****

**แบบเสนอโครงร่างโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า**

**กองวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ**

**ชื่อโครงงาน**

ภาษาไทย การผลิตพลังงานไฟฟ้าแบบไฮบริดจ์โดยใช้กังหันลมร่วมกับโฟโตโวลตาอิกเซลล์

ภาษาอังกฤษ Hybrid Power Generation Using Wind Turbine and Photovoltaic Cell

**สมาชิกในกลุ่ม** นนร.กีรติ ภาณุพิจารย์ เลขที่ 4101

นนร.กฤษฎา ศรีปริยัติ เลขที่ 4104

นนร.ณัฐพล พรมเสนวงศ์ เลขที่ 4105

**อาจารย์ที่ปรึกษา** น.อ.รศ.อุดมศักดิ์ บุญประเสริฐ

# ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง

* 1. ปัญหาและสาเหตุ

ปัญหาด้านการขาดแคลนพลังงานงานไฟฟ้า เป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศในปัจจุบัน สืบเนื่องมาจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และการเพิ่มจำนวนประชากร ทำให้ประเทศไทยต้องจัดหา และเตรียมสำรองพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการใช้ในปัจจุบันและอนาคต รัฐต้องแก้ปัญหาด้วยวิธีการซื้อพลังงานไฟฟ้าเพิ่มเติมจากประเทศเพื่อนบ้าน เช่น ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เป็นต้น การพึ่งพาตนเองเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ในการวางแผนการสำรองพลังงานไฟฟ้า และการจัดหาแหล่งพลังงานทดแทนภายในประเทศ เช่น การใช้พลังงานจำพวกเซลล์เชื้อเพลิง ได้แก่ น้ำมัน ถ่านหิน เป็นต้น นำมาแปรรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า แต่การใช้พลังงานดังกล่าวมีปัญหาเรื่องต้นทุนที่สูง และปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการประยุกต์ใช้ประโยชน์พลังงานทดแทนจากธรรมชาติจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดและต้นทุนต่ำ

โรงเรียนนายเรือ เป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างมาก และงบประมาณค่าสาธารณูปโภคที่ได้รับจากกองทัพเรือมีค่อนข้างจะจำกัด ทำให้โรงเรียนนายเรือต้องออกมาตรการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น ให้นักเรียนนายเรือปิดไฟเพดานในช่วงเวลา 1900 – 2100 นาฬิกา ซึ่งเป็นช่วงเวลาของการฝึกฝน และทบทวนบทเรียน จากมาตรการดังกล่าวถึงแม้ว่าจะช่วยให้โรงเรียนนายเรือประหยัดค่าใช้จ่ายได้ส่วนหนึ่ง แต่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมอื่น ๆ ตามมาหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การส่งผลกระทบกับการเรียนการสอน และการฝึกหัดศึกษาของนักเรียนนายเรือ จึงเป็นที่มาของการจัดทำโครงงานในครั้งนี้

* 1. แนวทางการแก้ปัญหา

โรงเรียนนายเรือ ตั้งอยู่ในพื้นที่เอื้ออำนวยต่อการประยุกต์ใช้พลังงานจากธรรมชาติมาเป็นพลังงานทดแทน ทั้งพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ และพลังงานลม ซึ่งถ้าได้มีการวิจัยและพัฒนาเพื่อประยุกต์ใช้พลังงานธรรมชาติดังกล่าวมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า จะเป็นการช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายของโรงเรียนนายเรือได้อีกทางหนึ่ง จากการพิจารณาความเป็นไปได้ในเบื้องต้น การประยุกต์ใช้พลังงานลม และพลังงานจากแสงอาทิตย์มาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าใช้ภายในโรงเรียนนายเรือ นับเป็นหนทางเลือกที่เหมาะสมและเกิดผลเป็นรูปธรรมได้ โดยจุดเด่นของกังหันลมคือสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทั้งตลอดทั้งวัน ไม่จำกัดฤดูกาล ตราบเท่าที่มีกระแสลม ส่วนเซลล์แสงอาทิตย์จะใช้งานได้ดีในช่วงเวลา และฤดูกาลที่มีแสงแดด คุณภาพของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีความเรียบสม่ำเสมอ โครงสร้างไม่มีการเคลื่อนไหว มีอายุการใช้งานยาวนานกว่า 25 ปี ส่วนกังหันลมนั้นขนาดของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จะแปรผันตรงกับความแรงของลม คุณภาพของพลังงานไฟฟ้าจึงไม่มีความสม่ำเสมอ แต่มีโอกาสที่จะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าเซลล์แสงอาทิตย์หลายเท่า ในงบประมาณที่เท่ากัน ทั้งนี้หากมีกำลังลมที่แรงพอ

