

## บทความวิจัย

# การเปลี่ยนแปลงขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำอันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล กรณีศึกษา: จังหวัดจันทบุรี<sup>1</sup>

หิริพงศ์ เทพศิริอำนวย<sup>2</sup>

นางอุษิตา ภูมิจำนงค์<sup>3</sup>

เรวดี โจรนกนันท์<sup>4</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำในจังหวัดจันทบุรีอันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล โดยการนำข้อมูลพื้นฐาน (ด้านประชากรศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ อุทกศาสตร์ และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำ) ใน พ.ศ.2542 มาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Dynamic Interactive Vulnerability Assessment 1.0 (DIVA 1.0) ผ่านการพิจารณาระดับความอ่อนไหวของสภาพภูมิอากาศ 3 ระดับ รูปแบบของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล 2 รูปแบบ และแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมและการใช้ประโยชน์ที่ดินของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3 แนวทาง ทั้งนี้จำนวนภาพจำลองที่ทำการวิเคราะห์ประกอบด้วย 18 ภาพจำลอง โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ออกมาใน 2 ประเด็นหลักคือ ระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพันธ์เทียบกับระดับใน พ.ศ.2538 และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิเทียบกับขนาดในปีฐาน (พ.ศ.2542) ตั้งแต่ พ.ศ.2543 - 2643

<sup>1</sup> บทความนี้ ปรับปรุงเพิ่มเติมจากการได้รับรางวัล best paper จากการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านการบริหารจัดการ ครั้งที่ 4 วันที่ 26 พฤษภาคม 2555

<sup>2</sup> นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

<sup>3</sup> รศ.ดร. อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก (Advisor) คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

<sup>4</sup> ผศ.ดร. อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม (Co-Advisor) คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ผลการศึกษาพบว่า ระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพันธ์ และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน โดยระหว่าง พ.ศ.2543 - 2643 ระดับน้ำทะเลสัมพันธ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.002-0.889 เมตร (เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง) ส่งผลให้ขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำ (ป่าชายเลน) ที่สูญเสียไปสุทธิเพิ่มขึ้น 0.431-64.83 ตารางกิโลเมตร โดยแนวทางการพัฒนาที่ส่งผลให้ระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพันธ์และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิระหว่างพ.ศ.2543-2643 เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ A2 ส่วนแนวทางการพัฒนาที่ส่งผลให้ระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพันธ์และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิระหว่างพ.ศ.2543-2643 เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ B1 และ A1T ตามลำดับ ทั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะให้มีการนำแบบจำลองฯไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ด้านการปรับตัว เศรษฐศาสตร์ และประชากรศาสตร์ต่อไป

**คำสำคัญ :** การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล พื้นที่ชุ่มน้ำ แบบจำลอง DIVA 1.0 จังหวัดจันทบุรี

RESEARCH ARTICLE

## Change in Wetland Size due to Sea-Level Rise (SLR) : A Case Study in Chanthaburi Province

Hiripong Thepsiriamnuay

Nathsuda Pumijumnong

Raywadee Roachanakanan

### Abstract

*The main objective of this research is to study change of wetland size due to sea-level rise (SLR) in Chanthaburi province. By using Dynamic Interactive Vulnerability Assessment 1.0 (DIVA 1.0) model to run 18 scenarios from 3 input factors; climate sensitivities, sea-level rise patterns and SRES scenarios for socio-economic and land use data. Primary data in base year (1999) were collected from a number of local, regional and national organizations. Finally, 2 main indicators will be produced; relative sea-level change (compared to 1995 level) and net loss of wetland area (compared to 1999 level).*

*The results show that relative sea-level change and net loss of wetland area are changing in the same direction. During 2000-2100, relative sea-level change increases by 0.002-0.889 meters and net loss of wetland area (mangroves) also increases by 0.431-64.83 square kilometers. A2 SRES scenario affected sea-level and wetland size in the worst case, while B1 and A1T SRES scenarios affected in the opposite direction. In Addition, we suggest that the model can be used for analyzing in terms of adaptations, economics and demography in further studies.*

**Keywords :** Climate Change, Sea-Level Rise, Wetlands, the DIVA 1.0 model,  
Chanthaburi Province

## บทนำ

ปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมและภัยพิบัติทางธรรมชาติทวีความรุนแรงมากขึ้น หนึ่งในปัญหาที่ทั่วโลกกำลังให้ความสำคัญคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เนื่องด้วยเป็นปัญหาที่ทุกประเทศได้ร่วมกันสร้าง ขึ้นผ่านการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีปริมาณ มากเกินกว่าความสามารถในการรองรับ (Carrying Capacity) ของโลกเข้าสู่ชั้นบรรยากาศโลก ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Effect) ในระดับที่สูงกว่าสภาวะปกติตามธรรมชาติ สภาวะโลกร้อน (Global Warming) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ทั้งนี้พบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก่อให้เกิดปัญหาและผลกระทบที่ตามมาอย่างเฉียบพลัน (Abrupt) ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ (Inevitable) และไม่สามารถย้อนกลับได้ (Irreversible) ได้แก่ ปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño) และลานินญา (La Niña) ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว การละลายของน้ำแข็งขั้วโลก และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล เป็นต้น (The Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007)

สำหรับการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล (Sea-Level Rise) จากรายงาน *IPCC Fourth Assessment Report (2007)* พบว่า ใน พ.ศ.2633 - 2642 ระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น 0.18 - 0.59 เมตร เมื่อเทียบกับพ.ศ.2523-2542 และภายหลัง พ.ศ.2643 ระดับน้ำทะเลอาจเพิ่มสูงขึ้นถึง 7 เมตรหากน้ำแข็งบนเกาะกรีนแลนด์ละลายหายไปจนหมด ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นระดับน้ำทะเลส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลและเกาะของประเทศทั่วโลก ผ่านการกัดเซาะพื้นที่ชายฝั่ง การ

