
การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณป่าชายเลนระหว่างปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงปากแม่น้ำบางปะกง

A STUDY OF LAND UTILIZATION OF THE MANGROVE BETWEEN CHAO PHRAYA RIVER AND BANG PAKONG RIVER

ประดิษฐ์ ดีใจ¹, ภัทรพร สร้อยทอง², นฤมล อินทวิเชียร³, ปริญ หล่อพิทยากร⁴
Pradit Deejai¹, Phattraporn Soythong², Narumon Intarawichian³, Prin Lorpittayakorn⁴

คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา^{1,4}

Faculty of Geoinformatics, Burapha University^{1,4}

hi_iamooa@hotmail.com¹, phanita.phakdi@gmail.com²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าชายเลนปี พ.ศ. 2545 2552 และ ปี พ.ศ. 2560 บริเวณพื้นที่ระหว่างปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงปากแม่น้ำบางปะกง พื้นที่ที่ศึกษา คือพื้นที่ที่ติดกับป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งได้แก่ ตำบลบางปะกง ตำบลสองคลอง อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ตำบลบางปูใหม่ ตำบลบางปู อำเภอเมืองสมุทรปราการ และตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2545 2552 และ ปี พ.ศ. 2560 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของป่าชายเลนปี พ.ศ. 2545 2552 และ ปี พ.ศ. 2560 ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่เป็นป่าชายเลน ชุมชนเมือง และอุตสาหกรรมจากปี พ.ศ.2545 ถึง 2560 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่พื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ด้านเกษตรกรรมกลับมีแนวโน้มลดลง มีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระยะ 20 ปี ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 1 การจัดการป่าไม้และความหลากหลายทางชีวภาพ

คำสำคัญ: การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ป่าชายเลน, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, แม่น้ำเจ้าพระยา, แม่น้ำบางปะกง

Abstract

This research aims to study land use in 2002, 2009, and 2017 by using the Geoinformation Technology around the area between the mouth of the Chao Phraya River to the mouth of the Bang Pakong River. The study area was from Ban Nai Klong coastal in Samut Prakarn to Kao Nok in Chachoengsao. This study uses satellite imagery data in 2002, 2009 and 2017. Geographic Information System (GIS) was used to classify land use and analyse of mangrove changes in 2002, 2009, and 2017. The results showed that mangrove areas, urban areas and industrial areas from 2002 to 2017 were likely to increase. Meanwhile, the agricultural area is likely to decline.

Keywords: Land Use, Mangrove, Geoinformation Technology, Chao Phraya River, and Bang Pakong River

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประชากรเกือบครึ่งหนึ่งของโลก (44%) อาศัยอยู่ภายในบริเวณ 150 กม. จากชายฝั่ง (Upadhyay, Ranjan, & Singh, 2002) การที่เขตชายฝั่งมีประชากรหนาแน่นได้กระตุ้นให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนอย่างกว้างขวางเพื่อการพัฒนาชายฝั่ง เช่น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหรือการใช้ทรัพยากร อีกทั้งสัตว์ที่มีถิ่นที่อยู่อาศัยในป่าชายเลนมีแนวโน้มเสี่ยงสูงที่จะสูญพันธุ์เนื่องจากการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยที่กว้างขวาง (Luther & Greenburg, 2009) นอกจากนี้ประมาณ 26% ของป่าชายเลนทั่วโลกเสื่อมโทรมเนื่องจากการใช้ประโยชน์จากไม้และไม้ซุงที่มากเกินไป (FAO, 2003) ในทำนองเดียวกันการเพาะเลี้ยงกุ้งมีส่วนทำให้เกิดการสูญเสียป่าชายเลนทั่วโลกประมาณร้อยละ 38 ยกตัวอย่างในอินเดียเพียงพื้นที่ป่าชายเลนมากกว่า 40% ของบนชายฝั่งตะวันตกได้รับการเปลี่ยนแปลงให้เป็นการเกษตรและการพัฒนาเมืองชายฝั่ง (Upadhyay, et al, 2002; FAO, 2003) รายงานถึงสถานการณ์ของพื้นที่ป่าชายเลน โดยประมาณร้อยละ 20 ได้สูญหายไปตั้งแต่ประมาณปี พ. ศ. 2523 และพื้นที่ป่าชายเลนจะหายไปในอัตราประมาณ 1% ต่อปี (FAO, 2003) ปัจจุบันคาดว่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณป่าชายเลนจะยังคงมีอยู่ต่อไปเว้นแต่ป่าชายเลนจะได้รับการคุ้มครองเป็นทรัพยากรที่มีค่า เนื่องจากความจำเป็นที่จะต้องสนองตอบความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้นตามที่กล่าวมาแล้วนั้น จะต้องใช้ทรัพยากรหลายอย่างรวมถึงการใช้พื้นที่ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญพื้นฐานในการตั้งที่อยู่อาศัยและตั้งพื้นที่อุตสาหกรรมทำให้เกิดการรุกล้ำไปยังพื้นที่ส่วนต่างๆ รวมถึงพื้นที่ที่ไม่ควรจะเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอุตสาหกรรม เช่น พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุ่มน้ำ แหล่งที่มีความสำคัญของระบบนิเวศวิทยา ทำให้เกิดปัญหาทางด้านความขัดแย้งในการใช้พื้นที่ ที่เกิดจากประชากรที่อยู่อาศัยในพื้นที่กับภาครัฐและเอกชน ที่มีความต้องการในการใช้พื้นที่ ที่แตกต่างกัน มีการประกาศนโยบายการบริหารจัดการของภาครัฐ มีการเข้าถือครองพื้นที่ของภาคเอกชน เพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรม ความต้องการใช้พื้นที่ของพื้นที่ของประชากรเดิมในพื้นที่ เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการบุกรุกเข้าใช้พื้นที่ในลักษณะที่ต่างกัน

