

ต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำต้นแบบสองทิศทาง

Prototype of Shallow-Water Wave Power Generator based on Bi-directional Waves Conversion

วีระศักดิ์ ไชยชาญ^{1*}, สุรินทร์ กาญจนะ¹ และ วรณวิภา ไชยชาญ²

Weerasak Chaichan^{1*}, Surin Kanchana¹ and Wanvipa Chaichan²

Received: 10 May 2018, Revised: 6 August 2018, Accepted: 3 May 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำต้นแบบสองทิศทาง ด้วยวิธีเปลี่ยนการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำต้นให้เป็นพลังงานไฟฟ้า การเคลื่อนที่ของคลื่นจะทำให้เพลลาของกังหันน้ำหมุน งานวิจัยนี้ใช้กังหันน้ำจำนวน 2 ชุด เพื่อให้สามารถขับเคลื่อนไฟฟ้าได้ทั้งกรณีคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งและออกจากฝั่ง โดยใบพัดของกังหันน้ำมีขนาดความกว้างเท่ากับ 20 เซนติเมตร เพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส ถูกต่ออยู่กับเพลลาของกังหันน้ำผ่านชุดปรับอัตราเร็วรอบ ในการทดสอบใช้หลอดแอลอีดีขนาด 60 วัตต์ เป็นภาระไฟฟ้าและได้แบ่งการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การจำลองการเกิดคลื่นน้ำต้นที่มีความถี่ 0.20 เฮิรตซ์ 0.25 เฮิรตซ์ 0.33 เฮิรตซ์ และ 0.50 เฮิรตซ์ ตามลำดับ จากนั้นทำการตรวจวัดปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ ส่วนที่ 2 การตรวจวัดปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เมื่อทดสอบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำต้นบริเวณหาดปากเมง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ผลการดำเนินการวิจัย พบว่า เมื่อจำลองการเกิดคลื่นน้ำต้นที่มีความถี่ 0.50 เฮิรตซ์ เครื่องกำเนิดพลังงานสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 37.55 วัตต์ ในส่วนของการทดสอบบริเวณชายฝั่งทะเล เมื่อความถี่และอัตราเร็วของผิวคลื่นทะเลเท่ากับ 0.27 เฮิรตซ์ และ 0.51 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ผลการศึกษา พบว่า เครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำต้นแบบสองทิศทางสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 28.96 วัตต์

คำสำคัญ: คลื่นน้ำต้น, กังหันน้ำ, ชุดปรับอัตราเร็วรอบ, ชุดกลับทางหมุน

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

¹ Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus, Mai Fad, Sikao, Trang 92150, Thailand.

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

² Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus, Mai Fad, Sikao, Trang 92150, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): sakchaichan@hotmail.com

ABSTRACT

This research presents prototype of shallow-water wave power generator based on bi-directional waves conversion by changing the movement of shallow-water waves into electrical power. The motional waves are capable of rotating the shaft turbine. This research employed two shaft turbines for transmitting the generator in case of sea waves moving towards shore and off shore. Each blade is 20 cm wide. The shaft of 3-phase generator was connected to shaft turbine via gear box. The 60-watt LED was used as load in the experiment. The experiment is divided into two parts. Part 1: The simulation of shallow-water waves at frequency of 0.2 Hz, 0.25 Hz, 0.33 Hz and 0.5 Hz, respectively, was carried out. The electrical power generated was then investigated. Part 2: The electrical power generated was measured while using the power generator from shallow-water waves at Pak Meng Beach, Sikao District, Trang Province. The experimental result showed that the power generator generated the maximum electrical power of 37.55 watt when the simulation of shallow-water waves at frequency of 0.5 Hz was implemented. At the coastal area, the frequency and the velocity are 0.27 Hz and 0.51 m/s, respectively. The result found that the shallow-water wave power generator based on bi-directional waves conversion can generate the maximum electrical power of 28.96 watt.

Key words: shallow-water waves, turbine, gear box, reverse rotation

บทนำ

ปัจจุบันหลายประเทศให้ความสำคัญกับการนำพลังงานทดแทนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานเพื่อลดการใช้พลังงานจากแหล่งเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล เช่น ปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดภาวะโลกร้อนอันเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานในปริมาณมหาศาล อีกทั้งวิกฤตการณ์การขาดแคลนพลังงานที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต หากสามารถนำแหล่งพลังงานทดแทนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานหลักได้จะเป็นวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาจากวิกฤตการณ์ดังกล่าว จากรายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย พบว่า ประเทศไทยมีการนำพลังงานทดแทนมาใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สามารถลดการใช้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลและลดการนำเข้าจากต่างประเทศ แหล่งพลังงานทดแทนที่ประเทศ

ไทยนำมาใช้ในปัจจุบันได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม พลังน้ำขนาดเล็ก พลังน้ำขนาดใหญ่ ก๊าซชีวภาพ ชีวมวล และขยะ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559) นอกจากนี้ยังมีแหล่งพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจนั่นคือ แหล่งพลังงานจากคลื่นทะเลเนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีวันหมดสะอาด และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดแรงต่อต้านจากประชาชนเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานจากแหล่งเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล อีกทั้งภูมิประเทศของประเทศไทยมีพื้นที่ติดทะเล ดังนั้นหากสามารถนำพลังงานจากคลื่นทะเลมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดจึงนับว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งปัจจุบันมีนักวิจัยที่ให้ความสนใจในการนำพลังงานจากคลื่นทะเลมาใช้ในการผลิตไฟฟ้ามากขึ้น (Savin *et al.*, 2012; Khaled, 2015; Tom and Yeung, 2016;