รुक้าของน้ำทะเลเข้าสู่แหล่งน้ำจืดที่ใช้ในการอุปโภคบริโภค และการสูญเสียที่ดิน ที่อยู่อาศัย และพื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นต้น (The United Nations Framework Convention on Climate Change, 2008)

พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands) มีความสำคัญและคุณประโยชน์มหาศาล ทั้งในด้าน แหล่งทรัพยากรธรรมชาติ แหล่งขยายพันธุ์และรวบรวมสายพันธุ์ของพืชและสัตว์ แหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจก ป้องกันการพังทลายของชายฝั่ง ใช้เป็นเส้นทางคมนาคม และใช้เพื่อการท่องเที่ยวและนันทนาการ เป็นต้น (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2542) หากพื้นที่ชุ่มน้ำอันมีคุณค่าต้องถูกคุกคามและสูญเสียไปเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลย่อมส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ห่วงโซ่อาหารวิถีชีวิตของมนุษย์ และความมั่นคงทางอาหาร

จังหวัดจันทบุรีมีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งทรัพยากรดิน ป่าไม้ น้ำ แร่ธาตุ และพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยมีพื้นที่ชุ่มน้ำเท่ากับ 527.69 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญในระดับนานาชาติ 1 แห่ง และพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับชาติ 3 แห่ง (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2554) ทั้งนี้จังหวัดจันทบุรีนับเป็น 1 ใน 13 จังหวัดพื้นที่วิกฤติในฝั่งอ่าวไทยที่มีอัตราการกัดเซาะมากกว่า 5 เมตรต่อปี (นวรรัตน์ ไกรพานนท์, 2553)

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำอันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในจังหวัดจันทบุรีจึงมีความสำคัญด้วยเหตุผลที่ว่า สามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการ

ส่งผ่านองค์ความรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่าง การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและการเปลี่ยนแปลงขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำไปยังภาคส่วนต่างๆ เพื่อช่วยเสริมสร้างให้มีความตระหนักในคุณค่าของพื้นที่ชุ่มน้ำและหันมาใส่ใจการดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่ชุ่มน้ำมากขึ้น

### วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำในจังหวัดจันทบุรีซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

### ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

องค์ความรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่าง การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล และการเปลี่ยนแปลงขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำ

### การทบทวนวรรณกรรม

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ สำหรับประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำอันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล สามารถสรุปได้ดังนี้

#### (1) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)

จากการศึกษาของ Maslin (2004) พบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีสาเหตุหลักมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศโลก ซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากทั้งธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ โดยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจาก

กิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) ก๊าซมีเทน ( $CH_4$ ) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ ( $N_2O$ ) ซึ่งพบว่าก๊าซทั้งสามชนิดนี้มีปริมาณความเข้มข้นในชั้นบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้นมากภายหลังจากการปฏิวัติอุตสาหกรรมในคริสต์ศตวรรษที่ 18 (พ.ศ.2303) เนื่องจากมนุษย์หันมาใช้เครื่องจักร แทนแรงงานมนุษย์และแรงงานสัตว์ และนำเชื้อเพลิงฟอสซิล (น้ำมันและถ่านหิน) มาใช้เป็นแหล่งพลังงานในกระบวนการผลิตมากขึ้น ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกในระดับที่สูงขึ้น ชั้นบรรยากาศสามารถกักเก็บรังสีอินฟราเรดที่ถูกปลดปล่อยออกจากพื้นผิวโลกได้มากขึ้น อุณหภูมิของโลกจึงมีแนวโน้มสูงขึ้น นำไปสู่การเกิดปรากฏการณ์สภาวะโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้ตัวชี้วัดของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำทะเล

#### (2) การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล (Sea-Level Rise)

จากการศึกษาของ Snidvongs, et al (2008) พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ณ สถานที่ใด ๆ ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ คือ ระดับน้ำทะเลโลก (Global Sea-Level) ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการขยายตัวของน้ำทะเลเมื่ออุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น (Thermal Expansion) และการละลายของธารน้ำแข็ง พื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยน้ำแข็ง และแผ่นน้ำแข็ง (Melting of Glaciers, Ice Caps and Ice Sheets) อีกปัจจัยหนึ่งคือ ปัจจัยประจำถิ่นของสถานที่ (Local Factors) ได้แก่ ลมมรสุม และน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล เป็นต้น โดย Cazenave and Llovel (2010) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระดับน้ำทะเลโลก พบว่า การเพิ่มขึ้นของ

อุณหภูมิเฉลี่ยโลกและการละลายของธารน้ำแข็ง และแผ่นน้ำแข็งจะส่งผลให้ระดับน้ำทะเลโลกสูงขึ้น 1.0 และ 1.8 มิลลิเมตรต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 30 และ 55 ของอัตราการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล) ในช่วง พ.ศ.2536 - 2550 ตามลำดับ สำหรับปัจจัยประจำถิ่นของสถานที่ จากการศึกษาของ Snidvongs, et al (2008) แสดงให้เห็นว่า จากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่อ่อนแรงลง และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่รุนแรงแรงมากขึ้นจะทำให้ระดับน้ำทะเลบริเวณจังหวัดกระบี่เพิ่มสูงขึ้น 0.2 เซนติเมตรต่อปี ในขณะที่การศึกษาของ Huybrechts, et al (2001) พบว่า หากระดับน้ำในทะเลสาบแคสเปียนและทะเลสาปอาร์ด (Caspian and Aral Seas) ลดลงจะส่งผลให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น 0.03 และ 0.18 มิลลิเมตรต่อปีตามลำดับ ทั้งนี้จากการศึกษาของสมมาตร เนียมนิล และอิทธิ ตรีสิริสัตยวงศ์ (2550) พบว่า ปัจจัยด้านธรณีวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลคือ การเคลื่อนตัวในแนวตั้งของแผ่นดิน (Vertical Land Movements) ได้แก่ การติดตัวกลับของแผ่นดินหลังการละลายของธารน้ำแข็ง พื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยน้ำแข็ง และแผ่นน้ำแข็ง (Glacial Isostatic Adjustment; GIA หรือ Post Glacial Rebound; PGR) การเคลื่อนตัวแนวตั้งของผิวโลกเฉพาะบริเวณ (แผ่นดินไหว และการสะสมของตะกอนที่ไหลมาตามแม่น้ำ) และการเคลื่อนตัวแนวตั้งของผิวโลกเฉพาะบริเวณจากการกระทำของมนุษย์ (การขุดเจาะน้ำบาดาล) ซึ่งจากการศึกษาของ Trisirisatayawong, et al (2011) โดยใช้ อุปกรณ์วัดตำแหน่งที่มีความแม่นยำสูงด้วยระบบจีพีเอส (Global Positioning Systems; GPS) พบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลสัมพัทธ์