วิกฤตของป่าชายเลนในประเทศไทยที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับการรายงานผลของ (FAO, 2013) ที่ได้กล่าวถึงป่าชายเลนเป็นหนึ่งในระบบนิเวศที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดและเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นประโยชน์ต่อธรรมชาติ อย่างไรก็ตามป่าชายเลนของโลกกำลังถูกบุกรุกซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์นอกจากป่าชายเลนกำลังสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยของพวกเขาเนื่องจากแม่น้ำถูกกักเก็บน้ำและเขื่อนน้ำท่วมเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและแหล่งเลี้ยงโดยทั่วไปแล้ว พื้นที่ป่าชายเลนในบางพื้นที่ยังได้รับการเปลี่ยนแปลงเป็นนาข้าว บ่อปลา และบ่อเลี้ยง การพัฒนาที่ดินสู่ภาคอุตสาหกรรม ในเอเชียบางประเทศพื้นที่ป่าชายเลนยังถูกใช้มากเกินไปสำหรับการผลิตไม้ฟืนและถ่านในพื้นที่ที่ขาดแคลนไม้เนื้ออ่อนเพื่อมาเป็นเชื้อเพลิงในประเทศ นอกจากนี้ “เนื่องจากอัตราการสูญเสียที่เพิ่มขึ้นป่าชายเลนอาจหายไปอย่างน้อยหนึ่งร้อยปีข้างหน้า” (Duke, Meynecke, Dittmann, Ellison, and Anger, 2007) จากการสูญเสียพื้นที่ป่าชายเลนส่งผลให้เกิดความกังวลด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจอย่างร้ายแรงต่อประเทศยกตัวอย่างจากข้อเท็จจริงที่ว่าบริเวณรอยต่อระหว่างทะเลและป่าชายเลนมีบทบาทสำคัญในการบรรเทาอุทกภัย น้ำท่วม และมรสุม นอกจากนี้การลดลงของทรัพยากรที่สำคัญนี้จะทำให้ลดการผลิตสัตว์บกและสัตว์น้ำและที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า แต่ที่สำคัญกว่าคือความมั่นคงด้านสิ่งแวดล้อมของป่าชายฝั่งที่จะช่วยป้องกันพิชผลทางการเกษตรในการป้องกันลม และคลื่นทะเล ป้องกันน้ำทะเลเข้ามาในพื้นที่เกษตรกรรมในบริเวณใกล้เคียง

จังหวัดฉะเชิงเทรามีพื้นที่ป่าชายเลนที่สำคัญและมีปริมาณมากที่สุดคือในเขตอำเภอบางปะกง ซึ่งตามรายงานของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2555) ได้แสดงให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแบ่งเป็นพื้นที่ป่าชายเลน 6,992.81 ไร่ นาทุ่ง 601.64 ไร่ เกษตร 10,472.26 ไร่ อื่นๆ 11,973.87 ไร่ เช่นเดียวกันกับในจังหวัดสมุทรปราการ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ในอำเภอเมืองสมุทรปราการและอำเภอบางบ่อ มีพื้นที่ป่าชายเลนที่ถูกใช้ประโยชน์โดยแบ่งเป็นพื้นที่ป่าชายเลน 3,639.36 ไร่ นาทุ่ง 358.29 ไร่ เกษตร 3,583.68 ไร่ อื่นๆ 18,329.11 ไร่ การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าชายเลนของทั้งสองจังหวัดชี้ให้เห็นว่ากิจกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การเกษตร นาทุ่ง หรืออื่นๆซึ่งอาจเป็นการใช้ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรมและการท่องเที่ยวมีสัดส่วนที่มากกว่าพื้นที่ที่ยังเป็นป่าชายเลน ดังนั้นพื้นที่ป่าชายเลนของทั้งจังหวัดฉะเชิงเทรา เขตอำเภอบางปะกง และจังหวัดสมุทรปราการ เขตอำเภออำเภอมืองสมุทรปราการและอำเภอบางบ่อ คือ พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาไปจนกระทั่งปากแม่น้ำบางปะกงมีพื้นที่ที่ประกอบด้วยใช้ประโยชน์ของพื้นที่ที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ของส่วนราชการ พื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่ที่ถูกใช้สำหรับการอุตสาหกรรม พื้นที่ทำ

การเกษตร พื้นที่การทำประมง พื้นที่ป่าชายเลน พื้นที่ในบริเวณนี้จึงเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดการทำให้ป่าชายเลนลดน้อยลงหรือหมดสภาพไป เช่น โครงการบ่อบำบัดน้ำเสียคลองด่าน ที่มีการนำพื้นที่จำนวน 1,903 ไร่ มาใช้สำหรับทำโครงการซึ่งเป็นการรุกรานที่ดินสาธารณะประโยชน์ การที่จะดูแลให้เกิดการคงอยู่หรือการเพิ่มขึ้นของป่าชายเลนในพื้นที่บริเวณนี้จะต้องเกิดจากการบูรณาการของภาคส่วนที่เกี่ยวข้องมาร่วมกันดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการคงอยู่หรือเพิ่มขึ้นของป่าชายเลน ป่าชายเลนในบริเวณระหว่างปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงปากแม่น้ำบางปะกงเป็นป่าชายเลนที่อยู่ในบริเวณอ่าวไทยซึ่งเป็นพื้นที่ในการทำประมงสำคัญของประเทศไทย ป่าชายเลนในบริเวณนี้จึงมีผลกระทบต่อระบบนิเวศของอ่าวไทย เช่น เป็นแหล่งวางไข่ อนุบาลตัวอ่อนของสัตว์ในบริเวณนั้น