Pan *et al.*, 2017; Wahyudie and Jama, 2017; Yang *et al.*, 2017)

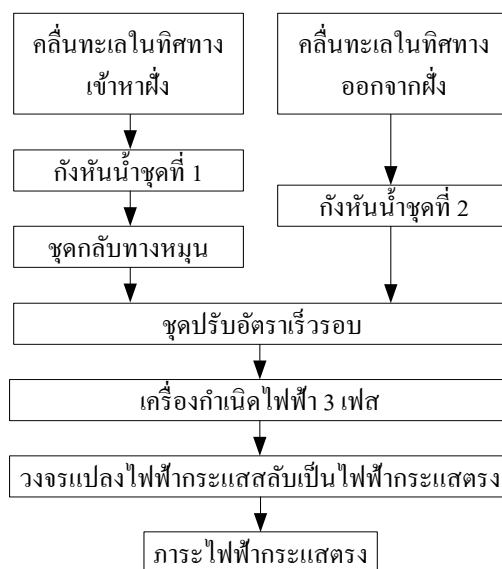
งานวิจัยนี้จึงเสนอต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทาง ด้วยหลักการเปลี่ยนการเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งและออกจากฝั่งของคลื่นทะเลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยออกแบบให้สามารถขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้สองทิศทางนั่นคือทั้งกรณีคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งและเคลื่อนที่ออกจากฝั่ง ดังนั้น จึงสามารถขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบหนึ่งทิศทาง (วิระศักดิ์, 2560) และเนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ทำการติดตั้งเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทางบริเวณชายฝั่งทะเลจึงสามารถลดจำนวนสายส่งและค่าใช้จ่ายในการติดตั้งได้มากกว่าเมื่อเทียบกับระบบผลิตไฟฟ้าจากคลื่นในทะเลน้ำลึก

หลักการ

1. หลักการเปลี่ยนพลังงานคลื่นน้ำขึ้นเป็นพลังงานไฟฟ้าแบบสองทิศทาง

การเปลี่ยนพลังงานคลื่นน้ำขึ้นเป็นพลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีที่น่าเสนอนี้อาศัยหลักการเมื่อคลื่น

เคลื่อนที่ในทิศทางเข้าหาฝั่งและออกจากฝั่งมากระทบกับกังหันน้ำชุดที่ 1 และกังหันน้ำชุดที่ 2 ตามลำดับ เพื่อไปผลิตให้เพลลาของชุดปรับอัตราเร็วรอบหมุนเคลื่อนที่ โดยมีชุดกลับทางหมุนซึ่งถูกติดตั้งเข้ากับกังหันน้ำชุดที่ 1 เนื่องจากกำลังของคลื่นในทิศทางเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งมีมากกว่าเมื่อเทียบกับกำลังของคลื่นในทิศทางออกจากฝั่ง ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมให้เพลลาของชุดปรับอัตราเร็วรอบหมุนในทิศทางเดียวกัน เพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกต่อเข้ากับเพลลาของชุดปรับอัตราเร็วรอบจึงสามารถหมุนเคลื่อนที่ได้ด้วยอัตราเร็วรอบที่เพิ่มขึ้น งานวิจัยนี้ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส ชนิดแม่เหล็กถาวรแนวราบเพื่อให้สามารถหมุนได้อย่างต่อเนื่อง กำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นผลิตได้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับภาระไฟฟ้ากระแสตรง งานวิจัยนี้ใช้หลอดแอลอีดี ขนาด 60 วัตต์ เป็นภาระไฟฟ้า หลักการเปลี่ยนพลังงานคลื่นน้ำขึ้นเป็นพลังงานไฟฟ้าแบบสองทิศทางที่ได้นำเสนอนี้แสดงดังภาพที่ 1



