# การประยุกต์ใช้ระบบเครือข่ายกล้องวิดีโอแบบไร้สายสำหรับติดตามการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง

# Application of Wireless Video Camera Network for Monitoring Coastal Erosion on Rajamangala Beach, Trang Province

นิคม อ่อนสี [1*] ภูมินทร์ อินทร์แป้น [2] และ นฤทธิ์ กล่อมพงษ์ [1]
Nikom Onsri [1*], Pumin Inpan [2] and Narit Klompong [1]

## บทคัดย่อ

อัตราการกัดเซาะและภาวะถดถอยของแนวชายฝั่งเป็นปัญหาหลักที่เกิดขึ้นตามแนวชายฝั่งในหลายพื้นที่ของประเทศไทย มีความเกี่ยวโยงกับหลายปัจจัย เช่น คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง หรือพายุซัดชายฝั่ง อย่างไรก็ตามยังไม่มีระบบหรือเครื่องมือที่นำมาประเมินผลกระทบและติดตามปัญหาดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ได้ออกแบบเครือข่ายกล้องวิดีโอแบบไร้สาย เพื่อติดตามตรวจสอบและประเมินสถานการณ์ของชายฝั่งหาดราชมงคล อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ข้อดีของระบบเครือข่ายคือสามารถเปิดใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ทนต่อสภาพอากาศในสภาวะต่างๆ ใช้งานได้ระยะยาว ต้นทุนต่ำ และค่าดำเนินการบำรุงรักษาต่ำ จากการทดลองใช้งานในช่วงเวลาสั้นๆ เดือนสิงหาคม 2559 - เดือนมกราคม 2560 ระบบได้บันทึกและส่งวิดีโอมากกว่า 24 เทราไบต์ ไปยังเซิร์ฟเวอร์ระยะไกล และได้บันทึกเหตุการณ์ที่สำคัญ เช่น การกัดกัดเซาะชายฝั่งมากกว่า 4 เมตร บริเวณปากคลองสิเกาในช่วงเดือนสิงหาคม - เดือนตุลาคม 2559 จำนวนของลูกคลื่นที่เคลื่อนที่เข้ามากระทบชายฝั่งขณะน้ำขึ้นสูงสุดในช่วงน้ำเกิด การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำขึ้นน้ำลงในรอบวันและในรอบเดือน ขอบเขตน้ำขึ้นสูงสุดและเส้นขอบแนวชายฝั่งในแต่ละช่วงเวลา ผลการศึกษาดังกล่าวทำให้เข้าใจสาเหตุการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น และส่งเสริมงานวิจัยทางด้านนี้ให้มีความถูกต้องและแม่นยำ และสามารถนำข้อมูลที่ได้จากเครือข่ายกล้องวิดีโอแบบไร้สายไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการป้องกันแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งในอนาคต

**คำสำคัญ:** การกัดเซาะชายฝั่ง, การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง, กล้องวีดีโอแบบไร้สาย, หาดราชมงคล

---

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150
[1] Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang 92150, Thailand.
[2] คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150
[2] Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang 92150, Thailand.
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding auther, e-mail): bozo_sky@hotmail.co.th

## ABSTRACT

The rate of coastal erosion and shoreline recession is predominantly coastal problem that occur along the coastline in many parts of Thailand. It relates to several environment factors such as waves, high tides of the problem. Hence, this study designed a wireless video camera network to facilitate monitoring and studying coastal erosion on Rajamangala beach, Sikao, Trang province, Thailand. The advantages of this networking system are that it is internet-enabled, resistant to various weather conditions, long-term use, low cost, and low maintenance cost. Data from short-term study during August 2016 - January 2017 revealed that over 24 terabytes of video streams were transmitted and recorded via wireless network. The important events were recorded such as over 4 meters of coastal erosion at Sikao canal mount occurred during August - October 2016, the numbers of waves reaching the coastline during peaks tide, changes in tide levels during the day and the month, and maximum water boundaries and coastlines at each time interval. These findings provided insights into the causes of physical change that promote more accurate research results. In addition, the data obtained could rise the possibility of utilizing wireless video camera network to support a coastal erosion protection research in the future.


**Key words:** coastal erosion, coastal change, wireless video camera, Rajamangala beach

## บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกคาดว่าจะทำให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น 50 เซนติเมตรในศตวรรษหน้า (Solomon, 2007) และระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่อการกัดเซาะชายฝั่งทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นได้มีเปลี่ยนแปลงปริมาณการขนส่งและเส้นทางเดินของตะกอน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของการกัดเซาะและการทับถม (Yuting *et al*., 2014) อัตราการกัดเซาะและภาวะถดถอยของแนวชายฝั่งมีความสัมพันธ์กับเหตุการณ์ของคลื่นที่เกิดจากลมมรสุมประจำปีหรือมีพายุพัดผ่าน (Himmelstoss *et al*., 2006) สำหรับอัตราการกัดเซาะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ เกิดจากการได้รับอิทธิพลจากความสูงของคลื่นและความถี่ของลูกคลื่นที่เข้ามาปะทะแนวชายฝั่ง (Hughes *et al*., 2007) การจับภาพเหตุการณ์การพังทลายจากการกระทำของคลื่นที่เกิดขึ้นจริงในช่วงคลื่นสูงเป็นสิ่งสำคัญในการทำความเข้าใจถึงพลวัตของการกัดเซาะของแนวชายฝั่ง

ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวรวมถึงรายละเอียดที่มองเห็นได้จากการสังเกตพฤติกรรมของเหตุการณ์ต่างๆ ทางธรณีวิทยาของสภาวะแวดล้อมและอุตุนิยมวิทยา เป็นสื่อที่สำคัญ

ในการบันทึกการเปลี่ยนแปลงในระยะสั้นและระยะยาว ตัวอย่างเช่น การใช้กล้องวีดีโอในการสำรวจสำมะโนประชากรของค้างคาวที่เกิดขึ้นใหม่ (Kunz *et al.*, 2009) การสังเกตกิจกรรมในผึ้งโคโลนี (Porter *et al.*, 2010) การติดตามป่าสีเขียว (Richardson *et al*., 2007) การตรวจสอบสภาพแวดล้อมขั้วโลก (Newbery and Southwell, 2009) และการศึกษาเกี่ยวกับมหาสมุทรใกล้ชายฝั่ง (Holman *et al*., 2003) การใช้กล้องวีดีโอดังกล่าวช่วยให้สามารถสังเกตการณ์ และช่วยในการติดตามการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความต่อเนื่องและแม่นยำ สามารถอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน และเข้าใจสาเหตุของเหตุการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยที่ภาพและวิดีโอที่ทำการบันทึกสามารถวิเคราะห์เพิ่มเติมได้โดยใช้อัลกอริทึมการประมวลผลรูปภาพและวีดีโอขั้นสูง (Samama, 2010) สำหรับการสร้างแบบจำลองและทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ เช่น การตัดต่อวิดีโอเพื่อจำลองเหตุการณ์การณ์ที่เกิดขึ้นให้สั้นลงและอธิบายเฉพาะเหตุการณ์เด่นๆ เท่านั้น (Cullen *et al*., 2012)