เทคโนโลยีที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือระบบภูมิสารสนเทศในการกำหนดตำแหน่ง และดูภาพถ่ายจากดาวเทียม ซึ่ง GIS จะได้ทราบติดตามข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อนำมาข้อมูลเหล่านี้มาจัดการในด้านของทรัพยากร ดังนั้น GIS และ remote sensing ถือเป็นเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่สำคัญในการสำรวจเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการควบคุมติดตาม การวางแผนการจัดการ การวางแผนนโยบาย การวิจัย และการตัดสินใจที่เห็นชอบร่วมกัน (Franklin, 1994) ดังเช่นสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน) ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศภาคใต้ (2552) ได้ดำเนินโครงการการประยุกต์ใช้ข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย มีความยาว 1,067 กิโลเมตร ตั้งแต่จังหวัดชุมพรไปจนถึงจังหวัดนราธิวาส ด้วยการใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศเปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียม พบว่ามีทั้งพื้นที่ที่มีการกัดเซาะ และพื้นที่ที่มีการสะสมตัว มีการใช้มาตรการแบบอ่อนและแบบแข็งเข้าไปแก้ปัญหา แต่บางมาตรการกับสร้างปัญหาให้กับพื้นที่ข้างเคียง จากการศึกษาพื้นที่ที่กัดเซาะร้อยละ 12.93 พื้นที่สะสมตัวร้อยละ 13.41 และมีพื้นที่ชายฝั่งคงสภาพร้อยละ 73.66 สาเหตุการกัดเซาะมาจาก คลื่น ลมมรสุม การขาดความสมดุลของตะกอน และกิจกรรมของมนุษย์ นอกจากนี้ ศุภลักษณ์ บาตรโพธิ์ และชนินทร์ ปราณีสอน (2560) ได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับค้นหาและนำทางไปยังร้านอาหารในจังหวัดสมุทรสาคร โดยแสดงผลผ่านหน้าจออุปกรณ์เคลื่อนที่บนระบบปฏิบัติการไอโอเอส โปรแกรมพัฒนาขึ้นโดยใช้เทคโนโลยี GPS และมีการนำเส้นทางโดยใช้แผนที่จาก Google Map

ปัญหาดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการศึกษาถึงการบริหารจัดการพื้นที่ของป่าชายเลนที่กำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน และการบริหารจัดการที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ว่ามีการบริหารจัดการในรูปแบบใดมีภาคส่วนใดมีส่วนร่วมในการจัดการ มีหลักการที่จะนำไปสู่ความยั่งยืน ผู้ทำการวิจัยทำการศึกษาจากพื้นที่ระหว่างปากแม่น้ำเจ้าพระยากับปากแม่น้ำบางปะกง ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนหนึ่งของชายทะเลอ่าวไทย ที่มีการขยายตัวของภาคที่อยู่อาศัย ภาคอุตสาหกรรม ทำให้มีการเข้าใช้พื้นที่บริเวณที่เป็นส่วนพื้นที่ป่าชายเลน

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าชายเลนปี พ.ศ. 2545 2552 และ ปี พ.ศ. 2560 บริเวณพื้นที่ระหว่างปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงปากแม่น้ำบางปะกง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าชายเลนปี พ.ศ. 2545 และ ปี พ.ศ. 2560 บริเวณพื้นที่ระหว่างปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงปากแม่น้ำบางปะกง
2. เป็นแนวทางในการจัดการป่าชายเลนที่มีลักษณะเดียวหรือใกล้เคียงกัน และสามารถเป็นข้อมูลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทำการศึกษาตั้งแต่บริเวณชายฝั่งบ้านในคลอง จังหวัดสมุทรปราการ ไปจนถึง เกาะนก จังหวัดฉะเชิงเทรา การจัดการป่าชายเลนระหว่างปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงปากแม่น้ำบางปะกงเป็นการศึกษาในพื้นที่ป่าชายเลนเริ่มตั้งแต่ปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการไปจนกระทั่งถึงปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา (Google Earth, 2561)

โดยพื้นที่ที่ศึกษาดังแต่ปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการไปจนกระทั่งถึงปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีพื้นที่ 49.7 ตารางกิโลเมตร และความยาวรอบพื้นที่ 83.8 กิโลเมตร มีทิศเหนือ ติดกับทางหลวงหมายเลข 3 ทิศใต้ ติดกับทะเลอ่าวไทย พื้นที่ที่ศึกษา คือพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งได้แก่ ตำบลบางปะกง ตำบลสองคลอง อำเภอบางปะกง จังหวัด ฉะเชิงเทรา และ ตำบลบางปู ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเทศบาลตำบลบางปู ตำบลคลองด่าน และตำบลคลองด่าน อำเภอเทศบาลตำบลคลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ

2. การศึกษาครั้งนี้ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศดังนี้

- ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2545 2552 และ ปี พ.ศ. 2560
- ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของป่าชายเลนปี

พ.ศ. 2545 2552 และ ปี พ.ศ. 2560

3. การได้มาซึ่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม GEOEYE จาก Plugin ชื่อ Open Layer ในโปรแกรมระบบเปิด (Open Source) เพื่อใช้เป็นแผนที่ฐาน (Base Map) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลภาพ (Capture) โดยมีขั้นตอนการทำงานต่อไปนี้

3.1 สร้างเส้นกริดขนาดความกว้างคูณยาวขนาด 400 x 500 เมตร ด้วยคำสั่ง Vector > Research Tool > Vector Grid ซึ่งจะกำหนดขอบเขตของกริด (Grid Extent) ตามขอบเขตของพื้นที่ศึกษา และกำหนดค่า x,y เท่ากับ 400, 500 ตามลำดับ โดยโปรแกรมจะกำหนดค่าโดยปริยาย (Default) ของหน่วย (Unit) ตามค่าพิกัดแผนที่ของขอบเขตพื้นที่ศึกษา

3.2 จัดเก็บภาพถ่ายดาวเทียม GEOEYE จากโปรแกรม QGIS ทำได้โดยการเลือกกริดที่ต้องการและขยายภาพไปยังบริเวณพื้นที่ดังกล่าวด้วยคำสั่ง Zoom Map to The Selected Row หลังจากนั้นทำการจัดเก็บภาพด้วยคำสั่ง Project>Save as Image และบันทึกนามสกุลไฟล์เป็น .tiff เพื่อเก็บค่าพิกัดของภาพที่ทำการจัดเก็บ

3.3 ต่อภาพ (Mosaic Image) ถ่ายดาวเทียม GEOEYE ภายหลังจากการจัดเก็บข้อมูลภาพในขั้นตอนที่ 1.1.2 ให้เป็นภาพพื้นเดียวกันด้วยคำสั่ง Raster>Miscellaneous>Merge และทำการเลือกไดเรกทอรี (Directory) ที่จัดเก็บภาพเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการนำเข้า

3.4 การปรับแก้ค่าคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) เป็นการปรับแก้ค่าพิกัดแผนที่ (Map Coordinate) แบบภาพสู่ภาพ (Image to Image) โดยใช้ภาพแผนที่อ้างอิงเป็นภาพอ้างอิงเพื่อกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point) ตั้งแต่สี่จุดควบคุมขึ้นไป ซึ่งค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 เมตรและอ้างอิง Datum เป็น WGS1984

3.5 การตัดภาพ (Clip Image) ด้วยขอบเขตพื้นที่ศึกษา

4. การเตรียมข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT ก่อนการประมวลผล

4.1 การแปลงค่าเชิงเลข (Digital Number: DN) เป็นการแปลงค่าเชิงเลขจำนวน 8 บิต และ 16 บิต ให้อยู่ในรูปแบบของการสะท้อนแสง (Reflectance) เพื่อใช้ในการศึกษาดัชนีพืชพรรณ ด้วยการเขียนสมการคณิตศาสตร์ผ่านโปรแกรม QGIS แสดงได้ดังสมการที่ 1 สำหรับดาวเทียม LANDSAT-7 และสมการที่ 2 สำหรับดาวเทียม LANDSAT-8

$$\rho = \frac{\pi \cdot L_\lambda \cdot d^2}{ESUN_\lambda \cdot \cos \theta_s} \quad \text{----- สมการที่ 1}$$

เมื่อ d^2 คือ ระยะทางของโลกและดวงอาทิตย์ (Earth-Sun Distance)

$ESUN_\lambda$ คือ การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ของแต่ละช่วงคลื่น

θ_s คือ มุม Solar Zenith

L_λ คือ การแผ่รังสีเชิงสเปกตรัมของแต่ละช่วงคลื่น

และ $\rho = M_\rho Q_{cal} + A_\rho$ ----- สมการที่ 2

เมื่อ ρ คือ ค่าการสะท้อนของแต่ละช่วงคลื่น

M_ρ คือ ค่า Reflectance Multi Band

A_ρ คือ ค่า Reflectance Add Band

Q_{cal} คือ ค่าเชิงเลขของแต่ละจุดภาพ

4.2 การรวมแบนด์ (Composite Band) ภาพถ่ายดาวเทียมโดยเลือกช่วงคลื่นที่ 1-5 และ 7 สำหรับข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-5 และ Landsat-7 ช่วงคลื่นที่ 2-7 สำหรับข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-8 การผสมสีของภาพ จะใช้สีผสมเท็จ Landsat-5 และ Landsat-7 จะเป็นแบนด์ 4-5-3 (R:G:B) Landsat-8 จะเป็นแบนด์ 6-5-4 (R:G:B) โดย R คือ แม่สีสีแดง G คือ แม่สีสีเขียว B คือ แม่สีสีน้ำเงิน

4.3 การตัดภาพถ่ายดาวเทียม ด้วยขอบเขตพื้นที่ศึกษา

5. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

5.1 การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2545 2552 และ ปี พ.ศ. 2560 ด้วยวิธีการจำแนกด้วยสายตา (Head up Digitized) ด้วยโปรแกรม QGIS เนื่องจากเป็นวิธีการจำแนกที่ถูกต้องสูงและพื้นที่ศึกษามีขนาดใหญ่มาก แบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าชายเลน พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ

5.2 การประเมินความถูกต้องของการจำแนก (Accuracy Assessment) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการใช้ประโยชน์ที่ดินเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิง (Reference Data) โดยใช้เทคนิคการสุ่มข้อมูลแบบอิสระ (Random Sampling) อ้างอิงกับข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม โดยมีการประเมินความถูกต้องในรูปแบบของค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ซึ่งพิจารณาจากจำนวนจุดที่จำแนกได้ถูกต้องทั้งหมดหารด้วยจำนวนจุดรวมทั้งที่จำแนกถูกต้องและไม่ถูกต้อง

5.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการวิเคราะห์ซ้อนทับ (Overlay Analysis) แบบ Matrix Union เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ดังกล่าวว่ามีการเปลี่ยนแปลงจากประเภทใดไปเป็นประเภทใด ดังนั้นขั้นตอนการดำเนินวิธีการวิจัยสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 สรุปกรอบวิธีการดำเนินการวิจัย