บริเวณอ่าวไทยอยู่ในช่วง  $3.0 \pm 1.5$  ถึง  $5.0 \pm 1.3$  มิลลิเมตรต่อปี (พ.ศ.2483-2547) และมีอัตราการยกตัวของแผ่นดินอยู่ในช่วง  $2.2 \pm 0.8$  ถึง  $3.8 \pm 1.3$  มิลลิเมตรต่อปี สำหรับประเด็นด้านผลกระทบจากรายงานของ The Intergovernmental Panel on Climate Change (2007) พบว่า การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลส่งผลกระทบต่อพื้นที่เสี่ยงเฉกเช่นประเทศที่มีพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่อยู่ในระดับต่ำ (Low Lying Coastal Countries) และกลุ่มประเทศหมู่เกาะ (Island Nations) โดยผลกระทบที่สำคัญ ได้แก่ การกัดเซาะชายฝั่ง การรุกล้ำของน้ำทะเลเข้าสู่แหล่งน้ำอุปโภคบริโภค และการสูญเสียที่ดิน ที่อยู่อาศัย อาคารบ้านเรือน และพื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นต้น

### (3) พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands)

จากการศึกษาของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2542) พบว่า พื้นที่ชุ่มน้ำถูกคุกคามจากปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยปัจจัยที่ก่อให้เกิดการสูญเสียเชิงปริมาณ ได้แก่ การสร้างคันคูหรือฝายล้อมรอบพื้นที่ชุ่มน้ำ การบุกรุกด้วยการถมดิน เผาพืชพรรณ ระบายน้ำออก และชักน้ำเค็มเข้าเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงเกษตรกรรม และการทำประมงด้วยอวนลากและอวนรุน ส่วนปัจจัยที่ก่อให้เกิดการสูญเสียเชิงคุณภาพ ได้แก่ น้ำเสีย สิ่งปฏิกูล และขยะที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม ฟาร์มปศุสัตว์ และนักท่องเที่ยวที่ขาดจิตสำนึกและความรับผิดชอบ การลักลอบล่าสัตว์ เก็บของป่า และการทำประมงเกินขนาด และการแพร่ระบาดของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น ทั้งนี้จากการศึกษาของ Ramsar Convention (2009) พบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศถือเป็นปัจจัยหนึ่ง

คุกคามพื้นที่ชุ่มน้ำทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการตกของฝน (ทั้งในเชิงระยะเวลาและปริมาณ) จะส่งผลกระทบต่อธาตุอาหาร ความเค็ม ระบบความชื้น และวงจรชีวิตของพืชและสัตว์ในพื้นที่ชุ่มน้ำ อุณหภูมิน้ำทะเลที่สูงขึ้น 1-3 องศาเซลเซียสจะส่งผลให้ปะการังเกิดการฟอกขาว และเมื่ออุณหภูมิโลกสูงขึ้นจะส่งผลให้เกิดการระบอบของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นไปยังพื้นที่ชุ่มน้ำทั่วโลกเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้จากการศึกษาของ The United States Environment Protection Agency (2005) พบว่า การเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเลถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการสูญเสียของพื้นที่ชุ่มน้ำผ่านการท่วมถึงของน้ำทะเล (Inundation) การกัดเซาะ (Erosion) และการรุกคืบของน้ำทะเลเข้าสู่พื้นที่ชุ่มน้ำ (Saltwater or Salinity Intrusion)

#### (4) การเปลี่ยนแปลงขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำอันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

จากการศึกษาของ Snidvongs, et al (2008) ในจังหวัดกระบี่ โดยใช้แบบจำลอง ECHAM General Circulation Model (GCM) ร่วมกับแบบจำลอง PRECIS ในการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต และใช้แบบจำลอง DIVA ร่วมกับการเก็บข้อมูลระดับน้ำทะเลปานกลางรายเดือนในการคาดการณ์การเพิ่มของระดับน้ำทะเลและผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลพบว่า ในอีก 25 ปีข้างหน้าอุณหภูมิภายในพื้นที่จังหวัดกระบี่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่า 1 องศาเซลเซียส ส่วนพื้นที่ชายฝั่งทะเลมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้อยกว่า 1 องศาเซลเซียส (เนื่องด้วยอิทธิพลของมหาสมุทร) ทำให้ระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 22 เซนติเมตร หรือเฉลี่ย

เพิ่มขึ้นปีละ 1 เซนติเมตร (เทียบกับ พ.ศ.2538) ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลและพื้นที่ชุ่มน้ำ (ป่าชายเลน) ให้ต้องถอยร่นไปประมาณ 10-35 เมตร ในขณะที่ Nicholls, et al (1999) ได้ทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลอง General Circulation Model (GCM) ร่วมกับข้อมูลพื้นฐานจาก The Global Vulnerability Assessment (GVA) พบว่า ระดับน้ำทะเลโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 40 เซนติเมตรใน พ.ศ. 2623 ส่งผลให้พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งของโลกลดลงร้อยละ 6-22 ของพื้นที่ทั้งหมด นอกจากนี้จากการศึกษาของ Gornitz, et al (2001) ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลทางตะวันออกของมหานครนิวยอร์ก โดยใช้แบบจำลอง US Army Crop of Engineers Models, US Geological Survey 7.5' Digital Elevation Models, WES Implicit Flooding Model (WIFM) และ Global Climate Model (GCM) พบว่า ระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น 11-30 และ 22-60 เซนติเมตรในพ.ศ.2563 และ 2593 ตามลำดับ และอาจเพิ่มสูงขึ้นกว่า 1 เมตรใน พ.ศ.2623 ทำให้ชายฝั่งทะเลถอยร่นไปประมาณ 0.85-3.6 เมตรต่อปีใน พ.ศ.2623

#### (5) แบบจำลอง DIVA 1.0

แบบจำลอง Dynamic Interactive Vulnerability Assessment (DIVA) ถูกพัฒนาขึ้นใน ค.ศ.2004 ภายใต้การสนับสนุนทางการเงินจากสหภาพยุโรป ผ่านโครงการ *Dynamic and Interactive Assessment of National, Regional and Global Vulnerability of Coastal Zones to Climate Change and Sea-Level Rise (DINAS-COAST)* ด้วยแรงจูงใจที่ต้องการปรับปรุงแก้ไขข้อจำกัดในการประเมินความเสี่ยงในระดับโลก รวมทั้งความล่าช้าและขาดพลวัตรของแหล่ง

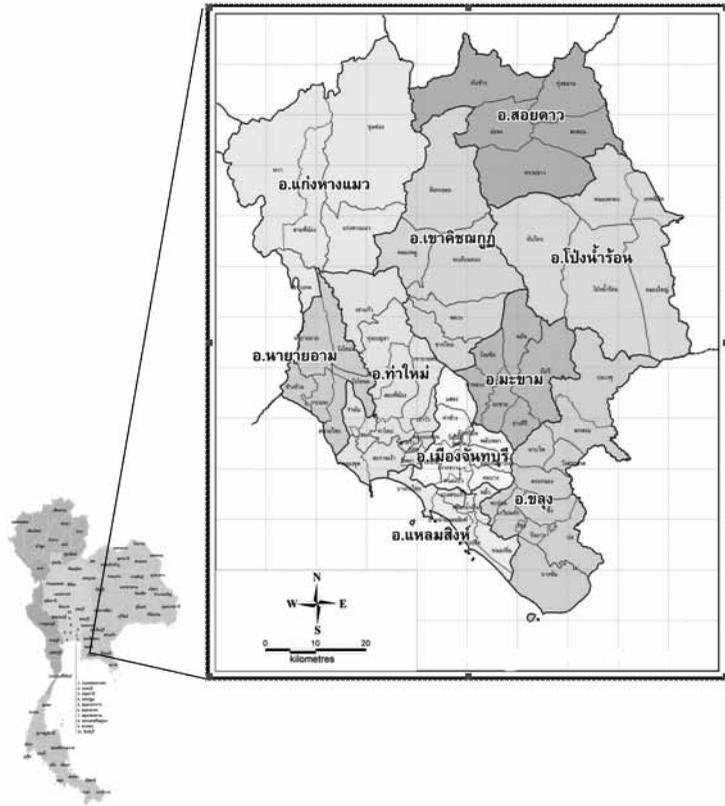
ข้อมูล นับได้ว่าเป็นแบบจำลองระดับโลกที่มีการบูรณาการระหว่างองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ โดยสามารถประยุกต์ใช้ในการประเมินความเสี่ยง (Vulnerability Assessment) และผลกระทบด้านชีวกายภาพและเศรษฐกิจสังคม (Biophysical and Socio-Economic Consequences) อันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล (Sea-Level Rise) และการพัฒนาทางเศรษฐกิจสังคม (Socio-Economic Development) ทั้งในระดับโลก ระดับภูมิภาค และระดับประเทศครอบคลุมประเด็นด้านการกัดเซาะชายฝั่ง (Coastal Erosion) น้ำท่วมชายฝั่ง (Coastal Flooding) การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland Change) การรุกคืบของน้ำทะเล (Salinity Intrusion) เข้าสู่พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำ การปรับตัว (Adaptation) ด้วยการสร้างเขื่อนกั้นน้ำ (Raising Dikes) และการทำนุบำรุงชายหาด (Beach Nourishment) รวมถึงต้นทุนและผลประโยชน์จากการปรับตัว (Costs and Benefits of Adaptation) (Hinkel, 2005) สำหรับขอบเขตด้านข้อมูลพบว่า แบบจำลอง DIVA ประกอบด้วยข้อมูลด้านชีวกายภาพและเศรษฐกิจสังคมของพื้นที่ชายฝั่งทะเลกว่า 180 ประเทศทั่วโลก (รวมถึงประเทศไทย) และข้อมูลด้านภาพจำลองในอนาคตของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและสถานะทางเศรษฐกิจสังคม (Sea-Level Rise and Socio-Economic Scenarios) ในระดับโลกและระดับภูมิภาค (Hinkel and Klein, 2009)

#### (6) พื้นที่ศึกษา

จังหวัดจันทบุรีตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย ระหว่างเส้นละติจูดที่ 12-13 องศาเหนือ และเส้นลองจิจูดที่ 101-102 องศาตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 6,338 ตาราง

กิโลเมตร ทิศเหนือติดต่อกับจังหวัดชลบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดสระแก้ว ทิศใต้ติดต่อกับจังหวัดตราดและอำเภอไทย ทิศตะวันออกติดต่อกับจังหวัดตราดและประเทศกัมพูชา และทิศตะวันตกติดต่อกับจังหวัดระยองและอำเภอไทย ประกอบด้วย 10 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองจันทบุรี อำเภอขลุง อำเภอท่าใหม่ อำเภอโป่งน้ำร้อน อำเภอมะขาม อำเภอแหลมสิงห์ อำเภอสอยดาว อำเภอแก่งหางแมว อำเภอนายายอาม และอำเภอเขาคิชฌกูฏ (รูปที่ 1) สภาพภูมิประเทศแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ป่าไม้ ภูเขา และเนินสูง (พื้นที่ป่าสงวน) ทางตอนเหนือและตะวันออก ที่ราบสลับภูเขา (พื้นที่แหล่งน้ำ) ทางตอนกลาง และที่ราบชายฝั่งทะเล (พื้นที่ป่าชายเลน) ทางตอนใต้และตะวันตกของจังหวัด สภาพภูมิอากาศเป็นแบบมรสุมเมืองร้อน (Tropical Monsoon Climate) แบ่งออกเป็น 2 ฤดู คือ ฤดูฝน (Wet Season) และฤดูแล้ง (Dry Season) อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26.35 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 3,335 มิลลิเมตรต่อปี โดยฤดูฝนจะเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤศจิกายน เป็นเวลาประมาณ 9-10 เดือน ถือเป็นจังหวัดที่มีชื่อเสียงในฐานะแหล่งเกษตรกรรมและอัญมณี มีสินค้าทางการเกษตรที่สำคัญ คือ ทุเรียน เงาะ มังคุด ระกำหวาน และพริกไทย อีกทั้งยังเป็นแหล่งเจียระไนพลอยที่มีชื่อเสียงและมีเอกลักษณ์ โดยกว่าร้อยละ 80 ของพลอยที่จำหน่ายทั่วโลกได้รับการปรับปรุงคุณภาพและเจียระไนที่จังหวัดจันทบุรี (สำนักงานจังหวัดจันทบุรี, 2553)

สำหรับข้อมูลด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่า ทรัพยากรดินมีลักษณะเป็นดินตื้นถึงลึก (เนื่องจากสภาพภูมิประเทศที่ลาดชันมาก) และมีการระบายน้ำที่ค่อนข้างดีเหมาะแก่



รูปที่ 1 แผนที่จังหวัดจันทบุรี

(ที่มา ; ปรับปรุงจาก [http://www.chanthaburi.go.th/th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=61&Itemid=48](http://www.chanthaburi.go.th/th/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=48) และ <http://th.wikipedia.org/wiki/จังหวัดในประเทศไทย>)

การเพาะปลูก มีพื้นที่ป่าอนุรักษ์ทางทิศเหนือและทิศตะวันออก ได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ และอุทยานแห่งชาติน้ำตกเขาสะระบาป ส่วนป่าสงวนแห่งชาติเป็นพื้นที่ขนาดเล็กกระจัดกระจายอยู่ตามแนวขอบลุ่มน้ำ เช่น ป่าจันท-ตาเป๊ะ ป่าเขาวังแจง และป่าปัดวี เป็นต้น ด้านทรัพยากรน้ำ พบว่า แหล่งน้ำตามธรรมชาติประกอบด้วยแม่น้ำหลายสาย (แม่น้ำพังราด แม่น้ำวังโตนด แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำเวฬุ และลุ่มน้ำโตนเลสาบ) ไหลจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ และมีอ่างเก็บน้ำที่สำคัญ 3 แห่ง คือ

อ่างเก็บน้ำเขื่อนคีรีธาร อ่างเก็บน้ำคลองศาลทราย และอ่างเก็บน้ำเขื่อนพลวง นอกจากนี้ยังมีทรัพยากรแร่ธาตุที่สำคัญ ได้แก่ แร่ทรายขาว แร่พลวง แร่ฟลูออไรด์ แร่โมลิบดีนัม แร่ควอทซ์ และแร่เหล็ก (สำนักงานจังหวัดจันทบุรี, 2553) สำหรับขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำจากการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน (2549) พบว่า จังหวัดจันทบุรีมีพื้นที่ชุ่มน้ำเท่ากับ 527.69 ตารางกิโลเมตร แบ่งเป็นระบบน้ำจืดจำนวน 142.75 ตารางกิโลเมตร ระบบน้ำเค็มจำนวน 308.58 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ชุ่มน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นจำนวน 76.36 ตาราง

กิโลเมตร โดยมีพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญในระดับนานาชาติ 1 แห่งคือ พื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าชายเลน ปากแม่น้ำเวฬุ และมีพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับชาติ 3 แห่ง คือ พื้นที่ชุ่มน้ำในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน พื้นที่ชุ่มน้ำในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว และอ่าวคุ้งกระเบน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2554) ทั้งนี้พบว่าพื้นที่ชุ่มน้ำในจังหวัดจันทบุรี (โดยเฉพาะพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งทะเล) มีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล เนื่องด้วยนับเป็น 1 ใน 13 จังหวัดพื้นที่วิกฤติฝั่งอ่าวไทยที่มีอัตราการกัดเซาะชายฝั่งมากกว่า 5 เมตรต่อปี (นวัตน์ ไกรพานนท์, 2553)

## วิธีการดำเนินการวิจัย

### วิธีการเก็บข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ ข้อมูลด้านแนวคิด ทฤษฎี ผลการศึกษา และความเข้าใจที่ถูกต้องในวิธีการประยุกต์ใช้แบบจำลอง DIVA 1.0 และข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดจันทบุรีที่นำมาใช้เป็นปัจจัยป้อนเข้าในการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 กลุ่มจะใช้วิธีการในการรวบรวมข้อมูลดังนี้

- (1) การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- (2) การเปรียบเทียบแผนที่จากแบบจำลอง DIVA 1.0 กับแผนที่จาก Google Map และสำนักงานจังหวัดจันทบุรี
- (3) การดำเนินการขอข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานจังหวัดจันทบุรี กรมชลประทาน กรมอุทกศาสตร์

กรมพัฒนาที่ดิน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

สำหรับข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดจันทบุรี (ประกอบด้วยข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ อุทกศาสตร์ และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำ) ใช้ข้อมูลใน พ.ศ.2542 เป็นปีฐาน โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 2-3 เดือน (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2554 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555) ในการดำเนินการขอข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

### วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยใช้แบบจำลอง DIVA 1.0 เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลผ่านการพิจารณาระดับความอ่อนไหวของสภาพภูมิอากาศ (Climate Sensitivities) 3 ระดับ ได้แก่ ระดับความอ่อนไหวต่ำ ระดับความอ่อนไหวปานกลาง และระดับความอ่อนไหวสูง รูปแบบของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล (Sea-Level Rise Patterns) 2 รูปแบบ ได้แก่ เพิ่มขึ้นในรูปแบบเดียวกันทั่วโลก (Uniform) และเพิ่มขึ้นในรูปแบบที่แตกต่างกันตามแต่ละภูมิภาค (Regionalised) และแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมและการใช้ประโยชน์ที่ดิน (SRES scenarios for socio-economic and land use data) 3 แนวทาง ได้แก่ A1T A2 และ B1 เพื่อพิจารณาหาการเปลี่ยนแปลงของขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำในจังหวัดจันทบุรีอันเนื่องการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ทั้งนี้ทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 18 ภาพจำลอง โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ออกมาใน 2 ประเด็นหลักคือ ระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพันธ์เทียบกับระดับใน พ.ศ.2538 และขนาด

ของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิเทียบกับขนาดในปีฐาน (พ.ศ.2542) ตั้งแต่ พ.ศ.2543-2643

### ผลการวิจัย

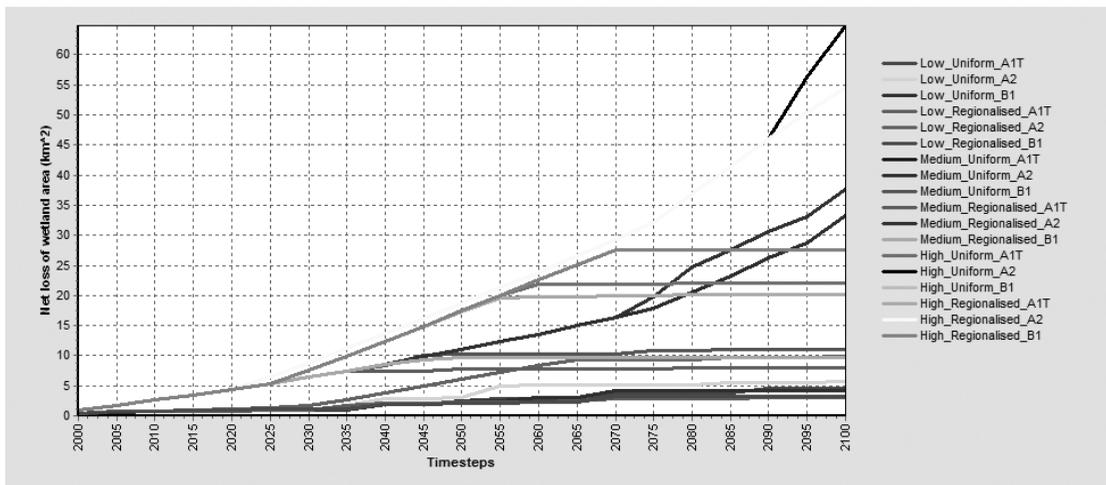
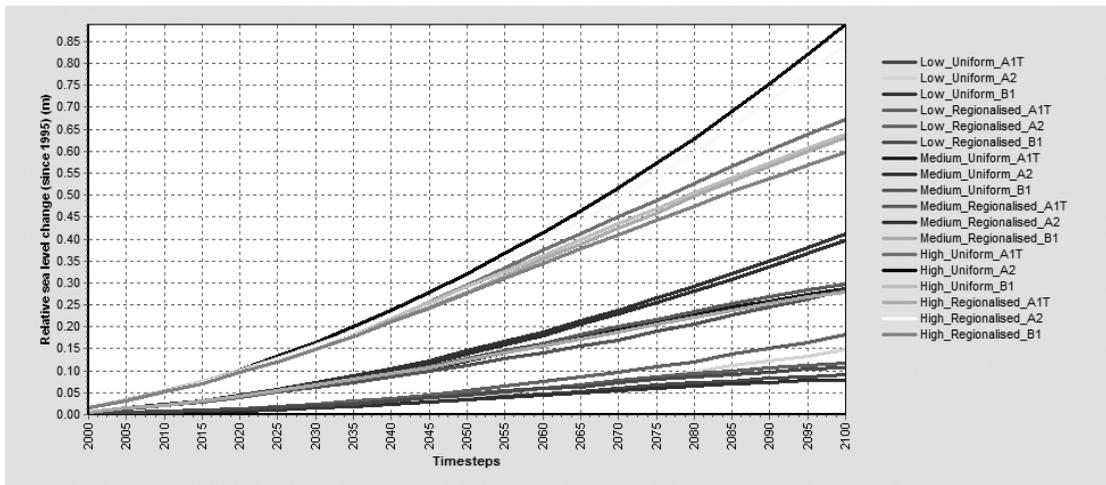
จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดจันทบุรีด้วยแบบจำลอง DIVA 1.0 ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 พบว่า ระหว่าง พ.ศ.2543 - 2643 ระดับน้ำทะเลสัมพัทธ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.002 - 0.889 เมตร (เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง) ส่งผลให้ขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำ (ป่าชายเลน) ที่สูญเสียไปสุทธิเพิ่มขึ้น 0.431 - 64.83 ตารางกิโลเมตร โดยหากพิจารณาตามระดับความอ่อนไหวของสภาพภูมิอากาศ พบว่า ณ ระดับ

ความอ่อนไหวต่ำระดับน้ำทะเลสัมพัทธ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.148 และ 0.182 เมตร ส่งผลให้ขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิเพิ่มขึ้น 5.779 และ 9.927 ตารางกิโลเมตร ตามรูปแบบการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลตามลำดับ โดย ณ ระดับความอ่อนไหวปานกลางระดับน้ำทะเลสัมพัทธ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.397 และ 0.412 เมตร ส่งผลให้ขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิเพิ่มขึ้น 33.353 และ 37.579 ตารางกิโลเมตรตามรูปแบบการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลตามลำดับ ทั้งนี้ ณ ระดับความอ่อนไหวสูงระดับน้ำทะเลสัมพัทธ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.889 และ 0.842 เมตร ส่งผลให้ขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิเพิ่มขึ้น 64.83 และ 54.506 ตารางกิโลเมตรตามรูปแบบ