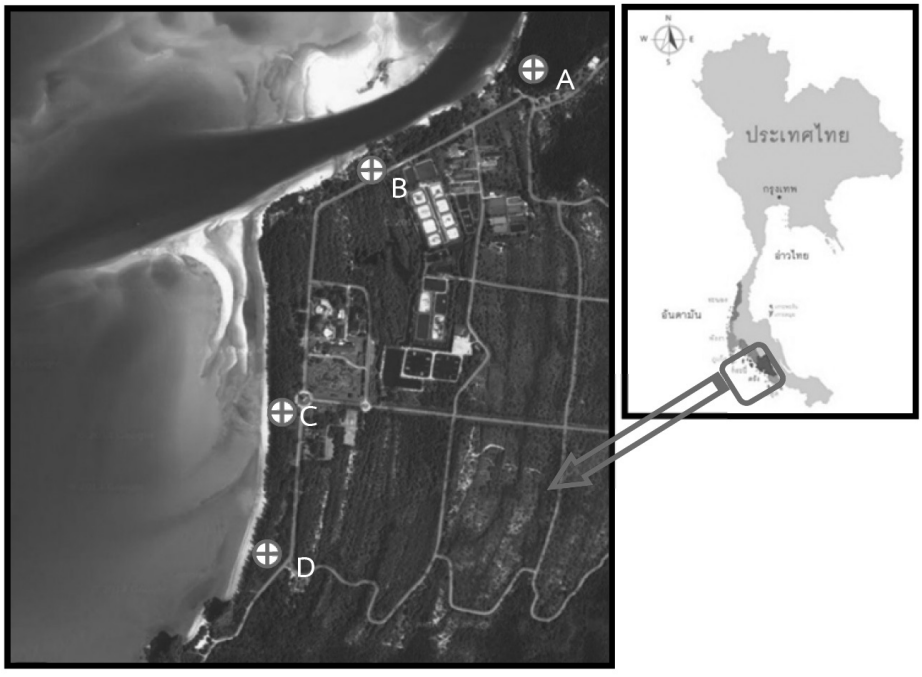
จากพื้นฐานของการใช้ต้นแบบของชุดเซนเซอร์วิดีโอ (Little *et al*., 2007; Yuting *et al*., 2014) ทางผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบเครือข่ายกล้องวิดีโอแบบไร้สายเพื่ออำนวยความสะดวกในการเฝ้าติดตามและศึกษาการถดถอยของแนวชายฝั่ง การออกแบบเพื่อให้แสดงผลการดำเนินงานที่เป็นเครือข่ายไร้สายสำหรับการจัดส่งวิดีโอการเข้าถึงระยะไกลและวิดีโอแบบถ่ายทอดสดโดยมีระบบเครือข่ายไร้สายที่มีกล้องจำนวน 4 ตัว ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินผลกระทบและติดตามการกัดเซาะชายฝั่งของหาดราชมงคล อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง กล้องที่ใช้ทำหน้าที่แตกต่างกันไป เช่น ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ศึกษาความสูงและความถี่ของคลื่น ทำให้เข้าใจสาเหตุการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้นและสามารถนำไปปรับเทียบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรืองานวิจัยอื่นๆ ได้ เป็นตัวชี้วัดและส่งเสริมงานวิจัยทางด้านนี้ให้มีความถูกต้องและแม่นยำขึ้น

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่แนวชายฝั่งในพื้นที่ศึกษา เพื่อนำเสนอสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในเชิงพื้นที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทั้งจากกระบวนการทางธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ นำไปสู่ความเข้าใจถึงสภาพปัญหาและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งได้อย่างแท้จริง และมีวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ระบบงานวิจัยชิ้นนี้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่อง (Real Time) เพื่อเป็นตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่เชื่อถือได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่แนวชายฝั่งอื่นๆ ในประเทศไทย

## วิธีดำเนินการวิจัย

### สถานที่ทำการทดลอง

พื้นที่ชายฝั่งบริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง ทำการสำรวจพื้นที่บริเวณหน้าหาดราชมงคล และทำการศึกษาระยะทางหน้าหาดราชมงคลจากโปรแกรม Google Earth โดยจากการศึกษาจากโปรแกรมพบว่า ระยะทางจากบริเวณปากคลองสิเกาทางด้านทิศเหนือ จนถึงบริเวณภูเขาทางด้านทิศใต้ของหาดราชมงคล มีความยาวชายฝั่งระยะทาง 2,200 เมตร




หมายเหตุ: ⊕ สถานีติดตั้งกล้องวีดีโอแบบไร้สาย

**ภาพที่ 1** พื้นที่สำหรับติดตั้งกล้องวีดีโอแบบไร้สาย หาดราชมงคล อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

**การออกแบบระบบกล้อง**

ส่วนนี้นำเสนอกลยุทธ์สำคัญในการออกแบบระบบกล้องรวมถึงความต้องการในการออกแบบการเชื่อมต่อของเครือข่าย การใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับสภาวะพื้นที่ชายฝั่งทะเล ซึ่งมีความจำเพาะแตกต่างจากพื้นที่ปกติโดยทั่วไปรวมถึงการจัดการทางด้านพลังงานเนื่องจากพิกัดที่ต้องการติดตามการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง อยู่ห่างไกลจากระบบสื่อสาร และระบบการจ่ายพลังงาน ดังนั้นการออกแบบจึงมุ่งเน้นให้กล้องวิดีโอสามารถส่งข้อมูลกลับมายังตัวเก็บบันทึกข้อมูล เพื่อความสะดวกและประสิทธิภาพในการบริหารจัดการและวิเคราะห์ข้อมูล