จากจุดเด่นและจุดด้อยของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าแต่ละระบบที่ได้อธิบายมา โครงงานนี้จึงได้นำเอาข้อดีของแต่ละระบบมาใช้งานร่วมกัน เพื่อเป็นการกำจัดจุดบกพร่องของระบบแบบตามลำพัง (Standalone) เพื่อให้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าในปริมาณเฉลี่ยต่อวันได้มากที่สุด

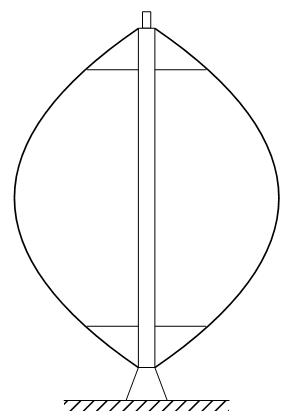
# วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากธรรมชาติแบบไฮบริดจ์ โดยการใช้เทคโนโลยีกังหันลมร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์
2. เพื่อลดค่าไฟฟ้าของโรงเรียนนายเรือ

# วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

1. ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานลม
   1. ความเร็วลมและการส่งผ่านพลังงานจากลม

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมนั้นจะอาศัยความเร็วลม และการส่งผ่านพลังงานจากกระแสลม [1] ใบพัดของกังหันจะมีตั้งแต่ 2 ใบขึ้นไปทำหน้าที่ในเปลี่ยนพลังงานจลน์ (Kinetic Energy) ให้เป็นพลังงานกล สำหรับการขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รูปแบบของกังหันลมที่นิยมสร้างกันนั้นจะแบ่งออกเป็นสองแบบใหญ่ ๆ ด้วยกัน ตามลักษณะการวางตัวของโรเตอร์ได้แก่ กังหันแนวนอน และกังหันแนวตั้ง แสดงดังภาพที่ 1 กังหันลมแบบแนวตั้งนั้นจะมีชื่อเรียกเฉพาะว่ากังหันลมแบบแดเรียส (Darrieus) ซึ่งเป็นชื่อของผู้ที่คิดค้นประดิษฐ์กังหันชนิดนี้ขึ้นมา แต่ในปัจจุบันกังหันลมแบบแนวนอนเป็นที่นิยมใช้กันมากกว่า [2,3]

**ภาพที่ 1** กังหันลมแบบแนวนอน (ซ้าย) และกังหันลมแบบแนวตั้ง (ขวา)

พลังงานจลน์ของอากาศที่มีมวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว *V* มีความสัมพันธ์ดังสมการ

*Kinetic Energy = *m*V2* (1)

กำลังงานในการเคลื่อนที่ของอากาศคืออัตราการไหลของพลังงานจลน์ต่อวินาที ดังนั้นจะได้ว่า

*P* =  **(mass flow rate per second) *V*2 (2)

เมื่อ *P* = กำลังงานกลที่เกิดจากการเลื่อนที่ของอากาศ (วัตต์)

และ mass flow rate per second = *AV*

 = ความหนาแน่นของอากาศ (กิโลกรัม/เมตร3)

*A* = พื้นที่ในการกวาดของใบพัด (เมตร2)

*V* = ความเร็วลม (เมตร/วินาที)

แทนค่าใน (2) จะได้ *P* =  **(*AV*) *V*2

*P* =  ***A* *V*3 (3)

* 1. กำลังงานของกังหันลมที่สามารถผลิตได้

กำลังงานที่แท้จริงของโรเตอร์ที่ผลิตได้จากกระแสลมนั้น เกิดจากการเปลี่ยนรูปแบบของพลังงานโดยอาศัยใบพัดทำให้เกิดความแตกต่างของความเร็วลมอัพสตรีมและดาวน์สตรีม แสดงดังสมการ

*Po* =  **(mass flow rate per second) {*V*2 – *V0*2} (4)

เมื่อ *Po* = กำลังงานเอาท์พุตของกังหัน

*V*2 = ความเร็วลมอัพสตรีมที่ผ่านเข้าปีกกังหัน

*V0*2 = ความเร็วลมดาวน์สตรีมที่ผ่านออกจากปีกกังหัน

จาก (4) เมื่อ

mass flow rate per second = *A*

แทนค่าได้ดังนี้

*Po* =  ** (*V*2 – *V0*2) (5)

*Po* =  ** (6)

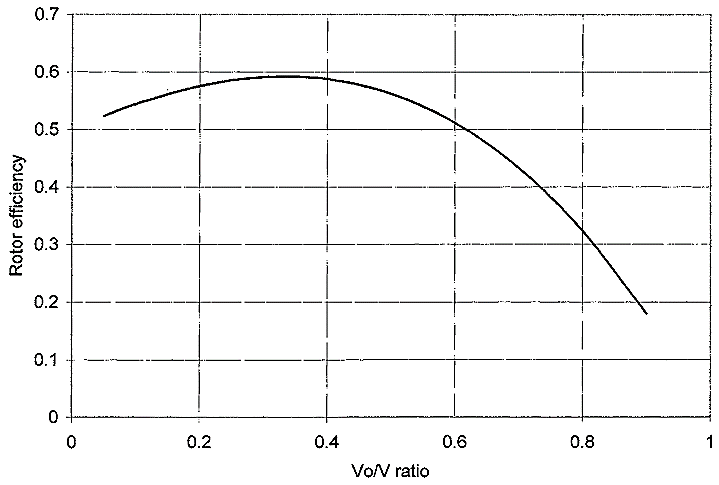
ดังนั้น กำลังงานที่โรเตอร์สามารถส่งผ่านให้ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้คือ

*Po* =  ***A* *V*3*Cp*(7)

เมื่อ*Cp*คือค่าสัมประสิทธิ์ของกังหัน (Rotor Coefficient) หรือค่าประสิทธิภาพของกังหัน (Rotor Efficiency)

โดยที่ *Cp* = 

ค่า *Cp* ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างความเร็วลม อัพสตรีมและดาวน์สตรีม (*V*0 */V*) จากการศึกษาถึงอัตราส่วนระหว่าง *V*0 */V* ที่มีผลกระทบต่อค่า *CP* และนำมาพล็อตเป็นกราฟแสดงดังภาพที่ 2 [1]



**ภาพที่ 2** ความสัมพันธ์ของอัตราส่วน *V*0 */V* กับค่า *CP*

จากกราฟจะพบว่าอัตราส่วน *V*0 */V* ที่ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของกังหันสูงที่สุดอยู่ที่ 0.59 ซึ่งจะทำให้ได้กำลังงานเอาท์พุตสูงสุดคือ

*Pmax* =  ***A* *V*30.59(8)

ในทางทฤษฎีค่าสัมประสิทธิ์ของกังหันจะมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 0.59 แต่ในทางปฏิบัติ ค่านี้จะมีการเปลี่ยนแปลง ดังแสดงตามภาพที่ 3 [1] จากภาพจะพบว่า สำหรับกังหันแบบไฮสปีดจะมีค่าสัมประสิทธิ์ต่ำกว่า 0.5 ส่วนกังหันแบบโลว์สปีดจะมีสัมประสิทธิ์อยู่ที่ประมาณ 0.2 ถึง 0.4 และเพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์อยู่ที่ 0.5 ดังนั้นสมการกำลังงานสูงสุดอย่างง่ายคือ

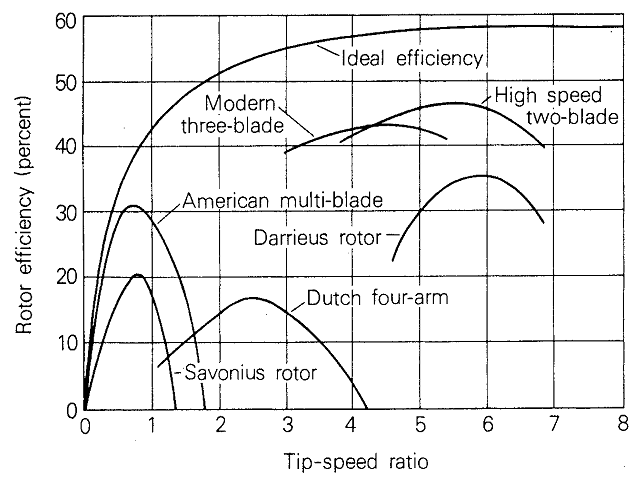
*Pmax* =  ***A* *V*3(9)

ค่าความหนาแน่นของอากาศจะแปรผันกับความดันบรรยาการ (*p*) และอุณหภูมิของอากาศ (*T*) ดังสมการ

(10)

เมื่อ *R* = ค่าคงที่ของก๊าซ

ความหนาแน่นของอากาศที่ระดับน้ำทะเล ที่ความดันบรรยากาศ 14.7 psi และอุณภูมิ 60° F จะมีค่าเท่ากับ 1.225 kg/m3 ซึ่งจะใช้ค่านี้เป็นค่าอ้างอิงในการคำนวณต่อไป



**ภาพที่ 3** ประสิทธิภาพของกังหันแต่ละชนิด

ทั้งอุณหภูมิและความดันบรรยากาศจะแปรผกผันตามกับความสูงของพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งกังหันลมมีความสัมพันธ์ตามสมการ (ใช้กับความสูงไม่เกิน 6,000 เมตร หรือ 20,000 ฟุต จากระดับน้ำทะเล)

 (11)

เมื่อ *Hm* = ความสูงของพื้นที่ติดตั้ง(เมตร) และ จาก (11) สามารถเขียนเป็นรูปอย่างง่ายได้ดังนี้

 (12)

จาก (12) สมมุติว่าสถานที่ติดตั้งกังหันอยู่ที่ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 2,000 เมตร จะมีความหนาแน่นของอากาศเท่ากับ 0.986 กก./ม3 ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ระดับน้ำทะเล 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอุณภูมิของอากาศที่แปรผกผันกับความสูงมีความสัมพันธ์ดังนี้

*T* = 15.5 –  °*C* (13)

* 1. การออกแบบกังหันลมสำหรับติดตั้งในโครงการวิจัย

สมมุติออกแบบสร้างกังหันลมแบบแนวนอนให้มีขนาดใบพัดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เมตร ใช้งานที่ความเร็วลมเฉลี่ย 3 เมตร/วินาที [4] และความหนาแน่ของอากาศประมาณ 1.225 กก./ม3

จาก (9) *Pmax* =  ***A* *V*3

*Pmax* = **× 1.225× *π* × × 33

*Pmax =*  233.79 วัตต์

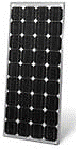
กำลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน *Pmax* = 233.79×24

= 5,611.04 วัตต์/วัน/ชุด

1. ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ในประเทศไทยได้มีการประยุกต์ใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อยู่หลายรูปแบบ ได้แก่ ระบบสูบน้ำ ระบบประจุแบตเตอรี่แบบรวมศูนย์ ระบบผลิตไฟฟ้าเพื่อแสงสว่าง และระบบผลิตไฟฟ้าต่อเชื่อมกับระบบสายไฟฟ้าแรงต่ำของการไฟฟ้า เป็นต้น

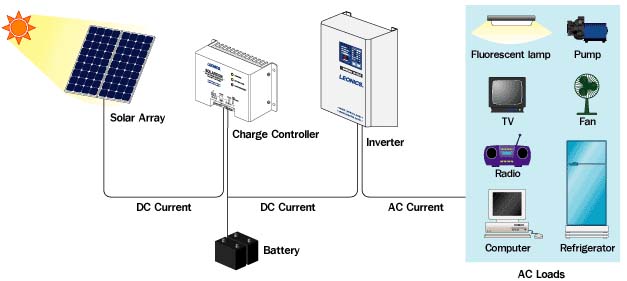
โฟโตโวลตาอิกเซลล์ (Photovoltaic Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ เมื่อได้รับแสงจากดวงอาทิตย์หรือแสงจากหลอดไฟ (อนุภาคโฟตอน) จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง ถือได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากโฟโตโวลตาอิกเซลล์นี้ เป็นพลังงานทดแทนชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาดและไม่สร้างมลภาวะใด ๆ ให้กับสิ่งแวดล้อมในขณะใช้งาน

**  **

ก. แบบผลึกเดี่ยว ข. แบบผลึกผสม ค. แบบอะมอฟัส

**ภาพที่ 4** ชนิดของโฟโตโวลตาอิกเซลล์

โฟโตโวลตาอิกเซลล์โดยทั่วไปจะนิยมเรียกกันว่า “เซลล์แสงอาทิตย์” เนื่องจากเรียกตามวิธีการใช้งานเป็นหลัก เซลล์แสงอาทิตย์ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดโดยทั่วไปมีอยู่ 3 ชนิด ดังแสดงในภาพที่ 4 ได้แก่ แบบผลึกเดี่ยว (Mono Crystalline) แบบผลึกผสม (Poly Crystalline) และแบบอะมอฟัส (Amorphous) ส่วนประกอบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จะประกอบไปด้วย แผงโฟโตโวลตาอิกเซลล์ เครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และเครื่องแปลงไฟกระแสตรงเป็นไฟกระแสสลับ รายละเอียดตามภาพที่ 5



**ภาพที่ 5** ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

1. การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับโครงการนี้

ในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สมมุติว่าได้เลือกใช้เซลล์แบบผลึกผสม (Polycrystalline) ขนาด 123 วัตต์ / แผง จำนวน 6 แผง

*Pmax* = 123 × 6

= 738.0 วัตต์/ชม.

ชั่วโมงแสงแดดใน 1 วัน ประมาณ 10 ชม.

ดังนั้นกำลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน = 738.0×10

= 7,380.0 วัตต์/วัน

ดังนั้น ใน 1 วัน ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแบบไฮบริดจ์ จะสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ

= 5,611.04 + 7,380.0

= 12,991.04 วัตต์/วัน

1. งบประมาณสำหรับการลงทุนและจุดคุ้มทุน

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแบบผสมดังกล่าวแบ่งออกเป็นการลงทุนในส่วนของกังหันลม และโฟโตโวลตาอิกเซลล์ ดังนี้

* กังหันลมสำหรับโครงการนี้จะมีต้นทุนอยู่ที่ประมาณ 106 บาท/วัตต์ (ความเร็วลมเฉลี่ย 3 ม./วินาที)
* ถ้าผลิตพลังงานได้ 234 วัตต์จะมีต้นทุนอยู่ที่ประมาณ 24,804 บาท
* โฟโตโวลตาอิก มีต้นทุนที่ประมาณ 180 บาท/วัตต์
* ถ้าต้องใช้กำลังการผลิต 738 วัตต์ จะมีต้นทุนอยู่ที่ประมาณ 132,840 บาท
* รวมต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 157,664 บาท ต่อกำลังการผลิต 12,991.04 วัตต์/วัน
* สมมุติให้ค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงรวมค่า Ft ค่าบริการต่าง ๆ แล้วเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 5 บาท/กิโลวัตต์ ดังนั้นจุดคุ้มทุนจะอยู่ที่ประมาณ 6.6 ปี

# ผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ทบทวนวรรณกรรม)

ยงยุทธ์ สวัสดิสวนีย์ [4] เสนอรายงานแผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย โดยทำการรวบรวมข้อมูลลมจากหน่วยงานต่าง ๆ ประกอบด้วยข้อมูลลมผิวพื้น ข้อมูลลมในทะเลและชายฝั่ง จากทุ่นลอย ประภาคาร และสถานีขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ ข้อมูลลมจากเรือเดินทะเล ดาวเทียม และ ข้อมูลลมชั้นบน ทำการวิเคราะห์โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการเตรียมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลม โดยวิเคราะห์ ข้อมูลลมผิวพื้น ข้อมูลลมในทะเล ชายