาศตามมา (IPCC, 2012)

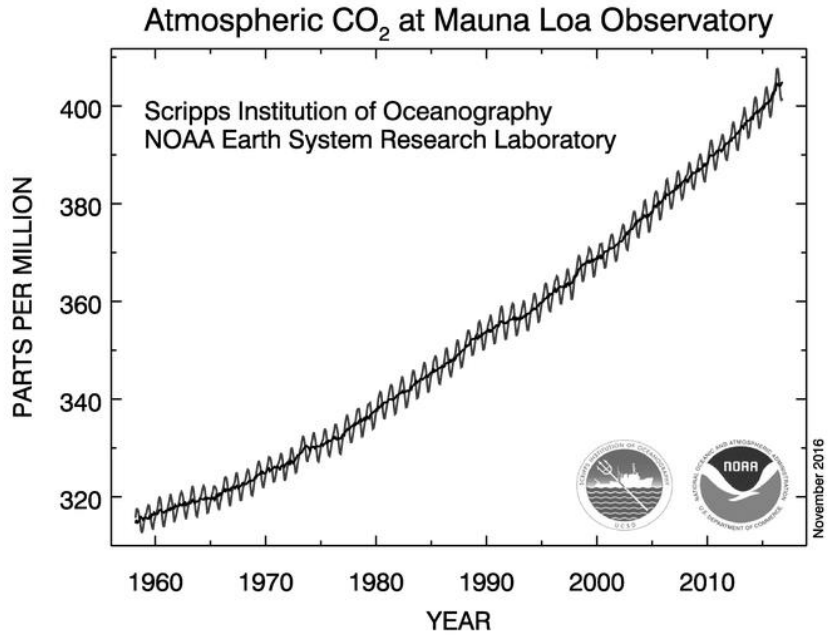
ผลกระทบทางภูมิศาสตร์ สาเหตุเกิดจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของน้ำทะเลที่มีการเคลื่อนที่โดยระบบการไหลเวียนของน้ำทะเลในมหาสมุทรส่งผลให้เกิดการละลายของแผ่นน้ำแข็งขั้วโลกที่เพิ่มขึ้น ทำให้ระดับของน้ำทะเลมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จากสาเหตุนี้ทำให้เกิดการท่วมของน้ำทะเลในพื้นที่ราบต่ำและเกาะต่างๆ ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่มาก ซึ่งในปัจจุบันมีหลายพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบที่ชัดเจน (Catenacci & Giupponi, 2013; Trisirisatayawong, Naeije, Simons, & Fenoglio-Marc, 2011) ส่งผลไปยังระบบที่มีความเกี่ยวข้องกับพื้นที่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ระบบนิเวศ และการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในพื้นที่อีกด้วย (Catenacci & Giupponi, 2013)

ผลกระทบทางสภาพภูมิอากาศ สาเหตุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงระบบการหมุนเวียนของอากาศ ส่งผลไปยังการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของอากาศในชั้นบรรยากาศ ซึ่งระบบที่ทำให้การหมุนเวียนของน้ำ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้น และลมของพื้นที่ ปัจจัยทั้งหมดส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่ ปริมาณ ความถี่และระยะเวลาของสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของลักษณะอากาศ รวมทั้งยังมีการเพิ่มความรุนแรงและความถี่ของการเกิดพิบัติภัยทางธรรมชาติ (Goodess, 2013)

จากการเก็บข้อมูลในอดีตที่ผ่านมา พบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นระดับของน้ำทะเล การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การเพิ่มความถี่และความรุนแรงของภัยธรรมชาติ และความแปรปรวนของธรรมชาติที่เพิ่มขึ้น (Vera et al., 2010) เพื่อใช้ดำเนินงานด้านการศึกษาความเปลี่ยนแปลงคาดการณ์ความรุนแรง และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อสร้างแนวทางป้องกันและการปรับตัว เพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น (VijayaVenkataRaman, Iniyan, & Goic, 2013)



ก)

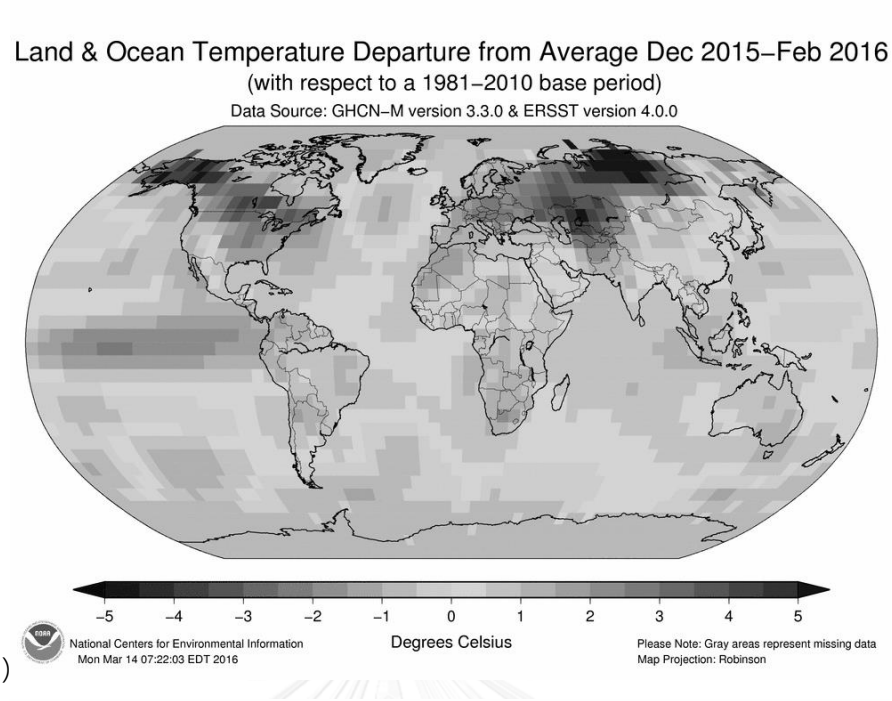


ข)

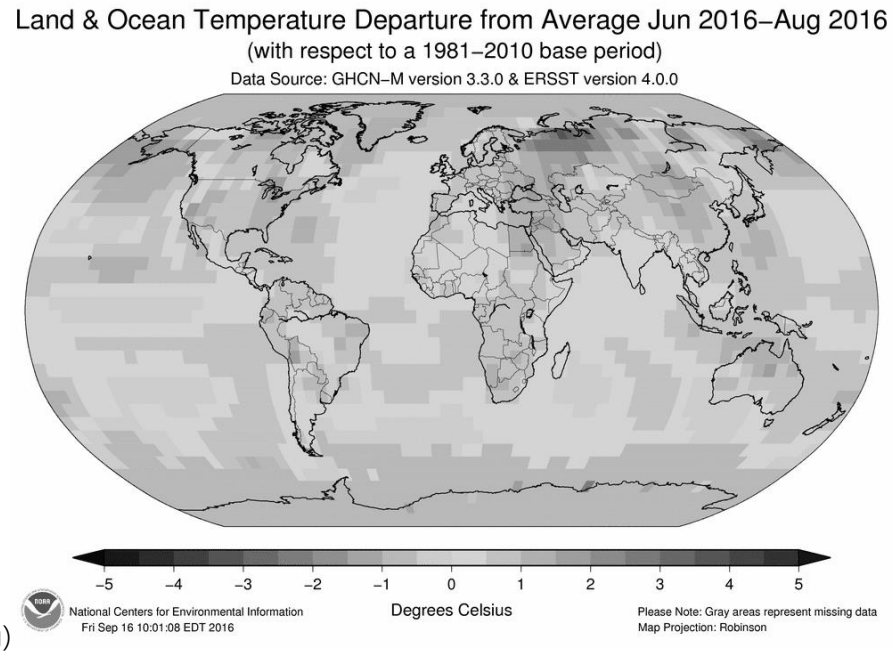
รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO_2 เฉลี่ย ก) ทั่วโลกและ ข) บริเวณเกาะฮาวาย

ที่มา: http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/index.html

ก)



ข)

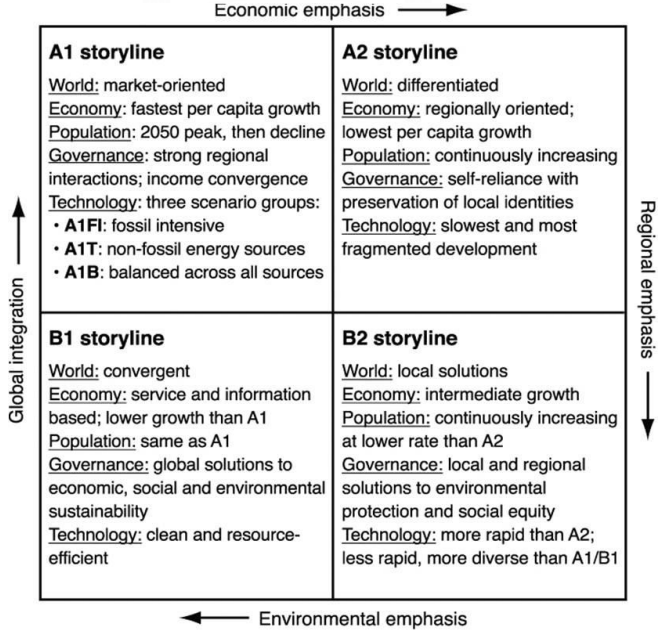


รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวพื้นเฉลี่ยทั่วโลกในช่วง ก) ฤดูหนาว (ธันวาคม, มกราคมและกุมพาพันธ์) และ ข) ฤดูร้อน (มิถุนายน, กรกฎาคมและสิงหาคม)

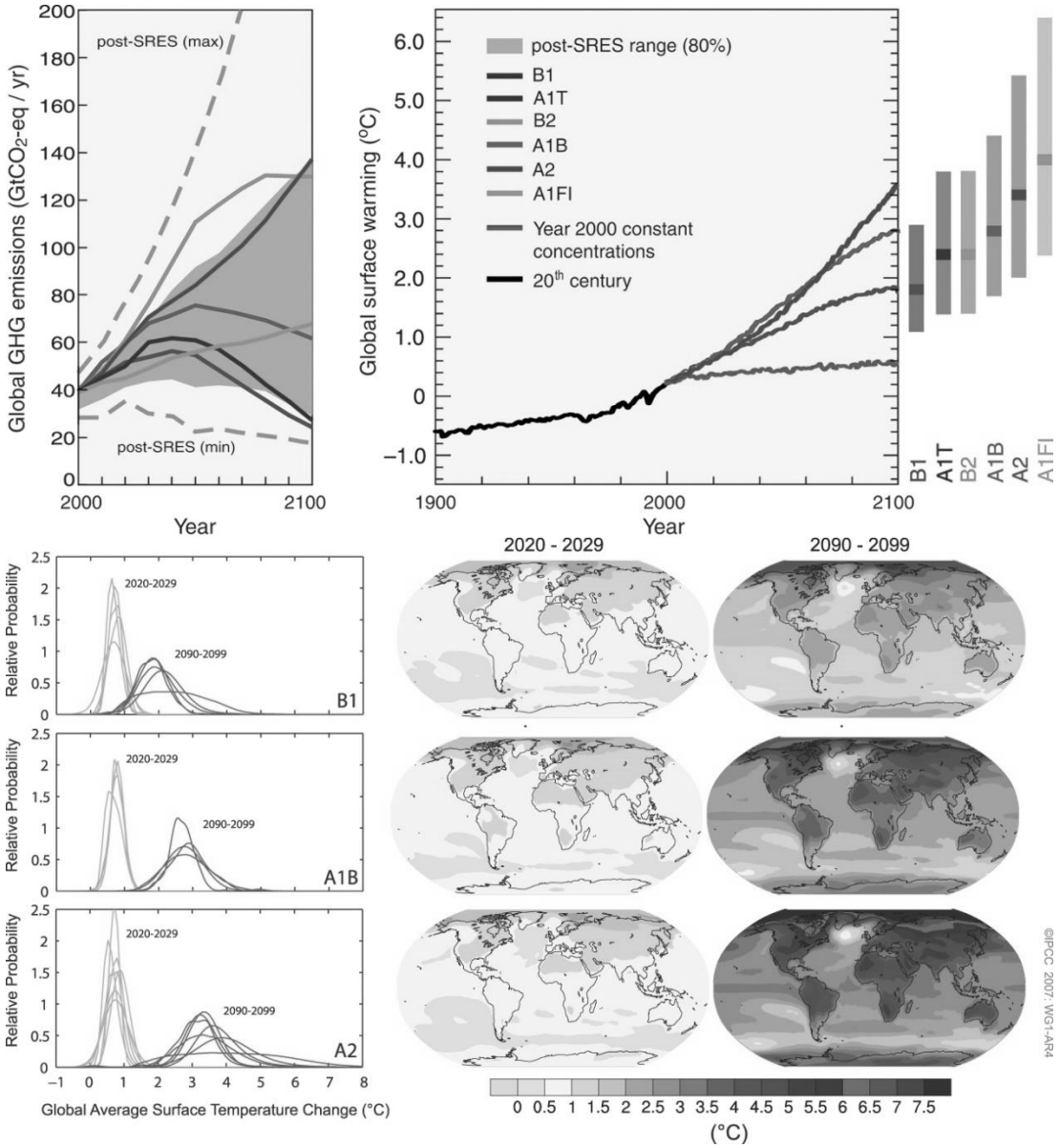
ที่มา: http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/global-maps/

IPCC: AR5 Fifth Assessment Report Climate Change 2013 รายงานสถานการณ์ปัจจุบันจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานีตรวจวัด พบว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวพื้นและมหาสมุทรเฉลี่ยทั่วโลกในปี ค.ศ. 1880–2012 เพิ่มขึ้น 0.85°C [ระหว่าง 0.65 ถึง 1.06] และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงปีค.ศ. 1850–1900 กับช่วงปีค.ศ. 2003–2012 อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น0.78 [ระหว่าง 0.72 ถึง 0.85] °C (IPCC, 2013) และการวิเคราะห์ข้อมูลของ NOAA แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลกดังรูปที่ 5 ซึ่งเห็นได้ว่ามีการเพิ่มของ CO_2 และอุณหภูมิของโลกอย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการแนวความคิดในการคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของ CO_2และอุณหภูมิของโลกโดยการใช้แบบจำลองเพื่อจำลองสภาพการหมุนเวียนของระบบโลก (General Circulation Models: GCMs) และฉายภาพการเปลี่ยนแปลงในอนาคตภายใต้เงื่อนไข (Scenario)

การสร้างสภาพภูมิอากาศในอนาคต (Climate change scenarios) โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองของทิศทางการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก (Emission Scenarios) ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกแตกต่างกันตามรูปแบบของทิศทางของประชากร เศรษฐกิจ การใช้ทรัพยากรและเทคโนโลยี IPCC (2007) ได้แบ่งเป็นรูปแบบ A1, A2, B1, และ B2 (รูปที่ 6 และรูปที่ 7) ตัวอย่างเช่น ในปี ค.ศ. 2100 ภายใต้การพัฒนาแบบ B2 อุณหภูมิของโลกอาจเพิ่มขึ้น 1.5 องศาเซลเซียส แต่ภายการพัฒนาแบบ A1FI อุณหภูมิอาจเพิ่มมากถึง 5.6 องศาเซลเซียส ซึ่งในประเทศไทยได้มีการนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างภาพอนาคตของสภาพภูมิอากาศ โดยปรับข้อมูล GCMs ในรูปแบบการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตแบบต่างๆ ให้มีความละเอียดของข้อมูลเพิ่มขึ้น (Downscaling) เพื่อสามารถใช้งานได้ในระดับพื้นที่ขนาดเล็กและสามารถนำไปใช้งานในด้านต่างๆ



รูปที่ 6 เงื่อนไขของรูปแบบการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตแบบต่างๆ (IPCC, 2007)



รูปที่ 7 ภาพจำลองของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวพื้นเฉลี่ยของโลกจากแบบจำลอง (IPCC, 2007)

2.1.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อประเทศไทย

ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นประมาณ 0.2 องศาเซลเซียสอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยสูงขึ้น 0.1 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสูงขึ้น 0.3 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2556) ทั้งนี้สรุปได้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเฉลี่ยและต่ำสุดเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้น ด้านปริมาณฝนประเทศไทยมีฝนมากกว่าค่าปกติและมีฝนมากที่สุดปี พ.ศ. 2554 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มปริมาณของฝน ทำให้เกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ ทุกรอบ 11 ปี (Bhaktikul, 2012) ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียทั้งด้านชีวิตและทรัพย์สิน โดยปี พ.ศ. 2554 มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 400 คน สร้างความเสียหายต่อพื้นที่การเกษตรและทรัพย์สินมากว่า 1.5 ล้านไร่ รวมมูลค่า 23,839,219,356 บาท จากรายงานของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 – พ.ศ. 2554 ปัญหาอุทกภัยสร้างความเสียหายรวมทั้งสิ้นมูลค่า 155,946,722,762 บาท

การแปรปรวนของสภาพอากาศและการเพิ่มความรุ่นแรงของภัยพิบัติ ทำให้เกิดความตระหนักและกระตุ้นให้ประเทศไทย ได้มีการศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในหลากหลายบริบท เพื่อเตรียมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยปรับข้อมูล GCMs ในรูปแบบการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตแบบต่างๆ ให้มีความละเอียดของข้อมูลเพิ่มขึ้น (Downscaling) จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองทางฟิสิกส์หรือสมการทางคณิตศาสตร์ (Regional Climate Models: RCMs) ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ระดับภูมิภาคเพื่อให้ได้ผลที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่เพิ่มขึ้น (อำนาจ ชิดไธสง, 2553) และสามารถใช้ประโยชน์นำข้อมูลไปใช้ในการศึกษาด้านการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ขนาดเล็กหรือเฉพาะเจาะจง สำหรับประเทศไทยภายใต้การสนับสนุนของสานักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้มีการศึกษาการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทย ผลจากแบบจำลองและข้อมูลที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) การคาดการณ์ของโครงการทั้งหมดของประเทศไทย ผลออกมาในทิศทางเดียวกัน สรุปได้ดังนี้ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย มีแนวโน้มสูงขึ้น ด้านปริมาณฝน ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนเพิ่มขึ้นไม่มาก แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงของความถี่ระยะเวลาและช่วงเวลาของการตกของฝน ซึ่งอาจเกิดผลกระทบในด้านการขาดแคลนน้ำและปัญหาอุทกภัยได้ในอนาคต ทั้งนี้การศึกษาด้านการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศจำเป็นต้องใช้ข้อมูลในหลายรูปแบบ เนื่องจากเป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงจำเป็นต้องใช้หลายรูปแบบเพื่อเพิ่มความน่าจะเป็นให้ทิศทางนั้นๆ (เจียมใจ เครือสุวรรณ & คณะ, 2553; กัณฑรีย์ บุญประกอบ & คณะ, 2552; ศุภกร ชินวรรโณ, วิริยะ เหลืองอร่าม, เฉลิมรัฐ แสงมณี, & จุฑาทิพย์ ธนกิตติ์เมธาวุฒิ, 2552; สิรินทรเทพ เต้าประยูร & คณะ, 2553)

ตารางที่ 1 การศึกษาการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทยในปัจจุบัน

แบบจำลอง RCMs	รูปแบบสถานการณ์จำลอง GCMs	ช่วงปีฐาน (ค.ศ.)	ช่วงปีคาดการณ์ (ค.ศ.)	ความละเอียดเชิงพื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)
PRECIS	ECHAM4 A2 & B2	1980-1989	2010-2099	20 x 20
RegCM3	ECHAM5 A1B	1961-2000	2031-2070	20 x 20
MM5	CCSM3 A1B & A2	1970-1990	2010-2039	45 x 45 & 15 x 15
Statistical	GFDL R-30 A2 & B2	1965-1990	2010-2059	40 x 40

ที่มา: ชุดโครงการ “การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบต่อประเทศไทย” สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

จากการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพอากาศที่กล่าวมา หน่วยงานและหน่วยงานวิจัยของประเทศไทย ได้มีการศึกษาด้านผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย โดยเริ่มต้นการศึกษาจากแนวคิดของการประเมินผลกระทบต่อพื้นที่ (Impact assessment) และประเมินแนวทางการปรับตัวของพื้นที่จากการเชื่อมโยงผลกระทบกับแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ของพื้นที่ ตัวอย่างเช่น การประเมินความเสี่ยงความเปราะบางและการปรับตัวของการทำนาในพื้นที่ลุ่มน้ำชี วิธีการประเมินความเสี่ยง คำนวณจากปัจจัยทางสภาพอากาศและปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำนา ใช้ตัวชี้วัดของการท่วมสูงสุด ปริมาณฝนสูงสุด และเทคนิคการให้ค่าความน่าจะเป็นของการเกิดน้ำท่วม โดยใช้ข้อมูลการตรวจวัดในอดีตและใช้ข้อมูลการดาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นรวมทั้งแนวทางในการปรับตัว ผลจากการศึกษาพบว่า ผลกระทบและความเสี่ยงทางกายภาพจากน้ำท่วมเพิ่มขึ้น ทางด้านเศรษฐกิจสังคมเกิดความเสียหายของผลผลิต แนวทางการลดผลกระทบโดยการเปลี่ยนแปลงพันธ์ข้าวให้ทนน้ำ เพิ่มความสามารถของระบบชลประทานและการสร้างขันกันน้ำ (Jintrawet & Chinvanno, 2008) จากการศึกษาด้านผลกระทบตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันรวมทั้งการคาดการณ์ในอนาคต จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้อง ดำเนินการวางแผนด้านการบริหารจัดการนโยบายด้านการปรับตัวและป้องกันภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งสามารถดำเนินการโดยการใช้เทคนิคการประเมินความเปราะบาง เพื่อเป็นระเบียบวิธีการดำเนินงานด้านการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2 ความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การประเมินความเปราะบางได้ถูกนำไปใช้ในงานวิจัยหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความสนใจของการศึกษานั้น เช่น ด้านความเป็นอยู่ของชุมชน ความมั่นคงทางอาหาร การประเมินความเสี่ยง และอื่นๆ อีกมากมาย และเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจได้มีการแยกกลุ่มของตัวแปรการประเมินความเปราะบาง คือ ปัจจัยที่มากระทบ (Exposure), ความอ่อนไหวของระบบหรือพื้นที่ (Sensitivity) และความสามารถในการรับมือของการปรับตัว (Adaptive capacity) (Füssel & Klein, 2006) การศึกษาด้านผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ผ่านมาได้จำแนกการศึกษาด้านความเปราะบางไว้ 3 รูปแบบ คือ

1) ด้านชีวภาพและกายภาพของพื้นที่ (Biophysical vulnerability) เป็นการศึกษาผลกระทบหรือความเปราะบาง และภัยพิบัติที่มีต่อสภาพแวดล้อมและธรรมชาติ โดยเน้นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตเกี่ยวกับกลุ่มของกิจกรรมและพื้นที่
2) ด้านเศรษฐกิจสังคม (Socioeconomic vulnerability) เป็นการศึกษาผลกระทบที่มีต่อระบบทางสังคมและเงื่อนไขทางสังคม โดยมุ่งเน้นการศึกษาด้านความสามารถในการรับมือและการปรับตัว ณ เวลานั้น
3) แบบผสมผสาน (Integrated vulnerability) เป็นการศึกษาทั้งในด้านที่มีต่อระบบทางสังคม สภาพแวดล้อมและธรรมชาติ โดยเป็นการรวมกันของการประเมิน เพื่อให้ได้ค่าที่มีความน่าจะเป็นมากที่สุด (Füssel, 2007)

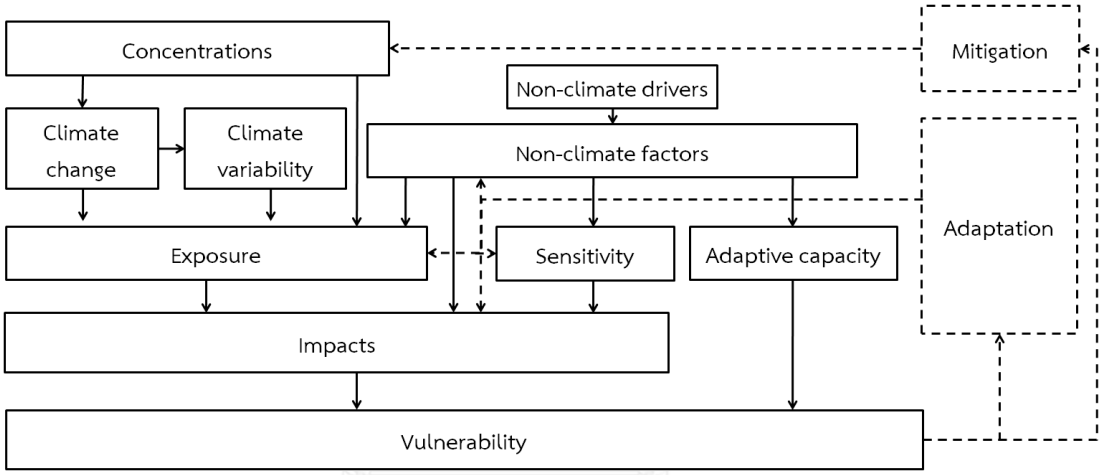
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.1 กรอบแนวคิดของการประเมินความเปราะบางการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

พัฒนาการของการประเมินความเปราะบางการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เริ่มมาการจากการประเมินผลกระทบ (Impact assessment) (Füssel & Klein, 2006) ซึ่งนำกระบวนการคิดจากการคาดการณ์จากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(IPCC, 2007) โดยมีปัจจัยที่มากระทบ (Exposure) กับความอ่อนไหวของระบบหรือพื้นที่ (Sensitivity) และหาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Mitigation) (Füssel & Klein, 2006) ต่อมาได้พัฒนากระบวนการและพัฒนาเป็นการประเมินความเปราะบางการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รุ่นที่ 1 โดยการเพิ่มการวิเคราะห์การปรับตัวในการลดผลกระทบของพื้นที่ (Adaptation) และปัจจัยที่เพิ่มความรุนแรงของผลกระทบที่ไม่ได้มาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Non-climate driver) และมีการเพิ่มการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสภาพอากาศ (Climate variability) โดยมีการจัดการเข้ามาเป็นตัว

แก้ปัญหาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และประเมินการปรับตัวในระยะต่างๆ (Füssel & Klein, 2006) จากนั้นมาได้มีการพัฒนาของรูปแบบการประเมินความเปราะบาง รุ่นที่ 2 โดยการเพิ่มตัวแปรด้านความสามารถในการรับมือ (Coping capacity)

Gallopin (2006) ได้ให้ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพในการปรับตัวจากความยืดหยุ่น (Resilience) กับ ระบบนิเวศทางสังคม (Socio-ecological system: SES) สามารถเรียกรวมกันได้ว่า ความสามารถในการรับมือของการปรับตัว (Adaptive capacity) หรือเรียกว่า ความสามารถในการรับมือ (Coping capacity) เพื่อใช้ประเมินด้านสังคมของพื้นที่หรือระบบที่ได้รับผลกระทบ สามารถแสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 กรอบแนวคิดการประเมินความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รุ่นที่ 2 (Füssel & Klein, 2006)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 ขั้นตอนของการประเมินความเปราะบาง

เริ่มจากการกำหนดกรอบแนวคิดของวัตถุประสงค์จากนั้นจึงกำหนดโครงสร้างและกำหนดดัชนีชี้วัดที่เกี่ยวข้อง (Füssel, 2010) โดยสามารถแสดงตามลำดับขั้นตอนดังนี้

กำหนดวัตถุประสงค์

Kasperson et al. (2005) ได้ทำการศึกษากรอบแนวคิดของวัตถุประสงค์ของการประเมินความเปราะบางที่ผ่านมา สามารถแบ่งได้ดังนี้

1) สาเหตุของผลกระทบหรือภัยพิบัติทางธรรมชาติ
2) ระบบและกลไกทางด้านวิศวกรรมที่สามารถลดความเปราะบางและความเสียหาย
3) บริบทของมนุษย์เน้นความสำคัญกับพฤติกรรมและการรับรู้

4) แนวทางเศรษฐกิจการเมือง

ซึ่งเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายให้ชัดเจน เพื่อใช้ในการกำหนดโครงสร้างตามหลักของการประเมินความเปราะบางในขั้นต่อไป (Adger, 2006)

กำหนดโครงสร้าง

การกำหนดรูปแบบของการประเมินความเปราะบางเป็นส่วนที่สำคัญลำดับแรก เพื่อป้องกันความสับสน เพราะในการกำหนดรูปแบบนั้นจะส่งผลต่อการกำหนดกรอบแนวคิด ซึ่งจะต้องจำแนกการประเมินออกเป็นมิติด้านต่าง (Moss, Brenkert, & Malone, 2001) มิติของการประเมินความเปราะบางจะประกอบด้วย

1) มิติของการกำหนดกรอบของเวลาในการประเมิน (Temporal reference) สามารถแบ่งได้คือ ช่วงเวลาปัจจุบัน อนาคตหรือความเปลี่ยนแปลงเชิงพลวัต (Dynamic)
2) มิติของการกำหนดขนาดของพื้นที่ที่ใช้ในการประเมิน (Sphere or scale) เพื่อใช้ในการจำแนกปัจจัยภายใน (Internal) ปัจจัยภายนอก (External) และความเชื่อมโยงของปัจจัย (Cross-scale)
3) มิติของการกำหนดจำแนกประเด็นของการศึกษา (Knowledge domain) โดยจำแนกจากเป้าหมายของการศึกษา แบ่งได้ดังนี้ ด้านเศรษฐกิจสังคม (Socioeconomic) ด้านชีวภาพและกายภาพของพื้นที่ (Biophysical) หรือการศึกษาแบบผสมผสานทั้งสองด้านรวมกัน (Integrated)
4) มิติของการกำหนดระบบหรือรูปแบบของความเปราะบาง (Vulnerable system)
5) มิติของการระบุหรือกำหนดสิ่งที่ต้องการศึกษา (Attribute of concern)
6) มิติของรูปแบบของภัยพิบัติหรือสิ่งที่มากระทบกับระบบ (Hazard)

สามารถแสดงตัวอย่างของการกำหนดมิติของการประเมินความเปราะบาง (ตารางที่ 2) โดยการศึกษาด้านความเปราะบางนั้นมีการกำหนดมิติของเป้าหมายของการศึกษากับปัจจัยภายในและภายนอก ซึ่งทำให้จำแนกกลุ่มของปัจจัยได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 2 ตัวอย่างของการกำหนดมิติของการประเมินความเปราะบาง

กำหนดขนาดของพื้นที่	เป้าหมายของการศึกษา	
	ด้านเศรษฐกิจสังคม	ด้านชีวภาพและกายภาพ
ปัจจัยภายใน	รายได้ครัวเรือน, ระบบทางสังคม, การเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร	ภูมิประเทศ, สภาพสิ่งแวดล้อม, การใช้ประโยชน์ที่ดิน
ปัจจัยภายนอก	แผนพัฒนาเศรษฐกิจ, ความช่วยเหลือจากนานาชาติ, ระบบเศรษฐกิจของประเทศ	การเพิ่มระดับน้ำทะเล, พายุ, การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ

ที่มา: Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research (Füssel, 2007)

จากขั้นตอนของการกำหนดวัตถุประสงค์ และการกำหนดโครงสร้าง จำเป็นต้องมีการกำหนดดัชนีชี้วัดในแต่ละมิติของการประเมิน (Hinkel, 2011) ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่ทำให้ทราบถึงระดับและตัวแปรที่นำมาวัดความเปราะบางในมิตินั้น

การกำหนดดัชนีชี้วัด

ดัชนีชี้วัด คือ ส่วนที่สามารถบ่งบอกถึงสถานะภาพของตัวแปรที่ต้องการศึกษา การกำหนดดัชนีชี้วัดนั้นมีเทคนิคและวิธีการกำหนดหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพื้นที่โครงสร้างและวัตถุประสงค์ของการประเมิน (Füssel, 2010; Hinkel, 2011)

การคัดเลือกดัชนีชี้วัดความเปราะบาง (Indicators) สามารถจำแนกได้ตามกลุ่มของความสัมพันธ์ของความเปราะบางได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ดัชนีชี้วัดระดับประเทศด้านความเปราะบาง, Regional climate change, Biophysical sensitivity, Biophysical impacts, Socio-economic exposure, Socio-economic capacity, และ Social impacts โดยแบ่งดัชนีชี้ตามประเด็นหรือเป้าหมายของการศึกษาและการวิเคราะห์ปัจจัยของการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งผู้วิจัยได้อ้างอิงจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการระบุตัวชี้วัดที่มีการยอมรับมากที่สุด (Eriksen & Kelly, 2007; Füssel, 2010) สามารถจำแนกตามตัวกลุ่มของปัจจัยหลัก ดังนี้

1) ทางด้านการปรับตัวด้านนโยบายและการประเมินทางสังคมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สามารถจำแนกได้ดังนี้

   - Vulnerability-resilience indicators (Moss et al., 2001)
   - The Environmental Sustainability Index (Esty, Levy, Saltelli, & Dahl, 2005)

- Dimensions of vulnerability (Bohle, Downing, & Watts, 1994)
- Index of Human Insecurity: IHI (Lonergan, Gustavson, & Carter, 1999)
- Contry level risk measures (Brooks, Adger, & Kelly, 2005)

2) Biophysical sensitivity and impacts

วัดได้จากการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรน้ำ ซึ่งอธิบายในรูปแบบของร้อยละของปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่าเมื่อเปรียบเทียบกับในอดีต โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดในช่วงปี ค.ศ. 1961–1990 และช่วงปี ค.ศ. 2040–2069 (IPCC, 2007) จากการสังเคราะห์ข้อมูลจากแบบจำลองการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ได้แก่

- ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน (Gerten, Rost, Bloh, & Lucht, 2008)
- ค่ามัทยฐาน (Median) ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าจากการสังเคราะห์ข้อมูลแบบจำลองทางอุทกศาสตร์ (Gerten et al., 2008)
- การใช้ดัชนีชี้วัดของการประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำมีหลากหลายวิธีการ ซึ่งในการประเมินด้านปริมาณน้ำนั้นมีดัชนีชีวัด 2 ดัชนีที่สำคัญ คือ Falkenmark index (Water Stress Index: WSI) และ Criticality ratio (CR) (Zeng, Liu, & Savenije, 2013).

3) Socio-economic exposure

วัดได้จากปริมาณน้ำที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่

- Current population-weighted precipitation (Balk & Yetman, 2004)
- Renewable water resources per person (Canals et al., 2008)
- Water use ratio (Canals et al., 2008)

4) Socio-economic capacity

วัดได้จากความสามารถในการรองรับ (Coping capacity) ของระบบเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่

- Produced capital stock per person (World Bank, 2006)

- Human development index (HDI) (UNDP, 2007)
- Human assets index (HAI) (UNCTAD, 2008)
- Index of human well-being (HWI) (Prescott-Allen, 2001)
- Government effectiveness (Kaufmann, Kraay, & Mastruzzi, 2008)
- Percentage of households with improved water supply (WHO/UNICEF, 2006)
- Percentage of households with improved sanitation (WHO/UNICEF, 2006)

5) Social impacts

ผลกระทบต่อสังคม หรือ social impacts ของความมั่นคงของทรัพยากรน้ำ ได้แก่

- Water poverty index (Lawrence, Meigh, & Sullivan, 2002)
- Climate vulnerability index (C. A. Sullivan et al., 2003)
- Water wealth index (C. Sullivan, Meigh, & Lawrence, 2006)

เห็นได้ว่าการประเมินค่าของความเปราะบางนั้น มีความจำเป็นต้องกำหนดดัชนีชีวัดของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายของการศึกษา เพื่อการวิเคราะห์สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัวที่ส่งผลซึ่งกันและได้อย่างถูกต้อง (Hinkel, 2011) ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ของกรอบแนวคิดของการระบุดัชนีชี้วัดความเปราะบาง

<table>
<tr><td>Regional climate change (+)</td><td>Biophysical sensitivity (+)</td><td rowspan="2">Socio-economic exposure (+)</td><td rowspan="2">Socio-economic capacity (–)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Biophysical impacts (+)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Social impacts</td></tr>
</table>

หมายเหตุ: (+) และ (–) แสดงค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรกับผลกระทบ

ที่มา: How inequitable is the global distribution of responsibility, capability, and vulnerability to climate change: A comprehensive indicator-based assessment (Füssel, 2010)

การใช้แนวคิดของการประเมินความเปราะบาง

ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, and สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2012) ได้นำกรอบแนวคิดรวมกับแนวคิดดังกล่าว มาสร้างเป็นสมการในการคำนวณ ดังนี้

Vulnerability = (Exposure x Sensitivity) / Coping Capacity (สมการที่ 1)

เมื่อ Vulnerability = ความเปราะบาง

Exposure = ปัจจัยที่มากระทบ

Sensitivity = ความอ่อนไหวของระบบ

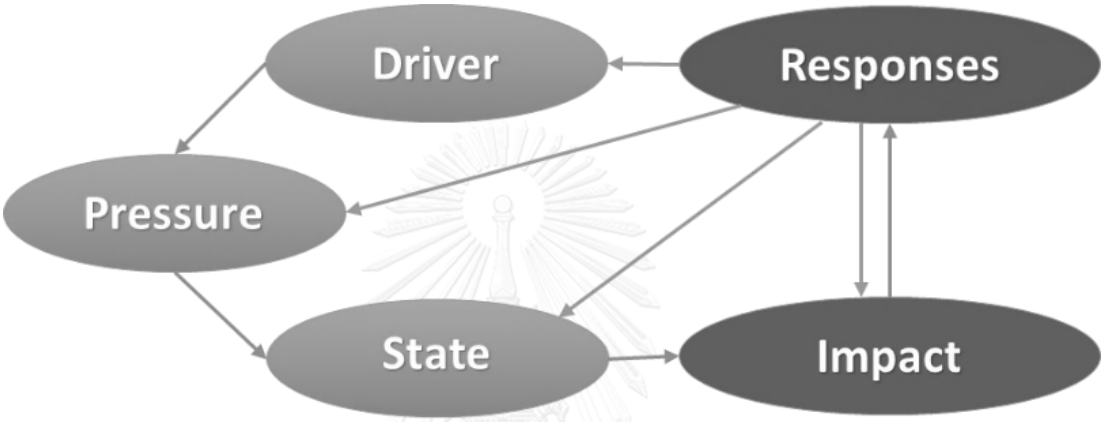
Coping Capacity = ความสามารถในการรับมือ

โดยการคัดเลือกและกำหนดตัวชี้วัดจากสภาพปัญหาของพื้นที่ โดยผู้เชี่ยวชาญ เช่น ด้านทรัพยากรน้ำมีปัจจัยอะไรบ้างที่ถูกกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยตรง และพื้นที่มีความสามารถในการปรับตัวได้มากขนาดไหน จากนั้นให้ประชาชนและผู้มีส่วนร่วมของพื้นที่เป็นผู้ประเมิน โดยการให้ค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนความสำคัญ (weighting and rating scores) ซึ่งการประเมินแบ่งเป็น ค่าผลกระทบมีค่า 0 ถึง 4 ค่าความอ่อนไหวและระดับการลดผลกระทบมีค่า -4 ถึง +4 จากนั้น โดยนำค่าที่ประเมินจากพื้นที่มาคำนวณ โดยใช้การคำนวณเป็นร้อยละของความเปราะบางรวม แบ่งตามเกณฑ์ ดังนี้ น้อยกว่า 20% มีค่าความเปราะบางต่ำ, 20% ถึง 40% มีค่าความเปราะบางปานกลาง, 40% ถึง 60% มีค่าความเปราะบางสูง และมากกว่า 60% มีค่าความเปราะบางสูงมาก

จากวิธีการประเมิน (สมการที่ 1) ในภาพรวมพบว่า ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านทรัพยากรน้ำของประเทศไทย (ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) มีความเปราะบางอยู่ในระดับที่สูงและสูงมาก แนวทางการลดผลกระทบ โดยการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัย สร้างระบบเตือนภัยและพัฒนาระบบการคาดการณ์แนวทางการปรับตัว โดยการเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวจากอุทกภัย ด้านการประกอบอาชีพ การสร้างสิ่งปลูกสร้างเพื่อรองรับการเกิดอุทกภัย และการกำหนดมาตรการที่เหมาะสมเพื่อลดผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2.3 กรอบแนวคิด Driver-Pressure-State-Impact-Response Framework

การสร้างเครื่องมือหรือข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจ สามารถกำหนดดัชนีชี้วัดได้จากหลากหลายเงื่อนไข ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และการตัดสินใจในการเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาหรือวัตถุประสงค์นั้น ในการศึกษาวิจัยในครั้งมีการใช้การกำหนดดัชนีชี้วัดจากแนวคิด Driver-Pressure-State-Impact-Response Framework (DPSIR) (รูปที่ 9) ซึ่งถูกพัฒนาแนวคิดโดย European Environmental Agency (EEA, 2014)



รูปที่ 9 กรอบแนวคิด Driver-Pressure-State-Impact-Response Framework (Gabrielson & Bosch, 2003).

เป็นเครื่องมือสำหรับการวางแผนพัฒนาอย่างยั่งยืนโดยการกำหนดตัวชี้วัด (Indicator) สถานะของระบบหรือตัวแปร เพื่อช่วยในการจัดโครงสร้างของกลุ่มตัวชี้วัดการวางแผนควบคุมและประเมินผล เพื่อให้มีชัดเจนในการแปลความหมาย และสามารถเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของระบบ (Tscherning, Helming, Krippner, Sieber, & Paloma, 2012) โดยมีการกำหนดตัวชี้วัดขึ้นมา 5 ประเภท คือ

1) ตัวขับเคลื่อน (Driver) คือ ตัวแปรที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบ ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถวัดเป็นปริมาณหรือดัชนีชี้วัดที่จะมีผลกระทบกับแรงกดดัน (Pressure)
2) แรงกดดัน (Pressure) คือ กิจกรรมที่ส่งผลกระทบและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะสภาพของระบบ
3) สถานะภาพ (State) คือ สถานะของระบบรวมถึงลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางชีวภาพและคุณสมบัติทางเคมี ของระบบที่ถูกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง
4) ผลกระทบ (Impact) คือ ผลที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะสภาพของระบบ

5) การตอบสนอง (Response) คือ ปฏิกิริยาของระบบต่อตัวแปรและกิจกรรมที่ส่งผลกระทบและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะสภาพของระบบเพื่อให้ระบบกลับสู่สภาวะสมดุล

จากการใช้แนวคิด DPSIR เพื่อเป็นการคัดเลือกตัวชี้วัดนั้น Tscherning et al. (2012) ได้รีวิวงานวิจัยจำนวน 21 ชิ้นที่ตีพิมพ์ออกมาในช่วง ปี ค.ศ. 2003 – 2009 จากการวิเคราะห์ โดยการจำแนกงานวิจัยจากวัตถุประสงค์ พบว่า งานวิจัยด้านการจักการทรัพยากรน้ำ (Water management) มีมากที่สุด จำนวน 10 งานวิจัย ความหลายหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) จำนวน 6 งานวิจัยและด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) จำนวน 5 งานวิจัยแต่ถ้าจำแนกตามกลุ่มเป้าหมายของการใช้งาน (End user addressed) พบว่า 82% ของงานวิจัยมีเป้าหมายไปยังหน่วยงานราชการเพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในด้านการตัดสินใจเชิงนโยบาย (Political decision making)

ในปี 2011 ได้มีงานวิจัยในการพัฒนาดัชนีชี่วัดความเปราะบางเชิงพื้นที่ด้านทรัพยากรน้ำ พิจารณาจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน โดยการใช้แนวคิด DPSIR เพื่อเป็นการคัดเลือกตัวชี้วัดที่เหมาะสม และได้การกำหนดวัตถุประสงค์จากดัชนีความเปราะบางทางอุทกวิทยา 4 ด้าน คือ potential flood damage, potential drought damage, potential water quality deterioration, และ watershed evaluation index ในด้านข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้มาจากการเพิ่มความละเอียดของข้อมูล GCM ด้วยวิธีการทางสถิติ (Statistical Downscaling Model), การคำนวณปริมาณน้ำท่าและคุณภาพน้ำจากแบบจำลอง Hydrological Simulation Program - Fortran และการคำนวณความสัมพันธ์ของตัวชี้วัดที่ใช้ในการประเมินโดยการใช้เทคนิค TOPSIS (multi-attribute method of decision analysis) ซึ่งผลการศึกษาได้มีการเปรียบเทียบความเปราะบางที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งผลของการศึกษาสรุปว่า ความเปราะบางเกิดขึ้นของพื้นที่ศึกษาเกิดจากผลจากตัวแปรไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ การเมือง เศรษฐกิจและสังคมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลของการประเมินทั้งหมดเกิดจากการกำหนดโดยวิธีการที่ผู้วิจัยแนะนำว่าจำเป็นต้องมีการกำหนดกำหนดตัวดัชนีตามขนาดของพื้นที่เพื่อทำให้การประเมินดียิ่งขึ้น (Jun, Chung, Sung, & Lee, 2011)

ในประเด็นของการมีส่วนร่วมของประชาชน การใช้แนวคิด DPSIR ผสานกับการประเมินผลของการมีส่วนร่วมของประชาชนและกลยุทธ์การปรับตัว มีงานวิจัยที่มีความน่าสนใจ คือ การหาแนวทางการปรับตัวจากความเสี่ยงจากภัยน้ำท่วม ในพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำพรหมบุตร (Brahmaputra) และตอนบนของลุ่มน้ำดานูบ (Danube) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ-ด้านการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบริหารจัดการน้ำเชิง

การบูรณาการ โดยใช้การมีส่วนร่วมของผู้ที่มีบทบาทในพื้นที่เป็นผู้กำหนดทางเลือก ซึ่งกำหนดกลุ่มปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัว 4 ปัจจัย ดังนี้ สภาพสังคม สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและภาครัฐ จากนั้นได้สร้างแนวทางการแก้ไขปัญหา จำนวน 4 แนวทาง คือ 1) การแก้ปัญหาโดยใช้วิศวกรรมและการจัดการพื้นที่ 2) การเพิ่มงบประมาณด้านความช่วยเหลือจากภาครัฐ 3) การเพิ่มความรู้และความสามารถของประชาชน และ 4) การสร้างแนวทางและแบบแผนการแก้ปัญหา คณะผู้วิจัยได้จัดการประชุมระดมสมองในทั้ง 2 พื้นที่ สามารถกำหนดดัชนีชี้วัดได้ 9 ตัวชี้วัดที่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 4 ผลการศึกษาโดยการให้ลงคะแนน ผลปรากฏว่า ลุ่มน้ำ Brahmaputra ลุ่มน้ำ Danube มีค่าที่แตกต่างกันตามสภาพของพื้นที่และผู้ส่วนได้ส่วนเสียของพื้นที่นั้นๆ ซึ่งเห็นได้ว่าในการศึกษาด้านการมีส่วนร่วมของผู้ที่มีบทบาทในพื้นที่ให้ความสำคัญของการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับการจัดทำแผนและการสร้างแนวทางและแบบแผนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่จำเป็นที่สุด (Ceccato et al., 2011)

ตารางที่ 4 ดัชนีชี้วัดของแนวทางการแก้ไขปัญหาจากภัยน้ำท่วม ลุ่มน้ำ Brahmaputra และลุ่มน้ำ Danube จากการระดมสมอง

Weight	ลุ่มน้ำ Brahmaputra	ลุ่มน้ำ Danube
สภาพสังคม (38%)	ความยากจน	การตั้งถิ่นฐาน
	พลวัตของประชากร	พลวัตของประชากร
	ระบบสาธารณูประโภค	ระบบสาธารณูประโภค
สิ่งแวดล้อม (37%)	ความเปราะบาง	ความเปราะบาง
	กายภาพของลุ่มน้ำ	กายภาพของลุ่มน้ำ
	การจัดการป่าไม้	การทำงานของระบบนิเวศ
เศรษฐกิจ (25%)	ผลผลิตทางการเกษตร	ผลผลิตทางการเกษตร
	การผลิตพลังงาน	ภาคการก่อสร้าง
	การจ้างงาน	ความต้องการด้านพลังงาน

ที่มา: Participatory assessment of adaptation strategies to flood risk in the Upper Brahmaputra and Danube river basins (Ceccato et al., 2011)

ในปี 2012 ได้มีการประเมินความเปราะบางของแม่น้ำ 10 สายในเขตมรสุมของเอเชียแปซิฟิก โดยใช้การวิเคราะห์ด้าน Socio-economic and Environment ซึ่งทำการจำแนกตัวแปรในการวิเคราะห์โดยการใช้กระบวนการ DPSIR เพื่อใช้ในการเลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำ โดยอ้างอิงความสัมพันธ์ระหว่าง vulnerability, resilience, และ adaptive capacity (Gallopin, 2006) ดังแสดงในตารางที่ 5 ในวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ตัวแปรทุกตัวจะต้องระบุดัชนีชี้วัด จากดัชนี

ความเปราะบางของสากล เปรียบเทียบกับการกำหนดดัชนีชี้วัดของทีมงานวิจัยที่ประเมินจากการแนวคิดการบริหารจัดการน้ำเชิงบูรณาการ ผลจากการประเมินพบว่า ค่าเฉลี่ยความเปราะบางจาก UNEP ของลุ่มน้ำโขงมีค่าประมาณ 0.30 ซึ่งการประเมินของกลุ่มผู้วิจัยมีค่าประมาณ 0.55 ซึ่งมีผลมาจากดัชนีชี้วัดด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน จึงจะเห็นได้ว่าผลของการประเมินความเปราะบางนั้นมีการกำหนดดัชนีชีวัดตัวแปรทำให้ผลมีค่าที่ไม่เท่ากัน (Varis, Kummu, & Salmivaara, 2012)

ตารางที่ 5 การกำหนดตัวแปรโดยการใช้แนวคิด DPSIR

	Driver	**Pressure**	**State**	**Impact**	**Response**
Governance	State fragility	Political instability	–	–	Corruption
Economy	GNI PPP per capita	–	–	–	–
Social issues	Literacy	Slums	Infant mortality	Malnutrition	–
Environment	–	Human footprint	–	Environmental systems	–
Hazards	–	–	Floods and hazards	–	–
Water scarcity	–	–	Ratio of water withdrawals and water availability	–	–

ที่มา: Ten major rivers in monsoon Asia-Pacific: An assessment of vulnerability (Varis et al., 2012)

การใช้แนวคิด DPSIR ยังมีอีกหลากหลายด้าน อาทิเช่น การศึกษาด้านการจัดการสภาพแวดล้อมทางทะเล การบริการเชิงระบบนิเวศและประโยชน์ทางสังคม โดย 2 กรณี คือ การจัดการด้านอุตสาหกรรมการแยกทรายและกรวดในน่านน้ำสหราชอาณาจักร และการจัดการด้านความหลากหลายทางชีวภาพของทะเลบริเวณ Flamborough Head สหราชอาณาจักร (Atkins et al., 2011) ประโยชน์ของการใช้ DPSIR จึงนำกรอบแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในงานวิจัยในครั้งด้วย

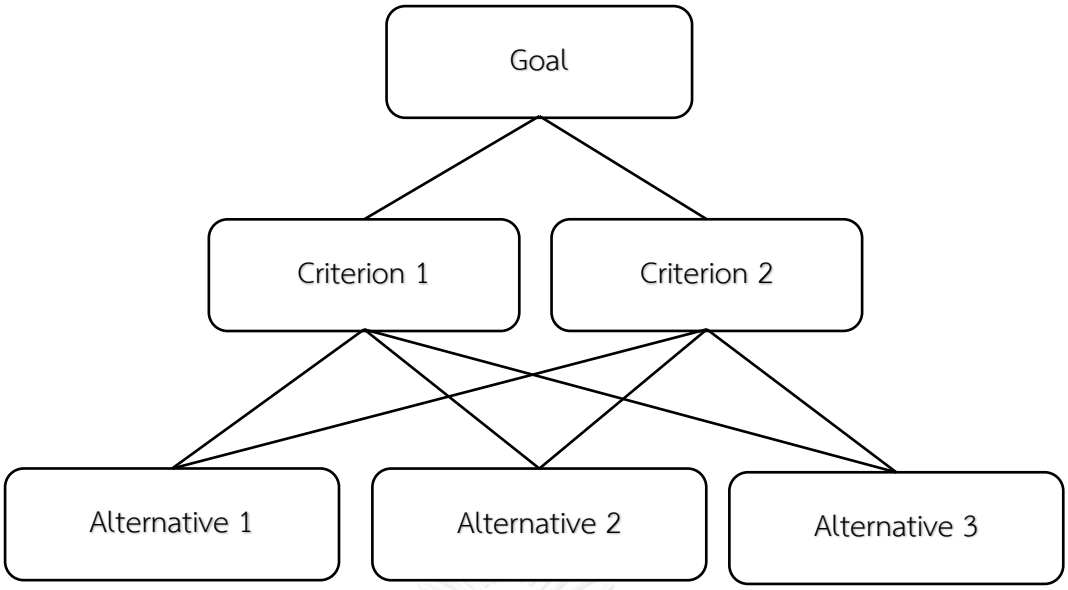
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 กระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น Analysis Hierarchy Process

กระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) คือเครื่องมือเพื่อช่วยในการตัดสินใจหลายเงื่อนไข (A multiple criteria decision-making tool: MCDM) เป็นการกำหนดค่าของการเปรียบเทียบ โดยการใช้ระเบียบวิธีการเชิงตัวเลข เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวัดทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ (Vaidya & Kumar, 2006) ซึ่งประโยชน์ของ AHP คือ มีความน่าเชื่อถือเนื่องจากใช้วิธีการเปรียบเทียบเชิงคู่ในการตัดสินใจและคำนวณค่าความสำคัญจากหลายทางเลือกง่ายต่อการใช้และการทำความเข้าใจ โดยมีโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับขั้น (รูปที่ 10) ตามลักษณะของกระบวนความคิดเป็นการวิเคราะห์เชิงความสัมพันธ์ทางสถิติ ซึ่งให้ผลของการวิเคราะห์อยู่ในรูปแบบเชิงตัวเลข สามารถนำไปใช้ในงานด้านต่างๆได้ง่ายเป็นการตัดสินใจแบบไม่มีอคติสามารถใช้ได้ทั้งแบบเดียวและแบบกลุ่มการกำหนดหลักเกณฑ์และค่าน้ำหนักสามารถวิเคราะห์ได้จากการรวมวรรณกรรมและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ (สุธรรม อรุณ, 2549) พื้นฐานของระเบียบวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจด้วย AHP สามารถแบ่งได้ดังนี้ (วราวุธ วุฒิวณิชย์, 2554)

1) กำหนดปัญหาและทางเลือก ซึ่งมีหลายทางเลือกในการแก้ปัญหา จึงต้องกำหนดทางเลือกที่เกี่ยวข้องทั้งหมด
2) กำหนดระดับของเกณฑ์ต่ำสุดที่ต้องการและคัดเลือกทางเลือกเบื้องต้นจากเกณฑ์ต่ำของแต่ละทางเลือกโดยคัดทางเลือกใดต่ำกว่าเกณฑ์ออก
3) กำหนดหลักเกณฑ์หลัก (Criteria) และหลักเกณฑ์ย่อย (Sub-criteria) เพื่อใช้ในการตัดสินใจ
4) สร้างโครงสร้างลำดับชั้นของการตัดสินใจจากทางเลือกและหลักเกณฑ์ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้ เป้าหมายหลักเกณฑ์และทางเลือก
5) เปรียบเทียบหลักเกณฑ์ทีละคู่ และเปรียบเทียบทางเลือกทีละคู่ตามหลักเกณฑ์
6) คำนวณลำดับความสำคัญของทางเลือกจากผลรวมของคะแนน โดยการนำค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละทางเลือกในแต่ละหลักเกณฑ์คูณค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์
7) วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เป็นการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของข้อมูลของผลการวิเคราะห์การตัดสินใจ โดยทดสอบการเปลี่ยนน้ำหนักของหลักเกณฑ์ในการส่งผลต่อการเปลี่ยนลำดับของความสำคัญของทางเลือกอย่างมีเหตุผลหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 10 กรอบแนวคิดของกระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)

2.4.1 การให้ค่าคะแนนและการเปรียบเทียบแนวทางและทางเลือกของการแก้ปัญหา

การใช้ AHP ในการเลือกแนวทางของการตัดสินใจนั้น ทางเลือกของการตัดสินใจนั้นต้องถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบของการเปรียบเทียบที่ละคู่ ซึ่งในแต่ละการเลือกต้องมีการเปรียบเทียบให้ครบทุกๆปัจจัย สามารถทำการเปรียบเทียบโดยการทำเป็นตารางเมทริกซ์ (Matrix) สมาการที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4.2 สมการตัวอย่างของการสร้างตารางเมทริกซ์ Matrix A

$$A = [a_{ij}] = \begin{Bmatrix} 1 & a_{ij} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{ij} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{Bmatrix} \quad \text{(สมการที่ 2)}$$

เมื่อ $A = [a_{ij}]$ คือ ตารางเมทริกซ์ของการเปรียบเทียบ และ a_{ij} จำนวนของแนวทางหรือทางเลือก $i, j = [1,2, \dots, n]$.

จากการสร้างตารางการเปรียบเทียบหรือตารางเมทริกซ์ (Matrix) เราสามารถทราบได้ถึงจำนวนของการเปรียบเทียบ เนื่องจากการเปรียบเทียบแบบนี้ ทางเลือกในตารางที่ตรงข้ามกันจะต้องมีค่ารวมกันเท่ากัน 1 ตัวอย่างเช่น ทางเลือก i มีค่าความสำคัญเท่ากับทางเลือก j ดังนั้น $a_{ij} = a_{ji} = 1$ และเมื่อทางเลือก i มีค่าความสำคัญมากกว่าทางเลือก j มากที่สุด ดังนั้น $a_{ij} = 9$ และ

$a_{ji} = 1/9$ จึงสามารถสรุปได้ว่า การเปรียบเทียบทีละคู่ไม่จะเป็นต้องทำในส่วนของด้านตรงข้าม และสามารถใช้ส่วนกลับของการเปรียบเทียบที่ตรงข้ามในการเปรียบเทียบได้ (Saaty, 2005) จากวิธีการดังกล่าว สามารถหาจำนวนของครั้งของการเปรียบเทียบทีละคู่นั้น หาได้จากสมาการที่ สมการที่ 3

2.4.3 สมการของการหาจำนวนของครั้งของการเปรียบเทียบทีละคู่

$$n(n-1)/2 \qquad \text{(สมการที่ 3)}$$

เมื่อ n คือ จำนวนของแนวทางหรือทางเลือก $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ ของการจัดลำดับของความสำคัญ

ในการเปรียบเทียบทีละคู่นั้น ต้องใช้การประเมินค่าคะแนนของความสำคัญของแนวทางหรือทางเลือกของ 2 ทางเลือก โดยการให้ค่าคะแนน 1-9 อ้างอิงตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตารางการให้คะแนนของการเปรียบเทียบทีล่ะคู่

ระดับคะแนน	ความหมาย	หมายเหตุ
1	ค่าความสำคัญเท่ากัน	ปัจจัยทั้ง 2 มีค่าความสำคัญที่เท่ากัน
3	ค่าความสำคัญต่างกันน้อย	ปัจจัยมีค่าความสำคัญที่มีตัวใดตัวหนึ่งมากกว่าหรือน้อยกว่าเล็กน้อย
5	ค่าความสำคัญต่างกันปานกลาง	ปัจจัยมีค่าความสำคัญที่มีตัวใดตัวหนึ่งมากกว่าหรือน้อยกว่ากับในระดับปานกลาง
7	ค่าความสำคัญต่างกันมาก	ปัจจัยมีค่าความสำคัญที่มีตัวใดตัวหนึ่งมากกว่าหรือน้อยกว่ากับมาก
9	ค่าความสำคัญต่างกันมากที่สุด	ปัจจัยมีค่าความสำคัญที่มีตัวใดตัวหนึ่งมากกว่าหรือน้อยกว่ากับในระดับมากที่สุด
2, 4, 6, 8	ค่าที่อยู่ระหว่าง 2 ค่าคะแนน	ใช้ในการให้คะแนนที่อยู่ระหว่างระดับของความสำคัญต่างๆ

จากการสร้างตารางการเปรียบเทียบหรือตารางเมทริกซ์ (Matrix) เราสามารถคำนวณค่าน้ำหนักของแต่ละการเปรียบเทียบทีละคู่ของแนวทางหรือทางเลือกได้จากดังสมการที่ 4

$$a_{ij} \approx w_i/w_j \qquad \text{(สมการที่ 4)}$$

การคำนวณเริ่มจาก การรวมผลของค่าคะแนนของการเปรียบเทียบทีละคู่ของแนวทางหรือทางเลือกในแต่ละคอลัมน์ จากตารางเมทริกซ์ A จากนั้นนำค่าที่ได้ไปหารด้วยค่าค่าคะแนนตาม

ตารางเมทริกซ์ A เพื่อให้ได้ค่าคะแนนของแนวทางหรือทางเลือกที่ได้ทำการ Normalized หรือค่า w_{ij} ดังสมการที่ 5

$$w_{ij} = \frac{Weighting\ score}{\sum Weighting\ score\ in\ column} \qquad \text{(สมการที่ 5)}$$

เมื่อ w_{ij} คือ ค่าคะแนนของแนวทางหรือทางเลือกที่ได้ทำการ Normalized

$Weighting\ score$ คือ ค่าคะแนนของการเปรียบเทียบทีละคู่ของแนวทางหรือทางเลือก

$\sum Weighting\ score\ in\ column$ คือ ผลรวมของค่าคะแนนของการเปรียบเทียบทีละคู่ของแนวทางหรือทางเลือกในแต่ละคอลัมน์

ในการหาค่าลำดับความสำคัญรวมหรือค่า nw_{ij} ของแนวทางหรือทางเลือก ให้นำค่า w_{ij} มาหาผลรวมในแต่ละแถวและหารด้วยจำนวนของแนวทางหรือทางเลือก ดังสมการที่ 6

$$nw_{ij} = \sum w_{ij}/n \qquad \text{(สมการที่ 6)}$$

เมื่อ nw_{ij} คือ ผลของคะแนนในแต่ละแนวทางหรือทางเลือก

$\sum w_{ij}$ คือ ผลรวมของค่าคะแนนของการเปรียบเทียบทีละคู่ของแนวทางหรือทางเลือกในแต่ละแถว

n คือ จำนวนของแนวทางหรือทางเลือก $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ ของการจัดลำดับของความสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4.4 การคำนวณดัชนีความสมเหตุสมผลและอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล

เพื่อทดสอบผลการเปรียบเทียบแบบคู่ของเกณฑ์ในการตัดสินใจ ว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ จากผลของการเปรียบเทียบเกณฑ์ในการตัดสินใจเป็นรายคู่ในรูปของเมทริกซ์ โดยใช้ดรรชนีความสมเหตุสมผลของข้อมูล Consistency Index (CI) ในสมการที่ 8 ใช้คำนวณดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล สำหรับการพิจารณา เริ่มจากการคำนวณเบื้องต้นโดยการหาค่าของ λ_{max} ต้องมีค่าเท่ากับ n เมื่อ n คือ จำนวนเกณฑ์ในการตัดสินใจ ซึ่ง λ_{max} คือ ค่าที่ได้จากสมการที่ 7

$$\lambda = \frac{nw_{ij}}{Normalized\ w_{ij}} \qquad \text{(สมการที่ 7)}$$

เมื่อ λ_{max} คือ ค่าที่ได้จากการหาค่าสูงสุดของค่า λ ในแต่ละทางเลือก ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก nw_{ij} หารด้วยค่า normalized w_{ij}

แต่ถ้าการเปรียบเทียบมีค่าไม่เท่ากัน จำเป็นต้องใช้การเปรียบเทียบ อัตราส่วนความสอดคล้อง Consistency Ratio (CR) และนำไปคำนวณหาค่าอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล Consistency Ratio (CR) โดยการใช้สมการที่ 9

2.4.5 สมการความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency Index, CI)

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n-1) \qquad \text{(สมการที่ 8)}$$

เมื่อ CI คือ ดรรชนีความสมเหตุสมผลของข้อมูล λ_{max} คือ ค่าที่ได้จากสมการที่ 2-7 และ n คือ จำนวนเกณฑ์ในการตัดสินใจ

จากนั้นนำค่า CI ที่ได้จากการคำนวณมาแทนค่าในสมการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: CR) สมการที่ 2-10 เพื่อหาอัตราส่วนความสอดคล้องกันของผลจากการวิจัย ซึ่งอัตราส่วนความสอดคล้องกันทางทฤษฎี ได้กำหนดไว้ให้ค่าอัตราส่วนความสอดคล้องต้องน้อยกว่า 0.10 ($CR < 0.10$) เมทริกซ์ขนาดมากกว่า 4x4 ขึ้นไป (Saaty & Tran, 2007)

2.4.6 สมการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: CR)

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad \text{(สมการที่ 9)}$$

เมื่อ CR คือ อัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล

CI คือ ดรรชนีความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ได้จากสมการที่ 8

RI คือ ดัชนีความสอดคล้องกันจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Consistency Index: RI)

ค่า RI ได้มาจากการประมวลผลในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และมีค่าแตกต่างกันตามขนาดของเมทริกซ์ ตารางที่ 7 ได้แสดงค่า RI สำหรับเมทริกซ์ขนาด 1-15 ด้วยกลุ่มตัวอย่างสำหรับการประมาณค่า RI จำนวน 100000 และ 500000 ตัวอย่าง (Alonso & Lamata, 2006)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7 ตารางของค่าดรรชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผลของ Alonso-Lamata (Random Inconsistency Index: RI values and Standard Deviation for 100000 and 500000 matrices) (Alonso & Lamata, 2006).