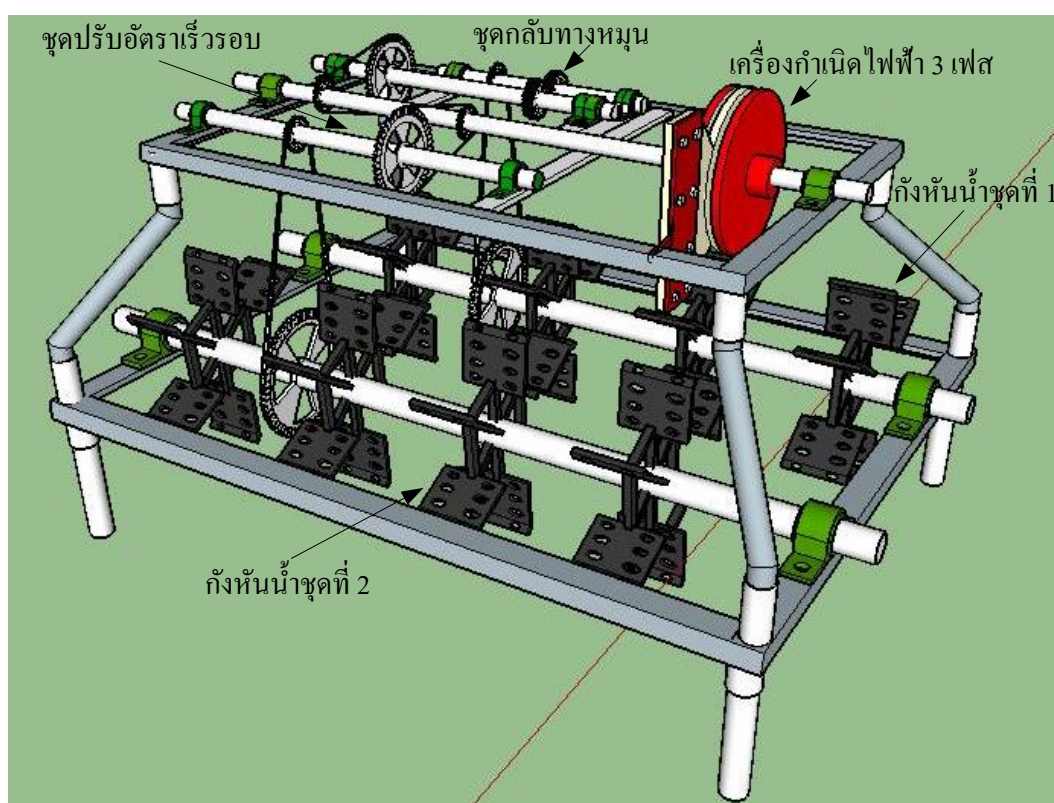
ภาพที่ 1 หลักการเปลี่ยนพลังงานคลื่นน้ำขึ้นเป็นพลังงานไฟฟ้า

2. การออกแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทาง

ต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทางได้ออกแบบให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าวางอยู่ด้านบนของฐานเพื่อป้องกันน้ำทะเลมากระทบ และติดตั้งห่างจากกำแพงกันคลื่น 2 เมตร เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ในทิศทางเข้าหาฝั่งและออกจากฝั่งมากระทบกั้นน้ำชุดที่ 1 และกั้นน้ำชุดที่ 2 ตามลำดับ เพื่อผลักดันเพลลาของชุดปรับอัตราเร็วรอบขนาด 1 : 9.36 หมุนเคลื่อนที่ โดยมีชุดกลับทางหมุนทำหน้าที่ควบคุมให้เพลลาของชุดปรับอัตราเร็วรอบหมุนในทิศทางเดียวกัน เพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งถูกต่ออยู่กับเพลลาของชุดปรับอัตราเร็วรอบจึง

สามารถหมุนและผลิตไฟฟ้าได้ทั้งกรณีคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งและออกจากฝั่ง การออกแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทางแสดงดังภาพที่ 2

ในกรณีคลื่นน้ำขึ้น เมื่อคลื่นทะเลเคลื่อนที่สามารถหาอัตราเร็วของผิวคลื่นได้จากความถี่และความสูงของคลื่นทะเล ดังสมการที่ 1 งานวิจัยนี้ใช้ชุดปรับอัตราเร็วรอบแบบระบบเฟืองและโซ่ เพื่อปรับอัตราเร็วรอบของเพลลาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้มีอัตราเร็วรอบเพิ่มขึ้นจนสามารถผลิตไฟฟ้าออกมา ความสัมพันธ์ของอัตราเร็วรอบแสดงดังสมการที่ 2 (บุญภัทร และ ชัยวุฒิ, 2559)



ภาพที่ 2 การออกแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทาง

$$v_g = 2\pi f a \quad (1)$$

เมื่อ v_g คือ อัตราเร็วของผิวคลื่นทะเล
หน่วยคือ เมตรต่อวินาที

f คือ ความถี่การเกิดคลื่นทะเล
หน่วยคือ เฮิรตซ์

a คือ ความสูงของคลื่นทะเล
หน่วยคือ เมตร

$$N_b = \frac{T_a}{T_b} N_a \quad (2)$$

เมื่อ N_a คือ อัตราเร็วรอบของเฟืองขับ
หน่วยคือ รอบต่อนาที

N_b คือ อัตราเร็วรอบของเฟือง
ตาม หน่วยคือ รอบต่อนาที

T_a คือ จำนวนฟันของเฟืองขับ

T_b คือ จำนวนฟันของเฟืองตาม

กำลังไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายให้กับภาระ
ไฟฟ้าขนาด 60 วัตต์ สามารถคำนวณได้จากสมการที่

3

$$P = V \times I \quad (3)$$

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้ากระแสตรง
หน่วยคือ วัตต์

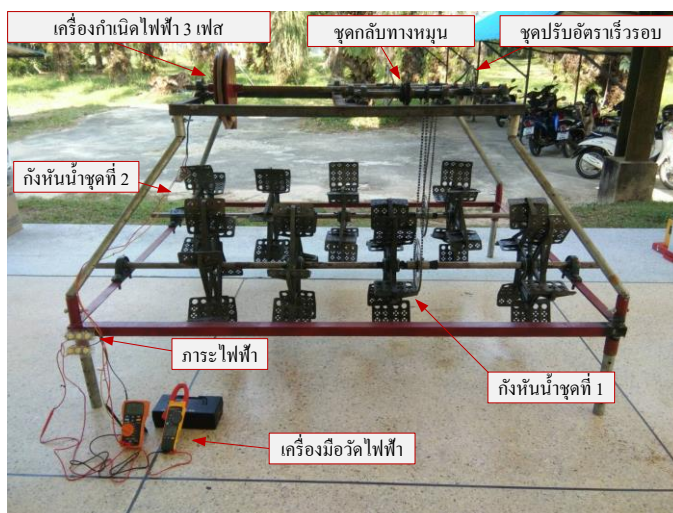
V คือ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
หน่วยคือ โวลต์

I คือ กระแสไฟฟ้ากระแสตรง
หน่วยคือ แอมแปร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1 การดำเนินการวิจัยเพื่อทดสอบต้นแบบ เครื่องกำเนิดพลังงานแบบสองทิศทางด้วยการ จำลองการเกิดคลื่นทะเล

การดำเนินการวิจัยด้วยการจำลองการเกิด
คลื่นทะเลเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต
ไฟฟ้าจากคลื่นน้ำต้นแบบสองทิศทางก่อนนำไป
ติดตั้งในสถานที่จริง ณ หาดปากเมง อำเภอสิเกา
จังหวัดตรัง ในการทดสอบนั้นได้ทำการจำลองการ
เกิดคลื่นทะเลที่มีความถี่ 0.20 เฮิรตซ์ 0.25 เฮิรตซ์ 0.33
เฮิรตซ์ และ 0.50 เฮิรตซ์ ตามลำดับ ทั้งกรณีต่อกังหัน
น้ำ 1 ชุด (การผลิตไฟฟ้าจากคลื่นน้ำต้นแบบทิศทาง
เดียว) และต่อกังหันน้ำ 2 ชุด (การผลิตไฟฟ้าจาก
คลื่นน้ำต้นแบบสองทิศทาง) จากนั้นวัดอัตราเร็ว
รอบของเพลารูปร่างกำเนิดไฟฟ้าด้วยเครื่องวัด
อัตราเร็วรอบแบบแสงเลเซอร์ DIGICON DT-246L
วัดแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิด
พลังงานจากคลื่นน้ำต้นแบบสามารถจ่ายให้กับภาระ
ไฟฟ้าขนาด 60 วัตต์ ด้วยเครื่องมือวัด FLUKE 374
FC TRMS CLAMP METER และ Agilent U1232A
True RMS Multimeter ตามลำดับ สำหรับ
กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับภาระไฟฟ้าสามารถคำนวณ
ได้จากแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ การ
ทดสอบต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำ
ต้นแบบสองทิศทางด้วยการจำลองการเกิดคลื่นทะเล
แสดงดังภาพที่ 3

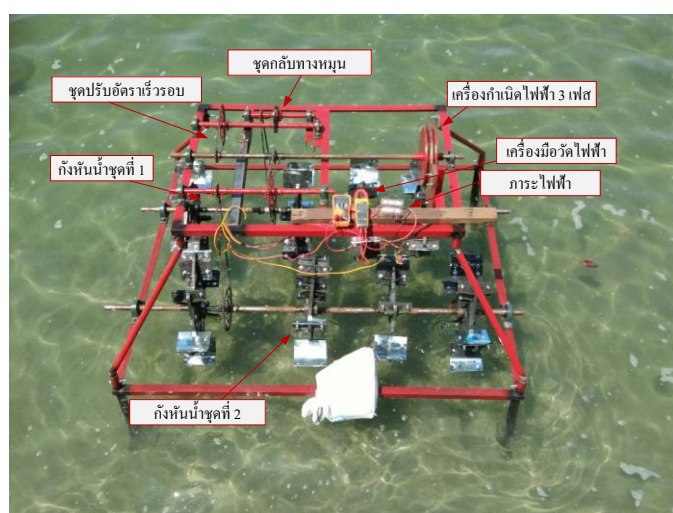


ภาพที่ 3 การทดสอบต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำต้นแบบสองทิศทางด้วยการจำลองการเกิดคลื่นทะเล

2 การดำเนินการวิจัยเพื่อทดสอบต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำต้นแบบสองทิศทาง

ในส่วนของการดำเนินการวิจัยเพื่อทดสอบต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำต้นแบบสองทิศทาง ณ หาดปากเมง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ระบบทั้งหมดจะถูกติดตั้งภายในทะเล ห่างจากกำแพงกันคลื่น 2 เมตร และต่อภาระไฟฟ้าขนาด 60 วัตต์ ให้กับเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำต้นแบบ

สองทิศทาง จากนั้น วัดแรงดัน ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ภาระไฟฟ้าด้วยเครื่องมือวัด FLUKE 374 FC TRMS CLAMP METER และ Agilent U1232A True RMS Multimeter ตามลำดับ ทุกๆ 5 นาที เพื่อคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำต้นแบบสองทิศทางสามารถจ่ายให้กับภาระไฟฟ้าจากความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การติดตั้งเพื่อทดสอบแสดงดังภาพที่ 4



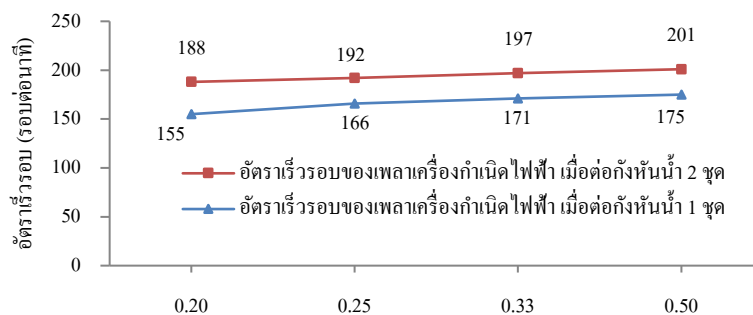
ภาพที่ 4 การทดสอบต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำต้นแบบสองทิศทาง ณ หาดปากเมง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

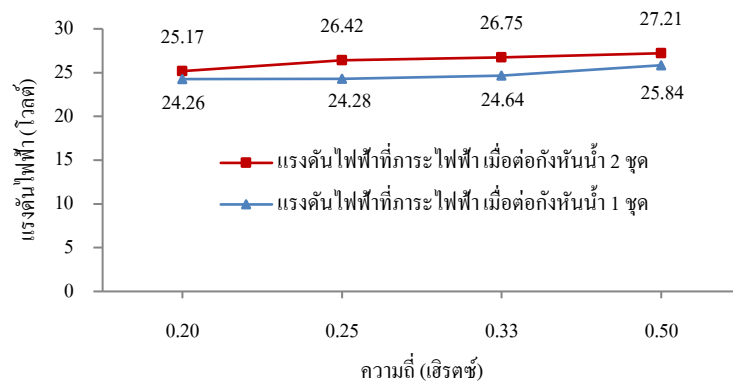
การทดสอบต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทาง ด้วยการเปลี่ยนการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลให้เป็นพลังงานไฟฟ้าสามารถแบ่งผลการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการทดสอบต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทางด้วยการจำลองคลื่นทะเลที่มีความถี่ 0.20 เฮิรตซ์ 0.25 เฮิรตซ์ 0.33 เฮิรตซ์ และ 0.50 เฮิรตซ์ ตามลำดับ เมื่อต่อภาระไฟฟ้าขนาด 60 วัตต์ จากผลการทดสอบพบว่า การติดตั้งกังหันน้ำ 1 ชุด และการติดตั้งกังหันน้ำ 2 ชุด มีผลต่ออัตราเร็วรอบของเพลารูปร่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อการติดตั้งกังหันน้ำ 2 ชุด จะสามารถควบคุมให้เพลารูปร่างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีอัตราเร็วรอบที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับการต่อกังหันน้ำ 1 ชุด เนื่องจากสามารถขับเพลารูปร่างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ทั้งกรณีจำลองคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งและคลื่นเคลื่อนที่ออกจากฝั่ง อีกทั้งความถี่ของการจำลองการเกิดคลื่นทะเลยังมีผลต่ออัตราเร็วรอบของเพลารูปร่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพราะว่าชุดกังหันน้ำถูกผลัดได้ต่อเนื่องกว่าดังภาพที่ 5 นั่นคือ เมื่อต่อกังหันน้ำ 2 ชุด ที่ความถี่ของการเกิดคลื่นทะเล 0.50 เฮิรตซ์ มีอัตราเร็วรอบของเพลารูปร่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 201 รอบต่อนาที ขณะที่เมื่อต่อกังหันน้ำ 1 ชุด อัตราเร็วรอบของเพลารูปร่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ

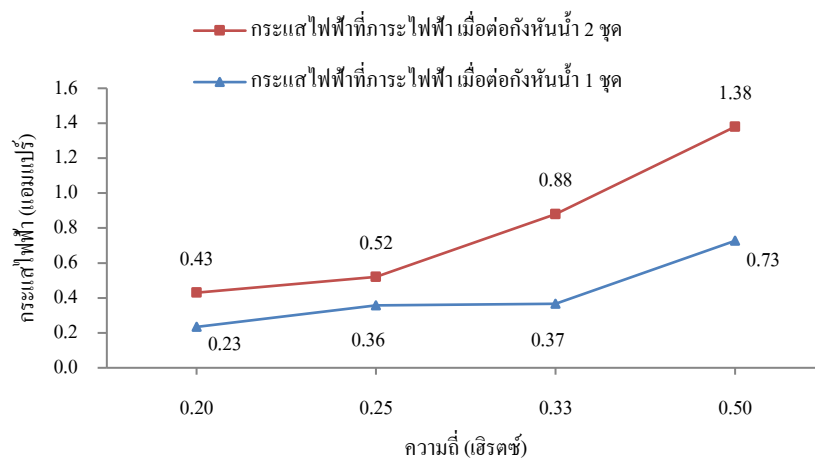
175 รอบต่อนาที และสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับภาระไฟฟ้าได้มากกว่าการติดตั้งกังหันน้ำ 1 ชุด โดยแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเมื่อติดตั้งกังหันน้ำ 2 ชุด และกังหันน้ำ 1 ชุด ความถี่คลื่นทะเล 0.50 เฮิรตซ์ เท่ากับ 27.21 โวลต์ และ 25.84 โวลต์ ตามลำดับ โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ภาระไฟฟ้าได้ต่ำสุดเมื่อจำลองความถี่คลื่นทะเล 0.20 เฮิรตซ์ เท่ากับ 25.17 โวลต์ และ 24.26 โวลต์ สำหรับการติดตั้งกังหันน้ำ 2 ชุด และการติดตั้งกังหันน้ำ 1 ชุด ตามลำดับ ดังผลการทดสอบในภาพที่ 6 ขณะที่ต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทางด้วยการจำลองการเกิดคลื่นทะเลที่มีความถี่ 0.50 เฮิรตซ์ สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ภาระไฟฟ้าได้สูงสุดเมื่อติดตั้งกังหันน้ำ 2 ชุด และการติดตั้งกังหันน้ำ 1 ชุด เท่ากับ 1.38 แอมแปร์ และ 0.73 แอมแปร์ ตามลำดับ ดังภาพที่ 7 จากการทดสอบจะเห็นว่าอัตราเร็วรอบของเพลารูปร่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีผลโดยตรงต่อแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับภาระไฟฟ้า และเมื่อคำนวณหา กำลังไฟฟ้าที่ต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทางจ่ายให้กับภาระไฟฟ้างี้ความสัมพันธ์ในสมการที่ 3 พบว่า ที่ความถี่คลื่นทะเล 0.50 เฮิรตซ์ สำหรับการติดตั้งกังหันน้ำ 2 ชุด สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด 37.55 วัตต์ ขณะที่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด 18.79 วัตต์ เมื่อติดตั้งกังหันน้ำ 1 ชุด