**ข้อกำหนดด้านการออกแบบ**

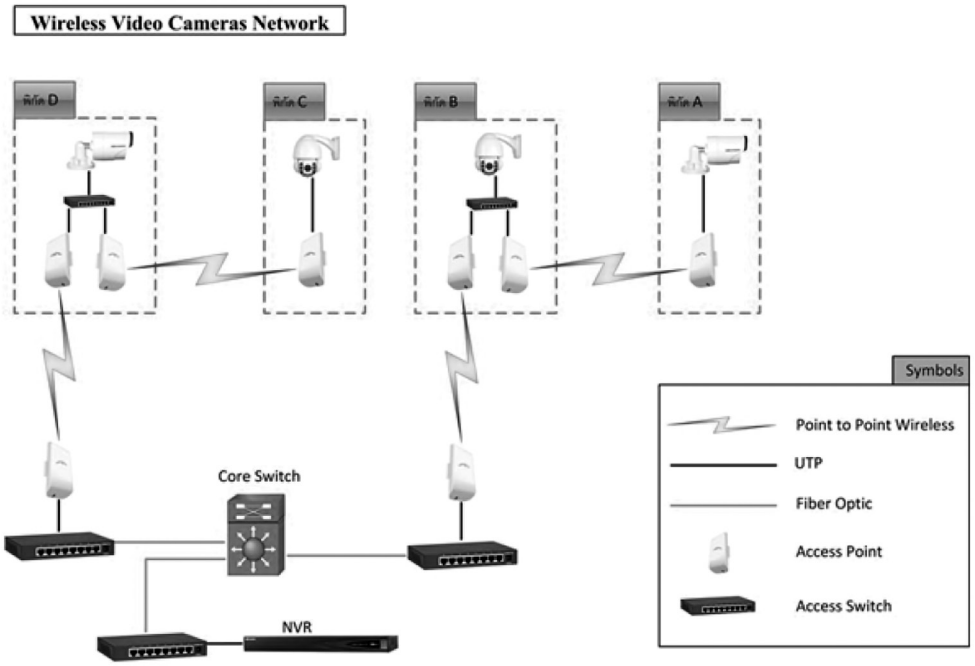
ระบบกล้องมีจุดมุ่งหมายเพื่อการใช้เทคโนโลยีมาทดแทนการสำรวจภาคสนาม เพื่อสนับสนุนการศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง การออกแบบระบบเพื่อให้ทนต่อสภาพอากาศที่เลวร้ายไปจนถึงปัญหาทางด้านพลังงาน โดยใช้แนวทางของเราคือการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการในการตรวจสอบชายฝั่งดังนี้

- ราคาถูก เครือข่ายกล้องสำหรับการตรวจสอบชายฝั่งและระบบนิเวศน์อื่นๆ ต้องการการสนับสนุนในเชิงพื้นที่ ระบบมีการใช้งานได้จริง และต้นทุนต่ำ

- ระยะยาว การศึกษาการพังทลายของชายฝั่งส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเพียงบางช่วงเวลาและไม่บ่อยนัก การศึกษาโดยทั่วไปจึงต้องมีอายุการใช้งานหลายปี ระบบต้องทำงานต่อเนื่องและระยะเวลาที่ยาวนาน เพื่อสนับสนุนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา
- การบำรุงรักษาต่ำ ดังนั้นอุปกรณ์ต่างๆ ต้องมีความแข็งแรงทนทานต่อสภาพอากาศในสภาพแวดล้อมชายฝั่งที่รุนแรงเช่น ฟ้าผ่า พายุรุนแรง และมีความเค็มสูง ซึ่งมีผลต่อระบบวงจรของตัวกล้องวิดีโอและอุปกรณ์สื่อสาร ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- ใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อต้องการรายละเอียดภาพที่คมชัดในวิดีโอ เพื่อรักษาบันทึกการสื่อสารและการจัดเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง
- มีการเข้าถึงได้จากระยะไกลและแบบถ่ายทอดสด โดยต้องสามารถเข้าถึงได้จากระยะไกลเพื่อกำหนดค่าภาพ และพารามิเตอร์วิดีโอ เช่น ความละเอียดและความคมชัดของข้อมูล เพื่อตอบสนองความท้าทายดังนั้นกล้องวีดีโอจึงได้รับการออกแบบเครือข่ายแบบไร้สายและอินเทอร์เน็ตที่เปิดใช้งานแบบถ่ายทอดสดได้ และสามารถใช้ตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์และการทำงานของกล้องได้ตลอดเวลา
- สามารถจัดส่งและจัดเก็บวิดีโอได้ เครือข่ายไร้สายต้องได้รับการจัดเตรียมเพื่อสนับสนุนการส่งวิดีโอที่มีเสถียรภาพไปยังเซิร์ฟเวอร์ระยะไกลหรือผู้บริโภคที่ตั้งอยู่โดยพลการ มีระบบการจัดเก็บข้อมูลวิดีโอเพื่อการวิเคราะห์และเก็บข้อมูลแบบถาวร

**การเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย**

โครงสร้างการเชื่อมต่อเครือข่ายทั่วไปสำหรับเครือข่ายกล้องวิดีโอ ได้ออกแบบเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัดต้นทุนมากที่สุด เนื่องจากเครือข่ายหลักภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ใช้รูปแบบเครือข่ายสตาร์โทโปโลจี กล่าวคือ การใช้สายใยแก้วนำแสงเชื่อมต่อไปกระจายไปยังอุปกรณ์สวิตซ์กระจายสัญญาณในแต่ละอาคารสำนักงาน แต่ยังไม่เชื่อมต่อไปถึงบริเวณชายฝั่งที่ต้องการบันทึกข้อมูลวิดีโอ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ออกแบบโดยใช้การส่งข้อมูลแบบไร้สายโดยใช้การส่งข้อมูลแบบจุดต่อจุด (Point to Point Wireless) เพื่อทดแทนการเดินสายสัญญาณใยแก้วนำแสง ที่มีราคาต้นทุนที่สูงกว่ามาก ในพื้นที่จริงการส่งข้อมูลแบบไร้สายมีการส่งข้อมูลผ่านพื้นที่ป่าชายเลน แต่ก็ไม่ได้มีผลกระทบต่อคุณภาพของสัญญาณและคุณภาพของวิดีโอที่ต้องการที่ความละเอียดภาพเท่ากับ 1920×1080 จุด ถึงแม้ว่าปริมาณการส่งข้อมูลจะมีมากกว่า 15 Mbps ตลอด 24 ชั่วโมง รูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายจุดพิกัด A, B, C และ D เป็นพื้นที่ชายฝั่ง ที่ต้องการบันทึกข้อมูลวิดีโอ โดยมีการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย เพื่อลดต้นทุนและความยุ่งยากในการเดินสายสัญญาณ ระยะทางเชื่อมต่อในแต่ละจุดประมาณ 550 เมตร โดยเลือกใช้ตัวกระจายสัญญาณ (Access Point) ชนิด Ubiquiti Nano Station M5 (NSM5) Access Point แบบภายนอกอาคาร (Outdoor) ความถี่ 5 GHz ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 150 Mbps ซึ่งจากการทดสอบ สามารถส่งข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และราคาเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในสถานที่อื่นๆ ได้ จะมีปัญหาบ้างในบางส่วนเช่น พอร์ตอีเทอร์เน็ตอาจจะมีการเกิดสนิม เนื่องจากได้รับลมทะเล ที่มีความเค็มจากเกลือทะเลตลอดเวลา ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาเป็นระยะ (ภาพที่ 2)




**ภาพที่ 2** การออกแบบและการทำงานของระบบกล้องวีดีโอแบบไร้สายสำหรับหาดราชมงคล อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

**การจัดการพลังงาน**

สถานที่ศึกษาตามแนวชายฝั่งทะเลมีสายไฟและพลังงานไฟฟ้าอยู่แล้ว เพื่อให้การบันทึกวิดีโอและการจัดส่งเป็นไปอย่างต่อเนื่องในระยะยาวและมีความเสถียรในการทำงาน แต่เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ห่างไกลอื่นๆ จำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบพลังงานอื่นๆ ทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์หรือพลังงานลม เพื่อความสะดวกในการทำงานของระบบ

**หน้าที่การทำงานของกล้องวีดีโอ**

กล้องวีดีโอจำนวน 4 สถานีตามแนวชายฝั่งหาดราชมงคล บันทึกภาพวีดีโอแบบต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง ที่มีความละเอียดภาพเท่ากับ 1920×1080 จุด (2 ล้านพิกเซล) และมีเฟรมเรตอยู่ที่ 25 เฟรม/วินาที โดยมีกำหนดจุดอ้างอิงตามตำแหน่งต่างๆ ของพื้นที่ภายใต้กล้องวีดีโอ เพื่อศึกษาปัจจัยและอิทธิพลต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ คลื่น ระดับน้ำขึ้นน้ำลง ขอบเขตน้ำขึ้นสูงสุด และเส้นขอบแนวชายฝั่ง โดยกล้องแต่ละตัวทำหน้าที่แตกต่างไป กล้องที่จุด A และ D ใช้สำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งและขอบเส้นแนวระดับน้ำขึ้นสูงสุด กล้องที่จุด B ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำรายชั่วโมงและศึกษาขอบเส้นแนวระดับน้ำขึ้นสูงสุดของบางช่วงเวลาในช่วงน้ำเกิด กล้องที่จุด C ใช้ศึกษาจำนวนลูกคลื่นและความสูงของคลื่นขณะน้ำขึ้นสูงสุด และศึกษาขอบเส้นแนวระดับน้ำขึ้นสูงสุดของบางช่วงเวลาในช่วงน้ำเกิด ซึ่งกล้องแต่ละตัวจะมีการเซ็ทตำแหน่งของหน้ากล้องไว้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้งาน

**วิธีการวิเคราะห์ผลการทดลอง**

การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำขณะน้ำขึ้นน้ำลง โดยการนำภาพวีดีโอของแต่ละชั่วโมงหรือภาพนิ่งมาอ่านค่าสเกลวัดที่ติดตั้งไว้กับเสาวัดระดับน้ำโดยตรงเป็นรายชั่วโมง

ขอบน้ำขึ้นสูงสุดและเส้นขอบแนวชายฝั่งโดยการนำภาพจากการบันทึกวีดีโอของเส้นแนวชายฝั่งมาแปลงเป็นไฟล์ภาพ จากนั้นนำภาพเส้นแนวชายฝั่งที่ได้มาซ้อนทับกัน และกำหนดสเกลตั้งฉากกับแนวชายฝั่งมีระยะห่างระหว่างจุด 1 เมตร เพื่อวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งของแต่ละช่วงเวลา

ความถี่คลื่น (Frequency) วิเคราะห์ได้จากจำนวนของลูกคลื่นที่บันทึกได้จากภาพวีดีโอที่เคลื่อนที่เข้ามากระทบชายฝั่งโดยแบ่งเวลาในการตรวจนับทุกๆ 5 นาที (เพื่อให้ง่ายต่อการนับจำนวนลูกคลื่นและการจำแนกยอดคลื่น) เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในช่วงขณะน้ำขึ้นสูงสุด (ช่วงน้ำเกิด 15 ค่ำ) โดยใช้ข้อมูลในเดือนสิงหาคม 2559 - เดือนมกราคม 2560

จากนั้นนำปัจจัยร่วมเหล่านี้มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในแต่ละช่วงเวลา และสรุปผลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจากการทดลองในครั้งนี้ และสามารถนำเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมาวิเคราะห์หรือพิจารณาย้อนหลังได้ ทำให้ชุดของข้อมูลมีความแม่นยำ น่าเชื่อถือได้ และสามารถนำชุดข้อมูลให้นักวิชาการหรือผู้มีความเชี่ยวชาญได้เห็นเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางร่วมกันในการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งได้ในอนาคต

## ผลการวิจัย

การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำขณะน้ำขึ้นน้ำลง โดยการนำภาพวีดีโอของแต่ละชั่วโมงหรือภาพนิ่งมาอ่านค่าสเกลวัด ที่ติดตั้งไว้กับเสาวัดระดับน้ำโดยตรงเป็นรายชั่วโมง จากผลการบันทึกภาพของกล้องบริเวณจุด B พบว่าระดับน้ำในเดือนสิงหาคม 2559 - เดือนมกราคม 2560 ภาพและวีดีโอของบางช่วงเวลามีการขาดหายไป เกิดจากปัจจัยภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ระบบไฟฟ้าขัดข้อง และระบบของเซิร์ฟเวอร์ล่มเป็นต้น แต่ในภาพรวมจะเห็นได้ว่า การทำงานของระบบกล้องมีประสิทธิภาพสูง สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงได้ และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของระดับได้อย่างต่อเนื่อง (ภาพที่ 3 และ 4)

**ภาพที่ 3** ตัวอย่างภาพบันทึกวีดีโอรายชั่วโมงเวลา 9.00 น. วันอาทิตย์ที่ 14 เดือนสิงหาคม 2559 อ่านค่าสเกลวัดที่ติดตั้งไว้กับเสาวัดระดับน้ำโดยตรงได้ 2.44 เมตร

**ภาพที่ 4** ระดับน้ำรายชั่วโมงในช่วงเดือนสิงหาคม 2559 - เดือนมกราคม 2560

เส้นขอบระดับน้ำขึ้นสูงสุดและเส้นขอบแนวชายฝั่ง และการเปลี่ยนแปลงของแต่ละช่วงเวลา จากผลการบันทึกภาพของกล้องบริเวณจุด A พบว่าเส้นขอบระดับน้ำสูงสุดในช่วงน้ำเกิด (15 ค่ำ) ในช่วงต้นเดือนสิงหาคม - ปลายเดือนตุลาคม 2559 ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณแนวชายฝั่งมีระดับน้ำท่วมถึง และถูกรบกวนด้วยอิทธิพลของคลื่นที่เกิดจากการเลี้ยวเบนเคลื่อนที่เข้ากระทบฝั่งอย่างต่อเนื่องทางทิศตะวันตก และสภาพแนวชายฝั่งบริเวณนี้มีความลาดชันสูง ส่งผลให้เกิดปัญหาการกัดเซาะ แต่เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นแนวต้นเตยทะเลขึ้นอย่างหนาแน่นตามบริเวณแนวขอบฝั่งที่มีการปะทะของคลื่นตลอดเวลา โดยเฉพาะในช่วงน้ำขึ้นสูงสุดในช่วงน้ำเกิด ทำให้สามารถชะลอและสลายพลังงานของคลื่นที่เข้าปะทะกับแนวชายฝั่งได้เป็นอย่างดี ทำให้พื้นที่

บริเวณนี้ยังคงสภาพอยู่ และมีแนวโน้มว่าจะเสถียรภาพในอนาคต จากข้อมูลภาพถ่ายวีดีโอบ่งบอกได้อีกว่าแนวต้นเตยทะเลสามารถชะลอการกัดเซาะชายฝั่งได้ดี เนื่องจากต้นเตยทะเลมีลักษณะเด่นที่สามารถแตกต้นบริเวณโคนและมีรากอากาศจำนวนมาก เป็นไม้ยืนต้นสามารถล้มลุกได้ เหมาะสำหรับปลูกเพื่อป้องกันการกัดเซาะแนวชายฝั่งที่มีความสูงของคลื่นไม่เกิน 1 เมตร และชายฝั่งที่เป็นหาดทราย ส่วนในช่วงเดือนต้นเดือนพฤศจิกายน 2559-ปลายเดือนมกราคม 2560 พบว่าเส้นขอบแนวระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าเส้นแนวชายฝั่ง ทำให้พื้นที่ของแนวชายฝั่งไม่ได้รับผลกระทบมากนัก เนื่องจากเป็นช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศทางลมโดยส่วนใหญ่พัดออกจากฝั่ง ส่งผลให้ทิศทางของคลื่นเคลื่อนที่ออกจากฝั่ง (ภาพที่ 5)

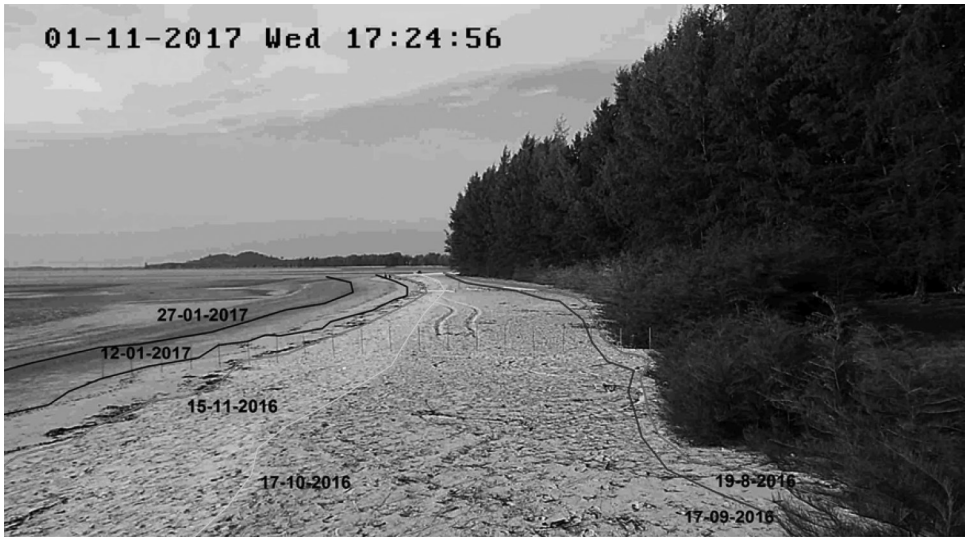
บริเวณกล้องจุด B พื้นที่โดยส่วนใหญ่เป็นแนวป่าเสม็ด ต้นไม้ขึ้นไม่หนาแน่นอยู่บริเวณปากคลองสิเกา จังหวัดตรัง พื้นที่มีความลาดชันสูงและเป็นร่องน้ำลึก ในช่วงเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม 2559 พบว่าเส้นแนวขอบน้ำขึ้นสูงสุดมีการเคลื่อนที่เข้ามาปะทะกับแนวชายฝั่งในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีความสูงคลื่นไม่เกิน 1 เมตร ลักษณะของคลื่นในบริเวณนี้เกิดการหักเหและเลี้ยวเบนเข้ามาปะทะกับแนวชายฝั่ง มวลน้ำจะเกิดความปั่นป่วนก่อกวนให้เกิดการพังทลายของแนวชายฝั่งและเกิดเป็นตะกอนไหลไปกับกระแสน้ำชายฝั่ง ทำให้บริเวณนี้มีการกัดเซาะแนวชายฝั่งมากกว่า 4 เมตร และในช่วงต้นเดือนพฤศจิกายนเป็นต้นไปเส้นขอบระดับน้ำจะต่ำกว่าเส้นขอบแนวชายฝั่งเข้าสู่สภาวะปกติ (ภาพที่ 6)

**ภาพที่ 5** ขอบน้ำขึ้นสูงสุดและเส้นขอบแนวชายฝั่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงแต่ละช่วงเวลาจากผลการบันทึกภาพของกล้องวงจรปิดบริเวณจุด A

**ภาพที่ 6** ขอบน้ำขึ้นสูงสุดและเส้นขอบแนวชายฝั่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงแต่ละช่วงเวลาจากผลการบันทึกภาพของกล้องวงจรปิดบริเวณจุด B

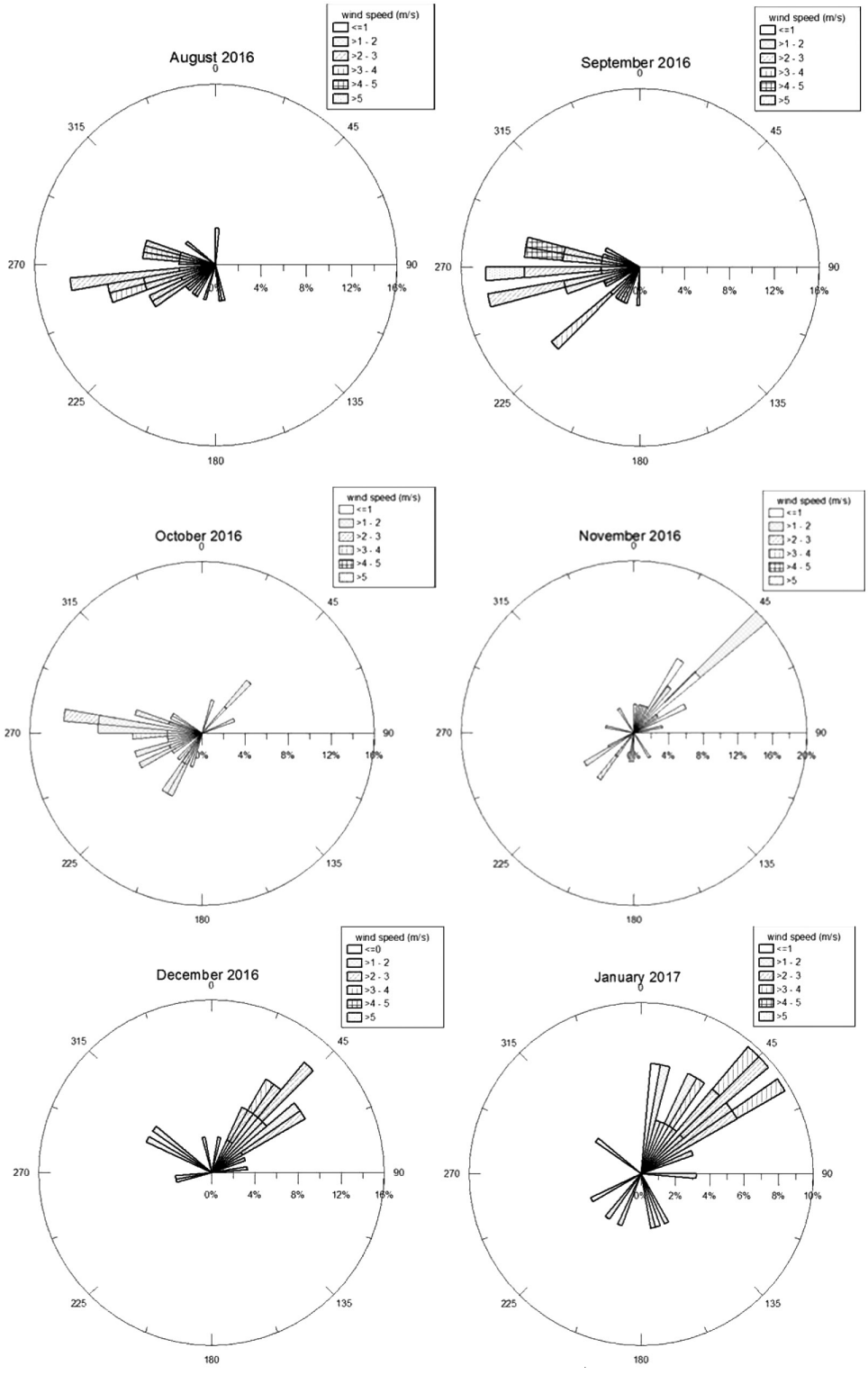
บริเวณกล้องจุด C และ D พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแนวชายหาดมีป่าสนขึ้นตลอดแนวชายฝั่งอยู่บริเวณหน้าพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำจนถึงหาดวิวาห์ใต้สมุทร พบว่าบริเวณนี้พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นชายฝั่งที่ยังคงสภาพ และเป็นแนวชายฝั่งที่มีการสะสมตัวมากกว่าการกัดเซาะในปัจจุบัน โดยพิจารณาจากเส้นแนวขอบเขตน้ำขึ้นสูงสุดในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ต่ำกว่าเส้นขอบของแนวชายฝั่ง และลักษณะของพื้นที่บริเวณนี้มีความชันของแนวชายหาดน้อยมาก ขอบเขตของระดับน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดในช่วงน้ำเกิดมีระยะทางห่างกันประมาณ 1 กิโลเมตร ทำให้พื้นที่โดยส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลของคลื่นเฉพาะในช่วงน้ำขึ้นสูงสุดในช่วงน้ำเกิด ลักษณะทิศทางของคลื่นที่เข้ามานั้นจะขนานกับแนวชายฝั่ง และคลื่นส่วนใหญ่มีการแตกตัวก่อนเข้ามาปะทะแนวชายฝั่ง (ภาพที่ 7 และ 8)

ความถี่คลื่น (Frequency) ที่บันทึกได้จากภาพวีดีโอที่เคลื่อนเข้ากระทบชายฝั่งโดยแบ่งเวลาในการตรวจนับทุกๆ 5 นาที เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในช่วงขณะน้ำขึ้นสูงสุดในช่วงน้ำเกิด พบว่าในเดือนสิงหาคม - เดือนตุลาคม 2559 คลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งทางทิศใต้ เป็นคลื่นที่เกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Wind Wave) ทิศทางลมอยู่ระหว่าง 170 - 307 องศา จากเหตุการณ์นี้ส่งผลให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณปากคลองสิเกาที่จุด B อย่างเห็นได้ชัด โดยเฉลี่ยในรอบ 3 เดือน จะมีลูกคลื่นที่เข้ามาปะทะแนวชายฝั่งในช่วงน้ำเกิดในเวลา 1 ชั่วโมง มีจำนวนค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 497 ลูก และในช่วงต้นเดือนพฤศจิกายน 2559 - ปลายเดือนมกราคม 2560 คลื่นลมสงบ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 9)




**ภาพที่ 7** ขอบน้ำขึ้นสูงสุดและเส้นขอบแนวชายฝั่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงแต่ละช่วงเวลาจากผลการบันทึกภาพของกล้องวงจรปิดบริเวณจุด C

**ภาพที่ 8** ขอบน้ำขึ้นสูงสุดและเส้นขอบแนวชายฝั่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงแต่ละช่วงเวลาจากผลการบันทึกภาพของกล้องวงจรปิดบริเวณจุด D




**ภาพที่ 9** ทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงจากกรมอุตุนิยมวิทยาพื้นที่จังหวัดตรัง ในช่วงเดือนสิงหาคม 2559 - เดือนมกราคม 2560

**ตารางที่ 3** ความถี่คลื่นที่บันทึกได้จากภาพวีดีโอที่เคลื่อนที่เข้ามากระทบชายฝั่งโดยแบ่งเวลาในการตรวจนับทุกๆ 5 นาที เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง บริเวณแนวชายฝั่งความสูงคลื่นไม่เกิน 1 เมตร

| วัน-เดือน-ปี (ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้) | คลื่นเข้ากระทบฝั่งในเวลา 1 ชั่วโมง (ลูก) ในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด (15 ค่ำ) | วัน-เดือน-ปี (ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) | คลื่นเข้ากระทบฝั่งในเวลา 1 ชั่วโมง (ลูก) ในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด (15 ค่ำ) |
|---|---|---|---|
| 3/08/2559 | 524 | 14/11/2559 | คลื่นลมสงบ |
| 18/08/2559 | 472 | 29/11/2559 | คลื่นลมสงบ |
| 1/09/2559 | 294 | 14/12/2559 | คลื่นลมสงบ |
| 16/09/2559 | 355 | 28/12/2559 | คลื่นลมสงบ |
| 1/10/229 | 720 | 12/01/2560 | คลื่นลมสงบ |
| 16/10/2559 | 600 | 27/01/2560 | คลื่นลมสงบ |
| 30/10/2559 | 515 | | |
| ค่าเฉลี่ย | 497 | | คลื่นลมสงบ |

**ภาพที่ 10** ภาพวีดีโอที่คลื่นเข้ากระทบชายฝั่งบริเวณจุด C วันที่ 18 สิงหาคม 2559 เวลา 11:48:44 น.

## วิจารณ์ผล

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสาเหตุและปัจจัยในการกัดเซาะชายฝั่ง และศึกษาอิทธิพลทางกายภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณหาดราชมงคล อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง จากการออกแบบระบบ สำหรับการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่บริเวณชายฝั่ง ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเล โดยเฉพาะข้อมูลของลมและคลื่นในทะเล กระแสน้ำชายฝั่ง น้ำขึ้นน้ำลง รวมถึงข้อมูลในระยะสั้นๆ เช่น ลมและพายุที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม ในการประเมินและติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งได้มาของชุดข้อมูลที่มีถูกต้องแม่นยำและมีความต่อเนื่อง สามารถอธิบายเหตุการณ์ที่เปลี่ยนแปลงบริเวณแนวชายฝั่งในรูปแบบต่างๆ อย่างละเอียดเป็นตัวชี้วัดและส่งเสริมงานวิจัยทางด้านนี้ให้มีความถูกต้องและแม่นยำขึ้น (Nathaniel *et al*., 1997; Smit *et al*., 2007; Massimo *et al*., 2012; Rui and Ana, 2012; Yuting *et al*.,2014) อย่างไรก็ตามงานวิจัยครั้งนี้ยังคงมีความผิดผลาดของระบบการจัดเก็บข้อมูลและการรับส่งข้อมูล เนื่องจากมีเหตุขัดข้องทางด้านพลังงานไฟฟ้าและความเสถียรของระบบเครือข่ายในบางช่วงเวลา จำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบพลังงานอื่นๆ ทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์หรือพลังงานลม เพื่อความสะดวกในการทำงานของระบบและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ห่างไกลอื่นๆ ได้ ส่วนในเรื่องของความถูกต้องและความแม่นยำของชุดข้อมูลสามารถนำมาวิเคราะห์หรือศึกษาย้อนหลังได้ เนื่องจากระบบมีการจัดเก็บข้อมูลในรูปของภาพวิดีโอที่มีความละเอียดและสามารถแสดงเป็นหลักฐานที่มีความชัดเจนและเห็นเป็นรูปธรรม นอกจากนี้บางชุดข้อมูล เช่น ระดับน้ำรายชั่วโมงสามารถนำมาวิเคราะห์ค่าฮาร์โมนิคสำหรับใช้จำแนกชนิดของน้ำขึ้นน้ำลง หาองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงที่สำคัญได้ และชุดข้อมูลระดับน้ำขึ้นสูงสุด-ลงต่ำสุดในแต่ละวันสามารถนำมาวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลงแบบนอนฮาร์โมนิคได้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการสร้างแบบจำลองและทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้

พบว่าพื้นที่ศึกษาในปัจจุบันมีการกัดเซาะแนวชายฝั่งสาเหตุหลักเกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา (Vergara and Hickmann, 1982) พบว่าการเปลี่ยนแปลงของความถี่ของลมพายุตามฤดูกาลเป็นเรื่องที่น่ากังวล ส่งผลให้เกิดความไม่เสถียรระหว่างสภาพอากาศในฤดูหนาวโดยมีความถี่สูงกว่าในช่วงเวลาสงบในช่วงฤดูร้อน และพายุที่รุนแรงที่สุดมักเกิดขึ้นในฤดูหนาว ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง และผลกระทบจากความถี่ที่เพิ่มขึ้นของลมพายุ (D'Onofrio *et al*., 2008) ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นบริเวณชายฝั่งสัมพันธ์เหตุการณ์ที่ปรากฏให้เห็นได้จากการบันทึกภาพวีดีโอระดับน้ำบริเวณชายฝั่งสูงขึ้นด้วยแรงเฉือนจากลมขณะที่มีกระบวนของคลื่นเข้าสู่ฝั่ง บริเวณแนวชายฝั่งมีระดับน้ำท่วมถึงและจะถูกรบกวนด้วยอิทธิพลของคลื่นในช่วงเกิดลมมรสุม และผลการศึกษาของCEPAL(2015)พิสูจน์แล้วว่าเหตุการณ์ ENSO มีแนวโน้มทำให้คลื่นสูงขึ้นเฉลี่ยรายเดือนในปี พ. ศ. 2570 ตั้งแต่ 30 มิลลิเมตร ทางทิศเหนือไปจนถึง 60 มิลลิเมตรทางตอนใต้ของประเทศ และจากผลการศึกษาของ Church *et al*. (2013) คาดว่าจะเพิ่มขึ้นอีก 5% ของความสูงคลื่นที่นัยสำคัญ

ในประเทศชิลี แต่สำหรับประเทศไทยฝั่งอันดามันจะได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์ของ The Indian Ocean Dipole (IOD) ทำให้ฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไป โดยในช่วงที่ทำการศึกษาสังเกตได้ว่าฤดูฝนยาวนานขึ้นและช่วงลมมรสุมมีการขยับตัวและมีความรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะในเดือนตุลาคมปกติสำหรับประเทศไทยจะเป็นช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ในพื้นที่ศึกษายังพบว่าคาบเกี่ยวกับช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ตลอดตั้งเดือนและมีคลื่นลมแรง

อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาบริเวณจุด A จากการศึกษาของ (นิคม และคณะ, 2559) กรณีการศึกษาด้วยวิธีการติดตั้งหลักหมุดอ้างอิงถาวรและการประยุกต์ใช้เครื่องจีพีเอสเดินแนวสำรวจเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง พบว่าสภาพพื้นที่ในอดีตมีการกัดเซาะชายฝั่งอย่างต่อเนื่องจนได้แนวถอยร่นเกิดขึ้นมาในปัจจุบัน ซึ่งจากผลการศึกษาในปัจจุบัน พบว่าพื้นที่ตามแนวชายหาดมีแนวต้นเตยทะเลขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น และจากข้อมูลภาพถ่ายวีดีโอบ่งบอกได้ว่า แนวต้นเตยทะเลสามารถชะลอการกัดเซาะชายฝั่งได้ดี เนื่องจากต้นเตยทะเลมีลักษณะเด่นที่สามารถแตกต้นบริเวณโคนและมีรากอากาศจำนวนมาก เป็นไม้ยืนต้นสามารถล้มลุกได้ เหมาะสำหรับปลูกเพื่อป้องกันการกัดเซาะแนวชายฝั่ง และมีมุมมองในทิศทางเดียวกันว่าในอนาคตจะต้องใช้แผนการจัดการสำหรับการพัฒนาที่ยั่งยืนของบริเวณชายฝั่ง รวมทั้งกลยุทธ์การป้องกันและบรรเทาผลกระทบ หรืออย่างน้อยๆ เพื่อชะลอกระบวนการกัดเซาะ โดยใช้แนวทางตรงกันข้ามกับโครงสร้างแบบดั้งเดิมที่เป็นโครงสร้างแข็งในการป้องกันแนวชายฝั่งทะเลอย่างเดี่ยว (National Research Council, 2007) ต้องใช้แบบโครงสร้างเทียมและการฟื้นฟูพืชพันธุ์ธรรมชาติมาทดแทน ในต่างประเทศได้ใช้แนวทางนี้ในการฟื้นฟูระบบนิเวศสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ (Swann, 2008; Gedan *et al*., 2011) มีการบูรณะแผนพัฒนาโครงสร้างคอนกรีตที่เป็นแนวป้องกันคลื่นและปรับปรุงให้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตควบคู่ไปกับการฟื้นฟูของพันธุ์พืชธรรมชาติในเขตน้ำขึ้นน้ำลงได้ผลที่ดี (Meyer *et al*., 1997; Piazza *et al*., 2005; Gedan *et al*., 2011) โครงสร้างเหล่านี้ช่วยให้สามารถฟื้นฟูพืชพันธุ์ตามธรรมชาติได้ และสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงของชายแนวฝั่งได้และสร้างสมดุลให้กับแนวชายฝั่งขึ้นใหม่ได้เพื่อลดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งในอนาคต

## สรุป

งานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้มีการประยุกต์ใช้กล้องวีดีโอแบบไร้สายในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง บริเวณหาดราชมงคล จังหวัดตรัง เป็นเวลา 6 เดือน คือ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2559 - เดือนมกราคม 2560 โดยใช้กล้องวิดีโอในตรวจสอบและติดตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำขึ้นน้ำลงในรอบวันและในรอบเดือน ขอบเขตน้ำขึ้นสูงสุด จำนวนความถี่ของลูกคลื่นที่เคลื่อนที่เข้ามากระทบชายฝั่งขณะน้ำขึ้นสูงสุดในช่วงน้ำเกิด และเส้นขอบแนวชายฝั่งในช่วงเวลาเดียวกันกับการสังเกตการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง จากผลการวิจัยพบว่าบริเวณแนวชายฝั่งเกิดการกัดเซาะในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากอิทธิพลของคลื่น ลม และกระแสน้ำขึ้นน้ำลงที่ส่งผลกระทบต่อชายฝั่งทำให้มีการสึกกร่อนพังทลายไปของแนวชายฝั่ง โดยเฉพาะเหตุการณ์ที่เกิดในช่วงขณะน้ำขึ้นสูงสุดในช่วงน้ำเกิด พื้นที่บริเวณชายฝั่งที่น้ำท่วมถึงมีแนวโน้มที่จะถูกกัดเซาะมากขึ้น และเริ่มกลับเข้าสู่

สภาวะปกติในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี พ.ศ. 2559 โดยได้รับการประเมินข้อเสนอจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ในที่นี้

## เอกสารอ้างอิง

นิคม อ่อนสี, เอนก สาวะอินทร์, สุรินทร์ กาญจนะ และนฤทธิ์ กล่อมพงษ์. 2559. การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณหาดราชมงคลจังหวัดตรัง. **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (มทร.ศรีวิชัย)** 8(1): 60-70.

CEPAL. 2015. **Dinámicas, tendencias y variabilidad climática.** Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe. Available Source: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3955/4/S1500961_es.pdf, August 10, 2017.

Church, J., Clark, P., Cazenave, A., Gregory, J., Jevrejeva, S., Levermann, A., Merrifield, M., Milne, G., Nerem, R., Nunn, P., Payne, A., Pfeffer, W., Stammer, D. and Unnikrishnan, A. 2013. Sea level chang, pp. 1137-1216. *In* **Climate Change 2013: the Physical Science Basis.** Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Cullen, D., Konrad, J.and Little, T.D.C. 2012. Detection and summarization of salient events in coastal environments, pp. 7-12. *In* **IEEE Ninth International Conference on Advanced Video and Signal-Based Surveillance (AVSS).** Beijing, China.

D'Onofrio, E.E., Fiore, M.M.E. and Pousa, J.L. 2008. Changes in the regime of storm surges at Buenos Aires, Argentina. **Journal of Coastal Research** 24: 260-265.

Gedan, K.B., Kirwan, M.L., Wolanski, E., Barbier, E.B. and Silliman, B.R. 2011. The present and future role of coastal wetland vegetation in protecting shorelines: Answering recent challenges to the paradigm. **Climate Change** 106: 7-29.

Himmelstoss, E.A., FitzGerald, D.M., Rosen, P.S. and Allen, J.R. 2006. Bluff evolution along coastal drumlins: Boston Harbor Islands, Massachusetts. **Journal of Coastal Research** 1230-1240.

Holman, R., Stanley, J. and Ozkan-Haller, T. 2003. Applying video sensor networks to nearshore environment monitoring. **Pervasive Computing IEEE** 2: 14-21.

Hughes, Z.J., FitzGerald, D.M., Howes, N.C. and Rosen., P.S. 2007. The impact of natural waves and ferry wakes on bluff erosion and beach morphology in Boston Harbor, USA. **Journal of Coastal Research** SI(50): 497-501.

Kunz, T.H., Betke, M., Hristov, N.I. and Vonhof, M.J. 2009. Methods for assessing colony size, population size, and relative abundance of bats, pp. 133-157. *In* Kunz, T.H. and Parsons, S., eds. **Ecological and Behavioral**

**Methods for the Study of Bats.** Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

Little, T.D.C., Konrad, J. and Ishwar, P. 2007. A wireless video sensor network for autonomous coastal sensing, *In* **Proceedings of the Conference on Coastal Environmental Sensing Networks (CESN 2007).** Boston MA, USA.

Massimo, B., Chiara F.S., Federico I.I. and Marco, F. 2012. A system for beach video-monitoring: Beachkeeper plus. **Computers & Geosciences** 49: 53-61.

Meyer, D.L., Townsend, E.C. and Thayer, G.W. 1997. Stabilization and erosion control value of oyster cultch for intertidal marsh. **Restororation Ecololgy** 5: 93-99.

Nathaniel, G.P. and Rob, A.H. 1997. Intertidal beach profile estimation using video images. **Marine Geology** 140: 1-24.

National Research Council. 2007. **Mitigating Shore Erosion along Sheltered Coasts.** The National Academy Press, Washington D.C., USA.

Newbery, K.B. and Southwell, C. 2009. An automated camera system for remote monitoring in polar environments. **Cold Regions Science and Technology** 55: 47-51.

Piazza, B.P., Banks, P.D. and La Peyre, M.K. 2005. The potential for created oyster shell reefs as a sustainable shoreline protection strategy in Louisiana. **Restororation Ecology** 13: 499-506.

Porter, J., Lin, C.C., Smith, D.E. and Lu, S.S. 2010. Ecological image databases: from the webcam to the researcher. **Ecological Informatics** 5(1): 51-58.

Richardson, A.D., Jenkins, J.P., Braswell, B.H., Hollinger, D.Y., Ollinger, S.V. and Smith, M.L. 2007. Use of digital webcam images to track spring green-up in a deciduous broadleaf forest. **Oecologia** 152: 323–334.

Rui, T. and Ana S. 2012. COSMOS: A lightweight coastal video monitoring system. **Computers & Geosciences** 49: 248-255.

Samama, A. 2010. Innovative video analytics for maritime surveillance, pp. 1-8. *In* **2010 International WaterSide Security Conference.** Carrara, Italy.

Smit, M.W.J., Aarninkhof, S.G.J., Wijnberg, K.M., Gonzalez, M., Kingston, K.S., Southgate, H.N., Ruessink, B.G., Holman, R.A., Siegle, E., Davidson, M. and Medina, R. 2007. The role of video imagery in predicting daily to monthly coastal evolution. **Coastal Engineering Special Issue of the Coast View project** 54: 539-553.

Solomon, S. 2007. Observations: Oceanic Climate Change and Sea Level, pp. 387-429. *In* Laurent, L. and David, W., eds. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis.** Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.

Swann, L. 2008. The use of living shorelines to mitigate the effects of storm events on dauphin island. **American Fisheries Society Symposium.** Alabama, USA.

Vergara, C. and Hickmann, V. 1982. Fluctuacion anual de la morfologia y granulometria de Playa las Salinas, pp. C114-C131. *In* region, V., ed. **III Congreso Geologico Chileno.** Concepcion, Chile.

Yuting, Z., Benjamen R.W., Robert, F.C., Francesco, P., Peter, R. and Thomas, D.C.L. 2014. Design and implementation of a wireless video camera network for coastal erosion monitoring. **Ecological Informatics** 23: 98-106.