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.52	0.88	1.11	1.25	1.34	1.41	1.45	1.49	1.51	1.54	1.56	1.57	1.58

ในกรณีที่อัตราส่วนความสอดคล้องกันของการวิจัย (CR) ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าอัตราส่วนความสอดคล้องกันทางทฤษฎี สามารถสรุปได้ว่าการเปรียบเทียบแบบคู่มีความสอดคล้องกันของเหตุผลเป็นที่ยอมรับได้ แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล มีค่ามากกว่าอัตราส่วนความสอดคล้องกันทางทฤษฎี ก็สามารถสรุปได้ว่าการเปรียบเทียบแบบคู่ไม่มีความสอดคล้องกันของเหตุผล และไม่สามารถจะยอมรับได้ ดังนั้นต้องการจัดลำดับความสำคัญของการเปรียบเทียบแบบคู่ใหม่จนกว่าค่าอัตราส่วนความสอดคล้องกันของการวิจัยจะมีค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งการหาอัตราส่วนความสอดคล้องกัน นั้นสามารถทำให้ผู้ตัดสินใจมีความมั่นใจในการกำหนดค่าความสำคัญของเกณฑ์ในการตัดสินใจในการดำเนินการวิจัยนั้นๆ

ตัวอย่างของการใช้กรอบแนวคิดของกระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น (AHP) เพื่อศึกษาหลักเกณฑ์ดัชนีความยืดหยุ่นและภัยพิบัติเพื่อประเมินชุมชนชายฝั่ง Pedcris M.Orencio ได้ดำเนินการแบ่งโครงสร้างของการตัดสินใจเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ชั้นที่ 1 คือ เป้าหมาย disaster-resilient coastal community ชั้นที่ 2 คือ เงื่อนไขหรือหลักเกณฑ์ ดังตารางที่ 8 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ พบว่า ทางเลือกในด้านของการจัดการและส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับชุมชนนั้นมีค่ามากกว่า 70% ของค่าน้ำหนักของเกณฑ์ทั้งหมด จึงถูกนำมาใช้ในการหาทางเลือก จากผลการศึกษาดังกล่าวผู้วิจัยได้สรุปว่า ดัชนีชีวัดนี้สามารถนำมาใช้โดยหน่วยงานของรัฐบาลในท้องถิ่น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือการอำนวยความสะดวกในการลดความเสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติและการจัดการ (Orencio & Fujii, 2013)

ตารางที่ 8 ทางเลือกและค่าน้ำหนักของการประเมินความยืดหยุ่นและภัยพิบัติ

Criteria	Elements of disaster resilient communities	Weights	Elements of risk reduction enabling Environment	Weights
Environmental and Natural Resource Management	Understanding of functioning environment and ecosystems	1.62	Prevention of unsustainable land use	1.51
Sustainable Livelihoods	Livelihood diversification in rural areas	1.33	Poverty-reduction targets vulnerable groups	2.19
Social Protection	Social support and network systems on DRR activities	1.87	Social protection and safety nets for vulnerable groups	1.25
Planning Regimes	Community decision making takes on land use and hazards	1.27	Land use planning takes hazard risks into account	1.47

ที่มา: A localized disaster-resilience index to assess coastal communities based on an analytic hierarchy process (AHP) (Orencio & Fujii, 2013)

ในประเทศไทย กรอบแนวคิดของกระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น (AHP) ได้ถูกนำมาใช้ในด้านการจัดสรรน้ำ ทองเปลว กองจันทร์ and วราวุธ วุฒิวณิชย์ (2546) ได้ศึกษาทางเลือกของการแก้ปัญหาการขาดน้ำจากระบบอ่างเก็บน้ำของลุ่มน้ำมูลตอนบน โดยการจำลองระบบอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำจากข้อมูลย้อนหลัง 25 ปี จากแบบจำลอง Hydrologic Engineering Center: Reservoir System Analysis of Conservation (HEC-3) วิเคราะห์และคัดเลือกด้วย AHP เพื่อศึกษาสภาวะการขาดน้ำในลุ่มน้ำ พบว่าทางเลือกในการจัดสรรน้ำระหว่างกิจกรรมการใช้น้ำ โดยใช้ปีที่มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำน้อย เป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ทางเลือกมี 3 เกณฑ์ ประกอบด้วย ผลประโยชน์ ความยุติธรรมและความเชื่อมั่น จากการวิเคราะห์ด้วย AHP พบว่า การจัดสรรน้ำในสภาวะวิกฤตหรือปีที่มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำน้อย จะให้ความสำคัญในด้านผลประโยชน์ 42.7% ความยุติธรรม 33.1% และความเชื่อมั่น 24.2% ซึ่งทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด 27.93% คือ ทางเลือกที่ให้การประปา-อุตสาหกรรม สามารถใช้น้ำได้ 100% และระบบนิเวศน์ด้านท้ายอ่างเก็บน้ำมีระดับน้ำในลำน้ำ 80.28% ของระดับปกติ ทำให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรรวม 56% ของผลผลิตสูงสุด ซึ่งการ

วิจัยครั้งนี้เทคนิค AHP มีความสำคัญในส่วนของการประเมินทางเลือกของการปรับตัว เพื่อให้ได้ทางเลือกที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่มากที่สุด

2.5 พลวัตเชิงระบบ

นิยามของพลวัตของระบบ (System Dynamics) ได้มีผู้ให้นิยามไว้อย่างแพร่หลาย ในส่วนของงานวิจัยครั้งนี้ พลวัตของระบบทางด้านการศึกษาด้านความเปราะบางที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยใช้นิยามของ Forrester and Wright (1961) ที่ให้นิยามไว้ว่าพลวัตของระบบ หมายถึง “การสืบค้นลักษณะเฉพาะของการย้อนกลับของข้อมูลของระบบและการใช้แบบจำลองสำหรับการออกแบบปรับปรุงระบบและเป็นตัวกำหนดแบบแผน” ซึ่งมีจุดเริ่มต้นจากคิดค้นแบบจำลองที่ใช้ในการควบคุมเชิงวิศวกรรมและการจัดการพลวัตของระบบเป็นวิธีการที่ใช้สร้างรูปแบบจำลอง เพื่อแสดงให้เห็นมุมมองที่เป็นพื้นฐานของระบบ ผลที่มีการย้อนกลับภายในระบบ รวมทั้งการหน่วงของข้อมูลที่มีผลต่อระบบนั้นและเข้าใจพฤติกรรมของระบบทางกายภาพทางชีวะภาพและทางสังคม ที่เป็นพลวัตซึ่งกันและกันซึ่งในเวลาต่อมา Coyle (1996) นำไปพัฒนาต่อยอดความคิดและได้ให้นิยามเพิ่มเติมไว้ว่า พลวัตของระบบ หมายถึง “วิธีการวิเคราะห์ปัญหาของระบบโดยมีเวลามาเป็นปัจจัย และการพัฒนาของระบบให้คงอยู่” ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงให้นิยามของพลวัตของระบบ หมายถึง “การสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงลักษณะเฉพาะของระบบ ผลของการย้อนกลับของข้อมูลที่ส่งผลต่อระบบ โดยมีเวลามาเป็นปัจจัยในด้านการพัฒนาของระบบ” โดยการใช้แบบจำลองสำหรับการออกแบบระบบเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ปัญหาของระบบ และสร้างแบบแผนหรือสถานการณ์จำลอง เพื่อหาแบบแผนที่เหมาะสมในการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในการสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตด้านทรัพยากรน้ำ (Hydrological system dynamic model) เป็นการจำลองของระบบด้านทรัพยากรน้ำ โดยจำลองความสัมพันธ์ของระบบหรือแผนผังแสดงเหตุและผล (Causal Loop Diagram) เป็นเครื่องมือสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ในระบบ สามารถแสดงขั้นตอนกระบวนการสร้างแบบจำลองไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) การกำหนดปัญหา (Problem Articulation)
2) การตั้งสมมุตฐานเชิงพลวัต (Formulation of Dynamics Hypothesis)
3) การสร้างแบบจำลองของระบบ (Formulation of a Simulation Model)
4) การทดสอบระบบ (Testing)

5) การประเมินผล (Evaluation)

ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมาสามารถทำให้การสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตร มีความสอดคล้องกับระบบ สามรถตรวจสอบได้และง่ายต่อการดำเนินงานในระดับต่อไป (Sterman, 2000)

ด้านการศึกษาการประเมินความเปราะบางจากอุทกภัยและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้มีการใช้แบบจำลองพลวัตเชิงระบบ โดยมิติของการประเมินถูกจัดให้อยู่ในหมวดหมู่ของกรอบแนวคิดของการประเมินความเปราะบาง (Füssel & Klein, 2006) การระบุตัวแปรที่ใช้การประเมิน โดยจำแนกจากดัชนีการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน และดัชนีการประเมินการเกิดภัยพิบัติ เพื่อสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์ระบบเชิงพลวัต ในการคำนวณความสำคัญของตัวแปรใช้กระบวนการ Multiple criteria decision analysis โดยวิธีการจัดการประชุม ผลที่ได้จากแบบจำลองเป็นรูปแบบของค่าความอ่อนไหวเชิงตัวเลข ในการวิเคราะห์ข้อมูลต้องมีการประมวลผลของคะแนนของทั้ง 3 ปัจจัยหลักและผลที่ได้ไปพร้อมกัน เพื่อให้ทราบถึงที่มาของความเปราะบางตามเงื่อนไขนั้น โดยงานวิจัยของ Giupponi, Giove, and Giannini (2013) ใช้ข้อมูลจาก European Project Brahmatwinn ในการสร้างแบบจำลองและนำไปทดลองพื้นที่ศึกษา Assam State in India ในการวิจัยได้นำค่าของการเปลี่ยนแปลงผ่านกระบวนการ Normalization เพื่อให้ค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ก่อนการนำเข้าแบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลช่วงปี 1980, 2000, 2020, 2050 ในการนำเข้าค่าของตัวแปรแต่ละตัว จากสถานการณ์จำลอง A1B และ B1 ผลของใช้แบบจำลองในการประเมินพบว่า ค่าของความเปราะบางนั้นมีความแปรปรวนสูง และแสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอน (Uncertainty) ซึ่งมีค่ามากถึง±20%ตั้งแต่ปัจจุบันจนถึง ปี ค.ศ.2050 แต่อย่างไรก็ตามแนวโน้มของการประเมินความเปราะบางมีทิศทางไปในทางเดียวกับรูปแบบของสถานการณ์จำลอง A1B และ B1 ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ความเห็นด้านนี้ไว้ว่า เป็นการยากในการนำแบบจำลองไปใช้และยากที่จะอธิบายผลที่ถูกต้องของการประเมิน เพราะการสร้างแบบจำลองของการประเมินด้านความเปราะบางจำเป็นต้องมีการพัฒนาและเพิ่มเติมของตัวแปรที่เกี่ยวข้องด้านนโยบาย ด้านเศรษฐกิจสังคมและระบบที่มีความเป็นพลวัต เพื่อให้ค่าของการประเมินมีความแปรปรวนน้อยลง (Giupponi et al., 2013)

ในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำ ได้การใช้แบบจำลองพลวัตเชิงระบบ ในหลากหลายด้าน ตัวอย่างเช่น การประเมินระบบของทรัพยากรน้ำของชุมชนเมือง โดยใช้แบบจำลองเชิงพลวัตร ซึ่งได้จำลองระบบของการบริหารจัดการน้ำของทั้งระบบชุมชนเมืองใน Tabrin, Iran เพื่อฉายภาพอนาคตของผลที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของปัญหาในรูปแบบที่แตกแต่งกัน ซึ่งได้ทำการแบ่งอธิพลของแบบจำลองเป็น 5 ส่วนด้วยกัน คือ 1) อธิพลจากแหล่งน้ำใต้ดิน 2) อธิพลจากน้ำเสียและการบำบัดน้ำเสีย 3) อธิพลจากการผันน้ำภายในลุ่มน้ำ 4) อธิพลจากการขึ้นค่าน้ำ 5) อธิพลจากการลดการใช้น้ำ ผลของแบบจำลองแสดงให้เห็นว่า อธิพลของแต่ละการแก้ไขปัญหาส่งผลต่อการ

ขาดแคลนน้ำ ซึ่งแบบจำลองเชิงพลวัตรสามารถฉายภาพอนาคตออกมาให้เห็นการเปลี่ยนแปลงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ (Zarghami & Akbariyeh, 2012)

การประเมินผลกระทบของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำกับนโยบายด้านเศรษฐกิจ-สังคม โดยใช้แบบจำลองเชิงพลวัตรจำลองการบริหารจัดการน้ำของพื้นที่ศึกษา (Kairouan region) เพื่อฉายภาพอนาคตของที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรน้ำ และประเมินผลกระทบของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ซึ่งในการศึกษาวิจัย ได้ทำการกำหนดระบบหลัก คือ ชุมชน อุสาหกรรม เกษตรกรรม และระบบการจัดการน้ำ โดยกำหนดรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับนโยบายของพื้นที่ ซึ่งผลของการศึกษาสามารถบอกถึงภาพอนาคตออกมาให้เห็นการเปลี่ยนแปลงตามเงื่อนไขของนโยบายของการบริหารของพื้นที่ (Sušnik et al., 2012)

การประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมในระดับที่มีความแตกต่างกันของความต้องการน้ำ เพื่อรักษาธรรมชาติในลำน้ำ (Environmental flow) ในพื้นที่ลุ่มน้ำ Weihe ประเทศจีน Wei et al. (2012) ทำศึกษาสมดุลของน้ำที่สามารถใช้ได้กับความต้องการน้ำ (Water availability-demand balances) ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรน้ำกับการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคม แสดงให้เห็นและการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นกับตัวแปรของความต้องการน้ำเพื่อรักษาธรรมชาติในลำน้ำ ภายใต้รูปแบบของการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งโครงสร้างของแบบจำลองได้กำหนดดัชนีชี้วัดจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับเศรษฐกิจสังคมและทรัพยากรธรรมชาติ ใช้ข้อมูลปี ค.ศ. 1999-2008 เป็นข้อมูลฐานของการคำนวณ และคาดการณ์จนถึง ปี ค.ศ. 2050 ซึ่งแบบจำลองคำนวณครั้งละ 1 ปี ประกอบด้วย 9 ระบบย่อย คือ ประชากร, อุตสาหกรรม, เกษตรกรรม , การใช้น้ำหรือความต้องการใช้น้ำ, น้ำเสีย, ทรัพยากรน้ำ, สมดุลของน้ำ, ความต้องการน้ำของระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมและประกอบด้วย 160 ตัวแปรและพารามิเตอร์โดยมีค่าเริ่มต้นของตัวแปร 7 ค่า ค่าคงที่ 41 ค่าและประกอบด้วยระบบทั้งหมด 97 ระบบโดยแบ่งการคาดการณ์เป็นตามรูปแบบพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบ่งเป็น 4 รูปแบบและทางเลือกของ Environmental flow 4 รูปแบบ ผลของการศึกษาพบว่า ทิศทางของผลการศึกษาเป็นไปได้ในหลายรูปแบบตามเงื่อนทั้ง 4 ของการศึกษา แต่อย่างไรก็ตามจากการผลของการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผลการประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมของการเติบโตทางทางเศรษฐกิจและสังคมส่งผลต่อของความต้องการน้ำเพื่อรักษาธรรมชาติในลำน้ำ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ในรูปแบบต่างกันไปตามเงื่อนไขของเศรษฐกิจและสังคมเป็นหลัก

ในส่วนของประเทศไทยได้มีการใช้แบบจำลองเชิงระบบในด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ Boonpitak, Sintunawab, Keeratiwiriyapornc, and Watanasind (2012) ได้ศึกษากระบวนการการตรวจท้องที่ของเจ้าหน้าที่ตำรวจนครบาล เพื่อช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยจำลองทางเลือกของการออกตรวจพื้นที่โดยใช้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าและ

รถจักรยานในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบความแตกต่างกับการตรวจพื้นที่ปกติโดยใช้โปรแกรม STELLA ผลของการวิเคราะห์ในช่วง 5 ปีย้อนหลัง พบว่า การตรวจพื้นที่ในสภาพปกติมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2,974 ตันคาร์บอน และใช้ต้นทุน 39,059,960 บาทซึ่งทางเลือกที่เหมาะสมคือ การใช้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าร่วมกับรถจักรยาน ซึ่งไม่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสามารถประหยัดต้นทุน 31,368,212 บาทในด้านเวลาในการดำเนินการที่เหมาะสมควรประเมินจากช่วงเวลาของการเกิดอาชญากรรมเพื่อไม่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่

2.6 ความไม่แน่นอน

ความสามารถในการปรับตัว (Adaptive capacity) เป็นกระบวนการหลักของการปรับตัว ซึ่งสามารถวัดได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับการกำหนดทฤษฎีที่นำมาวิเคราะห์และการกำหนดดัชนีชี้วัด ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ข้อมูลสามารถออกมาในหลายทิศทางส่งผลให้เกิดความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของผลการประเมินด้านความเปราะบางและการปรับตัว (Adger & Vincent, 2005)

สาเหตุของการเกิดความไม่แน่นอนของประเมินความเปราะบางและการปรับตัว จากการตั้งสมมุติฐานของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (IPCC, 2007) ซึ่งเป็นตัวกำหนดสิ่งที่มากระทบ (Exposure) เป็นการคาดการณ์ที่อ้างอิงจากแนวโน้มความเป็นไปได้ในทิศทางที่หลากหลาย การประเมินทางด้านความอ่อนไหว (Sensitivity) ซึ่งเป็นการประเมินจากตัวแปรทางกายภาพ ชีวภาพของพื้นที่ และปัจจัยทางสังคม และการประเมินความสามารถในการปรับตัว (Adaptive capacity) เป็นกระบวนการวัดทางสังคม ซึ่งการประเมินขึ้นอยู่กับการกำหนดของผู้วิจัย อันจะเห็นได้ว่าทุกตัวแปรมีความเกี่ยวข้องกันในการประเมินความเปราะบางทั้งสิ้น โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ดังนี้ Vulnerability = (Exposure, Sensitivity, Adaptive capacity) สามารถแสดงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ในสมการที่ 2-1 ดังนั้นเมื่อตัวแปรที่นำมาคิดแต่ละตัวมีค่าความไม่แน่นอนในตัว ผลลัพธ์ที่ได้ออกมานั้นยิ่งมีความแน่นอนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Moss et al., 2001)

ด้านการศึกษาความไม่แน่นอนของความสามารถในการปรับตัว Adger and Vincent (2005) ได้ศึกษาความไม่แน่นอนของความสามารถในการปรับตัวในประเทศแถบแอฟริกา โดยใช้ดัชนีชีวัดทางสังคม (Social Vulnerability Index: SVI) มีโครงสร้าง 5 ปัจจัยหลัก ประกอบด้วย ความอยู่ดีกินดีและความมั่นคงทางเศรษฐกิจ 20%, โครงสร้างประชากร 20%, ความมั่นคงของสถาบันและความแข็งแรงของโครงสร้างพื้นฐานสาธารณะ 40%, การเชื่อมต่อสู่ระบบโลก 10%, และการพึ่งพาอาศัยทรัพยากรธรรมชาติ (natural resources dependence) 10% รวมทั้งหมดเป็น 100% ซึ่งได้แบ่งเป็นการศึกษาดังนี้แบบที่ 1 ใช้ SVI แบบมาตรฐาน และแบบที่ 2 ใช้ SVI และเพิ่มดัชนีการทุจริต

ของประเทศ พบว่า ดัชนีชี้วัดแบบ A มีค่าของความเปราะบางไม่เท่ากับ(น้อยกว่า)แบบ B ตัวอย่างเช่น Zambia (+0.034), Kenya (+0.025), Namibia (+0.024), Angola (+0.022) และ Zimbabwe (+ 0.022) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การศึกษาด้านความสามารถในการปรับตัวสิ่งสำคัญของการวัดคือการกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการศึกษา เพราะการให้ความสำคัญและเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงของตัวแปรสามารถทำให้ผลของการประเมินมีค่าที่เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ

จากงานวิจัยข้างต้น ได้มีการศึกษาต่อเนื่องถึงความไม่แน่นอนของความสามารถในการปรับตัวและความสำคัญของวัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการเปรียบเทียบการวัดค่าของความสามารถในการปรับในระดับประเทศกับในระดับครัวเรือน การใช้ดัชนี SVI และใช้ดัชนีชี้วัดระดับครัวเรือน (Household Adaptive Capacity Index: HACI) ประกอบด้วยโครงสร้าง 5 ปัจจัยหลัก ความอยู่ดีกินดีทางเศรษฐกิจ 20%, โครงสร้างประชากร 20%, การเชื่อมโยงระหว่างระบบที่สูงกว่า 20%, คุณภาพของที่อยู่อาศัย 20%, และการพึ่งพาอาศัยทรัพยากรธรรมชาติ 20% รวมทั้งหมดเป็น 100% พบว่า ผลของการประเมินจากการใช้ดัชนีในระดับประเทศ ดังนี้ Niger (0.725), Sierra Leone (0.705), Burundi (0.703), Madagascar (0.691) และ Burkina Fasoa (0.658) ตามลำดับ แต่ในส่วนของการใช้ดัชนีชี้วัดในระดับของจำนวนครัวเรือนของประเทศนั้น มีค่าของความเปราะบาง ดังนี้ จำนวนครัวเรือน 145 (18.45), จำนวนครัวเรือน 81 (21.70), จำนวนครัวเรือน 134 (23.80), จำนวนครัวเรือน 69 (24.80) และจำนวนครัวเรือน 66 (24.80) เป็นต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การศึกษาด้านความสามารถในการปรับตัวการกำหนดขนาด (Scale) ของการเป้าหมายนั้น เป็นตัวแปรที่ส่งผลในการกำหนดดัชนีชีวัด ซึ่งการให้ความสำคัญของตัวแปรสามารถทำให้ผลของการประเมินมีค่าที่เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ (Vincent, 2007)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.7 สรุป

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบและความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อทรัพยากรน้ำ แบ่งเป็นการศึกษาความเปราะบางจากการจากผลกระทบการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยมีพื้นที่ศึกษาบริเวณพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวมีการเติบโตทางด้านการเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ซึ่งเทศบาลเมืองหัวหินเป็นพื้นที่ชุมชน และแหล่งท่องเที่ยว ซึ่งปัจจุบันได้เกิดปัญหาการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำในพื้นที่เพิ่มมากขึ้นในด้านการอุปโภคและบริโภค โดยการใช้การคำนวณความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำท่ากับความต้องการน้ำในแต่ละภาคส่วนในพื้นที่ศึกษา

การศึกษาด้านผลกระทบและแนวทางแก้ปัญหาด้านการขาดแคนทรัพยากรน้ำในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ใช้แนวคิด DPSIR framework เพื่อจำแนกปัจจัยและผลกระทบที่เกี่ยวข้อง และจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ส่งผลกระทบและหาแนวทางการแก้ปัญหาที่คาดการณ์ว่าจะลดผลกระทบได้มาที่สุดตามลำดับ ผสานการวิจัยกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ โดยใช้การมีส่วนร่วมของผู้ที่มีบทบาทในพื้นที่เป็นผู้กำหนดทางเลือกแนวทางที่เหมาะสมของการปรับตัว โดยการใช้เทคนิคการตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น AHPในการจัดลำดับและคัดเลือกรูปแบบของแนวทางที่เหมาะสมและส่งผลต่อการปัญหาของพื้นที่ โดยเปรียบเทียบทางเลือกและการจัดลำดับความสำคัญจากการประชุมระดมสมอง ซึ่งปัจจัยของการปรับตัวอาจเกิดจากการปรับเปลี่ยนของตัวแปรหนึ่งตัวหรือมากกว่าขึ้นอยู่ระบบของพื้นที่หรือกลุ่มของการศึกษา ซึ่งผลสุดท้ายผลการศึกษาที่ได้จากการประชุมระดมสมองระหว่างกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย นักวิชาการ และเจ้าหน้าที่ของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง ถูกนำมาสร้างแบบจำลองพลวัตเชิงระบบ เพื่อฉายภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาและการประเมินความเปราะบางของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหินจากการมีส่วนร่วมของประชาชน ส่งผลให้การวิเคราะห์ภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในระยะสั้น ระยะกลางและระยะยาว ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจการวางแผนการบริหารจัดการน้ำเชิงการบูรณาการ และแนวทางการแก้ไขปัญหาสามารถดำเนินการในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืนในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 บทนำ

การสร้างระบบสำหรับประเมินความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ กรณีศึกษา เทศบาลเมืองหัวหิน โดยใช้กระบวนการ DPSIR ผสานกับกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่โดยให้ระดมสมองและลำดับความสำคัญของแนวทางการแก้ไขปัญหาและการปรับตัว และใช้เทคนิค AHP เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขที่เหมาะสมกับพื้นที่ เมื่อประกอบกับภาพฉายอนาคตที่ได้จากแบบจำลองพลวัตที่มาจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับแนวทางที่เลือกจากผู้มีส่วนได้เสีย ส่งผลให้การแก้ไขและการปรับตัวกับปัญหาทรัพยากรน้ำก็จะสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดปัญหาความขัดแย้ง ซึ่งลักษณะทั่วไปของเทศบาลเมืองหัวหินเป็นเมืองท่องเที่ยวที่ไม่มีแหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่ ต้องใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนปราณบุรีในลุ่มน้ำปราณบุรี และอ่างเก็บน้ำเขื่อนแก่งกระจานในลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน ในกระบวนการศึกษาได้นำข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลทางสังคม เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่ออุปสงค์และอุปทานของทรัพยากรน้ำ ในการศึกษาครั้งนี้ จึงแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 พื้นที่ คือ แหล่งที่มาของน้ำต้นทุนหรือพื้นที่ต้นน้ำ 2 พื้นที่ ได้แก่ ลุ่มน้ำปราณบุรีและลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน และพื้นที่ศึกษา ได้แก่ เทศบาลเมืองหัวหิน โดยมีกรอบแนวคิดในการทำวิจัยตามหัวข้อ 3.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 กรอบแนวคิดงานวิจัย

การวิจัยได้กำหนดพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง แบ่งการศึกษาเป็น 3 ส่วน (รูปที่ 3) ดังนี้

ส่วนที่ 1 ศึกษาปัจจัยอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และสภาพภูมิอากาศจำลอง ที่ส่งผลทรัพยากรน้ำในพื้นที่ต้นน้ำ คือ ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี และศึกษาปัจจัยส่งผลต่อสถานการณ์ทรัพยากรน้ำจากแผนงานที่ดำเนินการอยู่ในพื้นที่และจากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชนและเจ้าหน้าที่ชลประทานที่รับผิดชอบในพื้นที่นั้น นำผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค DPSIR เพื่อประเมินปัจจัยที่เป็นสาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหาทรัพยากรน้ำ ผลการศึกษานำเสนอไว้ในบทที่ 4

ส่วนที่ 2 หาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำและการปรับตัว ในพื้นที่ต้นน้ำ 2 พื้นที่ และพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน โดยนำผลจาก DPSIR เข้าสู่กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่ ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน ลุ่มน้ำปราณบุรี และเทศบาลเมืองหัวหิน โดยจัดประชุมระดมสมองในแต่พื้นที่ พื้นที่ละ 2 ครั้ง การประชุมครั้งแรก ให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย นำเสนอและลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำ และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัว ข้อมูลจากการประชุมครั้งแรกนำมาประมวลผลเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัวที่มาจากการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียในการประชุมครั้งที่ 2 นำแนวทางที่ประมวลได้ มาให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียจัดลำดับความสำคัญที่คิดว่าเหมาะสม ผลที่ได้จากการประชุมของพื้นที่ต้นน้ำ ถูกนำมาใช้ในการประชุมระดมสมองทั้ง 2 ครั้ง ของพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ผลการศึกษานำเสนอไว้ในบทที่ 5

ส่วนที่ 3 ฉายภาพอนาคตของการปรับตัวจากปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำและประเมินความเปราะบางในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ด้วยการสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ และเปรียบเทียบจุดแข็งจุดอ่อนของรูปแบบทางเลือกในการแก้ไขปัญหาและการปรับตัวที่เสนอโดย 3 ภาคส่วน คือ กลุ่มตัวแทนของประชาชน กลุ่มผู้บริหาร และกลุ่มนักวิชาการ โดยใช้ข้อมูลและผลการศึกษาที่ผ่านมาในส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 ผลการฉายภาพอนาคตนำวิเคราะห์เพื่อเสนอแนะแนวทางในการตัดสินใจวางแผนเชิงนโยบายในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ผลการศึกษานำเสนอไว้ในบทที่ 6

3.3 พื้นที่ศึกษาวิจัย

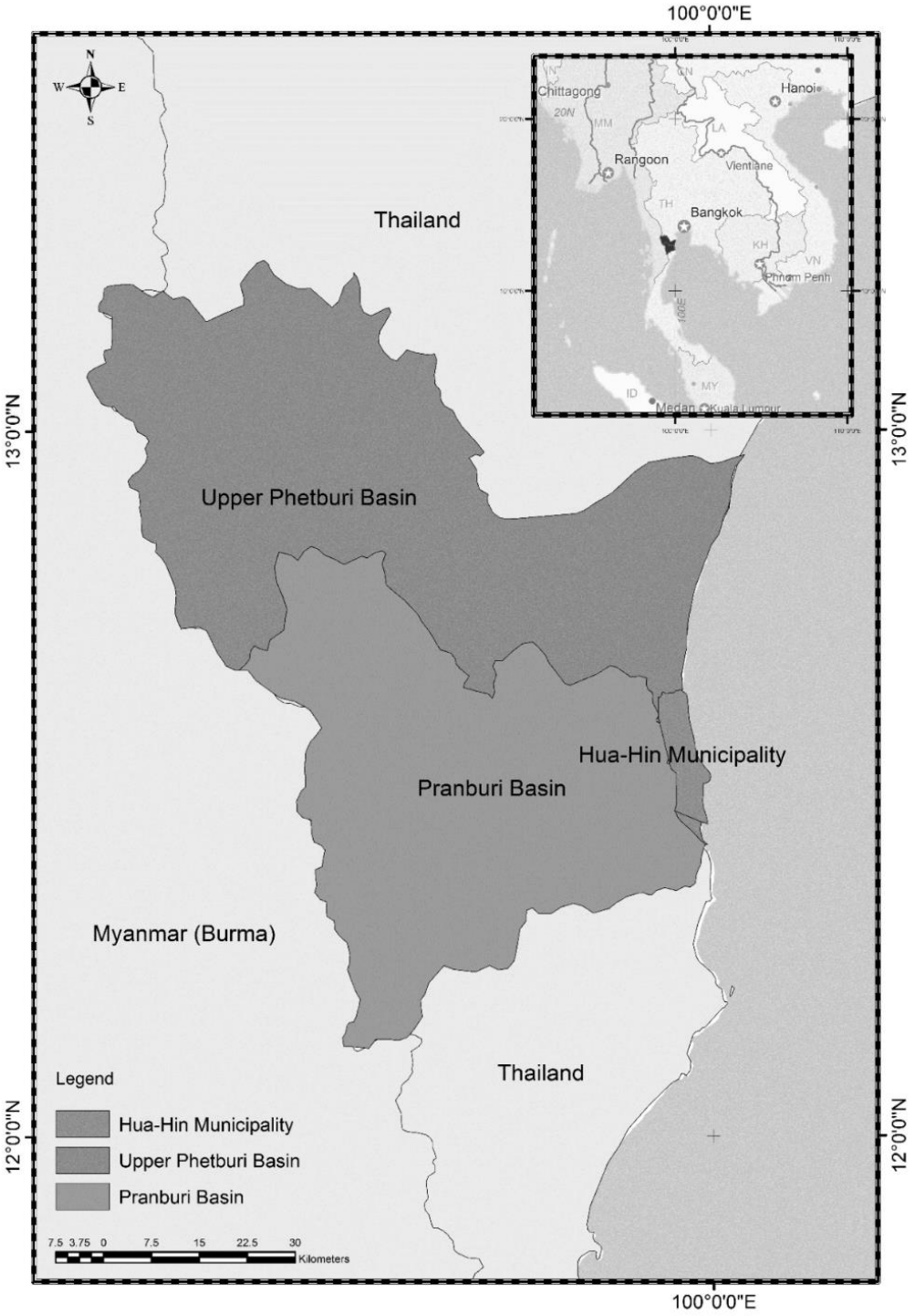
การกำหนดพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากเทศบาลเมืองหัวหินนั้นไม่มีแหล่งน้ำต้นทุนอยู่ในพื้นที่ โดยทรัพยากรน้ำที่ใช้ในการอุปโภค บริโภค และกิจกรรมต่าง เป็นทรัพยากรน้ำที่ได้จากเขื่อนปราณบุรีและเขื่อนแก่งกระจาน ดังนั้น การศึกษาด้านการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน จึงจำเป็นต้องดำเนินการแบ่งการศึกษาเป็น 2 พื้นที่ ดังนี้

3.3.1 พื้นที่ต้นน้ำ

เป็นพื้นที่แหล่งต้นน้ำหรือแหล่งน้ำต้นทุน โดยกำหนดพื้นที่ต้นน้ำ 2 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำปราณบุรี และลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน มีพื้นที่ทั้งหมด 6405.43 ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 11)

3.3.2 พื้นที่ศึกษา

เป็นพื้นที่เป้าหมายที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว คือ เทศบาลเมืองหัวหิน มีพื้นที่ทั้งหมด 86.36 ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 11) ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นแหล่งท่องเที่ยว และพื้นที่ที่มีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศไทยในปัจจุบัน



รูปที่ 11 พื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำปราณบุรี ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและเทศบาลเมืองหัวหิน

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2553, เทศบาลเมืองหัวหินปี พ.ศ. 2556

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่ศึกษา ถูกรวบรวมไว้โดยหน่วยงานทั้งในและนอกพื้นที่ ซึ่งสามารถรวบรวมได้โดยการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลที่จากหน่วยงานต่าง ๆ ดังนี้

3.4.1 แผนงานที่ดำเนินการอยู่ในพื้นที่

ข้อมูลแผนงาน นโยบาย และการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ที่ดำเนินการในพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่ศึกษา ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจาก

1) แผนงานที่ดำเนินการจากของสำนักชลประทานที่ 14 กรมชลประทาน
   - แผนการจัดสรรน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี ปี พ.ศ. 2553-2558
   - แผนการจัดสรรน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี ปี พ.ศ. 2553-2558
2) ข้อมูลด้านเศรษฐกิจภายในเขตเทศบาล จากเทศบาลเมืองหัวหิน
   - แผนพัฒนาสามปี พ.ศ. 2556-2558
   - แผนพัฒนาสามปี พ.ศ. 2553-2555
   - แผนพัฒนาสามปี พ.ศ. 2550-2552
   - แผนพัฒนาสามปี พ.ศ. 2547-2549
   - แผนพัฒนาสามปี พ.ศ. 2544-2546
3) สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่รัฐ
   - โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี สำนักชลประทานที่ 14 กรมชลประทาน ได้แก่ หัวหน้าฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน และหัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1
   - โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี สำนักชลประทานที่ 14 กรมชลประทาน ได้แก่ หัวหน้าฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1, หัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2, หัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 และหัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 4

- เจ้าหน้าที่เทศบาลเมืองหัวหิน ได้แก่ นายกเทศมนตรีเมืองหัวหิน รองนายกเทศมนตรีเมืองหัวหิน ผู้อำนวยการกองประปา ผู้อำนวยการกองคลัง ผู้อำนวยการกองสวัสดิการสังคม ผู้อำนวยการกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม และผู้อำนวยการกองวิชาการและแผนงาน

4) สัมภาษณ์ตัวแทนชุมชน

- ตัวแทนหรือแกนนำกลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน (ขึ้นทะเบียนหรือขึ้นบัญชีกับกรมชลประทาน) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี
- ตัวแทนหรือแกนนำกลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน (ขึ้นทะเบียนหรือขึ้นบัญชีกับกรมชลประทาน) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี
- ตัวแทนหรือแกนนำกลุ่มชุมชนในเขตเทศบาลเมืองหัวหิน (ขึ้นทะเบียนกับเทศบาลเมืองหัวหิน)

3.4.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

1) ปริมาณน้ำฝนและสภาพอากาศของเขื่อนแก่งกระจาน ช่วงปี พ.ศ. 2527-2556 (ค.ศ. 1984-2013) จากกรมชลประทาน
2) ปริมาณน้ำฝนและสภาพอากาศของเทศบาลเมืองหัวหิน ช่วงปี พ.ศ. 2527-2556 (ค.ศ. 1984-2013) จากกรมอุตุนิยมวิทยา
3) ปริมาณน้ำฝนและสภาพอากาศของเขื่อนปราณบุรี ช่วงปี พ.ศ. 2527-2556 (ค.ศ. 1984-2013) จากกรมชลประทาน

3.4.3 ข้อมูลอุทกวิทยาและการบริหารจัดการน้ำ

1) ปริมาณน้ำท่า น้ำในเขื่อน และการบริหารจัดการน้ำ ในลุ่มน้ำปราณบุรี ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน จากสำนักชลประทานที่ 14 กรมชลประทาน ช่วงปี พ.ศ. 2527-2556 (ค.ศ. 1984-2013)
2) การใช้น้ำและการบริหารจัดการน้ำของเทศบาลหัวหิน กองการประปา เทศบาลเมืองหัวหิน ช่วงปี พ.ศ. 2527-2556 (ค.ศ. 1984-2013)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) การใช้น้ำและจัดเก็บค่าน้ำของพื้นที่ท่องเที่ยว (พัทยาและภูเก็ต) การประปาส่วนภูมิภาค ช่วงปี พ.ศ. 2549-2558 (ค.ศ. 2006-2015)

3.4.4 ข้อมูลการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ใช้ข้อมูลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศจำลองภายใต้สถานการณ์ A1B (IPCC: AR4) จากแบบจำลอง ECHAM5 GCM ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523-2612 (ค.ศ. 1980-2069) จาก UK Met-office และสร้างข้อมูลความละเอียดสูงจากแบบจำลอง PRECIS RCM โดย Southeast Asia START Regional Center (SEA START RC) ซึ่งข้อมูลที่ได้มาต้องนำมาการปรับความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนของเขื่อนแก่งกระจานและเขื่อนปราณบุรี ช่วงปี พ.ศ. 2527-2556 (ค.ศ. 1984-2013) ด้วยวิธีการดังนี้
(รายละเอียดใน website: http://ccs.gms-eoc.org/climatechange/home/index.html)

การปรับความคลาดเคลื่อนของข้อมูลฝนรายวัน

การปรับความคลาดเคลื่อนโดยการปรับเพิ่มหรือลดผลที่ได้จากแบบจำลองด้วยค่าสัมประสิทธิ์ที่แตกต่างกันในแต่ละกริด โดยค่าสัมประสิทธ์ที่ได้จะคำนวณมาจากอัตราส่วนระหว่างปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยรายทศวรรษจากการตรวจวัด กับผลจากแบบจำลอง Terink, Hurkmans, Torfs, and Uijlenhoet (2010) (สมการที่ 10)

$$P_i' = \left(\frac{\overline{P_{sim}}}{\overline{P_{obs}}}\right) . P_i \qquad \text{(สมการที่ 10)}$$

เมื่อ

P_i' คือ ปริมาณฝนรายวันหลังปรับลดความคลาดเคลื่อน

$\overline{P_{sim}}$ คือ ปริมาณฝนรายวันจากแบบจำลองที่กริด i

$\overline{P_{obs}}$ คือ ปริมาณฝนรายวันจากการตรวจวัดที่กริด i

P_i คือ ปริมาณฝนรายวันที่กริด i

เมื่อได้ข้อมูลที่ปรับแก้เรียบร้อยแล้ว จึงนำข้อมูลดังกล่าว ไปวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี ช่วงปี ค.ศ. 2010-2069 ต่อไป

3.4.5 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

1) การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2552 (ค.ศ. 2000 และ ค.ศ. 2009) ในรูปแบบดิจิตอลไฟล์ จากกรมพัฒนาที่ดิน

2) การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ชลประทาน ปี พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2014 และ ค.ศ. 2015) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี และ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี สำนักชลประทานที่ 14 กรมชลประทาน

3) การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตร ปี พ.ศ. 2552 และ พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2009 และ ค.ศ. 2015) จากสำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และสำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี กรมส่งเสริมการเกษตร

3.4.6 ข้อมูลด้านเศรษฐสังคม

1) ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและการท่องเที่ยว ช่วงปี พ.ศ. 2527-2556 (ค.ศ. 1984-2013) จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

2) ข้อมูลประชากร ช่วงปี พ.ศ. 2527-2556 (ค.ศ. 1984-2013) จากกรมการปกครอง

3.5 การวิเคราะห์โดยใช้ Driver-Pressure-State-Impact-Response Framework

จากสถานการณ์และปัจจัยต่าง ๆ ในหัวข้อ 3.2 นำมาให้วิเคราะห์ 5 องค์ประกอบหลักที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการ Driver-Pressure-State-Impact-Response Framework (DPSIR) องค์ประกอบทั้งห้า ประกอบด้วย

1) ตัวขับเคลื่อนที่ให้เกิดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดปัญหา (Drivers)

2) แรงกดดันหรือกิจกรรมที่ทำให้เกิดปัญหา (Pressures)

3) สถานภาพของปัญหา (State)

4) ผลกระทบที่เกิดขึ้น (Impact)

5) การตอบสนองเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น (Responses)

เนื่องจากความแต่ต่างของพื้นที่ เพื่อให้ได้ปัจจัยที่มีความถูกมากที่สุด จึงมีความจำเป็นต้องจำแนกและประเมินปัจจัยโดยใช้ DPSIR แยกเป็น 3 พื้นที่ ได้แก่

1) ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

2) ลุ่มน้ำปราณบุรี

3) เทศบาลเมืองหัวหิน

3.5.1 การประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ทำการประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำโดยการใช้ 2 ดัชนีชี้วัด คือ Falkenmark index (Water Stress Index: WSI) และ Criticality ratio (CR) สามารถคำนวณได้ดังนี้

การใช้ WSI ประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ สามารถคำนวณได้โดย ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำที่มีทั้งหมด (ในการวิจัยนี้ใช้ปริมาณน้ำกักเก็บ ณ เดือน พฤศจิกายน ซึ่งเป็นต้นฤดูแล้งของประเทศไทย) หารด้วย จำนวนประชากรทั้งหมดที่ใช้น้ำจากแหล่งนั้น (ลบ.ม./คน/ปี) (Savenije, 2000) ดังสมการที่ 11

สมการ Falkenmark index (Water Stress Index)

$$WSI = \frac{WA}{P} \qquad \text{(สมการที่ 11)}$$

เมื่อ WSI คือ การประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ (ลบ.ม./คน/ปี)

WA คือ น้ำที่สามารถใช้การได้

P คือ จำนวนประชากร

ซึ่งหลักเกณฑ์การประเมิน Falkenmark index ชี้วัดการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ-ดังนี้

- ขาดแคลนทรัพยากรน้ำน้อย (Water Stress) คือ ค่าระหว่าง 1,700 ถึง 1,000 (ลบ.ม./คน/ปี)
- ขาดแคลนทรัพยากรน้ำปลานกลาง (Water Scarcity) คือ ค่าระหว่าง 1000 ถึง 500 (ลบ.ม./คน/ปี)
- ขาดแคลนทรัพยากรน้ำมาก (Absolute Scarcity) คือ ค่าน้อยกว่า 500 (ลบ.ม./คน/ปี)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ CR คือ การประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยใช้สัดส่วนระหว่าง น้ำทั้งหมดที่มีและน้ำที่สามารถใช้การได้ สามารถคำนวณได้โดย การใช้ข้อมูลปริมาณน้ำที่สามารถนำมาใช้การได้ทั้งหมด (ปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมดในช่วงฤดูแล้ง) หารด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำที่มีทั้งหมด (ปริมาณน้ำกักเก็บ ณ เดือน พฤศจิกายน ซึ่งเป็นต้นฤดูแล้งของประเทศไทย) (Oki & Kanae, 2006) ดังสมการที่ 12

สมการ Criticality ratio (CR)

$$CR = \frac{W}{WA} \qquad \text{(สมการที่ 12)}$$

เมื่อ CR คือ การประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

WA คือ น้ำที่สามารถใช้การได้

W คือ ปริมาณน้ำที่สามารถนำมาใช้การได้ทั้งหมด

ซึ่งหลักเกณฑ์การประเมิน Criticality ratio ชี้วัดการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ มีดังนี้

- ขาดแคลนทรัพยากรน้ำมากที่สุด (Very High Water Stress) มีค่ามากกว่า 0.8
- ขาดแคลนทรัพยากรน้ำมาก (High Water Stress) มีค่าระหว่าง 0.8 จนถึง 0.4
- ขาดแคลนทรัพยากรน้ำปานกลาง (Mid Water Stress) มีค่าระหว่าง 0.4 จนถึง 0.2
- ขาดแคลนทรัพยากรน้ำน้อย (Low Water Stress) มีค่าระหว่าง 0.2 จนถึง 0.1

ไม่ขาดแคลนทรัพยากรน้ำ (No Water Stress) มีค่าระหว่าง 0.1 จนถึง 0

3.5.2 การคำนวณสมดุลของน้ำ

การศึกษาความสมดุลของน้ำ (Water balance accounting approach) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับน้ำทั้งระบบโดยทำการศึกษาถึงความสมดุลของอุปทานและอุปสงค์ของน้ำ เพื่อให้สามารถหาแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพและผลิตภาพของการชลประทานในระดับฟาร์ม โครงการและลุ่มน้ำได้ ดังนั้นการวางแผนและจัดการทรัพยากรน้ำควรจะต้องพิจารณาถึงความสมดุลของน้ำที่สามารถนำมาใช้ได้ซึ่งเป็นการปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามปรากฏการณ์ธรรมชาติ กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องความต้องการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมด้านต่างๆ (ไพโรจน์ เกรียงศิริ, 2538) (สมการที่ 13)

สมดุลของน้ำ = ปริมาณน้ำท่าและปริมาณฝนที่สามารถนำมาใช้ได้ – ปริมาณความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ (สมการที่ 13)

เมื่อ ปริมาณน้ำท่าและปริมาณฝนที่สามารถนำมาใช้ได้ = ปริมาณน้ำท่า x ประสิทธิภาพของการผลิตน้ำ + (ปริมาณฝน x ประสิทธิภาพของการนำไปใช้)

ปริมาณความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ = ประชากรและกิจกรรมต่างๆ x อัตราความต้องการใช้น้ำ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความสมดุลของน้ำ (Water Balance) คือ การเปรียบเทียบปริมาณน้ำสองส่วนในลุ่มน้ำ คือ ปริมาณน้ำต้นทุน (Water Supply) และปริมาณน้ำที่ต้องการ (Water Demand) ปริมาณน้ำต้นทุน คือ ปริมาณน้ำที่ได้จากฝนที่ตกลงในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่จะซึมลงดินกลายเป็นน้ำใต้ดิน หรือระเหยกลับสู่บรรยากาศ ส่วนที่เหลือจะกลายเป็นน้ำท่า

เนื่องจากข้อมูลของปริมาณน้ำท่ามีมากติดตามได้ง่ายและชัดเจนกว่าน้ำใต้ดินจึงถือเอาปริมาณน้ำท่าเป็นปริมาณน้ำต้นทุน ส่วนปริมาณน้ำที่ต้องการใช้เกิดขึ้นจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจและความจำเป็นพื้นฐานของมนุษย์

3.5.3 การคำนวณความต้องการใช้น้ำ

การคำนวณหาความต้องการจากการเพิ่มขึ้นของประชากรในพื้น การใช้น้ำในการประกอบอาชีพ โดยจำแนกตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน สามารถคำนวณความต้องการใช้น้ำของพื้นที่ศึกษาได้ดังนี้ (สมการที่ 14)

ความต้องการใช้น้ำรวมของพื้นที่ = ความต้องการใช้น้ำ (อุปโภคบริโภค + เกษตรกรรม + อุตสาหกรรม + การท่องเที่ยว + รักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำ) (สมการที่ 14)

3.5.4 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค

คำนวณจากปริมาณน้ำจะเปลี่ยนไปตามจำนวนพลเมืองที่เพิ่มขึ้นและมาตรฐานด้านสังคม (ปราโมทย์ ไม้กลัด, 2535) ซึ่งอัตราการใช้น้ำจะมีไม่เท่ากันทั้งในเขตเมืองและชนบทขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ (สมการที่ 15) ประเทศไทยมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยประมาณ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน

ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค = จำนวนประชากรในพื้นที่ x อัตราการใช้น้ำของพื้นที่ (สมการที่ 15)

โดยการคำนวณอัตราการเจริญเติบโตของประชากรเพื่อใช้การพยากรณ์ประชากรในอนาคต วิธีการคำนวณจากสมการ Regression (การถดถอย) โดยใช้ข้อมูลประชากรของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (สมการที่ 16)

$$Y = a + bX \qquad \text{(สมการที่ 16)}$$

เมื่อ Y = ชุดข้อมูลที่เป็นตัวแปรตาม (ค่าของ y ขึ้นอยู่กับค่าของ x)

X = ชุดข้อมูลที่เป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

a = ค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่ตัดกันแกน y

b = ความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ

3.5.5 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม

คำนวณจากปริมาณน้ำที่พืชจำเป็นต่อการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นน้ำได้จากน้ำฝนและ/หรือน้ำจากการชลประทาน โดยการจำแนกเป็นการใช้น้ำภาคเกษตรกรรมในเขตและนอกเขตชลประทาน ดังสมการที่ 17 และ 18 (ปราโมทย์ ไม้กลัด, 2535)

ความต้องการน้ำของพืชในเขตชลประทาน

$$\mathrm{IWR} = \frac{[(\mathrm{K_c} * \mathrm{ET_o}) + \mathrm{P} - \mathrm{E}] * (1.6) * \mathrm{Area}}{\mathrm{Eff}} \quad \text{(สมการที่ 17)}$$

ความต้องการน้ำของพืชนอกเขตชลประทาน

$$\mathrm{CWR} = [(\mathrm{K_c} * \mathrm{ET_o}) + \mathrm{P} - \mathrm{E}] * (1.6) * \mathrm{Area} \quad \text{(สมการที่ 18)}$$

เมื่อ IWR = ปริมาณน้ำที่ต้องการของพืชในเขตชลประทาน (ล้าน ลบ.ม./เดือน)

CWR = ปริมาณน้ำที่ต้องการของพืชนอกเขตชลประทาน (ล้าน ลบ.ม./เดือน)

K_c = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ET_o = ค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจากสูตร Penman-Montieth (มิลลิเมตร/เดือน)

P = การรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก (มิลลิเมตร/เดือน)

E = ฝนใช้การได้ (มิลลิเมตร/เดือน)

Eff = ประสิทธิภาพการชลประทาน (เปอร์เซ็นต์)

Area = พื้นที่เพาะปลูกพืชชนิดนั้น (ไร่)

3.5.6 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม

คำนวณจากปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต จำแนกตามประเภทของอุตสาหกรรม ขนาดและกำลังการผลิต (ปราโมทย์ ไม้กลัด, 2535) สามารถอ้างอิงข้อมูลการประมาณความต้องปริมาณน้ำเพื่อการอุตสาหกรรมในปัจจุบันและคาดการณ์แนวโน้มในอนาคต 20 ปี ข้างหน้าได้จากการประมาณค่าของกรมชลประทาน

3.5.7 ความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำ

การประเมินความต้องการน้ำเพื่อรักษาธรรมชาติในลำน้ำมัก สามารถประเมินจากการไหลต่ำสุดที่เคยเกิดขึ้นในช่วงแล้งที่สุด (Low flow) ซึ่งปริมาณน้ำนั้นจะรักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำไว้ได้ (Environmental flow) ขึ้นอยู่กับสภาพและลักษณะความต้องการใช้น้ำของแหล่งน้ำนั้นๆ (Bulsathaporn, Bhaktikul, Arunlertaree, Sueadee, & Suttigarn, 2008) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ข้อมูลมาจากสำนักชลประทานที่ 14 กรมชลประทาน.

จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ DPSIR หารือกับผู้ทรงคุณวุฒิที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรน้ำ จำนวน 5 ท่าน และปรับปรุงก่อนนำไปใช้ในกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน ซึ่งใช้วิธีการประชุมระดมสมองกับผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่ในลำดับถัดไป

3.6 กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย

กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียเพื่อหาแนวทางที่เห็นพ้องกันในการแก้ไขปัญหาและปรับตัวต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยนำผลจาก DPSIR เข้าสู่กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย ผ่านกิจกรรมประชุมระดมสมองแยกกันในแต่ละพื้นที่ ซึ่งในแต่ละพื้นที่มีรายละเอียดที่แตกต่างกัน แต่ละพื้นที่จัดประชุมระดมสมองใน พื้นที่ละ 2 ครั้ง การกำหนดกลุ่มตัวแทนผู้มีส่วนได้เสียเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้นำชุมชน (Local Actor) กลุ่มผู้บริหาร (Policy Maker) และกลุ่มนักวิชาการ (Experts) ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างของลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

- กลุ่มผู้นำชุมชน (Local Actor) ซึ่งได้กำหนดหลักเกณฑ์การคัดเลือกผู้ที่มีส่วนได้เสียและตัวแทนของพื้นที่จากกลุ่มเป้า คือ ตัวแทนของกลุ่มผู้ใช้น้ำในพื้นที่ชลประทาน (ตารางที่ 4-2) จำนวนทั้งสิ้น 64 คน
- กลุ่มผู้บริหาร (Policy Maker) เป็นตัวแทนหน่วยงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี สำนักชลประทานที่ 14 กรมชลประทาน ได้แก่ หัวหน่าฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน และหัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 หัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2, หัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 4 และหัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 5 จำนวน 5 คน และอาสาสมัครดูแลและควบคุมการจ่ายน้ำ ซึ่งเป็นเกษตรกรรในพื้นที่ จำนวน 11 คน รวมทั้งสิ้น 16 คน
- กลุ่มนักวิชาการ (Experts) เป็นที่ปรึกษาด้านข้อมูล โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ และผู้เชี่ยวชาญด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 3 คน

กลุ่มตัวอย่างของลุ่มน้ำปราณบุรี

- กลุ่มผู้นำชุมชน (Local Actor) ซึ่งได้กำหนดหลักเกณฑ์การคัดเลือกผู้ที่มีส่วนได้เสียและตัวแทนของพื้นที่จากกลุ่มเป้า คือ ตัวแทนของกลุ่มผู้ใช้น้ำในพื้นที่ชลประทาน (ตารางที่ 4-3) จำนวน 13 คน ตัวแทนประชาชนในพื้นที่ จำนวน 2 คน และตัวแทนผู้ประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม จำนวน 1 คน รวมทั้งสิ้น 16 คน

- กลุ่มผู้บริหาร (Policy Maker) เป็นตัวแทนหน่วยงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี สำนักชลประทานที่ 14 กรมชลประทาน ได้แก่ หัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1, หัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2, หัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 และหัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 4 รวมทั้งสิ้นจำนวน 4 คน
- นักวิชาการ (Experts) เป็นที่ปรึกษาด้านข้อมูล โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ และผู้เชี่ยวชาญด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 3 คน

กลุ่มตัวอย่างของเทศบาลเมืองหัวหิน

- กลุ่มผู้นำชุมชน (Local Actor) ซึ่งได้กำหนดหลักเกณฑ์การคัดเลือกผู้ที่มีส่วนได้เสียและตัวแทนของพื้นที่จากกลุ่มเป้าหมาย คือ ตัวแทนประชาชนในพื้นที่ และตัวแทนของกลุ่มผู้ประกอบการฯ จำนวนทั้งสิ้น 58 คน
- กลุ่มผู้บริหาร (Policy Maker) เป็นตัวแทนหน่วยงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ คือ เจ้าหน้าที่เทศบาลเมืองหัวหิน ได้แก่ นายกเทศมนตรีเมืองหัวหิน รองนายกเทศมนตรีเมืองหัวหิน ผู้อำนวยการกองประปา ผู้อำนวยการกองสวัสดิการสังคม และผู้อำนวยการกองวิชาการและแผนงาน จำนวน 5 คน
- กลุ่มนักวิชาการ (Experts) เป็นตัวแทนผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ และผู้เชี่ยวชาญด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 6 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.6.1 กระบวนการมีส่วนร่วมพื้นที่ต้นน้ำ

การประชุมระดมสมองของพื้นที่ต้นน้ำ ได้นำข้อมูลจากการจำแนก DPSIR ของลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี และการสัมภาษณ์ตัวแทนของประชาชนในพื้นที่ ซึ่งเป็นผู้ส่วนได้ส่วนเสียกับการขาดแคลนน้ำ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลตั้งต้นของการประชุมระดมสมอง ซึ่งแยกกระประชุมระดมสมองออกเป็น 2 พื้นที่แยกจากกัน ระหว่างลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน และลุ่มน้ำปราณบุรี และแบ่งเป็น 2 ครั้งในทั้ง 2 ลุ่มน้ำ ดังต่อไปนี้

ครั้งที่ 1 เพื่อหาความตระหนักของสาเหตุของการการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในพื้นที่ โดยใช้ตัวแปรที่ได้จากการจำแนก DPSIR ของลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี ผู้เข้าร่วมประชุมระดมสมองทำการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่และใช้การให้ค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนความสำคัญ (weighting and rating scores) และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัว (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ตารางค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนความสำคัญ (weighting and rating scores)

ระดับคะแนน	ความหมาย	หมายเหตุ
1	ค่าความสำคัญน้อย	ปัจจัยมีค่าความสำคัญน้อยมี่สุดเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ
3	ค่าความสำคัญค่อนข้างน้อย	ปัจจัยมีค่าความสำคัญค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ
5	ค่าความสำคัญปานกลาง	ปัจจัยมีค่าความสำคัญระดับปานกลางเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ
7	ค่าความสำคัญค่อนข้างมาก	ปัจจัยมีค่าความสำคัญค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ
9	ค่าความสำคัญมากที่สุด	ปัจจัยมีค่าความสำคัญมากที่สุดเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ
2, 4, 6, 8	ค่าที่อยู่ระหว่าง 2 ค่าคะแนน	ใช้ในการให้คะแนนที่อยู่ช่วงระหว่างระดับของความสำคัญต่างๆ

ครั้งที่ 2 เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยการนำแนวทางที่ประมวลได้จากการประชุมครั้งแรก มาให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียจัดลำดับความสำคัญที่คิดว่าเหมาะสม โดยใช้การให้ค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนความสำคัญ (weighting and rating scores) เพื่อจัดลำดับและคัดเลือกรูปแบบของแนวทางที่เหมาะสมกับพื้นที่ (ตารางที่ 9)

จากนั้นนำผลของการประชุมของพื้นที่ต้นน้ำทั้ง 2 พื้นที่ ไปใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเพื่อตัดสินใจในการหาแนวทางแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหินต่อไป

3.6.2 กระบวนการมีส่วนร่วมพื้นที่ศึกษา

การประชุมระดมสมองของพื้นที่ศึกษา ได้นำข้อมูลจากการจำแนก DPSIR ของเทศบาลเมืองหัวหิน การสัมภาษณ์ตัวแทนของประชาชนในพื้นที่ และผลที่ได้จากการประชุมของพื้นที่ต้นน้ำทั้ง 2 พื้นที่ (ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี) ซึ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็นต่อการตัดสินใจในหาแนวทางที่เหมาะสม และเป็นข้อมูลตั้งตันของการประชุมระดมสมอง ซึ่งการประชุมแบ่งเป็น 2 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 เพื่อหาความตระหนักของสาเหตุของการการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในพื้นที่ โดยใช้ตัวแปรที่ได้จากการจำแนก DPSIR ของลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี ผู้เข้าร่วมประชุมระดมสมองทำการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่และใช้การให้ค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนความสำคัญ (weighing and rating scores) และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัว (ตารางที่ 9)

ครั้งที่ 2 เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยการนำแนวทางที่ประมวลได้จากการประชุมครั้งแรก มาให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียจัดลำดับความสำคัญที่คิดว่าเหมาะสม โดยใช้เทคนิคการตัดสินใจด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) เพื่อจัดลำดับและคัดเลือกรูปแบบของแนวทางที่เหมาะสม (ดูรายละเอียดการคำนวณตามสมการที่ 3 ถึง 10 ในหัวข้อ 2.1.11 บทที่ 2)

ผลที่ได้จากกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนทั้งหมด ถูกนำไปสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหาจัดการน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน เพื่อฉายภาพอนาคตของแนวทางการแก้ปัญหาและการประเมินความเปราะบางของขาดแคลนทรัพยากรน้ำในลำดับต่อไป

3.7 การสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตด้านทรัพยากรน้ำ

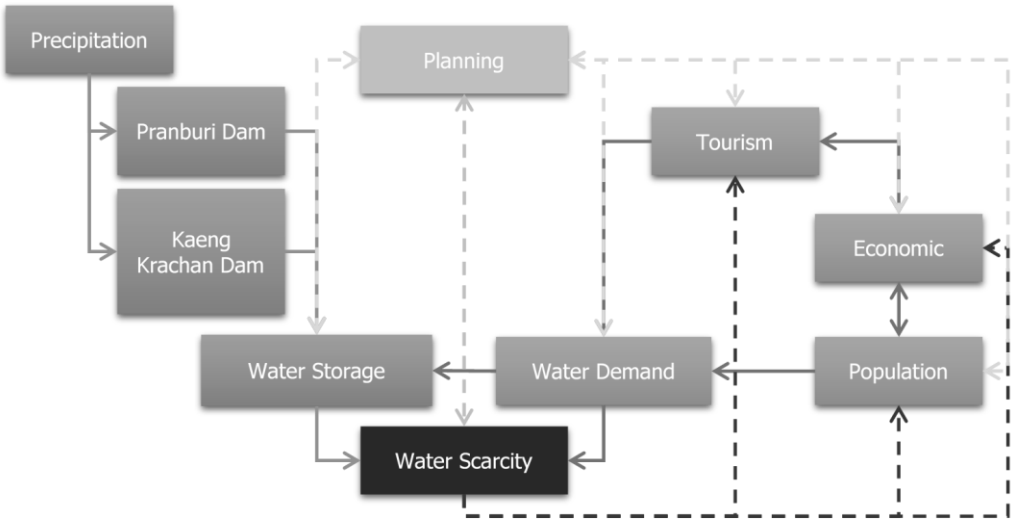
การสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตด้านทรัพยากรน้ำ โดยการจำลองของระบบด้านทรัพยากรน้ำ ความสัมพันธ์ของระบบหรือแผนผังแสดงเหตุและผลของพื้นที่ศึกษา และจำลองรูปแบบทางเลือกจากการประชุมระดมสองในการแก้ไขปัญหาและการปรับตัวที่เสนอโดย 3 ภาคส่วน คือ กลุ่มตัวแทนของประชาชน กลุ่มผู้บริหาร และกลุ่มนักวิชาการ ของเทศบาลเมืองหัวหิน เป็นการเชื่อมโยงของปัจจัยที่มีความสำคัญ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในระบบ ซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนกระบวนการสร้างแบบจำลองไว้ 5 ขั้นตอน (Sterman, 2000) ดังนี้

3.7.1 การกำหนดปัญหา

จากข้อมูลและผลการศึกษาที่ผ่านมานั้น ทำให้ทราบปัญหาหลักของพื้นที่ศึกษา คือ การขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ดั้งนั้น การกำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง มี 2 ข้อดังนี้

1) เพื่อสร้างโครงสร้างของระบบการบริหารจัดการน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน ในรูปแบบของแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์
2) เพื่อทราบถึงผลของแนวทางแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ในรูปแบบต่างๆ ตามเงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่าง

จากข้อมูลของการบริหารจัดการน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน ด้านทรัพยากรน้ำ ไม่มีแหล่งน้ำของตัวเองต้องพึ่งพาทรัพยากรน้ำจากเขื่อนปราณบุรีและเขื่อนแก่งกระจาน ด้านความต้องการใช้น้ำมาจากการอุปโภคและบริโภค ในภาคส่วนของชุมชนและการท่องเที่ยวเป็นหลัก จึงสามารถสร้างกรอบแนวคิดของการสร้างแบบจำลองเชิงพลวัติ ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 กรอบแนวคิดของโครงสร้างของแบบจำลองเชิงพลวัตของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน

3.7.2 การตั้งสมมุตฐานเชิงพลวัต

จากกรอบแนวคิดของโครงสร้างของแบบจำลองเชิงพลวัตของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน และผสานกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย สามารถตั้งสมมุตฐานเชิงพลวัต คือ “แบบจำลองเชิงพลวัตของระบบทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน สามารถแสดงให้เห็นถึงผลของแนวทางการแก้ไขปัญหาในแต่ละรูปแบบที่แตกต่างกันตามเงื่อนไขของการตัดสินใจนั้นๆ” ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองทำให้ทราบถึงผลจากการแก้ไขปัญหาในมุมมองหรือทางเลือกในแต่ละกลุ่มของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่และมุมมองของนักวิชาการ

3.7.3 การสร้างแบบจำลองของระบบ

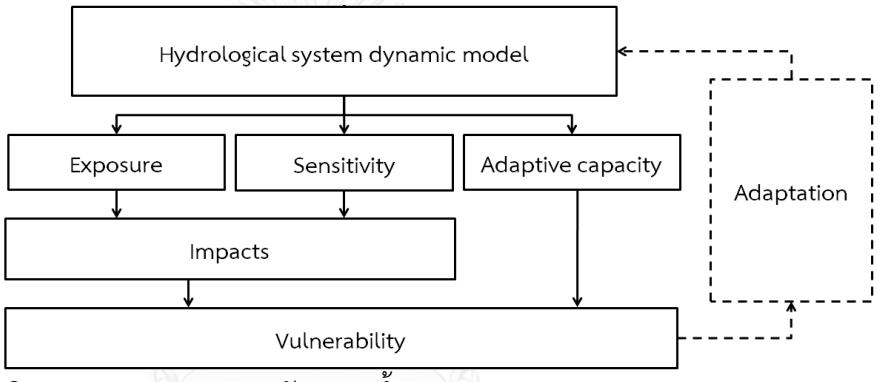
การออกแบบโครงสร้างของระบบ โดยการแบ่งระบบเป็นกลุ่มของระบบย่อยและระบบใหญ่ ระบบย่อยสร้าง เพื่อจัดการระบบที่มีความซับซ้อน แยกตามพฤติกรรมของระบบ และระบบใหญ่ใช้ในการจัดหมวดหมู่ของระบบ เพื่อจำแนกและป้องกันการทับซ้อนของระบบย่อย โดยใช้การคำนวณเชิงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ และการออกแบบโครงสร้างของระบบใหญ่ มีหน้าที่ประเมินค่าความสำคัญและการให้น้ำหนักแก่ตัวแปร และเชื่อมโยงระบบ ซึ่งประกอบด้วย 2 ระบบใหญ่ คือ ระบบการบริหาจัดการน้ำของเขื่อนปราณบุรีและเขื่อนแก่งกระจาน และระบบการบริหาจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน

โดยการใช้การคิดเชิงตรรกศาสตร์และทางสังคมเป็นเครื่องมือ ซึ่งการจำแนกตามกลไกทางด้านการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ศึกษา นั้นใช้เทคนิคประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด DPSIR และการ

กำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร (Weighting & Rating score) โดยการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการยอมรับ ตรวจสอบแบบจำลองทั้งระบบย่อยและระบบใหญ่ เพิ่มเติมแนวทางของการแก้ปัญหาที่ได้จากการมีส่วนร่วมของประชากรในพื้นที่ศึกษา และนำตัวแปรที่เกี่ยวข้องมาการคำนวณให้ครบถ้วน แล้งจึงดำเนินการตรวจสอบการระบุและการเชื่องโยงของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อให้ระบบสามารถแสดงผลจากการแก้ไขปัญหาในแนวทางหรือทางเลือกต่างๆ ซึ่งสมการที่นำมาใช้ในการคำนวณของแบบจำลองคือ

การประเมินความเปราะบางด้านการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

การวิจัยครั้งนี้ต้องการประเมินความเปราะบางด้านผลกระทบจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำจากการประเมินเชิงสังคม ซึ่งหน่วยของการวัดสามารถได้โดยการประยุกต์ใช้กรอบกระบวนการประเมินความเปราะบาง (Füssel & Klein, 2006) (รูปที่ 13)



รูปที่ 13 การประเมินความเปราะบางของทรัพยากรน้ำ

โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดของการประเมินความเปราะบางของ United Nations Development Programme (UNDP, 2007), ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ et al. (2012) และ Gain and Giupponi (2015) เพื่อนำมาสร้างเป็นสมการในการคำนวณ ดังสมการที่ 19

Equations

Water Scarcity Vulnerability** = [Exposure x Sensitivity] / Social Vulnerability (สมการที่ 19)

Where:

Social Vulnerability = Coping Capacity + Adaptive Capacity

**Modified from climate change vulnerability assessment (Gain & Giupponi, 2015; UNDP, 2007; ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ et al., 2012)

เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนของการคำนวณความเปราะบาง มีดังนี้

- น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 มีค่าความเปราะบางต่ำมาก
- มากกว่า 1 ถึง 2 มีค่าความเปราะบางต่ำ
- มากกว่า 2 ถึง 3 มีค่าความเปราะบางปานกลาง
- มากกว่า 3 ถึง 4 มีค่าความเปราะบางสูง
- มากกว่า 4 มีค่าความเปราะบางสูงมาก

การกำหนดค่าน้ำหนักและค่าความสำคัญของตัวแปร ได้จากการประเมินของประชาชนผู้มีส่วนร่วมของพื้นที่และนักวิชาการ โดยแบ่งเป็น การประเมินค่าความสำคัญของผลกระทบ ค่าความสำคัญความอ่อนไหวและค่าความสำคัญของแนวทางการปรับตัว โดยกำหนดให้ผู้ประเมินเลือกค่า 1 ถึง 5 จากนั้นนำค่าที่ประเมินเป็นค่าตั้งต้นของสมการ จากนั้นเมื่อได้ค่าความสำคัญของแต่ละตัวแปรที่ใช้ในสมการ นำค่าของทางเลือกในการปรับตัวจากการประชุมระดมสมองเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน (บทที่ 5) มาคำนวณโดยใช้การคำนวณความเปราะบาง

3.7.4 การทดสอบระบบ

การทำงานภายในของระบบเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน เป็นการใช้ข้อมูลรายเดือน โดยใช้ตัวแปรที่สร้างขึ้นในส่วนของระบบใหญ่และระบบย่อยต่างๆ และใช้ข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมของพื้นที่ศึกษาตามช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2556 (ค.ศ. 2004 – 2013) ในการเปรียบเทียบแบบจำลองของระบบย่อยต่างๆ หน่วยของการวัดด้านทรัพยากรน้ำ คือ ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) ในส่วนของข้อมูลที่ไม่อยู่ในรูปแบบเชิงตัวเลข ใช้วิธีการประมาณค่าแบ่งเป็นการจัดลำดับจากมากไปหาน้อย 5 ระดับ การกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร ใช้วิธีการให้ค่าคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยวิธีการให้ค่าน้ำหนักของตัวแปรนั้นๆ และการประยุกต์ใช้ AHP โดยจัดประชุมกลุ่มย่อยและการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการยอมรับในสาขานั้นๆ ซึ่งได้ดำเนินการในบทที่ 4 และบทที่ 5

3.7.5 การประเมินผล

การดำเนินทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Validation and Calibration) โดยการทดสอบภายใต้สภาวะที่ผิดปกติ โดยการตั้งค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของแต่ละตัวแปร (Degeneracy testing) เพื่อสังเกตลักษณะและความผิดปกติของการคำนวณ และดำเนินทดสอบความอ่อนไหวของตัวแปรในแต่ละระบบ (Sensitivity analysis) โดยการตั้งค่าตัวแปรตามเงื่อนไขของสถานการณ์

จำลองที่หลายหลาย เพื่อสังเกตลักษณะและความผิดปกติของการคำนวณ และป้องกันความผิดพลาดจากการให้ค่าน้ำหนักของตัวต่างๆ และทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลจากแบบจำลองภายใต้สภาวะที่ปกติกับข้อมูลจริงในช่วงปี พ.ศ. 2557-2558 ในตัวแปรต่างๆ เพื่อสังเกตค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด (Critical points) ของช่วงเวลาต่างๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4

การประเมินและการหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านการขาดแคนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ: ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี

4.1 บทนำ

การศึกษาด้านผลกระทบและแนวทางแก้ปัญหาด้านการขาดแคนทรัพยากรน้ำในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ใช้แนวคิด Driver-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) framework (EEA, 2014) เพื่อจำแนกปัจจัยและผลกระทบที่เกี่ยวข้องระหว่างมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ส่งผลกระทบและหาแนวทางการแก้ปัญหาที่คาดการณ์ว่าจะลดผลกระทบได้มาที่สุดตามลำดับ และสามารถช่วยให้นักวางแผนนโยบายสามารถเข้าใจในกระบวนที่ส่งผลกระทบและปัจจัยที่ส่งผลซึ่งกันและกันได้ (Smeets & Weterings, 1999) ผสานการงานของการวิจัยกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ โดยใช้การมีส่วนร่วมของผู้ที่มีบทบาทในพื้นที่เป็นผู้กำหนดทางเลือกแนวทางการ (Ceccato et al., 2011) เพื่อใช้ในการวางแผนการบริหารจัดการน้ำเชิงการบูรณาการ (IWRM) และแนวทางการแก้ไขปัญหาสามารถดำเนินการในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยได้กำหนดพื้นที่ต้นน้ำ แบ่งเป็น 2 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำปราณบุรีและลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน จากแหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่ คือ เขื่อนปราณบุรี (ลุ่มน้ำปราณบุรี) และเขื่อนแก่งกระจาน (ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน) ดังนั้นจึงแบ่งการศึกษาเป็น 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัจจัยอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และสภาพภูมิอากาศจำลอง ที่ส่งผลทรัพยากรน้ำในพื้นที่น้ำต้นทุน คือ ลุ่มน้ำปราณบุรีและลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดทางด้านอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา ปี พ.ศ. 2527-2556 (ค.ศ. 1984-2013) และข้อมูลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศจำลองภายใต้สถานการณ์ A1B ตั้งแต่ปี 1980-2069 (ได้จากแบบจำลอง IPCC: AR4; ECHAM5 GCM และสร้างข้อมูลความละเอียดสูงจากแบบจำลอง PRECIS RCM และศึกษาปัจจัยส่งผลต่อสถานการณ์ทรัพยากรน้ำจากแผนงานที่ดำเนินการอยู่ในพื้นที่และจากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชนและเจ้าหน้าที่ชลประทานที่รับผิดชอบในพื้นที่นั้น นำผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค DPSIR เพื่อประเมินปัจจัยที่เป็นสาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหาทรัพยากรน้ำ