ผลการวิจัย

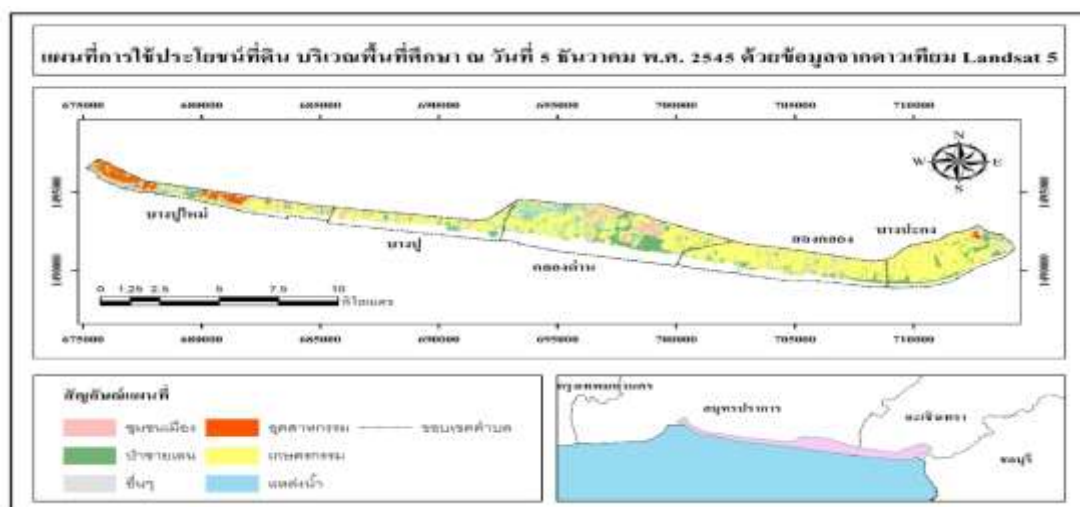
ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา อำเภอบางปะกง สองคลอง บางปูในปี พ.ศ. 2545 2552 และ 2560 (หน่วย:ไร่)

ประเภท	บางปะกง			สองคลอง			บางปู		
	2545	2552	2560	2545	2552	2560	2545	2552	2560
ป่าชายเลน	568.71	976.45	1104.93	227.57	603.83	901.76	228.66	467.10	438.04
เกษตรกรรม	5133.85	4630.57	4118.17	5785.56	5296.00	5202.17	3040.68	2481.57	2001.93
ชุมชนเมือง	267.90	368.40	638.88	290.95	582.33	640.22	724.17	918.80	1344.16
อุตสาหกรรม	582.52	646.92	785.60	0.00	96.78	154.43	43.09	142.95	209.03
แหล่งน้ำ	329.75	368.40	406.42	745.26	772.25	723.96	261.21	229.44	216.38
อื่นๆ	734.38	626.37	563.12	719.75	417.89	146.55	0.00	57.94	88.27
รวม	7617.12	7617.12	7617.12	7769.08	7769.08	7769.08	4297.81	4297.81	4297.81

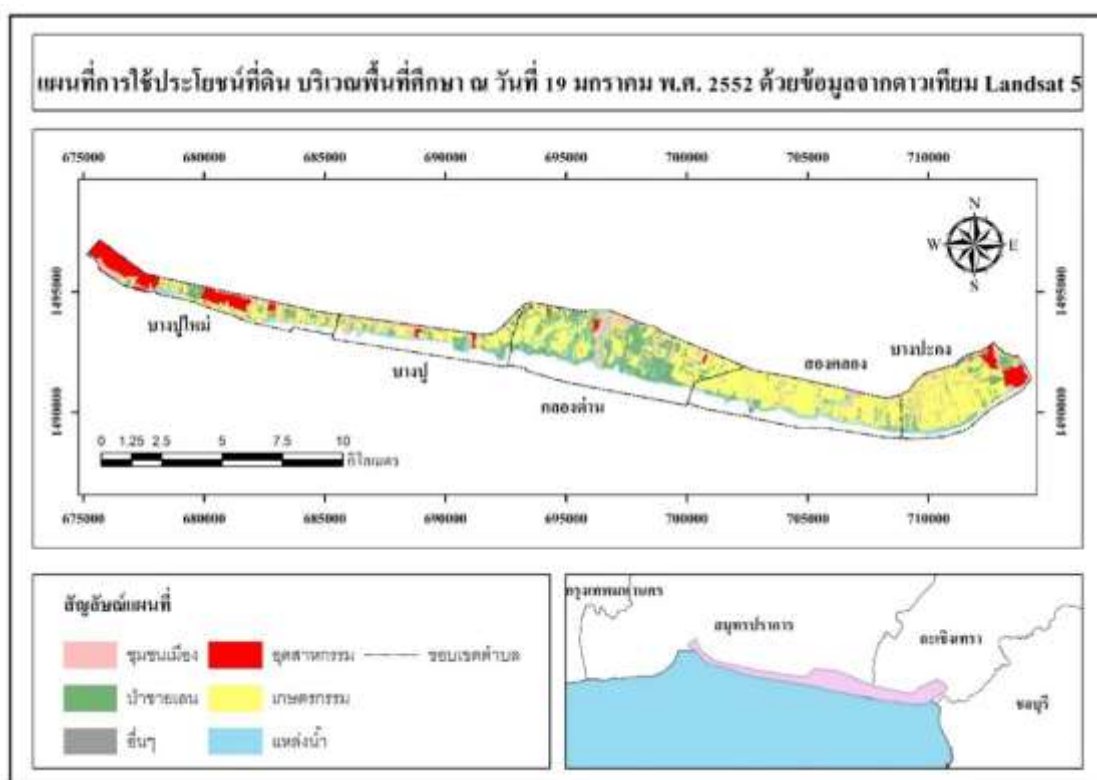
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา อำเภอบางปูใหม่ คลองด่านในปี พ.ศ. 2545 2552 และ 2560 (หน่วย:ไร่)

ประเภท	บางปูใหม่			คลองด่าน		
	2545	2552	2560	2545	2552	2560
ป่าชายเลน	351.65	774.94	751.59	1561.23	1661.19	1971.04
เกษตรกรรม	1298.61	635.75	451.04	7006.98	6737.73	5748.08
ชุมชนเมือง	1595.39	1703.12	2044.89	1995.26	2154.80	2587.31
อุตสาหกรรม	1776.15	2082.48	2108.42	40.86	114.90	335.77
แหล่งน้ำ	31.05	104.67	108.05	2121.16	2035.23	2016.47
อื่นๆ	493.99	245.89	82.86	59.64	81.28	126.46
รวม	5546.84	5546.84	5546.84	12785.12	12785.12	12785.12

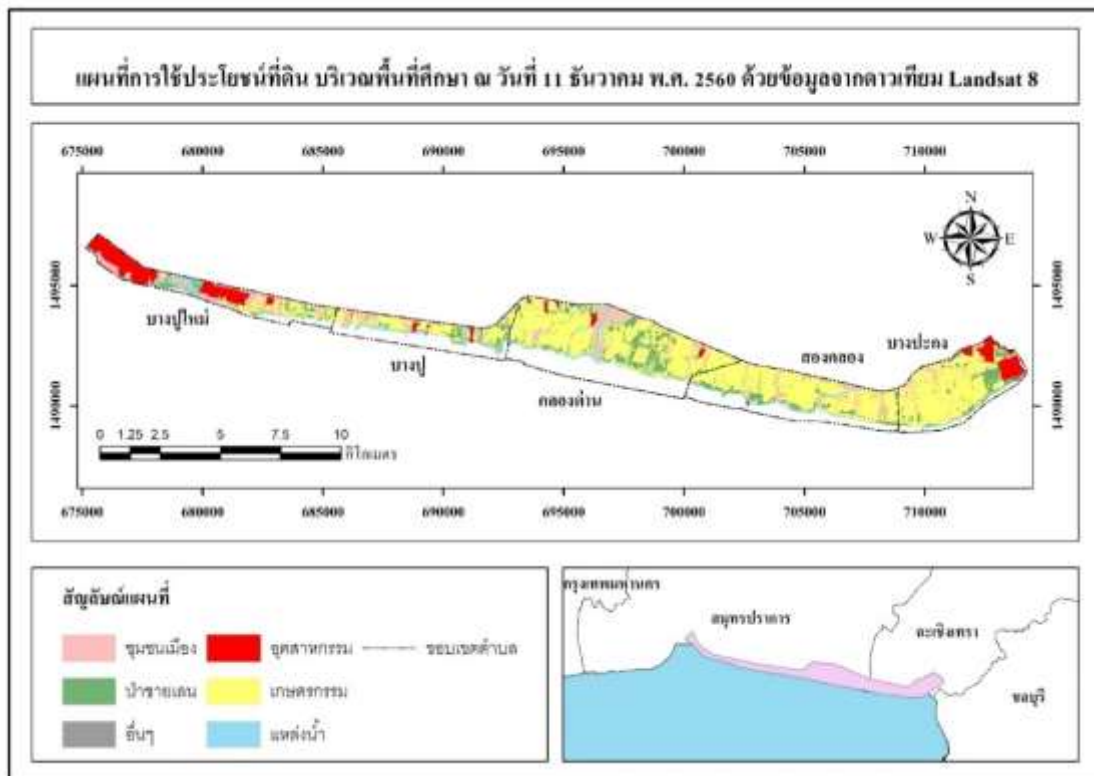
จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 จะพบว่าพื้นที่ป่าชายเลน พื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่ชุมชนเมือง มีจำนวนพื้นที่เพิ่มขึ้น ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมมีพื้นที่น้อยลงใน ปีพ.ศ. 2560 เมื่อเปรียบเทียบกับ ปีพ.ศ. 2545



ภาพที่ 3 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ.2545 จากดาวเทียม Landsat 5 (ประดิษฐ์ ดีใจ, 2561)



ภาพที่ 4 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ.2552 จากดาวเทียม Landsat 5 (ประดิษฐ์ ดีใจ, 2561)



ภาพ

ที่ 5 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ.2560 จากดาวเทียม Landsat 8 (ประดิษฐ์ ดีใจ, 2561)

จากภาพที่ 3 ภาพที่ 4 และภาพที่ 5 แสดงให้เห็นการใช้ประโยชน์ที่ดินในปีพ.ศ. 2545 พ.ศ. 2552 และพ.ศ. 2560 ที่แยกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน 6 ประเภท และแสดงให้เห็นว่าในช่วงเวลาดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเกิดขึ้น สังเกตได้จากสีที่เปลี่ยนแปลง

สรุปผล

จากผลการศึกษาบริเวณป่าชายเลนระหว่างปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงปากแม่น้ำบางปะกง จากปีพ.ศ.2545-2552 จนถึง 2560พบว่าในภาพรวมบริเวณป่าชายเลนในบางพื้นที่ที่ศึกษาจากปี พ.ศ.2545 ถึง 2552 มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 52.61% และจากปี พ.ศ. 2552 ถึง 2560 มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 15.25 % ในบริเวณพื้นที่ที่เป็นชุมชนเมืองก็มีแนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินเพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ.2545 ถึง 2552 มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 17.52% และจากปี พ.ศ. 2552 ถึง 2560 มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 26.68% นอกจากนี้พื้นที่อุตสาหกรรมก็มีแนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินเพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ.2545 ถึง 2552 มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 26.26 % และจากปี พ.ศ. 2552 ถึง 2560 มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 16.51% ในขณะที่ พื้นที่เกษตรกรรม มีแนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินลดลง โดยในปี พ.ศ. 2545 ถึง 2552 มีพื้นที่ลดลง 11.16% และจากปี พ.ศ. 2552 ถึง 2560 มีพื้นที่ลดลงอีก 11.43% และการใช้ประโยชน์ที่ดินในส่วนอื่นๆ มีแนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินลดลงเช่นกัน โดยในปี พ.ศ.2545 ถึง 2552 มีพื้นที่ลดลง 28.81% และจากปี พ.ศ. 2552 ถึง 2560 มีพื้นที่ลดลงอีก 29.53% ส่วนพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำมีแนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดิน ไม่คงที่ โดยในปี พ.ศ. 2545 ถึง 2552 มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 0.62% แต่จากปี พ.ศ. 2552 ถึง 2560 มีพื้นที่ลดลงอีก 1.10%

อภิปรายผลการวิจัย

ปัจจุบันหากกล่าวถึงเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่สุดที่นำมาใช้ในการสำรวจป่าชายเลน หนึ่งในเทคนิคที่มีประสิทธิภาพที่สุดคือการใช้ เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geospatial Information Technology) ซึ่งประกอบด้วย Geographical Information Systems (GIS), Global Positioning System (GPS) และ Remote Sensing (RS) การใช้เทคโนโลยีเหล่านี้จะผสมผสานรวมแผนที่แบบต่าง ๆ รวมถึงภาพถ่ายดาวเทียม ที่แสดงถึงสภาพแวดล้อมของแต่ละภูมิภาค การกำหนดตำแหน่ง และการจัดตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการอนุรักษ์และการฟื้นฟู สามารถกำหนดและตรวจสอบได้ดี สำหรับการหาแผนที่และการตรวจหาชนิดของป่าชายเลนแต่ละชนิดเพื่อการปลูกป่า และการบริหารพื้นที่โดยรอบป่าชายเลนเพื่อหาแนวทางการอยู่ร่วมกันอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงในหลายการใช้ประโยชน์ที่ดินมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เปลี่ยนกลับไปมาได้ เช่น การเปลี่ยนจากป่าชายเลนเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และเปลี่ยนกลับมาเป็นป่าชายเลน ก่อนที่จะมาเป็นพื้นที่แหล่งน้ำ เป็นต้น จากผลการศึกษาพบว่าพื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ไปเป็นการใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่นมากที่สุด และพื้นที่อุตสาหกรรมกลับเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ศึกษามีการประกอบอาชีพทางด้านเกษตรกรรมลดลงแต่การประกอบอาชีพทางด้านอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ส่วนพื้นที่ป่าชายเลนที่เพิ่มขึ้นเป็นการแสดงให้เห็นถึงความใส่ใจด้านสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ได้ทางหนึ่ง ส่วนการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชุมชนเมืองก็ไปในทิศทางเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นของพื้นที่อุตสาหกรรมที่เมื่อมีการประกอบอุตสาหกรรมย่อมมีการเพิ่มขึ้นของพนักงานที่จะต้องเข้ามาทำงานที่อยู่อาศัยจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ตามมา

ดังนั้นการจัดการป่าชายเลนอย่างยั่งยืนควรมีการกำหนดนโยบายดังนี้

1. จะต้องมีการกำหนดแผนยุทธศาสตร์การจัดการระบบนิเวศของป่าชายเลนโดยการพิจารณาถึงด้านกายภาพ เศรษฐกิจ และสังคม นโยบาย และข้อบังคับที่มีอยู่ การระบุปัญหา(การวิเคราะห์มิติการจัดการอย่างยั่งยืน) และสนับสนุนผู้มีส่วนได้เสีย
2. เพื่อสนับสนุนการดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์การจัดการระบบนิเวศของป่าชายเลนในท้องถิ่นควรกระทำเพื่อความเข้มแข็งดังนี้

2.1 การจัดตั้งสถาบันวิจัย หรือศูนย์การเรียนรู้ป่าชายเลนในท้องถิ่นและจัดทำแผนยุทธศาสตร์การจัดการระบบนิเวศของป่าชายเลนระดับชุมชน

2.2 ส่งเสริมให้มีหน่วยงานจัดการป่าชายเลนของชุมชน และให้ความสำคัญกับความยั่งยืน เช่น การท่องเที่ยวทางเลือกในการบริโภคอาหาร การเพาะปลูกที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

3. ชุมชนที่อาศัยอยู่ติดกับป่าชายเลนคือ ผู้รับประโยชน์ที่สำคัญ แม้ว่าจะไม่มีกรรมสิทธิ์ตามกฎหมายอย่างเป็นทางการก็ตาม แต่ชุมชนจะเป็นคนที่พึ่งพาอาศัยป่าชายเลนมากที่สุด ชุมชนเป็นกลุ่มคนที่ประสบปัญหาหรือได้รับประโยชน์สูงสุดจากการเปลี่ยนแปลงของป่าชายเลน ดังนั้นการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการอนุรักษ์ป่าชายเลน เป็นสิ่งสำคัญต่อความสำเร็จของการจัดการป่าชายเลนในชุมชน การระบุผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และการวิเคราะห์การออกแบบการทำงานร่วมกัน การกำหนดข้อตกลงและการอำนวยความสะดวกในการมีส่วนร่วมอย่างเท่าเทียมกันในการกำหนดนโยบายและการจัดการป่าชายเลน เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความยั่งยืนในอนาคต การสนับสนุนให้ชุมชนท้องถิ่นเข้ามาพัฒนาวิถีชีวิตอยู่ร่วมกับป่าชายเลน ทดแทนวิถีชีวิตแบบเดิมที่มุ่งเน้นทำลายป่าชายเลน เช่นตัดไม้ทำลายป่า ชุมชนควรมีการให้ความรู้เพื่อมีวิถีชีวิตทางเลือกที่สามารถอยู่ร่วมกับป่าชายเลนในเชิงการใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนในขณะเดียวกันก็ไม่ทำลายป่าชายเลนเช่นกัน เช่น การเก็บเกี่ยวหอยนางรม การประมงตามช่องทางและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ และการเลี้ยงผึ้ง (การผลิตน้ำผึ้ง) ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งเสริมให้เกิดระบบวนเกษตรและการอนุรักษ์ของป่าชายเลน

4. การกำหนดพื้นที่อนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อที่ได้รับการป้องกันเป็นเครื่องมือการจัดการป่าชายเลนที่ใช้กันอย่างแพร่หลายที่สามารถช่วยป้องกันการสูญเสียและความเสื่อมโทรมของป่าชายเลนในสถานที่เฉพาะเจาะจง