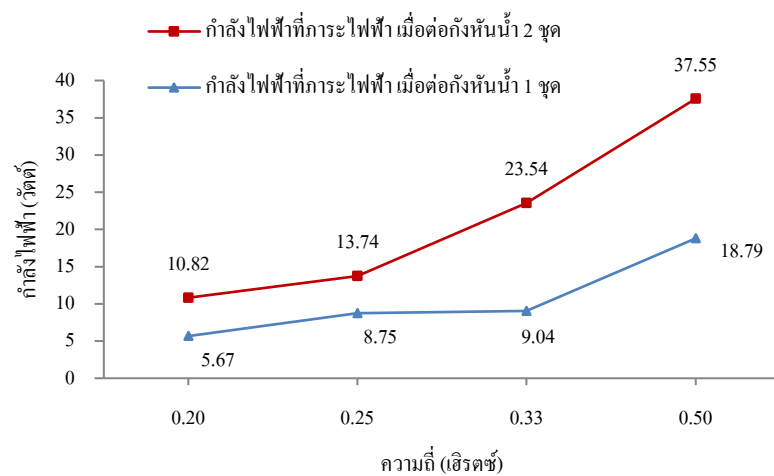
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ของอัตราเร็วรอบของเพลารูปร่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับการจำลองคลื่นทะเลที่มีความถี่ 0.20 เฮิรตซ์ 0.25 เฮิรตซ์ 0.33 เฮิรตซ์ และ 0.50 เฮิรตซ์



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าที่ภาระไฟฟ้าเทียบกับการจำลองคลื่นทะเลที่ความถี่ 0.20 เฮิรตซ์ 0.25 เฮิรตซ์ 0.33 เฮิรตซ์ และ 0.50 เฮิรตซ์



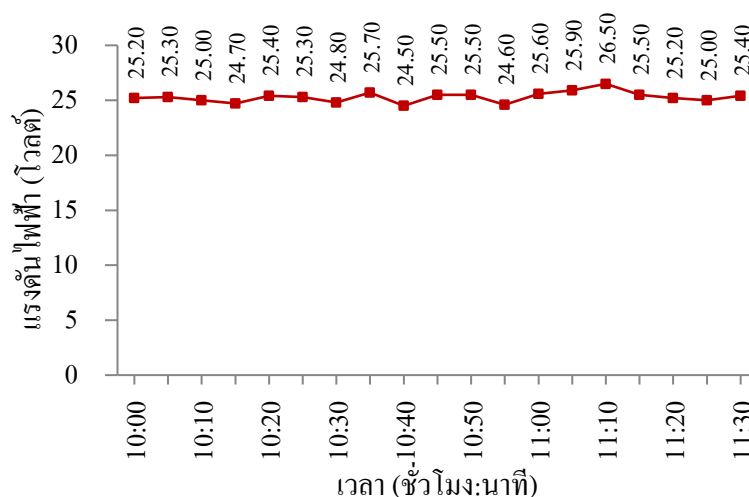
ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่ภาระไฟฟ้าเทียบกับการจำลองคลื่นทะเลที่ความถี่ 0.20 เฮิรตซ์ 0.25 เฮิรตซ์ 0.33 เฮิรตซ์ และ 0.50 เฮิรตซ์



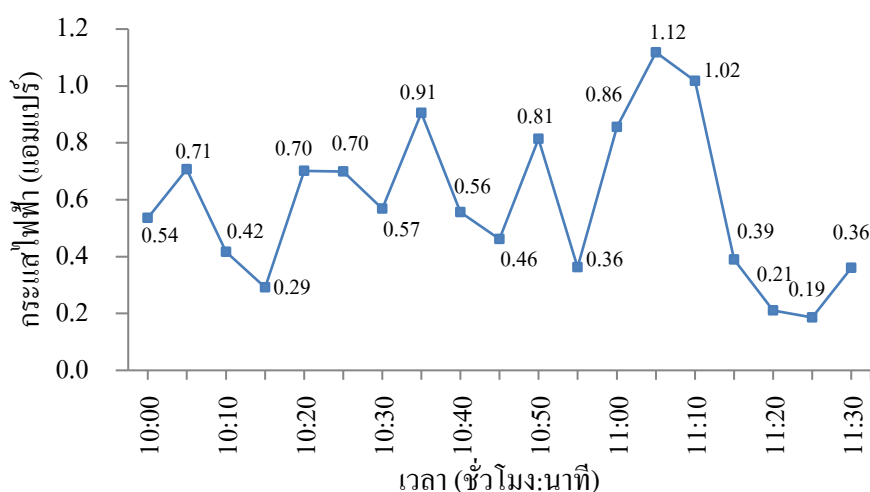
ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้าที่ภาระไฟฟ้าเทียบกับการจำลองคลื่นทะเลที่ความถี่ 0.20 เฮิรตซ์ 0.25 เฮิรตซ์ 0.33 เฮิรตซ์ และ 0.50 เฮิรตซ์

ส่วนที่ 2 ผลการทดสอบต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทาง ระบบทั้งหมดถูกติดตั้งภายในทะเล ณ หาดปากเมง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ห่างจากกำแพงกันคลื่น 2 เมตร โดยต่อภาระไฟฟ้าขนาด 60 วัตต์ และติดตั้งกังหันน้ำ 2 ชุดให้กับต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทางเนื่องจากผลการทดสอบดังที่ได้แสดงไว้ในส่วนที่ 1 สามารถยืนยันได้ว่า ต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นด้วยการติดตั้งกังหันน้ำ 2 ชุด สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดจึงเหมาะสมสำหรับใช้ในพื้นที่ทะเลที่มีความถี่ของการเกิดคลื่นทะเลต่ำ จากนั้นวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทางสามารถจ่ายให้กับภาระไฟฟ้าทุกๆ 5 นาที โดยทำการทดสอบในช่วงเวลา 10.00 - 11.30 นาฬิกา ซึ่งเป็นช่วงเวลาน้ำขึ้นสูงสุด ความถี่และความสูงของคลื่นทะเลเฉลี่ย 0.27 เฮิรตซ์ และ

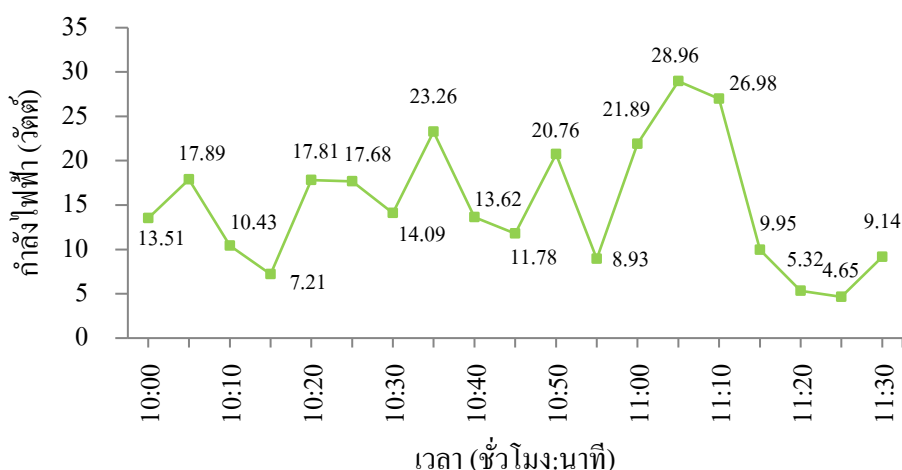
0.3 เมตร ตามลำดับ เมื่อคำนวณหาอัตราเร็วของผิวคลื่นทะเลตามความสัมพันธ์ในสมการที่ 1 พบว่าอัตราเร็วของผิวคลื่นทะเลเท่ากับ 0.51 เมตรต่อวินาที จากผลการทดสอบ พบว่า แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ภาระไฟฟ้ามีค่าสูงสุดที่ 26.50 โวลต์ และ 1.12 แอมแปร์ ตามลำดับ แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าต่ำสุด 24.50 โวลต์ และ 0.19 แอมแปร์ ดังภาพที่ 9 และภาพที่ 10 ตามลำดับ จากนั้นเมื่อคำนวณหากำลังไฟฟ้าตามความสัมพันธ์ในสมการที่ 3 พบว่าเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทางสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้ภาระไฟฟ้าได้สูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 28.96 วัตต์ และ 4.65 วัตต์ ตามลำดับ ดังผลการทดสอบในภาพที่ 11 จากผลการทดสอบในภาพที่ 9 ถึง 11 จะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้ากระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่ภาระไฟฟ้ามีลักษณะไม่คงที่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นทะเลและช่วงเวลากำหนดบันทึกผล



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าที่ภาระไฟฟ้าเทียบกับเวลา



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่ภาระไฟฟ้าเทียบกับเวลา



ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้าที่ภาระไฟฟ้าเทียบกับเวลา

จากผลการทดสอบต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำตื้นแบบสองทิศทางด้วยการจำลองคลื่นทะเล และการทดสอบในพื้นที่ชายฝั่งทะเลพบว่า ต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำตื้นแบบสองทิศทางสามารถขับให้เพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนได้ทั้งในกรณีคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งและออกจากฝั่ง จึงทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องมากกว่าเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นทะเลแบบทิศทางเดียว (กฤษฎา และ สมภพ, 2556; วีระศักดิ์ และ วรณวิภา,

2560; วีระศักดิ์ และ สุรินทร์, 2559; วีระศักดิ์ และ คณะ, 2561)