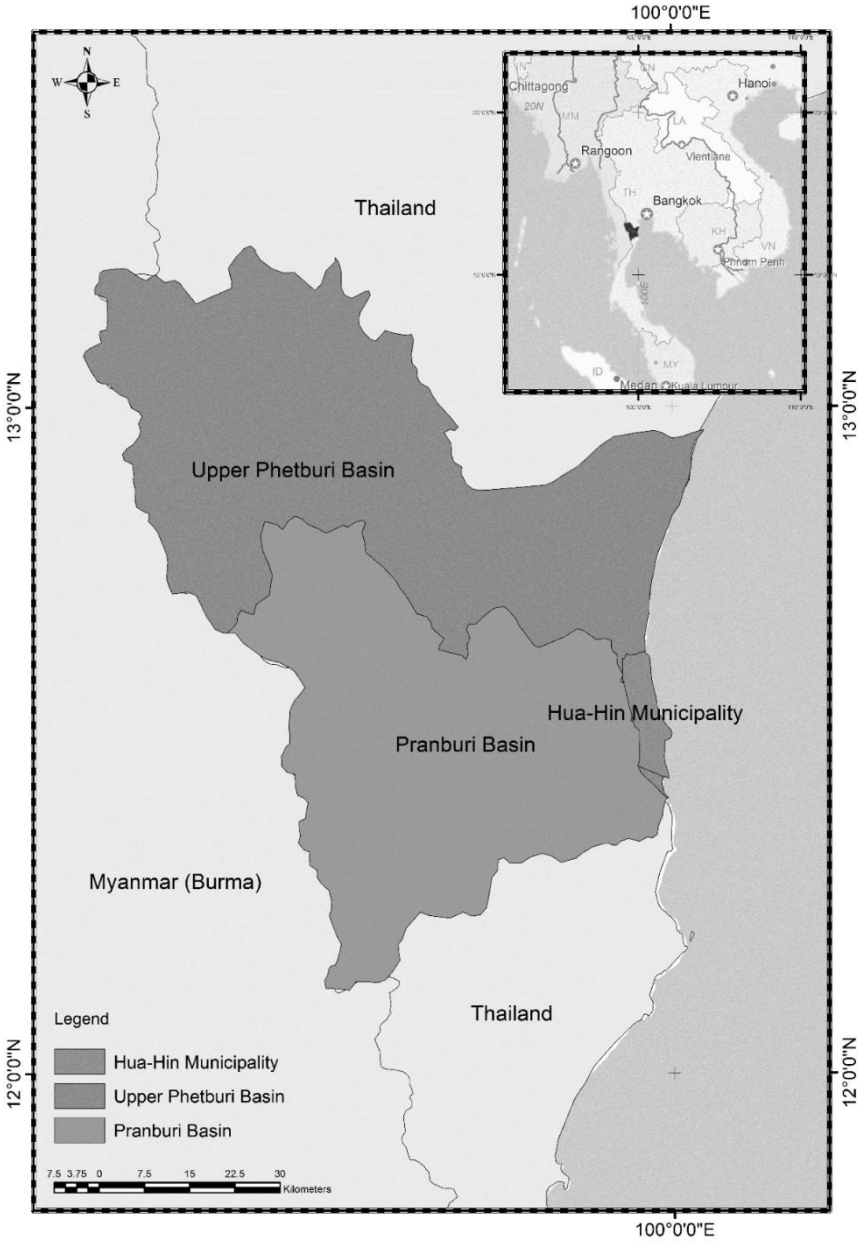
ขั้นตอนที่ 2 หาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำและการปรับตัว ในพื้นที่น้ำต้นทุนทั้งสองพื้นที่ โดยนำผลจาก DPSIR เข้าสู่กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี และลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน โดยจัดประชุมระดมสมองในแต่พื้นที่ พื้นที่ละ 2 ครั้ง การประชุมครั้งแรก ให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย นำเสนอและลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่ และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัว ข้อมูลจากการประชุมครั้งแรกนำมาประมวลผลเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัวที่มาจากการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย ในการประชุมครั้งที่ 2 นำแนวทางที่ประมวลได้ มาให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียจัดลำดับความสำคัญที่คิดว่าเหมาะสม โดยใช้การให้ค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนความสำคัญ (weighing and rating scores) เพื่อจัดลำดับและคัดเลือกรูปแบบของแนวทางที่เหมาะสม เนื่องจากลุ่มน้ำปราณบุรีและลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนเป็นแหล่งน้ำต้นต้นทุนของเทศบาลเมืองหัวหิน

กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย ผ่านกิจกรรมประชุมระดมสมองแยกกันในแต่ละพื้นที่แยกจากกัน ระหว่างลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน และลุ่มน้ำปราณบุรี และแบ่งเป็น 2 ครั้งในทั้ง 2 ลุ่มน้ำ และกำหนดกลุ่มตัวแทนผู้มีส่วนได้เสียเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งในแต่ละพื้นที่มีจำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน ตามบทที่ 3 หัวข้อ 3.6 ผลที่ได้จากการประชุมครั้งที่ 2 ของทั้ง 2 ลุ่มน้ำ ถูกนำมาใช้ในการประชุมระดมสมองทั้ง 2 ครั้ง ของพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ผลการศึกษานำเสนอไว้ในบทที่ 5 ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 ข้อมูลพื้นที่ต้นน้ำ

มีพื้นที่ทั้งสิ้น 6405.43 ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 14) ซึ่งการบริหารจัดการนั้นดำเนินการโดยกรมชลประทาน ทั้ง 2 ลุ่มน้ำเป็นแหล่งต้นน้ำ มีเขื่อนซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่สามารถใช้ประโยชน์ในพื้นที่และมีการจัดสรรน้ำให้พื้นที่ลุ่มน้ำข้างเคียง แบ่งเป็น 2 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี



รูปที่ 14 พื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำปราณบุรีและลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2553, เทศบาลเมืองหัวหินปี พ.ศ. 2556

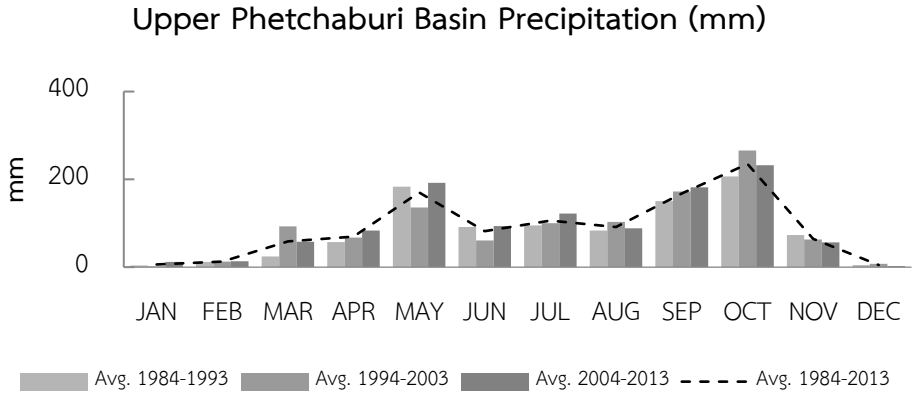
4.3.1 ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

ตั้งอยู่ที่ Latitude 13° 14' 33.5256" N to 12° 24' 46.4832" N ตัดกับ Longitude 99° 5' 57.9804" E to 100° 2' 54.9924" E in degrees minutes. มีพื้นที่ทั้งหมด 3509.85 ตารางกิโลเมตร ลุ่มน้ำวางตัวในแนวตะวันตก - ตะวันออก มีทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำแม่กลอง ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำปราณบุรี ทิศตะวันตกติดกับประเทศพม่า ทิศตะวันออกติดกับอ่าวไทย โดยมีแม่น้ำเพชรบุรีเป็นแม่น้ำสายหลักของลุ่มน้ำ มีต้นกำเนิดที่เทือกเขาตะนาวศรีทางด้านตะวันตกของลุ่มน้ำ คลอบคลุมพื้นที่อำเภอชะอำ อำเภอแก่งกระจาน อำเภอท่ายาง และอำเภอหนองหญ้าปล้อง จังหวัดเพชรบุรี และพื้นที่ชุมชนบริเวณริมชาดหาดหัวหิน (รูปที่ 14) การใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งออกเป็น พื้นที่ป่าไม้ 72% พื้นที่เกษตรกรรม 19% และอื่นๆ 9% ของพื้นที่ทั้งหมดตามลำดับ (ตารางที่ 10) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1068.16 มิลลิเมตร/ปี (รูปที่ 15)

ตารางที่ 10 การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ตารางกิโลเมตร) ลุ่มน้ำปราณบุรี และลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ปี ค.ศ.)	ลุ่มน้ำปราณบุรี				ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน			
	2000		2009		2000		2009	
	km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%
พื้นที่ลุ่มน้ำ	2899.74	100%	2895.59	100%	3496.77	100%	3509.85	100%
- ป่าไม้	1925.85	66%	2157.11	74%	2524.28	72%	2515.14	72%
- เกษตรกรรม	744.61	26%	679.73	23%	404.98	12%	653.37	19%
- ชุมชน	72.47	2%	16.49	1%	143.10	4%	33.79	1%
- ทุ่งหญ้า	125.20	4%	22.55	1%	375.89	11%	256.45	7%
- อื่นๆ	31.61	1%	19.70	1%	48.52	1%	51.10	1%

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2553



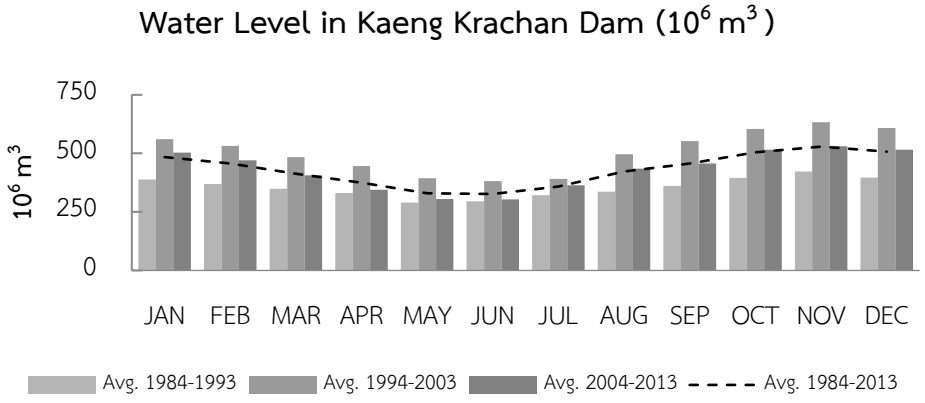
รูปที่ 15 ปริมาณฝนของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี สำนักชลประทานที่ 14 ปี พ.ศ. 2556

การบริหารจัดการน้ำ

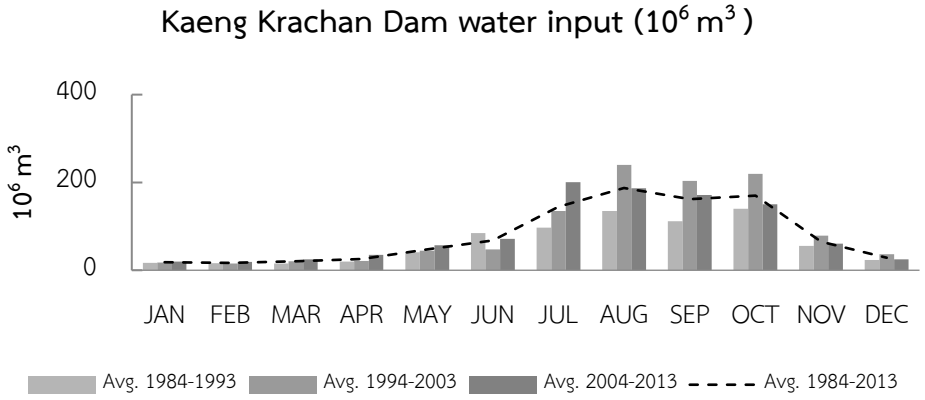
ด้านทรัพยากรน้ำ มีเขื่อนขนาดใหญ่ คือ เขื่อนแก่งกระจาน เป็นเขื่อนขนาดใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน ตั้งอยู่ที่ ตำบลแก่งกระจาน อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี ประเภทเขื่อนเขื่อนดิน สูง 58 เมตร ความยาวสันเขื่อน 760 เมตร จากข้อมูลของกรมชลประทาน ปริมาณน้ำที่ระดับน้ำเก็บกักปกติ 710.00 ล้านลูกบาศก์เมตร

- ปริมาณน้ำกักเก็บของอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน เดือน พ.ย. ในแต่ละปี(ช่วงต้นแล้ง) เฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 633.38 ล้าน ลบ.ม. และในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 530.25 ล้าน ลบ.ม. (รูปที่ 16)
- ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแก่งกระจานเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 1079.95 ล้าน ลบ.ม. และในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 1021.34 ล้าน ลบ.ม. (รูปที่ 17)
- ปริมาณการจ่ายน้ำของอ่างเก็บน้ำแก่งกระจานเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 743.81 ล้าน ลบ.ม. และในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 731.89 ล้าน ลบ.ม. (รูปที่ 18)



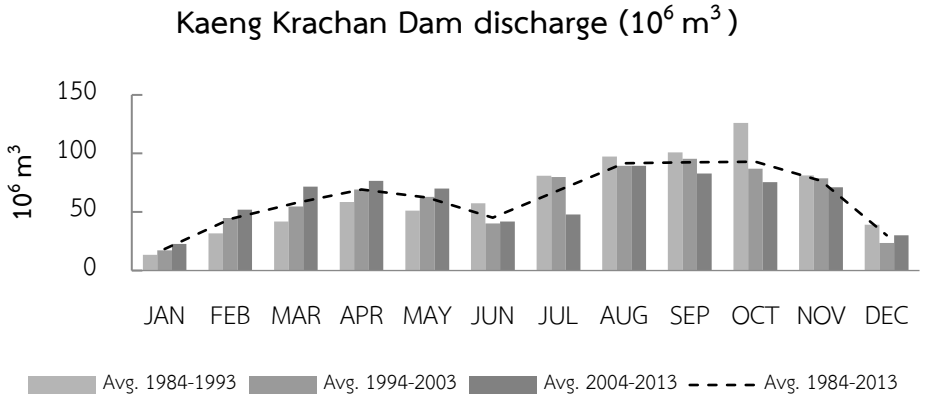
รูปที่ 16 ปริมาณน้ำกักเก็บของอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี สำนักชลประทานที่ 14 ปี พ.ศ. 2556



รูปที่ 17 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี สำนักชลประทานที่ 14 ปี พ.ศ. 2556



รูปที่ 18 ปริมาณการจ่ายน้ำของอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี สำนักชลประทานที่ 14 ปี พ.ศ. 2556

การจัดสรรน้ำ

กรมชลประทาน ได้จัดตั้งโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ใช้ชื่อว่า โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี ประกอบด้วย คลองส่งน้ำสายใหญ่ 4 สาย รวมยาว 98,446 กม. คลองซอย 41 สาย รวมยาว 313.048 กม. คลองระบายน้ำ 28 สาย รวมยาว 426.628 กม. คลองส่งน้ำ 1,633 สาย รวมยาว 1,527.570 กม. ซึ่งมีการบริหารจัดการแบ่งเป็น 5 ส่วนงาน ดังนี้

- ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 (ตอนเพชรบุรี) พื้นที่ทั้งหมด 119,378 ไร่ หน้าที่ความรับผิดชอบคลองส่งน้ำสายใหญ่ 2 สาย รวมยาว 32,300 กม. คลองซอย 16 สาย รวมยาว 83.842 กม, คลองระบายน้ำ 8 สาย รวม 111,455 กม. คูส่งน้ำ 394 สาย รวม 368,100 กม.

- ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 (ตอนเพรียง) พื้นที่ทั้งหมด 117,812 ไร่ หน้าที่ความรับผิดชอบ คลองซอย 16 สาย รวมยาว 112,222 กม. คลองระบายน้ำ 5 สาย รวม 87.265 กม. คูส่งน้ำ 434 สาย รวม 383.547 กม.
- ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 (ตอนบางจาก) พื้นที่ทั้งหมด 120,146 ไร่ หน้าที่ความรับผิดชอบ คลองส่งน้ำสายใหญ่ 1 สาย รวมยาว 36.330 กม. คลองซอย 7 สาย รวมยาว 71.041 กม. คลองระบายน้ำ 4 สาย รวม 23.275 กม. คูส่งน้ำ 434 สาย รวม 432.585 กม.
- ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 4 (ตอนแก่งกระจาน) พื้นที่ทั้งหมด 34,225 ไร่ หน้าที่ความรับผิดชอบบริเวณอ่างเก็บน้ำ
- ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 5 (ตอนกระจิวพัฒนา) พื้นที่ทั้งหมด 110,944 ไร่ หน้าที่ความรับผิดชอบ คลองส่งน้ำสายใหญ่ 1 สาย รวมยาว 25.900 กม. คลองซอย 6 สาย รวมยาว 36.625 กม. คลองระบายน้ำ 9 สาย รวม 139.364 กม. คูส่งน้ำ 416 สาย รวม 343.365 กม.

ในการวางแผนการจัดสรรน้ำ ได้มีการนำกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยการเปิดรับฟังความคิดเห็นจากกลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน ซึ่งองค์กรผู้ใช้น้ำชลประทาน จะต้องขึ้นทะเบียนหรือขึ้นบัญชีกับกรมชลประทาน มีสมาชิกทั้งสิ้นจำนวน 13,246 ราย แบ่งเป็น 721 กลุ่ม (ตารางที่ 11) เพื่อใช้ในการจัดระบบการส่งน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 11 รายชื่อกลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน โครงการชลประทานขนาดใหญ่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี

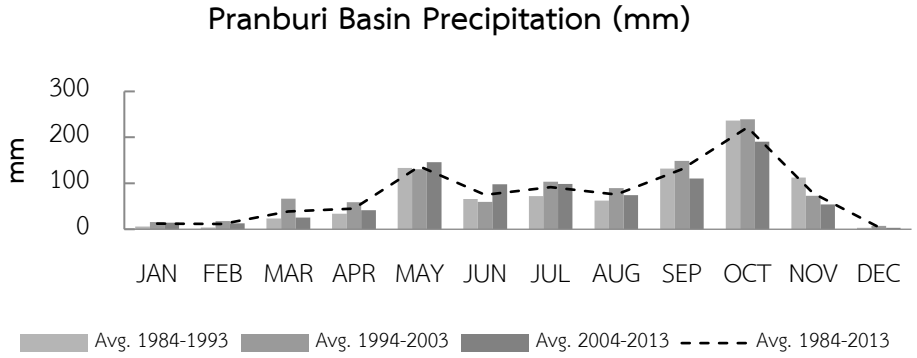
ชื่อองค์กรฯ	ตำบล	อำเภอ	สมาชิก(ราย)	พื้นที่ (ไร่)
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน ท่ายางบ้านลาดพัฒนา	ไร่มะขาม	บ้านลาด	670	25,292
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน เหมืองตาหลอ	บางขุนไทร	บ้านแหลม	328	14,360
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน เกษตรร่วมใจ	ช่องสะแก	เมือง	850	30,279
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน เพชรบุรีราษฎร์สุขสำราญ	นาวุ้ง	เมือง	443	38,191
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน คลอง 4 ขวาพัฒนา	นาวุ้ง	เมือง	260	11,521
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน บ้านแหลมพัฒนา	ท่าแร้ง	บ้านแหลม	334	26,844
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน 2 ขวา - สายใหญ่ฝั่งซ้าย	ท่าช้าง	บ้านลาด	266	6,340
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน 1 ซ้าย - สายใหญ่ฝั่งซ้าย	หนองกะปุ	บ้านลาด	73	4,416
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน กระจิวพัฒนา	ท่าคอย	ท่ายาง	1,000	11,714
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน คลองส่งน้ำสายใหญ่ 1	บางเก่า	ชะอำ	818	32,235
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน คลองส่งน้ำสายหัวหิน	ชะอำ	ชะอำ	708	15,150
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน คลองส่งน้ำสายใหญ่ 2	หนองจอก	ท่ายาง	931	21,151
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน สาย 3 สามัคคี	ท่าคอย	ท่ายาง	421	15,788
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน ดอนนาลุ่ม	หนองขนาน	เมือง	1,250	10,993
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน สาย 2 ตอนปลาย	ปึกเตียน	ท่ายาง	298	17,065

ชื่อองค์กรฯ	ตำบล	อำเภอ	สมาชิก(ราย)	พื้นที่ (ไร่)
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน คลอง 1 ขวา - สายใหญ่ฝั่งซ้าย (ต้นคลอง)	ยางหย่อง	ท่ายาง	113	13,621
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน ขุนสะท้อนสะท้านเดช	ไร่สะท้อน	บ้านลาด	215	10,839
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน ธงชัยรวมสามัคคี	ธงชัย	เมือง	153	9,819
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน นายางพัฒนา	นายาง	ชะอำ	808	9,249
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน หนองศาลาพัฒนา	หนองศาลา	ชะอำ	492	15,706
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน รวมใจพัฒนา	ลาดโพธิ์	บ้านลาด	204	17,522
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน สายใยร่วมกันพัฒนา	บางครก	บ้านแหลม	204	20,083
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน บางจาก - หนองปลาไหล	บางจาก	เมือง	191	22,598
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน ดอนยาง - ดอนขวาง	ดอนยาง	เมือง	993	18,785
กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน บ่อลาว - หนองหว้า	หนองขนาน	เมือง	1,223	12,081
รวม			13,246	431,642

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี, สำนักชลประทานที่ 14 ข้อมูล ณ สิ้นปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

4.3.2 ลุ่มน้ำปราณบุรี

ตั้งอยู่ที่ Latitude 12° 50' 13.9992" N to 12° 7' 32.1528" N ตัดกับ Longitude 99° 19' 4.3608" E to 99° 59' 22.9164" E in degrees minutes. มีพื้นที่ทั้งสิ้น 2895.59 ตารางกิโลเมตร ลุ่มน้ำปราณบุรี เป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก คลอบคลุมพื้นที่อำเภอปราณบุรี และพื้นที่ฝั่งตะวันตกของอำเภอหัวหิน มีลักษณะลุ่มน้ำเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก ตั้งอยู่ระหว่างเทือกเขาตะนาวศรีทางด้านตะวันตกปละอ่าวไทย ลักษณะภูมิประเทศทางด้านตะวันตกสุด จะเป็นเทือกเขา ซึ่งเป็นต้นน้ำของแม่น้ำปราณบุรี ซึ่งมีต้นกำเนิดอยู่ที่ตอนใต้ของภูเขาพะเนินทุ่งในเขตอำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี ไหลขนานกับทิวเขาตะนาวศรีลงมาทางใต้ แล้วเบนออกมาลงอ่าวไทยที่อำเภอปราณบุรี คลอบคลุมพื้นที่อำเภอปราณบุรี กิ่งอำเภอสามร้อยยอด และพื้นที่ฝั่งตะวันตกของอำเภอหัวหิน (รูปที่ 14) การใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งออกเป็น พื้นที่ป่าไม้ 74% พื้นที่เกษตรกรรม 23% และอื่นๆ 3% ของพื้นที่ทั้งหมดตามลำดับ (ตารางที่ 4-1) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 922.48 มิลลิเมตร/ปี (รูปที่ 19)



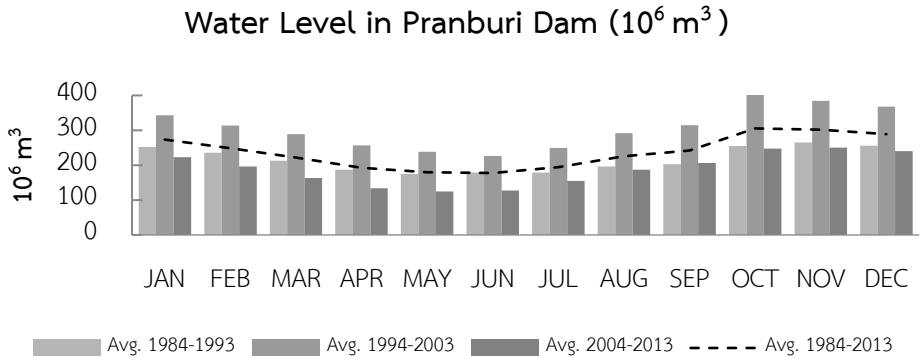
รูปที่ 19 ปริมาณฝนของพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี สำนักชลประทานที่ 14 ปี พ.ศ. 2556

การบริหารจัดการน้ำ

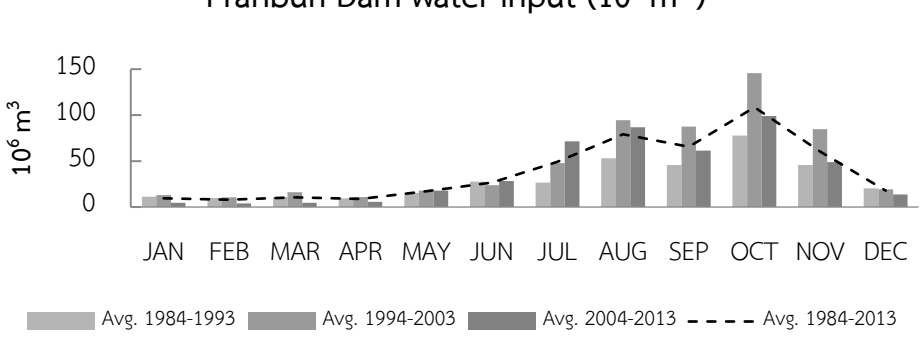
ด้านทรัพยากรน้ำในพื้นที่มีเขื่อนขนาดใหญ่ คือ เขื่อนปราณบุรี ตั้งอยู่ที่ ตำบลเขาน้อย อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นเขื่อนดิน สูง 42 เมตร ยาว 1,500 เมตร จากข้อมูลของกรมชลประทาน ปริมาณน้ำที่ระดับน้ำเก็บกักปกติ 445 ล้านลูกบาศก์เมตร

- ปริมาณน้ำกักเก็บของอ่างเก็บน้ำปราณบุรี เดือน พ.ย. ในแต่ละปี(ช่วงต้นแล้ง) เฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 384.8 ล้าน ลบ.ม. และในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 250.8 ล้าน ลบ.ม. (รูปที่ 20)
- ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำปราณบุรีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 571.99 ล้าน ลบ.ม. และในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 446.77 ล้าน ลบ.ม. (รูปที่ 21)
- ปริมาณการจ่ายน้ำของอ่างเก็บน้ำปราณบุรีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 376.49 ล้าน ลบ.ม. และในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 343.01 ล้าน ลบ.ม. (รูปที่ 22)



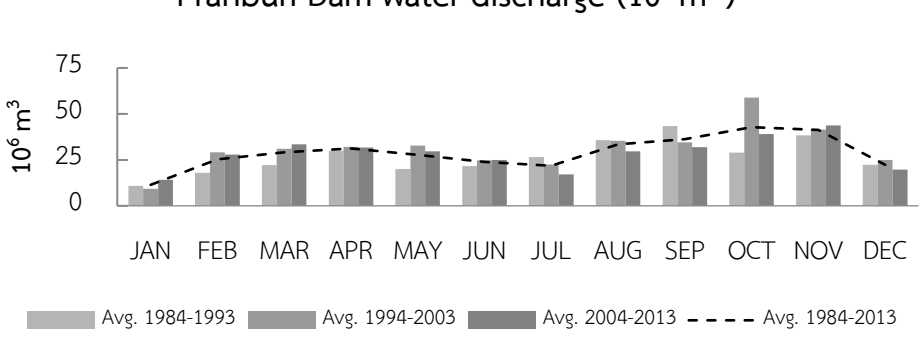
รูปที่ 20 ปริมาณน้ำกักเก็บของอ่างเก็บน้ำปราณบุรี

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี สำนักชลประทานที่ 14 ปี พ.ศ. 2556



รูปที่ 21 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำปราณบุรี

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี สำนักชลประทานที่ 14 ปี พ.ศ. 2556



รูปที่ 22 ปริมาณการจ่ายน้ำของอ่างเก็บน้ำปราณบุรี

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี สำนักชลประทานที่ 14 ปี พ.ศ. 2556

การจัดสรรน้ำ

กรมชลประทาน ได้จัดตั้งโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ใช้ชื่อว่า โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี แบ่งเป็น 4 ส่วนงาน ดังนี้

- ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 (เขื่อนปราณบุรี) มีหน้าที่ความรับผิดชอบในด้าน อุปโภค – บริโภค ของท่อส่งน้ำสายปราณรี–หัวหิน สายที่ 1–3 และท่อกาลักน้ำเพื่อการเกษตรกรรม ซึ่งรับน้ำจากคลอง ส่งน้ำสายใหญ่ช่วงระหว่าง กม. 0 + 000 - 11 + 000 และรับผิดชอบพื้นที่บริเวณหัวงานเขื่อนของโครงการฯ อีกประมาณ 1,900 ไร่
- ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 (ปราณบุรี) มีหน้าที่ความรับผิดชอบในด้านการส่งน้ำและบำรุงรักษาอาคารชลประทานต่าง ๆ ในเขตท้องที่ ต. เขาน้อย ต. ปราณบุรี ต. หนองตาแต้ม อ. ปราณบุรี ต. ศิลาลอย ต. ศาลาลัย ต.ไร่เก่า ต.ไร่ใหม่ กิ่ง อ. สามร้อยยอด จ. ประจวบคีรีขันธ์ โดยแบ่งความรับผิดชอบของคลองส่งน้ำสายใหญ่ ช่วง กม. 11 + 000 ถึง กม. 28 + 408 คลองส่งน้ำสายซอย 7 สาย คลองส่งน้ำสายแยกซอย 10 สาย รวมความยาว 104.978 กิโลเมตร พื้นที่ชลประทาน ระดับ 2 (มีระบบคันคูน้ำเป็นคูดินไม่ดาดคอนกรีตและไม่จัดรูปที่ดิน) จำนวน 80,000 ไร่ แบ่งออกเป็น 8 โซน คือ โซนที่ 1 ถึง 8
- ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 (สามกระทาย) มีหน้าที่ความรับผิดชอบในด้านการส่งน้ำและบำรุงรักษาอาคารชลประทานต่างๆ ในเขตท้องที่ ต. สามกระทาย ต.หาดขาม ต.กุยบุรี ต. กุยเหนือ ต. ดอนยาย-หนู อ. กุยบุรี จ. ประจวบคีรีขันธ์ โดยแบ่งความรับผิดชอบของคลองส่งน้ำสายใหญ่ ช่วง กม. 28 + 408 - 48 + 785 คลองส่งน้ำสายซอย 10 สาย คลองส่งน้ำสายแยกซอย 8 สาย รวมความยาว 106.692 กิโลเมตร พื้นที่ชลประทาน ระดับ 2 (มีระบบ คัน – คู น้ำ เป็นคูดินไม่ดาดคอนกรีตและไม่จัดรูปที่ดิน) จำนวน 80,000 ไร่ แบ่งออกเป็น 8 โซน คือ โซน ที่ 9 ถึง 16
- ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 4 (กุยบุรี) มีหน้าที่ความรับผิดชอบในด้านการส่งน้ำและบำรุง-รักษาอาคารชลประทานต่าง ๆ ในเขตท้องที่ ต.หาดขาม ต.กุยเหนือ อ. กุยบุรี ต.บ่อนอก อ. เมือง จ. ประจวบฯ โดยแบ่งความรับผิดชอบของคลองส่งน้ำสายใหญ่ ช่วง กม. 48 + 785 – 65 +170 คลองซอย 11 สาย คลอง แยกซอย 3 สาย รวมความยาว 79.605 กิโลเมตร พื้นที่ชลประทาน ระดับ 2 (มีระบบคันคูน้ำเป็นคูดินไม่ดาดคอนกรีตและไม่จัดรูปที่ดิน) จำนวน 73,850 ไร่ แบ่งออกเป็น 8 โซน คือ โซน 17 ถึง 24

ในการวางแผนการจัดสรรน้ำ ได้มีการนำกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยการเปิดรับฟังความคิดเห็นจากกลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน ซึ่งองค์กรผู้ใช้น้ำชลประทาน จะต้องขึ้นทะเบียน

หรือขึ้นบัญชีกับกรมชลประทาน มีสมาชิกทั้งสิ้นจำนวน 1,189 ราย แบ่งเป็น 44 กลุ่ม (ตารางที่ 12) เพื่อใช้ในการจัดระบบการส่งน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 12 รายชื่อกลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน โครงการชลประทานขนาดใหญ่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี

ชื่อองค์กร	ตำบล	อำเภอ	สมาชิก (ราย)	พื้นที่ (ไร่)
กลุ่มบริหารการใช้น้ำ เกษตรกรร่วมใจ	หนองตาแต้ม	ปราณบุรี	326	5,914
กลุ่มบริหารการใช้น้ำ บ้านนาวัลเปรียงพัฒนา	สามกระทาย	สามร้อยยอด	243	6,042
กลุ่มบริหารการใช้น้ำ ชลประทาน คลอง 58 ซ้าย	บ่อนอก	เมือง	45	1,614
กลุ่มบริหารการใช้น้ำ เทศบาลตำบลไร่ใหม่	ไร่ใหม่	สามร้อยยอด	360	7,821
กลุ่มบริหารการใช้น้ำ ชลประทาน คลอง 30 ซ้าย	ไร่ใหม่	สามร้อยยอด	215	4,681
กลุ่มบริหารการใช้น้ำ ชลประทานคลอง 16 ซ้าย	-	สามร้อยยอด	-	-
รวม			1,189	26,072

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี สำนักชลประทานที่ 14 ข้อมูล ณ สิ้นปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

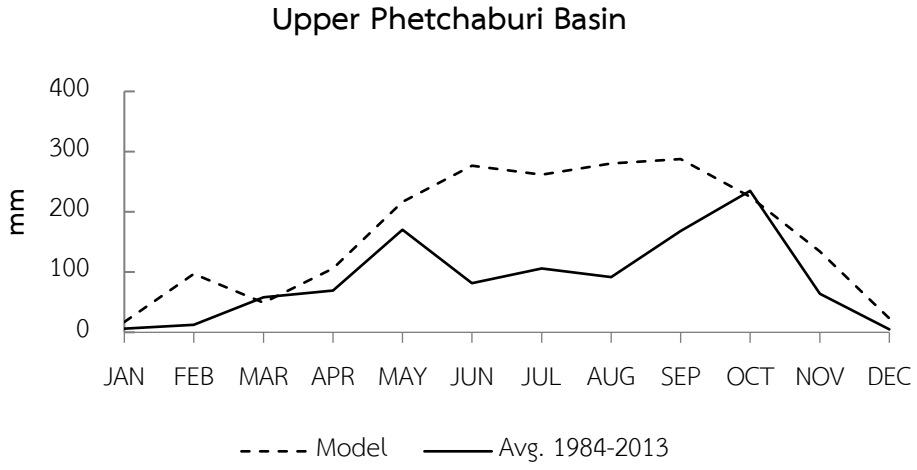
4.4 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ใช้ข้อมูลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศจำลองภายใต้สถานการณ์ A1B ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523-2612 (ค.ศ. 1980-2069) จากแบบจำลอง IPCC: AR4; ECHAM5 GCM จาก UK Met-office และสร้างข้อมูลความละเอียดสูงจากแบบจำลอง PRECIS RCM จาก Southeast Asia START Regional Center (SEA START RC) และใช้ข้อมูลปริมาณฝนสะสมรายเดือนของพื้นที่ศึกษาช่วงปี พ.ศ. 2527-2556 (ค.ศ. 1984-2013) เพื่อใช้ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจากแบบจำลอง

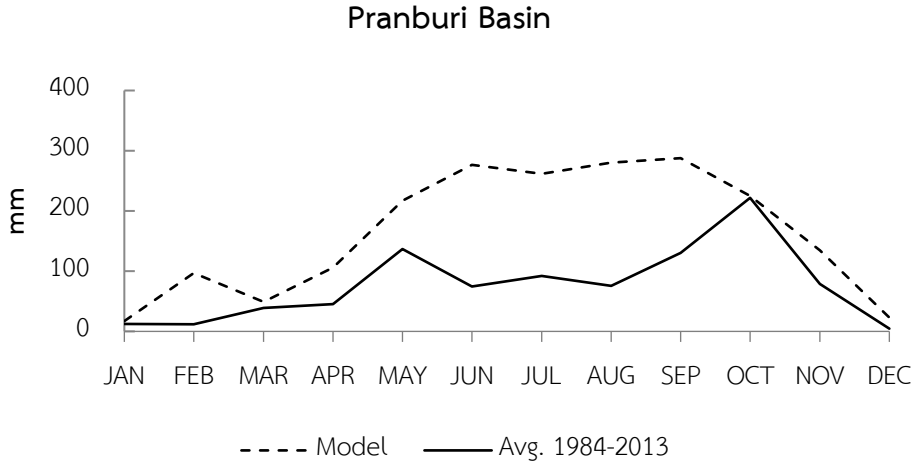
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.4.1 การปรับความคลาดเคลื่อนของข้อมูลฝน

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณฝนจากที่ได้จากแบบจำลอง PRECIS (ECHAM5 A1B) ของพื้นที่ต้นน้ำในช่วงปี พ.ศ. 2527-2556 (ค.ศ. 1984-2013) พบว่า ข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลองของลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน มีค่าความคลาดเคลื่อนที่สูงกว่าข้อมูลจริงที่ 103 % (รูปที่ 23) และข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลองของลุ่มน้ำปราณบุรี มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 135.90 % (รูปที่ 24) ดังนั้นก่อนนำข้อมูลการคาดการณ์ปริมาณฝน จึงต้องปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ตามสมการที่ 10 เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความใกล้เคียงมากที่สุด



รูปที่ 23 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลฝนจากแบบจำลองของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน



รูปที่ 24 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลฝนจากแบบจำลองของของพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี

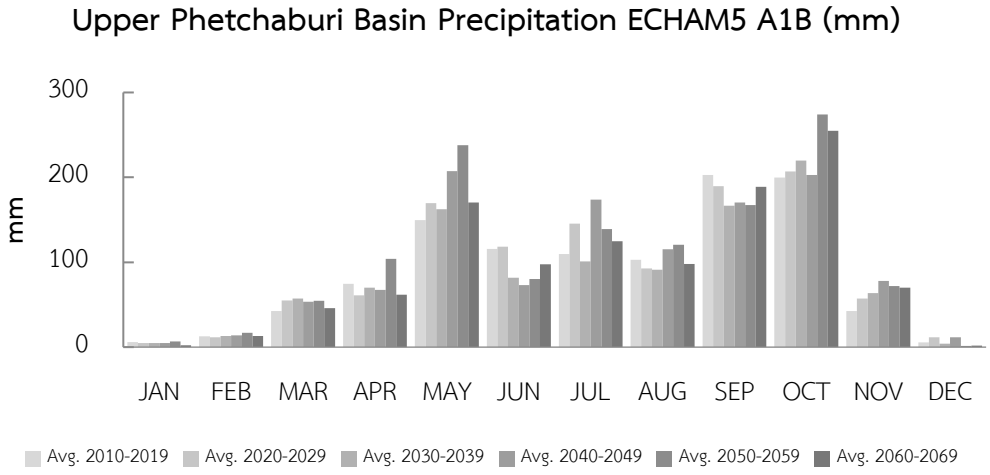
4.4.2 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งข้อมูลปริมาณฝนจากที่ได้จากแบบจำลอง PRECIS (ECHAM5 A1B) ปี พ.ศ. 2523-2612 (ค.ศ. 1980-2069) ของลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี ที่ผ่านการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนที่มีการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้อย่างชัดเจน

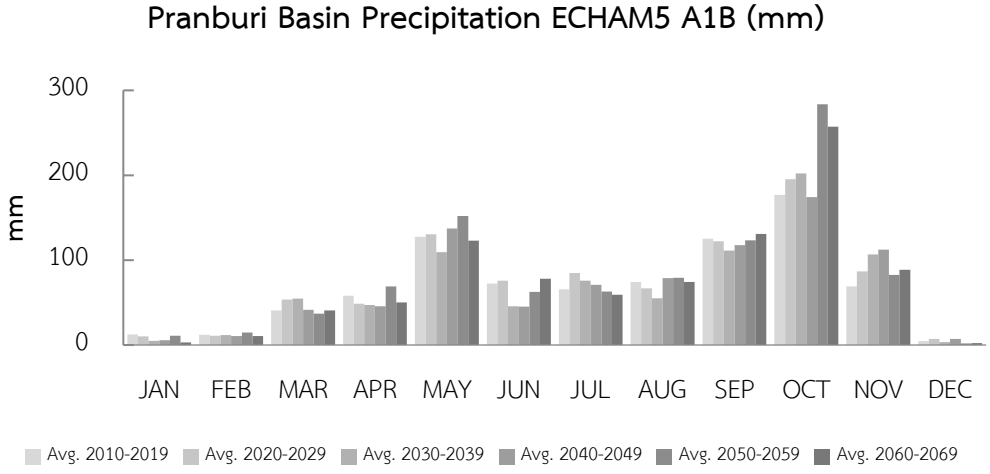
จากข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลองของลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน (รูปที่ 25) เริ่มมีการแปรปรวนในช่วง ปี พ.ศ. 2573-2592 (ค.ศ. 2030-2049) และมีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในช่วง ปี

พ.ศ. 2593-2612 (ค.ศ. 2050-2069) ซึ่งชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคมและเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงต้นและปลายของฤดูฝน

ในส่วนของลุ่มน้ำปราณบุรี (รูปที่ 26) มีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในช่วง ปี พ.ศ. 2593-2612 (ค.ศ. 2050-2069) ซึ่งชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงปลายของฤดูฝน



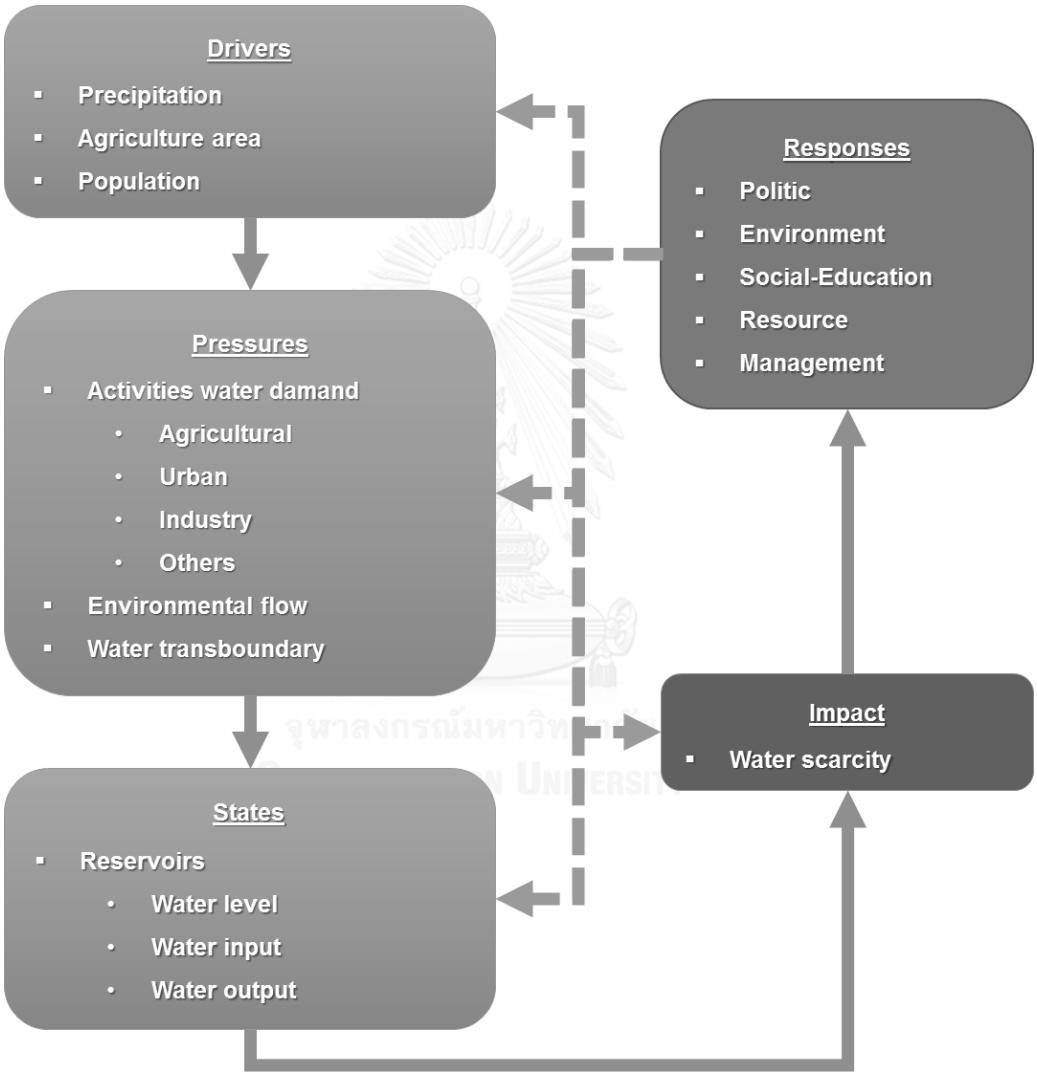
รูปที่ 25 ข้อมูลการคาดการณ์ฝนของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน



รูปที่ 26 ข้อมูลการคาดการณ์ฝนของพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี

4.5 ผลการวิเคราะห์ DPSIR ของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี

การประเมินปัจจัยที่เกี่ยวข้องจากการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและการรีวิวข้อมูลในพื้นที่ศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ ได้ดำเนินการจำแนกตัวแปรที่เกี่ยวข้องแบ่งตามกลุ่ม DPSIR framework ได้ดังรูปที่ 27 ซึ่งรายละเอียดของแต่ละปัจจัยมีดังนี้



รูปที่ 27 ผลการวิเคราะห์ DPSIR การประเมินปัจจัยที่เกี่ยวข้องจากการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและการรีวิวข้อมูลของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี

4.5.1 Driver - ตัวขับเคลื่อน

ปริมาณฝน

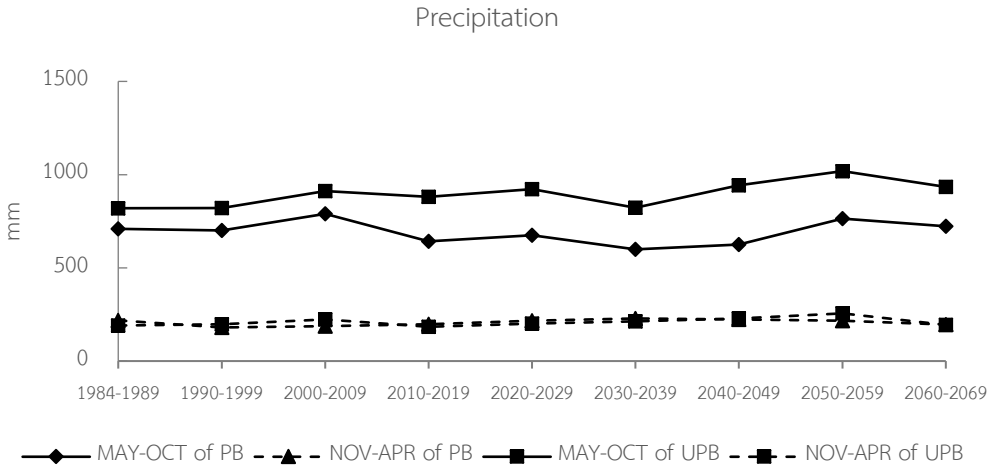
ปริมาณฝนเป็นปัจจัยหลักของการได้มาซึ่งทรัพยากรน้ำของพื้นที่ โดยการศึกษาข้อมูลปริมาณฝนย้อนหลังในอดีตและข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต พบว่า

ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

ปริมาณฝนในช่วงปี พ.ศ. 2533-2542 (ค.ศ. 1990-1999) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1018.67 มิลลิเมตร/ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 821.47 มิลลิเมตร ฤดูแล้ง 197.20 มิลลิเมตร และในช่วงปี พ.ศ. 2543-2552 (ค.ศ. 2000-2009) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1135.83 มิลลิเมตร/ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 911.85 มิลลิเมตร ฤดูแล้ง 223.98 มิลลิเมตร เมื่อเทียบกับช่วงปี พ.ศ. 2543-2552 (ค.ศ. 2000-2009) ปริมาณฝนมีความแปรปรวนสูง ในช่วง 10 ปีข้างหน้า ช่วงปี พ.ศ. 2553-2562 (ค.ศ. 2010-2019) ปริมาณฝนฤดูฝน เพิ่มขึ้น 1% ปริมาณฝนฤดูแล้ง ลดลง 5% ปริมาณฝนรวมทั้งปี เพิ่มขึ้น 3% และในช่วง 30 ปี ช่วง พ.ศ. 2553-2582, พ.ศ. 2583-2612 (ค.ศ. 2010-2039, ค.ศ. 2040-2069)ปริมาณฝนฤดูฝน เพิ่มขึ้น 7% ปริมาณฝนฤดูแล้ง ลดลง 1% ปริมาณฝนรวมทั้งปี เพิ่มขึ้น 10% (รูปที่ 28)

ลุ่มน้ำปราณบุรี

ปริมาณฝนในช่วงปี พ.ศ. 2533-2542 (ค.ศ. 1990-1999) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 880.83 มิลลิเมตร/ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 700.44 มิลลิเมตร ฤดูแล้ง 180.39 มิลลิเมตร และในช่วงปี พ.ศ. 2543-2552 (ค.ศ. 2000-2009) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 977.18 มิลลิเมตร/ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 789.64 มิลลิเมตร ฤดูแล้ง 187.54 มิลลิเมตร เมื่อเทียบกับช่วงปี พ.ศ. 2543-2552 (ค.ศ. 2000-2009) ปริมาณฝนมีความแปรปรวนสูง ในช่วง 10 ปีข้างหน้า ช่วงปี พ.ศ. 2553-2562 (ค.ศ. 2010-2019) ปริมาณฝนฤดูฝน ลดลง 15% ปริมาณฝนฤดูแล้ง เพิ่มขึ้น 13.5% ปริมาณฝนรวมทั้งปี ลดลง 12% และในช่วง 30 ปี ช่วง พ.ศ. 2553-2582, พ.ศ. 2583-2612 (ค.ศ. 2010-2039, ค.ศ. 2040-2069)ปริมาณฝนฤดูฝน ลดลง 8% ปริมาณฝนฤดูแล้ง เพิ่มขึ้น 11% ปริมาณฝนรวมทั้งปี ลดลง 7% (รูปที่ 28)



รูปที่ 28 ผลการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงฝนรายฤดูกาลของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี

การทำเกษตรกรรม

พื้นที่การเกษตรทั้ง 2 พื้นที่นั้น จากข้อมูลทีมวิจัยสังเกตว่า ในปัจจุบันทั้ง 2 พื้นที่เกษตรกรหันมาปลูกไม่ยืนต้นและทำการเกษตรในช่วงฤดูแล้งมากขึ้น เนื่องจากความต้องการของตลาดในการรับซื้อผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นและการเพิ่มจำนวนของประชากรที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรต้องเพิ่มกำลังการผลิตในทุกฤดูกาล เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ (ตารางที่ 10)

ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

จากข้อมูลการปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ปี พ.ศ. 2554 – 2558 สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน (ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน) มีการปลูกพืชใช้น้ำมากเพิ่มขึ้น เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน อ้อย และการเพิ่มขึ้นของการปลูกข้าวนาปรัง (ตารางที่ 13) และจากข้อมูลของกรมชลประทาน พบว่า มีการทำการเกษตรในช่วงฤดูฝน 664.95 ตารางกิโลเมตร และมีการทำการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง 240 ตารางกิโลเมตร ซึ่งในปัจจุบัน การทำการเกษตรมีการเปลี่ยนแปลง คือ การทำการเกษตรในช่วงฤดูฝน 529.6 ตารางกิโลเมตร และมีการทำการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง 299.2 ตารางกิโลเมตร

ลุ่มน้ำปราณบุรี

จากข้อมูลการปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ปี พ.ศ. 2554 – 2558 สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พื้นที่อำเภอหัวหิน อำเภอปราณบุรี อำเภอสามร้อยยอด และอำเภอกุยบุรี (ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใช้น้ำและตั้งอยู่ภายในลุ่มน้ำปราณบุรี) มีการเพิ่มขึ้นของการปลูกไม้ยืนต้น เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และพืชที่ใช้น้ำมากและต้องการใช้น้ำตลอดทั้งปี เช่น อ้อย ซึ่งสามารถสังเกตเห็นการ

ลดลงของการปลูกพืชไร่ เช่น สับประรด ข้าวนาปี ซึ่งใช้น้ำน้อยกว่า (ตารางที่ 14) และจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ชลประทาน มีการทำการเกษตรในช่วงฤดูฝน 352 ตารางกิโลเมตร และมีการทำการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง 230.4 ตารางกิโลเมตร ซึ่งในปัจจุบัน การทำการเกษตรมีการเปลี่ยนแปลง คือ การทำการเกษตรในช่วงฤดูฝน 317.6 ตารางกิโลเมตร และมีการทำการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง 248.24 ตารางกิโลเมตร

ตารางที่ 13 ข้อมูลการปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ปี พ.ศ. 2554 – 2558 พื้นที่จังหวัดเพชรบุรี (ลุ่มน้ำเพชรบุรี)

พ.ศ. (ค.ศ.)	ประเภทเนื้อที่	เนื้อที่/ผลผลิต	ข้าวนาปี	ข้าวนาปรัง	สับปะรด	อ้อย	มะพร้าว	ยางพารา	ปาล์มน้ำมัน	มะม่วง
2554	พื้นที่ปลูก (ไร่)	742,802	393,330	140,466	106,642	26,390	17,108	29,427	15,431	14,008
(2011)	ผลผลิต (ตัน)	1,008,707	313,311	116,132	298,512	234,845	26,369	1,081	7,385	11,074
2555	พื้นที่ปลูก (ไร่)	773,148	385,917	178,344	101,255	31,532	15,164	30,586	15,707	14,643
(2012)	ผลผลิต (ตัน)	1,068,181	319,249	150,411	284,722	270,172	22,129	1,845	9,612	10,041
2556	พื้นที่ปลูก (ไร่)	866,896	374,393	273,374	93,316	39,488	15,925	32,813	21,785	15,802
(2013)	ผลผลิต (ตัน)	1,278,540	306,082	223,881	330,859	374,968	21,998	364	8,901	11,487
2557	พื้นที่ปลูก (ไร่)	830,783	353,814	271,976	98,796	40,730	17,366	21,122	19,598	7,381
(2014)	ผลผลิต (ตัน)	939,747	275,405	221,919	257,011	146,085	23,888	2,966	6,730	5,741
2558	พื้นที่ปลูก (ไร่)	599,875	333,662	69,718	94,514	34,113	28,599	21,093	9,932	8,244
(2015)	ผลผลิต (ตัน)	721,471	254,180	57,594	213,294	167,210	13,520	2,811	5,561	7,301

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, พ.ศ. 2558

ตารางที่ 14 ข้อมูลการปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ปี พ.ศ. 2554 – 2558 พื้นที่อำเภอหัวหิน อำเภอปราณบุรี อำเภอสามร้อยยอด และอำเภอกุยบุรี (ลุ่มน้ำปราณบุรี)

พ.ศ. (ค.ศ.)	ประเภทเนื้อที่	เนื้อที่/ผลผลิต	ข้าวนาปี	ข้าวนาปรัง	สับปะรด	อ้อย	มะพร้าว	ยางพารา	ปาล์มน้ำมัน	มะม่วง
2554	พื้นที่ปลูก (ไร่)	711,991	47,773	10,168	446,069	51,771	28,828	33,275	20,456	73,651
(2011)	ผลผลิต (ตัน)	1,655,839	35,300	7,719	1,235,673	281,400	15,126	862	14,628	65,132
2555	พื้นที่ปลูก (ไร่)	619,891	37,106	27,384	347,313	59,668	35,016	39,083	22,144	52,178
(2012)	ผลผลิต (ตัน)	1,148,102	15,307	19,532	728,062	316,155	13,699	1,017	16,034	38,297
2556	พื้นที่ปลูก (ไร่)	635,966	40,363	36,467	341,111	60,095	34,841	49,369	22,055	51,665
(2013)	ผลผลิต (ตัน)	1,333,038	25,297	26,413	918,709	268,070	17,482	4,317	19,374	53,376
2557	พื้นที่ปลูก (ไร่)	592,147	37,295	36,644	307,307	52,122	34,864	48,971	22,975	51,969
(2014)	ผลผลิต (ตัน)	1,202,116	21,743	24,456	766,432	285,557	17,512	4,254	26,914	55,248
2558	พื้นที่ปลูก (ไร่)	537,409	13,199	30,044	285,041	41,417	35,502	57,014	24,141	51,051
(2015)	ผลผลิต (ตัน)	903,099	8,013	18,101	505,715	280,445	20,225	5,133	25,081	40,387

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, พ.ศ. 2558

จำนวนประชากร

ด้านประชากร มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในพื้นที่อย่างต่อเนื่องของทั้ง 2 พื้นที่ และการเพิ่มขึ้นของจำนวนนักท่องเที่ยวภายในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหินที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งทั้ง 2 ปัจจัยส่งผลโดยตรงกับการใช้ในที่เพิ่มขึ้น (จำนวนประชากรและนักท่องเที่ยวภายในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหินถูกรวมไว้ในพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี เนื่องจากมีการใช้น้ำจากเขื่อนปราณบุรี)

ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

ด้านประชากรมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในพื้นที่อย่างต่อเนื่องจาก 451,029 คน เป็น 468,874 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 0.43 ของการเพิ่มขึ้นของประชากรในแต่ละปี ในช่วงเวลา 10 ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นจากการเติบโตโดยปกติของพื้นที่

ลุ่มน้ำปราณบุรี

มีการเพิ่มของจำนวนประชากรจาก 121,886 คน ไปเป็น 139,587 คน ในช่วงเวลา 10 ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) เมื่อคิดเป็นร้อยละ 3 ของการเพิ่มขึ้นของประชากรในแต่ละปี จากสถิติของจำนวนนักท่องเที่ยวของพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน เพิ่มขึ้นจากจำนวน 2,004,026 เป็น 4,115,740 คน คิดเป็นการเพิ่มขึ้นร้อยละ 200 ในปี พ.ศ. 2556 (ค.ศ. 2013) เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) เนื่องมาจากพื้นที่นี้เป็นพื้นที่ท่องเที่ยวที่มีการเติบโตเป็นอย่างมากในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา

4.5.2 Pressure - แรงขับ

ความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำ จากตารางที่ 15 พบว่าลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน มีจัดสรรน้ำน้อยกว่าความต้องการอยู่ประมาณร้อยละ 23.85 ของความต้องการน้ำจากการคำนวณ การขาดแคลนทรัพยากรน้ำในระดับที่สูง และพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรีมีจัดสรรน้ำน้อยกว่าความต้องการอยู่ประมาณร้อยละ 22.30 ของความต้องการน้ำจากการคำนวณ การขาดแคลนทรัพยากรน้ำในระดับที่สูงเช่นกัน

ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use) พ.ศ. 2552 (ค.ศ. 2009) และข้อมูลประชากรปี พ.ศ. 2556 (ค.ศ. 2013) พบว่า พื้นที่ชลประทานมีความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร 1247.50 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค 47.99 ล้านลูกบาศก์เมตร และความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม 10.50 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับการจัดสรรน้ำของเขื่อนแก่งกระจานผ่านทางระบบชลประทาน ในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) พบว่า มีการจัดสรรน้ำเพื่อการเกษตร 606.42 ล้านลูกบาศก์เมตร จัดสรรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค

173.09 ล้านลูกบาศก์เมตร จัดสรรน้ำเพื่อการอุตสาหกรรม 54.89 ล้านลูกบาศก์เมตร จัดสรรน้ำเพื่อกิจกรรมอื่นๆ 82.33 ล้านลูกบาศก์เมตร และการปล่อยน้ำลงในลำน้ำเพชรบุรีเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์ 326.32 ล้านลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 15)

ลุ่มน้ำปราณบุรี

จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use) พ.ศ. 2552 (ค.ศ. 2009) และข้อมูลประชากรปี พ.ศ. 2556 (ค.ศ. 2013) พบว่า พื้นที่ชลประทานมีความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร 445.82 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค 25.81 ล้านลูกบาศก์เมตร และความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม 8.56 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับการจัดสรรน้ำของเขื่อนปราณบุรีผ่านทางระบบชลประทาน ในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) พบว่ามีการจัดสรรน้ำเพื่อการเกษตร 231.64 ล้านลูกบาศก์เมตร จัดสรรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค 90.72 ล้านลูกบาศก์เมตร จัดสรรน้ำเพื่อการอุตสาหกรรม 28.00 ล้านลูกบาศก์เมตร จัดสรรน้ำเพื่อกิจกรรมอื่นๆ 8.84 ล้านลูกบาศก์เมตร และการปล่อยน้ำลงในลำน้ำปราณบุรีเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์ 35.28 ล้านลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ความต้องการน้ำจากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ความต้องการน้ำ	ลุ่มน้ำปราณบุรี		ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน	
(ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี)	ปล่อยจริง	คำนวณ	ปล่อยจริง	คำนวณ
การเกษตรกรรม (พื้นที่ชลประทาน)	231.64	445.82	606.42	1247.50
อุปโภคบริโภค	90.72	25.81	173.09	47.99
อุตสาหกรรม	28.00	8.56	54.89	10.50
เพื่อการรักษาระบบนิเวศน์	35.28	35.28	326.32	326.32
อื่นๆ	8.84	N/A	82.33	N/A
ผันน้ำให้ลุ่มน้ำอื่น	24.70	24.70	N/A	N/A
รวม	419.18	540.17	1243.05	1632.31

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5.3 State - การเปลี่ยนแปลง

นักวิจัยและผู้เชียวชาญฯด้านทรัพยากรน้ำ ได้คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำที่ไหลเข้า-ไหลออก และปริมาณน้ำกักเก็บของแหล่งน้ำหลักในพื้นที่ ซึ่งเป็นปัจจัยทางกายภาพ ทำให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน

ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

ปริมาณน้ำกักเก็บของอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน เดือน พ.ย. ในแต่ละปี (ช่วงต้นแล้ง) เฉลี่ยในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 633.38 ล้านลูกบาศก์เมตร และในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 530.25 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแก่งกระจานเฉลี่ย ในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 1079.95 ล้านลูกบาศก์เมตร และในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 1021.34 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำที่ไหลออกอ่างเก็บน้ำแก่งกระจานเฉลี่ย ในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 743.81 ล้านลูกบาศก์เมตร และในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 731.89 ล้านลูกบาศก์เมตร

ลุ่มน้ำปราณบุรี

ปริมาณน้ำกักเก็บของอ่างเก็บน้ำปราณบุรี เดือน พ.ย. ในแต่ละปี(ช่วงต้นแล้ง) เฉลี่ยในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 384.8 ล้านลูกบาศก์เมตร และในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 250.8 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำปราณบุรีเฉลี่ย ในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 571.99 ล้านลูกบาศก์เมตร และในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 446.77 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำที่ไหลออกอ่างเก็บน้ำปราณบุรีเฉลี่ย ในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 376.49 ล้านลูกบาศก์เมตร และในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 343.01 ล้านลูกบาศก์เมตร

4.5.4 Impact - ผลกระทบ

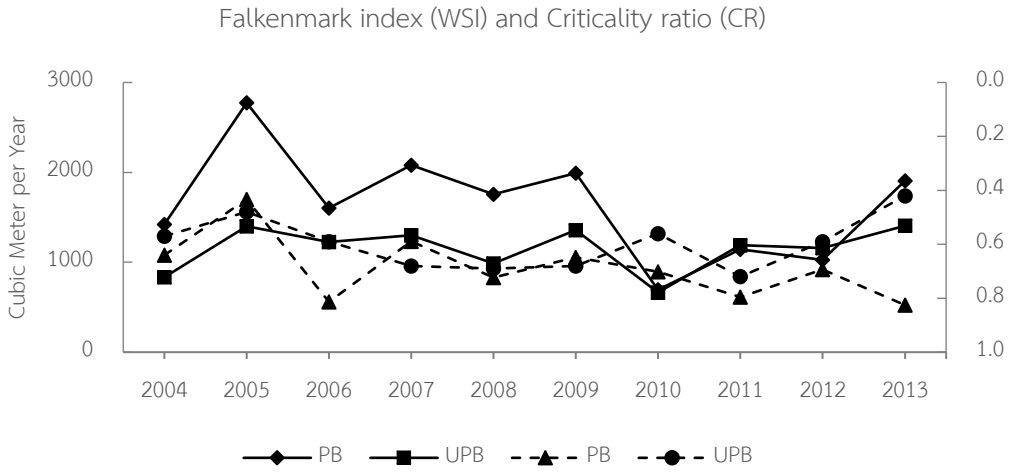
การระบุผลกระทบของการขาดแคลนน้ำ โดยการใช้ดัชนีชี้วัด ประกอบด้วย Falkenmark index (Water Stress Index: WSI) และ Criticality ratio (CR) ในการประเมินค่าความขาดแคลนน้ำของทั้ง 2 พื้นที่ พบว่า

ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

ค่า WSI อยู่ในระดับ water stress ค่าเฉลี่ย 1152 m3/cap/year ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในอนาคต ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับค่า CR ที่มีค่าเฉลี่ย 0.60 ที่มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยจากในอดีต (รูปที่ 29) ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน นั้นการขาดแคลนน้ำ แต่มีแนวโน้มของการลดลงในอนาคต

ลุ่มน้ำปราณบุรี

ค่า WSI อยู่ในระดับ water stress ค่าเฉลี่ย 1640 m3/cap/year ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) และมีแนวโน้มลดลงในอนาคต ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับ ค่า CR ที่มีค่าเฉลี่ย 0.69 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากในอดีต (รูปที่ 29) ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า พื้นที่ PB นั้น การขาดแคลนน้ำมีแนวโน้มของเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด



รูปที่ 29 ผลของการประเมินผลกระทบของการขาดแคลนน้ำ Falkenmark index (WSI) และ Criticality ratio (CR) ของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี

4.5.5 Response - การแก้ปัญหา

การแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในพื้นที่นั้นมีความแตกต่างกันใน พื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี และลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน ที่ผ่านมาในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) ที่ผ่านมา สามารถจำแนกได้ดังนี้

ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

- การจัดรอบเวรการจ่ายน้ำให้สอดคล้องกับความต้องการน้ำ เนื่องจากปริมาณความต้องการมากกว่าปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ จึงต้องมีการจัดสรรน้ำให้ทั่วถึงในทุกพื้นที่ที่เป็นพื้นที่รับน้ำ เพื่อป้องกันทำไม่ให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำรุนแรง
- การตั้งกฎเกณฑ์และบังคับการใช้น้ำของพื้นที่ พื้นที่ของลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนนั้น มีปัญหาการลุกล้ำพื้นที่คลองส่งน้ำ และการสูบน้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตหรือการใช้น้ำ

นอกเหนือที่ได้มีการตกลงของกลุ่มผู้ใช้น้ำ จึงทำให้กรมชลประทานต้องดำเนินการตั้งกฎเกณฑ์และบังคับการใช้น้ำ

- การซ่อมบำรุงระบบชลประทาน ตามนโยบายของกรมชลประทาน ดำเนินการให้มีการซ่อมบำรุงระบบส่งน้ำให้สามารถใช้การได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ ในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน ได้มีการส่งเสริมการจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำอย่างจริงจัง และมีกลุ่มผู้ใช้น้ำ ที่เข้มแข็ง จึงมีการดำเนินการจัดประชุมของกลุ่มผู้ใช้น้ำ เพื่อวางแผนการจ่ายน้ำในกิจกรรมต่างๆอย่างต่อเนื่อง

ลุ่มน้ำปราณบุรี

- การจัดรอบเวรการจ่ายน้ำให้สอดคล้องกับความต้องการน้ำ เนื่องจากปริมาณความต้องการมากกว่าปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ จึงต้องมีการจัดสรรน้ำให้ทั่วถึงในทุกพื้นที่ที่เป็นพื้นที่รับน้ำ เพื่อป้องกันทำไม่ให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำรุนแรง
- การเพิ่มปริมาณการกักเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำ เขื่อนปราณบุรี มีการเพิ่มความสูงของสันเขื่อนและการขุดลอกตะกอนในอ่างเก็บเก็บน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการกักเก็บน้ำ
- การซ่อมบำรุงระบบชลประทาน ตามนโยบายของกรมชลประทาน ดำเนินการให้มีการซ่อมบำรุงระบบส่งน้ำให้สามารถใช้การได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ ในพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรีในช่วง 1-2 ปีที่ผ่านมา ได้มีการส่งเสริมการจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำอย่างจริงจัง และจัดให้มีการประชุมของกลุ่มฯ เพื่อวางแผนการจ่ายน้ำในช่วงฤดูต่าง

ตารางที่ 16 ผลการประเมิน DPSIR ของพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรีและลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน.