5. การท่องเที่ยวเชิงนิเวศสามารถประยุกต์ใช้กับระบบนิเวศของป่าชายเลนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อสร้างรายได้และการจ้างงานสำหรับท้องถิ่น ในด้านความยั่งยืนของเศรษฐกิจ ชุมชนสามารถใช้การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ป่าชายเลนเผยแพร่ประชาสัมพันธ์และการศึกษากิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศป่าชายเลน ได้แก่ ทัวร์เรือ เดินป่า พายเรือคายัค ดูนกและตกปลา รวมถึงการดูทิวทัศน์ป่าของสายพันธุ์ที่พบในบริเวณที่อยู่อาศัยของป่าชายเลน หรือการจัดเทศกาลชมพันธุ์ไม้ที่จะมีเฉพาะฤดูกาลในป่าชายเลน ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้สามารถสร้างรายได้ อย่างมีนัยสำคัญ

ด้านการจัดการพื้นที่ป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษาเดิมมีการจัดการในรูปแบบที่ไม่มีการประสานงานกันอย่างมีระบบ หน่วยงานราชการในระดับท้องถิ่นมีงบประมาณในการบริหารจัดการน้อยทำให้ต้องแบ่งงบประมาณไปจัดการในด้านอื่นๆของท้องถิ่นด้วย อีกทั้งโครงการใหญ่ที่เข้ามาในพื้นที่เป็นการดำเนินโครงการจากหน่วยงานราชการในระดับที่ใหญ่กว่า เช่น ระดับกระทรวง รัฐบาล หน่วยงานราชการในพื้นที่จึงเป็นแค่หน่วยงานที่คอยอำนวยความสะดวกไม่สามารถเข้าไปบริหารจัดการได้แต่อย่างใด จึงมีบางโครงการที่ไม่ได้ให้ประโยชน์จริงตามความคาดหวังของโครงการ ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้มีลักษณะสอดคล้องกับการศึกษาของกอบกุล รายนานคร (2550, หน้า 219 – 227) ในการหารูปแบบการจัดการป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษา และได้พบปัญหาเรื่องของปัญหาการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ปัญหาการขาดแคลนเอกภาพในการจัดการสิ่งแวดล้อม และปัญหาการกระจายอำนาจและความพร้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น การวิจัยครั้งนี้เมื่อเข้าไปทำการศึกษาและรวมความคิดเห็นในการจัดการป่าชายเลนได้ข้อสรุปในการจัดการพื้นที่จำนวน 9 ข้อ นำมาจัดทำเป็นโมเดลการจัดการพื้นที่ป่าชายเลนระหว่างปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงปากแม่น้ำบางปะกง ภายใต้ยุทธศาสตร์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระยะ 20 ปี ด้วยการทำงานร่วมกันของทุกภาคส่วนของพื้นที่ด้วยข้อกำหนดที่ออกโดยความคิดเห็นร่วมกันของทุกภาคส่วนในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2555). *ทรัพยากรป่าชายเลนจังหวัดฉะเชิงเทรา*. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2561, จาก <http://www.dmr.go.th/attachment/download/download.php?WP=q3EZMT1CM500hJatTgVz00qmEZZJ1CM500hJatTD07o3Q>.
- กอบกุล รายนานคร. (2550). *กฎหมายกับสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: วิญญูชน.
- ประดิษฐ์ ดีใจ. (2561). *การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อการจัดการป่าชายเลนจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงแม่น้ำบางปะกง*. ปรัชญาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศุภลักษณ์ บาตรโพธิ์ และชนินทร์ ปราณีสอน. (2560). โปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับค้นหาและนำทางไปยังร้านอาหารในจังหวัดสมุทรสาคร. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 1(1): 24-32.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยี อวกาศและภูมิสารสนเทศภาคใต้. (2552). *แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยปี 2550-2551*. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2561, จาก <http://www.rsgis.psu.ac.th/>
- Duke, N.C.; et al. (2007). A World Without Mangroves? *Science*, 317, 41-42.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nation. (2013). *World Atlas of Mangroves*. Retrieve from <http://www.fao.org/forestry/mangrove/en/>
- FAO. (2003). *Status and Trends in Mangrove Area Extent Worldwide*. ML Wikies. Fortuna Forest Resources Assessment Working Paper No. 63. Rome: Forest Resources Division, FAO. Retrieve from <http://www.fao.org/docrep/007/j1533e/j1533e00.HTM>.

- Franklin, J. F. (1994). Developing Information Essential to Policy, Planning, and Management Decision-making: The Promise of GIS. In V. A. Sample, *Remote Sensing and GIS in Ecosystem Management* (pp. 18-24). Washington, D.C.: Island Press.
- Luther, D., & Greenburg, R. (2009). Mangroves: A Global Perspective on The Evolution and Conservation of Their Terrestrial Vertebrates. *Bioscience*, 59(7), 602-612.
- Upadhyay, V. P., Ranjan R., Singh, J.S. (2002). Human-mangrove conflicts: The way out. *Current Science*, 83(11), 1328-1336.

Translated Thai References

- Batpho, S & Praneesom, C. (2017). Mobile Application for Finding and Navigating to Restaurants in Samut Sakhon Province. *Journal of Thonburi University (Science and Technology)*. 1(1): 24-32. (in Thai)
- Deejai, P. (2018). *Spatial Analysis for Mangrove Management Form Chao Phraya River Mount to Bang Pakong River*. (Doctor of Philosophy in Geoinformatics, Burapha University). (in Thai)
- Department of Marine and Coastal Resources. (2012). *Mangrove Resource in Chachoengsao*. Retrieved from <http://www.dmcrc.go.th/attachment/download/download.php?WP=q3EZMT1CM5O0hJatrTgWz00qmEZZJ1CM5O0hJatrTDo7o3Q>. (in Thai)
- Geo-Informatics and Space Technology Development Agency, Southern Regional Center of Geo-Informatics and Space Technology. (2009). *Map showing the southern coast of the Gulf of Thailand 2007-2008*. Retrieved from <http://www.rsgis.psu.ac.th/> (in Thai)
- RayanaKorn, K. (2007). *Law and Environment*. Bangkok: Winyuchon. (in Thai)