**ตารางที่ 1 :** ระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพัทธ์และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิระหว่าง พ.ศ.2543 - 2643 ของทั้ง 18 ภาพจำลอง

ระดับความอ่อนไหวของสภาพภูมิอากาศ	รูปแบบของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล	ระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพัทธ์ (เมตร)	ขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิ (ตารางกิโลเมตร)
ระดับความอ่อนไหวต่ำ (อุณหภูมิพื้นผิวโลกเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1.5 องศาเซลเซียส)	เพิ่มขึ้นในรูปแบบเดียวกันทั่วโลก	0.002-0.148	0.431-5.779
	เพิ่มขึ้นในรูปแบบที่แตกต่างกันตามแต่ละภูมิภาค	0.003-0.182	0.431-9.927
ระดับความอ่อนไหวปานกลาง (อุณหภูมิพื้นผิวโลกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 3 องศาเซลเซียส)	เพิ่มขึ้นในรูปแบบเดียวกันทั่วโลก	0.005-0.397	0.985-33.353
	เพิ่มขึ้นในรูปแบบที่แตกต่างกันตามแต่ละภูมิภาค	0.006-0.412	0.985-37.579
ระดับความอ่อนไหวสูง (อุณหภูมิพื้นผิวโลกเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 4.5 องศาเซลเซียส)	เพิ่มขึ้นในรูปแบบเดียวกันทั่วโลก	0.016-0.889	0.985-64.83
	เพิ่มขึ้นในรูปแบบที่แตกต่างกันตามแต่ละภูมิภาค	0.015-0.842	0.985-54.506



รูปที่ 2 ระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพันธ์และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิ ระหว่าง พ.ศ.2543 - 2643 ของทั้ง 18 ภาพจำลอง

การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลตามลำดับ จากรูปที่ 2 พบว่า แนวทางการพัฒนาที่ส่งผลให้ระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพันธ์และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิระหว่าง พ.ศ.2543 - 2643 เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ A2 (เส้นสีดำบนสุดของทั้ง 2 กราฟ) มีค่าเท่ากับ 0.002 - 0.889 เมตร และ 0.431 - 64.83 ตารางกิโลเมตร

ตามลำดับ ส่วนแนวทางการพัฒนาที่ส่งผลให้ระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพันธ์และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิระหว่าง พ.ศ.2543 - 2643 เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ B1 (เส้นสีฟ้าเข้มล่างสุดของกราฟบน) และ A1T (เส้นสีเขียวเข้มล่างสุดของกราฟล่าง) มีค่าเท่ากับ 0.002-0.639 เมตร และ 0.431 - 22.044 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

### บทสรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

จากตารางที่ 1 และรูปที่ 2 สรุปได้ว่าระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพันธ์ และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน สังเกตได้จากลักษณะของกราฟที่มีทิศทางเพิ่มขึ้นทั้งระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพันธ์และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิ อีกนัยหนึ่งอาจกล่าวได้ว่า การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับการเปลี่ยนแปลงขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำ กล่าวคือ เมื่อระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นไปในทิศทางที่ลดลง (เพราะมีการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำมากขึ้น) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Snidvongs, et al (2008) Nicholls, et al (1999) และ Gornitz, et al (2001) ทั้งนี้พบว่า ค่าของระดับน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพันธ์ และขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สูญเสียไปสุทธิ ในแต่ละรูปแบบการเพิ่มขึ้นของระดับทะเลมีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก เนื่องด้วยข้อจำกัดของแบบจำลอง DIVA 1.0 ที่มีได้พิจารณาปัจจัยประจำถิ่นของสถานที่อย่างครบถ้วน (ลมมรสุม ทั้งตะวันออกเฉียงเหนือ และตะวันตกเฉียงใต้) และปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล (ในที่นี้หมายถึงปริมาณน้ำท่าของทุกกลุ่มน้ำที่ไหลลงสู่อ่าวไทยตอนบน) โดยพิจารณาเฉพาะการไหลของน้ำจืดจากกลุ่มน้ำเจ้าพระยาลงสู่อ่าวไทยตอนบนเท่านั้น

แนวทางการพัฒนาที่มีความเหมาะสม และส่งผลให้ขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำในจังหวัดจันทบุรีเปลี่ยนแปลงไปน้อยที่สุด คือ A1T ซึ่งผู้กำหนดนโยบายสามารถนำไปปรับใช้ในการวางแผนการพัฒนาทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีความยั่งยืนต่อไป ผ่านการเน้นหนัก

ในการมีปฏิสัมพันธ์ สร้างความร่วมมือ และพัฒนาศักยภาพร่วมกันในระดับประเทศและภูมิภาค การลงทุนพัฒนาด้านการศึกษา เทคโนโลยี และสถาบัน การพัฒนาด้านสุขภาพอนามัยและสาธารณสุข การพัฒนาเทคโนโลยีด้านการคมนาคมขนส่ง และติดต่อสื่อสาร การส่งเสริมการกระจายและถ่ายทอดเทคโนโลยี (โดยเฉพาะด้านพลังงานสะอาดและพลังงานหมุนเวียน) และการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นต้น

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต มีดังนี้ (1) เนื่องด้วยแบบจำลอง DIVA 1.0 มิได้พิจารณาผลกระทบจากปัจจัยประจำถิ่นของสถานที่ที่มีต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ดังนั้นการวิจัยในขั้นถัดไปอาจนำวิธีการอื่นมาวิเคราะห์การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจากปัจจัยประจำถิ่นของแต่ละสถานที่ที่ควบคุมไปการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองฯ ซึ่งจะทำให้สามารถคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น (2) แบบจำลองฯ มีฟังก์ชันในการเลือกรูปแบบของยุทธศาสตร์การปรับตัว เช่น การบูรณะชายหาด การสร้างเขื่อนกันน้ำ และการบูรณะพื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นต้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการปรับตัวในรูปแบบต่างๆ ได้ และ (3) สามารถใช้แบบจำลองฯ ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้านการประเมินต้นทุน-ผลประโยชน์ จากการดำเนินการปรับตัว/ไม่ปรับตัวตามแนวทางต่างๆ เนื่องจากแบบจำลองฯ สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ในส่วนของต้นทุนที่อาจเกิดขึ้นในหลายประเด็น เช่น ต้นทุนในการปรับตัว ต้นทุนในการบูรณะชายหาด ต้นทุนในการสูญเสียที่พังกาค้าย ต้นทุนในการบูรณะพื้นที่

ชุ่มน้ำ รวมถึงสามารถประเมินมูลค่าทางการเงินของพื้นที่ชุ่มน้ำ นอกจากนี้ยังสามารถประเมินจำนวนประชากรที่ถูกน้ำท่วม ซึ่งนำไปสู่การวิเคราะห์ผลกระทบในเชิงประชากรศาสตร์

### เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. (2549). รายงานการสำรวจและจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.

นวัตน์ ไกรพานนท์. (2553). **Beyond Copenhagen: Implementing Thailand's climate change strategy.**

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2554). **จังหวัดในประเทศไทย.** (ออนไลน์), 23 สิงหาคม 2554. <http://th.wikipedia.org/wiki/จังหวัดในประเทศไทย>

สำนักงานจังหวัดจันทบุรี. (2553). **แผนที่จังหวัดจันทบุรี.** (ออนไลน์), 23 สิงหาคม 2554. [http://www.chanthaburi.go.th/th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=61&Itemid=4](http://www.chanthaburi.go.th/th/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=4).

สำนักงานจังหวัดจันทบุรี. (2553). **สภาพทั่วไปของจังหวัด.** (ออนไลน์), 23 สิงหาคม 2554. <http://www.chanthaburi.go.th/th/images/stories/descripbe.pdf>

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2554). **ทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติและระดับชาติของประเทศไทย พื้นที่ชุ่มน้ำภาคกลางและตะวันออกเฉียงเหนือ.** (ออนไลน์), 25 สิงหาคม 2554. <http://wetland.onep.go.th/wetlands/frontend/theme/wetlands.php?Submit=Clear&Lang=0&Region=3>

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2542). **ภาพรวมพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย.** (ออนไลน์), 8 สิงหาคม 2554. <http://wetland.onep.go.th/onep/wetlands/frontend/theme/wetlands.pdf>

สมมาตร เนียมนิล และ อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์. (2550). **แนวโน้มระดับน้ำในอ่าวไทยจากข้อมูลสถานีวัดระดับน้ำ.** (ออนไลน์), 13 สิงหาคม 2554. <http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4609003.pdf>

Cazenave A. and Llovel W. (2010). **Contemporary sea level rise.** (Online), Retrieved March 20, 2012. <http://www.icess.ucsb.edu/~davey/Geog163/Readings/annurev-marine-120308-081105.pdf>

Gornitz V., Couch S. and Hartig E.K. (2001). **Impacts of sea level rise in the New York City metropolitan area.** (Online), Retrieved August 27, 2011. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818101001503>

Hinkel J. (2005). **DIVA: An iterative method for building modular integrated models.** (Online), Retrieved August 19, 2011. <http://www.adv-geosci.net/4/45/2005/adgeo-4-45-2005.pdf>

Hinkel J. and Klein R.J.T. (2009). **Integrating knowledge to assess coastal vulnerability to sea-level rise: The development of the DIVA tool.** (Online), Retrieved August 22, 2011. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378009000247>

- Huybrechts P., Kuhn M., Lambeck K., et al. (2001). **Changes in sea level.** (Online), Retrieved August 11, 2011. <http://epic.awi.de/Publications/Chu2001a.pdf>
- Maslin M. (2004). **Global warming : A very short introduction.** New York: Oxford University Press.
- Nicholls R.J., Hoozemans F.M.J. and Marchand M. (1999). **Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: Regional and global analyses.** (Online), Retrieved August 19, 2011. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378099000199>
- Ramsar Convention. (2009). **Wetlands and the UNFCCC COP15 climate change meeting (Copenhagen, 7 - 18 December 2009).** (Online), Retrieved August 19, 2011. [http://www Ramsar.org/pdf/strp/strp\\_briefing\\_climate\\_2009\\_e.pdf](http://www Ramsar.org/pdf/strp/strp_briefing_climate_2009_e.pdf)
- Snidvongs A., Ketwut T., Phruksawan K., et al. (2008). **Climate change impacts in Krabi province,** Thailand. South East Asian-Global Change System for Analysis Research and Training organization (SEA-START).
- The Intergovernmental Panel of Climate Change. (2007). **Climate change 2007: Synthesis report.** Group contributions to the fourth assessment report.
- The United Nations Framework Convention on Climate Change. (2008). **Future effects.** (Online), Retrieved August 4, 2011. [http://unfccc.int/essential\\_background/feeling\\_the\\_heat/items/2905.php](http://unfccc.int/essential_background/feeling_the_heat/items/2905.php)
- The United States Environment Protection Agency. (2005). **Sea level rise and wetland loss: An overview.** (Online), Retrieved August 19, 2011. [http://epa.gov/climatechange/effects/downloads/toc\\_wet\\_chap1.pdf%20P.10](http://epa.gov/climatechange/effects/downloads/toc_wet_chap1.pdf%20P.10)
- Trisirisatayawong I., Naeije M., Simons W., and Fenoglio-Marc L. (2001). **Sea level change in the gulf of Thailand from GPS-corrected tide gauge data and multi-satellite altimetry.** (Online), Retrieved March 20, 2012. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818110002729>