สรุป

งานวิจัยนี้เสนอต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำตื้นแบบสองทิศทาง ด้วยวิธีเปลี่ยนการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำตื้นให้เป็นพลังงานไฟฟ้า การเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลทำให้เพลลาของกังหันน้ำทั้ง 2 ชุด หมุนเคลื่อนที่เพื่อขับเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส ได้ทั้งกรณีคลื่นเคลื่อนที่

เข้าหาฝั่งและกรณีคลื่นเคลื่อนที่ออกจากฝั่ง โดยมีชุดกลับทางหมุนเป็นตัวควบคุมให้เพลลาของชุดปรับอัตราเร็วรอบหมุนในทิศทางเดียวกัน อัตราเร็วรอบของเพลลาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกปรับให้มีอัตราเร็วรอบเพิ่มขึ้นด้วยชุดปรับอัตราเร็วรอบเพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้ จากผลการจำลองการเกิดคลื่นทะเล พบว่า เครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทางสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าให้กับภาระไฟฟ้าได้มากกว่าเมื่อติดตั้งกังหันน้ำทั้ง 2 ชุด นั่นคือ สามารถขับเคลื่อนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ทั้งกรณีจำลองคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งและออกจากฝั่ง เมื่อทดสอบในสถานที่จริง ณ หาดปากเมง อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง พบว่า เครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นน้ำขึ้นแบบสองทิศทางสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าให้กับภาระไฟฟ้าได้ต่อเนื่องแต่มีลักษณะไม่คงที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความถี่ของการเกิดคลื่นทะเลและช่วงเวลาการบันทึกผล

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้หากนำไปพัฒนาต่อในระบบขนาดใหญ่และเลือกวัสดุที่คงทนต่อการกัดกร่อนของน้ำทะเลคาดว่าจะสามารถใช้ได้จริงในเชิงพาณิชย์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2561 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ขอขอบคุณ นายอดิศร สุวรรณส่องแสง นายกฤตนัน ศรีนวล และนายปวเรศ จิริงจิตร ที่ช่วยเหลือในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

2559. รายงานพลังงานทดแทนของประเทศ
ไทย. เอกสารเผยแพร่, กระทรวงพลังงาน.

กฤษฎา พรหมแก้ว และ สมภพ ปัญญาสมพรรค.

2556. การศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจาก
คลื่นชายฝั่งทะเล. วารสารมหาวิทยาลัย
นราธิวาสราชนครินทร์ มหาวิทยาลัย
นราธิวาสราชนครินทร์ 5(3): 37-46.

ปณชัทธ ภูมิภาค และ ชัยวุฒิ ฉัตรอุทัย. 2559.
ต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นทะเล,
น. 49-52. ใน การประชุมวิชาการทาง
วิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 39. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วีระศักดิ์ ไชยชาญ. 2560. การผลิตไฟฟ้าจากคลื่น
น้ำขึ้นแบบทิศทางเดียว สำหรับพื้นที่ชายฝั่ง
ทะเล, น. 226-229. ใน การประชุมวิชาการ
เครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9. มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, จันทบุรี.

วีระศักดิ์ ไชยชาญ และ วรณวิภา ไชยชาญ. 2560.
การผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเล
ในแนวราบ ด้วยตัวส่งกำลัง 4 ชุด. วารสาร
วิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
36(2): 1-10.

วีระศักดิ์ ไชยชาญ และ สุรินทร์ กาญจนะ. 2559.
การผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากคลื่นชายฝั่งทะเล.
วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี 9(2): 108-117.

วีระศักดิ์ ไชยชาญ, สุรินทร์ กาญจนะ และ วรณวิภา
ไชยชาญ. 2561. การผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจาก
คลื่นชายฝั่งทะเล ด้วยชุดส่งกำลัง 5 ชุด, น.
319-322. ใน การประชุมวิชาการเครือข่าย
วิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 10. สถาบัน
เทคโนโลยีปทุมวัน, กรุงเทพฯ.

Khaled, K.M. 2015. Power generation from sea
waves using experimental prototype of wells
turbine or suggested special rotating

- mechanism. **International Journal of Mining, Metallurgy & Mechanical Engineering** 3(3): 161-166.
- Pan, J.F., Li, S.Y., Cheng, E. and Zhang, B. 2017. Analysis of a direct drive 2-D planar generator for wave energy conversion. **IEEE Transactions on Magnetics** 11(53): 1-5.
- Savin, A., Svensson, O. and Leijon, M. 2012. Estimation of stress in the inner framework structure of a single heaving buoy wave energy converter. **IEEE Journal of Oceanic Engineering** 2(37): 309-317.
- Tom, N. and Yeung, R.W. 2016. Experimental confirmation of nonlinear-model-predictive control applied offline to a permanent magnet linear generator for ocean-wave energy conversion. **IEEE Journal of Oceanic Engineering** 2(41): 281-295.
- Wahyudie, A. and Jama, M.A. 2017. Perspectives on damping strategy for heaving wave energy converters. **IEEE Journals & Magazines** (5): 22224-22233.
- Yang, S., Liu, H., Dai, C. and Li, Y. 2017. An application of virtual synchronous generator technology in wave energy, pp. 1-6. *In* **OCEANS 17 MTS/IEEE Anchorage**. Anchorage, United States of America.