ประเภท	ตัวแปร	ข้อมูล	การประเมินการเปลี่ยน		แหล่งที่มา
			ลุ่มน้ำปราณบุรี	ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน	
Driver - ตัวขับเคลื่อน	ปริมาณฝนรายปี	ปริมาณฝนรายปี แบ่งเป็น ฤดูฝน (MAY-OCT) ฤดูแล้ง (NOV-APR)	มาก	มาก	TMD (1980-2013), RID (1984-2013), SEA START RC (1980-2069)
	พื้นที่ทำการเกษตร	พื้นที่ทำการเกษตรจากการแปรภาพถ่ายทางอากาศ และการสำรวจ	มาก	มาก	RID(1984-2013), LDD (พ.ศ. 2543-2552 (ค.ศ. 2000-2009))

ประเภท	ตัวแปร	ข้อมูล	การประเมินการเปลี่ยน		แหล่งที่มา
			ลุ่มน้ำปราณบุรี	ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน	
	จำนวนประชากร	จำนวนประชากรที่ใช้น้ำของแต่ละลุ่มน้ำ	มาก	มาก	DOPA (1984-2013)
Pressure - แรงขับ	ความต้องการน้ำ				RID (1984-2013), DOPA (1984-2013) , LDD (พ.ศ. 2543-2552 (ค.ศ. 2000-2009)), NSO (1984-2013)
	การเกษตร	คำนวณจากข้อมูลการจัดสรรน้ำของเขื่อนเปรียบเทียบกับความต้องการน้ำจากการคำนวณการใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงพื้นที่	มาก	มาก	
	การอุปโภคบริโภค	คำนวณจากข้อมูลการจัดสรรน้ำของเขื่อนเปรียบเทียบกับจำนวนประชากร	ปานกลาง	ปานกลาง	
	การอุตสาหกรรม	คำนวณจากข้อมูลการจัดสรรน้ำของเขื่อนเปรียบเทียบกับจำนวนประเภท และชนิดของอุตสาหกรรม	น้อย	ปานกลาง	
	กิจกรรมอื่นๆ	คำนวณจากข้อมูลการจัดสรรน้ำของเขื่อน	น้อย	ปานกลาง	
	น้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์	คำนวณจากข้อมูลการจัดสรรน้ำของเขื่อน	น้อย	น้อย	HHM (พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013))
State - การเปลี่ยนแปลง	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บ (ความจุของอ่างเก็บน้ำดิบ)	มาก	ปานกลาง	RID (1984-2013)
	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ต้นฤดูแล้ง (NOV)	ปานกลาง	ปานกลาง	
	ปริมาณน้ำไหลออกอ่างเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ต้นฤดูแล้ง (NOV)	ปานกลาง	ปานกลาง	
Impact - ผลกระทบ	การขาดแคนทรัพยากรน้ำ	Falkenmark index (Water Stress Index: WSI)	มาก	มาก	Falkenmark et al., 1989
		Criticality ratio (CR)	มาก	ปานกลาง	Oki and Kanae, 2006
Response - การแก้ปัญหา	การจัดการด้านนโยบาย	การบังคับใช้กฎของการใช้น้ำร่วมกัน	น้อย	มาก	RID (2000-2013)
	การจัดการสิ่งแวดล้อม	การซ่อมบำรุงระบบชลประทาน	ปานกลาง	ปานกลาง	
	ด้านสังคมและการศึกษา	การเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ	ปานกลาง	มาก	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเภท	ตัวแปร	ข้อมูล	การประเมินการเปลี่ยน		แหล่งที่มา
			ลุ่มน้ำปราณบุรี	ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน	
	การบริหารจัดการ	การจัดรอบเวรการจ่ายน้ำ	มาก	ปานกลาง	
	การจัดการทรัพยากร	การเพิ่มปริมาณการกักเก็บน้ำของเขื่อน	ปานกลาง	น้อย	

4.5.6 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ โดยการใช้ DPSIR

จากการประเมินสาเหตุของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในพื้นที่โดยใช้ตัวแปรที่ได้จากการจำแนก DPSIR และการประเมินจากทีมวิจัย (ตารางที่ 16) สามารถสรุปปัจจัยที่ส่งผลมากในพื้นที่ได้แก่

- **ปริมาณฝนรายปี** ปริมาณฝนเป็นปัจจัยหลักของการได้มาซึ่งทรัพยากรน้ำของพื้นที่ โดยการศึกษาข้อมูลปริมาณฝนย้อนหลังในอดีตและข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต คาดว่าฝนในทั้ง 2 พื้นที่มีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ทำให้คาดการณ์ยาก จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการใช้น้ำแบบปีต่อปี
- **การทำการเกษตร** ปัจจุบันทั้ง 2 พื้นที่ เกษตรกรหันมาปลูกไม้ยืนต้นและทำการเกษตรในช่วงฤดูแล้งมาขึ้นในช่วงที่ผ่านมา เนื่องจากความต้องการของตลาดในการรับซื้อผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นและการเพิ่มจำนวนของประชากรที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรต้องเพิ่มกำลังการผลิตในทุกฤดูกาล เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งส่งผลโดยตรงกับความต้องการน้ำ
- **จำนวนประชากร** ที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงที่ผ่านมา ส่งผลให้สภาวะความต้องการด้านอุปโภค บริโภคของพื้นที่มีปริมาณที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเขื่อนปราณบุรี และเขื่อนแก่งกระจาน ทรัพยากรน้ำยังไม่เพียงพอต่อการทำเกษตรและ ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อภาคการเกษตร ซึ่งทางกรมชลประทานให้ความสำคัญเป็นระดับที่ 4 ของการจัดสรรน้ำ

ด้านแนวทางการแก้ปัญหา จากข้อมูลของการดำเนินที่ผ่านมานั้น พบว่า การแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในพื้นที่นั้นมีความคล้ายคลึงกัน จากการวางแผนนโยบายของส่วนกลางและนโยบายของกรมชลประทาน ซึ่งมีบางประเด็นเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันตามสภาพของพื้นที่ การแก้ไขปัญหาตามสิ่งที่เกิดขึ้นเฉพาะพื้นที่ เช่น การตั้งกฎเกณฑ์และบังคับการใช้น้ำของพื้นที่ เป็นต้น

4.6 กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย

กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียเพื่อหาแนวทางที่เห็นพ้องกันในการแก้ไขปัญหาและปรับตัวต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยนำผลจาก DPSIR เข้าสู่กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย ผ่านกิจกรรมประชุมระดมสมองแยกกันในแต่ละพื้นที่ โดยจัดประชุมระดมสมองใน พื้นที่ละ 2 ครั้ง

การประชุมระดมสมองของพื้นที่ต้นน้ำ ได้นำข้อมูลจากการจำแนก DPSIR ของลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี และการสัมภาษณ์ตัวแทนของประชาชนในพื้นที่ ซึ่งเป็นผู้ส่วนได้ส่วนเสียกับการขาดแคลนน้ำ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลตั้งตันของการประชุมระดมสมอง ซึ่งแยกกระประชุมระดมสมองออกเป็น 2 พื้นที่แยกจากกัน ระหว่างลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน และลุ่มน้ำปราณบุรี และแบ่งเป็น 2 ครั้งในทั้ง 2 ลุ่มน้ำ ดังต่อไปนี้

4.6.1 การประชุมระดมสมอง ครั้งที่ 1

เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ให้นำเสนอและลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่โดยใช้การให้ค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนความสำคัญ (weighing and rating scores) และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัว (ดูรายละเอียดการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยในตารางที่ 9 หัวข้อ 3.6.1 บทที่ 3)

ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเรื่องปัญหาการขาดน้ำที่เคยเกิดขึ้นและความกังวล พบว่า ในช่วงที่ผ่านมา

- **ปัญหาที่ 1)** การขาดน้ำในบางช่วง เนื่องจากไม่ได้รับน้ำจากลองส่งน้ำ สาเหตุเกิดจากการที่ปริมาณของน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่เพียงพอในการจ่ายน้ำให้ได้ตามความต้องการของเกษตรกร ทำให้บางพื้นที่ไม่มีน้ำ การแก้ปัญหาในปัจจุบัน คือ เมือปริมาณน้ำไม่เพียงพอ กรมชลประทานได้ประกาศแผนการจ่ายน้ำและช่วงเวลาการจ่ายน้ำในพื้นที่ต่างๆ
- **ปัญหาที่ 2)** การเปลี่ยนแปลงชนิดพืช การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ทำการเกษตรกรรม และการปลูกพืชนอกฤดู ส่งผลให้ปริมาณของทรัพยากรน้ำในพื้นที่ไม่เพียงพอต่อความต้อง การแก้ปัญหาในปัจจุบัน คือ รวมทั้งการขอความร่วมมือในการไม่ปลูกพืชนอกฤดู
- **ปัญหาที่ 3)** การลักลอบใช้น้ำ และการลุกล้ำแนวคลองส่งน้ำชลประทาน การแก้ปัญหาในปัจจุบัน คือ กรมชลประทานดำเนินการตั้งกฎเกณฑ์และบังคับการใช้น้ำ โดยมิให้มีลุกล้ำพื้นที่

คลองส่งน้ำ และมิให้การสูบน้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตหรือการใช้น้ำนอกเหนือที่ได้มีการตกลงของกลุ่มผู้ใช้น้ำ

ในด้านความกังวลเกี่ยวกับความรุนแรงของการขาดน้ำที่เพิ่มมากขึ้น จากสาเหตุของการที่น้ำไม่เพียงในช่วงปีที่ผ่านมา และปริมาณของฝนที่น้อยลงและไม่มีความแน่นอน รวมทั้งการที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่และชิดของพืชในพื้นที่ต้นน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาเดียวกันกับพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี

ตารางที่ 17 ความตระหนักของสาเหตุของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

ปัจจัยหลัก	ค่าน้ำหนัก	ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนักรวม
ด้านสิ่งแวดล้อม	0.444	ปริมาณฝน	0.364	0.162
		ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ	0.195	0.086
		ปริมาณน้ำไหลออกอ่างเก็บน้ำ	0.185	0.082
		ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ	0.158	0.070
		ความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์	0.098	0.044
ด้านเกษตรกรรม	0.305	ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร	0.658	0.200
		พื้นที่ทำการเกษตร	0.342	0.104
ด้านเศรษฐกิจและสังคม	0.252	ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค	0.404	0.102
		จำนวนประชากร	0.232	0.058
		ความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมอื่นๆ	0.181	0.045
		ความต้องการน้ำเพื่อส่งน้ำไปหัวหิน	0.096	0.024
		ความต้องการน้ำเพื่อการอุตสาหกรรม	0.088	0.022
รวม	1.000			1.000

โดยการให้ผู้เข้าร่วมประชุมระดมสมองให้คะแนนปัจจัยที่คิดว่าส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ ซึ่งผลของการประชุมระดมสมอง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำจากกลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญที่มีค่าคะแนนเกิน 0.100 มีดังนี้ (ตารางที่ 17)

1. ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร (0.205)
2. ปริมาณฝน (0.166)

3. พื้นที่ทำการเกษตร (0.107)

4. ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค (0.104)

จากการประชุมสามารถ สรุปได้ว่า พื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน ได้ให้ความสำคัญ ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร, ปริมาณฝน, พื้นที่ทำการเกษตร, และความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค (รูปที่ 30) สามารถแบ่งเป็นกลุ่มที่พื้นที่กังวลได้ดังต่อไปนี้

ด้านทรัพยากรปริมาณฝน เนื่องจากในพื้นที่มีปริมาณฝนที่ไม่แน่นอนในแต่ละปีรวมถึงการคาดการณปริมาณของฝนในอนาคตยังมีแนวโน้มลงลดส่งผลให้ปริมาณน้ำต้นทุนในแต่ละปี

รูปที่ 30 ความตระหนักของสาเหตุของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

ด้านการเกษตรกรรมที่พื้นที่กังวลทั้งในส่วนของความต้องการเพื่อใช้ในการทำเกษตรกรรมที่มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนรอบของการทำนา และการเพิ่มพื้นที่การทำการเกษตรที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี ส่งผลให้ความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากเช่นเดียวกับลุ่มน้ำปราณบุรี

ด้านความต้องการน้ำของชุมชน เนื่องมาจากการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนและการขยายตัวของเมืองที่ส่งผลให้สัดส่วนของการจ่ายมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ทรัพยากรในอนาคตอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการ

ลุ่มน้ำปราณบุรี

จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเรื่องปัญหาการขาดน้ำที่เคยเกิดขึ้นและความกังวล พบว่า ในช่วงที่ผ่านมา มีการปัญหาการขาดน้ำในบางช่วง เนื่องจากไม่ได้รับน้ำจากลองส่งน้ำ สาเหตุเกิดจากการที่ปริมาณของน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่เพียงพอในการจ่ายน้ำให้ได้ตามความต้องการของเกษตรกร ทำให้บางพื้นที่ไม่มีน้ำ การแก้ปัญหาเมื่อปริมาณน้ำไม่เพียงพอ คือ กรมชลประทานได้ประกาศแผนการจ่ายน้ำและช่วงเวลาการจ่ายน้ำในพื้นที่ต่างๆ รวมทั้งการขอความร่วมมือในการไม่ปลูกพืชนอกฤดู ในด้านความกังวลเกี่ยวกับความรุนแรงของการขาดน้ำที่เพิ่มมากขึ้น จากสาเหตุของการที่น้ำไม่เพียงในช่วงปีที่ผ่านมา และปริมาณของฝนที่น้อยลงและไม่มีความแน่นอน รวมทั้งการที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่และชิดของพืชในพื้นที่ต้นน้ำ

ตารางที่ 18 ความตระหนักของสาเหตุของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี

ปัจจัยหลัก	ค่าน้ำหนัก	ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนักรวม
ด้านสิ่งแวดล้อม	0.480	ปริมาณฝน	0.420	0.211
		ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ	0.280	0.141
		ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ	0.145	0.073
		ปริมาณน้ำไหลออกอ่างเก็บน้ำ	0.093	0.047
		ความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์	0.062	0.031
ด้านเกษตรกรรม	0.320	ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร	0.543	0.164
		พื้นที่ทำการเกษตร	0.457	0.138
ด้านเศรษฐกิจและสังคม	0.200	จำนวนประชากร	0.446	0.086
		ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค	0.419	0.081
		ความต้องการน้ำเพื่อการอุตสาหกรรม	0.081	0.016
		ความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมอื่นๆ	0.054	0.010
รวม	1.000			1.000

โดยการให้ผู้เข้าร่วมประชุมระดมสมองให้คะแนนปัจจัยที่คิดว่าส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ ซึ่งผลของการประชุมระดมสมอง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำจากกลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญที่มีค่าคะแนนเกิน 0.100 มีดังนี้ (ตารางที่ 18)

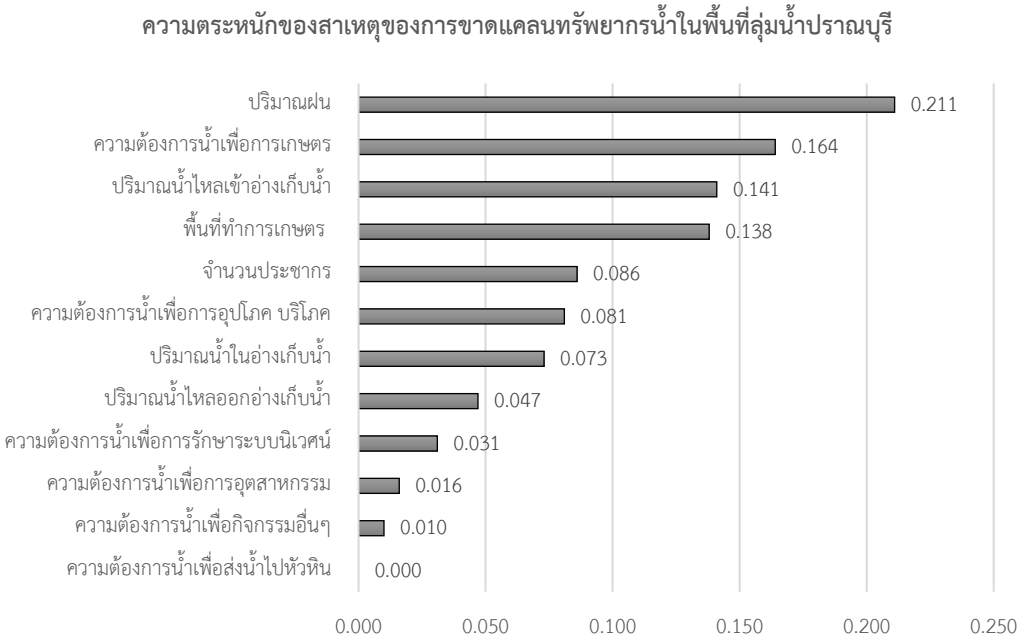
1. ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณฝน (0.211) และปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (0.141)

2. ตัวแปรด้านเกษตรกรรม ได้แก่ ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร (0.164) และพื้นที่ทำการเกษตร (0.138)

3. ตัวแปรด้านเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ จำนวนประชากร (0.086)

แสดงเห็นได้ว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหรือกลุ่มตัวอย่างของพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี ได้ให้ความสำคัญ ปริมาณฝน, ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร, ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ, และพื้นที่ทำการเกษตร (รูปที่ 31) สามารถแบ่งเป็นกลุ่มที่พื้นที่กังวล ได้ดังนี้

ด้านทรัพยากร(ฝนและน้ำต้นทุน) เนื่องจากในพื้นที่มีปริมาณฝนที่ไม่แน่นอนในแต่ละปี รวมถึงการคาดการณปริมาณของฝนในอนาคตยังมีแนวโน้มลงลดส่งผลให้ปริมาณน้ำต้นทุนในแต่ละปี การเพิ่มขึ้นของการทำเกษตรบริเวณเหนือเขื่อนเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้คนในพื้นที่มีความกังวลมาการกระทำดังกล่าวส่งผลต่อปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ



รูปที่ 31 ความตระหนักของสาเหตุของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี

ด้านการเกษตรกรรมที่พื้นที่กังวลทั้งในส่วนของความต้องการเพื่อใช้ในการทำเกษตรกรรมที่มีการเปลี่ยนชนิดของพืชที่ปลูกจากพืชใช้น้ำน้อย (จำพวกพืชไร่) เป็นพืชที่ใช้น้ำมาก (พืชตระกูลปาล์ม) และพื้นที่การทำการเกษตรที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี ส่งผลให้ความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก

4.6.2 การประชุมระดมสมอง ครั้งที่ 2

เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยการนำแนวทางที่ประมวลได้จากการประชุมครั้งแรก มาให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียจัดลำดับความสำคัญที่คิดว่าเหมาะสม โดยใช้การให้ค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนความสำคัญ (weighing and rating scores) เพื่อจัดลำดับและคัดเลือกรูปแบบของแนวทางที่เหมาะสม (ดูรายละเอียดการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยในตารางที่ 9 หัวข้อ 3.6.1 บทที่ 3)

ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

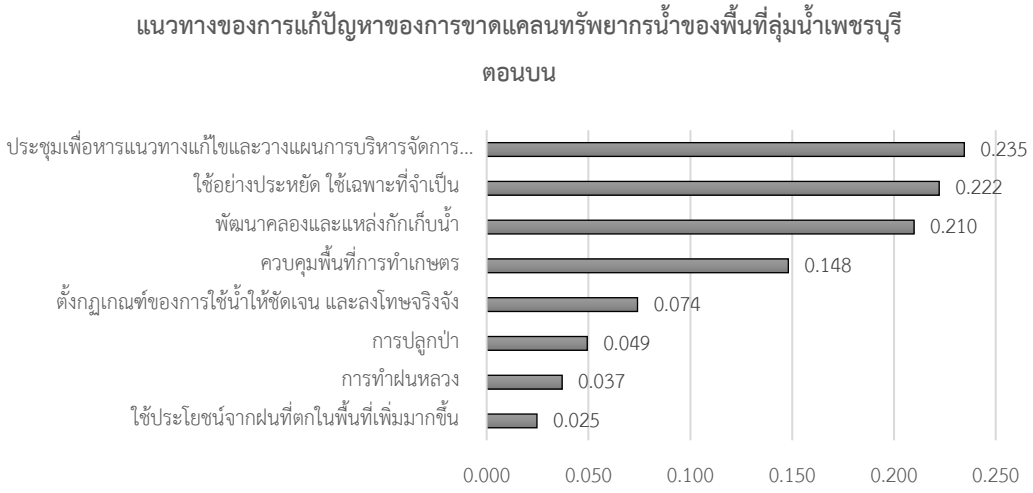
การประชุมครั้งนี้เป็นการประชุมเพื่อหาแนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ ในการประชุมครั้งนี้ใช้ข้อมูลที่ได้จากการประชุมระดมสมองในครั้งที่ 3 โดยให้ผู้เข้าร่วมประชุม ดำเนินการเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ในรูปแบบต่างๆ จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด ให้ค่าคะแนนในแต่ละแนวทางการแก้ไขปัญหาหรือลดผลกระทบ มาดำเนินการจัดลำดับความสำคัญของการแก้ปัญหา โดยแบบตามกลุ่มของแนวทางการแก้ปัญหาแบ่งเป็น 5 แนวทางหลัก และ 12 วิธีการแก้ปัญหา ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 แนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

แนวทางหลัก	ค่าน้ำหนัก	วิธีการดำเนินงาน	ค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนักรวม
ด้านการวางแผนนโยบาย	0.222	ควบคุมพื้นที่การทำเกษตร	0.333	0.074
		ตั้งกฎเกณฑ์ของการใช้น้ำให้ชัดเจน และลงโทษจริงจัง	0.667	0.148
ด้านสิ่งแวดล้อม	0.049	การปลูกป่า	1.000	0.049
ด้านการศึกษา	0.222	การรณรงค์การใช้น้ำอย่างประหยัดและใช้เฉพาะที่จำเป็น	1.000	0.222
ด้านการบริหารจัดการ	0.259	ประชุมเพื่อหาแนวทางแก้ไขและวางแผนการบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมกับพื้นที่	0.905	0.235
		ใช้ประโยชน์จากฝนที่ตกในพื้นที่เพิ่มมากขึ้น	0.095	0.025
ด้านทรัพยากร	0.247	พัฒนาคลองและแหล่งกักเก็บน้ำ	0.850	0.210
		การทำฝนหลวง	0.150	0.037
รวม	1.000			1.000

จากข้อมูลพบว่า ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนได้มีการดำเนินงานในปัจจุบันของพื้นที่คือ การจัดรอบเวรการจ่ายน้ำให้สอดคล้องกับความต้องการน้ำ การตั้งกฎเกณฑ์และบังคับการใช้น้ำของพื้นที่ การซ่อมบำรุงระบบชลประทาน และการเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ และเมื่อระดมสมองในด้านการหาแนวทางแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำนั้น พบว่า ผลของการประชุมระดมสมอง สามารถจัดลำดับความสำคัญของการแก้ปัญหาที่กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญที่มีค่าคะแนนเกิน 0.100 มีดังนี้ (รูปที่ 32)

1. ประชุมเพื่อหาแนวทางแก้ไขและวางแผนการบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมกับพื้นที่ (0.235)
2. การรณรงค์การใช้น้ำอย่างประหยัดและใช้เฉพาะที่จำเป็น (0.222)
3. พัฒนาคลองและแหล่งกักเก็บน้ำ (0.210)
4. ตั้งกฎเกณฑ์ของการใช้น้ำให้ชัดเจน และลงโทษจริงจัง (0.148)



รูปที่ 32 แนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

สังเกตได้ว่า ประเด็นของการแก้ปัญหานั้น เป็นประเด็นที่แยกออกมาจากสิ่งที่ได้ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสามารถสรุปได้เป็น 4 ประเด็นสำคัญดังนี้

1) การจัดให้มีการประชุมเพื่อหาแนวทางแก้ไขและวางแผนการบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมกับพื้นที่ เป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ผู้ร่วมประชุมคิดว่าสำคัญและสามารถดำเนินการได้ง่ายที่สุด ซึ่งในปัจจุบันพื้นที่นี้มีการใช้น้ำในปริมาณมากจึงต้องมีการจัดสรรน้ำในรูปแบบของรอบเวรการจ่ายน้ำ แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของทุกพื้นที่ ผู้ร่วมประชุมจึงให้

ความเห็นไปในทิศทางเดียวกันว่าควรจะมีการจัดรอบเวรของการจัดสรรน้ำ โดยให้มีประชาชนมีส่วนร่วมมากขึ้น

2) การรณรงค์การใช้น้ำอย่างประหยัดและใช้เฉพาะที่จำเป็น โดยการถ่ายทอดและร่วมหาแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ รวมทั้งการถ่ายทอดแนวทางการปฏิบัติและการปรับตัวเมื่อเกิดปัญหา

3) พัฒนาคลองและแหล่งกักเก็บน้ำ เนื่องจากระบบการจัดสรรในระบบชลประทานมีการชำรุดทำให้เกิดการสูญเสียของน้ำโดยไม่จำเป็น จึงจำเป็นต้องมีการซ่อมแซ่มอย่างสม่ำเสมอและจำเป็นต้องสร้างพื้นที่เก็บน้ำสำรองของแต่ละพื้นย่อย เพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องจากการขาดน้ำ

4) ตั้งกฎเกณฑ์ของการใช้น้ำให้ชัดเจน และลงโทษจริงจัง เนื่องจากในพื้นที่มีการร่วมกลุ่มของผู้ใช้น้ำในระดับที่สามารถดำเนินการบริหารและมีการกำหนดกติกาของกลุ่มได้อย่างชัดเจน ผู้ร่วมประชุมจึงคิดว่าควรมีการตั้งกลุ่มที่เข้มแข็ง โดยให้มีสนับสนุนจากภาครัฐบาลเพื่อให้สามารถกำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ในการการใช้น้ำร่วมกัน

ลุ่มน้ำปราณบุรี

การประชุมครั้งที่ 3 เป็นการประชุมเพื่อหาแนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ ในการประชุมครั้งนี้ใช้ข้อมูลที่ได้จากการประชุมระดมสมองในครั้งที่ 1 โดยให้ผู้เข้าร่วมประชุม ดำเนินการเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ในรูปแบบต่างๆ จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด ให้ค่าคะแนนในแต่ละแนวทางการแก้ไขปัญหาหรือลดผลกระทบ มาดำเนินการจัดลำดับความสำคัญของการแก้ปัญหา โดยแบบตามกลุ่มของแนวทางการแก้ปัญหาแบ่งเป็น 5 แนวทางหลัก และ 12 วิธีการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 แนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี

แนวทางหลัก	ค่าน้ำหนัก	วิธีการดำเนินงาน	ค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนักรวม
ด้านการวางแผนนโยบาย	0.340	ควบคุมการปลูกพืช ปรับลดพื้นที่เกษตรกรรม	0.560	0.191
		ควบคุมการใช้น้ำ ไม่ปลูกพืชที่ใช้น้ำมาก	0.440	0.149

แนวทางหลัก	ค่าน้ำหนัก	วิธีการดำเนินงาน	ค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนักรวม
ด้านสิ่งแวดล้อม	0.255	เพิ่มพื้นที่ป่าบริเวณเหนือเขื่อน	0.500	0.128
		ปรับปรุงแหล่งน้ำที่ไหลเข้าอ่าง ช่วยกันปลูกป่าและช่วยกันดูแลรักษาแหล่งน้ำ เพิ่มความสมดุลของธรรมชาติ	0.420	0.106
		ลดปัจจัยที่กระกับการเปลี่ยนแปลง	0.080	0.021
ด้านการศึกษา	0.191	จัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำ ทำประชาพิจารณ์กับเกษตรกร เพื่อวางแผนการปลูกพืชให้เหมาะสมกับการจัดสรรน้ำและน้ำต้นทุน	0.670	0.128
		การให้ความรู้และแนวทางปัญหาการขาดแคลนน้ำในการเกษตร	0.110	0.021
		การรณรงค์ฯ และเพิ่มความร่วมมือในการประหยัดน้ำ	0.220	0.043
ด้านการบริหารจัดการ	0.128	บริหารจัดการน้ำให้เพียงพอ	0.670	0.085
		วางแผนการปลูกพืชให้พร้อมกัน	0.330	0.043
ด้านทรัพยากร	0.085	วางแผนขยายแหล่งกักเก็บน้ำไว้ใช้สำรอง	0.750	0.064
		เพิ่มปริมาณฝน(การทำฝนหลวง)	0.250	0.021
รวม	1.000			1.000

จากข้อมูลพบว่า ลุ่มน้ำปราณบุรีได้มีการดำเนินงานในปัจจุบันของพื้นที่คือ การจัดรอบเวรการจ่ายน้ำให้สอดคล้องกับความต้องการน้ำ การเพิ่มปริมาณการกักเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำ การซ่อมบำรุงระบบชลประทาน และการเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ และเมื่อระดมสมองในด้านการหาแนวทางแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำนั้น พบว่า ผลของการประชุมระดมสมอง สามารถจัดลำดับความสำคัญของการแก้ปัญหาที่กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญที่มีค่าคะแนนเกิน 0.100 มีดังนี้ (รูปที่ 33)

1. ควบคุมการปลูกพืช ปรับลดพื้นที่การทำเกษตร (0.191),
2. ควบคุมการใช้น้ำ ไม่ปลูกพืชที่ใช้น้ำมาก (0.149),

3. เพิ่มพื้นที่ป่าบริเวณเหนือเขื่อน ปรับปรุงแหล่งน้ำที่ไหลเข้าอ่าง (0.128), และจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำ ทำประชาพิจารณ์กับเกษตรกร เพื่อวางแผนการปลูกพืชให้เหมาะสมกับการจัดสรรน้ำและน้ำต้นทุน (0.128)
4. ช่วยกันปลูกป่าและช่วยกันดูแลรักษาแหล่งน้ำ เพิ่มความสมดุลของธรรมชาติ (0.106).

รูปที่ 33 แนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี

สังเกตได้ว่า ประเด็นของการแก้ปัญหานั้น เป็นประเด็นที่แยกออกมาจากสิ่งที่ได้ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสามารถสรุปได้เป็น 3 ประเด็นสำคัญดังนี้

1) ควบคุมการปลูกพืช ปรับลดพื้นที่การทำเกษตร ควบคุมการใช้น้ำ ไม่ปลูกพืชที่ใช้น้ำมาก เนื่องจากปัจจุบันไม่มีการควบคุมการปลูกและชนิดของพืชที่อนุญาตให้ปลูกจึงจำเป็นต้องกำหนดปริมาณและชนิดให้ชัดเจนเพื่อป้องกันปัญหาการเพิ่มสูงขึ้นของความต้องการน้ำในอนาคต
2) เพิ่มพื้นที่ป่าบริเวณเหนือเขื่อน ปรับปรุงแหล่งน้ำที่ไหลเข้าอ่าง เนื่องจากผู้เข้าร่วมประชุมได้ตระหนักถึงผลกระทบจากการลดปริมาณของพื้นที่ป่าต้นน้ำที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าที่เข้าอ่างเก็บน้ำจึงมีความเห็นว่าควรมาการเพิ่มและอนุรักษ์ต้นน้ำ
3) จัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำ ทำประชาพิจารณ์กับเกษตรกร เพื่อวางแผนการปลูกพืชให้เหมาะสมกับการจัดสรรน้ำและน้ำต้นทุน โดยผู้ร่วมประชุมมีความเห็นไปในทิศทางเดียวกันว่า การใน

ประชาชนที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีสิทธิและส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำและการหาแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ รวมทั้งการถ่ายทอดแนวทางการปฏิบัติและการปรับตัวเมื่อเกิดปัญหา

4.7 สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา

ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี เป็นพื้นที่ที่มีความเปลี่ยนแปลงในช่วงที่ผ่านมาอย่างรวดเร็ว เป็นแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งชุมชนที่การเติบโตและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ทำให้เกิดความต้องการด้านทรัพยากรน้ำเพิ่มมากขึ้น โดยประเมินค่าความขาดแคลนน้ำจากค่า WSI, CR ซึ่งอ้างอิงจากปริมาณน้ำอ่าง การจ่ายน้ำและจำนวนประชากรที่ใช้น้ำในพื้นที่ ทำให้ทราบแนวโน้มของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในอนาคตที่เพิ่มขึ้น จากการจำแนกตัวแปรของปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยใช้ DPSIR ซึ่งทำการประเมินจากการรีวิวข้อมูล พบว่า ปัจจัยที่ส่งผล ประกอบด้วย 1) ปริมาณฝน ที่มีความไม่แน่นอนในแต่ละปี 2) พื้นที่ทำการเกษตร ที่มีการเพิ่มพื้นที่การทำเกษตรกรรม การปลูกไม้ยืนต้นและการทำการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง และ 3) จำนวนประชากร ที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว ทั้งในพื้นที่เมืองและชนบท รวมทั้งจำนวนนักท่องเที่ยวที่มีการเพิ่มจำนวนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ เป็นปัจจัยหลักของการได้มาซึ่งทรัพยากรน้ำของพื้นที่ และเป็นปัจจัยหลักในด้านความต้องการใช้น้ำของพื้นที่เช่นกัน

เมื่อประสานกับเทคนิคของการมีส่วนร่วมโดยการให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียประเมินนั้น เพื่อทราบถึงความตระหนักรู้และเข้าใจในสาเหตุของปัญหา ทำให้เป็นการง่ายที่จะวางแผนหรือนโยบายในการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในอนาคต และส่งผลให้แนวโน้มของการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ พบว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหรือกลุ่มตัวอย่างของพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี ได้ให้ความสำคัญ ปริมาณฝน, ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร, พื้นที่ทำการเกษตร, และปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน ได้ให้ความสำคัญ ปริมาณฝนรายปี, ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร, พื้นที่ทำการเกษตร, และความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค

สามารถสรุปได้ว่าทั้ง 2 พื้นที่มีความตระหนักด้านปัจจัย ดังนี้ ด้านการทรัพยากรน้ำ เนื่องจากในพื้นที่มีปริมาณฝนที่ไม่แน่นอนในแต่ละปีรวมถึงการคาดการณปริมาณของฝนในอนาคตยังมีแนวโน้มลงลดส่งผลให้ปริมาณน้ำต้นทุนในแต่ละปี และส่งผลต่อปริมาณของน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำซึ่งเป็นน้ำต้นทุนของการบริหารจัดการน้ำ ความต้องการทรัพยากรน้ำ การเพิ่มขึ้นของต้องการทรัพยากรน้ำด้านการเกษตร ส่งผลให้คนในพื้นที่มีความกังวลมาการกระทำดังกล่าวส่งผลต่อความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร และความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค ซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มขึ้น

ของจำนวนประชาชากรและจำนวนนักท่องเที่ยว (ซึ่งจะดึงน้ำเพื่อการเกษตรไปใช้) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการประเมิน โดย DPSIR และมีการรวมถึงประเด็นที่

เมื่อเปรียบเทียบผลการเลือกแนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ พบว่า ทั้ง 2 พื้นที่มีประเด็นในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ดังนี้ ตัวแทนของลุ่มน้ำปราณบุรี มีความต้องการให้มีการควบคุมการปลูกและชนิดของพืชที่อนุญาตให้ปลูก เช่น การกำหนดโซนของการปลูกพืช โดยกำหนดชนิดของพืชและพื้นที่ปลูก จึงจำเป็นต้องกำหนดปริมาณและชนิดให้ชัดเจนเพื่อป้องกันปัญหาการเพิ่มสูงขึ้นของความต้องการน้ำ และจากการลดปริมาณของพื้นที่ป่าต้นน้ำที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าที่เข้าอ่างเก็บน้ำจึงมีความเห็นว่าควรมาการเพิ่มและอนุรักษ์ต้นน้ำ และประเด็นสำคัญการรวมกลุ่มของผู้ใช้น้ำนั้นอยู่ในระดับของการเริ่มต้น จึงทำให้ประเด็นของการหาแนวทาง เน้นไปทางการเพิ่มการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน มีจุดแข็งของการรวมกลุ่มที่เข้มแข็งของกลุ่มผู้ใช้น้ำ จึงทำให้ผลของการประชุมฯออกมาในรูปแบบการให้มีการเพิ่มสิทธิของกลุ่มในการบริหารจัดการน้ำ โดยให้มีประชาชนมีส่วนร่วมมากขึ้นในการประชุมเพื่อหาแนวทางแก้ไขและการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ รวมไปถึงการตั้งกฎเกณฑ์ของการใช้น้ำให้ชัดเจน โดยให้มีสนับสนุนจากภาครัฐบาลเพื่อให้สามารถกำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ในการการใช้น้ำร่วมกัน ในด้านของการลดปัญหาเมื่อเกิดกรณีน้ำไม่เพียบพอหรือมีปริมาณน้อย กลุ่มผู้ใช้น้ำ ได้มีความเห็นว่า ควรมีการรณรงค์การใช้น้ำอย่างประหยัดและใช้เฉพาะที่จำเป็น โดยการถ่ายทอดและร่วมหาแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ รวมทั้งการถ่ายทอดแนวทางการปฏิบัติและการปรับตัวเมื่อเกิดปัญหา และยังคงต้องการการสนับสนุนจากภาครัฐบาลเพื่อพัฒนาคลองและสร้างพื้นที่เก็บน้ำสำรองของแต่ละพื้นย่อย

ซึ่งสามารถสรุปแนวทางของการดำเนินงานในแต่ละพื้นที่กับแนวทางที่ประชาชนเลือกที่จะทำนั้นมีความสอดคล้องและมีทิศทางไปในทางเดียวกัน ส่งผลในการแก้ไขปัญหาในพื้นที่นั้นสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังไม่ทำให้เกิดความขัดแย้งหรือปัญหาที่จะตามมาจากการแย้งน้ำในอนาคต ซึ่งจากการประเมินของทีมนักวิจัยและการมีส่วนร่วมของพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี และลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนนั้น สิ่งที่พื้นที่กังวลนั้นมีทิศทางเดียวกันกับข้อมูลและการประเมินทางด้านวิทยาศาสตร์ส่งผลให้เห็นถึงความเข้าใจและความกังวลต่อสิ่งที่ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำอย่างถูกต้อง

ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดต้องถูกนำไปใช้การประเมินแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเมืองหัวหินในบทที่ 5 เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาโดยประชาชนในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ และนำข้อมูลไปใช้ในการสร้างรูปแบบของการแก้ปัญหาและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในบทที่ 6 ต่อไป

บทที่ 5

การประเมินและการหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านการขาดแคนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน

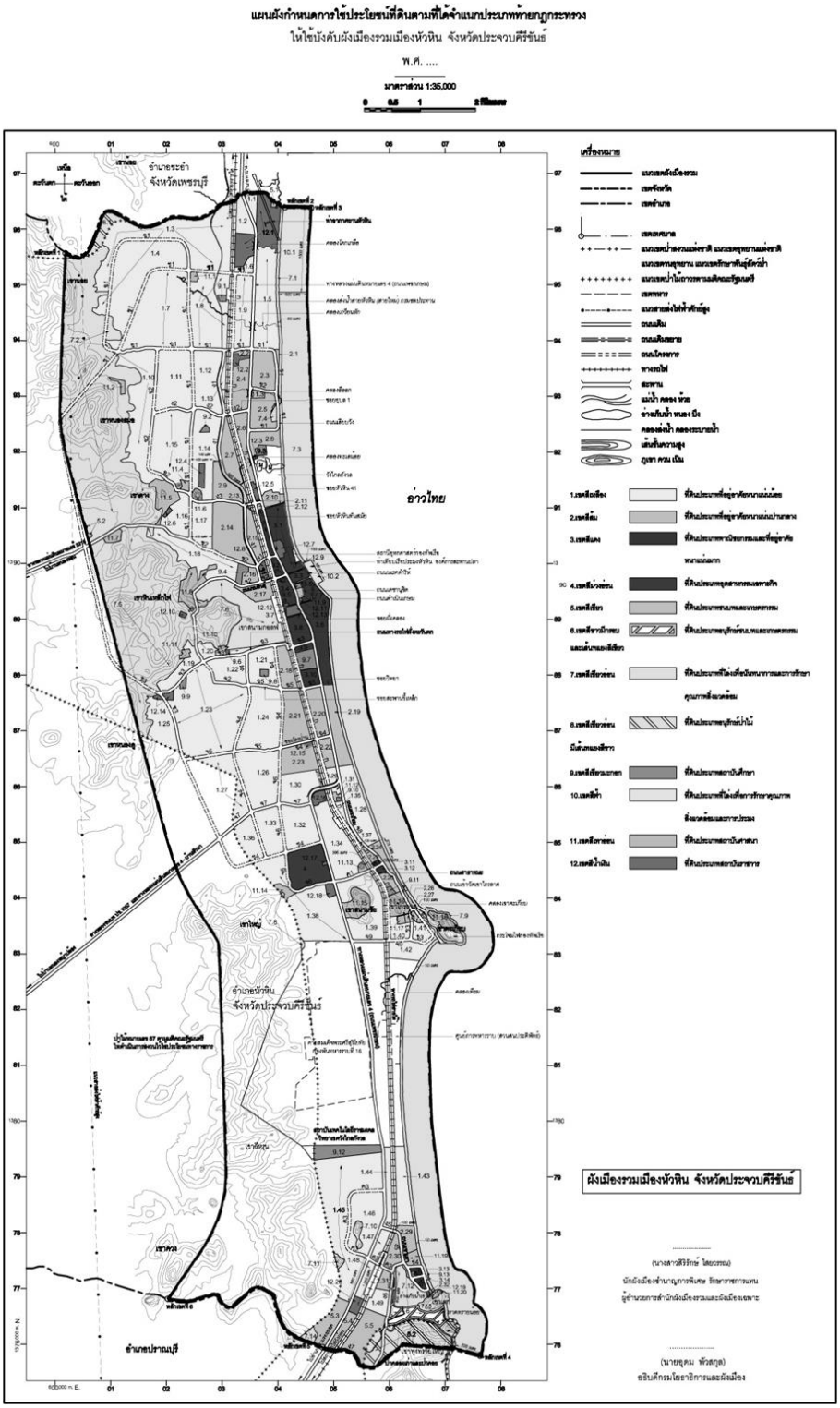
5.1 บทนำ

พื้นที่ของเทศบาลเมืองหัวหินเป็นแหล่งท่องเที่ยว และพื้นที่ที่มีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศไทยในปัจจุบัน ซึ่งปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำนั้นส่งผลกระทบเป็นอย่างมาก ทั้งในด้านความเป็นอยู่ของประชาชน การดำเนินงานด้านธุรกิจ และการเติบโตหรือการขยายตัวของเมือง จึงจำเป็นต้องดำเนินการวิจัยกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ งานวิจัยชิ้นนี้จึงได้ใช้ DPSIR เป็นการประเมินข้อมูลเบื้องต้นทางด้านวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับการมีส่วนร่วม โดยการใช้ AHP ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการดำเนินงานด้านการวางแผนนโยบายและการดำเนินงานในระดับการปฏิบัติงาน เพื่อให้การวางแผนและแนวทางการแก้ไขปัญหาสามารถดำเนินการในพื้นที่ได้จริง

5.2 พื้นที่ศึกษาหรือพื้นที่เป้าหมาย

เทศบาลเมืองหัวหินมีพื้นที่ทั้งสิ้น 86.36 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ที่ Latitude 12º 37' 56.24" N ถึง 12º 26' 32.71" N ตัดกับ Longitude 99º 59' 53.48" E ถึง 99º 55' 18.41" E in degrees minutes. เทศบาลเมืองหัวหิน ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ติดกับทะเลอ่าวไทย พื้นที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทิศตะวันตกเป็นภูเขา พื้นที่ลาดเอียงลงสู่ทะเลอ่าวไทย ทิศเหนือ จรดเขตเทศบาลเมืองชะอำ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ทิศใต้ จรดอำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทิศตะวันตก จรดทะเลอ่าวไทย ทิศตะวันตก จรดตำบลทับใต้และตำบลหินเหล็กไฟ อำเภอหัวหิน (รูปที่ 34) ขอบเขตปกครองของเทศบาลเมืองหัวหินครอบคลุมพื้นที่ 2 ตำบล คือ ตำบลหัวหิน ตำบลหนองแก มีชุมชนรวมทั้งสิ้น 35 ชุมชน ประกอบด้วย ตำบลหัวหิน 28 ชุมชน และตำบลหนองแก 7 ชุมชน มีประชากรรวมทั้งสิ้น 58356 คน จำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 44921 ครัวเรือน

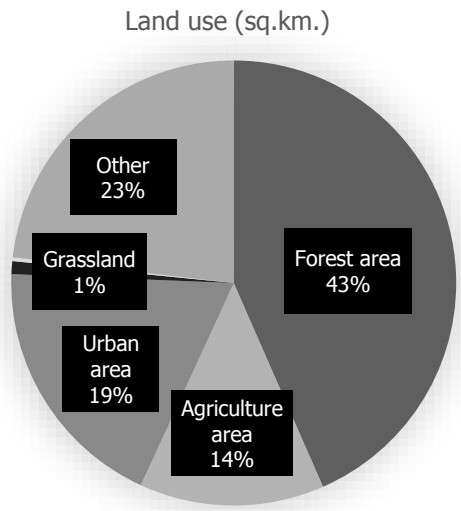
ด้านทรัพยากรน้ำ เนื่องจากเทศบาลเมืองหัวหินนั้นไม่มีแหล่งน้ำต้นทุนอยู่ในพื้นที่ โดยทรัพยากรน้ำที่ใช้ในการอุปโภค บริโภค และกิจกรรมต่าง เป็นทรัพยากรน้ำที่ได้จากเขื่อนปราณบุรีและเขื่อนแก่งกระจาน ซึ่งถูกนำมาเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำปริมาณทั้งสิ้น 280,000 ลบ.ม. ดังนั้น การใช้ทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน จึงจำเป็นต้องดำเนินการ เขื่อนปราณบุรีและเขื่อนแก่งกระจานเป็นแหล่งต้นน้ำและแหล่งน้ำต้นทุน



รูปที่ 34 ผังเมืองและเขตการปกครองของพื้นที่ศึกษาเทศบาลเมืองหัวหิน

ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2556

ด้านความต้องการทรัพยากรน้ำ จากข้อมูลของเทศบาลเมืองหัวหิน ในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) การผลิตน้ำประปาเทศบาลเมืองหัวหินมีโรงสูบและผลิตน้ำประปาทั้งสิน 5 โรง ให้กำลังการผลิตที่ 2,820 ลบ.ม./ชม และสามารถจ่ายน้ำได้ปริมาณ 37,300 ลบ.ม./วัน สัดส่วนของการจ่ายน้ำของประปาเทศบาลเมืองหัวหินรวม 12,497,440 ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น การจ่ายน้ำให้กับครัวเรือนซึ่งมีปริมาณ 3 เท่าของการจ่ายน้ำให้กับภาคธุรกิจ มีช่วงของความต้องการใช้น้ำประปาสูงสุดอยู่ใน เดือน พ.ค. และ เดือน ธ.ค. มีการใช้น้ำต่ำสุดช่วงเดือน ก.ค. ถึง เดือน ต.ค. (รูปที่ 48) การใช้ประโยชน์ที่ดินจากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดินปี 2009 พบว่า พื้นที่ส่วนมากเป็นพื้นที่ป่าไม้ 37.50 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ชุมชน 16.21 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เกษตรกรรม 11.60 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ทุ่งหญ้า 1.05 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่อื่นๆ 19.99 ตารางกิโลเมตร สามาแบ่งตามสัดส่วนได้ตามรูปที่ 35



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 35 อัตราการใช้น้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองหัวหิน

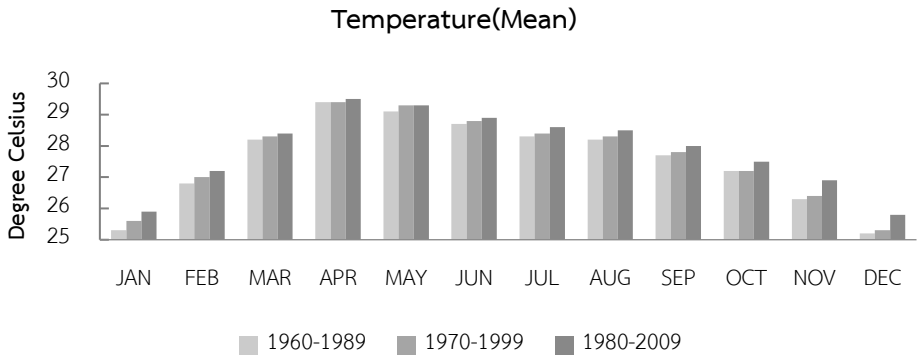
ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2556

5.6.1 สภาพอากาศและสภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของเทศบาลเมืองหัวหิน จากการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงปี พ.ศ.2503-2552 (ค.ศ.1960-2009) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาหัวหิน ดังนี้

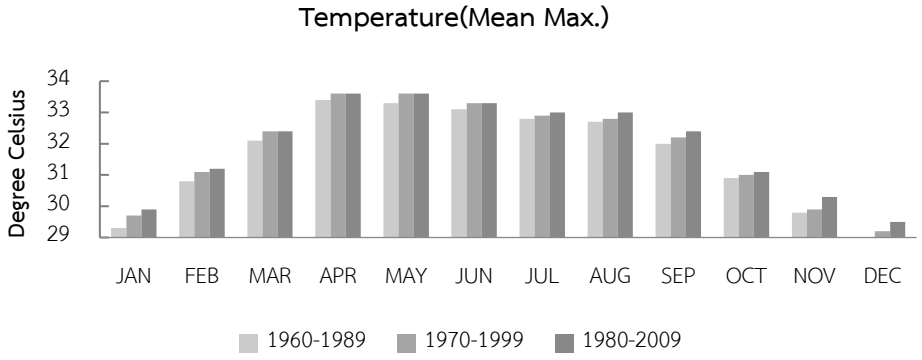
อุณหภูมิ

อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายนวัดได้ 33.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคมวัดได้ 21.6 องศาเซลเซียส ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน 25.6-29.6 องศาเซลเซียส (รูปที่ 36 ถึง รูปที่ 40)



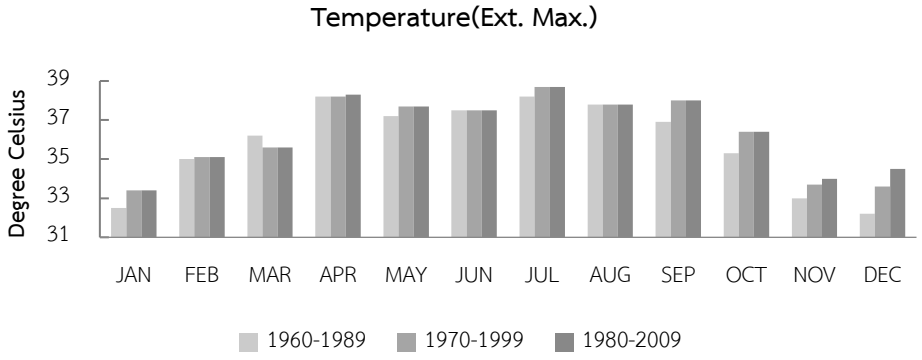
รูปที่ 36 อุณหภูมิเฉลี่ยของเทศบาลเมืองหัวหิน ปี พ.ศ.2503-2552 (ค.ศ.1960-2009)

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2556



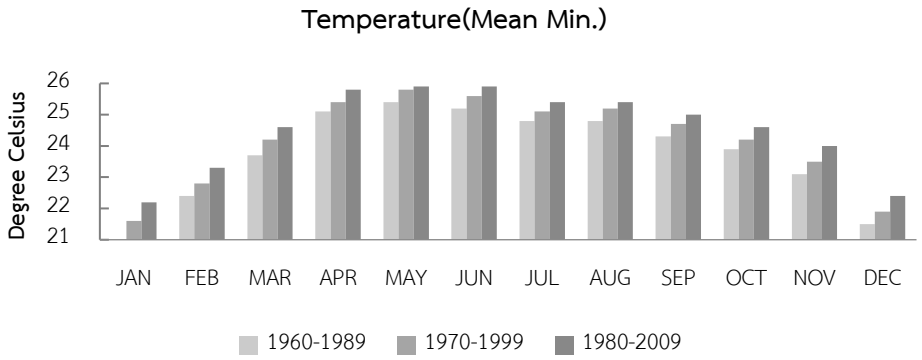
รูปที่ 37 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของเทศบาลเมืองหัวหิน ปี พ.ศ.2503-2552 (ค.ศ.1960-2009)

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2556



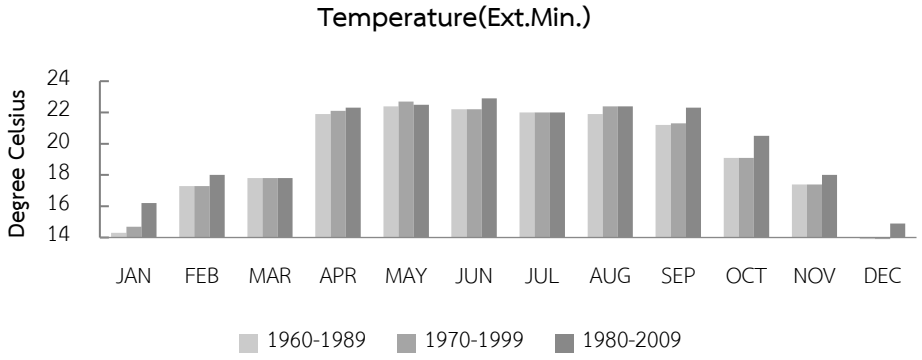
รูปที่ 38 อุณหภูมิสูงสุดของเทศบาลเมืองหัวหิน ปี พ.ศ.2503-2552 (ค.ศ.1960-2009)

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2556



รูปที่ 39 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของเทศบาลเมืองหัวหิน ปี พ.ศ.2503-2552 (ค.ศ.1960-2009)

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2556



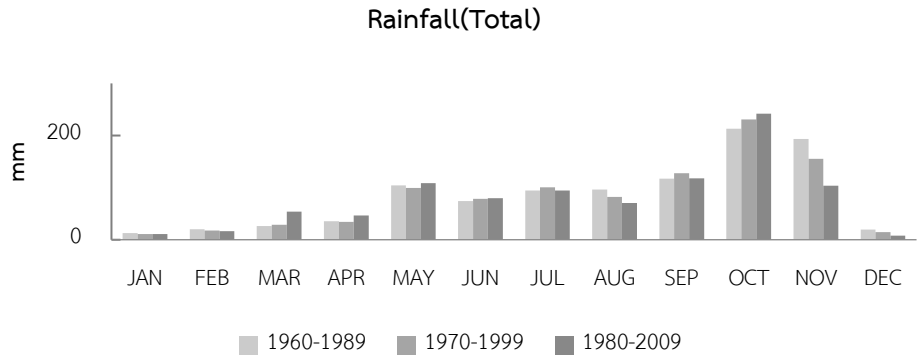
รูปที่ 40 อุณหภูมิต่ำสุดของเทศบาลเมืองหัวหิน ปี พ.ศ.2503-2552 (ค.ศ.1960-2009)

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2556

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

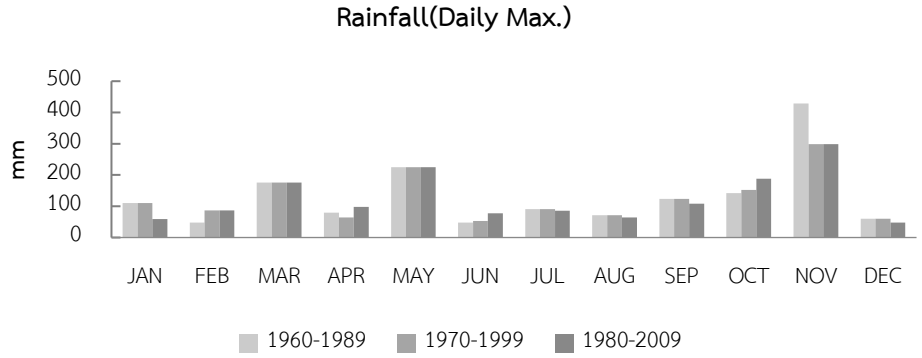
ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในช่วงปี พ.ศ.2503-2532 (ค.ศ.1960-1989) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1007.30 มม./ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 700.30 มม. ฤดูแล้ง 307.00 มม. และในช่วงปี พ.ศ.2522-2552 (ค.ศ.1980-2009) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 953.10 มม./ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 713.30 มม. ฤดูแล้ง 239.80 มม. เมื่อเทียบกับช่วง 30 ปี พบว่าปริมาณฝนมีความแปรปรวนสูง ในช่วง 30 ปี ปริมาณฝนในฤดูฝน เพิ่มขึ้น 1.86 % ปริมาณฝนในฤดูแล้ง ลดลง 21.89 % ปริมาณฝนรวมทั้งปี ลดลง 5.38 % (รูปที่ 41 ถึง รูปที่ 44)



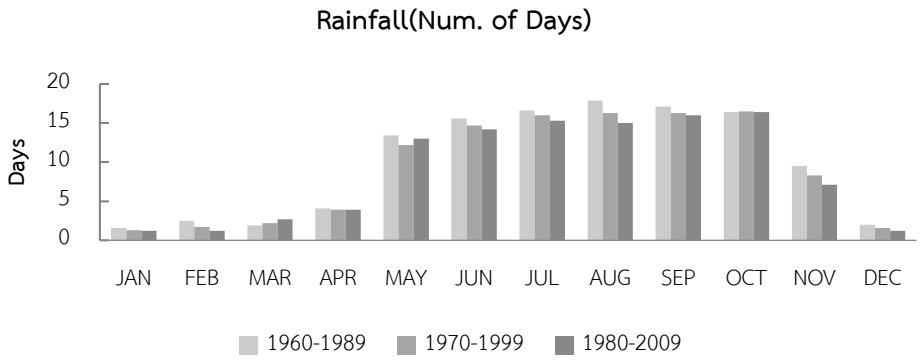
รูปที่ 41 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีอุตุนิยมวิทยาหัวหิน ปี พ.ศ.2503-2552 (ค.ศ.1960-2009)

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2556



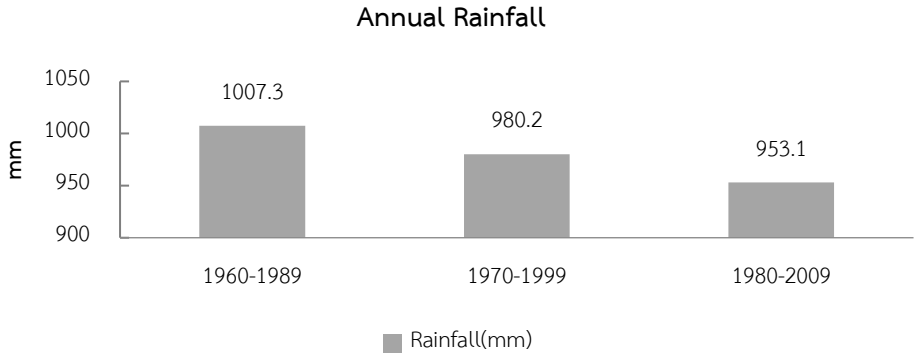
รูปที่ 42 ปริมาณน้ำฝนสูงสุดของสถานีอุตุนิยมวิทยาหัวหิน ปี พ.ศ.2503-2552 (ค.ศ.1960-2009)

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2556



รูปที่ 43 จำนวนวันที่ฝนตก ของสถานีอุตุนิยมวิทยาหัวหิน ปี พ.ศ.2503-2552 (ค.ศ.1960-2009)

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2556



รูปที่ 44 ปริมาณน้ำฝนรายปีช่วง 30 ปี ของสถานีอุตุนิยมวิทยาหัวหิน ปี พ.ศ.2503-2552 (ค.ศ. 1960-2009)

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2556

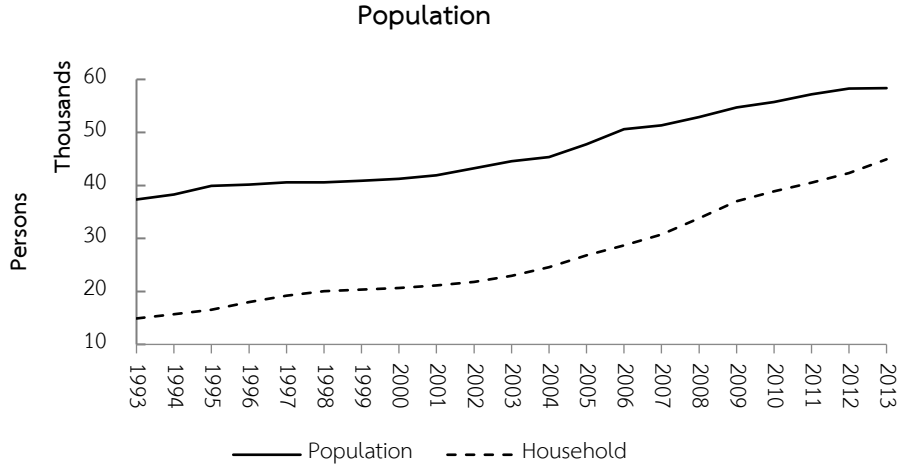
5.6.2 ประชากร

เทศบาลเมืองหัวหิน ประกอบด้วย ตำบลหัวหิน 28 ชุมชน และตำบลหนองแก 7 ชุมชน รวมทั้งสิ้น 35 ชุมชน (ตารางที่ 21) มีประชากรใน ปี พ.ศ. 2557 รวมทั้งสิ้น จำนวน 58356 คน แยกเป็น ชาย จำนวน 27997 คน หญิง จำนวน 30665 คน จำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 44921 ครัวเรือน จากข้อมูลย้อนหลังของกระทรวงมหาดไทย ปี พ.ศ. 2536 ถึง ปี พ.ศ. 2556 (ค.ศ. 1993-2013) พบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ร้อยละ 3 ต่อปี และอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนครัวเรือน ร้อยละ 6.8 ต่อปี (รูปที่ 45)

ตารางที่ 21 รายชื่อชุมชนในเขตเทศบาลเมืองหัวหิน

ตำบลหัวหิน 28 ชุมชน			ตำบลหนองแก 7 ชุมชน
ชุมชนบ่อฝ้าย	ชุมชนตะวันสีทอง	ชุมชนสมอเรียง	ชุมชนหนองแก
ชุมชนวัดไกลกังวล	ชุมชนสมอโพรง	ชุมชนพูลสุข	ชุมชนเขาตะเกียบ
ชุมชนประชาร่วมจิตต์	ชุมชนเขาน้อย	ชุมชนไร่นุ่น	ชุมชนหัวดอน
ชุมชนฟ้าสีคราม	ชุมชนนาปู่กล่ำ	ชุมชนกอล์ฟวิว	ชุมชนบ้านใหม่ – หัวนา
ชุมชนรวมสุข	ชุมชนประชาสามัคคี	ชุมชนชายทะเล	ชุมชนเขาเต่า
ชุมชนพร้อมมิตรพัฒนา	ชุมชนทางรถไฟ	ชุมชนเพชรสระสรง	ชุมชนหัวถนน
ชุมชนทุ่งยายอิ่ง	ชุมชนศาลาร่วมใจ	ชุมชนเขาพิทักษ์	ชุมชนสุริโยทัย
ชุมชนตาลเดี่ยว	ชุมชนสวนลิง	ชุมชนสนามกอล์ฟ	
ชุมชนเทพนิมิตร	ชุมชนบ้านอ่างน้ำ		
ชุมชนแนบเคหาสน์	ชุมชนศาลเจ้าพ่อเสือ		

ที่มา: กองสวัสดิการสังคม, เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557



รูปที่ 45 จำนวนประชากรและจำนวนครัวเรือน ปี พ.ศ. 2536-2556 (ค.ศ. 1993-2013)

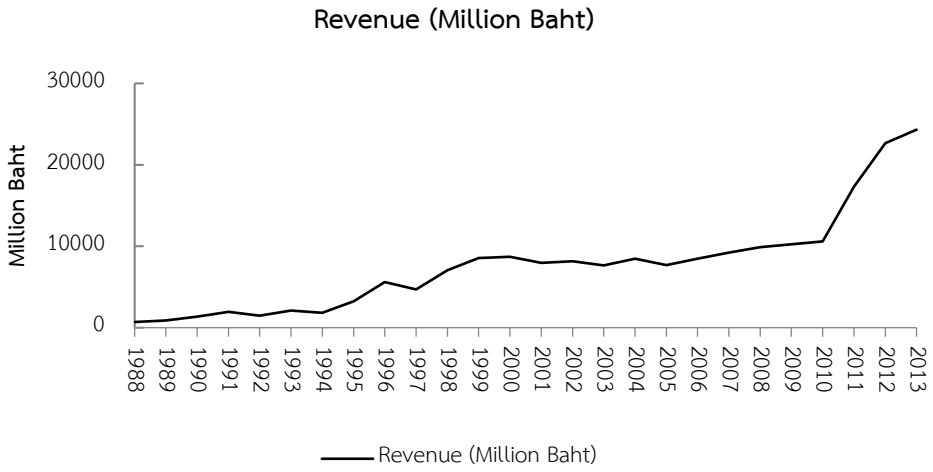
ที่มา: กรมการปกครอง, กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2557

5.6.3 เศรษฐกิจและการท่องเที่ยว

จากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า การเพิ่มขึ้นของจำนวนนักท่องเที่ยว มีจำนวนทั้งสิ้น 4,417,025 คนในปี พ.ศ. 2556 (ค.ศ. 2013) (รูปที่ 46) โดยมีการพักแรมเฉลี่ย 3.33 คืนต่อคน รายได้จากนักท่องเที่ยว 24,317.29 ล้านบาท (รูปที่ 47) ซึ่งเป็นการเติบโตด้านการท่องเที่ยวที่เห็นได้ชัดเจนในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา

รูปที่ 46 จำนวนนักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวหัวหิน ปี พ.ศ. 2531-2556 (ค.ศ. 1988-2013)

ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ, กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พ.ศ. 2557



รูปที่ 47 รายได้จากการท่องเที่ยวหัวหิน ปี พ.ศ. 2531-2556 (ค.ศ. 1988-2013)

ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ, กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พ.ศ. 2557

ทรัพยากรน้ำ

เนื่องจากเทศบาลเมืองหัวหินนั้นไม่มีแหล่งน้ำต้นทุนอยู่ในพื้นที่ โดยทรัพยากรน้ำที่ใช้ในการอุปโภค บริโภค และกิจกรรมต่าง เป็นทรัพยากรน้ำที่ได้จากเขื่อนปราณบุรีและเขื่อนแก่งกระจาน ซึ่งถูกนำมาเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำปริมาณทั้งสิ้น 280,000 ลบ.ม. ดังนั้น (ตารางที่ 22) การใช้ทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน จึงจำเป็นต้องดำเนินการ เขื่อนปราณบุรีและเขื่อนแก่งกระจาน เป็นแหล่งต้นน้ำและแหล่งน้ำต้นทุน ในด้านการผลิตน้ำประปาเทศบาลเมืองหัวหินมีโรงสูบและผลิตน้ำประปาทั้งสิน 5 โรง ให้กำลังการผลิตที่ 2,820 ลบ.ม./ชม และสามารถจ่ายน้ำได้ปริมาณ 37,300 ลบ.ม./วัน (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 22 อ่างเก็บน้ำ ปริมาณความจุ แหล่งที่มาของน้ำดิบและการได้มาของน้ำ (ลบ.ม.).

สถานที่	ปริมาณความจุ (ลบ.ม.)	แหล่งที่มาของน้ำดิบ (ลบ.ม.)	การได้มาของน้ำ (ลบ.ม.)
อ่างเก็บน้ำโค้งพระจันทร์	35,000	เขื่อนแก่งกระจาน	คลองส่งแบบเปิด
อ่างเก็บน้ำดำเนินเกษม	23,000	เขื่อนปราณบุรี	ท่อ GS 600 มม.
อ่างเก็บน้ำเขาเต่า	25,000	เขื่อนปราณบุรี	ท่อ GS 600 มม.
อ่างเก็บน้ำหัวนา	112,000	เขื่อนปราณบุรี	ท่อ HDPE 1,000 มม.
อ่างเก็บน้ำเขาแล้ง	85,000	เขื่อนปราณบุรี	ท่อ AC 200 มม.
รวม	280,000		

ที่มา: กองประปา, เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557

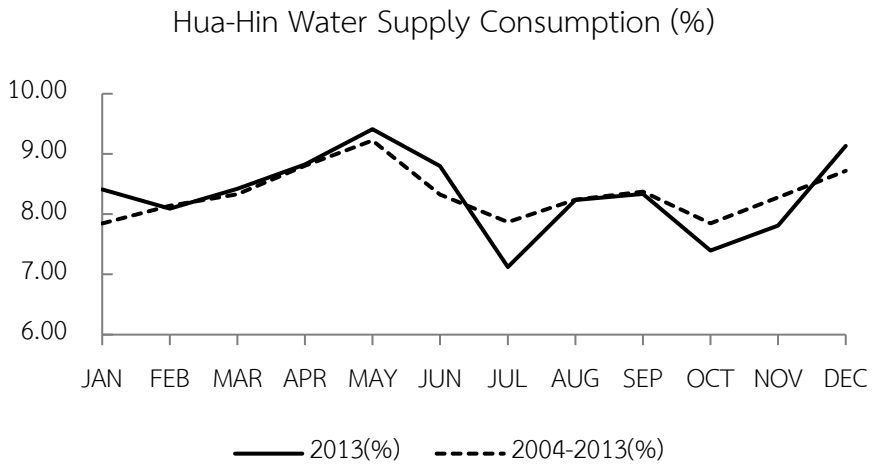
ตารางที่ 5-23 กำลังการผลิตน้ำประปา

สถานที่	พื้นที่	กำลังการผลิต (ลบ.ม./ชม)	กำลังการจ่ายน้ำประปา (ลบ.ม./วัน)
โรงสูบน้ำดำเนินเกษม	2 ไร่ 2 งาน	120	1,800
โรงสูบน้ำไร่นุ่น	4 ไร่	900	13,600
โรงสูบน้ำหัวนา	32 ไร่	700	9,000
โรงสูบน้ำเขาแล้ง	130 ไร่	1,000	12,000
โรงสูบน้ำเขาเต่า	6 ไร่ 1 งาน	100	900
รวม		2,820	37,300

ที่มา: กองประปา, เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557

ความต้องการใช้น้ำ

จากข้อมูลของเทศบาลเมืองหัวหิน ในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีช่วงของความต้องการใช้น้ำประปาสูงสุดอยู่ใน เดือน พ.ค. และ เดือน ธ.ค. มีการใช้น้ำต่ำสุดช่วงเดือน ก.ค. ถึง เดือน ต.ค. (รูปที่ 48) สัดส่วนของการจ่ายน้ำของประปาเทศบาลเมืองหัวหินรวม 12,497,440 ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น การจ่ายน้ำให้กับครัวเรือนซึ่งมีปริมาณ 3 เท่าของการจ่ายน้ำให้กับภาคธุรกิจ ดังแสดงตารางที่ 24



รูปที่ 48 อัตราการใช้น้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน

ที่มา: กองประปา, เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557

ตารางที่ 5-24 ปริมาณน้ำจำหน่ายของเทศบาลเมืองหัวหิน

ปี	จำนวนผู้ใช้น้ำ (ราย)	ปริมาณน้ำผลิต (ลบ.ม./ปี)	ปริมาณน้ำจำหน่าย (ลบ.ม./ปี)	อัตราการใช้น้ำ (ลบ.ม./ราย/วัน)	ปริมาณน้ำจำหน่ายครัวเรือน (ลบ.ม./ปี)	ปริมาณน้ำจำหน่ายกลุ่มธุรกิจ (ลบ.ม./ปี)	ปริมาณน้ำจำหน่ายน้ำดิบ (ลบ.ม./ปี)
2004	15685	12200000	6366800	1.11	4412962	1935690	18148
2005	17412	12200000	7520384	1.18	5371856	2132848	15680
2006	19946	13900000	8241684	1.13	6173117	2054991	13576
2007	20994	14200000	9066388	1.18	6962854	2089306	14228
2008	22496	14700000	9479599	1.15	7309853	2155687	14059
2009	23976	15300000	10374343	1.19	8121149	2239517	13677
2010	25105	15900000	11033454	1.20	8454350	2570175	8929
2011	26173	16480000	11116317	1.16	8407327	2696715	12275
2012	27135	16480000	12147988	1.23	9045056	3057720	45212
2013	28243	24703200	12497440	1.21	9269185	3208067	20188

ที่มา: กองประปา, เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557

5.3 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยได้กำหนดพื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ซึ่งใช้ทรัพยากรน้ำจากแหล่งน้ำต้นทุน ได้แก่ เขื่อนปราณบุรี (ลุ่มน้ำปราณบุรี) และเขื่อนแก่งกระจาน (ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน) ดังนั้นจึงแบ่งการศึกษาเป็น 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ต้นน้ำ โดยการศึกษาปัจจัยอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และสภาพภูมิอากาศจำลอง ที่ส่งผลทรัพยากรน้ำในพื้นที่น้ำต้นทุน (ข้อมูลผลการวิจัย บทที่ 4) และศึกษาปัจจัยส่งผลต่อสถานการณ์ทรัพยากรน้ำจากแผนงานที่ดำเนินการอยู่ในพื้นที่และจากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่เทศบาลเมืองหัวหิน นำผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค DPSIR เพื่อประเมินปัจจัยที่เป็นสาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหาทรัพยากรน้ำ

ขั้นตอนที่ 2 หาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำและการปรับตัว โดยนำผลจาก DPSIR เข้าสู่กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน โดยจัดประชุมระดมสมอง 2 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 ให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย นำเสนอและลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่ และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัว ซึ่งข้อมูลจากการประชุม

ครั้งแรกนำมาประมวลผลเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัวที่มาจากการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียในการประชุมครั้งที่ 2

ครั้งที่ 2 นำแนวทางที่ประมวลได้ มาให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียจัดลำดับความสำคัญที่คิดว่าเหมาะสม โดยวิธีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม (หัวข้อที่ 3.6) ดังต่อไปนี้ กลุ่มผู้นำชุมชน (Local Actors) กลุ่มผู้บริหาร (Policy Maker) และกลุ่มนักวิชาการ (Experts) และใช้เทคนิคการตัดสินใจด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) เพื่อจัดลำดับและคัดเลือกรูปแบบของแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาทรัพยากรน้ำของพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน จากการประสานงานและขอความร่วมมือกับเทศบาลเมืองหัวหิน การกองสวัสดิการสังคม ได้มีการรวมกลุ่มของชุมชนในเขตเทศบาลเมืองหัวหิน

5.4 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ต้นน้ำ

5.6.1 ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน

เขื่อนแก่งกระจาน เป็นเขื่อนขนาดใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน ปริมาณน้ำที่ระดับน้ำเก็บกักปกติ 710.00 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำกักเก็บของอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน เดือน พ.ย. ในแต่ละปี(ช่วงต้นแล้ง) เฉลี่ยในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 530.25 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแก่งกระจานเฉลี่ย 1021.34 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำที่ไหลออกอ่างเก็บน้ำแก่งกระจานเฉลี่ย 731.89 ล้าน ลบ.ม.

จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2552 (ค.ศ. 2009) และข้อมูลประชากรปี พ.ศ. 2556 (ค.ศ. 2013) พบว่า พื้นที่ชลประทานมีความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร 1247.50 ล้าน ลบ.ม. ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค 47.99 ล้าน ลบ.ม. และความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม 10.50 ล้าน ลบ.ม. เมื่อเทียบกับการจัดสรรน้ำของเขื่อนแก่งกระจานผ่านทางระบบชลประทาน ในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) พบว่า มีการจัดสรรน้ำเพื่อการเกษตร 606.42 ล้าน ลบ.ม. จัดสรรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค 173.09 ล้าน ลบ.ม. จัดสรรน้ำเพื่อการอุตสาหกรรม 54.89 ล้าน ลบ.ม. จัดสรรน้ำเพื่อกิจกรรมอื่นๆ 82.33 ล้าน ลบ.ม. และการปล่อยน้ำลงในลำน้ำเพชรบุรีเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์ 326.32 ล้าน ลบ.ม. เห็นได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนมีจัดสรรน้ำน้อยกว่าความต้องการอยู่ประมาณร้อยละ 23.85 ของความต้องการน้ำจากการคำนวณ

ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน ค่า WSI ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) อยู่ในระดับ water stress ค่าเฉลี่ย 1152 ลบ.ม./คน/ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในอนาคต ซึ่งเป็นไป

ในทิศทางเดียวกับ ค่า CR ที่มีค่าเฉลี่ย 0.60 ที่มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยจากในอดีต ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า พื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน นั้นอยู่ในภาวะของการขาดแคลนน้ำ แต่มีแนวโน้มของการลดลงในอนาคต

5.6.2 ลุ่มน้ำปราณบุรี

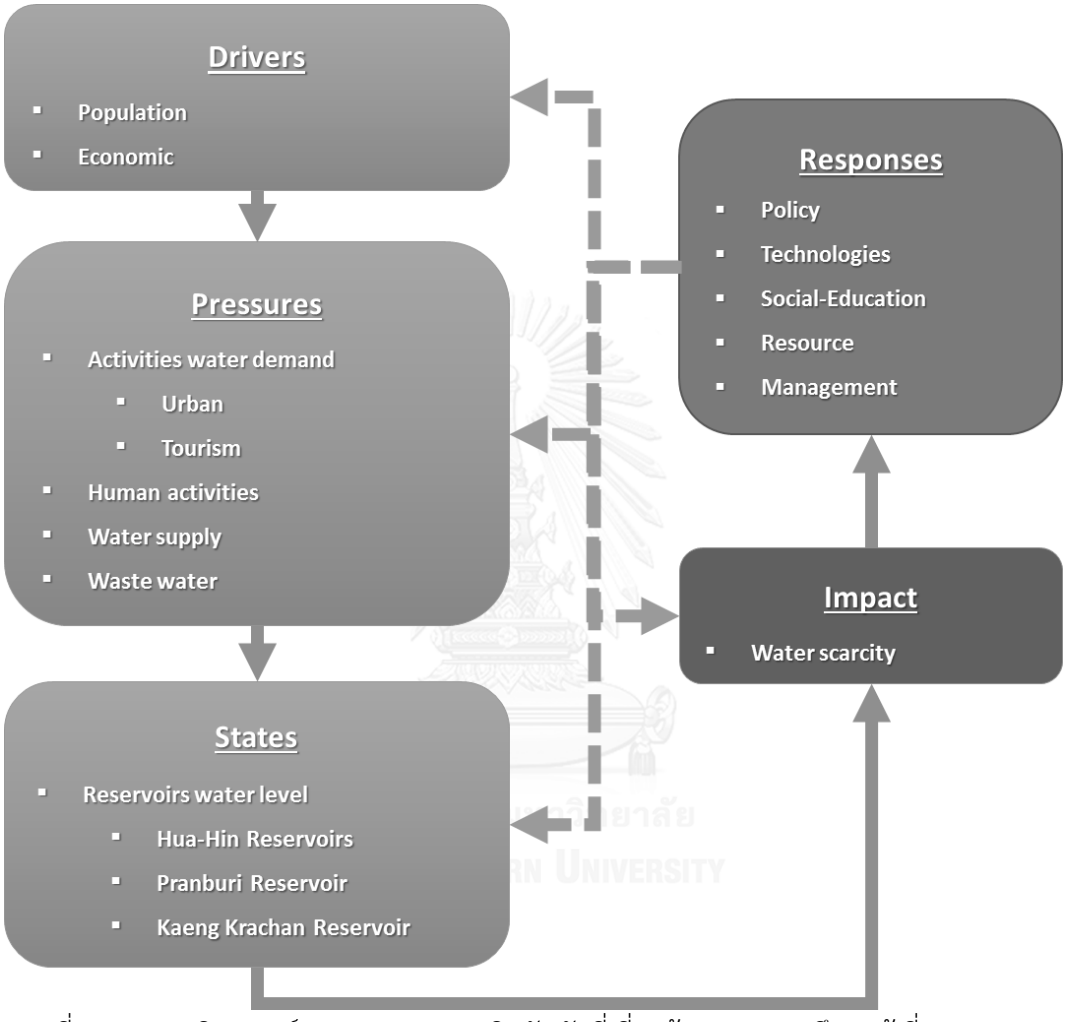
เขื่อนปราณบุรี เป็นเขื่อนขนาดใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี ปริมาณน้ำที่ระดับน้ำเก็บกักปกติ 445.00 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำกักเก็บของอ่างเก็บน้ำปราณบุรี เดือน พ.ย. ในแต่ละปี(ช่วงต้นแล้ง) เฉลี่ยในช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013)) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 250.8 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำปราณบุรีเฉลี่ย 446.77 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำที่ไหลออกอ่างเก็บน้ำปราณบุรีเฉลี่ย 343.01 ล้าน ลบ.ม.

เมื่อคำนวณโดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2552 (ค.ศ. 2009) และข้อมูลประชากรปี พ.ศ. 2556 (ค.ศ. 2013) พบว่า พื้นที่ชลประทานมีความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร 445.82 ล้าน ลบ.ม. ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค 18.06 ล้าน ลบ.ม. และความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม 8.56 ล้าน ลบ.ม. เมื่อเทียบกับการจัดสรรน้ำของเขื่อนปราณบุรีผ่านทางระบบชลประทาน ในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) พบว่า มีการจัดสรรน้ำเพื่อการเกษตร 231.64 ล้าน ลบ.ม. จัดสรรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค 90.72 ล้าน ลบ.ม. จัดสรรน้ำเพื่อการอุตสาหกรรม 28.00 ล้าน ลบ.ม. จัดสรรน้ำเพื่อกิจกรรมอื่นๆ 8.84 ล้าน ลบ.ม. และการปล่อยน้ำลงในลำน้ำปราณบุรีเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์ 35.28 ล้าน ลบ.ม. เห็นได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรีมีจัดสรรน้ำน้อยกว่าความต้องการอยู่ประมาณร้อยละ 22.30 ของความต้องการน้ำจากการคำนวณ

ลุ่มน้ำปราณบุรี ค่า WSI ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) อยู่ในระดับ water stress ค่าเฉลี่ย 1640 ลบ.ม./คน/ปี และมีแนวโน้มลดลงในอนาคต ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับ ค่า CR ที่มีค่าเฉลี่ย 0.69 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากในอดีต ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า พื้นที่ลุ่มน้ำปราณบุรี นั้นการขาดแคลนน้ำมีแนวโน้มของเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

5.5 การวิเคราะห์ DPSIR ของพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน

จากการประเมินตัวแปรที่เกี่ยวข้องจากการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและการวิเคราะห์ข้อมูลในพื้นที่ศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ ได้ตัวแปลแบ่งตามกลุ่ม (รูปที่ 49) ดังนี้



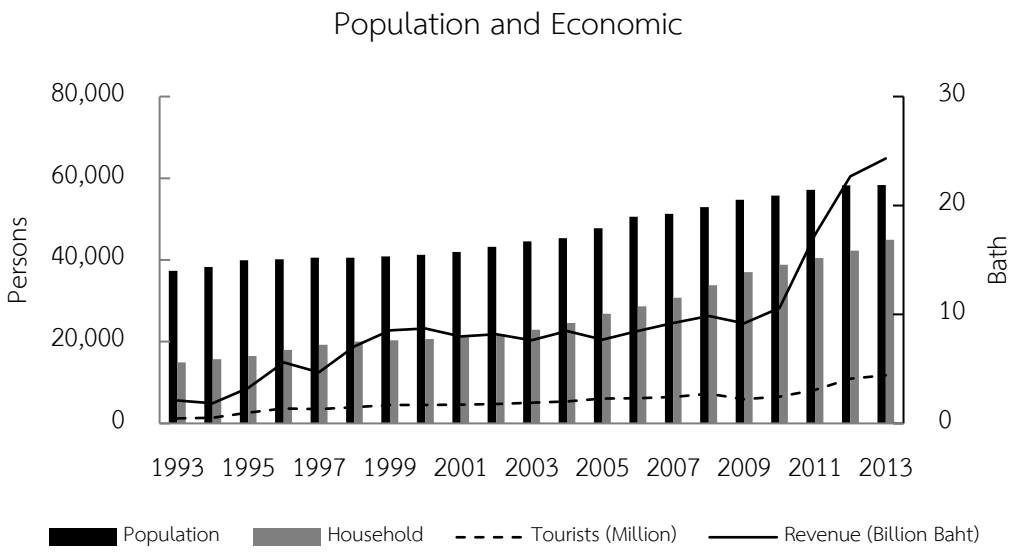
รูปที่ 49 ผลการวิเคราะห์ DPSIR การประเมินปัจจัยที่เกี่ยวข้องจากการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและการรีวิวข้อมูลของพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน

5.6.1 Driver - ตัวขับเคลื่อน

ตัวขับเคลื่อนที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ประกอบด้วย ประชากรและเศรษฐกิจ

ประชากร

จำนวนประชากรของเทศบาลเมืองหัวหิน ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีการเพิ่มขึ้นของประชากร 3% ต่อปี และการเพิ่มขึ้นของจำนวนครัวเรือนและจำนวนผู้ใช้น้ำ 6.8% ต่อปี (รูปที่ 50) จากข้อมูลพบว่า อัตราส่วนของจำนวนประชากรต่อครัวเรือนของเทศบาลเมืองหัวหิน มีการลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ลักษณะของโครงสร้างครัวเรือนของประชากรภายในเทศบาลเมืองหัวหิน กำลังเปลี่ยนแปลงจากครัวเรือนที่มีขนาดใหญ่ กลายเป็น ครัวเรือนที่มีขนาดเล็กลงหรือครอบครับเดี่ยวมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 50 ตัวขับเคลื่อนที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ประกอบด้วย ประชากรและเศรษฐกิจ

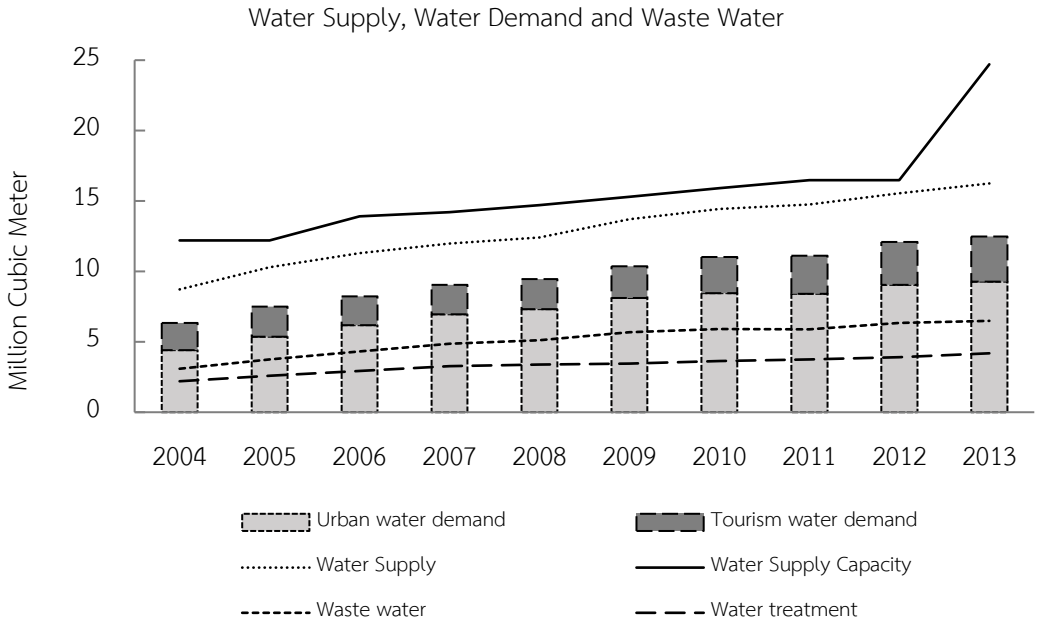
เศรษฐกิจ

การเติบโตทางเศรษฐกิจ สำรวจจากรายได้จากการเก็บภาษีอากรของเทศบาลเมืองหัวหิน ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) รายได้จากการเก็บภาษีอากรเพิ่มขึ้น 33% รายได้จากการท่องเที่ยวเพิ่มขึ้น 40% และ มีจำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้น 30% ในช่วงปี พ.ศ. 2554-2556 (ค.ศ. 2011-2013) (รูปที่ 50) จากข้อมูลสังเกต พบว่า มีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก และส่วนในด้านของการท่องเที่ยวในช่วงปี พ.ศ. 2554-2556 (ค.ศ. 2011-2013) พื้นที่ของเทศบาลเมือง

หัวหินนั้นกำลังมีการเติบโตอย่างมากในด้านการท่องเที่ยว ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ในอนาคตต้องมีความจะเป็นที่ต้องใช้ทรัพยากรน้ำเพิ่มขึ้นอย่างหลีกเหลียงไม่ได้

5.6.2 Pressure - แรงขับ

แรงขับที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ประกอบด้วย กิจกรรมของมนุษย์ที่อยู่ในพื้นที่ ความต้องการน้ำด้านการท่องเที่ยว ความต้องการน้ำของครัวเรือน การบำบัดน้ำเสียและปริมาณน้ำเสียและกำลังการผลิตน้ำประปา



รูปที่ 51 แรงขับที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน

กิจกรรมของมนุษย์ที่

กิจกรรมทางด้านเศรษฐกิจของเทศบาลเมืองหัวหินที่ส่งผลต่อการเติบโดทางด้านเศรษฐกิจ ข้อมูลปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) แสดงให้เห็นว่า ในช่วงที่ผ่านมีการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมที่ส่งผลต่อการเติบโดทางด้านเศรษฐกิจของเทศบาลเมืองหัวหินมากกว่า 2 เท่าของกิจกรรมในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) (รูปที่ 51) ซึ่งส่งผลให้มีความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก

ความต้องการน้ำด้านการท่องเที่ยว

ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายให้กลุ่มธุรกิจ (ท่องเที่ยว และบริการ) ของเทศบาลเมืองหัวหิน ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013)ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายให้กลุ่มธุรกิจ เพิ่มขึ้น 5.9% ต่อปี (รูปที่ 51)

ความต้องการน้ำของครัวเรือน

ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายให้ครัวเรือนของเทศบาลเมืองหัวหิน ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายให้ครัวเรือน เพิ่มขึ้น 8.8% ต่อปี (รูปที่ 51)

การบำบัดน้ำเสียและปริมาณน้ำเสีย

ปริมาณน้ำเสียรวมของเทศบาลเมืองหัวหิน ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) ปริมาณน้ำเสีย เพิ่มขึ้น 3.7% ต่อปี ซึ่งปริมาณน้ำเสียนั้นเพิ่มขึ้นจากจำนวนของประชากร การขยายตัวของเศรษฐกิจที่เพิ่มสูงขึ้น และกำลังการบำบัดน้ำเสียสามารถบำบัดได้ที่ 16,500 ลบ.ม./วัน หรือ 6,022,500 ลบ.ม./ปี ซึ่งในช่วงเวลานี้ไม่มีการเพิ่มขึ้นของกำลังการบำบัดน้ำเสีย (รูปที่ 51)

กำลังการผลิตน้ำประปา

กำลังการผลิตน้ำประปาและกำลังการจ่ายน้ำประปาของเทศบาลเมืองหัวหิน ในปี 2013 มีการเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 เท่าของกิจกรรมกำลังการผลิตน้ำประปาและกำลังการจ่ายน้ำประปาในปี 2004 (รูปที่ 51) เพื่อรองรับการเพิ่มจำนวนของประชากร การขยายตัวของเศรษฐกิจ และความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นของเทศบาลเมืองหัวหิน

5.6.3 State - การเปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ประกอบด้วย ปริมาณน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน ปริมาณน้ำของอ่างเก็บน้ำปราณบุรีและปริมาณน้ำของอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน

ปริมาณน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน

ปริมาณน้ำในอ่างเก็บ (ความจุของอ่างเก็บน้ำดิบ) ของเทศบาลเมืองหัวหิน ปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) มีปริมาณทั้งสิ้น 253,000 ลบ.ม. และเพิ่มขึ้นเป็น 285,000 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2556 (ค.ศ. 2013) เพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นของเทศบาลเมืองหัวหิน ซึ่งการสูบน้ำมาใช้นั้นต้องขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำของเขื่อนปราณบุรีและเขื่อนแก่งกระจาน

ปริมาณน้ำของอ่างเก็บน้ำปราณบุรี

ปริมาณน้ำกักเก็บของอ่างเก็บน้ำปราณบุรี เดือน พ.ย. ในแต่ละปี(ช่วงต้นแล้ง) เฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 384.8 ล้าน ลบ.ม. และในช่วง

ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 250.8 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งมีแนวโน้มของลดลงของปริมาณน้ำกักเก็บในปริมาณมาก

ปริมาณน้ำของอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน

ปริมาณน้ำกักเก็บของอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน เดือน พ.ย. ในแต่ละปี(ช่วงต้นแล้ง) เฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2537-2546 (ค.ศ. 1994-2003) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 633.38 ล้าน ลบ.ม. และในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 530.25 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งมีแนวโน้มของลดลงของปริมาณน้ำกักเก็บในปริมาณมาก

5.6.4 Impact - ผลกระทบ

ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน คือ การขาดแคลนทรัพยากรน้ำ (Water scarcity) เพื่อประเมินสภาวะของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน โดยใช้การประเมินโดยใช้ดัชนีชี้วัด 2 ตัว ประกอบด้วย

Falkenmark index (Water Stress Index) จากข้อมูล ปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) (ปริมาณน้ำทั้งหมด/ประชากร) มีค่า 268.94 ลบ.ม./คน/ปี ในปี 2013 ค่า Falkenmark index เพิ่มขึ้นเป็น 423.32 ลบ.ม./คน/ปี เนื่องจากในปี พ.ศ. 2556 (ค.ศ. 2013) เทศบาลเมืองหัวหินได้ดำเนินการเพิ่มกำลังการผลิตน้ำเพิ่มขึ้น

Criticality Ratio (CR) จากข้อมูล ปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) (ปริมาณน้ำสูญเสียของระบบประปา (37%)/ปริมาณน้ำที่สามารถใช้ได้) มีค่า 0.71 ในปี 2013 ค่า Criticality ratio เพิ่มขึ้นเป็น 0.59 เนื่องจากในปี พ.ศ. 2556 (ค.ศ. 2013) เทศบาลเมืองหัวหินได้ดำเนินการปรับปรุงระบบส่งน้ำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.6.5 Response - การแก้ปัญหา

นโยบายของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำของเทศบาลเมืองหัวหินที่ผ่านมาในช่วง 10 ปี พ.ศ. 2547-2556 (ค.ศ. 2004-2013) ที่ผ่านมา จากข้อมูลของแผนพัฒนา 3 ปี สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท คือ การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ การจัดหาแหล่งทรัพยากรน้ำ และการเพิ่มกำลังการผลิตน้ำประปา

การบริหารจัดการ

เทศบาลเมืองหัวหินได้มีการดำเนินเพิ่มกำลังการสูบน้ำจากเขื่อนปราณบุรีโดยผ่านระบบท่อส่งน้ำ และได้มีการดำเนินการจัดหาน้ำจากเขื่อนแก่งกระจานมาเสริมปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำโค้ง

พระจันทร์ ในช่วงที่มีความต้องการใช้น้ำสูง และในอนาคตมีการดำเนินการสร้างระบบท่อส่งน้ำจากเขื่อนแก่งกระจาน เพื่อใช้เพิ่มปริมาณน้ำแบบถาวร

การจัดการทรัพยากร

การเพิ่มปริมาณของการกักเก็บน้ำดิบของอ่างเก็บน้ำเดิม จำนวน 32,000 ลบ.ม. ใน ปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) และมีการวางแผนการสร้างอ่างเก็บน้ำเพิ่มเติม โดยใช้พื้นที่โดยรอบ เพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้น

การจัดหาเทคโนโลยี

ในช่วงที่ผ่านมาเทศบาลเมืองหัวหินได้มีการดำเนินการเพิ่มกำลังการผลิตน้ำประปา โดยการขยายโรงผลิตและเพิ่มเครื่องผลิตน้ำประปา และมีการวางแผนการขยายเพิ่มเติมในอนาคต เพื่อรองรับการเพิ่มจำนวนของประชากร การขยายตัวของเศรษฐกิจ และความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ DPSIR การประเมินปัจจัยที่เกี่ยวข้องจากการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและการรีวิวข้อมูลของพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน

ประเภท	ตัวแปร	ข้อมูล	สถานการณ์อดีต (ปี พ.ศ. 2547)	สถานการณ์ปัจจุบัน (ปี พ.ศ. 2556)	แนวโน้มในอนาคต	แหล่งที่มา
Driver	ประชากร	จำนวนประชากร	45,363 คน	58,356 คน	เพิ่มขึ้น 3% ต่อปี	เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557, กรมการปกครอง พ.ศ. 2557
		จำนวนครัวเรือน	24,555 ครัวเรือน	44,921 ครัวเรือน	เพิ่มขึ้น 6.8% ต่อปี	
		จำนวนผู้ใช้น้ำ	15,685 ราย	28,243 ราย	เพิ่มขึ้น 6.8% ต่อปี	
	เศรษฐกิจ	รายได้จากการเก็บภาษีอากร	40,383,527.85 บาท	172,100,110.41 บาท	เพิ่มขึ้น 33% ต่อปี	เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557, สำนักงานสถิติแห่งชาติ พ.ศ. 2557
		รายได้จากการท่องเที่ยว	8,469,560,000 บาท	22,668,000,000 บาท	เพิ่มขึ้น 40% ต่อปี ในช่วง 3 ปีหลัง	
		จำนวนนักท่องเที่ยว	2,004,603 คน	4,115,740 คน	เพิ่มขึ้น 30% ต่อปี ในช่วง 3 ปีหลัง	
Pressure	กิจกรรมในพื้นที่	ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ				เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557
		โรงแรม	78 ราย	127 ราย	มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นตามการเติบโตทางเศรษฐกิจ	
		บริษัท	309 ราย	2641 ราย		
		ห้างหุ้นส่วน	48 ราย	287 ราย		
		ร้านค้า	1550 ราย	2438 ราย		
	ความต้องการน้ำเพื่อการท่องเที่ยว	ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายให้กลุ่มธุรกิจ (ท่องเที่ยว และบริการ)	1,935,690 ลบ.ม./ปี	3,208,067 ลบ.ม./ปี	เพิ่มขึ้น 5.9% ต่อปี	เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557
	ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค	ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายให้ครัวเรือน	4,412,962 ลบ.ม./ปี	9,269,185 ลบ.ม./ปี	เพิ่มขึ้น 8.8% ต่อปี	เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557
	น้ำเสียและการบำบัด	กำลังการบำบัดและปริมาณน้ำเสียรวม	6,022,500 ลบ.ม./ปี 2,199,128 ลบ.ม./ปี	6,022,500 ลบ.ม./ปี 4,184,899 ลบ.ม./ปี	ปริมาณน้ำเสียเพิ่มขึ้น 3.7%ต่อปี และไม่มีการเพิ่มกำลังการบำบัด	เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557
	ปริมาณน้ำประปา	กำลังการผลิตน้ำประปา	12,200,000 ลบ.ม./ปี	24,703,200 ลบ.ม./ปี	เพิ่มเครื่องสูบและผลิตน้ำประปา	เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557
		กำลังการจ่ายน้ำประปา	6,366,800 ลบ.ม./ปี	13,614,500 ลบ.ม./ปี		

ประเภท	ตัวแปร	ข้อมูล	สถานการณ์อดีต (ปี พ.ศ. 2547)	สถานการณ์ปัจจุบัน (ปี พ.ศ. 2556)	แนวโน้มในอนาคต	แหล่งที่มา
State	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำหัวหิน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บ (ความจุของอ่างเก็บน้ำดิบ)	253,000 ลบ.ม.	285,000 ลบ.ม.	สร้างอ่างเก็บน้ำเพิ่มเติม	เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557
	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำปราณบุรี	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ต้นฤดูแล้ง (NOV)	ในช่วง 10 ปี(2537-2546)มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 384.8 ล้าน ลบ.ม.	ในช่วง 10 ปี(2547-2556)มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 250.8 ล้าน ลบ.ม.	ลดลง 34.8%	สำนักชลประทานที่ 14 ปี พ.ศ. 2556
	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ต้นฤดูแล้ง (NOV)	ในช่วง 10 ปี(2537-2546)มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 633.38 ล้าน ลบ.ม.	ในช่วง 10 ปี(2547-2556)มีปริมาณน้ำกักเก็บเฉลี่ย 530.25 ล้าน ลบ.ม.	ลดลง 16.3%	สำนักชลประทานที่ 14 ปี พ.ศ. 2556
Impact	การขาดแคลนน้ำ	Falkenmark index (water stress index)	ปริมาณน้ำทั้งหมด/ประชากร = 268.94 ลบ.ม./คน/ปี	ปริมาณน้ำทั้งหมด/ประชากร = 423.32 ลบ.ม./คน/ปี	มีแนวโน้มการขาดแคลนน้ำเพิ่มขึ้น	Savenije, 2000 (Savenije, 2000)
		Criticality ratio (CR)	ปริมาณน้ำสูญเสียของระบบประปา (37%)/ปริมาณน้ำที่สามารถใช้ได้ = 0.71	ปริมาณน้ำสูญเสียของระบบประปา (30%)/ปริมาณน้ำที่สามารถใช้ได้ = 0.59	มีแนวโน้มการขาดแคลนน้ำเพิ่มขึ้น	Oki and Kanae, 2006 (Oki & Kanae, 2006)
Response	การบริหารจัดการ	จัดสรรน้ำเพิ่มเติม	จากเขื่อนแก่งกระจาน	ประสานงานกับเขื่อนแก่งกระจาน เพื่อสร้างท่อส่งน้ำ	สูบน้ำจากเขื่อนแก่งกระจานผ่านระบบท่อ	เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557
	การจัดการทรัพยากร	เพิ่มปริมาณการกักเก็บน้ำดิบ	ขุดรอกอ่างเก็บน้ำ	เพิ่มความสูงของสันอ่างเก็บน้ำ	สร้างอ่างเก็บน้ำเพิ่มเติม	เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557
	การจัดหาเทคโนโลยี	เพิ่มกำลังการผลิตน้ำประปา	เพิ่มกำลังการผลิตต่อวัน	เพิ่มเครื่องสูบและผลิตน้ำประปา	เพิ่มเครื่องสูบและผลิตน้ำประปา	เทศบาลเมืองหัวหิน พ.ศ. 2557

5.6.6 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ โดยการใช้ DPSIR

จากการประเมินสาเหตุของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในพื้นที่โดยใช้ตัวแปรที่ได้จากการจำแนก DPSIR (ตารางที่ 25) สรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผล ได้แก่ ประชากร (Population) และเศรษฐกิจ (Economic) ที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ส่งผลให้สภาวะของพื้นที่เกิดความต้องการทรัพยากรน้ำในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสวนทางกับศักยภาพของตัวพื้นที่ ที่มีแหล่งทรัพยากรอย่างจำกัดไม่มีแหล่งน้ำในพื้นที่ ซึ่งทรัพยากรน้ำที่นำมาใช้ต้องนำมาจากแหล่งอื่น ส่งผลต่อระบบของการจัดสรรน้ำของพื้นที่ที่นำน้ำมาใช้ เนื่องจากเขื่อนปราณบุรี และเขื่อนแก่งกระจานทรัพยากรน้ำยังไม่เพียงพอต่อการทำเกษตรและความต้องการด้านอุปโภค บริโภค เมื่อนำน้ำจากแหล่งดังกล่าวมาใช้จึงส่งผลให้ปริมาณน้ำลดลง ส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตร ซึ่งทางกรมชลประทานให้ความสำคัญเป็นระดับที่ 4 ของการจัดสรรน้ำ ด้านแนวทางการแก้ปัญหา จากข้อมูลของการดำเนินในช่วง 10 ปีที่ผ่านมานั้น ได้ดำเนินการแต่เพียงในส่วนของการจัดหาและการเพิ่มกำลังการผลิต เพื่อรองรับการขยายตัวของเมือง

5.6 กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย

การประชุมระดมสมองของพื้นที่ศึกษา ได้นำข้อมูลจากการจำแนก DPSIR ของเทศบาลเมืองหัวหิน การสัมภาษณ์ตัวแทนของประชาชนในพื้นที่ และผลที่ได้จากการประชุมของพื้นที่ต้นน้ำทั้ง 2 พื้นที่ (ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี) ซึ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็นต่อการตัดสินใจในหาแนวทางที่เหมาะสม และเป็นข้อมูลตั้งต้นของการประชุมระดมสมอง ซึ่งการประชุมแบ่งเป็น 2 ครั้ง ดังนี้

5.6.1 การประชุมระดมสมอง ครั้งที่ 1 (DPSIR)

ครั้งที่ 1 เพื่อหาความตระหนักของสาเหตุของการการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในพื้นที่ โดยใช้ตัวแปรที่ได้จากการจำแนก DPSIR ของลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี ผู้เข้าร่วมประชุมระดมสมองทำการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่และใช้การให้ค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนความสำคัญ (weighing and rating scores) และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับตัว (ดูรายละเอียดการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยในตารางที่ 9 หัวข้อ 3.6.1 บทที่ 3)

จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเรื่องปัญหาการขาดน้ำที่เคยเกิดขึ้นและความกังวล พบว่า ในช่วงที่ผ่านมา มีการปัญหาการขาดน้ำในบางช่วงเวลา เช่น ในช่วงเวลาเย็นที่มีการใช้น้ำมาก ซึ่งเกิดจากความต้องการน้ำในช่วงเวลานั้นๆ มีสูงเกิดกำลังการผลิต และบางครั้งแรงดันน้ำไม่เพียงพอ ทำให้บางพื้นที่ไม่มีน้ำ ความกังวลเกี่ยวกับความรุนแรงของการขาดน้ำที่เพิ่มมากขึ้น จากสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของประชากร การขยายตัวทางเศรษฐกิจและการท่องเที่ยวอย่างรวด จนปริมาณของน้ำไม่เพียงพอและไม่สามารถบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

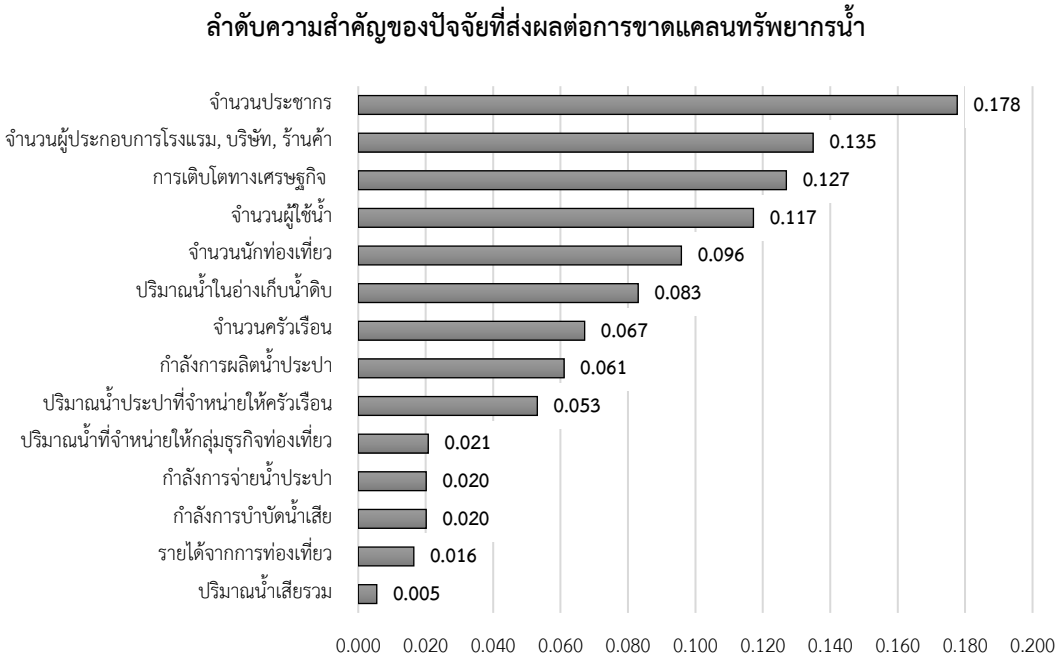
โดยการให้ผู้เข้าร่วมประชุมระดมสมองให้คะแนนปัจจัยที่คิดว่าส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ ซึ่งผลของการประชุมระดมสมอง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำจากกลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญ 5 อันดับแรก (ตารางที่ 26 และรูปที่ 52) ดังนี้

- ตัวแปรด้านสังคม ได้แก่ จำนวนประชากร (0.178) จำนวนผู้ประกอบการโรงแรม, บริษัท, ร้านค้า (0.135) จำนวนผู้ใช้น้ำ (0.117) และจำนวนนักท่องเที่ยว (0.096)
- ตัวแปรด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ การเติบโตทางเศรษฐกิจ (0.127)

ตารางที่ 26 ลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ปัจจัยหลัก	ค่าน้ำหนัก	ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนักรวม
ด้านสังคม	0.593	จำนวนประชากร	0.300	0.178
		จำนวนผู้ประกอบการโรงแรม, บริษัท, และร้านค้า	0.228	0.135
		จำนวนผู้ใช้น้ำ	0.198	0.117
		จำนวนนักท่องเที่ยว	0.162	0.096
		จำนวนครัวเรือน	0.113	0.067
ด้านการบริหารจัดการ	0.175	กำลังการผลิตน้ำประปา	0.348	0.061
		ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายให้ครัวเรือน	0.303	0.053
		ปริมาณน้ำที่จำหน่ายให้กลุ่มธุรกิจท่องเที่ยว	0.118	0.021
		กำลังการจ่ายน้ำประปา	0.115	0.020
		กำลังการบำบัดน้ำเสีย	0.115	0.020
ด้านเศรษฐกิจ	0.143	การเติบโตทางเศรษฐกิจ	0.885	0.127
		รายได้จากการท่องเที่ยว	0.115	0.016
ด้านสิ่งแวดล้อม	0.089	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำดิบ	0.938	0.083
		ปริมาณน้ำเสียรวม	0.062	0.005
รวม	1.000		4.000	1.000

แสดงเห็นได้ว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหรือกลุ่มตัวอย่าง ได้มองปัจจัยทางด้านสังคมในหลายกลุ่มย่อย เนื่องจาก กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นคนในพื้นที่หรือบุคคลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับพื้นที่ ได้สังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงจากการเพิ่มของ จำนวนประชากร จำนวนผู้ประกอบการฯ จำนวนผู้ใช้น้ำ และจำนวนนักท่องเที่ยว ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาก อีกทั้งความกังวลในส่วนของการเติบโตทางเศรษฐกิจที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วในการขยายตัวของเมืองและด้านการท่องเที่ยว ซึ่งไม่ได้มีการควบคุมหรือดำเนินมาตรการรองรับการขยายตัวอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งทั้งหมดคือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มของความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำที่เพิ่มขึ้น อันส่งให้เกิดภาวการณ์ขาดแคลนน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์จากข้อมูลย้อยหลังของนักวิจัยที่เห็นว่าปัจจัยทางสังคมและเศรษฐกิจมีผลต่อการขาดแคลนน้ำเป็นอย่างมาก



รูปที่ 52 ลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

5.6.2 การประชุมระดมสมอง ครั้งที่ 2 (AHP)

ครั้งที่ 2 เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยการนำแนวทางที่ประมวลได้จากการประชุมครั้งแรก มาให้ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสียจัดลำดับความสำคัญที่คิดว่าเหมาะสม โดยใช้เทคนิคการตัดสินใจด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) เพื่อจัดลำดับและคัดเลือกรูปแบบของแนวทางที่เหมาะสม (ดูรายละเอียดการคำนวณตามสมการที่ 2 ถึง 9 ในหัวข้อ 2.4.1 บทที่ 2) ใช้วิธีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้ กลุ่มผู้นำชุมชน (Local Actors) กลุ่มผู้บริหาร (Policy Maker) และกลุ่มนักวิชาการ (Experts) ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงปัจจัยที่ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มลงความเห็นว่า ส่งผลมากต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ รวมทั้งแนวทางการแก้ไขปัญหาหรือลดผลกระทบ มาดำเนินการจัดลำดับความสำคัญของการแก้ปัญหา โดยแบบตามกลุ่มของแนวทางการแก้ปัญหา (รูปที่ 53) แบ่งเป็น 5 หมวดหลัก และ 10 แนวทาง ดังนี้

1) ด้านทรัพยากร คือ การแก้ปัญหาโดยการจัดหาหรือการเพิ่มปริมาณของทรัพยากรน้ำที่นำมาใช้ในเทศบาล แบ่งเป็น

    ก. การขยายแหล่งน้ำและหาแหล่งน้ำดิบเพิ่มเติม หมายถึง การเพิ่มปริมาณความจุของอ่างเก็บน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน และการจัดหาแหล่งน้ำที่มีศักยภาพ

รอบพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน เช่น อ่างเก็บน้ำห้วยมงคล อ่างเก็บน้ำเขาเต่า เป็นต้น

ข. การสร้างที่กักเก็บน้ำสำรอง หมายถึง การสร้างอ่างเก็บน้ำสำรองของเทศบาลเมืองหัวหิน โดยใช้พื้นที่โดยรอบเทศบาล เพื่อเก็บน้ำไว้ในช่วงที่มีความต้องใช้น้ำสูง เช่น ช่วงเทศกาลท่องเที่ยวและช่วงเทศกาลต่างๆ

2) ด้านการบริหารจัดการ คือ การใช้การวางแผนของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดการระบบต่าง เพื่อให้ทรัพยากรน้ำมีความเพียงพอต่อความต้องการและลดผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำ

ค. วางแผนการจัดสรรและควบคุมการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ หมายถึง การวางแผนการลดการใช้น้ำของกิจกรรมต่างในพื้นที่เทศบาล ควบคุมปริมาณการใช้น้ำของครัวเรือน กลุ่มธุรกิจต่างๆ และหน่วยงานในพื้นที่

ง. วางแผนและควบคุมการเติบโตของเมือง หมายถึง การวางแผนควบคุมการขยายตัวและเพิ่มขึ้นของประชากร นักท่องเที่ยว และธุรกิจ ให้เป็นไปตามความสามารถในการรองรับของทรัพยากร

3) ด้านการศึกษา คือ การสร้างความสามารถในการปรับตัว การพัฒนาตัวผู้ที่ได้รับผลกระทบเพื่อลดความต้องการทรัพยากรน้ำ มีการใช้น้ำอย่างมีประโยชน์สูงสุด และลดผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำ

จ. การให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำ หมายถึง การรณรงค์ การให้ความรู้ การสร้างความเข้าใจ การสร้างความตะหนักในด้านทรัพยากรน้ำที่มีปริมาณจำกัด การใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดและส่งเสริมการประหยัดน้ำ

ฉ. การให้ความรู้ด้านการสำรองน้ำในครัวเรือน หมายถึง การสร้างความสามารถในการปรับตัวเมื่อปริมาณน้ำในระบบของเทศบาลไม่เพียงพอ โดยการให้ประชาชน กลุ่มธุรกิจต่างๆ และหน่วยงานในพื้นที่ มีระบบการกักเก็บน้ำสำรองเพื่อลดความรุนแรงและความเสียหายจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

4) ด้านการวางแผนนโยบาย คือ การสร้างข้อกำหนด ซึ่งจะต้องถูกบังคับใช้ให้เกิดขึ้นและกระทบต่อผู้ใช้น้ำโดยตรง แต่ต้องมีการดำเนินการเพื่อบังคับให้ทรัพยากรน้ำมีความเพียงพอต่อความต้องการและลดผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ช. การกำหนดระยะเวลาการจ่ายน้ำ หมายถึง การปรับการจ่ายน้ำของระบบการจ่ายน้ำของเทศบาล ใช้ในกรณีที่น้ำมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยการกำหนดช่วงเวลาและระยะเวลาของการปล่อย ส่งผลให้ปริมาณน้ำมีความทั่วถึงในทุกความต้องการ แต่ปริมาณน้ำนั้นมีปริมาณที่จำกัด ซึ่งสามารถลดความเสียหายจากการขาดแคลนน้ำและลดการใช้น้ำที่ไม่เกิดประโยชน์

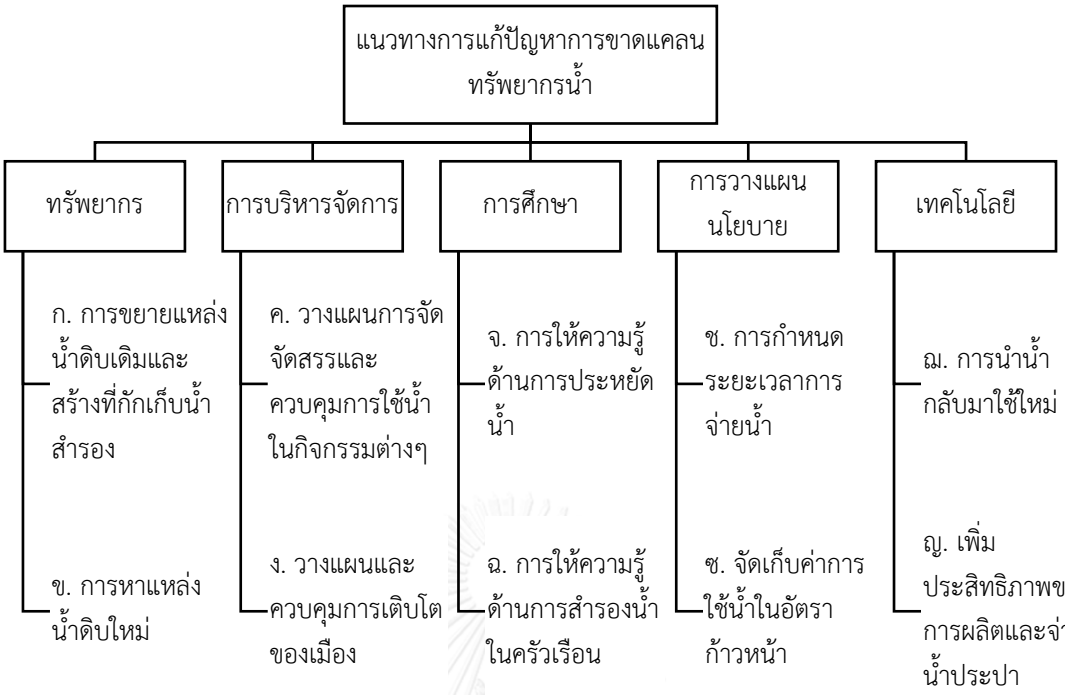
ซ. จัดเก็บค่าการใช้น้ำในอัตราก้าวหน้า หมายถึง การปรับขึ้นค่าน้ำประปาและทรัพยากรน้ำ โดยทำให้น้ำมีมูลค่ามาขึ้นและใช้ระบบเศรษฐศาสตร์ในการลดการใช้น้ำของกลุ่มประชาชน กลุ่มธุรกิจต่างๆ และหน่วยงานในพื้นที่

5) ด้านเทคโนโลยี คือ การนำเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนในการใช้ทรัพยากรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ฌ. การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ หมายถึง การนำน้ำเสียชุมชนซึ่งผ่านระบบบำบัดกลับมาใช้ในระบบการผลิตน้ำประปา หรือการนำมาใช้กิจกรรมในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน เพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นของความต้องการน้ำ

ญ. เพิ่มกำลังการผลิตน้ำและปริมาณการจ่ายน้ำ หมายถึง การเพิ่มศักยภาพของระบบผลิตน้ำและการลดการสูญเสียน้ำในระบบต่างๆ เช่น ระบบการผลิตและระบบส่งน้ำ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5-53 รูปแบบของการจำแนกแนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ผลของการประชุมสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มของการจัดลำดับของการแก้ไขปัญหา ซึ่งผลของการจัดลำดับความสำคัญนั้นต้อง ผ่านเกณฑ์ของการวัดดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index) และอัตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio) (Alonso & Lamata, 2006) เพื่อให้ผลของการตัดสิ้นใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหานั้นมีความเชื่อมั่นมากที่สุด

5.6.3 ผลของการจัดลำดับของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

กลุ่มผู้นำชุมชน

ผลของกลุ่มผู้นำชุมชน ได้เลือกแนวทางของการแก้ปัญหาในหมวดหลักคือ ด้านการบริหารจัดการ และด้านการศึกษา (0.28) และได้เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่มีคะแนนมากที่สุดดังนี้

1) การให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำ (0.180)
2) วางแผนการจัดสรรและควบคุมการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ (0.176)
3) การขยายแหล่งน้ำและหาแหล่งน้ำดิบเพิ่มเติม (0.118)
4) เพิ่มกำลังการผลิตน้ำและปริมาณการจ่ายน้ำ (0.117)
5) วางแผนและควบคุมการเติบโตของเมือง (0.109)

โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index) 0.016 และอัตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio) 0.014 ซึ่งมีความสอดคล้องของคำตอบ (ตารางที่ 27)

แสดงให้เห็นว่า กลุ่มผู้นำชุมชน เลือกวิธีการปรับตัวโดยการให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำและช่วยกันประหยัดน้ำ มาเป็นลำดับแรก ซึ่งวิธีนี้เป็นการลดการเพิ่มขึ้นของความต้องการน้ำของพื้นที่และยังสามารถลดการขาดแคลนน้ำได้อย่างยั่งยืน และในลำดับรองลงมา ได้มองถึงการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ โดยมองด้านการควบคุมการใช้ การหาแหล่งทรัพยากรน้ำ และการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบประปา เพื่อรองรับการเพิ่มของความต้องการทรัพยากรน้ำ และการขยายตัวของเมืองที่ต้องมีการควบคุม

ตารางที่ 27 ลำดับความสำคัญของการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของกลุ่มผู้นำชุมชน

แนวทางหลัก	ค่าน้ำหนัก	วิธีการดำเนินงาน	ค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนักรวม
ด้านการบริหารจัดการ	0.28	วางแผนการจัดสรรและควบคุมการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ	0.62	0.176
		วางแผนและควบคุมการเติบโตของเมือง	0.38	0.109
ด้านทรัพยากร	0.16	การขยายแหล่งน้ำและหาแหล่งน้ำดิบเพิ่มเติม	0.75	0.118
		การสร้างที่กักเก็บน้ำสำรอง	0.25	0.039
ด้านการศึกษา	0.28	การให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำ	0.63	0.180
		การให้ความรู้ด้านการสำรองน้ำในครัวเรือน	0.37	0.104
ด้านเทคโนโลยี	0.16	เพิ่มกำลังการผลิตน้ำและปริมาณการจ่ายน้ำ	0.72	0.117
		การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่	0.28	0.046
ด้านการวางแผนนโยบาย	0.11	การกำหนดระยะเวลาการจ่ายน้ำ	0.53	0.059
		จัดเก็บค่าการใช้น้ำในอัตราก้าวหน้า	0.47	0.051
รวม	1.00		5.00	1.00

*ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index) 0.016

*อัตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio) 0.014

กลุ่มผู้บริหาร

ผลของกลุ่มผู้บริหาร ได้เลือกแนวทางของการแก้ปัญหาในหมวดหลักคือ ด้านการบริหารจัดการ (0.31) ด้านทรัพยากร (0.27) และได้เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่มีคะแนนมากที่สุดดังนี้

1) วางแผนการจัดสรรและควบคุมการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ และวางแผนและควบคุมการเติบโตของเมือง (0.154)

2) การขยายแหล่งน้ำและหาแหล่งน้ำดิบเพิ่มเติม และการสร้างที่กักเก็บน้ำสำรอง (0.136)

3) เพิ่มกำลังการผลิตน้ำและปริมาณการจ่ายน้ำ (0.106)

โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index) 0.036 และอัตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio) 0.032 ซึ่งมีความสอดคล้องของคำตอบ (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 28 ลำดับความสำคัญของการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของกลุ่มผู้บริหาร

แนวทางหลัก	ค่าน้ำหนัก	วิธีการดำเนินงาน	ค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนักรวม
ด้านการบริหารจัดการ	0.31	วางแผนการจัดสรรและควบคุมการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ	0.50	0.154
		วางแผนและควบคุมการเติบโตของเมือง	0.50	0.154
ด้านทรัพยากร	0.27	การขยายแหล่งน้ำและหาแหล่งน้ำดิบเพิ่มเติม	0.50	0.136
		การสร้างที่กักเก็บน้ำสำรอง	0.50	0.136
ด้านการศึกษา	0.17	การให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำ	0.50	0.087
		การให้ความรู้ด้านการสำรองน้ำในครัวเรือน	0.50	0.087
ด้านเทคโนโลยี	0.15	เพิ่มกำลังการผลิตน้ำและปริมาณการจ่ายน้ำ	0.70	0.106
		การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่	0.30	0.045
ด้านการวางแผนนโยบาย	0.09	การกำหนดระยะเวลาการจ่ายน้ำ	0.50	0.047
		จัดเก็บค่าการใช้น้ำในอัตราก้าวหน้า	0.50	0.047
รวม	1.00		5.00	1.000

*ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index) 0.036

*อัตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio) 0.032

แสดงให้เห็นว่า กลุ่มผู้บริหาร เน้นการแก้ปัญหาโดยการเพิ่มปริมาณของทรัพยากรน้ำหรือการจัดหาทรัพยากรน้ำ เพิ่มประสิทธิภาพของระบบประปา และสร้างที่กักเก็บน้ำสำรอง เพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นของความต้องการทรัพยากรน้ำและป้องกันการขาดแคลนน้ำในระยะสั้น ในอีกด้านหนึ่งได้เลือกวิธีการควบคุมวางการเติบโตและการขยายตัวของเมืองในอนาคต เพื่อชะลอการเพิ่มขึ้นของความต้องการทรัพยากรน้ำในอีกทางหนึ่ง

กลุ่มนักวิชาการ

ผลของกลุ่มนักวิชาการ ได้เลือกแนวทางของการแก้ปัญหาในหมวดหลักคือ ด้านการบริหารจัดการ (0.30) และด้านการศึกษา (0.21) และได้เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่มีคะแนนมากที่สุดดังนี้

1) วางแผนและควบคุมการเติบโตของเมือง (0.157)
2) วางแผนการจัดสรรและควบคุมการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ (0.147)
3) จัดเก็บค่าการใช้น้ำในอัตราก้าวหน้า (0.126)
4) การให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำ และการให้ความรู้ด้านการสำรองน้ำในครัวเรือน (0.103)

โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index) 0.050 และอัตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio) 0.045 ซึ่งมีความสอดคล้องของคำตอบ (ตารางที่ 29)

แสดงให้เห็นว่า กลุ่มนักวิชาการ เลือกวิธีการบริหารจัดการ และการจัดการทรัพยากรน้ำโดยการควบคุมวางแผนการบริหารจัดการน้ำ การปรับขึ้นค่าน้ำ รวมทั้งใช้วิธีการปรับตัวโดยการให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำและช่วยกันประหยัดน้ำ เพื่อรองรับการเติบโตการขยายตัวของเมือง และลดการเพิ่มขึ้นของความต้องการน้ำของพื้นที่และยังสามารถลดการขาดแคลนน้ำได้อย่างยั่งยืน

ตารางที่ 29 ลำดับความสำคัญของการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของกลุ่มนักวิชาการ

แนวทางหลัก	ค่าน้ำหนัก	วิธีการดำเนินงาน	ค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนักรวม
ด้านการบริหารจัดการ	0.30	วางแผนการจัดสรรและควบคุมการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ	0.48	0.147
		วางแผนและควบคุมการเติบโตของเมือง	0.52	0.157
ด้านทรัพยากร	0.15	การขยายแหล่งน้ำและหาแหล่งน้ำดิบเพิ่มเติม	0.57	0.087
		การสร้างที่กักเก็บน้ำสำรอง	0.43	0.067
ด้านการศึกษา	0.21	การให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำ	0.50	0.103
		การให้ความรู้ด้านการสำรองน้ำในครัวเรือน	0.50	0.103
ด้านเทคโนโลยี	0.15	เพิ่มกำลังการผลิตน้ำและปริมาณการจ่ายน้ำ	0.35	0.054
		การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่	0.65	0.100
ด้านการวางแผนนโยบาย	0.18	การกำหนดระยะเวลาการจ่ายน้ำ	0.30	0.054
		จัดเก็บค่าการใช้น้ำในอัตราก้าวหน้า	0.70	0.126

แนวทางหลัก	ค่าน้ำหนัก	วิธีการดำเนินงาน	ค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนักรวม
รวม	1.00		5.00	1.000
*ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)		0.050		
*อัตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio)		0.045		

5.6.4 สรุปผลการประชุมระดมสมอง

จากข้อมูลที่ได้จากการประชุมระดมสมอง เมื่อวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการรีวิว สามารถวิเคราะห์ จุดแข็ง และจุดอ่อน ของการเลือกแนวทางของทั้ง 3 กลุ่มได้ดังนี้

จุดแข็ง

กลุ่มผู้นำชุมชน มีจุดแข็งของการแก้ปัญหา คือ การปรับตัวของผู้ใช้น้ำ โดยการเน้นการประหยัดน้ำ และการให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำแก่ผู้ใช้น้ำ เช่น การรณรงค์ให้ใช้น้ำอย่างประหยัด การรู้คุณค่าของน้ำ การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อให้เกิดความร่วมมือกันในการลดการใช้ทรัพยากรน้ำ และส่งผลให้เกิดความยั่งยืนในการลดความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำที่สูงขึ้นของเทศบาลเมืองหัวหิน และลดภาระของการจัดหาและจัดสรรทรัพยากรที่มีอย่างจำกัดของฝ่ายบริหาร

กลุ่มผู้บริหาร การที่ฝ่ายบริหารดำเนินการควบคุมกิจกรรมที่มีความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำ ทำให้เกิดจุดแข็งของการแก้ปัญหา คือ ลดการใช้อย่างสิ้นเปลืองและทำให้เกิดการใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด และการดำเนินการจัดหาแหล่งทรัพยากรน้ำ เพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นความต้องการใช้น้ำและการขยายตัวของเมือง

กลุ่มนักวิชาการ มีการแก้ปัญหา ซึ่งเน้นการแก้ปัญหาในหลายรูปแบบ โดยการประสานกันในรูปแบบของการบริการจัดการ การควบคุมการใช้น้ำ การปรับลดการความต้องการ การจัดหาและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบประปา และการปรับตัวของประชาชนหรือผู้ใช้น้ำ

จุดอ่อน

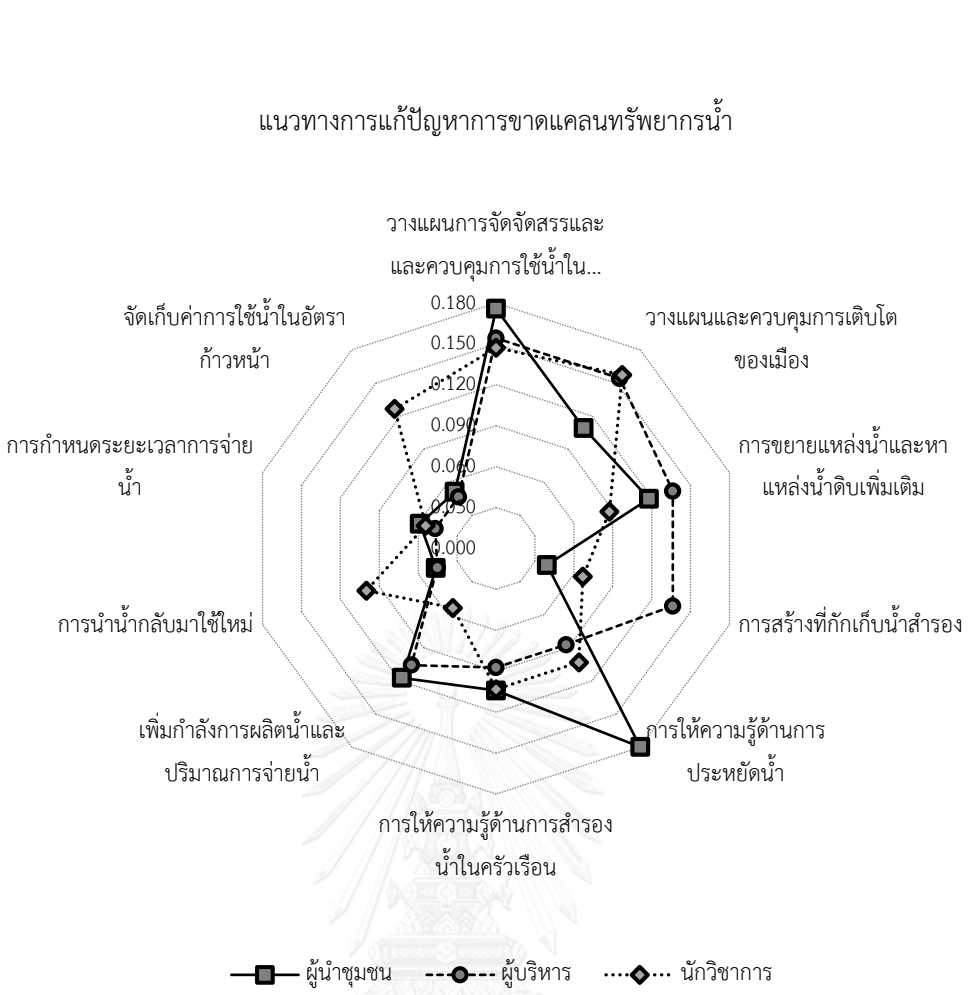
กลุ่มผู้นำชุมชน มีจุดอ่อนของการแก้ปัญหา คือ การปรับตัวของผู้ใช้น้ำ จำเป็นต้องมีการดำเนินการอย่างจริงจัง ต้องใช้ระยะเวลาเป็นเวลานาน ในการดำเนินการเพื่อให้เห็นผลที่ชัดเจน ต้องมีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องให้ความร่วมมือและเป็นแบบอย่างที่ดีให้ประหยัดน้ำ จึงจะสามารถทำให้เกิดประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดและส่งผลให้เกิดความยั่งยืน

กลุ่มผู้บริหาร ใช้ควบคุมการใช้น้ำ ซึ่งต้องมีการดำเนินการอย่างรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดความขัดแย้งต่อหน่วยงานรวมทั้งกิจกรรมที่สำคัญ ซึ่งอาจส่งผลให้การดำเนินงานเป็นได้อย่างยากลำบาก และในด้านการหาทรัพยากรน้ำเพิ่มเติม ต้องมีการสำรวจและประเมินความเสียหายและความขัดแย้งที่จะเกิดขึ้นตามมา ทั้งในพื้นที่ต้นน้ำและปลายน้ำ

กลุ่มนักวิชาการ การแก้ปัญหาโดยใช้การประสานกันในทุกรูปแบบ เป็นแนวคิดทางด้านวิชาการ ซึ่งถ้าสามารถทำได้จะส่งผลให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพสูงสุด แต่จุดอ่อนของการดำเนินงาน คือ การดำเนินงานในพื้นที่จริงย่อมมีปัญหาในหลายด้าน เช่น การยอมในแนวทางการแก้ปัญหาของประชากรในพื้นที่รวมทั้งผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมด ความเข้าใจในด้านการดำเนินงานนโยบายของพื้นที่ พื้นฐานความรู้ ความตระหนักถึงปัญหา ความใส่ใจในปัญหาของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ จะส่งผลให้การดำเนินงานของแนวทางจากนักวิชาการไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อเปรียบเทียบผลการเลือกแนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ (รูปที่ 54) ของทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า กลุ่มผู้นำชุมชนและกลุ่มผู้บริหาร มีประเด็นที่คล้ายคลึงกัน คือ การเลือกวิธีการบริหารจัดการ โดยควบคุมการใช้น้ำของกิจกรรมต่างๆ และการเลือกที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ ด้านการปรับตัวที่กลุ่มผู้นำชุมชน เลือกมาเป็นอันดับแรก และด้านจัดหาทรัพยากรที่กลุ่มผู้บริหารให้ความสำคัญ ส่วนในประเด็นอื่นทั้ง 2 กลุ่มมีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน กลุ่มนักวิชาการ เห็นได้ว่า มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน จากการที่เลือกการแก้ปัญหาเน้นทางด้านการวางนโยบายและการบรูณาการในทุกๆด้าน ซึ่งเป็นแนวทางที่ดีในการแก้ปัญหาในภาพรวม แต่ทั้งนี้ยังต้องดูถึงความสามารถในการดำเนินงานของพื้นที่ควบคู่ไปด้วย

Chulalongkorn University



รูปที่ 54 การเปรียบเทียบผลการเลือกแนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.7 สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา

เทศบาลเมืองหัวหินเป็นพื้นที่ที่มีความเปลี่ยนแปลงในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมาอย่างรวดเร็ว เป็นแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งชุมชนที่การเติบโตและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ทำให้เกิดความต้องการด้านทรัพยากรน้ำเพิ่มมากขึ้น พื้นที่เทศบาลเมืองหัวหินไม่มีแหล่งทรัพยากรน้ำต้องผึ้งพาจากแหล่งอื่น ทั้ง ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน และลุ่มน้ำปราณบุรี ส่งผลให้มีแนวโน้มของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในอนาคต จากการจำแนกตัวแปรของปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยใช้ DPSIR ทั้งแบบใช้การประเมินจากการรีวิวข้อมูล และการให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียประเมินนั้น ทั้งสองวิธีการมีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปัจจัยที่ส่งผล ประกอบด้วย 1) จำนวนประชากร และ 2) การเติบโตทางเศรษฐกิจ ประกอบด้วย การเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ประกอบการฯ และ การเพิ่มขึ้นของจำนวนนักท่องเที่ยว แสดงให้เห็นว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียนั้น มีความตระหนักรู้และเข้าใจในสาเหตุของ

ปัญหา ทำให้เป็นการง่ายที่จะวางแผนหรือนโยบายในการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในอนาคต และส่งผลให้แนวโน้มของการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

เมื่อทราบถึงข้อนี้แล้วจึงดำเนินการวิจัยโดยการใช้ AHP เพื่อหาทางเลือกในการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยผลการศึกษาแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มมีจุดแข็งและจุดอ่อนที่ไม่เหมือนกัน รวมทั้งประเด็นของการแก้ไขปัญหาบางวิธีการที่มีความไม่เหมือนกัน โดยกลุ่มผู้นำชุมชน และกลุ่มผู้บริหาร จุดแข็งทั้ง 2 กลุ่มนี้ที่มีมากกว่ากลุ่มนักวิชาการ คือ การที่เป็นผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงและสามารถประเมินศักยภาพของตนเองและพื้นที่ได้ แต่การมองในภาพรวมและวิธีการแก้ปัญหาแบบบูรณาการยังคงต้องใช้กลุ่มนักวิชาการเป็นผู้ช่วยและที่ปรึกษา

ผลการศึกษา ทั้ง 3 กลุ่มมีการแก้ปัญหาคล้ายกัน คือ การควบคุมกิจกรรมของการใช้น้ำที่ไม่จำเป็นและมองถึงการประหยัดน้ำในภาพรวม สิ่งที่ผู้นำชุมชนให้ความสำคัญและมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่น คือ มองถึงศักยภาพของตัวประชากรที่สามารถช่วยลดการใช้น้ำ ซึ่งมีข้อจำกัดในหลายส่วน เช่น จำเป็นต้องมีการดำเนินการอย่างจริงจังและใช้ระยะเวลานานในการดำเนินงาน เพื่อให้เห็นผลที่ชัดเจนต้องมีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง ในส่วนของกลุ่มผู้บริหาร มองถึงการใช้การบริหารและการจัดการมาช่วยในการแก้ปัญหา โดยการจัดหาทรัพยากรน้ำเพิ่มเติมจากลุ่มน้ำปราณบุรี และลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน ซึ่งผลกระทบที่ตามมา คือ อาจทำให้เกิดความขัดแย้งด้านการแย้งชิงทรัพยากรน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบตามมาอีกมากมาย เนื่องจากทั้ง 2 แหล่งนั้นมีศักยภาพของทรัพยากรน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการปัจจุบัน และเมื่อต้องมีการจัดสรรน้ำให้เทศบาลเมืองหัวหิน ในส่วนของผู้บริหารเมืองต้องให้ความสำคัญกับการการชดเชยค่าเสียหาย ค่าเสียประโยชน์ ค่าเสียโอกาสของการใช้ทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ

ประเด็นสำคัญที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนที่กลุ่มผู้นำชุมชนและกลุ่มผู้บริหาร มีความเห็นไม่ตรงกับกลุ่มนักวิชาการ คือ การจัดเก็บค่าการใช้น้ำในอัตราก้าวหน้าและปรับขึ้นค่าน้ำและการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่ง 2 ประเด็น นี้ มีการดำเนินในบางพื้นที่ แต่ยังคงเป็นประเด็นที่ยังต้องได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่ก่อนการดำเนินการ

ประเด็นการจัดเก็บค่าการใช้น้ำในอัตราก้าวหน้าและปรับขึ้นค่าน้ำ จากกรณีตัวอย่างจากข้อมูลของการประปาส่วนภูมิภาคทั้งก่อนและหลังการปรับขึ้นค่าน้ำในพื้นที่ที่มีการร่วมทุนกับเอกชน เช่น พื้นที่พัทยาและภูเก็ต ในปี พ.ศ. 2554 ได้มีปรับขึ้นค่าน้ำและมีการจัดเก็บค่าการใช้น้ำในอัตราก้าวหน้า ดังนี้

- ภาคประชาชน เพิ่มขึ้นจาก ลบ.ม. ละ 7.75-15.00 บาท เป็น 10.20-21.20 บาท
- ภาคธุรกิจขนาดเล็ก เพิ่มขึ้นจาก ลบ.ม. ละ 9.00-15.00 บาท เป็น พัทยา 17.00-28.00 บาท และภูเก็ต 18.00-30.25 บาท

- ภาครัฐวิสาหกิจ อุตสาหกรรม และธุรกิจขนาดใหญ่ เพิ่มขึ้นจาก ลบ.ม. ละ 10.00-21.00 บาท เป็น พัทยา 18.25-32.50 บาท และภูเก็ต 18.50-34.75 บาท

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำ จำนวนรายของผู้ใช้น้ำ และอัตราส่วนของการปริมาณการใช้น้ำต่อจำนวนรายของผู้ใช้น้ำ ในช่วง 5 ปี พ.ศ. 2549-2553 กับ ในช่วง 5 ปี พ.ศ. 2554-2558 จากข้อมูลของการประปาส่วนภูมิภาคของทั้ง 2 พื้นที่ มีดังนี้

1) พัทยามีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.81 และ 4.45 จำนวนรายของผู้ใช้น้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 6.82 และ 5.98 อัตราส่วนเฉลี่ย 49.44 และ 47.91 ลบ.ม. ต่อ ราย ตามลำดับ
2) ภูเก็ตมีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.69 และ 4.47 จำนวนรายของผู้ใช้น้ำเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.04 และ 7.33 อัตราส่วนเฉลี่ย 37.64 และ 33.29 ลบ.ม. ต่อ ราย ตามลำดับ

พบว่า ปริมาณการใช้น้ำยังคงมีการเพิ่มขึ้นตามจำนวนรายของผู้ใช้น้ำ ซึ่งเห็นได้ว่า การปรับขึ้นค่าน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคไม่ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณการใช้น้ำในพื้นที่ท่องเที่ยวโดยค่า R^2 ที่ 0.95 ปัจจุบันเทศบาลเมืองหัวหิน ได้มีการจัดเก็บค่าการใช้น้ำในอัตราก้าวหน้าในอัตรา ลบ.ม. ละ 3.50-15.00 บาท ซึ่งกลุ่มผู้นำชุมชน คิดว่าการปรับขึ้นค่าน้ำประปาจะส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายและทำให้ความไม่พอใจของประชาชนในพื้นที่ และกลุ่มผู้บริหาร คิดว่าการปรับขึ้นค่าน้ำประปาจะทำให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่ อาจจะทำให้เกิดปัญหาความขัดแย้งและความไม่พอใจของประชาชนได้ ดังนั้นการแก้ไขปัญหานี้จึงไม่ได้รับการพิจารณาเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาในพื้นที่นี้

ประเด็นการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ในปัจจุบันเทศบาลเมืองหัวหิน ได้มีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในส่วนของการรดน้ำต้นไม้ การทำความสะอาดตลาดสดและถนนในเขตเทศบาล ซึ่งยังไม่ได้นำกลับมาใช้ในระบบผลิตน้ำประปา ซึ่งกลุ่มผู้นำชุมชนและกลุ่มผู้บริหาร ยังคงไม่มีความมั่นใจกระบวนการของการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ การใช้เงินลงทุนที่สูง และคิดว่าจะทำให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนและความไม่พอใจของประชาชน โดยกลุ่มนักวิชาการ ได้ให้ค่าความสำคัญกับประเด็นของการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งมีปริมาณที่มากและสามารถนำมาทดแทนในส่วนของการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ กรณีตัวอย่าง จากข้อมูลขององค์การจัดการน้ำเสีย กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2557-2559 ได้ร่วมมือกับเทศบาล 8 แห่ง ได้แก่ เทศบาลนครเชียงใหม่, เทศบาลนครลำปาง, เทศบาลนครอุดร, เทศบาลเมืองพะเยา, เทศบาลเมืองมุกดาหาร ,เทศบาลเมืองสิงห์บุรี , เทศบาลเมืองบ้างโป่ง เพื่อดำเนินการนำน้ำที่ผ่านระบบบำบัดไปใช้ด้านการเกษตรในฤดูแล้งและในช่วงของการขาดแคลนน้ำ ในส่วนของการนำน้ำที่ผ่านระบบบำบัดไปใช้ด้านการผลิตน้ำประปา จาก

ข้อมูลของเทศบาลเมืองป่าตอง เทศบาลเมืองป่าตองได้ร่วมมือกับ บริษัท WOG ITR Water Solution จำกัด ในปี พ.ศ. 2558 ได้ดำเนินการนำน้ำที่ผ่านระบบบำบัดไปใช้ด้านการผลิตน้ำประปา โดยแยกระบบการผลิตออกจากระบบการผลิตน้ำประปาปกติและแยกระบบส่ง ในปัจจุบันได้ดำเนินการจำหน่ายให้กับกลุ่มธุรกิจโรงแรม แต่ยังคงไม่มีความมั่นใจกระบวนการของการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่และความรู้สึกว่าน้ำยังคงเป็นน้ำเสียอยู่ ทำให้ประชาชนยังไม่ใช้น้ำในส่วนนี้

ซึ่งจากการประเมินของทีมนักวิจัยและการมีส่วนร่วมของพื้นที่นั้น แนวทางของการดำเนินงานในพื้นที่กับการประเมินทางด้านวิทยาศาสตร์ส่งผลให้เห็นถึงความเข้าใจและความกังวลต่อสิ่งที่ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำอย่างถูกต้อง ส่งผลให้เกิดแนวทางที่กลุ่มตัวอย่างเลือกที่จะทำนั้นมีความสอดคล้องและมีทิศทางไปในทางเดียวกัน ส่งผลในการแก้ไขปัญหาในพื้นที่นั้นสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและยังไม่ทำให้เกิดความขัดแย้งในพื้นที่ และเพื่อทำให้ทราบถึงผลของการแก้ไขปัญหาและสามารถแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในเชิงคณิตศาสตร์ของแต่ละกลุ่ม ข้อมูลของแนวทางการแก้ปัญหาทั้งหมดได้ถูกนำไปสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหินในบทที่ 6 เพื่อให้การวิเคราะห์ภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
ระบบการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของเมืองท่องเที่ยว

6.1 บทนำ

การสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน ซึ่งแบบจำลองดังกล่าว สามารถแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในเชิงคณิตศาสตร์ในปัจจัยที่ส่งผลต่อทรัพยากรน้ำและแนวทางของกลุ่มต่างๆ และสามารถประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของเมืองท่องเที่ยว ส่งผลให้การวิเคราะห์ภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจการวางแผนและหาแนวทางการแก้ปัญหาในพื้นที่ท่องเที่ยว โดยการสร้างแบบจำลองครั้งนี้ ได้นำข้อมูลพื้นที่ของเทศบาลเมืองหัวหิน ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวและพื้นที่ที่มีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศไทยในปัจจุบัน พื้นที่นี้ได้มีปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำนั้นส่งผลกระทบเป็นอย่างมาก ทั้งในด้านความเป็นอยู่ของประชาชน การดำเนินงานด้านธุรกิจและการเติบโตหรือการขยายตัวของเมือง ซึ่งแนวทางการแก้ปัญหานั้น ได้มาจากการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่โดยใช้การประชุมระดมสมองระหว่างกลุ่มตัวแทนผู้มีส่วนได้เสีย จากผลการศึกษาในบทที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2 กรอบแนวคิดของการสร้างแบบจำลอง

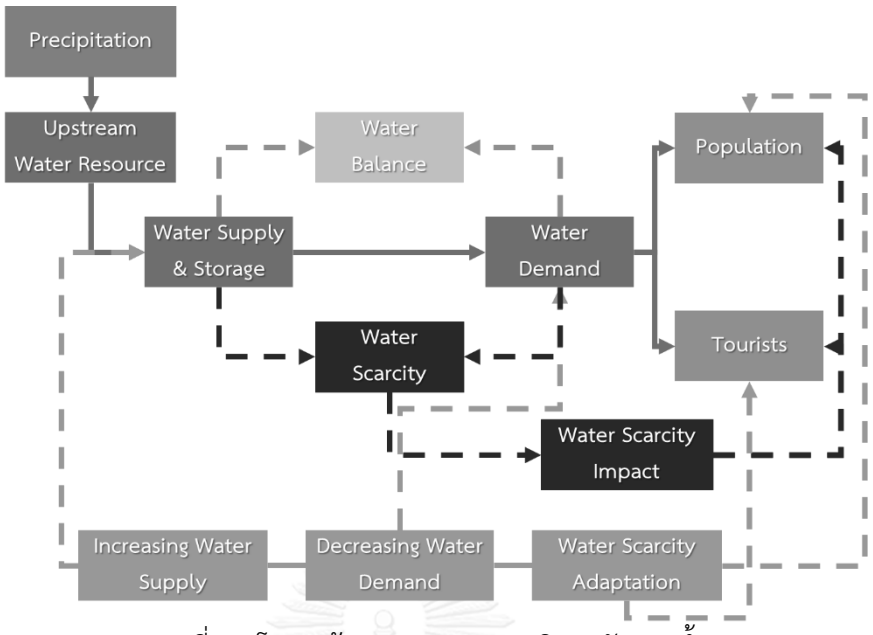
การสร้างระบบการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของเมืองท่องเที่ยว ทำได้โดยการจำลองระบบการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ (Hydrological system dynamic model) ซึ่งจำลองระบบด้านทรัพยากรน้ำ และสร้างความสัมพันธ์ของระบบหรือแผนผังแสดงเหตุและผล (Causal Loop Diagram) ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ รวมทั้งการใช้แนวทางการแก้ปัญหาจากข้อมูลที่ได้จากการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่โดยใช้การประชุมระดมสมองระหว่างกลุ่มตัวแทนผู้มีส่วนได้เสีย ซึ่งข้อมูลปฐมภูมิ ทุติยภูมิและการแก้ปัญหาที่เป็นข้อมูลเชิงพรรณา (บทที่ 4 และบทที่ 5) ต้องถูกนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงตัวเลข เพื่อใช้ในการคำนวณ

หลักการทำงานของแบบจำลองเชิงพลวัต คือ การประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำจากระดับของสมดุลของน้ำและปริมาณน้ำกักเก็บ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงกับศักยภาพของการรองรับประชากรและนักท่องเที่ยว โดยเมื่อปริมาณน้ำไม่เพียงพอ ก่อให้เกิดปัญหาต่อศักยภาพของการรองรับ

ประชากรที่อาศัยในพื้นที่และการท่องเที่ยว ส่งผลต่อจำนวนประชากรและจำนวนนักท่องเที่ยว ซึ่งเป็นผู้ได้รับผลกระทบโดยตรง มีการลดจำนวนลงและเมื่อมีเพิ่มระดับความรุนแรงมากขึ้น ประชากรและนักท่องเที่ยวก็ยิ่งจะได้ผลกระทบมากขึ้นตามไปด้วย ส่งผลต่อเนื่องไปยังปริมาณของจำนวนประชากรและจำนวนนักท่องเที่ยวลงลด แต่ในทางกลับกัน เมื่อประชากรและนักท่องเที่ยวลดลงทำให้ความต้องการใช้น้ำลดลง จะส่งผลให้ทรัพยากรน้ำกลับมามีความเพียงพอต่อความต้องการอีกครั้ง ค่าความเปราะบางได้จากการประเมินในตัวแปรต่างที่อยู่ภายในระบบของการบริหารจัดการน้ำ รวมทั้งแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง โดยการประเมินค่าความเปราะบางได้รับการพิจารณาค่าน้ำหนักและค่าความสำคัญของตัวแปรจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของระบบ

แนวคิดของแบบจำลองเริ่มจาก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ต้นน้ำ เป็นแหล่งทรัพยากรน้ำหลักของพื้นที่ จากนั้นจะถูกจัดเก็บและลำเลียงผ่านระบบการบริหารจัดการน้ำไปสู่เมือง โดยมีความต้องการทรัพยากรน้ำเป็นตัวแปรที่กำหนดปริมาณของความต้องการจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณประชากรและนักท่องเที่ยว ระบบจะทำการประเมินสมดุลของน้ำ รวมทั้งการประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในระดับต่างๆ เมื่อเกิดการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ผลกระทบจะไปสู่นักท่องเที่ยวเป็นลำดับแรก โดยจะทำให้นักท่องลดลง (ไม่มาเที่ยว) แล้วจึงไปกระทบประชากร (ซึ่งไม่มีรายจากการท่องเที่ยว) ทำให้อาจจะเกิดการย้ายออก เพื่อหาแหล่งธุรกิจแหล่งใหม่ ปัญหาที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้นักท่องเที่ยวและประชากรลดลง และจะมีการเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำลดลง แต่ถ้ามีการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ที่ได้ข้อมูลจากการศึกษาวิจัย (บทที่ 4 และ 5) โดยการแก้ปัญหาในตัวแปรต่างๆ ของแบบจำลอง ซึ่งจะส่งผลต่อศักยภาพของการรองรับนักท่องเที่ยวและการเพิ่มขึ้นของประชากร เพื่อแสดงให้เห็นในเชิงตัวเลขว่า แนวทางการแก้ปัญหาในทางเลือกที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำและความเปราะบางของพื้นที่ในระดับเท่าไร (รูปที่ 55)

ผลของแบบจำลองเชิงพลวัต สามารถฉายภาพอนาคตของเสนอแนะแนวทางในการตัดสินใจวางแผนเชิงนโยบายในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน ที่เสนอโดย 3 ภาคส่วน คือ กลุ่มตัวแทนของประชาชน กลุ่มผู้บริหาร และกลุ่มนักวิชาการ และแนวทางที่อาจเกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งสิ้น 8 แนวทาง ผลของการฉายภาพอนาคตถูกนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดแข็งจุดอ่อนของรูปแบบทางเลือกในการแก้ไขปัญหาและการปรับตัว เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจการวางแผนในอนาคต



รูปที่ 55 โครงสร้างของระบบการบริหารจัดการน้ำ

6.3 โครงสร้างของแบบจำลองของระบบ

การออกแบบโครงสร้างของระบบ โดยการแบ่งระบบเป็นกลุ่มของระบบย่อยและระบบใหญ่ ระบบย่อยสร้าง เพื่อจัดการระบบที่มีความซับซ้อน แยกตามพฤติกรรมของระบบ และระบบใหญ่ใช้ในการจัดหมวดหมู่ของระบบ เพื่อจำแนกและป้องกันการทับซ้อนของระบบย่อย โดยใช้การคำนวณเชิงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ และการออกแบบโครงสร้างของระบบใหญ่ มีหน้าที่ประเมินค่าความสำคัญและการให้น้ำหนักแก่ตัวแปร และเชื่อมโยงระบบ ซึ่งประกอบด้วย 2 ระบบใหญ่ คือ ระบบการบริหารจัดการน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ และระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน

6.3.1 ระบบการบริหารจัดการน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลของระบบการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ต้นน้ำ (ลุ่มน้ำปราณบุรีและเพชรบุรีตอนบน) สามารถจำแนกตัวแปรที่เกี่ยวข้อง (จากข้อมูลในบทที่ 4) คือ ทรัพยากรน้ำที่เข้าเขื่อนได้จากปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ต้นน้ำ ในส่วนของการจ่ายน้ำให้กับพื้นที่ชลประทานมีความคล้ายคลึงกันแต่มีความแตกต่างกันในส่วนของปริมาณและสัดส่วนของการจัดสรรน้ำ ซึ่งสามารถจำแนกปัจจัยได้ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)

2) ปริมาณน้ำฝน (Precipitation)

3) ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Reservoirs)

4) ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในเขตชลประทาน (Agriculture Water Demand)

5) ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภคในพื้นรับผิดชอบนั้นๆ (Rural Water Demand, Provincial Water Demand)

6) ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม (Industry Water Demand)

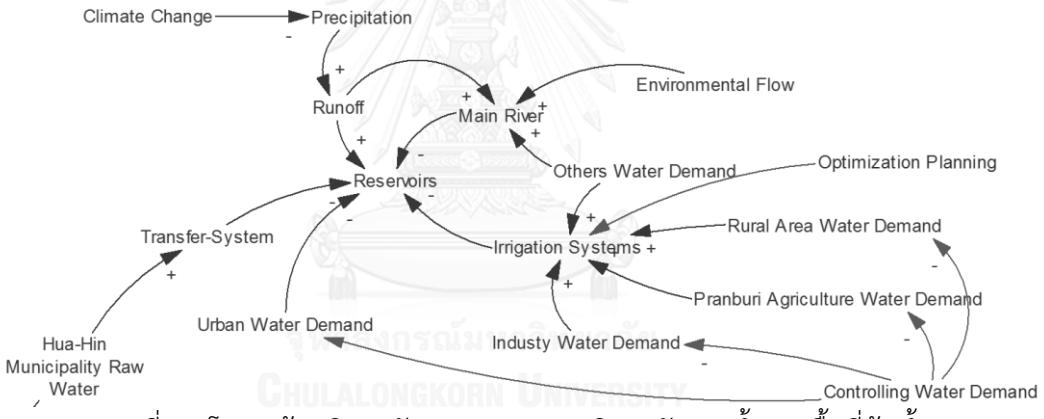
7) การปล่อยน้ำลงในลำน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์ (Environmental Flow)

8) การจัดสรรน้ำเพื่อกิจกรรมอื่นๆ (Other Water Demands)

9) การจัดสรรน้ำส่งไปยังเทศบาลเมืองหัวหิน (Hua-Hin Municipality Water Demand)

10) แนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทัพยากรน้ำ (Solutions)

ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์เชิงระบบได้ดังรูปที่ 56



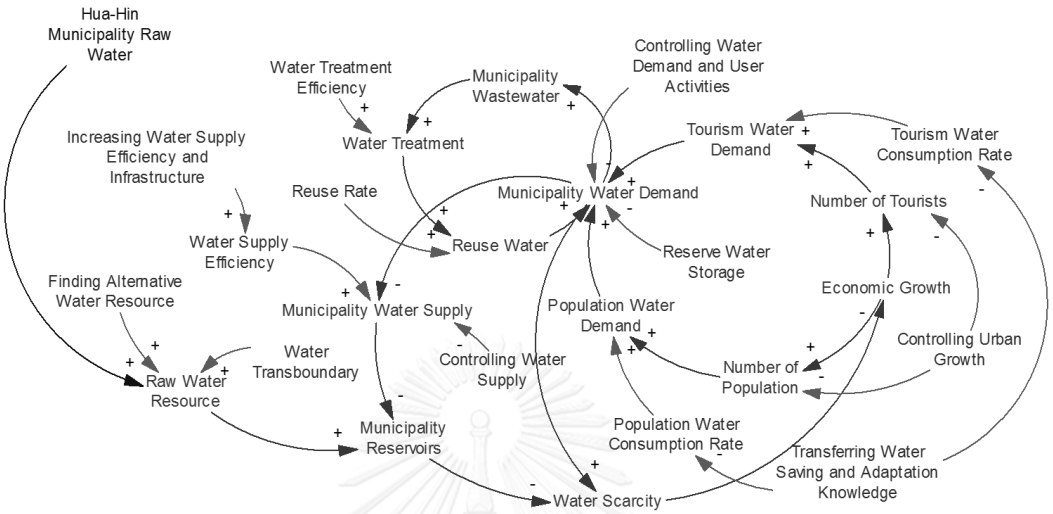
รูปที่ 56 โครงสร้างเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ

6.3.2 ระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน

ระบบของการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหินนั้นไม่มีแหล่งน้ำต้นทุนอยู่ในพื้นที่ ดังนั้นระบบทรัพยากรน้ำ คือทรัพยากรน้ำที่ได้จากเขื่อนปราณบุรีและเขื่อนแก่งกระจาน ซึ่งถูกนำมาเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำของเทศบาลฯ ด้านความต้องการใช้น้ำหลักมีทั้งสิ้น 2 ประเภท คือ การอุปโภคบริโภค (Population Water Demand) และกิจรรมการท่องเที่ยว (Tourism Water Demand)

ระบบการบริหารจัดการน้ำภายในเทศบาลเมืองหัวหิน นั้นประกอบด้วย ระบบของการผลิตน้ำประปา ระบบของการจ่ายน้ำให้ส่วนของความต้องการด้านต่างๆ (Municipality Water

Supply) และระบบของการบำบัดน้ำเสีย (Municipality Wastewater Treatment) เพื่อปล่อยลงสู่ทะเลและมีบางส่วนที่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่ในบางกิจกรรม ซึ่งสามารถแสดงในรูปแบบของ Causal Loop Diagram ดังรูปที่ 57



รูปที่ 57 โครงสร้างเชิงพลวัตของระบบการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน

ทางด้านแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหินเมื่อนำข้อมูลจากการประชุมเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในบทที่ 5 ซึ่งแนวทางการของการแก้ปัญหาถูกแทรกลงในระบบทั้งหมดมีทั้งสิ้น 9 ตัวแปร (ตารางที่ 30) และนำค่าคะแนนจากผลการเลือกแนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ (รูปที่ 54) ของทั้ง 3 กลุ่ม มาผ่านการจัดลำดับคะแนน จากคะแนนต่ำสุด (0.039) และสูงสุด (0.180) โดยวิธีการแบ่งช่วงของคะแนนเป็น 5 ช่วงคะแนนดังนี้

- คะแนน 0.039 - 0.067 ให้ค่าเท่ากับ 1
- คะแนน 0.068 - 0.095 ให้ค่าเท่ากับ 2
- คะแนน 0.096 - 0.124 ให้ค่าเท่ากับ 3
- คะแนน 0.125 - 0.152 ให้ค่าเท่ากับ 4
- คะแนน 0.153 - 0.180 ให้ค่าเท่ากับ 5

เพื่อนำเข้าให้อยู่ในรูปแบบตัวแปรของระบบเชิงพลวัตร ดังแสดงในรูปที่ 57 ซึ่งสามารถนำลำดับคะแนนดังแสดงในตารางที่ 30 มาใช้ในการคำนวณในแบบจำลองในลำดับถัดไป

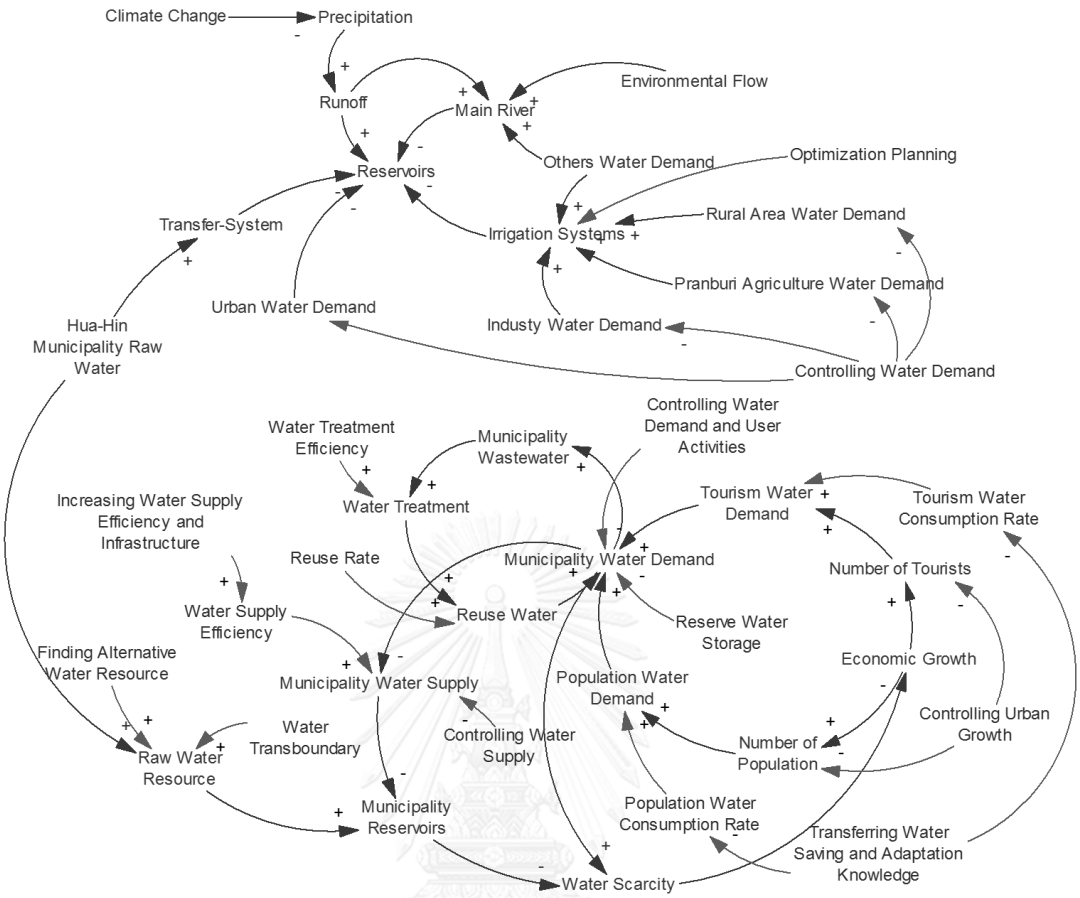
ตารางที่ 30 ระดับของแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหินที่ได้จากการประชุมกลุ่มย่อย

	แนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ	ระดับของการแก้ปัญหา		
		ประชาชน	ผู้บริหาร	นักวิชาการ
1	วางแผนการจัดสรรและควบคุมการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ (Controlling water demand and user activities)	5	5	4
2	วางแผนและควบคุมการเติบโตของเมือง (Controlling urban growth)	3	5	5
3	ควบคุมปริมาณและระยะเวลาการจ่ายน้ำ (Controlling water supply)	2	1	1
4	การให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำและการปรับตัว (Transferring water saving and adaptation knowledge)	5	2	3
5	การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse water)	1	1	4
6	การให้ความรู้ด้านการสำรองน้ำในครัวเรือน (Reserve water storage)	3	2	3
7	เพิ่มกำลังการผลิตน้ำและปริมาณการจ่ายน้ำ (Increasing water supply capacity and infrastructure)	4	3	1
8	การจัดหาแหล่งน้ำที่มีศักยภาพรอบพื้นที่ (Water trans-boundary)	4	4	2
9	การหาแหล่งน้ำดิบเพิ่มเติม (Finding alternative water)	4	4	2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3.3 ระบบของแบบจำลองเชิงพลวัตของทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน

เมื่อมองค์ประกอบของแบบจำลองโดยรวม เราสามารถรวมระบบการบริหารน้ำของทั้งระบบใหญ่ โดยการเชื่อมโยงระบบทั้งหมดเข้าด้วยกันผ่านทางการจัดสรรน้ำและความต้องการใช้น้ำในด้านต่างๆ รวมทั้งแนวทางการแก้ไขปัญหา (รูปที่ 58) เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงและผลของแนวทางแก้ไขปัญหาของแต่ละกลุ่ม ซึ่งผลที่ได้นั้นแสดงถึงความสามารถในการรับมือกับปัญหาในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 58 โครงสร้างเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.4 แบบจำลองเชิงพลวัตของทรัพยากรน้ำและการประเมินความเปราะบางของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ส่วนประกอบของแบบจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน ตามกรอบแนวคิดของพลวัตของระบบ (รูปที่ 58) สามารถสร้างแบบจำลองของระบบทั้งหมดซึ่งในแต่ระบบมีความซับซ้อน มีความเชื่องโยงซึ่งกันและกัน ส่งผลต่อกันทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งภาพรวมของแบบจำลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 59 ในแต่ละส่วนของแบบจำลองประกอบด้วย ระบบย่อย 5 ระบบ ดังนี้

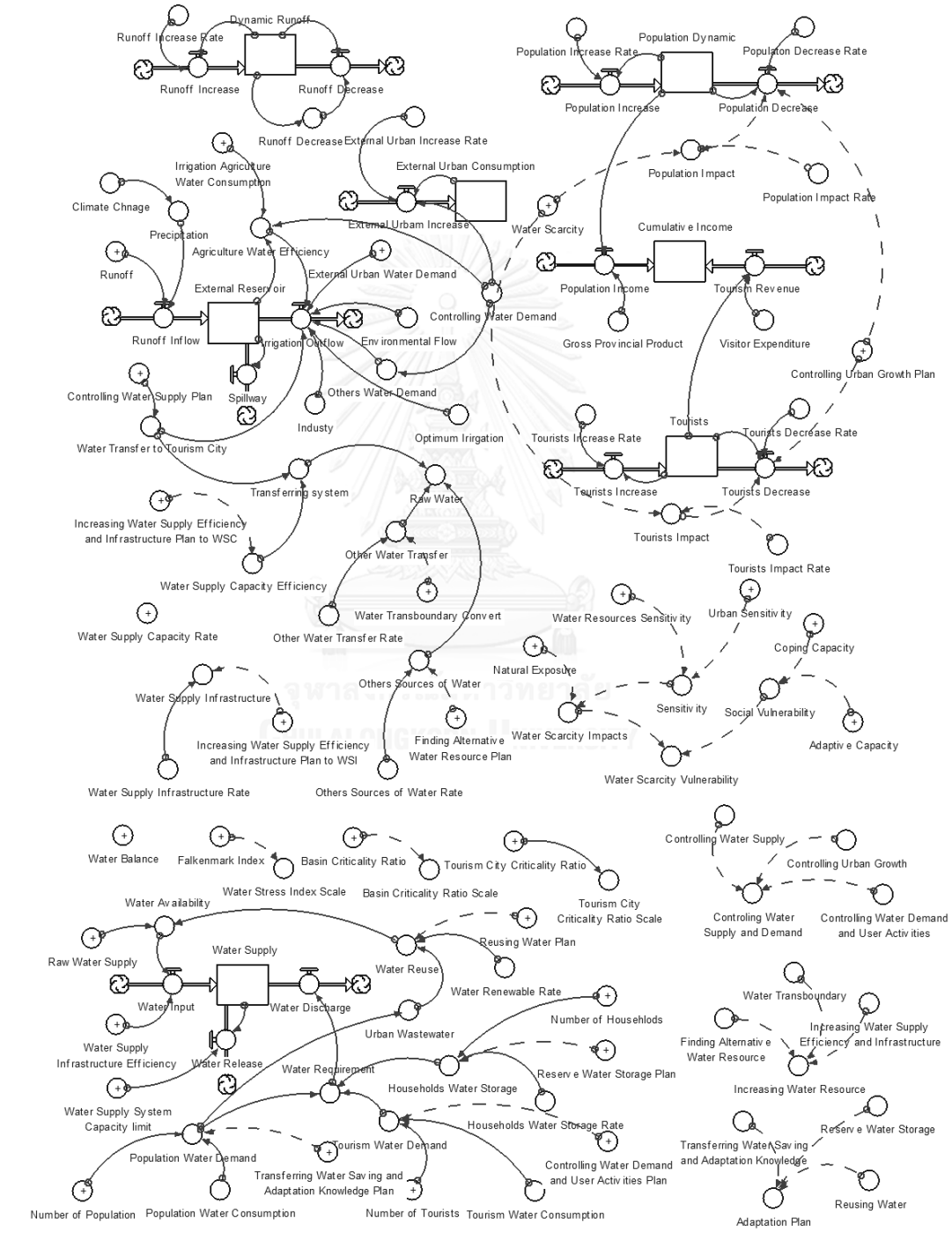
1) ระบบของสมดุลของน้ำ (Water Balance Module)

2) ระบบของทรัพยากรน้ำ (Water Resources Module)

3) ระบบของชุมชนเมือง (Urban Module)

4) ระบบของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ (Solution Module)

5) ระบบของการประเมินความเปราะบางของทรัพยากรน้ำ (Vulnerability Assessment Module)



รูปที่ 59 โครงสร้างของแบบจำลองเชิงพลวัตของสมดุลของน้ำ

6.4.1 โครงสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตของทรัพยากรน้ำและการประเมินความเปราะบางของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ระบบสมดุลของน้ำ (Water Balance Module)

การจำลองระบบสมดุลของน้ำ (Water Balance Module) ซึ่งเป็นระบบย่อยหลักของพื้นที่ท่องเที่ยว โดยการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของระบบการบริหารจัดการน้ำและความต้องการน้ำภายในเทศบาลเมืองหัวหิน ประกอบด้วยระบบย่อยต่างๆ ดังนี้

- **ระบบของทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน** ประกอบด้วย ระบบการจัดสรรน้ำดิบจากพื้นที่ต้นน้ำ ปริมาณมาตรของอ่างเก็บน้ำดิบ ระบบการผลิตน้ำประปา ประสิทธิภาพของการผลิตและการจ่ายน้ำประปา และระบบการจัดสรรน้ำภายเทศบาลเมืองเมืองหัวหิน

- **ระบบความต้องการน้ำ** ประกอบด้วย ความต้องใช้น้ำและอัตราการใช้น้ำของประชาชน ความต้องใช้น้ำและอัตราการใช้น้ำของนักท่องเที่ยวและผู้ประกอบการฯ

- **ระบบการบำบัดน้ำเสีย** ประกอบด้วย ระบบการบำบัดน้ำเสีย ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสียและปริมาณน้ำที่นำกลับมาใช้ใหม่

- **ระบบการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำ** ประกอบด้วย ระบบการสำรองน้ำ และแผนการแก้ปัญหาฯ ซึ่งแผนการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำมีการแทรกอยู่ภายระบบดังกล่าว โดยใช้วิธีการแบ่งสัดส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการส่งน้ำ การจัดหาทรัพยากรน้ำจากแหล่งอื่น และการควบคุมปริมาณการจ่ายน้ำ และตัวแปรของการแก้ปัญหาอื่นๆ นำค่าสัมประสิทธิ์ของค่าเดิม แบ่งเป็น 5 ส่วน จากนั้นใช้ค่าของการแก้ปัญหานั้นๆ คูณกับ 1 ใน 5 ของสัมประสิทธิ์เดิม และบวกกับค่าสัมประสิทธิ์เดิม จึงได้ค่าสัมประสิทธิ์ของการแก้ปัญหานั้นๆ (สมการที่ 20)

$$Y = a + \left(\frac{a}{5} \cdot X\right) \qquad \text{(สมการที่ 20)}$$

เมื่อ Y คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของการแก้ปัญหา

a คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร

X คือ ค่าคะแนนของการแก้ปัญหา

- **ระบบการประเมินระดับของการขาดแคลนน้ำ** โดยการสร้างการเชื่อมโยงตัวแปรจากสมการ Falkenmark index (Water Stress Index: WSI) และ Criticality ratio (CR) ในหัวข้อที่ 3.5.1 บทที่ 3 (สมการที่ 11 และ 12) ซึ่งทั้ง 2 ค่าได้ถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบเชิงตัวเลข 1 ถึง 5

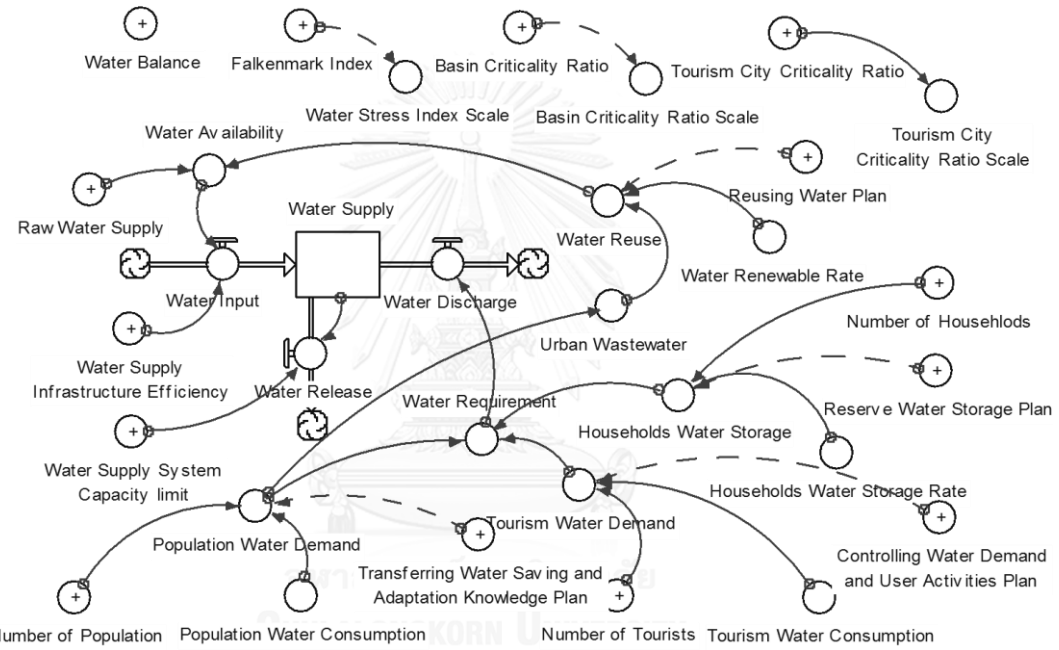
โดย 1 มีระดับของความรุนแรงน้อยที่สุด จนถึง 5 ที่มีระดับของความรุนแรงมากที่สุดเช่นกันซึ่งรูปแบบของแบบจำลองระบบของสมดุลของน้ำ ซึ่งตัวแปรและสมการทั้งสามารถแสดงดังตารางที่ 31 และรูปที่ 60

ตารางที่ 31 ตัวแปร สมการและค่าน้ำหนักของระบบสมดุลของน้ำ (Water Balance Module)

Variables	**Equations and Values**
Water_Storage(t)	Water_Storage(t - dt) + (Water_Input - Water_Discharge - Water_Release) * dtINIT Water_Storage=1353889.33
Water_Input	Water_Availability*Water_Supply_Infrastructure_Efficiency
Water_Discharge	Water_Requirement
Water_Release	Water_Storage-Water_Supply_Capacity
Controlling_Water_Demand_and_User_Activities_Plan	(IF(Controlling_Water_Demand_and_User_Activities=1)THEN(1.0)ELSE (IF(Controlling_Water_Demand_and_User_Activities
Households_Water_Storage	(Households_Water_Storage_Rate*Reserve_Water__Storage_Plan)* Number_of_Household s
Households_Water_Storage_Rate	0.2
Number_of_Household s	Population_Dynamic*1.30
Number_of_Population	Population_Dynamic
Number_of_Tourists	Tourists
Population_Water_Consumption	(0.44*30)
Population_Water_Demand	Number_of_Population*(Population_Water_Consumption *Transferring_Water_Saving_and_Adaptation_Knowledge_Plan)
Raw_Water_Supply	Raw_Water
Reserve_Water__Storage_Plan	(IF(Reserve_Water_Storage=1)THEN(0.00) ELSE (IF(Reserve_Water_Storage=2)THEN(0.25) ELSE (IF(Reserve_Water_Storage=3)THEN(0.50) ELSE (IF(Reserve_Water_Storage=4)THEN(0.75) ELSE (1.00)))))
Reuse_Water_Plan	(IF(Reuse_Water=1)THEN(0.00) ELSE (IF(Reuse_Water=2)THEN(0.25) ELSE

Variables	Equations and Values
	(IF(Reuse_Water=3)THEN(0.50) ELSE (IF(Reuse_Water=4)THEN(0.75) ELSE(1.0)))))
Tourism_Water_Consumption	(0.2459)*(3.5)
Tourism_Water_Demand	Number_of_Tourists*(Tourism_Water_Consumption* Controlling_Water_Demand_and_User_Activities_Plan)
Transferring_Water_Saving_and_Adaptation_Knowledge_Plan	(IF(Transferring_Water_Saving_and_Adaptation_Knowledge=1)THEN (1.0) ELSE (IF(Transferring_Water_Saving_and_Adaptation_Knowledge=2)THEN (0.9) ELSE (IF(Transferring_Water_Saving_and_Adaptation_Knowledge=3)THEN (0.8) ELSE (IF(Transferring_Water_Saving_and_Adaptation_Knowledge=4)THEN (0.7) ELSE(0.6)))))
Urban_Wastewater	Population_Water_Demand*0.7
Water_Availability	Raw_Water_Supply+Water_Reuse
Water_Balance	Water_Input-Water_Requirement
Water_Renewable_Rate	0.7
Water_Requirement	(Population_Water_Demand-Households_Water_Storage)+Tourism_Water_Demand
Water_Reuse	(Urban_Wastewater)*(Water_Renewable_Rate*Reuse_Water_Plan)
Water_Supply_Capacity	245000*30
Water_Supply_Infrastructure_Efficiency	Water_Supply_Infrastructure
Basin_Criticality_Ratio	Irrigation_Outflow/External_Reservoir
Basin_CR_Scale	(IF(Basin_Criticality_Ratio<0.1)THEN(1) ELSE (IF(Basin_Criticality_Ratio<0.2)THEN(2) ELSE (IF(Basin_Criticality_Ratio<0.4)THEN(3) ELSE (IF(Basin_Criticality_Ratio<0.8)THEN(4) ELSE(5)))))
Criticality_Ratio_Scale	(IF(Tourism_City_Criticality_Ratio<0.1)THEN(1) ELSE (IF(Tourism_City_Criticality_Ratio<0.2)THEN(2) ELSE

Variables	Equations and Values
	(IF(Tourism_City_Criticality_Ratio<0.4)THEN(3) ELSE (IF(Tourism_City_Criticality_Ratio<0.8)THEN(4) ELSE(5)))))
Falkenmark_Index	(Water_Storage/Population_Dynamic)*12
Tourism_City_Criticality_Ratio	Water_Requirement/Water_Availability
Water_Stress_Index_Scale	(IF(Falkenmark_Index<=500)THEN(5) ELSE (IF(Falkenmark_Index<=1000)THEN(3) ELSE (IF(Falkenmark_Index<=1700)THEN(1) ELSE(1))))



รูปที่ 60 โครงสร้างของแบบจำลองเชิงพลวัตของสมดุลของน้ำของพื้นที่ศึกษา

ระบบทรัพยากรน้ำ (Water Resources Module)

การจำลองระบบทรัพยากรน้ำ (Water Resources Module) อ้างอิงความสัมพันธ์ของระบบดังกล่าวจากข้อมูลย้อนหลังและกรอบแนวคิด สามารถแบ่งเป็น 2 ระบบดังนี้

- **ระบบของอ่างเก็บน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ** ประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อทรัพยากรน้ำ ความสัมพันธ์ของระบบน้ำเข้า-น้ำออก ระบบการจัดสรรน้ำในส่วนต่างๆ และแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของพื้นที่ตันน้ำการโดยอ้างอิงตัวแปรจากกรอบแนวคิด 6.3.1 และข้อมูลของพื้นที่จากบทที่ 4

- **ระบบการจัดสรรน้ำไปยังเทศบาลเมืองหัวหิน** ประกอบด้วย การส่งน้ำ ปริมาณการสูบน้ำและประสิทธิภาพของระบบส่ง ระบบการจัดสรรน้ำเพิ่มเติม การจัดสรรน้ำจากแหล่งอื่นและการดึงน้ำจากพื้นที่โดยรอบ โดยอ้างอิงข้อมูลของพื้นที่จากบทที่ 5

ซึ่งรูปแบบของแบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำ มีสมการที่ใช้ในการคำนวณภายในระบบดังแสดงในตารางที่ 32 และรูปที่ 61

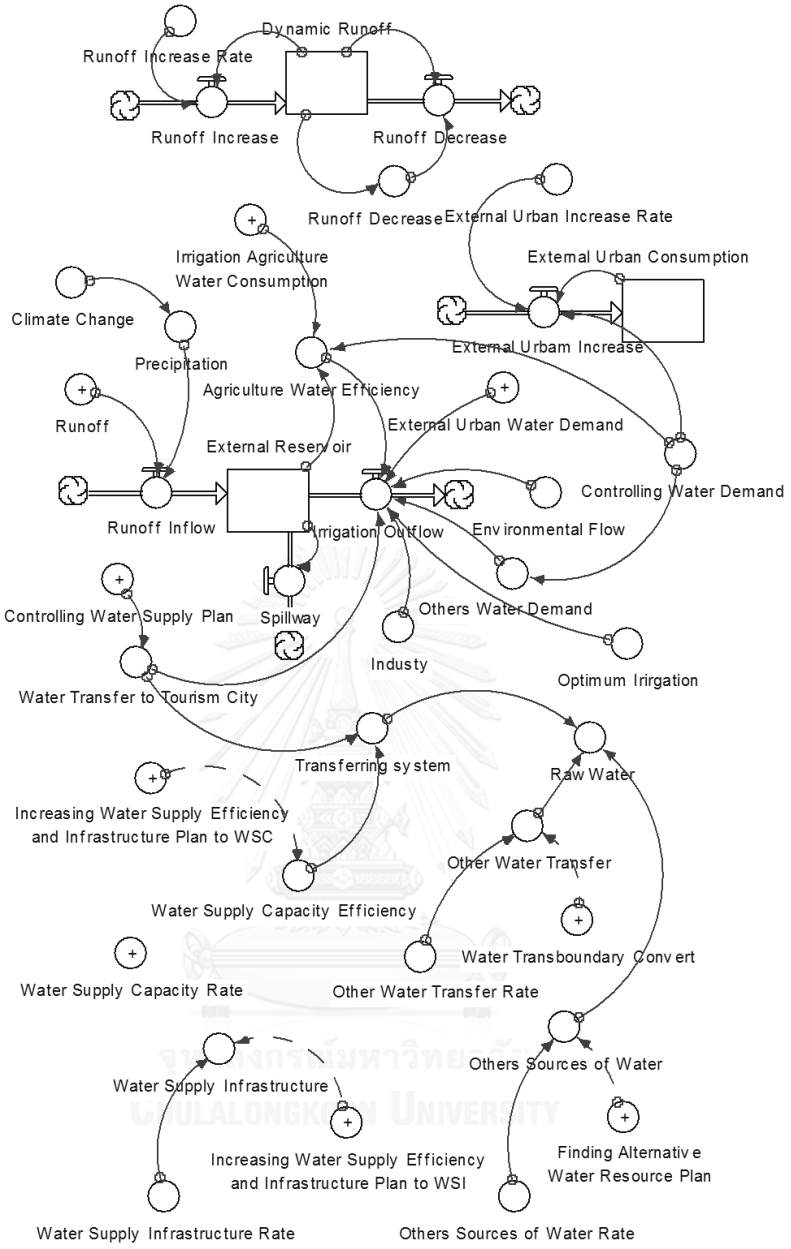
ตารางที่ 32 ตัวแปร สมการและค่าน้ำหนักของระบบทรัพยากรน้ำ (Water Resources Module)

Variables	Equations and Values
External_Urban_Consumption(t)	External_Urban_Consumption(t - dt) + (External_Urbam_Increase) * dtINIT External_Urban_Consumption=(90/12)*1000000
External_Urbam_Increase	(External_Urban_Increase_Rate*External_Urban_Consumption)*Controlling_Water_Demand
Controlling_Water_Demand	1
External_Urban_Increase_Rate	0.00066
Basin_Criticality_Ratio	Irrigation_Outflow/Net_Water_Avaiable
Basin_CR_Scale	(IF(Basin_Criticality_Ratio<0.1)THEN(1) ELSE (IF(Basin_Criticality_Ratio<0.2)THEN(2) ELSE (IF(Basin_Criticality_Ratio<0.4)THEN(3) ELSE (IF(Basin_Criticality_Ratio<0.8)THEN(4) ELSE(5)))))
Net_Water_Avaiable	IF(External_Reservoir-150*10^6>1)THEN(External_Reservoir-150*10^6) ELSE(1)
Net_Water_Demand	(Water_Demand*10^6)+(Urban_Water_Demand)+Water_Transfer_to_Tourism_City
Urban_Water_Demand	External_Urban_Water_Demand
Water_Discharge	Irrigation_Outflow
Water_Scarcity_Ratio	Water_Discharge/Net_Water_Demand
Water_Demand	GRAPH(TIME)
External_Reservoir(t)	External_Reservoir(t - dt) + (Runoff_Inflow - Irrigation_Outflow - Spillway) * dtINIT External_Reservoir=347000000/1.2
Runoff_Inflow	(Runoff)*Precipitation

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Variables	Equations and Values
Irrigation_Outflow	(Water_Transfer_to_Tourism_City+(External_Urban_Water_Demand+Agriculture_Water_Distribution_Efficiency+Environmental_Flow+Others_Water_Demand+Industy))*Optimum_Irirgation
Spillway	External_Reservoir-490000000
Agriculture_Water_Distribution_Efficiency	((External_Reservoir-150000000)-Irrigation_Agriculture_Water_Consumption)*(55.26/100)*Limit_Agri
Climate_Chnage	GRAPH(TIME)
Environmental_Flow	(35.28*1000000)/12
External_Urban_Water_Demand	External_Urban_Consumption
Industy	((26.03/12)*1000000)
Irrigation_Agriculture_Water_Consumption	(External_Urban_Water_Demand + Environmental_Flow + Others_Water_Demand + Industy)
Limit_Agri	0.6
Limit_to_HH	1
Optimum_Irirgation	1
Others_Water_Demand	(36.84/12)*1000000
Precipitation	Climate_Chnage*0.8
Runoff	Inflow_AVG*10^6
Water_Supply_Capacity_Efficiency	0.7
Water_Transfer_to_Tourism_City	((1353889.33)*1.665)*Limit_to_HH*Water_Supply_Capacity_Efficiency
Inflow_AVG	GRAPH(TIME)

CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 61 แบบจำลองเชิงพลวัตของทรัพยากรน้ำ

ระบบของชุมชนเมือง (Urban Module)

การจำลองระบบของชุมชนเมือง (Urban Module) โดยการสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตรของระบบการขยายตัวของชุมชนเมือง โดยอ้างอิงความสัมพันธ์ของระบบดังกล่าวจากกรอบแนวคิดและข้อมูลเชิงสถิติย้อนหลังช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2556 (ค.ศ. 2004 – 2013) ประกอบด้วยระบบต่างๆ ดังนี้

- **ระบบการเปลี่ยนแปลงของประชากร** ประกอบด้วย จำนวนประชากร อัตราการเพิ่มของจำนวนประชากร อัตราการลดลงของจำนวนประชากรเมื่อได้รับผลกระทบการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ
- **ระบบการเปลี่ยนแปลงของนักท่องเที่ยว** ประกอบด้วย จำนวนนักท่องเที่ยว อัตราการเพิ่มของจำนวนนักท่องเที่ยว อัตราการลดลงของจำนวนนักท่องเที่ยวเมื่อได้รับผลกระทบการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ
- **ระบบการเติบโตทางเศรษฐกิจ** ประกอบด้วย รายได้จากการท่องเที่ยวและภาษีครัวเรือน อัตรารายได้จากการท่องเที่ยวและอัตรารายได้จากภาษีครัวเรือน

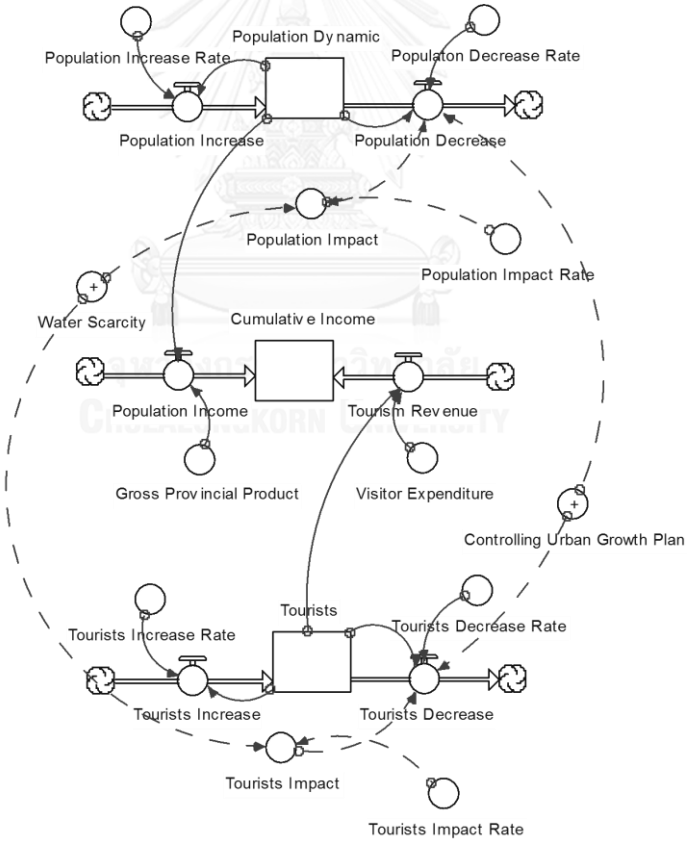
ซึ่งแผนการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำยังคงใช้วิธีการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของการแก้ปัญหานั้นๆ เช่นเดียวกับระบบของทรัพยากรน้ำ (สมการที่ 20) ในส่วนของของผลกระทบจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำที่ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มจำนวนของประชากรและจำนวนนักท่องเที่ยว ใช้วิธีการประเมินผลกระทบจากปริมาณของน้ำกักเก็บ (Water Storage) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับของผลกระทบตามสัดส่วนของปริมาณน้ำ ทำการเชื่อมโยงผลกระทบเมื่อเกิดสภาวะของการลดลงของปริมาณน้ำกักเก็บไปสู่อัตราการลดลงของจำนวนของประชากร (Kp) และจำนวนนักท่องเที่ยว (Kt) ผ่านทางอัตราส่วนของผลกระทบ ซึ่งอัตราของผลกระทบคำนวณจากสัดส่วนของอัตราการเพิ่มของจำนวนประชากรและจำนวนนักท่องเที่ยวส่งผลต่อการลดลงของทั้ง 2 ตัวแปร และทั้ง 2 ตัวแปรนั้นส่งผลโดยตรงต่อความต้องการน้ำ (Water Demand) และในด้านเศรษฐกิจคำนวณจากรายได้จากการเก็บภาษีครัวเรือนและการใช้จ่ายเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวต่อคนในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน สามารถแสดงตัวแปรและสมการที่ใช้ในแบบจำลองในตารางที่ 33 ซึ่งรายละเอียดของแนวคิดของตัวแปรแสดงในรูปที่ 58 และแบบจำลองสามารถแสดงดังรูปที่ 62

ตารางที่ 33 ตัวแปร สมการและค่าน้ำหนักของระบบของชุมชนเมือง (Urban Module)

Variables	Equations and Values
Cumulative_Income(t)	Cumulative_Income(t - dt) + (Population_Income + Tourism_Revenue) * dtINIT Cumulative_Income=(144542.44*58356)+(2227.71*(4115740/12))
Population_Income	(Gross_Provincial_Product*Population_Dynamic)
Tourism_Revenue	(Tourists*Visitor_Expenditure)

Variables	Equations and Values
Population_Dynamic(t)	Population_Dynamic(t - dt) + (Population_Increase - Population_Decrease) * dtINIT Population_Dynamic=58356
Population_Increase	(Population_Increase_Rate*Population_Dynamic)
Population_Decrease	(Population_Impact*Population_Dynamic)+((Populaton_Decrease_Rate*Controlling_Urban_Growth_Plan)*Population_Dynamic)
Tourists(t)	Tourists(t - dt) + (Tourists_Increase - Tourists_Decrease) * dtINIT Tourists=342978.3333
Tourists_Increase	(Tourists_Increase_Rate*Tourists)
Tourists_Decrease	(Tourism_Impact*Tourists)+((Tourists_Decrease_Rate*Controlling_Urban_Growth_Plan)*Tourists)
Controlling_Urban_Growth_Plan	(IF(Controlling_Urban_Growth=1)THEN(0.00) ELSE (IF(Controlling_Urban_Growth=2)THEN(0.25) ELSE (IF(Controlling_Urban_Growth=3)THEN(0.50) ELSE (IF(Controlling_Urban_Growth=4)THEN(0.75) ELSE (1.00)))))
Gross_Provincial_Product	144542.44/12
Population_Impact	(IF(Water_Scarcity_Impact=0)THEN(0.00) ELSE (IF(Water_Scarcity_Impact=1)THEN(0.20) ELSE (IF(Water_Scarcity_Impact=2)THEN(0.40) ELSE (IF(Water_Scarcity_Impact=3)THEN(0.60) ELSE (IF(Water_Scarcity_Impact=4)THEN(0.80) ELSE (1.00)))))*Population_Impact_Rate
Population_Impact_Rate (Kp)	(0.002375*2)
Population_Increase_Rate	0.028/12
Populaton_Decrease_Rate	(0.028/12)/5
Tourism_Impact	(IF(Water_Scarcity_Impact=0)THEN(0.00) ELSE (IF(Water_Scarcity_Impact=1)THEN(0.20) ELSE (IF(Water_Scarcity_Impact=2)THEN(0.40) ELSE (IF(Water_Scarcity_Impact=3)THEN(0.60) ELSE

Variables	Equations and Values
	(IF(Water_Scarcity_Impact=4)THEN(0.80) ELSE (1.00))))))*Tourism_Impact_Rate
Tourism_Impact_Rate (Kt)	(0.0060833*4)
Tourists_Decrease_Rate	(0.0881/12)/5
Tourists_Increase_Rate	0.0881/12
Visitor_Expenditure	2227.71*30
Water_Scarcity_Impact	(IF(Water_Storage<=0)THEN(5) ELSE (IF(Water_Storage<=250000)THEN(4) ELSE (IF(Water_Storage<=500000)THEN(3) ELSE (IF(Water_Storage<=750000)THEN(2) ELSE (IF(Water_Storage<=1000000)THEN(1) ELSE(0))))))



รูปที่ 62 โครงสร้างของแบบจำลองเชิงพลวัตของประชาการ นักท่องเที่ยว และการเติบโตทางเศรษฐกิจ ของเมืองท่องเที่ยว

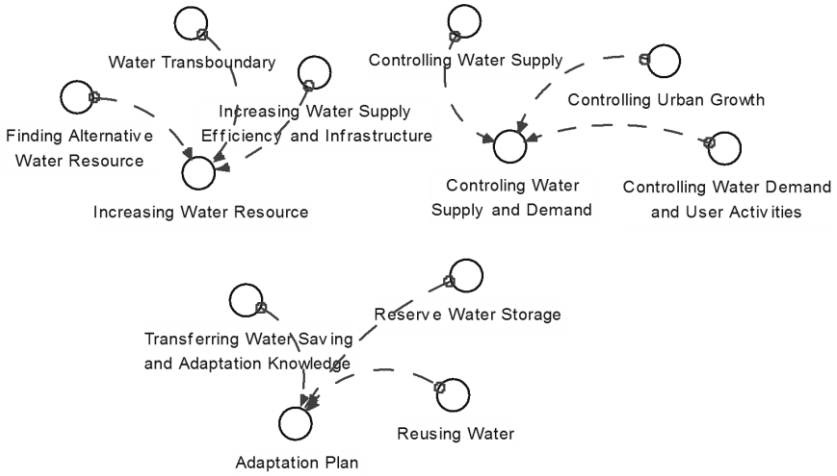
ระบบของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ (Solution Module)

การจำลองระบบของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ (Solution Module) โดยการสร้างตัวแปรของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ซึ่งเชื่อมโยงไปสู่ระบบการบริหารจัดการน้ำหลัก โดยการแบ่งระดับการแก้ไขปัญหาเป็นระดับแยกกันในแต่ละแนวทาง ซึ่งแนวทางและระดับการแก้ไขปัญหาได้มาจากการประชุมเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ตัวแปรและสมการที่ใช้ในการคำนวณภายในระบบตามตารางที่ 34 ซึ่งรายละเอียดและค่าระดับการแก้ไขปัญหาแสดงดังตารางที่ 30 รูปแบบของแบบจำลองสามารถแสดงดังรูปที่ 63

ตารางที่ 34 ตัวแปร สมการและค่าน้ำหนักของระบบของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ (Solution Module)

Variables	**Equations and Values**
Adaptation_Plan	((Reserve_Water_Storage*3.25)+(Reuse_Water*3.5)+(Transferring_Water_Saving_and_Adaptation_Knowledge*3.25))/10
Reserve_Water_Storage	1
Reuse_Water	1
Transferring_Water_Saving_and_Adaptation_Knowledge	1
Controling_Water_Supply_and_Demand	((Controlling_Urban_Growth*4.00)+(Controlling_Water_Demand_and_User_Activities*3.80)+(Controlling_Water_Supply*2.20))/10
Controlling_Urban_Growth	1
Controlling_Water_Demand_and_User_Activities	1
Controlling_Water_Supply	1
Finding_Alternative_Water_Resource	1
Increasing_Water_Resource	((Finding_Alternative_Water_Resource*3.40)+(Increasing_Water_Supply_Efficiency_and_Infrastructure*4.20)+(Water_Transboundary*2.40))/10
Increasing_Water_Supply_Efficiency_and_Infrastructure	1
Water_Transboundary	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 63 โครงสร้างของแบบจำลองเชิงพลวัตของแนวทางของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

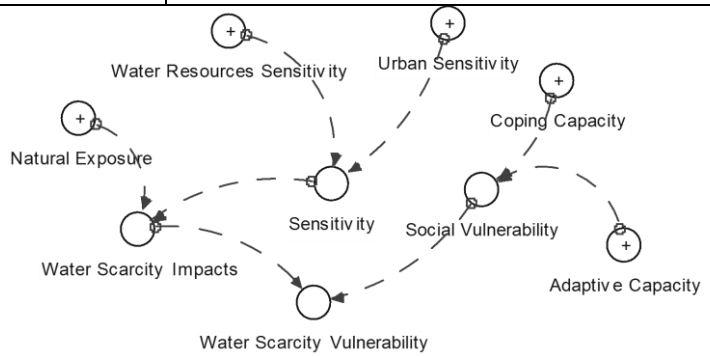
ระบบของการประเมินความเปราะบางของทรัพยากรน้ำ (Vulnerability Assessment Module)

การจำลองระบบของการประเมินความเปราะบางของทรัพยากรน้ำ (Vulnerability Assessment Module) โดยการสร้างการเชื่อมโยงตัวแปรของการประเมินความเปราะบางจากตัวแปรในระบบหลัก และการให้ค่าน้ำหนักของแต่ละตัวแปรถูกกำหนดโดยนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งรูปแบบของแบบจำลองสามารถแสดงดังรูปที่ 64 อ้างอิงหลักการประเมินและหน่วยของการวัดสามารถได้โดยการประยุกต์ใช้กรอบกระบวนการประเมินความเปราะบาง (Füssel & Klein, 2006) รายละเอียดของตัวแปรแสดงในรูปที่ 13 การคำนวณแสดงในสมการที่ 19 (หัวข้อที่ 3.7.3 บทที่ 3) ซึ่งการกำหนดตัวแปรและการกำหนดค่าน้ำหนักในการประเมินความเปราะบางด้านการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ได้ใช้ข้อมูลจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรน้ำ (ตารางที่ 35) ตัวแปรและสมการที่ใช้ในการคำนวณภายในระบบดังนี้

ตารางที่ 35 ตัวแปร สมการและค่าน้ำหนักของระบบของการประเมินความเปราะบางของทรัพยากรน้ำ (Vulnerability Assessment Module)

Variables	Equations and Values
Adaptive_Capacity	(Adaptation_Plan*3.80)
Coping_Capacity	((Increasing_Water_Resource*2.40)+(Controling_Water_Supply_and_Demand*3.80))
Natural_Exposure	(IF(Water_Storage<=0)THEN(5) ELSE (IF(Water_Storage<=250000)THEN(4) ELSE (IF(Water_Storage<=500000)THEN(3) ELSE

Variables	Equations and Values
	(IF(Water_Storage<=750000)THEN(2) ELSE (IF(Water_Storage<=1000000)THEN(1) ELSE(1))))))
Sensitivity	((Water_Resources_Sensitivity*4.80)+(Urban_Sensitivity*5.20))/10
Social_Vulnerability	(Adaptive_Capacity+Coping_Capacity)/10
Urban_Sensitivity	((((IF(Population_Dynamic<=50000)THEN(1) ELSE (IF(Population_Dynamic<=60000)THEN(2) ELSE (IF(Population_Dynamic<=70000)THEN(3) ELSE (IF(Population_Dynamic<=80000)THEN(4) ELSE (5)))))*4.00)+((IF(Tourists<=100000)THEN(1) ELSE (IF(Tourists<=200000)THEN(2) ELSE (IF(Tourists<=300000)THEN(3) ELSE (IF(Tourists<=400000)THEN(4) ELSE (5)))))*6.00))/10
Water_Resources_Sensitivity	((((IF(Water_Supply_Capacity_Efficiency<=0.60)THEN(5) ELSE (IF(Water_Supply_Capacity_Efficiency<=0.70)THEN(4) ELSE (IF(Water_Supply_Capacity_Efficiency<=0.80)THEN(3) ELSE (IF(Water_Supply_Capacity_Efficiency<=0.90)THEN(2) ELSE (1)))))*5.80)+((IF(Water_Supply_Infrastructure<=0.60)THEN(5) ELSE (IF(Water_Supply_Infrastructure<=0.70)THEN(4) ELSE (IF(Water_Supply_Infrastructure<=0.80)THEN(3) ELSE (IF(Water_Supply_Infrastructure<=0.90)THEN(2) ELSE (1)))))*4.20))/10
Water_Scarcity_Impacts	(Natural_Exposure*Sensitivity)/5
Water_Scarcity_Vulnerability	(Water_Scarcity_Impacts/Social_Vulnerability)



รูปที่ 64 แบบจำลองเชิงพลวัตของการประเมินความเปราะบางของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยนักวิชาการ

6.4.2 การนำเข้าข้อมูลของแบบจำลอง

จากการสร้างแบบจำลองโดยใช้สมการในแต่ละระบบย่อยทั้ง 5 ในหัวข้อ 6.4.1 สามารถแสดงตัวแปรที่ใช้กำหนดค่าพื้นฐานในแบบจำลองได้ดังตารางที่ 36 เพื่อใช้เป็นค่าตั้งต้นของตัวแปรของการทดสอบแบบจำลอง และการสร้างรูปแบบพื้นฐานที่ไม่มีการแก้ปัญหา (Baseline) รวมทั้งใช้ในการระบุค่าที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนค่าต่างๆในการสร้างรูปแบบของการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ 36 หมวดหมู่ของตัวแปรและค่าเริ่มต้นของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลอง

Variables	Sub-Variables	Descriptions	Data/Values	Units
		Water Resource Sector		
External reservoir	External reservoir water level	Pranburi reservoir water level	347000000	Cubic Meter
	Runoff	Water resource input	Dynamic runoff	
	Irrigation outflow	Water resource output	117243630	
	Agriculture water distribution efficiency	Agriculture water distribution efficiency (55.26% of water level)	99309689	
	External urban water demand	Urban water consumption	7521667	
	Environmental flow	Water for environment	2940000	
	Others water demand	Others water consumption	736667	
	Industry water demand	Industry water consumption	2169170	
	Spillway	Pranburi reservoir water release	Over 490000000	
	Water transfer to tourism city	Water transfer to Hua-Hin	2477170	
	Transferring system	Hua-Hin water transfer rate	1487790	
Other water transfer	Water tranboundary	Kaeng Krachan reservoirs	150000	
Other sources of water	Other sources of water rate	Water transportation on road	100000	
Water supply capacity efficiency	Water supply capacity rate	Water supply capacity efficiency	0.66	Percentage
Water supply infrastructure	Water supply infrastructure rate	Water system exclude losing	0.70	
		Urban Sector		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Variables	Sub-Variables	Descriptions	Data/Values	Units
Population dynamic	Number of population	Permanent population	58356	Persons
	Population increase rate	Birth rate and in-migration rate	0.00233	Numerical scale
	Population decrease rate	Death rate and out-migration rate	0.00047	
Tourists	Number of tourists	Tourists in HHM	342978	Person
	Tourists increase rate	Monthly tourists increase rate	0.0073	Numerical scale
	Tourists decrease rate	Monthly tourists decrease rate	0.0015	
Cumulative income	Population income	Gross Provincial Product (GPP)	12045.20	Capita
	Tourism Revenue	Visitor expenditure	66831.30	Baht/Person
Water Balance Sector				
Water supply	Raw water supply	HHM raw water	1636812.104	Cubic Meter
	Water input	Water supply input	1225972.266	
	Water supply efficiency	Water supply efficiency	0.70	
	Water requirement	HHM water demand	1065483.503	
	Water supply system capacity	Water supply capacity	1353889.33	
	Water release	Water supply release	Over 1353889.33	
Household water storage	Number of households	Households in HHM	44889	Households
	Household water storage rate	Household water storage rate	0.80	Percentage
Water reuse	Urban wastewater	HHM wastewater	539209.44	Cubic Meter
	Water reuse rate	Reuse rate	0.70	Percentage
Water requirement	Population water demand	Population water demand	770299.20	Cubic Meter
	Tourism water demand	Hotels and restaurants water demand	295184.30	
Population water demand	Number of population	Population in HHM	58356	Persons
	Population water consumption	Population water consumption	0.44	Person/day
Tourism water demand	Number of tourists	Tourists in HHM	342978	Person
	Tourism water consumption	Tourists water consumption	0.2459	Person/day
Water Scarcity Assessment				
Water balance	Water input	HHM water supply	N/A	Cubic Meter

Variables	Sub-Variables	Descriptions	Data/Values	Units
	Water requirement	HHM water demand	N/A	
Falkenmark index	Water supply	Water Availability /	N/A	Cubic Meter
	Population dynamic	Population	N/A	/Capita/Year
Tourism city	Water requirement	Water Withdrawal /	N/A	Ratio
Criticality Ratio	Water availability	Water Availability	N/A	
Water Stress Index scale	Falkenmark index	Falkenmark et al., 1989	N/A	Interval scale
Tourism city Criticality Ratio scale	Criticality ratio	Oki and Kanae, 2006	N/A	Interval scale
Water scarcity	Water supply level	Standardized (Normal-distribution)	N/A	Interval scale (1-5)
	Population impact	Population impact scale	N/A	
	Tourism impact	Tourism impact scale	N/A	
	Population impact rate	Population impact coefficient (Kp)	0.0043	Numeric
	Tourism impact rate	Tourism impact coefficient (Kt)	0.0243	

Vulnerability Assessment						
Vulnerability Variables		Weighting score	Solution Levels			
Natural exposure	External water reservoirs	1.00	N/A			Experts opinion
Sensitivity	Urban sensitivity	0.52	N/A			weighting
	Water resource sensitivity	0.48	N/A			score
Urban sensitivity	Population dynamic	0.40	N/A			
	Tourists	0.60	N/A			
Water resource sensitivity	Water supply capacity efficiency	0.58	N/A			
	Water supply infrastructure	0.42	N/A			
Water Scarcity Solutions		Weighting score	LA	PM	EP	
Coping capacity (Decreasing water demand)	Controlling water demand and user activities	0.50	5	5	4	Focus group results (Interval
	Controlling urban growth	0.30	3	5	5	scale 1-5)
	Controlling water supply	0.20	2	1	1	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Variables	Sub-Variables	Descriptions	Data/Values			Units
Adaptive capacity	Transferring water saving and adaptation knowledge	0.50	5	2	3	
	Reuse water	0.20	1	1	4	
	Reserve water storage	0.30	3	2	3	
Coping capacity (Increasing water resource)	Increasing water supply capacity and infrastructure	0.40	4	3	1	
	Water trans-boundary	0.30	4	4	2	
	Finding alternative water	0.30	4	4	2	

Data sources: Royal Irrigation Department (RID) (1984-2013), Department Of Provincial Administration (DOPA) (1994-2013), National Statistical Office (NSO) (1994-2013), and Hua-Hin Municipality (HHM) (2004-2013).

6.4.3 การทดสอบและการประเมินผลแบบจำลอง

การทดสอบระบบเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน โดยแบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

การทดสอบการทำงานของของระบบใหญ่และระบบย่อย

การทำงานของแบบจำลองสร้างจากข้อมูลรายเดือน สามารถฉายภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหินในรูปแบบต่างๆ ของแต่ละกลุ่มตัวอย่างในอนาคต โดยแสดงผลเป็นแบบรายเดือนเริ่มตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2558 จนถึง ปี พ.ศ. 2587 แบ่งเป็นช่วงเวลาต่างๆ ดังนี้ ระยะสั้น 10 ปี ระยะกลาง 20 ปี และระยะยาว 30 ปี

การดำเนินทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Validation and Calibration) โดยดำเนินการทดสอบความอ่อนไหวของตัวแปรในแต่ละระบบ (Sensitivity analysis) โดยการทดสอบตัวแปรที่ส่งผลโดยตรงในด้านต่างๆ คือ

- **ด้านทรัพยากรน้ำ** ได้แก่ อัตราการสูบน้ำ อัตราการจ่ายน้ำ ประสิทธิภาพของระบบส่งและการผลิตน้ำประปา
- **ด้านความต้องการน้ำ** ได้แก่ อัตราการใช้น้ำ อัตราการเติบโตของประชากรและจำนวนนักท่องเที่ยว
- **ด้านผลกระทบจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ** ได้แก่ อัตราส่วนของผลกระทบ (ระดับความรุนแรง) อัตราส่วนของการแก้ปัญหาโดยวิธีต่างๆ

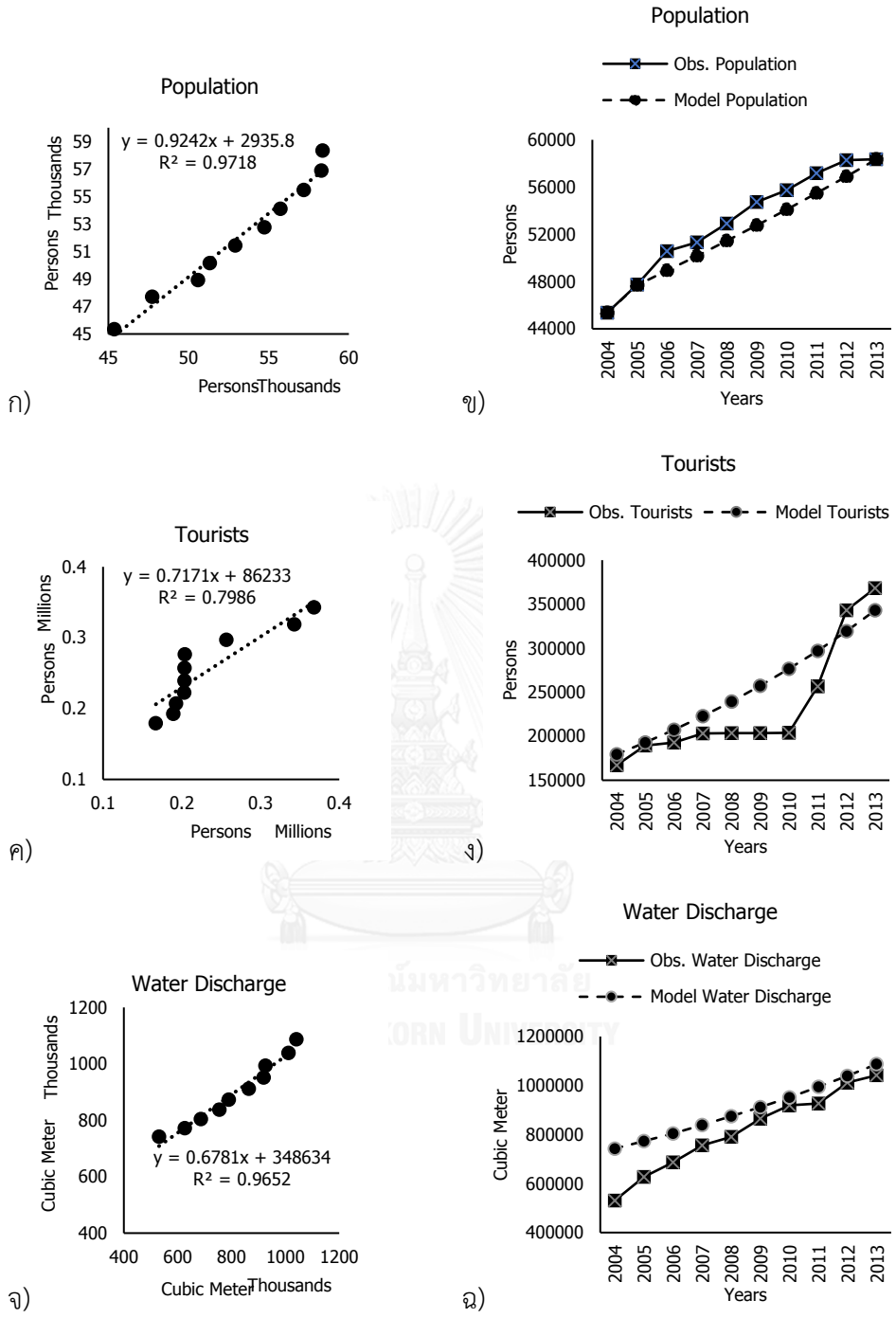
การทดสอบภายใต้สภาวะที่ผิดปกติ ใช้วิธีการตั้งค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด (Degeneracy testing) ของตัวแปรหลัก เพื่อทดสอบและหาความอ่อนไหวของตัวแปร พบว่าตัวแปรเหล่านี้ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมาก จึงต้องมีการระบุค่าที่แน่นอนที่ได้จากข้อมูลจริงและจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อป้องกันลักษณะความผิดปกติของการคำนวณและความผิดพลาดจากการให้ค่าน้ำหนักของตัวต่างๆ

การเปรียบเทียบข้อมูลจริงกับผลที่ได้จากแบบจำลอง

การเปลี่ยนแปลงของประชากรและจำนวนนักท่องเที่ยว ซึ่งเป็นตัวแปรหลักของการใช้น้ำในช่วงเวลาที่มีการเก็บรวบรวมของพื้นที่ศึกษาตามช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2556 (ค.ศ. 2004 – 2013) เป็นข้อมูลที่ถูกนำมาเปรียบเทียบในช่วงเวลาเดียวกันได้ชัดเจนที่สุด เมื่อนำข้อมูลจากแบบจำลองมาทดสอบหาค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลพบว่า แบบจำลองให้ค่าแม่นยำของการทำนายประชากรที่ 0.97 จำนวนนักท่องเที่ยวที่ 0.80 และการจ่ายน้ำประปา 0.96 (รูปที่ 65) ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้

เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบผลจากแบบจำลองภายใต้สภาวะที่ปกติกับข้อมูลจริงในช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2556 (ค.ศ. 2004 – 2013) ในตัวแปรต่างๆ เพื่อสังเกตค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด (Critical points) พบว่า ค่าความแตกต่างของจำนวนประชากร จำนวนนักท่องเที่ยว และปริมาณการจ่ายน้ำที่ของประปา จากข้อมูลจริงกับข้อมูลจากแบบจำลอง ปี พ.ศ. 2556 (ค.ศ. 2013) มีค่า 0.1%, 6.8% และ 2.9% ตามลำดับ (รูปที่ 65)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 65 ค่าแม่นยำหรือค่าความเชื่อมั่นของแบบจำลองของจำนวนประชากร จำนวนนักท่องเที่ยว และปริมาณการจ่ายน้ำที่ของประปาจากข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2556 (ค.ศ. 2004 – 2013)

ซึ่งเห็นได้ว่าการเพิ่มของจำนวนประชากรและจำนวนนักท่องเที่ยวส่งผลต่อการลดลงของสมดุลของน้ำในพื้นที่ เมื่อปริมาณของน้ำที่เข้ามาในระบบมีปริมาณที่คงที่และส่งผลให้ปริมาณน้ำกักเก็บมีปริมาณที่ลดลง ดังนั้นเมื่อได้ค่าความแม่นยำที่ยอมรับได้จากการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง

ของแบบจำลอง จึงสามารถใช้แบบจำลองนี้ในการฉายภาพอนาคต เพื่อให้เห็นถึงรูปแบบการเปรียบเปลี่ยนของทรัพยากรน้ำในแบบต่างๆ

6.4.4 ข้อจำกัดของแบบจำลอง

การจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำนั้น เป็นการฉายภาพอนาคต ภายใต้เงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงด้านทรัพยากรน้ำเท่านั้น ไม่รวมผลกระทบทางด้านอื่นๆ ซึ่งมีองค์ประกอบอีกหลายส่วนที่กระทบต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนประชากรและนักท่องเที่ยว อีกทั้งการปรับแก้ค่าที่มีความสำคัญหลักของแบบจำลอง เช่น ค่าผลกระทบที่เกดิจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำต่อประชากร (Kp) และนักท่องเที่ยว (Kt) การประเมินระดับของผลกระทบและระดับของการแก้ปัญหา เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดได้แสดงหลักการรวมทั้งกระบวนการในการประเมินและกำหนดค่าต่างๆ ในหัวข้อ 6.4.1

ในส่วนของการแก้ไขปัญหาสามารถเพิ่มหรือลดตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ โดยต้องหาข้อมูลหรือแนวทางที่เป็นไปได้ของพื้นที่ศึกษา ตัวอย่างเช่น งานวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้พื้นที่ศึกษา คือ เทศบาลเมืองหัวหิน การแก้ไขปัญหาในพื้นที่นั้นได้อ้างอิงจากกระบวนการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาโดยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (บทที่ 5) ระบบการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของเมืองท่องเที่ยว ประกอบด้วย พื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่ปลายน้ำ ส่งผลให้แบบจำลองสามารถการวิเคราะห์ภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ต้นน้ำและด้านการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ปลายน้ำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

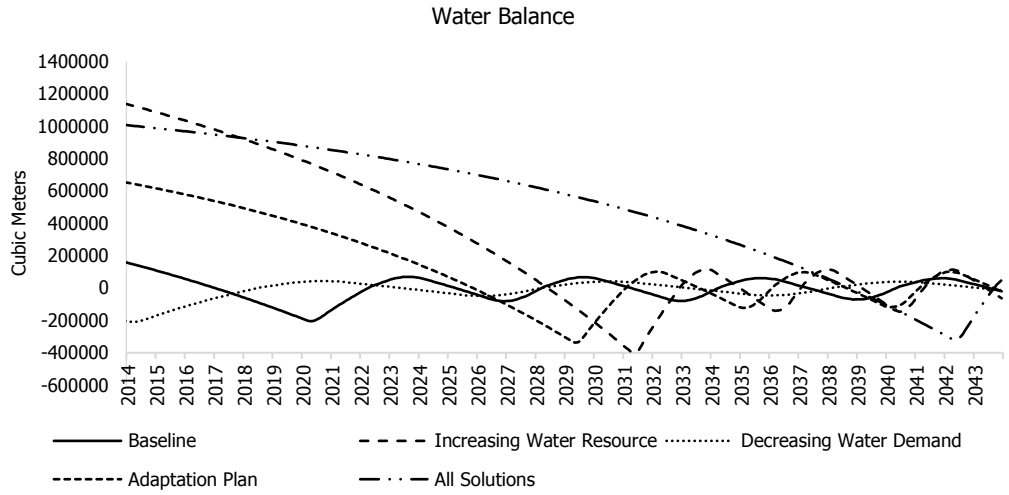
6.4.5 ผลการทดสอบทางเลือกของการปรับตัว

เมื่อได้ผลทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองที่ยอมรับได้ ขั้นตอนต่อไป คือ การทดสอบทางเลือกของการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำที่ผู้มีส่วนได้เสียเสนอแนวทางไว้ในบทที่ 5 เพื่อทดสอบทิศทางของผลจากการแก้ปัญหาในรูปแบบที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบ โดยมีความต้องการทรัพยากรน้ำเป็นตัวแปรที่กำหนดปริมาณของความต้องการจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณประชากรและนักท่องเที่ยว ซึ่งระบบจะทำการประเมินสมดุลของน้ำ รวมทั้งการประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในระดับต่างๆ เมื่อเกิดการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ผลกระทบการท่องเที่ยวส่งต่อจำนวนนักท่องที่ลดลง และกระทบประชากรซึ่งขาดรายได้จากการท่องเที่ยว ทำให้อาจจะเกิดการย้ายออกและปัญหาที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ความต้องการน้ำลดลงและมีการเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำลดลง แต่ถ้ามีการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยการแก้ปัญหาในหน่อยต่างๆ ของแบบจำลอง ซึ่งจะ

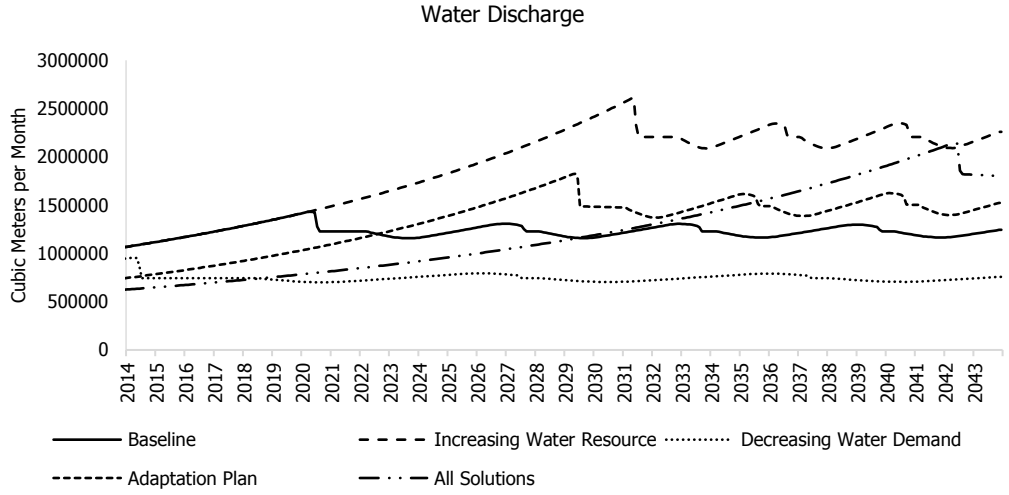
ส่งผลต่อศักยภาพของการรองรับนักท่องเที่ยวและการเพิ่มขึ้นของประชากร แนวทางการแก้ปัญหาในทางเลือกที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำและความเปราะบางของพื้นที่ในระดับต่างดังต่อไปนี้

1. ภาพอนาคตในกรณีที่ไม่มีการดำเนินมาตรการใดๆ (Baseline) ผลของการทดสอบพบว่า สมดุลน้ำของ Baseline ตกลงต่ำสุดในปี 2019 และความความเปราะเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงเวลาเดียวกัน
2. ภาพอนาคตที่มีการแก้ปัญหาโดยการเพิ่มทรัพยากรน้ำ (AS#WR) ผลของการทดสอบพบว่า สมดุลน้ำของ AS#WR ตกลงต่ำสุดในปี 2031 และความความเปราะเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงเวลาเดียวกัน
3. ภาพอนาคตที่มีการแก้ปัญหาโดยการลดความต้องการใช้น้ำ (AS#WD) ผลของการทดสอบพบว่า สมดุลน้ำของ AS#WD ตกลงต่ำสุดในปี 2013 และความความเปราะเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงเวลาเดียวกัน
4. ภาพอนาคตที่มีการแก้ปัญหาโดยการปรับตัวของผู้ได้รับผลกระทบ (AS#AP) ผลของการทดสอบพบว่า สมดุลน้ำของ AS#AP ตกลงต่ำสุดในปี 2028 และความความเปราะเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงเวลาเดียวกัน
5. ภาพอนาคตที่มีการแก้ปัญหาในทุกแนวทาง (AS#ALL) ผลของการทดสอบพบว่า สมดุลน้ำของ AS#ALL ตกลงต่ำสุดในปี 2041 และความความเปราะเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงเวลาเดียวกันปี 2041

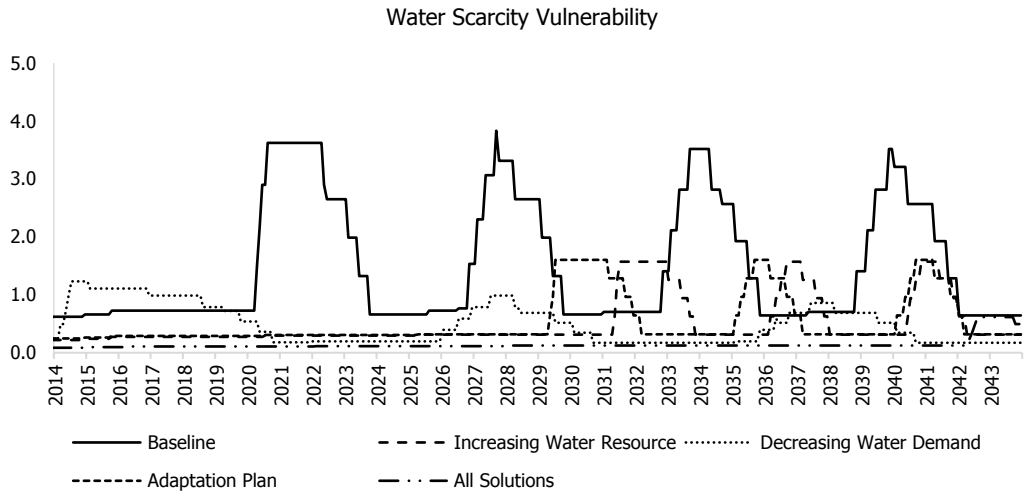
จากการสร้างเงื่อนไขต่างๆ โดยการใช้ข้อมูลพื้นที่และแนวทางแก้ปัญหาจากการทำวิจัยนั้น ผลการทดสอบดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองมีข้อจำกัดของการแก้ไขปัญหา จากทรัพยากรที่มีอยู่และแนวทางที่กำหนดขึ้นไม่สามารถรองรับการขยายตัวหรือการเพิ่มของความต้องการน้ำได้เกินกว่า ปี ค.ศ. 2041 (รูปที่ 66) ในกรณีที่ต้องการทำให้การแก้ปัญหาระยะยาวขึ้นจำเป็นต้องเพิ่มขอบเขตของการจัดหาทรัพยากร กำหนดขอบเขตสูงสุดของการเติบโตของเมืองและความต้องการน้ำ เป็นต้น



ก)



ข)



ค)

รูปที่ 66 ผลการทดสอบทางเลือกของแบบจำลองเชิงพลวัตด้านทรัพยากรน้ำ (พ.ศ. 2547 – 2586)

6.5 ผลการศึกษาของพื้นที่ต้นน้ำ

การฉายภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการนำผลการศึกษาที่ได้จากการประชุมระดมสมองระหว่างกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย นักวิชาการ และเจ้าหน้าที่ของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง (บทที่ 4) มาใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นและข้อมูลในตัวแปรของการปรับตัวในแบบจำลอง ซึ่งผลของแบบจำลองสามารถฉายภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยเริ่มตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2557 (ค.ศ. 2014) จนถึง ปี พ.ศ. 2586 (ค.ศ. 2043) โดยแบ่งการเปรียบเทียบผลของแบบจำลองเป็น 8 รูปแบบ คือ

ภายใต้เงื่อนไขเกิดเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1) การขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ
2) การขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ และการเพิ่มปริมาณจ่ายน้ำให้เทศบาลเมืองหัวหิน
3) การลดผลกระทบจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ
4) การลดผลกระทบจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ และการเพิ่มปริมาณจ่ายน้ำให้เทศบาลเมืองหัวหิน

ภายใต้เงื่อนไขไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

5) การขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ
6) การขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ และการเพิ่มปริมาณจ่ายน้ำให้เทศบาลเมืองหัวหิน
7) การลดผลกระทบจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ
8) การลดผลกระทบจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ และการเพิ่มปริมาณจ่ายน้ำให้เทศบาลเมืองหัวหิน

ซึ่งรูปแบบดังกล่าว สามารถแสดงให้เห็นภาพอนาคตของผลการขาดแคลนทรัพยากรน้ำและการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ประเด็นที่น่าสนใจของผลของการฉายภาพอนาคต มีดังต่อไปนี้

สัดส่วนการจัดสรรทรัพยากรน้ำ

จากการผลของการฉายภาพอนาคตแสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อสัดส่วนของทรัพยากรน้ำในทุกๆกรณี มีสัดส่วนลดลงร้อยละ 20 ของการไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (รูปที่ 67) สัดส่วนที่น้อยที่สุด คือ ช่วงฤดูแล้ง เดือนมีนาคมและเมษายน ส่งผลให้ทุกๆกรณี ในพื้นที่ต้นน้ำนั้น ไม่สามารถทำเกษตรในช่วงฤดูแล้งได้สอดคล้องกับข้อมูลจากสำนักชลประทานที่ 14 เพราะในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ได้มีการประกาศว่าไม่สามารถจ่ายน้ำให้ภาคเกษตรในช่วงฤดูแล้งได้ เนื่องจากปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการ เมื่อได้รับการแก้ปัญหาตามแนวทางของการมีส่วนร่วม (บทที่ 4) พบว่า สัดส่วนของทรัพยากรน้ำเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้ง แต่ยังคงไม่สามารถจ่ายน้ำให้ภาคเกษตรในช่วงฤดูแล้งได้เช่นกัน

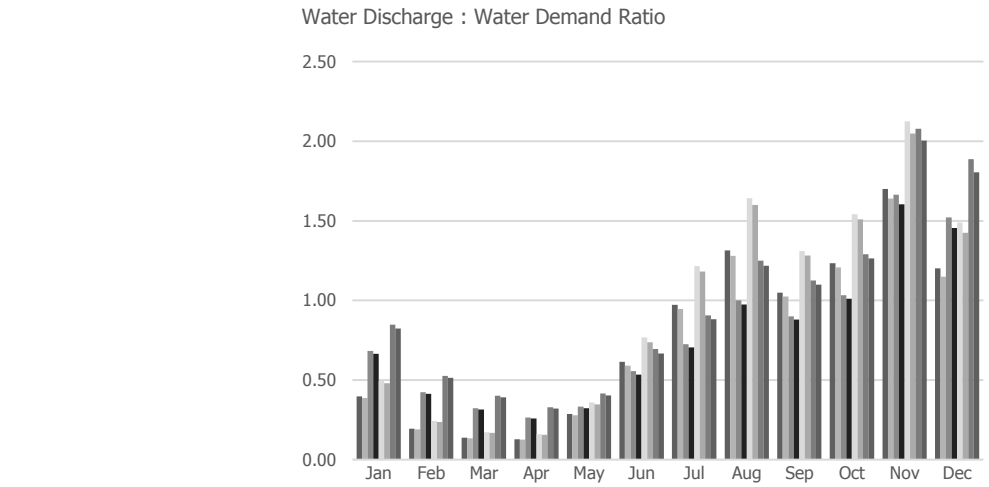
ผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มความต้องการน้ำของเทศบาลเมืองหัวหินนั้น ส่งผลเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับสัดส่วนของความต้องการน้ำหลักของพื้นที่ต้นน้ำ แต่อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นยังคงส่งผลกะทบต่อพื้นที่ต้นน้ำ ดังนั้นจึงต้องมีการบริหารจัดการน้ำให้สอดคล้องและลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยใช้ผลจากการปรับแก้ปัญหาของเมืองท่องเที่ยวในส่วนถัดไป

การประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ผลของการฉายภาพอนาคตต่อการประเมินการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ เมื่อใช้ Criticality Ratio (CR) เป็นดัชนีชี้วัด พบว่า การขาดแคลนทรัพยากรน้ำสูงมาก ช่วงเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน ในรูปแบบของการที่ไม่ได้มีการแก้ปัญหา แต่เมื่อได้รับการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำลดลง ในเดือนมกราคม (รูปที่ 67) แสดงให้เห็นว่า การแก้ปัญหาดังกล่าวได้ผลในการช่วยลดการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ แต่พื้นที่ต้นน้ำยังคงขาดแคลนทรัพยากรน้ำอยู่ เนื่องจากปริมาณของฝนและน้ำต้นทุนมีปริมาณน้อย ซึ่งเป็นข้อจำกัดทางธรรมชาติของพื้นที่นี้

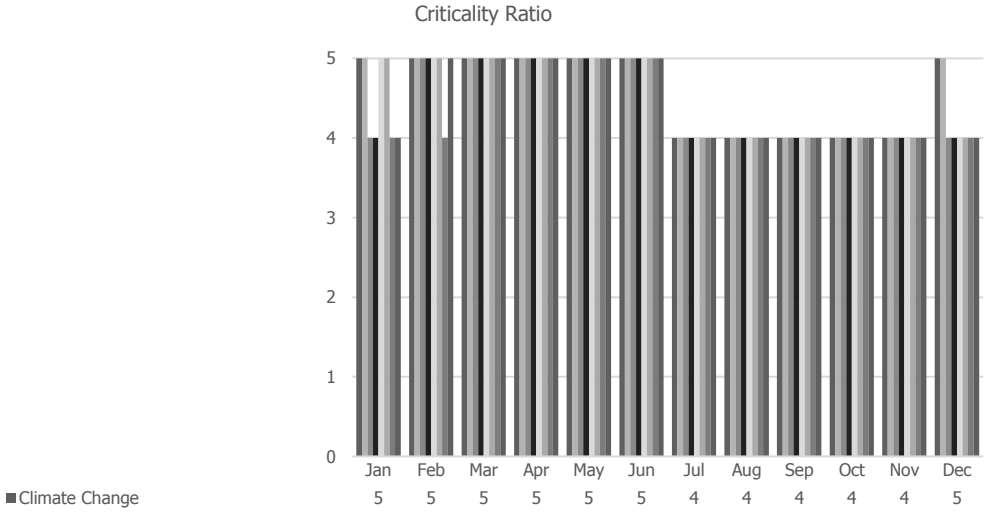
ความไม่แน่นอนจากการฉายภาพอนาคต

ผลของการฉายภาพอนาคตในหลากหลายรูปแบบนั้น แสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของผลที่จะเกิดขึ้น จากแบบจำลองนี้ พบว่า ความไม่แน่นอนของสัดส่วนของทรัพยากรน้ำที่เกิดปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ มีค่าสูงสุดที่ร้อยละ 50 ในเดือนมากราคมและน้อยที่สุดร้อยละ 10 ในเดือนพฤษภาคม ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ในอนาคตความแต่กต่างกันของผลจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำมีค่าความไม่แน่นอนมีค่าสูงสุดที่ร้อยละ 50 (รูปที่ 67)



	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Climate Change	0.40	0.20	0.14	0.13	0.29	0.61	0.97	1.31	1.05	1.23	1.70	1.20
Climate Change + Hua-Hin	0.39	0.19	0.13	0.13	0.28	0.59	0.95	1.28	1.02	1.21	1.64	1.15
Climate Change + Solution	0.68	0.42	0.32	0.27	0.33	0.56	0.73	1.00	0.90	1.03	1.66	1.52
Climate Change + Solution + Hua-Hin	0.66	0.41	0.31	0.26	0.32	0.53	0.71	0.98	0.88	1.01	1.60	1.46
Non-Climate Change	0.49	0.24	0.17	0.16	0.36	0.77	1.22	1.64	1.31	1.54	2.12	1.49
Non-Climate Change + Hua-Hin	0.48	0.24	0.17	0.16	0.35	0.74	1.18	1.60	1.28	1.51	2.05	1.42
Non-Climate Change + Solution	0.85	0.53	0.40	0.33	0.42	0.69	0.91	1.25	1.12	1.29	2.08	1.89
Non-Climate Change + Solution + Hua-Hin	0.82	0.51	0.39	0.32	0.40	0.67	0.88	1.22	1.10	1.26	2.00	1.81

ก)



	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Climate Change	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5
Climate Change + Hua-Hin	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5
Climate Change + Solution	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
Climate Change + Solution + Hua-Hin	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
Non-Climate Change	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
Non-Climate Change + Hua-Hin	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
Non-Climate Change + Solution	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
Non-Climate Change + Solution + Hua-Hin	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4

ข)

รูปที่ 67 การฉายภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

6.6 ผลการศึกษาของเทศบาลเมืองหัวหิน

การฉายภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน *"ไม่คลอบคลุมถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ"* เนื่องจากพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหินไม่ได้เป็นพื้นที่ต้นน้ำ ซึ่งการจัดลำดับความสำคัญของการใช้ทรัพยากรน้ำของกรมชลประทาน ได้กำหนดให้ความต้องการน้ำประชาชนมีความสำคัญเป็นลำดับแรก จึงไม่สามารถให้ประชาชนขาดแคลนน้ำได้ ส่งผลให้ระบบของการจ่ายน้ำสู่เทศบาลเมืองหัวหิน ไม่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

โดยการนำผลการศึกษาที่ได้จากการประชุมระดมสมองระหว่างกลุ่มเป้าหมายประกอบด้วย นักวิชาการ และเจ้าหน้าที่ของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง (บทที่ 5) มาใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นและข้อมูลในตัวแปรของการปรับตัวในแบบจำลอง ซึ่งผลของแบบจำลองสามารถฉายภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหินในรูปแบบของกลุ่มผู้นำชุมชน กลุ่มผู้บริหาร และกลุ่มนักวิชาการ เริ่มตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2557 (ค.ศ. 2014) จนถึง ปี พ.ศ. 2586 (ค.ศ. 2043) สามารถแสดงให้เห็นภาพอนาคตของผลการขาดแคลนทรัพยากรน้ำและการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำทั้งสิ้น 4 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

1) ภาพอนาคตในกรณีที่ไม่มีการดำเนินมาตรการใดๆ (Baseline)
2) ภาพอนาคตการแก้ปัญหาของกลุ่มผู้นำชุมชน (Local Actors)
3) ภาพอนาคตการแก้ปัญหาของกลุ่มผู้บริหาร (Policy Makers)
4) ภาพอนาคตการแก้ปัญหาของกลุ่มนักวิชาการ (Experts)

6.6.1 ภาพอนาคตในกรณีที่ไม่มีการดำเนินมาตรการใดๆ (Baseline)

ภาพอนาคตที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของผลการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ซึ่งไม่ได้เตรียมการหรือมีการรับมือกับผลกระทบหรือภาพอนาคตปกติ (Baseline) โดยใช้ข้อมูลอ้างอิงจากสภาพการณ์ปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) ของเทศบาลเมืองหัวหินและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถอธิบายภาพอนาคตของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำได้ดังต่อไปนี้ (รูปที่ 68)

ภาพอนาคตด้านทรัพยากรน้ำ

จากภาพอนาคตปกติ (Baseline) ในระยะสั้น สมดุลของน้ำ (Water balance) เริ่มอยู่ในระดับติดลบตั้งแต่เริ่มเข้าปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) และติดลบที่สุด -204,910 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) ส่งผลให้ปริมาณน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำ (Water input) ไม่มีน้ำกักเก็บ (Water

storage) เนื่องจากปริมาณของน้ำคงที่ที่ 1,225,972 ลบ.ม. แต่มีการเพิ่มของความต้องการมากขึ้น มีปริมาณการจ่ายน้ำประปา (Water discharge) และความต้องการใช้น้ำ (Water requirement) สูงสุด 1,430,882 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) จากนั้นปริมาณการจ่ายไม่เพียงพอ โดยมีปริมาณการจ่ายน้ำ 1,156,577 ลบ.ม. ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2563 – 2566 (ค.ศ. 2020 - 2023) หลังจากนั้นปริมาณน้ำประปาจึงเพียงพอต่อความต้องการ เนื่องจากการลดลงอย่างรวดเร็วของจำนวนนักท่องเที่ยว จากนั้นในช่วง 10-20 ปี สมดุลของน้ำยังคงอยู่ในระดับต่ำ โดยลดลงจนถึงจุดที่ -81,252 ลบ.ม. (กราฟลดลงต่ำครั้งที่ 2) ในปี พ.ศ. 2569 (ค.ศ. 2026) จากนั้นกลับเพิ่มขึ้นจนถึง 67,111 ลบ.ม. (กราฟเพิ่มขึ้นสูงครั้งที่ 3) ในปี พ.ศ. 2572 (ค.ศ. 2029) และกลับลดลงจนถึง -81,252 ลบ.ม. (กราฟลดลงต่ำครั้งที่ 3) ในปี พ.ศ. 2576 (ค.ศ. 2033) ซึ่งเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของการเพิ่มขึ้นและการลดลงระหว่างปริมาณน้ำและความต้องการใช้น้ำ ด้านความต้องการใช้น้ำมีเพิ่มขึ้นจนถึง 1,307,264 ลบ.ม. (กราฟเพิ่มขึ้นสูงครั้งที่ 2) ในปี พ.ศ. 2569 (ค.ศ. 2026) และเพิ่มขึ้นจนถึง 1,305,988 ลบ.ม. (กราฟเพิ่มขึ้นสูงครั้งที่ 3) ในปี พ.ศ. 2576 (ค.ศ. 2033) ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรและจำนวนนักท่องเที่ยวโดยตรง และในช่วง 20-30 ปีข้างหน้า สมดุลของน้ำยังคงอยู่ในระดับต่ำลงอีก โดยสมดุลของน้ำมีค่า -26,424 ลบ.ม. จากในปี พ.ศ. 2577 (ค.ศ. 2034) กลับเพิ่มขึ้นจนถึง 61,573 ลบ.ม. (กราฟเพิ่มขึ้นสูงครั้งที่ 4) ในปี พ.ศ. 2578 (ค.ศ. 2035) ลดลงจนถึง -70,733 ลบ.ม. (กราฟลดลงต่ำครั้งที่ 4) ในปี พ.ศ. 2582 (ค.ศ. 2039) และกลับเพิ่มขึ้นจนถึง 60,133 ลบ.ม. (กราฟเพิ่มขึ้นสูงครั้งที่ 4) ในปี พ.ศ. 2584 (ค.ศ. 2041) และมีค่า -21,108 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2586 (ค.ศ. 2043) ด้านความต้องการใช้น้ำมีเพิ่มขึ้นจนถึง 1,296,705 ลบ.ม. (กราฟเพิ่มขึ้นสูงครั้งที่ 4) ในปี พ.ศ. 2582 (ค.ศ. 2039) และมีความต้องการใช้น้ำ 1,243,306 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2586 (ค.ศ. 2043)

Chulalongkorn University

ภาพอนาคตของความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำ

การเปลี่ยนแปลงของความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของภาพอนาคตนี้ มีความเปราะบางในช่วงแรกอยู่ในระดับปกติมีค่า 0.62 จากนั้นเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) และความเปราะบางมีค่าสูงสุด 3.62 ในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) และลดลงจนถึงระดับปกติมีค่า 0.66 ในปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2023) การประเมินระดับของการขาดแคลนน้ำนั้น ค่า WSI เพิ่มขึ้น จากระดับ 3 เป็นระดับ 5 ในปี พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) และไม่มีการลดลงอีก ซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณน้ำเริ่มมีปริมาณไม่เพียงพอเมื่อเทียบกับความต้องการใช้น้ำของประชากรและนักท่องเที่ยว และค่า CR เพิ่มขึ้นจากระดับ 4 เป็นระดับ 5 ในปี พ.ศ. 2561 (ค.ศ. 2018) ซึ่งเป็นช่วงที่สมดุลของน้ำเริ่มมีค่าลดลงอย่างมาก จากนั้นค่า CR ลดลงจากระดับ 5 เป็นระดับ 4 ในปี พ.ศ. 2564 (ค.ศ. 2021) และไม่มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากสัดส่วนของปริมาณน้ำในพื้นที่ค่อนข้างคงที่ ในอนาคตช่วง 20 ปี สามารถสังเกตจุดที่มีความเปราะบางเพิ่มขึ้นเมื่อรวมกับระยะสั้น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2563 –

2566 (ค.ศ. 2020 - 2023) มีค่า 3.62 ช่วงที่ 2 ตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2570 - 2573 (ค.ศ. 2027 - 2030) มีค่า 3.31 และช่วงที่ 3 ตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2575 - 2578 (ค.ศ. 2032 – 2035) มีค่า 3.52 ตามลำดับ และช่วง 30 ปีข้างหน้า ความเปราะบางยังคงมีค่าสูงต่อจากระยะกลางจากนั้นลดลงเหลือ 0.64 จากนั้นเพิ่มขึ้นในช่วงที่ 4 มีค่า 3.52 ในช่วงปี พ.ศ. 2582 - 2584 (ค.ศ. 2039 - 2041) และในปี พ.ศ. 2586 (ค.ศ. 2043) ความเปราะบางมีค่า 0.64 สาเหตุที่ทำให้กราฟความเปราะบางมีค่าไม่คงที่ เนื่องจากเทศบาลมีปริมาณน้ำไม่เพียงพอกับความต้องการ

6.6.2 ภาพอนาคตการแก้ปัญหาของกลุ่มผู้นำชุมชน

กลุ่มผู้นำชุมชน เลือกวิธีการปรับตัวโดยการให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำและช่วยกันประหยัดน้ำ มาเป็นลำดับแรก ซึ่งวิธีนี้เป็นการลดการเพิ่มขึ้นของความต้องการน้ำของพื้นที่และยังสามารถลดการขาดแคลนน้ำได้อย่างยั่งยืน และในลำดับรองลงมา ได้มองถึงการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ โดยมองด้านการควบคุมการใช้ การหาแหล่งทรัพยากรน้ำ และการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบประปา เพื่อรองรับการเพิ่มของความต้องการทรัพยากรน้ำ และการขยายตัวของเมืองที่ต้องมีการควบคุม ซึ่งสามารถอธิบายภาพอนาคตของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำได้ดังต่อไปนี้ (รูปที่ 68)

ภาพอนาคตด้านทรัพยากรน้ำ

ในอีก 10-20 ปีข้างหน้า ภาพอนาคตของกลุ่มผู้นำชุมชน พบว่า ประชาชนและธุรกิจท่องเที่ยวไม่ได้รับผลกระทบจากปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ เนื่องมีการแก้ปัญหาโดยการเพิ่มปริมาณน้ำมากขึ้น แต่สมดุลของน้ำยังคงลดลงอย่างต่อเนื่อง และในอีก 20-30 ปี สมดุลของน้ำยังลดลงอย่างต่อเนื่องจนอยู่ในระดับติดลบตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2578 (ค.ศ. 2035) และลดลงจนถึงจุดต่ำสุด -131,212 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2580 (ค.ศ. 2037) ซึ่งมีปริมาณการจ่ายน้ำประปาสูงสุดมีปริมาณ 1,889,605 ลบ.ม. ส่งผลให้ปริมาณน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำไม่มีน้ำกักเก็บในปี พ.ศ. 2580 (ค.ศ. 2037) จากนั้นจึงเกิดสภาวะการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ซึ่งภาพอนาคตของกลุ่มผู้นำชุมชนมีการเพิ่มของความต้องการน้ำมากที่สุด มีการเพิ่มปริมาณของน้ำดิบเป็น 1,758,394 ลบ.ม.

ภาพอนาคตของความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำ

ระยะแรก ความเปราะบางเริ่มจาก 0.15 แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2558 - 2566 (ค.ศ. 2015 - 2023) ซึ่งค่าความเปราะบางอยู่ระหว่าง 0.17 – 0.19 การประเมินระดับของการขาดแคลนน้ำนั้น ค่า WSI เพิ่มขึ้น จากระดับ 3 เป็นระดับ 5 ในปี พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) และไม่มีการลดลง ซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณสัดส่วนของน้ำกับจำนวนประชากรและนักท่องเที่ยวเริ่มมีปริมาณไม่เพียงพอ และค่า CR เพิ่มขึ้นจากระดับ 3 เป็นระดับ 4 ในช่วงเดียวกัน ซึ่งเป็นช่วงที่สมดุลของน้ำเริ่มมี

ค่าลดลง ในอีก 10-20 ปีข้างหน้า ความเปราะบางเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่ระยะสั้น ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.19 – 0.20 ค่า WSI ยังคงอยู่ในระดับสูง (5) ค่า CR เพิ่มขึ้นจากระดับ 4 เป็นระดับ 5 ในปี พ.ศ. 2576 (ค.ศ. 2033) ซึ่งเป็นช่วงที่สัดส่วนของน้ำ (สมดุลของน้ำ) เริ่มมีแนวโน้มของการลดลงอย่างรวดเร็ว และในอีก 20-30 ปี ความเปราะบางเพิ่มขึ้นสูงสุดใน ในปี พ.ศ. 2580 (ค.ศ. 2037) มีค่าความเปราะบาง 1.04 จากนั้นลดลงจนมีค่า 0.21 ช่วง ในปี พ.ศ. 2582 (ค.ศ. 2039) จากการลดลงของจำนวนประชากรและนักท่องเที่ยว แล้วกลับเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ในปี พ.ศ. 2585 (ค.ศ. 2042) ซึ่งมีค่าความเปราะบาง 1.04 ในส่วนของค่า WSI และค่า CR ยังคงอยู่ในระดับสูงสุด

6.6.3 ภาพอนาคตการแก้ปัญหาของกลุ่มผู้บริหาร

กลุ่มผู้บริหาร เน้นการแก้ปัญหาโดยการเพิ่มปริมาณของทรัพยากรน้ำหรือการจัดหาทรัพยากรน้ำ เพิ่มประสิทธิภาพของระบบประปา และสร้างที่กักเก็บน้ำสำรอง เพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นของความต้องการทรัพยากรน้ำและป้องกันการขาดแคลนน้ำในระยะสั้น ในอีกด้านหนึ่งได้เลือกวิธีการควบคุมวางการเติบโตและการขยายตัวของเมืองในอนาคต เพื่อชะลอการเพิ่มขึ้นของความต้องการทรัพยากรน้ำในอีกทางหนึ่ง ซึ่งสามารถอธิบายภาพอนาคตของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำได้ดังต่อไปนี้ (รูปที่ 6-16)

ภาพอนาคตด้านทรัพยากรน้ำ

ระยะใกล้และในอีก 10-20 ปีข้างหน้า สมดุลของน้ำเริ่มมีค่าติดลบในปี พ.ศ. 2575 (ค.ศ. 2032) แต่ในระยะนี้ประชาชนและธุรกิจท่องเที่ยวไม่ได้รับผลกระทบจากปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ และในอีก 20-30 ปี สมดุลของน้ำของภาพอนาคตของกลุ่มผู้บริหารลดลงอย่างต่อเนื่องจนสมดุลของน้ำเริ่มอยู่ในระดับติดลบตั้งแต่ในช่วงระยะสั้นและลดลงจนถึงจุดต่ำสุด -114,576 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2577 (ค.ศ. 2034) ส่งผลให้ปริมาณน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำไม่มีน้ำกักเก็บในปี พ.ศ. 2578 (ค.ศ. 2035) ซึ่งในการแก้ปัญหาของกลุ่มผู้บริหารมีการเพิ่มปริมาณของน้ำดิบเป็น 1,727,760 ลบ.ม. ส่งผลให้มีปริมาณการจ่ายน้ำประปาสูงสุดได้ปริมาณ 1,842,336 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2577 (ค.ศ. 2034) และเมื่อมีความต้องการมากกว่านั้น จึงส่งผลให้เกิดสภาวะการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ภาพอนาคตของความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำ

ระยะแรก ความเปราะบางเริ่มจาก 0.17 แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2558 - 2566 (ค.ศ. 2015 - 2023) ซึ่งค่าความเปราะบางอยู่ระหว่าง 0.19 – 0.22 การประเมินระดับของการขาดแคลนน้ำนั้น ค่า WSI เพิ่มขึ้น จากระดับ 3 เป็นระดับ 5 ในปี พ.ศ. 2560 (ค.ศ. 2017) และไม่มีการลดลง ซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณสัดส่วนของน้ำกับจำนวนประชากรและนักท่องเที่ยวเริ่มมีปริมาณไม่

เพียงพอ และค่า CR อยู่ที่ระดับ 4 เป็นช่วงที่สมดุลของน้ำเริ่มมีค่าลดลง ในอีก 10-20 ปีข้างหน้า ความเปราะบางเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่ระยะสั้น มีค่าอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.23 ค่า WSI ยังคงอยู่ในระดับสูง (5) ค่า CR เพิ่มขึ้นจากระดับ 4 เป็นระดับ 5 ในปี พ.ศ. 2574 (ค.ศ. 2031) ซึ่งเป็นช่วงที่สัดส่วนของน้ำ (สมดุลของน้ำ) เริ่มมีแนวโน้มของการลดลงอย่างรวดเร็ว และในอีก 20-30 ปี ความเปราะบางเพิ่มขึ้นสูงสุดใน ในปี พ.ศ. 2578 (ค.ศ. 2035) มีค่าความเปราะบาง 1.17 จากนั้นลดลงจนมีค่า 0.23 ช่วง ในปี พ.ศ. 2579 (ค.ศ. 2036) จากการลดลงของจำนวนประชากรและนักท่องเที่ยว แล้วกลับเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ในปี พ.ศ. 2583 (ค.ศ. 2040) ซึ่งมีค่าความเปราะบาง 1.17 ในส่วนของค่า WSI ยังคงอยู่ในระดับสูงสุด แต่ค่า CR มีการปรับลดลงจากระดับ 5 เป็นระดับ 4 ในปี พ.ศ. 2579 และ พ.ศ. 2585 (ค.ศ. 2036 และ ค.ศ. 2042) ซึ่งเกิดจากสัดส่วนของน้ำที่เพิ่มขึ้นจากการลดลงของนักท่องเที่ยว

6.6.4 ภาพอนาคตการแก้ปัญหาของกลุ่มนักวิชาการ

กลุ่มนักวิชาการ เลือกวิธีการบริหารจัดการ และการจัดการทรัพยากรน้ำ โดยการควบคุมวางแผนการบริหารจัดการน้ำ รวมทั้งใช้วิธีการปรับตัวโดยการให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำ และช่วยกันประหยัดน้ำ เพื่อรองรับการเติบโตการขยายตัวของเมือง และลดการเพิ่มขึ้นของความต้องการน้ำของพื้นที่และยังสามารถลดการขาดแคลนน้ำได้อย่างยั่งยืน ซึ่งสามารถอธิบายภาพอนาคตของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำได้ดังต่อไปนี้ (รูปที่ 68)

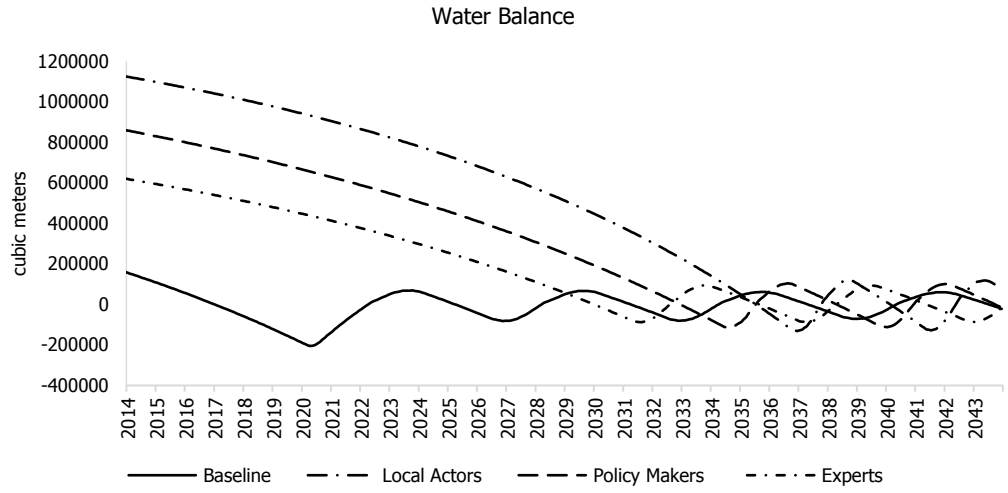
ภาพอนาคตด้านทรัพยากรน้ำ

ระยะใกล้และในอีก 10-20 ปีข้างหน้า ปริมาณของน้ำกักเก็บเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วและกำลังจะไม่เพียงพอสมดุลของน้ำเริ่มมีค่าติดลบในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) สมดุลของน้ำของภาพอนาคตของกลุ่มนักวิชาการลดลงอย่างรวดเร็วที่สุด เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้น้ำอย่างรวดเร็ว แต่ทรัพยากรน้ำยังไม่สามารถรองรับการเพิ่มจำนวนได้ จนสมดุลของน้ำเริ่มอยู่ในระดับติดลบตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2574 (ค.ศ. 2031) และลดลงจนถึงจุดต่ำสุด -87,680 ลบ.ม. ซึ่งความแตกต่างจากกลุ่มอื่น คือ ปริมาณน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำมีปริมาณน้อยที่สุด จำนวน 40,518 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2575 (ค.ศ. 2032) แต่ปริมาณน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำนั้นไม่หมดเหมือนกลุ่มอื่นๆ เนื่องจากมีการเพิ่มปริมาณของน้ำดิบจากสัดส่วนของน้ำเสียชุมชนที่ได้รับการบำบัด ส่งผลให้มีปริมาณการจ่ายน้ำประปาสูงสุดมีปริมาณ 1,606,011 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2574 (ค.ศ. 2031) และในอีก 20-30 ปี สมดุลของน้ำยังคงอยู่ในระดับต่ำ โดยสมดุลของน้ำมีค่า -86,958 ลบ.ม. จากในปี พ.ศ. 2580 (ค.ศ. 2037) จากนั้นกลับเพิ่มขึ้นจนถึง 93,922 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2582 (ค.ศ. 2039) จนถึงเมื่อปี พ.ศ. 2586 (ค.ศ. 2043) สมดุลของน้ำมีค่า -15,292 ลบ.ม. และมีความต้องการใช้น้ำ 1,552,068 ลบ.ม.

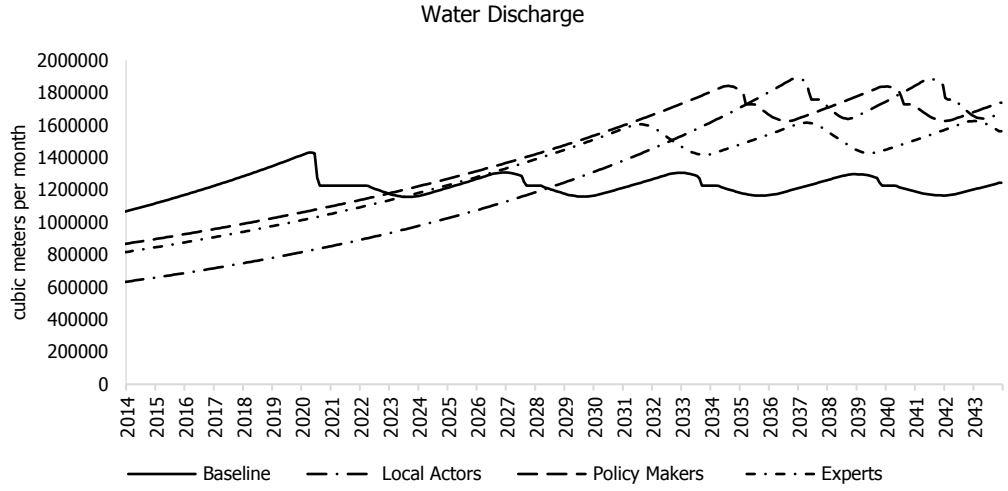
ภาพอนาคตของความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำ

ระยะแรก ความเปราะบางเริ่มจาก 0.20 แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2558 - 2566 (ค.ศ. 2015 - 2023) ซึ่งค่าความเปราะบางอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.25 การประเมินระดับของการขาดแคลนน้ำนั้น ค่า WSI อยู่ในระดับ 5 เนื่องจากปริมาณสัดส่วนของน้ำกับจำนวนประชากรและนักท่องเที่ยวมีปริมาณไม่เพียงพอ แต่ค่า CR อยู่ที่ระดับ 4 ซึ่งสัดส่วนของน้ำ (สมดุลของน้ำ) มีความรุนแรงน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ เนื่องจากมีการนำน้ำจากน้ำเสียกลับมาใช้ในระบบ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 - 2586 (ค.ศ. 2015 - 2043) โดยไม่มีการลดลงหรือเพิ่มขึ้น ในอีก 10-20 ปีข้างหน้า ความเปราะบางเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่ระยะสั้น มีค่าอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.26 ความเปราะบางเพิ่มขึ้นสูงสุดใน ในปี พ.ศ. 2575 (ค.ศ. 2032) มีค่าความเปราะบาง 1.05 จากนั้นลดลงจนมีค่า 0.26 ช่วง ในปี พ.ศ. 2576 (ค.ศ. 2033) จากการลดลงของจำนวนประชากรและนักท่องเที่ยว) และในอีก 20-30 ปี ความเปราะบางกลับเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ในปี พ.ศ. 2580 (ค.ศ. 2037) ซึ่งมีค่าความเปราะบาง 1.05 จากนั้นลดลงจนมีค่า 0.26 ช่วง ในปี พ.ศ. 2582 (ค.ศ. 2039) และเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ในปี พ.ศ. 2586 (ค.ศ. 2043) ซึ่งมีค่าความเปราะบาง 1.05 จากการเพิ่มขึ้นและลดลงจากผลกระทบจากความต้องการใช้น้ำของประชากรและนักท่องเที่ยว

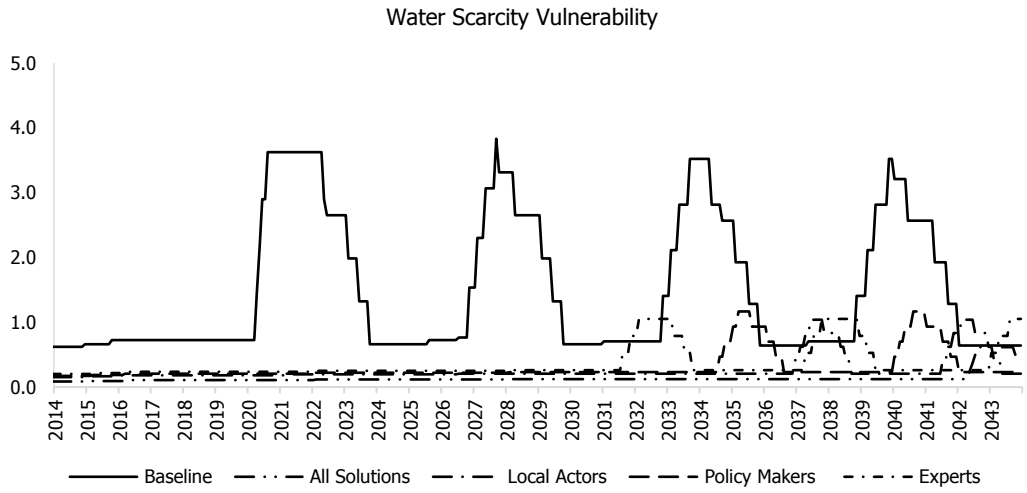
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ก)



ข)



ค)

รูปที่ 68 ผลการแก้ปัญหาของทางเลือกจากการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย (พ.ศ. 2547 – 2586)

6.7 สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา

ระบบการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของเมืองท่องเที่ยว ประกอบด้วย การจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยใช้กรณีศึกษา: ลุ่มน้ำปราณบุรี ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน และเทศบาลเมืองหัวหิน สามารถสร้างแบบจำลองของระบบทั้งหมดซึ่งในแต่ระบบมีความซับซ้อน มีความเชื่องโยงซึ่งกันและกัน ส่งผลต่อกันทั้งทางบวกและทางลบ แต่ละส่วนของแบบจำลองประกอบด้วย ระบบของสมดุลของน้ำ ระบบของทรัพยากรน้ำ ระบบของชุมชนเมือง ระบบของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ และระบบของการประเมินความเปราะบางของทรัพยากรน้ำ เพื่อใช้สำหรับการฉายภาพอนาคตภายใต้เงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงด้านทรัพยากรน้ำเท่านั้น ไม่รวมผลกระทบทางด้านอื่นๆ

ซึ่งในสภาวะปกติมีองค์ประกอบอีกหลายส่วนที่กระทบต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนประชากรและนักท่องเที่ยว การประเมินระดับของผลกระทบและระดับของการแก้ปัญหาและการแก้ไขปัญหาในพื้นที่นั้นได้อ้างอิงจากกระบวนการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาโดยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ระบบการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของเมืองท่องเที่ยว ประกอบด้วย พื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่ปลายน้ำ ส่งผลให้แบบจำลองสามารถการวิเคราะห์ภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ต้นน้ำและด้านการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ปลายน้ำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน ทำให้การวิเคราะห์ภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

จากการสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตของทรัพยากรน้ำและการประเมินความเปราะบางของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ กรณีศึกษาเทศบาลเมืองหัวหิน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เป็นแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งชุมชนที่การเติบโตและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ มีแนวโน้มของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในอนาคต โดยการฉายภาพอนาคตและเปรียบเทียบทางเลือกแนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ทั้ง 3 กลุ่ม (บทที่ 5) สามารถสรุปประเด็นของการแก้ปัญหา ได้ดังนี้ **กลุ่มผู้นำชุมชน** และ **กลุ่มผู้บริหาร** มีประเด็นของการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน คือ การเลือกวิธีการบริหารจัดการ โดยควบคุมการใช้น้ำของกิจกรรมต่างๆ และการเลือกที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ ด้านการปรับตัวที่กลุ่มผู้นำชุมชน เลือกมาเป็นอันดับแรก และด้านจัดหาทรัพยากรที่กลุ่มผู้บริหารให้ความสำคัญ ส่วนในประเด็นอื่นๆ ทั้ง 2 กลุ่ม มีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน ในส่วนของ **กลุ่มนักวิชาการ** เห็นได้ว่า มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน จากการที่เลือกการแก้ปัญหาเน้นทางด้านการวางนโยบายและการบูรณาการในทุกๆ

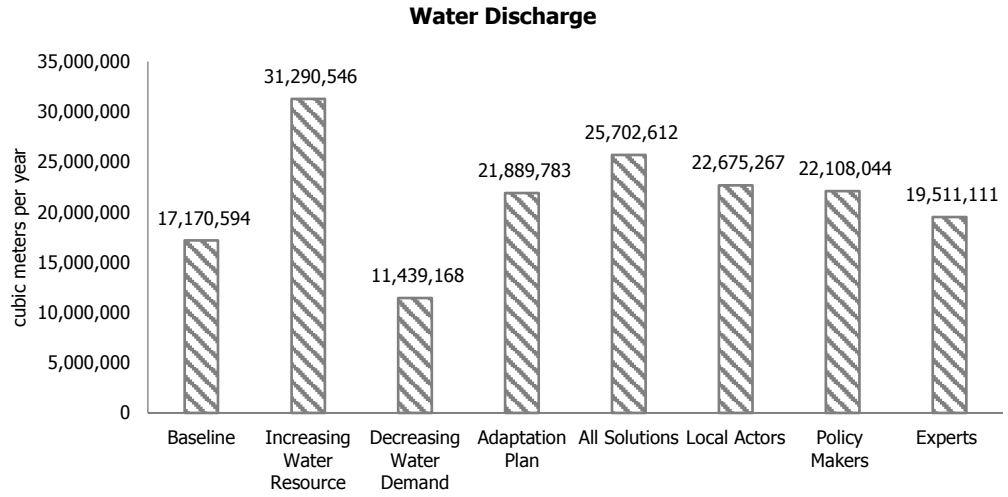
ด้าน ซึ่งเป็นแนวทางของการแก้ปัญหาในภาพรวม จากทางเลือกดังกล่าวส่งผลให้ภาพอนาคตของการเลือกแนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำที่แตกต่างกัน

ด้านทรัพยากรน้ำ ภาพอนาคต Baseline แสดงผลกระทบที่สังเกตได้ชัดเจน ส่วนของภาพอนาคตที่ได้รับการแก้ปัญหาทั้ง 3 รูปแบบ ในช่วงแรกประชาชนและธุรกิจท่องเที่ยวไม่ได้รับผลกระทบจากปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ แต่ในระยะยาวปริมาณของน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งภาพอนาคตของกลุ่มนักวิชาการลดลงอย่างรวดเร็วที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้น้ำและปริมาณน้ำที่มีปริมาณที่จำกัด

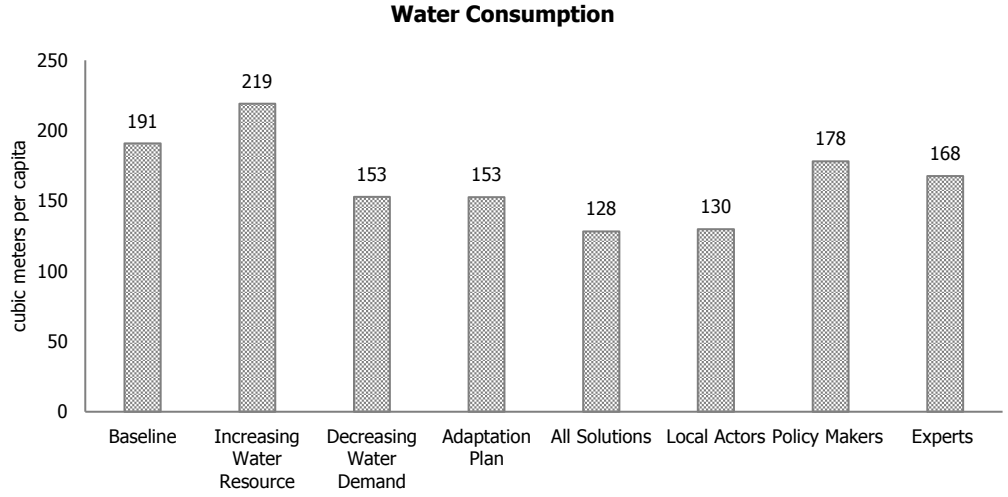
ด้านเศรษฐกิจและสังคม ภาพอนาคต Baseline ได้รับผลกระทบของปริมาณการจ่ายน้ำประปาไม่เพียงพอ ส่งผลต่อการรองรับปริมาณประชากรและนักท่องเที่ยวลดลงอย่างมาก ในกรณีที่ได้รับการแก้ไขปัญหาของกลุ่มผู้นำชุมชน กลุ่มผู้บริหารและกลุ่มนักวิชาการ ซึ่งจำนวนประชากรและจำนวนนักท่องเที่ยวยังคงมีการเพิ่มจำนวนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในระยะยาวปริมาณการจ่ายน้ำประปาไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำของประชากรและนักท่องเที่ยว ส่งผลให้จำนวนประชากรและจำนวนนักท่องเที่ยวลดลง เริ่มจากภาพอนาคตของกลุ่มนักวิชาการ กลุ่มผู้บริหารและกลุ่มผู้นำชุมชนตามลำดับ

ด้านความเปราะบาง ภาพอนาคต Baseline มีความเปราะบางสูง เนื่องจากเทศบาลมีน้ำไม่เพียงพอกับความต้องการและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับประชากรและนักท่องเที่ยว ในส่วนภาพอนาคตของกลุ่มผู้นำชุมชน กลุ่มผู้บริหารและกลุ่มนักวิชาการ ความเปราะบางเพิ่มขึ้นเล็กน้อย การประเมินด้านการขาดแคลนน้ำ ทุกภาพอนาคตมีความขาดแคลนในระดับสูง ตั้งแต่ช่วงนี้ไปจนตลอดภาพอนาคต เนื่องจากสัดส่วนของปริมาณน้ำและการเพิ่มขึ้นของประชากรและนักท่องเที่ยว

จากภาพอนาคตของทุกรูปแบบ สามารถสังเกตได้ว่า ศักยภาพของการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างที่มีโอกาศเกิดขึ้นจากแบบจำลอง เมื่อสมดุลของน้ำเริ่มติดลบ ส่งผลให้เกิดสภาวะของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำอย่างรวดเร็ว ดังนั้นประเด็นนี้จึงสามารถนำมาเป็นจุดที่ใช้บ่งบอกถึงสภาวการณ์ที่คับขันของการบริหารจัดการน้ำ ถ้ามีการแก้ปัญหาไม่ให้เกิดสภาวะการติดลบของสมดลน้ำ โดยการแก้ปัญหาทั้งในด้านการเพิ่มปริมาณน้ำและลดความต้องการใช้ เห็นได้ว่า ศักยภาพในการรองรับนักท่องเที่ยวของการแก้ปัญหาของกลุ่มผู้นำชุมชนมีมากที่สุด แต่ปริมาณของน้ำใกล้เคียงกับของกลุ่มผู้บริหาร เนื่องจากความต้องการใช้น้ำต่อคนน้อยกว่าจากการปรับตัวของประชาชนเอง และความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำยังมีค่าน้อยที่สุดอีกด้วย และในรูปแบบอื่นๆ สามารถเปรียบเทียบตามรูปที่ 69 ซึ่งทำให้เราทราบถึงศักยภาพของการแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง

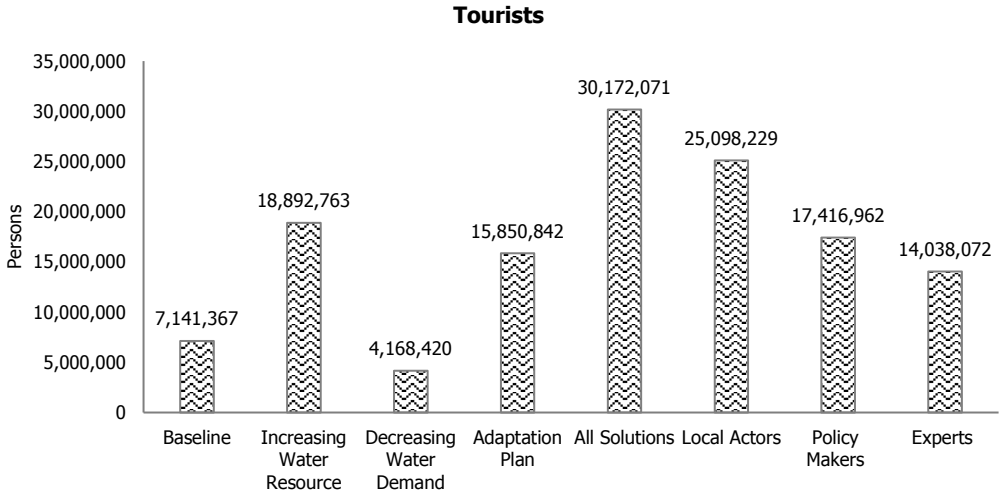


ก)

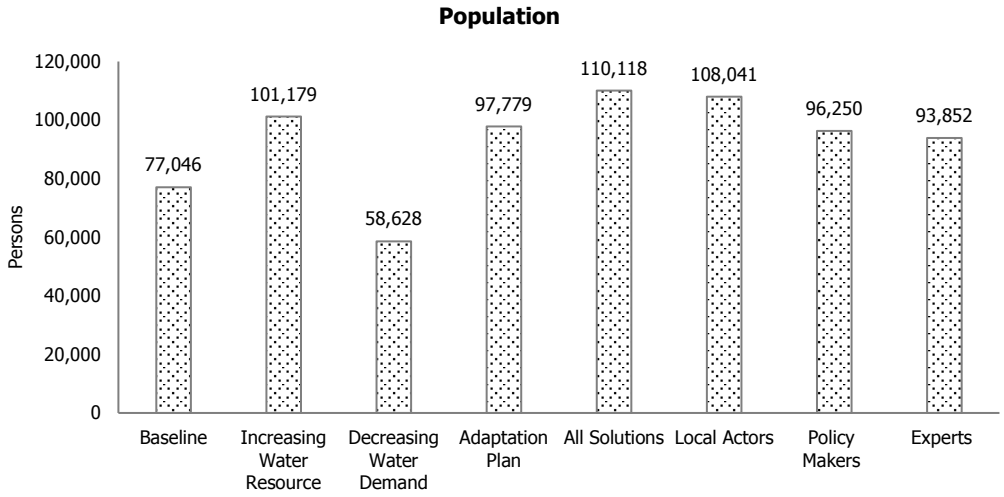


ข)

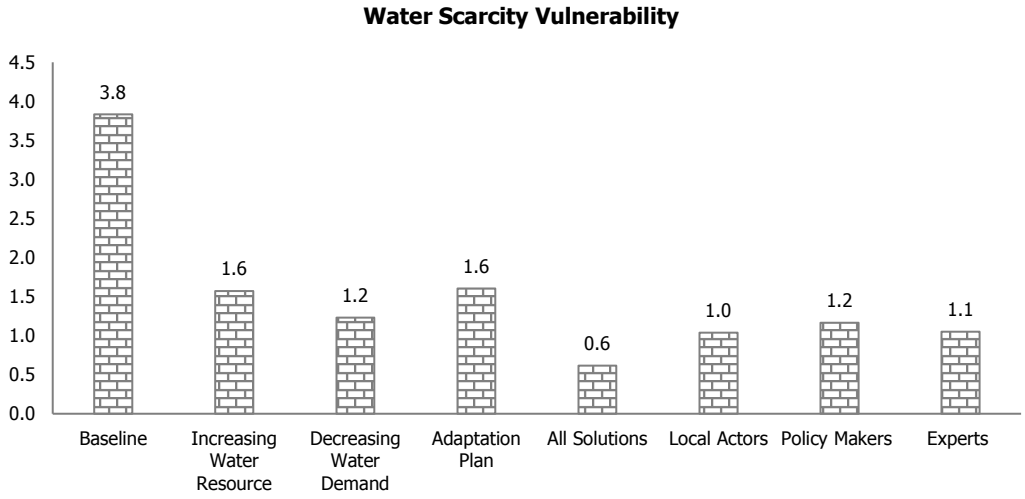
Chulalongkorn University



ค)



ง)



จ)

Chulalongkorn University

รูปที่ 69 ศักยภาพของการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากแบบจำลอง

จากการฉายภาพอนาคตทั้งหมด การให้ความสำคัญในด้านการปรับตัวและการลดปริมาณความต้องการใช้น้ำลงจะทำให้เกิดความยังยืนของการแก้ปัญหาในระยะยาว และผลของการศึกษานั้นจะสามารถสะท้อนให้เห็นผลจากการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม ซึ่งทำให้เกิดความชัดเจนในการแก้ปัญหาและลดความขัดแย้งในพื้นที่ ดังนั้นแบบจำลองและภาพอนาคตของการแก้ไขปัญหาเป็นส่วนหนึ่ง จำแนกตัวแปรของปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ เพื่อใช้ในการวางแผนการบริหารจัดการในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 7

สรุปผลการศึกษา

7.1 สรุปผลการศึกษา

ระบบการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของเมืองท่องเที่ยว ประกอบด้วย การจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยใช้กรณีศึกษา: ลุ่มน้ำปราณบุรี ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน และเทศบาลเมืองหัวหิน สามารถสร้างแบบจำลองของระบบทั้งหมดซึ่งในแต่ระบบมีความซับซ้อน มีความเชื่องโยงซึ่งกันและกัน ส่งผลต่อกันทั้งทางบวกและทางลบ แต่ละส่วนของแบบจำลองประกอบด้วย ระบบของสมดุลของน้ำ ระบบของทรัพยากรน้ำ ระบบของชุมชนเมือง ระบบของการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ และระบบของการประเมินความเปราะบางของทรัพยากรน้ำ เพื่อใช้สำหรับการฉายภาพอนาคตภายใต้เงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงด้านทรัพยากรน้ำเท่านั้น ไม่รวมผลกระทบทางด้านอื่นๆ

ซึ่งในสภาวะปกติมีองค์ประกอบอีกหลายส่วนที่กระทบต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนประชากรและนักท่องเที่ยว การประเมินระดับของผลกระทบและระดับของการแก้ปัญหาและการแก้ไขปัญหาในพื้นที่นั้นได้อ้างอิงจากกระบวนการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาโดยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ระบบการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของเมืองท่องเที่ยว ประกอบด้วย พื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่ปลายน้ำ ส่งผลให้แบบจำลองสามารถการวิเคราะห์ภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ต้นน้ำและด้านการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ปลายน้ำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน ทำให้การวิเคราะห์ภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

จากกรณีศึกษา เทศบาลเมืองหัวหินเป็นพื้นที่ที่มีความเปลี่ยนแปลงในช่วงที่ผ่านมาอย่างรวดเร็ว เป็นแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งชุมชนที่การเติบโตและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ทำให้เกิดความต้องการด้านทรัพยากรน้ำเพิ่มมากขึ้น พื้นที่เทศบาลเมืองหัวหินไม่มีแหล่งทรัพยากรน้ำต้องพึ่งพาจาก ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี ซึ่งทั้ง 2 พื้นที่ เป็นพื้นที่การทำการเกษตร เป็นแหล่งชุมชนที่มีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและการท่องเที่ยว ทำให้เกิดความต้องการด้านทรัพยากรน้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีแนวโน้มของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในอนาคต

การแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของงานวิจัยนี้ ได้เน้นการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียเป็นตัวแปรที่สำคัญของการวางแผนการแก้ไขปัญหา และเมื่อนำแนวทางการแก้ไขปัญหาในเชิงนโยบาย (พรรณนา) มาแสดงผลเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อฉายภาพอนาคตและยืนยันผลของการแก้ปัญหา โดยการใช้แบบจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ซึ่งจากผลของแบบจำลองแสดงถึงผลการแก้ไขปัญหาของประชาชนในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ มากที่สุด ซึ่งได้แบ่งพื้นที่ศึกษาเป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่เมืองท่องเที่ยว (เทศบาลเมืองหัวหิน) และมีการแบ่งการศึกษาเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) การประเมินและการหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านการขาดแคนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ: ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี
2) การประเมินและการหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านการขาดแคนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน
3) ระบบการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของเมืองท่องเที่ยว: เทศบาลเมืองหัวหิน

จากการประเมินและการหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านการขาดแคนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ: ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี โดยการใช้ DPSIR และประสานกับการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียนั้น ทั้ง 2 พื้นที่ มีสภาวะการขาดแคลนทรัพยากรน้ำอยู่ในระดับสูง ซึ่งได้ให้ความสำคัญกับปัจจัย ด้านการทรัพยากรน้ำและด้านความต้องการทรัพยากรน้ำ เนื่องจากในพื้นที่มีปริมาณฝนที่ผ่านมารวมทั้งการคาดการณ์ปริมาณของฝนในอนาคตมีความไม่แน่นอน และการเพิ่มขึ้นของความต้องการทรัพยากรน้ำด้านการเกษตรและเพื่อการอุปโภคและบริโภค จากการทำการเกษตรและการเพิ่มขึ้นของประชาชากรและนักท่องเที่ยว ส่งผลต่อการบริหารจัดการน้ำต้นทุนเป็นอย่างมาก

แนวทางของการแก้ปัญหาของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำทั้ง 2 พื้นที่มีประเด็นในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน มีจุดแข็งของการรวมกลุ่มที่เข้มแข็งของกลุ่มผู้ใช้น้ำ จึงทำให้ผลของการประชุมฯออกมาในรูปแบบการให้มีการเพิ่มสิทธิของกลุ่มในการบริหารจัดการน้ำ โดยให้มีประชาชนมีส่วนร่วมมากขึ้นในการประชุมเพื่อหาแนวทางแก้ไขและการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ รวมไปถึงการตั้งกฎเกณฑ์ของการใช้น้ำให้ชัดเจน โดยให้มีสนับสนุนจากภาครัฐบาลเพื่อให้สามารถกำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ในการการใช้น้ำร่วมกัน ในด้านของการลดปัญหาเมื่อเกิดกรณีน้ำไม่เพียบพอหรือมีปริมาณน้อย กลุ่มผู้ใช้น้ำ มีความเห็นว่า ควรมีการรณรงค์การใช้น้ำอย่างประหยัดและใช้เฉพาะที่จำเป็น โดยการถ่ายทอดและร่วมหาแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ รวมทั้งการถ่ายทอดแนวทางการปฏิบัติและการปรับตัวเมื่อเกิดปัญหา และยังคงต้องการการสนับสนุนจากภาครัฐบาลเพื่อ

พัฒนาคลองและสร้างพื้นที่เก็บน้ำสำรองของแต่ละพื้นย่อย ในส่วนของลุ่มน้ำปราณบุรี มีความต้องการให้มีการควบคุมการปลูกและชนิดของพืชที่อนุญาตให้ปลูก เช่น การกำหนดพื้นที่ (Zoning) ของการปลูกพืช โดยกำหนดชนิดของพืชและพื้นที่ปลูก จึงจำเป็นต้องกำหนดปริมาณและชนิดให้ชัดเจนเพื่อป้องกันปัญหาการเพิ่มสูงขึ้นของความต้องการน้ำ และจากการลดปริมาณของพื้นที่ป่าต้นน้ำที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าที่เข้าอ่างเก็บน้ำจึงมีความเห็นว่าควรมาการเพิ่มและอนุรักษ์ต้นน้ำ และประเด็นสำคัญการรวมกลุ่มของผู้ใช้น้ำนั้นอยู่ในระดับของการเริ่มต้น จึงทำให้ประเด็นของการหาแนวทาง เน้นไปทางการเพิ่มการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่

ข้อมูลของการประเมินและการหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านการขาดแคนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำถูกนำมาใช้ในการพิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาด้านการขาดแคนทรัพยากรน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน ซึ่งจากการประเมินโดยใช้ DPSIR และจากผู้มีส่วนได้เสีย พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลในพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน คือ จำนวนประชากรและการเติบโตทางเศรษฐกิจ ประกอบด้วย การเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ประกอบการฯและการเพิ่มขึ้นของจำนวนนักท่องเที่ยว เมื่อทราบถึงประเด็นหรือสาเหตุของปัญหา จึงดำเนินการประชุมระดมสมองของผู้มีส่วนได้เสีย โดยการใช้ AHP เพื่อหาทางเลือกในการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ซึ่งผลการศึกษาแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้นำชุมชน กลุ่มผู้บริหารและกลุ่มนักวิชาการ ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มมีแนวทางการแก้ปัญหาคล้ายกัน คือ การควบคุมกิจกรรมของการใช้น้ำที่ไม่จำเป็นและมองถึงการประหยัดน้ำในภาพรวม กลุ่มผู้นำชุมชุนใช้แนวทางการให้ความสำคัญของศักยภาพของตัวประชากรที่สามารถช่วยลดการใช้น้ำ ซึ่งจำเป็นต้องมีการดำเนินการอย่างจริงจังและใช้ระยะเวลานานในการดำเนินงาน เพื่อให้เห็นผลที่ชัดเจนต้องมีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง ในส่วนของกลุ่มผู้บริหาร ใช้การบริหารและการจัดการมาช่วยในการแก้ปัญหา โดยการจัดหาทรัพยากรน้ำเพิ่มเติมจากลุ่มน้ำปราณบุรีและลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน อาจจะทำให้เกิดความขัดแย้งด้านการแย่งชิงทรัพยากรน้ำ เนื่องจากทั้ง 2 แหล่งนั้นมีศักยภาพของทรัพยากรน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการในปัจจุบัน ซึ่งต้องให้ความสำคัญกับมาตรการลดผลกระทบ เช่น การชดเชยค่าเสียหาย ค่าเสียประโยชน์ ค่าเสียโอกาสของการใช้ทรัพยากรน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ กลุ่มนักวิชาการ เลือกการแก้ปัญหาเน้นทางด้านการวางนโยบายและการบรูณาการในทุกๆด้าน ซึ่งเป็นแนวทางที่ดีในการแก้ปัญหาในภาพรวม ซึ่งแต่ละกลุ่มมีจุดแข็งและจุดอ่อนที่ไม่เหมือนกัน รวมทั้งประเด็นของการแก้ไขปัญหาบางวิธีการที่มีความไม่เหมือนกัน โดยกลุ่มผู้นำชุมชน และกลุ่มผู้บริหาร จุดแข็งทั้ง 2 กลุ่มนี้ที่มีมากกว่ากลุ่มนักวิชาการ คือ การที่เป็นผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงและสามารถประเมินศักยภาพของตนเองและพื้นที่ได้ แต่การมองในภาพรวมและวิธีการแก้ปัญหาแบบบูรณาการยังคงต้องใช้กลุ่มนักวิชาการเป็นผู้ช่วยและที่ปรึกษา

ประเด็นสำคัญที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนที่กลุ่มผู้นำชุมชนและกลุ่มผู้บริหาร มีความเห็นไม่ตรงกับกลุ่มนักวิชาการ คือ การจัดเก็บค่าการใช้น้ำในอัตราก้าวหน้าและปรับขึ้นค่าน้ำ

และการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่ง 2 ประเด็น นี้ มีการดำเนินในบางพื้นที่ แต่ยังคงเป็นประเด็นที่ยังต้องได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่ก่อนการดำเนินการ ซึ่งกลุ่มผู้นำชุมชนและกลุ่มผู้บริหารคิดว่าการปรับขึ้นค่าน้ำประปาจะส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่าย ทำให้ความเดือนร้อนแกประชาชน ด้านการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ กลุ่มผู้นำชุมชนและกลุ่มผู้บริหาร ยังคงไม่มีความมั่นใจกระบวนการของการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งทั้ง 2 แนวทางอาจจะนำมาซึ่งความไม่พอใจและปัญหาความขัดแย้งของประชาชนในพื้นที่ ดังนั้นการแก้ไขปัญหานี้จึงไม่ได้รับการพิจารณาเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาในพื้นที่นี้

ผลของแบบจำลองของภาพอนาคตในกรณีที่ไม่มีการดำเนินมาตรการใดๆ (Baseline) มีความเปราะบางสูง แต่ในส่วนภาพอนาคตของกลุ่มผู้นำชุมชน กลุ่มผู้บริหารและกลุ่มนักวิชาการ ความเปราะบางเพิ่มขึ้นเล็กน้อย การประเมินด้านการขาดแคลนน้ำ ทุกภาพอนาคตมีความขาดแคลนในระดับสูง ตั้งแต่ช่วงนี้ไปจนตลอดภาพอนาคต เนื่องจากสัดส่วนของปริมาณน้ำที่จำกัดและการเพิ่มขึ้นของประชากรและนักท่องเที่ยวอย่างรวดเร็ว เมื่อแสดงให้เห็นผลกระทบ ภาพอนาคต Baseline ได้รับผลกระทบอย่างชัดเจน ส่วนของภาพอนาคตที่ได้รับการแก้ปัญหาทั้ง 3 รูปแบบ ในช่วงแรกประชาชนและธุรกิจท่องเที่ยวไม่ได้รับผลกระทบจากปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ แต่ในระยะยาวปริมาณของน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งภาพอนาคตของกลุ่มนักวิชาการ กลุ่มผู้บริหาร และกลุ่มผู้นำชุมชน ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้น้ำและปริมาณน้ำที่มีปริมาณที่จำกัด ซึ่งผลกระทบของปริมาณการจ่ายน้ำประปาไม่เพียงพอส่งผลสภาพความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่ ส่งผลต่อความเชื่อมั่นในด้านการท่องเที่ยว กระทบต่อนักท่องเที่ยวและธุรกิจการท่องเที่ยว

ภาพอนาคตของทุกรูปแบบ ผลกระทบจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสมดุลของน้ำเริ่มติดลบ ส่งผลให้เกิดสภาวะของการขาดแคลนทรัพยากรน้ำอย่างรวดเร็ว ดังนั้นประเด็นนี้จึงสามารถนำมาเป็นจุดที่ใช้บ่งบอกถึงสภาวการณ์ที่คับขันของการบริหารจัดการน้ำ ถ้ามีการแก้ปัญหาไม่ให้เกิดสภาวะการติดลบของสมดลน้ำ โดยการแก้ปัญหาทั้งในด้านการเพิ่มปริมาณน้ำและลดความต้องการใช้ ซึ่งควรให้ความสำคัญในด้านลดปริมาณความต้องการใช้น้ำลงจะทำให้เกิดความยังยืนของการแก้ปัญหาในระยะยาว ในด้านข้อจำกัดของแบบจำลองนั้น แบบจำลองนี้เป็นการฉายภาพอนาคตภายใต้เงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงด้านทรัพยากรน้ำเท่านั้น ไม่รวมผลกระทบทางด้านอื่นๆ ซึ่งมีองค์ประกอบอีกหลายส่วนที่กระทบต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนประชากรและนักท่องท่อง ซึ่งการแก้ไขปัญหาในพื้นที่นั้นอ้างอิงจากการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาโดยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียเพียงเท่านั้น

ระบบการประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ โดยการประเมินทางด้านวิทยาศาสตร์ประสานกับกระบวนการมีส่วนร่วม ทำให้เห็นถึงความเข้าใจของผู้มีส่วนได้เสียต่อสิ่งที่ทำให้เกิดและการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ซึ่งแบบจำลองสามารถทำให้เห็นผลจากทางเลือกของการแก้ปัญหาในหลากหลายเงื่อนไขและหลากหลายวิธีการ ทำให้เกิดความชัดเจนใน

การแก้ปัญหาและลดความขัดแย้งในพื้นที่ ดังนั้นการประยุกต์ใช้แบบจำลองระบบการประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำและภาพอนาคตของการแก้ไขปัญหาเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจเชิงนโยบาย เพื่อทำให้การวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.2 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย

การจำลองเชิงพลวัตของระบบการบริหารจัดการน้ำและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำนั้น *เป็นการฉายภาพอนาคตภายใต้เงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงด้านทรัพยากรน้ำเท่านั้น ไม่รวมผลกระทบทางด้านอื่นๆ*" ซึ่งมีองค์ประกอบอีกหลายส่วนที่กระทบต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนประชากรและนักท่องเที่ยว อีกทั้งการปรับแก้ค่าที่มีความสำคัญหลักของแบบจำลอง เช่น ค่าผลกระทบที่เกิดจากการขาดแคลนทรัพยากรน้ำต่อประชากร (Kp) และนักท่องเที่ยว (Kt) การประเมินระดับของผลกระทบและระดับของการแก้ปัญหา เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดได้แสดงหลักการรวมทั้งกระบวนการในการประเมินและกำหนดค่าต่างๆ (หัวข้อ 6.4.1) การแก้ไขปัญหาสามารถเพิ่มหรือลดตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ โดยต้องหาข้อมูลหรือแนวทางที่เป็นไปได้ของพื้นที่ศึกษา ตัวอย่างเช่น งานวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้พื้นที่ศึกษา คือ เทศบาลเมืองหัวหิน การแก้ไขปัญหาในพื้นที่นั้นได้อ้างอิงจากกระบวนการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาโดยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (บทที่ 5) ระบบการประเมินความเปราะบางด้านทรัพยากรน้ำของเมืองท่องเที่ยว ประกอบด้วย พื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่ปลายน้ำ ส่งผลให้แบบจำลองสามารถการวิเคราะห์ภาพอนาคตของการปรับตัวแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ต้นน้ำและด้านการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ปลายน้ำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

การประยุกต์ใช้แบบจำลองนี้กับพื้นที่อื่น จำเป็นต้องนำกระบวนการและแนวทางการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยนี้ (บทที่ 4 และ 5) รวมทั้งต้องปรับแก้ค่าต่างๆ ของแบบจำลอง (บทที่ 6) เพื่อให้แบบจำลองที่มีการปรับใช้มีความสอดคล้องกับพื้นที่มากที่สุด ซึ่งผลของการฉายภาพอนาคตในหลากหลายรูปแบบนั้น ควรแสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของผลที่จะเกิดขึ้นจากแนวทางการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างของพื้นที่นั้นๆ

7.3 ข้อเสนอแนะการแก้ปัญาของเทศบาลเมืองหัวหิน

จากการรวบรวมข้อมูลและการวิจัยทั้งหมด พบว่า เทศบาลเมืองหัวหิน เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก และมีการเติบโตอย่างรวดเร็วสอดคล้องกับการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา เทศบาลเมืองหัวหินมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง และเป็นไปในแบบก้าวกระโดด ดังเห็นได้จากการลงทุนทั้งโรงแรม รีสอร์ท สนามกอล์ฟ สวนน้ำ โครงการบ้านจัดสรร คอนโดมีเนียม ตลอดจนศูนย์การค้าห้างยักษ์ใหญ่ต่างๆ ที่มุ่งหน้าสู่เมืองหัวหิน อีกทั้งโครงการพัฒนารถไฟความเร็วสูงสายกรุงเทพฯ–หัวหิน ซึ่งจะทำให้เทศบาลเมืองหัวหินขยายตัวด้านการค้า การลงทุน และการท่องเที่ยว ปัจจุบันหัวหินมีนักท่องเที่ยวเกิน 5 ล้านคนต่อปี รายได้มากกว่า 25,000 ล้านบาท ทรัพยากรน้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการขยายตัวของเศรษฐกิจและการท่องเที่ยว

เทศบาลเมืองหัวหินนั้น มีพื้นที่เพียง 86 ตารางกิโลเมตร แต่มีความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคประมาณ 25 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปีเป็นอย่างน้อย ซึ่งการใช้น้ำในแต่ละเดือนไม่เท่ากัน โดยในเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม และธันวาคมจะมีการใช้น้ำสูงสุด แต่การที่มีทรัพยากรน้ำที่จำกัด เนื่องจากไม่มีแหล่งน้ำในพื้นที่และอยู่ไกลจากแหล่งน้ำหรือต้นน้ำ ไม่สามารถบริหารจัดการทรัพยากรน้ำต้นทุนได้ ต้องขึ้นอยู่กับแหล่งต้นน้ำ ปัญหาที่กำลังเกิดขึ้นในพื้นที่ คือ ปัญหาด้านการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นจากผลของแบบจำลองระบบสำหรับการประเมินความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ (บทที่ 6) และด้านการบริหารจัดการพื้นที่ไม่สามารถทำได้อย่างเต็มรูปแบบ เนื่องจากหน่วยงานในพื้นที่ขาดอำนาจในการบริหารจัดการต้องรอคำสั่งจากส่วนกลาง ไม่สามารถวางผังเมือง ไม่สามารถกำหนดนโยบายด้านประชากรและการท่องเที่ยวได้เอง เมื่อพื้นที่มีขนาดเล็ก เป็นแหล่งท่องเที่ยว ราคาที่ดินสูง ทำให้ไม่เอื้อต่อการวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ข้อจำกัดในด้านต่างๆ และเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ทราบถึงแนวทางที่ต่างจากกรอบเดิมดังต่อไปนี้

7.3.1 การวิเคราะห์ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำเชิงบรูณการ

การวิเคราะห์ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำเชิงบรูณการ สามารถแบ่ง 2 พื้นที่หลัก คือ พื้นที่ต้อนน้ำและพื้นที่ปลายน้ำ ซึ่งทั้ง 2 พื้นที่นั้นมีความเกี่ยวข้องกันทางกายภาพและการใช้ประโยชน์ด้านทรัพยากรน้ำร่วมกัน จึงต้องวิเคราะห์เชื่อมโยงกัน โดยแบ่งเป็น ปัญหาทางด้านกายภาพของพื้นที่ ปัญหาด้านการบริหารจัดการ และปัญหาจากผู้มีส่วนได้เสีย

1) ปัญหาของพื้นที่ต้นน้ำ

ปัญหาทางด้านกายภาพของพื้นที่

จากการประเมินปัญหาด้านการขาดแคนทรัพยากรน้ำทางกายภาพของพื้นที่ต้นน้ำ: ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนและลุ่มน้ำปราณบุรี คือ พื้นที่มีปริมาณฝนค่อยข้างน้อย รวมทั้งการคาดการณ์ปริมาณของฝนในอนาคตมีความไม่แน่นอน และการเพิ่มขึ้นของความต้องการทรัพยากรน้ำด้านการเกษตรและเพื่อการอุปโภคและบริโภค จากการทำการเกษตรและการเพิ่มขึ้นของประชาชากรและนักท่องเที่ยว ส่งผลต่อการบริหารจัดการน้ำต้นทุนเป็นอย่างมาก

ปัญหาด้านการบริหารจัดการ

เกิดจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มีความซ้ำซ้อนของหน้าที่รับผิดชอบ และการดำเนินงานที่ไม่มีการบูรณาการกันอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยหน่วยงาน ดังนี้

- กรมชลประทาน มีอำนาจหน้าที่ในด้านการบริหารจัดการและจัดสรรน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำด้านต่างๆ
- องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น มีอำนาจหน้าที่ในด้านการบริหารจัดการด้านมหาดไทยเกี่ยวข้องกับการตั้งถิ่นฐานของประชาชนในพื้นที่
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีอำนาจหน้าที่ในด้านการบริหารจัดการด้านเกษตรกรรม การส่งเสริมการทำการเกษตร การกำหนดและการระบุพื้นที่ของการทำการเกษตร

ซึ่งหน่วยงานทั้งหมดมีความเกี่ยวข้องการในด้านอุปสงค์และอุปทานของการบริหารจัดการน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ จึงจำเป็นต้องมีนโยบาย เพื่อบริหารจัดการน้ำให้คลอบคลุมทุกหน่อยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการประสานการบริหารจัดการแบบให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการจัดสรรและแบ่งสัดส่วนของทรัพยากรน้ำในแต่ละปีลดความขัดแย้งด้านทรัพยากรน้ำ และทำให้ปริมาณเพียงพอต่อความต้องการในพื้นที่ปลายน้ำ

ปัญหาจากผู้มีส่วนได้เสีย

ผู้มีส่วนได้เสีย คือ ปัจจัยหลักที่ได้รับผลกระทบทั้งในทางบวกและทางลบของการบริการจัดการน้ำ ในพื้นที่ต้นน้ำผู้มีส่วนได้เสีย ประกอบด้วย เกษตรกร ประชาชนในพื้นที่ โรงงานอุตสาหกรรม นักท่องเที่ยวและผู้ใช้น้ำในพื้นที่ปลายน้ำ

เกษตรกร ประชาชนในพื้นที่ ยังไม่ทราบถึงสิทธิการใช้น้ำ สิทธิของความเป็นเจ้าของทรัพยากรในพื้นที่ตนเอง โดยเจ้าของพื้นที่มีสิทธิโดยชอบธรรม จึงควรได้รับหรือจัดสรรทรัพยากรอย่างพอเพียง (Wang et al., 2017) จากนั้นจึงแบ่งส่วนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ให้ผู้ใช้จากนอกพื้นที่หรือผู้

ที่ใช้ในระบบการผลิตด้านการค้า ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดความเลื่อมล้ำของการจัดสรรทรัพยากร (Zhang, Liu, & Jia, 2010) แต่ปัจจุบันทรัพยากรที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการเกิดมาจากความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรม นักท่องเที่ยวและชุมชนเมือง (ผู้ใช้น้ำในพื้นที่ปลายน้ำ) ทำให้เกิดผลกระทบต่อเกษตรกร ประชาชนในพื้นที่ เชื่อมโยงไปยังประเด็นของการชดเชยหรือค่าเสียโอกาส ในการไม่ได้ใช้ทรัพยากรหรือการแบ่งทรัพยากรของตนเองจนทำให้เกิดความสูญเสียหรือเกิดผลกระทบต่อรายได้และการใช้ชีวิตประจำวัน

2) ปัญหาของพื้นที่ปลายน้ำ

ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ปลายน้ำนั้น ไม่มีแหล่งน้ำในพื้นที่และอยู่ไกลจากแหล่งน้ำหรือต้นน้ำ ทำให้ไม่สามารถบริหารจัดการทรัพยากรน้ำต้นทุนได้

ปัญหาด้านการบริหารจัดการ

ปัญหาที่กำลังเกิดขึ้นในพื้นที่ คือ ด้านการบริหารจัดการพื้นที่ไม่สามารถทำได้อย่างเต็มรูปแบบ เนื่องจากหน่วยงานในพื้นที่ คือ เทศบาลเมืองหัวหิน ขาดอำนาจในการบริหารจัดการต้องรอคำสั่งจากส่วนกลาง ไม่สามารถวางผังเมือง ไม่สามารถกำหนดนโยบายด้านประชากรและการท่องเที่ยวได้ จากการที่พื้นที่เทศบาลเมืองหัวหินมีขนาดเล็ก เป็นแหล่งท่องเที่ยว ราคาที่ดินสูง ทำให้ไม่เอื้อต่อการวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ และจากข้อมูลของแผนพัฒนา 3 ปี นโยบายของการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำของเทศบาลเมืองหัวหิน มีการดำเนินเพิ่มกำลังการสูบน้ำจากเขื่อนปราณบุรีและการจัดหาน้ำจากเขื่อนแก่งกระจานมาเสริม มีการวางแผนการสร้างอ่างเก็บน้ำเพิ่มเติม ซึ่งแผนทั้งหมดยังคงต้องการพึ่งพาพื้นที่อื่นและไม่สามารถดำเนินการได้เองทั้งหมด

ปัญหาจากผู้มีส่วนได้เสีย

ผู้มีส่วนได้เสีย ประกอบด้วย ประชาชนและนักท่องเที่ยว กลุ่มธุรกิจต่างๆ ซึ่งเป็นผู้ใช้น้ำในพื้นที่ปลายน้ำ เมื่อแยกตามลักษณะของการใช้ทรัพยากร สามารถแยกได้ดังนี้

1) ประชาชนและกลุ่มธุรกิจ เป็นผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรง แต่ยังคงมีความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังขาดความเข้าใจหรือความตระหนักในการสร้างผลกระทบต่อพื้นที่ต้นน้ำ และการได้รับผลกระทบของตนเองและพื้นที่ที่มีการใช้น้ำร่วมกัน

2) นักท่องเที่ยว เป็นผู้ที่มีการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นในพื้นที่ โดยทั่วไปนักท่องเที่ยวมีลักษณะ คือ ที่ไหนมีที่เที่ยวมีความสะดวกสบาย ส่งผลให้การท่องเที่ยวดี แต่ถ้าเกิดปัญหานักท่องเที่ยวก็จะเลือกพื้นที่อื่น ซึ่งนักท่องเที่ยวไม่ได้มีความรับผิดชอบต่อปัญหาของการใช้ทรัพยากรที่เกิดขึ้น โดยปกตินักท่องเที่ยวใช้วิธีการจ่ายเงินเพื่อซื้อสินค้าและบริการ แต่ราคาของทรัพยากรน้ำที่จ่ายในปัจจุบันไม่รวมไปถึงค่าเสียโอกาสของการใช้ทรัพยากรน้ำในพื้นที่ต้นน้ำหรือผู้

ได้รับผลกระทบ เนื่องมาจากรัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังคงไม่ได้ให้ความสำคัญกับการชดเชยดังกล่าว

เห็นได้ว่า การไม่รวมแนวคิดของการชดเชยค่าเสียโอกาสมาใช้ในปัจจุบัน ทำให้พื้นที่ปลายน้ำและธุรกิจการท่องเที่ยวของพื้นที่ไม่สะท้อนถึงความเป็นจริงของปัญหาการขาดแคลนทรัพยากร ส่งผลความตะหนักรู้และความสำนึกในการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

7.3.2 แนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำเชิงบรูณการ

จากประเด็นปัญหาดังที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยเสนอการแก้ปัญาหาที่สามารถทำได้ คือ การทำให้หน่วยงานในพื้นที่สามารถบริหารจัดการระบบต่างๆ ได้อย่างคล่องตัว เพื่อให้การแก้ปัญหาเหมาะสมกับพื้นที่ โดยให้เน้นการมีส่วนร่วมของประชาชนรวมทั้งผู้มส่วนได้เสียในระบบนั้นๆ ซึ่งมี 3 แนวทางหลัก ดังต่อไปนี้ 1) การยกระดับการปกครอง 2) และ 3) การยกระดับการปกครองและการขยายขอบเขตการปกครอง ครอบคลุมพื้นที่ต้นน้ำและอ่างเก็บน้ำ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและพื้นที่ท่องเที่ยว ประกอบด้วย พื้นที่จากบางส่วนของ อ.หัวหิน, อ.ปราณบุรี และ อ.ชะอำ สามารถอธิบายรายละเอียดของแผนได้ดังนี้

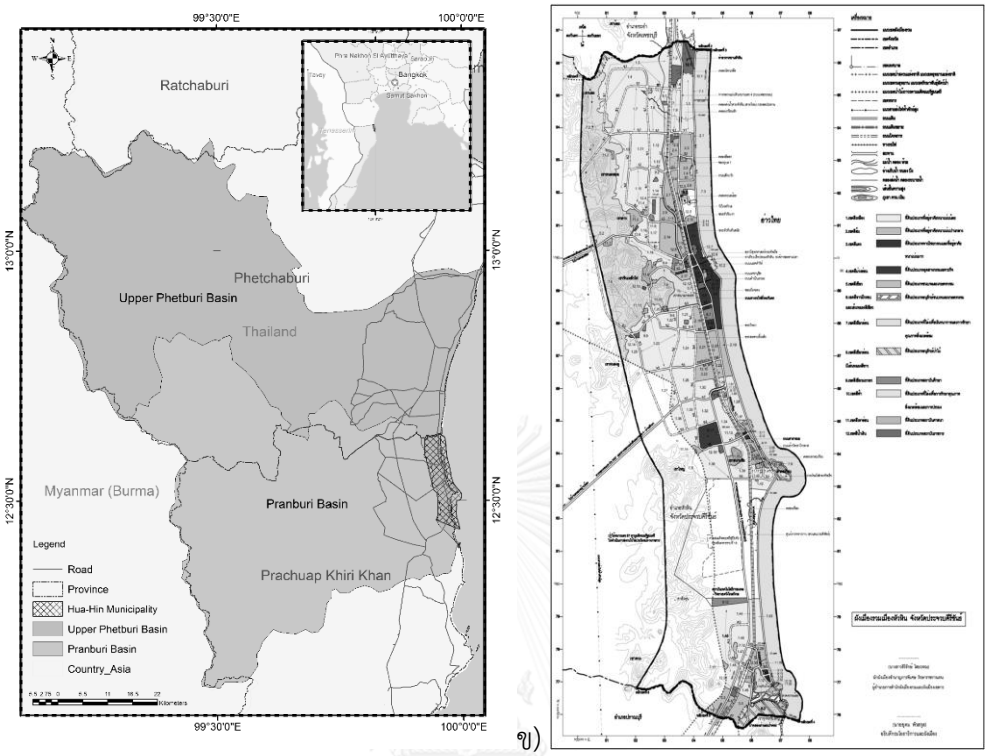
1) แผนพัฒนาเทศบาลนครหัวหินที่ 1 (เทศบาลนครหัวหิน 01)

การแก้ปัญหาโดยการยกระดับการปกครองจากเทศบาลเมืองหัวหินสู่เทศบาลนครหัวหินสามารถดำเนินการได้ตามพระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 (และที่แก้ไขเพิ่มเติมถึง ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2546) การจัดตั้งและเปลี่ยนแปลงฐานะองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจาก “เทศบาลเมือง”เป็น “เทศบาลนคร” มีหลักเกณฑ์การจัดตั้งดังนี้

- เป็นท้องที่ที่มีพลเมืองตั้งแต่ 50,000 คน ขึ้นไป
- มีรายได้พอแก่การปฏิบัติหน้าที่อันต้องทำตามที่กฎหมายกำหนดไว้
- มีพระราชกฤษฎีกายกฐานะขึ้นเป็นเทศบาลนคร

จากเงื่อนไขดังกล่าว เทศบาลเมืองหัวหินมีศักยภาพตามข้อกำหนด ซึ่งสามารถดำเนินการยกระดับ เพื่อทำให้เทศบาลนครสามารถบริหารจัดการ ควบคุมสุขลักษณะและอนามัยในร้านจำหน่ายอาหาร โรงมหรสพ สถานบริการ ควบคุมตลาด ท่าเทียบเรือ ท่าข้าม และที่จอดรถสามารถวางผังเมือง การควบคุมการก่อสร้าง การจัดการเกี่ยวกับที่อยู่อาศัยและการปรับปรุงแหล่งเสื่อมโทรมและการส่งเสริมกิจการการท่องเที่ยว ตามมาตรา 46 (4)-(8) เพิ่มเติม พระราชบัญญัติเทศบาล (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2542 เมื่อดำเนินการยกระดับแล้ว แต่ยังคงใช้ขอบเขตการปกครองเดิม

(รูปที่ 70) เทศบาลจะสามารถบริหารได้อย่างเบ็ตเสร็จ จึงทำให้จัดการระบบการจัดสรรน้ำ ทั้งการจัดหา การขนส่ง รวมไปถึงการจัดทำระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับพื้นที่มากที่สุด



ก) ข)

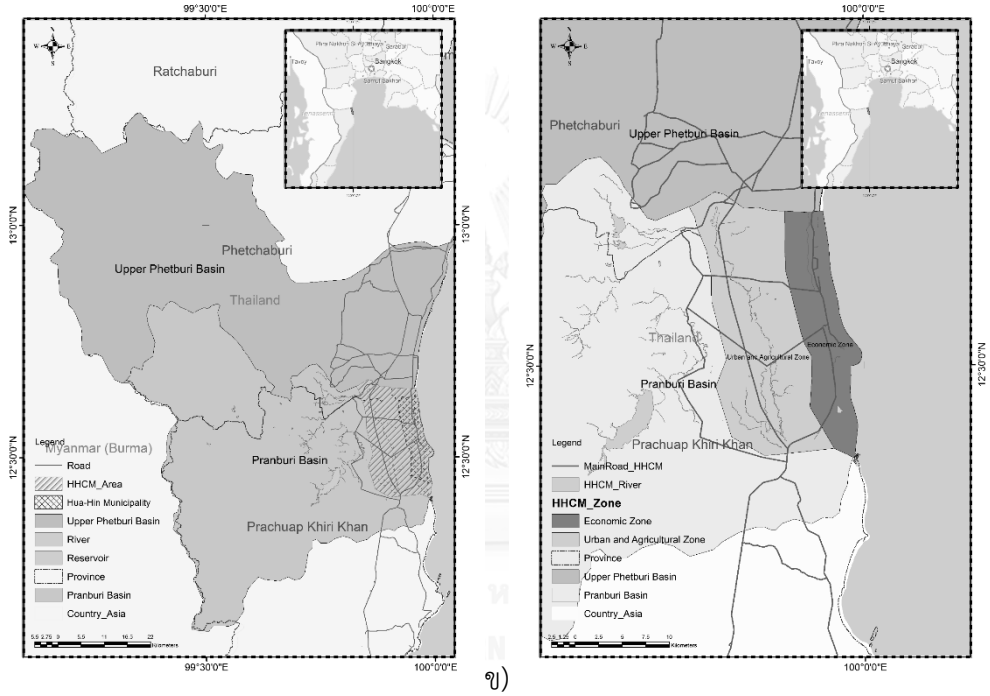
รูปที่ 70 พื้นที่เทศบาลนครหัวหินในปัจจุบัน

2) แผนพัฒนาเทศบาลนครหัวหินที่ 2 (เทศบาลนครหัวหิน 02)

การยกระดับการปกครองจากเทศบาลเมืองหัวหินสู่เทศบาลนครหัวหิน (พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496; รายละเอียดตามแผนพัฒนาเทศบาลนครหัวหินที่ 1) และการขยายขอบเขตการปกครองครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและพื้นที่ท่องเที่ยว ซึ่งการแบ่งพื้นที่อ้างอิงจากลักษณะธรณีสัณฐานและของลุ่มน้ำปราณบุรีตอนล่างและลุ่มน้ำเพชรบุรีบริเวณเทศบาลเมืองหัวหิน เพื่อให้ง่ายต่อการบริหารจัดการทรัพยากร ครอบคลุมพื้นที่ทั้งสิ้น 354 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วย

- พื้นที่อำเภอหัวหิน ได้แก่ ตำบลหัวหิน ตำบลหนองแก บางส่วนของตำบลหินเหล็กไฟและบางส่วนของตำบลทับใต้
- พื้นที่อำเภอปราณบุรี ได้แก่ บางส่วนของตำบลปากน้ำปราณ บางส่วนของตำบลเขาน้อยและบางส่วนของตำบลวังก์พง
- พื้นที่อำเภอชะอำ ได้แก่ บางส่วนของตำบลชะอำ บางส่วนของตำบลสามพระยาและบางส่วนของตำบลไร่ใหม่พัฒนา

จากนั้นเทศบาลจะสามารถดำเนินการได้อย่างคล่องตัว และสามารถจัดการระบบต่างๆได้อย่างเบ็ดเสร็จ แผนการดำเนินงานในลำดับแรก คือ การกำหนดพื้นที่ (Zoning) โดยจัดระบบด้านการแบ่งเขตพื้นที่เป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่เศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรกรรมและชุมชน (รูปที่ 71) เพื่อใช้ในการบริหารจัดการผังเมือง ระบบการบริหารงานต่างๆ ระบบการจัดสรรน้ำ (จัดหาแหล่งน้ำ เพิ่มพื้นที่เก็บน้ำ พัฒนาระบบผลิตและระบบส่งน้ำ) ซึ่งพื้นที่ส่วนที่มีการขยายนั้น มีศักยภาพในการสร้างอ่างเก็บน้ำ (จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ปี 2552 พื้นที่ดังกล่าวมีการสร้างอ่างเก็บน้ำอยู่ในพื้นที่) และที่ดินยังมีราคาไม่สูง ทำให้เหมาะสมในการลงทุนของเทศบาลฯ รวมไปถึงการจัดทำระบบการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืน



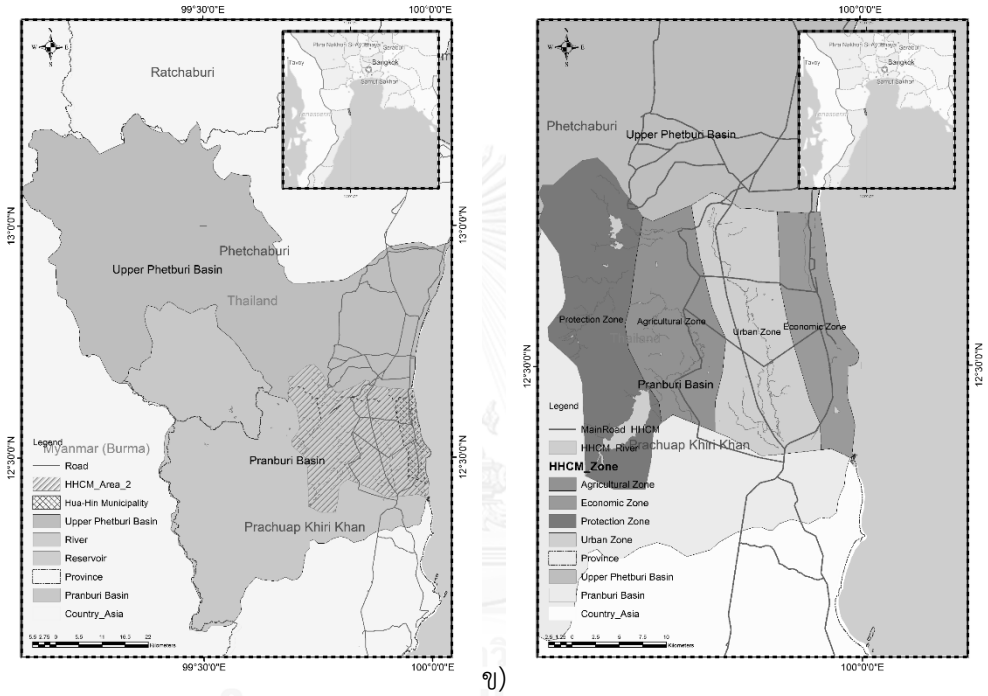
ก) ข)

รูปที่ 71 การกำหนดเขตพื้นที่ของเทศบาลนครหัวหิน

3) แผนพัฒนาเทศบาลนครหัวหินที่ 3 (เทศบาลนครหัวหิน 03)

โดยการยกระดับการปกครองจากเทศบาลเมืองหัวหินสู่เทศบาลนครหัวหิน (พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496; รายละเอียดตามแผนพัฒนาเทศบาลนครหัวหินที่ 1) และการขยายขอบเขตการปกครองครอบคลุมพื้นที่เขื่อนปราณบุรีและอ่างเก็บน้ำ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและพื้นที่ท่องเที่ยว ซึ่งการแบ่งพื้นที่อ้างอิงจากลักษณะธรณีสัณฐานและของลุ่มน้ำปราณบุรีตอนล่างไปจนถึงบริเวณเขื่อนปราณบุรีและลุ่มน้ำเพชรบุรีบริเวณเทศบาลเมืองหัวหิน เพื่อให้ง่ายต่อการบริหารจัดการทรัพยากรครอบคลุมพื้นที่ทั้งสิ้น 794 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วย

- พื้นที่อำเภอหัวหิน ได้แก่ ตำบลหัวหิน ตำบลหนองแก ตำบลหินเหล็กไฟ ตำบลทับใต้ และบางส่วนของตำบลหนองพลับ
- พื้นที่อำเภอปราณบุรี ได้แก่ บางส่วนของตำบลปากน้ำปราณ บางส่วนของตำบลเขาน้อย บางส่วนของตำบลวังก์พงและบางส่วนของตำบลหนองตาแต้ม
- พื้นที่อำเภอชะอำ ได้แก่ บางส่วนของตำบลชะอำ บางส่วนของตำบลสามพระยา บางส่วนของตำบลไร่ใหม่พัฒนาและบางส่วนของตำบลเขากระปุก



ก) ข)

รูปที่ 72 การกำหนดเขตพื้นที่ของเทศบาลนครหัวหิน

จากนั้นเทศบาลจะสามารถดำเนินการได้อย่างคล่องตัว และสามารถจัดการระบบต่างๆ ได้อย่างเบ็ดเสร็จ แผนการดำเนินงานในลำดับแรก คือ การกำหนดพื้นที่ (Zoning) โดยจัดระบบด้านการแบ่งเขตพื้นที่เป็น 4 ส่วน คือ พื้นที่ต้นน้ำ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและพื้นที่เศรษฐกิจ (รูปที่ 72) เพื่อใช้ในการบริหารจัดการผังเมือง ระบบการบริหารงานต่างๆ ระบบการจัดสรรน้ำ (จัดหาแหล่งน้ำ เพิ่มพื้นที่เก็บน้ำ พัฒนาระบบผลิตและระบบส่งน้ำ) รวมไปถึงการจัดทำระบบการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืน

แผนการแก้ปัญหาในหลายรูปแบบที่ได้เสนอมานั้น จำเป็นต้องผสานการดำเนินจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การแก้ปัญหาเป็นไปอย่างสมบูรณ์ เช่นการควบคุมการเติบโตของเมือง โดยใช้กฎหมายสิ่งแวดล้อมในการกับกับและควบคุมกลุ่มทุน กลุ่มชุมชน การกำหนดสิทธิการใช้น้ำ ให้

ความรู้ของการมีสิทธิในการใช้ทรัพยากร การชดเชยค่าเสียโอกาสให้กับผู้ได้รับผลกระทบ รวมทั้งการตั้งหน่วยงานคล่องตัวสูงหรือหาผู้ดำเนินการแก้ปัญหาแทนหน่วยงานของรัฐบาลที่มีระบบระเบียบที่ชัดเจน สามารถตรวจสอบได้ และต้องเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ (Green Tourism) ในทุกรูปแบบของการท่องเที่ยว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change, 16*, 268–281.

Adger, W. N., & Vincent, K. (2005). Uncertainty in adaptive capacity. *C. R. Geoscience, 337*(External Geophysics, Climate and Environment), 399–410.

Alonso, J. A., & Lamata, M. T. (2006). Consistency in the analytic hierarchy process: A new approach. *International Journal of Uncertainty Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 14*(4), 445-459.

Atkins, J. P., Burdon, D., Elliott, M., & Gregory, A. J. (2011). Management of the marine environment: Integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach. *Marine Pollution Bulletin, 62*, 215-226.

Balk, D., & Yetman, G. (2004). The Global Distribution of Population: Evaluating the gains in resolution refinement. *The Global Distribution of Population: Evaluating the Gains in Resolution Refinement. Documentation for GPW Version 3. In:* http://beta.sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/docs/gpw3_documentation_final.pdf.

Bhaktikul, K. (2012). State of Knowledge on Climate Change and Adaptation Activities in Thailand. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 40*, 701-708.

Boonpitak, J., Sintunawab, C., Keeratiwiriyapornc, S., & Watanasind, K. (2012). Low Carbon Police Patrolling Options for Crime Prevention in The Bangkok Metropolitan Area. *NIDA Journal of Environmental Management, 8*(2), 51-74.

Brooks, N., Adger, W. N., & Kelly, P. M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change, 15*, 151-163.

Bulsathaporn, A., Bhaktikul, K., Arunlertaree, C., Sueadee, W., & Suttigarn, A. (2008). *THE APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELS FOR AN ENVIRONMENTAL*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

FLOW ASSESSMENT AND TOTAL MAXIMUM DAILY LOAD (TMDL) OF PRACHINBURI–BANGPAKONG RIVER. MAHIDOL UNIVERSITY.

Canals, L. M. i., Chenoweth, J., Chapagain, A., Orr, S., Antón, A., & Clift, R. (2008). Assessing freshwater use impacts in LCA: Part I—inventory modelling and characterisation factors for the main impact pathways. *The International Journal of Life Cycle Assessment, 14*(1), 28-42. doi:10.1007/s11367-008-0030-z

Catenacci, M., & Giupponi, C. (2013). Integrated assessment of sea-level rise adaptation strategies using a Bayesian decision network approach. *Environmental Modelling & Software, 44*, 87-100.

Ceccato, L., Giannini, V., & Giupponi, C. (2011). Participatory assessment of adaptation strategies to flood risk in the Upper Brahmaputra and Danube river basins. *Environmental Science & Policy, 14*, 1163-1174.

Coyle, R. G. (1996). *System dynamics modelling : a practical approach*. New York, NY: Chapman & Hall.

EEA. (2014). *Digest of EEA indicators 2014: EEA Technical report No.8*. Retrieved from European Environment Agency, Kongens Nytorv 6, 1050 Copenhagen K, Denmark.:

Eriksen, S. H., & Kelly, P. M. (2007). DEVELOPING CREDIBLE VULNERABILITY INDICATORS FOR CLIMATE ADAPTATION POLICY ASSESSMENT. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 12*, 495–524.

Forrester, & Wright, J. (1961). *Industrial dynamics*. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press.

Füssel, H.-M. (2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change, 17*(2), Pages 155–167.

Füssel, H.-M. (2010). How inequitable is the global distribution of responsibility, capability, and vulnerability to climate change: A comprehensive indicator-based assessment. *Global Environmental Change, 20*, 597-611.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Füssel, H.-M., & Klein, R. J. T. (2006). Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. *Climatic Change, 75*, 301–329. doi:10.1007/s10584-006-0329-3

Gabrielson, P., & Bosch, P. (2003). *Environmental indicators: typology and use in reporting*. Retrieved from

Gain, A. K., & Giupponi, C. (2015). A dynamic assessment of water scarcity risk in the Lower Brahmaputra River Basin: An integrated approach. *Ecological Indicators, 48*(0), 120-131. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.07.034

Gallopin, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change, 16*, 293–303.

Gerten, D., Rost, S., Bloh, W. v., & Lucht, W. (2008). Causes of change in 20th century global river discharge. *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 35*. doi:10.1029/2008GL035258

Giupponi, C., Giove, S., & Giannini, V. (2013). A dynamic assessment tool for exploring and communicating vulnerability to floods and climate change. *Environmental Modelling & Software, 44*, 136-147.

Global Water Partnership. (2000). "Integrated Water Resources Management". *Global Water Partnership Technical Advisory Committee, Background Paper no.4*.

Goodess, C. M. (2013). How is the frequency, location and severity of extreme events likely to change up to 2060? *Environmental Science & Policy, 27s*, s4 – s1 4.

Hinkel, J. (2011). ‘‘Indicators of vulnerability and adaptive capacity’’: Towards a clarification of the science–policy interface. *Global Environmental Change, 21*, 198-208.

Hou, Y., Zhou, S., Burkhard, B., & FelixMüller. (2014). Socioeconomic influences on biodiversity, ecosystem services and human well-being: A quantitative application of the DPSIR model in Jiangsu, China. *Science of the Total Environment, 490*, 1012–1028.

IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.

IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*: A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

IPCC. (2013). Climate Change 2013: Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report Climate Change 2013: The Physical Science Basis Summary for Policymakers

Jintrawet, A., & Chinvanno, S. (2008). *Climate Change in Southeast Asia and Assessment on Impact, Vulnerability and Adaptation on Rice Production and Water Resource*. Retrieved from

Jun, K. S., Chung, E.-S., Sung, J.-Y., & Lee, K. S. (2011). Development of spatial water resources vulnerability index considering climate change impacts. *Science of the Total Environment, 409*, 5228–5242.

Kasperson, R. E., Dow, K., Archer, E. R. M., Ca´ceres, D., Downing, T. E., Elmqvist, T., . . . Rapport, D. (2005). Vulnerable people and places. *Ecosystems and Human Wellbeing: Current State and Trends, 1*, 143–164.

Kaufmann, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M. (2008). Governance Matters VI: Governance Indicators for 1996–2006. *Policy Research Working Paper 4654, The World Bank, Washington, DC.*

Lawrence, P., Meigh, J., & Sullivan, C. (2002). *The Water Poverty Index: An International Comparison*: Keele University, Keele. http://www-docs.tu-cottbus.de/hydrologie/public/scripte/lawrence_etal2002.pdf.

Lin, Y.-C., Huang, S.-L., & Budd, W. W. (2013). Assessing the environmental impacts of high-altitude agriculture in Taiwan: A Driver-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) framework and spatial emergy synthesis. *Ecological Indicators, 32*(0), 42-50. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.03.009

Lonergan, S., Gustavson, K., & Carter, B. (1999). Developing an index of human insecurity. *Global Environmental Change and Human Security Project, Research Report*.

Moss, R. H., Brenkert, A. L., & Malone, E. L. (2001). VULNERABILITY TO CLIMATE CHANGE: A Quantitative Approach *Technical Report PNNL-SA-33642, Pacific Northwest National Laboratories, Richland, WA.*

NOAA. (2013). National Oceanic and Atmospheric Administration: NOAA Trends in Atmospheric Carbon Dioxide(www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/).

Oki, T., & Kanae, S. (2006). Global hydrological cycles and world water resources. *Science, 313*(5790), 1068-1072. doi:DOI 10.1126/science.1128845

Orencio, P. M., & Fujii, M. (2013). A localized disaster-resilience index to assess coastal communities based on an analytic hierarchy process(AHP). *International Journal of Disaster Risk Reduction, 3*, 62-75.

Perveen, S., & James, L. A. (2011). Scale invariance of water stress and scarcity indicators Facilitating cross-scale comparisons of water resources vulnerability. *Applied Geography, 31*(1), 321-328.

Prescott-Allen, R. (2001). The Wellbeing of Nations: A Country-By-Country Index of Quality of Life and the Environment. Island Press, New York.

Saaty, T. L. (2005). *The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for the Measurement of Intangible Criteria and for Decision-Making*: Springer New York.

Saaty, T. L., & Tran, L. T. (2007). On the invalidity of fuzzifying numerical judgments in the Analytic Hierarchy Process. *Mathematical and Computer Modelling, 46*(7-8), 962-975.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Savenije, H. H. G. (2000). Water scarcity indicators; the deception of the numbers. *Physics and Chemistry of the Earth Part B-Hydrology Oceans and Atmosphere, 25*(3), 199-204. doi:Doi 10.1016/S1464-1909(00)00004-6

Smeets, E., & Weterings, R. (1999). Environmental indicators: Typology and overview. *European Environment Agency: Technical report No. 25*.

Sterman, J. (2000). *Business dynamics : systems thinking and modeling for a complex world*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.

Sullivan, C., Meigh, J., & Lawrence, P. (2006). Application of the Water Poverty Index at Different Scales A Cautionary Tale. *International Water Resources Association, 31*(Water International), 412-426.

Sullivan, C. A., Meigh, J. R., Giacomello, A. M., Fediw, T., Lawrence, P., Samad, M., . . . Allan, J. A. (2003). The Water Poverty Index: Development and application at the community scale. *Natural Resources Forum, 27*, 189-199.

Sušnik, J., Vamvakeridou-Lyroudia, L. S., Savić, D. A., & Kapelan, Z. (2012). Integrated System Dynamics Modelling for water scarcity assessment: Case study of the Kairouan region. *Science of the Total Environment, 440*, 290-306. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.05.085

Terink, W., Hurkmans, R. T. W. L., Torfs, P. J. J. F., & Uijlenhoet, R. (2010). Evaluation of a bias correction method applied to downscaled precipitation and temperature reanalysis data for the Rhine basin. *Hydrology and Earth System Sciences., 14*, 17.

Trisirisatayawong, I., Naeije, M., Simons, W., & Fenoglio-Marc, L. (2011). Sea level change in the Gulf of Thailand from GPS-corrected tide gauge data and multi-satellite altimetry. *Global and Planetary Change, 76*, 137–151.

Tscherning, K., Helming, K., Krippner, B., Sieber, S., & Paloma, S. G. y. (2012). Does research applying the DPSIR framework support decision making? *Land Use Policy, 29*, 102– 110.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

UNCTAD. (2008). The Least Developed Countries Report 2008. United Nations, New York. http://www.unctad.org/en/docs/ldc2008_en.pdf.

UNDP. (2007). Human Development Report 2007/2008. United Nations Development Programme, New York. http://hdr.undp.org/en/media/HDR_20072008_EN_Complete.pdf.

Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research, 169*, 1-29.

Varis, O., Kummu, M., & Salmivaara, A. (2012). Ten major rivers in monsoon Asia-Pacific: An assessment of vulnerability. *Applied Geography, 32*, 441-454.

Vera, C., Barange, M., Dube, O. P., Goddard, L., Griggs, D., Kobysheva, N., . . . Trenberth, K. (2010). Needs Assessment for Climate Information on Decadal Timescales and Longer. *Procedia Environmental Sciences, 1*, 275–286.

VijayaVenkataRaman, S., Iniyan, S., & Goic, R. (2013). A review of climate change, mitigation and adaptation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16*, 878-897.

Villa, J. A., & Tobón, C. (2012). Modeling hydrologic dynamics of a created wetland, Colombia. *Ecological Engineering, 40*, 173-182. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.12.005

Vincent, K. (2007). Uncertainty in adaptive capacity and the importance of scale. *Global Environmental Change, 17*, 12–24.

Wang, Y. B., Liu, D., Cao, X. C., Yang, Z. Y., Song, J. F., Chen, D. Y., & Sun, S. K. (2017). Agricultural water rights trading and virtual water export compensation coupling model: A case study of an irrigation district in China. *Agricultural Water Management, 180, Part A*, 99-106. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2016.11.006

Wei, S., Yang, H., Song, J., Abbaspour, K. C., & Xu, Z. (2012). System dynamics simulation model for assessing socio-economic impacts of different levels of

environmental flow allocation in the Weihe River Basin, China. *European Journal of Operational Research, 221*, 248–262.

WHO/UNICEF. (2006). Meeting the MDG Drinking Water and Sanitation Target: The Urban and Rural Challenge of the Decade. World Health Organization, Geneva. In: http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmpfinal.pdf.

World Bank. (2006). Where is the Wealth of Nations? Measuring Capital for the 21stCentury. The World Bank, Washington, DC. In: http://siteresources.worldbank.org/INTEEI/214578-1110886258964/20748034/All.pdf.

Zarghami, M., & Akbariyeh, S. (2012). System dynamics modeling for complex urban water systems: Application to the city of Tabriz, Iran. *Resources, Conservation and Recycling, 60*, 99-106. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.11.008

Zeng, Z., Liu, J., & Savenije, H. H. G. (2013). A simple approach to assess water scarcity integrating water quantity and quality. *Ecological Indicators, 34*, 441– 449.

Zhang, G. Z., Liu, H., & Jia, D. W. (2010). River Basin Management Based on the Mechanisms of Water Rights Trading. *Procedia Environmental Sciences, 2*, 665-673. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.075

เจียมใจ เครือสุวรรณ, & คณะ. (2553). การจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสาหรับประเทศไทยด้วยแบบจาลองภูมิอากาศท้องถิ่น *MM5* Retrieved from

ไพโรจน์ เกรียงศิริ. (2538). การจัดการด้านวิศวกรรมและการหาความเหมาะสมกับทรัพยากรน้ำ เล่ม *2*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2556). เอกสารวิชาการ การสัมมนาวิชาการวันอุตุนิยมวิทิทยาโลก *2556* กรมอุตุนิยมวิทยา, กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. Retrieved from กทม.:

กัณฑรีย์ บุญประกอบ, & คณะ. (2552). การสร้างภาพจำลองของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยโดยการย่อส่วนแบบจาลองภูมิอากาศโลก. Retrieved from

ทองเปลว กองจันทร์, & วราวุธ วุฒิวณิชย์. (2546). การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์เพื่อการจัดสรรน้ำในสภาวะการขาดน้ำจากระบบอ่างเก็บน้ำ: กรณีศึกษาในลุ่มน้ำมูลตอนบน. การประชุมวิชาการครั้งที่ *41* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์(45-54).

ปราโมทย์ ไม้กลัด. (2535). คู่มืองานเขื่อนดินและฝาย: กองออกแบบ, กรมชลประทาน.

วราวุธ วุฒิวณิชย์. (2554). การตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Decision Making by Analytic Hierachy Process). http://irre.ku.ac.th/pubart/PubArt/53-AHP-paper.pdf.

ศุภกร ชินวรรโณ, วิริยะ เหลืองอร่าม, เฉลิมรัฐ แสงมณี, & จุฑาทิพย์ ธนกิตติ์เมธาวุฒิ. (2552). โครงการ *"*การจำลองสภาพภูมิอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง*"* Retrieved from

ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, & สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2012). โครงการศึกษามาตการที่เหมาะสมเพื่อลดผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.

สิรินทรเทพ เต้าประยูร, & คณะ. (2553). การศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค *RegCM3* สำหรับประเทศไทย Retrieved from

สุธรรม อรุณ. (2549). การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์. *Productivity World* ปีที่ *11, 64*, 83-89.

อำนาจ ชิดไธสง. (2553). การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ *2* แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิอากาศในอนาคต. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบบันทึกข้อมูลแนวทางการแก้ปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำ : เขื่อนปราณบุรีและเขื่อนแก่งกระจาน

แบบสอบถาม : แนวทางการแก้ปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

หลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่เก็บข้อมูล..... วันที่.....

คำชี้แจง : เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่ส่งผลต่อการบริหารจัดการน้ำ วิเคราะห์แนวโน้มและประเมินความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.1. เพศ : ☐ ชาย ☐ หญิง

1.2. อาชีพ : ☐ เจ้าหน้าที่สังกัดหน่วยงาน ..... ☐ เกษตรกร ประเภทเกษตรกรรม.....

☐ ผู้ประกอบการ ประเภท ..... ☐ ประชาชนทั่วไป ☐ อื่นๆ โปรดระบุ .....

1.3. อายุ : ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 21-30 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41-50 ปี ☐ 51-60 ปี ☐ 61 ปีขึ้นไป

1.4. วุฒิการศึกษา : ☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

ส่วนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

คำชี้แจง : *จัดเรียงลำดับ* ปัจจัยที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ และ*ระบุค่าความสำคัญ* โดยมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน รวมทั้ง *ระบุแนวทางการแก้ปัญหา* ของแต่ละปัจจัยที่เลือก ลงในตารางที่ 1

ก. ปริมาณฝนรายปี

ข. พื้นที่ทำการเกษตร

ค. จำนวนประชากร

ง. ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร

จ. ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค

ฉ. ความต้องการน้ำเพื่อการอุตสาหกรรม

ช. ความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์

ซ. ความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมอื่นๆ

ฌ. ความต้องการน้ำเพื่อส่งน้ำไปหัวหิน

ญ. ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ

ฏ. ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

ฏ. ปริมาณน้ำไหลออกอ่างเก็บน้ำ

ตารางที่ 1 : การจัดลำดับความสำคัญและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ลำดับ	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ	ค่าความสำคัญ (คะแนนเต็ม 10)	แนวทางการแก้ปัญหา
1			
2			
3			
4			
5			

ส่วนที่ 3 แนวทางการปรับตัว เมื่อเกิดปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

3.1 *ปัจจุบัน* กลุ่มของท่านมีการรับมือและการปรับตัว เมื่อเกิดปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำอย่างไร

.....

.....

3.2 *ในอนาคต* กลุ่มของท่าน มีการวางแผนและแนวทางการปรับตัว ต่อปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำอย่างไร

.....

.....

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือมา ณ โอกาสนี้เป็นอย่างสูง

นายวัชรพงษ์ น้อยหมื่นไวย์ นิสิตผู้ดำเนินงานวิจัย

แบบบันทึกข้อมูลแนวทางการแก้ปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ของพื้นที่ศึกษา : เทศบาลเมืองหัวหิน

แบบสอบถาม : แนวทางการแก้ปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

หลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่เก็บข้อมูล..... **วันที่**.....

คำชี้แจง : เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่ส่งผลต่อการบริหารจัดการน้ำ วิเคราะห์แนวโน้มและประเมินความเปราะบางต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.5. เพศ : ☐ ชาย ☐ หญิง

1.6. อาชีพ : ☐ เจ้าหน้าที่สังกัดหน่วยงาน ..... ☐ เกษตรกร ประเภทเกษตรกรรม.....

☐ ผู้ประกอบการ ประเภท ..... ☐ ประชาชนทั่วไป ☐ อื่นๆ โปรดระบุ .....

1.7. อายุ : ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 21-30 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41-50 ปี ☐ 51-60 ปี ☐ 61 ปีขึ้นไป

1.8. วุฒิการศึกษา : ☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

ส่วนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

คำชี้แจง : *จัดเรียงลำดับ* ปัจจัยที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ และ*ระบุค่าความสำคัญ* โดยมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน รวมทั้ง *ระบุแนวทางการแก้ปัญหา* ของแต่ละปัจจัยที่เลือก ลงในตารางที่ 1

ก. จำนวนประชากร

ข. จำนวนนักท่องเที่ยว

ค. จำนวนครัวเรือน

ง. จำนวนผู้ใช้น้ำ

จ. การเติบโตทางเศรษฐกิจ

ฉ. รายได้จากการท่องเที่ยว

ช. จำนวนผู้ประกอบการโรงแรม, บริษัท, ร้านค้า

ซ. ปริมาณน้ำที่จำหน่ายให้กลุ่มธุรกิจท่องเที่ยว

ฌ. ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายให้ครัวเรือน

ญ. ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำดิบ

ฎ. กำลังการผลิตน้ำประปา

ฏ. กำลังการจ่ายน้ำประปา

ฐ. กำลังการบำบัดน้ำเสีย

ฑ. ปริมาณน้ำเสียรวม

ตารางที่ 1 : การจัดลำดับความสำคัญและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ลำดับ	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ	ค่าความสำคัญ (คะแนนเต็ม 10)	แนวทางการแก้ปัญหา
1			
2			
3			
4			
5			

ส่วนที่ 3 แนวทางการปรับตัว เมื่อเกิดปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

3.1 *ปัจจุบัน* กลุ่มของท่านมีการรับมือและการปรับตัว เมื่อเกิดปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำอย่างไร

.....

.....

3.2 *ในอนาคต* กลุ่มของท่าน มีการวางแผนและแนวทางการปรับตัว ต่อปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำอย่างไร

.....

.....

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือมา ณ โอกาสนี้เป็นอย่างสูง

นายวัชรพงษ์ น้อยหมื่นไวย์ นิสิตผู้ดำเนินงานวิจัย

แบบสรุปข้อมูล การประชุมระดมสมอง

การประชุมระดมสมอง เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมด้านการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน

หลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่เก็บข้อมูล..... กลุ่มที่..... วันที่...../...../.....

ส่วนที่ 1 แนวทางการแก้ปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

คำชี้แจง : *จัดเรียงลำดับแนวทางการแก้ปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำที่ท่านคิดว่าสำคัญที่สุด และสามารถทำได้ง่ายที่สุด*

ลำดับของแนวทางที่ท่านคิดว่า*สำคัญที่สุด*

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

ลำดับของแนวทาง*สามารถทำได้ง่ายที่สุด*

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

ภาพที่ 1 : แสดงแนวทางการแก้ปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำจากกลุ่มตัวแทนของพื้นที่เทศบาลเมืองหัวหิน

ส่วนที่ 2 การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

คำชี้แจง : *เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย*ในตารางที่ 1 โดยใช้ระดับของการเปรียบเทียบความสำคัญจากตารางที่ 2

ตารางที่ 1 : การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหลัก เพื่อใช้เป็นแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

	ด้านการบริหารจัดการ	ด้านทรัพยากร	ด้านการศึกษา	ด้านเทคโนโลยี	ด้านการเมือง
ด้านการบริหารจัดการ					
ด้านทรัพยากร					
ด้านการศึกษา					
ด้านเทคโนโลยี					
ด้านการเมือง					

ตารางที่ 2 : ค่าของการจัดลำดับในการเปรียบเทียบความสำคัญและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ความสำคัญ*มากกว่า* (เชิงคุณภาพ)	คะแนน (เชิงปริมาณ)
มากที่สุด	9
มากกว่าถึงมากที่สุด	8
มากกว่า	7
ค่อนข้างมากถึง มากกว่า	6
ค่อนข้างมาก	5
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก	4
มากปานกลาง	3
เท่ากันถึงมากปานกลาง	2
เท่ากัน	1

ความสำคัญ*น้อยกว่า* (เชิงคุณภาพ)	คะแนน (เชิงปริมาณ)
เท่ากัน	1
เท่ากันถึงน้อยปานกลาง	1/2
น้อยปานกลาง	1/3
ปานกลางถึงค่อนข้างน้อย	1/4
ค่อนข้างน้อย	1/5
ค่อนข้างน้อยถึงน้อยกว่า	1/6
น้อยกว่า	1/7
น้อยกว่าถึงน้อยที่สุด	1/8
น้อยที่สุด	1/9

ส่วนที่ 3 การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยย่อย (รอง) ที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

คำชี้แจง : *เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยในตารางที่ 3 โดยใช้ระดับของการเปรียบเทียบความสำคัญจากตารางที่ 2*

ตารางที่ 3 : การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยย่อย (รอง)

	วางแผนและควบคุมการเติบโตของเมือง	การสร้างที่กักเก็บน้ำสำรอง	การให้ความรู้ด้านการสำรองน้ำในครัวเรือน	การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่	จัดเก็บค่าการใช้น้ำในอัตราก้าวหน้า
วางแผนการจัดจัดสรรและและควบคุมการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ					
การขยายแหล่งน้ำและหาแหล่งน้ำดิบเพิ่มเติม					
การให้ความรู้ด้านการประหยัดน้ำ					
เพิ่มกำลังการผลิตน้ำและปริมาณการจ่ายน้ำ					
การกำหนดระยะเวลาการจ่ายน้ำ					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

.....

.....

ส่วนที่ 4 การวางแผนรับมือและแนวทางการปรับตัวในอนาคต

คำชี้แจง : กลุ่มของท่านมีการวางแผนรับมือและแนวทางการปรับตัว เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในอนาคตอย่างไร

ตารางที่ 4 : เงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงด้านประชากร ด้านเศรษฐกิจ ด้านการท่องเที่ยว และแนวทางการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ โดยการกำหนดทิศทางการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 4 รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

ปัจจัย	ทรัพยากรน้ำ*ผสม*		ทรัพยากรน้ำ*เพิ่มเติม*	
	C1	C2	N1	N2
การเพิ่มประชากร	มาก	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง
การเติบโตทางเศรษฐกิจ	มาก	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง
การขยายตัวของท่องเที่ยว	มาก	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง
ความสามารถด้านการผลิตและกักเก็บ	ปานกลาง	น้อย	ปานกลาง	น้อย
การนำกลับมาใช้ใหม่	ปานกลาง	น้อย	ปานกลาง	น้อย
นโยบายและการบริหารจัดการ	ปานกลาง	น้อย	ปานกลาง	น้อย

4.1 อนาคตมีการเปลี่ยนแปลงแบบ C1 : .....

.....

.....

4.2 อนาคตมีการเปลี่ยนแปลงแบบ C2 : .....

.....

.....

4.3 อนาคตมีการเปลี่ยนแปลงแบบ N1 : .....

.....

.....

4.4 อนาคตมีการเปลี่ยนแปลงแบบ N2 : .....

.....

.....

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือมา ณ โอกาสนี้เป็นอย่างสูง

นายวัชรพงษ์ น้อยหมื่นไวย์ นิสิตผู้ดำเนินงานวิจัย

แบบสรุปข้อมูล การประชุมระดมสมอง

การประชุมระดมสมอง เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมด้านการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของพื้นที่ชลประทาน

หลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่เก็บข้อมูล..... **กลุ่มที่**..... **วันที่**...../...../.....

ส่วนที่ 1 แนวทางการแก้ปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

<u>คำชี้แจง</u> : *<u>จัดเรียงลำดับ</u>*<u>แนวทางการแก้ปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำที่ท่านคิดว่าสำคัญที่สุด และสามารถทำได้ง่ายที่สุด</u>

ลำดับของแนวทางที่ท่านคิดว่า*<u>สำคัญที่สุด</u>*

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

ลำดับของแนวทาง*<u>สามารถทำได้ง่ายที่สุด</u>*

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

ภาพที่ 1 : แสดงแนวทางการแก้ปัญหาขาดแคลนทรัพยากรน้ำจากตัวแทนกลุ่มผู้ใช้น้ำ

ส่วนที่ 2 การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

คำชี้แจง : *เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย*ในตารางที่ 1 โดยใช้ระดับของการเปรียบเทียบความสำคัญจากตารางที่ 2

ตารางที่ 1 : การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหลัก เพื่อใช้เป็นแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

	ด้านการเมือง	ด้านสิ่งแวดล้อม	ด้านการศึกษา	ด้านทรัพยากร	ด้านทรัพยากร
ด้านการเมือง					
ด้านสิ่งแวดล้อม					
ด้านการศึกษา					
ด้านทรัพยากร					
ด้านทรัพยากร					

ตารางที่ 2 : ค่าของการจัดลำดับในการเปรียบเทียบความสำคัญและแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

ความสำคัญ*มากกว่า* (เชิงคุณภาพ)	คะแนน (เชิงปริมาณ)
มากที่สุด	9
มากกว่าถึงมากที่สุด	8
มากกว่า	7
ค่อนข้างมากถึง มากกว่า	6
ค่อนข้างมาก	5
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก	4
มากปานกลาง	3
เท่ากันถึงมากปานกลาง	2
เท่ากัน	1

ความสำคัญ*น้อยกว่า* (เชิงคุณภาพ)	คะแนน (เชิงปริมาณ)
เท่ากัน	1
เท่ากันถึงน้อยปานกลาง	1/2
น้อยปานกลาง	1/3
ปานกลางถึงค่อนข้างน้อย	1/4
ค่อนข้างน้อย	1/5
ค่อนข้างน้อยถึงน้อยกว่า	1/6
น้อยกว่า	1/7
น้อยกว่าถึงน้อยที่สุด	1/8
น้อยที่สุด	1/9

ส่วนที่ 3 การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยย่อย (รอง) ที่ส่งผลต่อการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ

คำชี้แจง : *เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยในตารางที่ 3 โดยใช้ระดับของการเปรียบเทียบความสำคัญจากตารางที่ 2*

ตารางที่ 3 : การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยย่อย (รอง)

	ควบคุมการใช้น้ำ	ช่วยกันดูแลรักษาแหล่งน้ำ	การให้ความรู้และแนวทางปัญหา	เพิ่มปริมาณฝน (การทำฝนหลวง)	วางแผนการปลูกพืชให้พร้อมกัน
ควบคุมการปลูกพืช ปรับลดพื้นที่การทำเกษตร					
เพิ่มพื้นที่ป่าบริเวณเหนือเขื่อน					
จัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำ ทำประชาพิจารณ์กับเกษตรกร					
วางแผนขยายแหล่งกักเก็บน้ำไว้ใช้สำรอง					
บริหารจัดการน้ำให้เพียงพอ					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

.....

.....

ส่วนที่ 4 การวางแผนรับมือและแนวทางการปรับตัวในอนาคต

คำชี้แจง : กลุ่มของท่านมีการวางแผนรับมือและแนวทางการปรับตัว เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในอนาคตอย่างไร

ตารางที่ 4 : เงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงด้านประชากร ด้านเศรษฐกิจ ด้านการท่องเที่ยว และแนวทางการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ โดยการกำหนดทิศทางการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 4 รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

ปัจจัย	ทรัพยากรน้ำ*ผิวดิน*		ทรัพยากรน้ำ*เพิ่มเติม*	
	C1	C2	N1	N2
การเพิ่มประชากร	มาก	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง
การเติบโตทางเศรษฐกิจ	มาก	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง
การขยายตัวของท่องเที่ยว	มาก	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง
ความสามารถด้านการผลิตและกักเก็บ	ปานกลาง	น้อย	ปานกลาง	น้อย
การนำกลับมาใช้ใหม่	ปานกลาง	น้อย	ปานกลาง	น้อย
นโยบายและการบริหารจัดการ	ปานกลาง	น้อย	ปานกลาง	น้อย

4.1 อนาคตมีการเปลี่ยนแปลงแบบ C1 : .....

.....

.....

4.2 อนาคตมีการเปลี่ยนแปลงแบบ C2 : .....

.....

.....

4.3 อนาคตมีการเปลี่ยนแปลงแบบ N1 : .....

.....

.....

4.4 อนาคตมีการเปลี่ยนแปลงแบบ N2 : .....

.....

.....

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือมา ณ โอกาสนี้เป็นอย่างสูง

นายวัชรพงษ์ น้อยหมื่นไวย์ นิสิตผู้ดำเนินงานวิจัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

Mr. Watcharapong Noimunwai

Address: 16/214 Bangkuntian 16, Samaedum, Bangkuntian, Bangkok 10150, Thailand.

Phone: +66(0)9-5554-2240

E-mail: w.noimunwai@gmail.com

EDUCATION

2011-2017, Student in the Doctor of Philosophy Program of Environmental Science, Graduate School, Chulalongkorn University, Thailand.

Thesis: “Vulnerability Assessment System of Water Scarcity for Tourism City: A Case Study of Hua-Hin Municipality, Thailand”

Advisor: Dr. Patama Singhruck

2006-2008, Master of Science Program in Appropriate Technology for Resources and Environmental Development, Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Thailand.

Thesis: “Estimation of Evapotranspiration (ETo) under climate change using Data Mining: A case study of Thailand”

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Kampanad Bhaktikul

2002-2005, Bachelor of Science in Environmental Science, Faculty of Science, Suan Dusit Rajabhat University, Thailand.

Research: “Habitat of Fire Fly in Nonthaburi, Thailand.”

Advisor: Mr. Tantut Tiekuntod

ABILITIES

Artificial Neural Networks (ANNs), Climate Prediction PRECIS RCM (Regional Climate Model), Data Mining, Climate Change Vulnerability Assessment, System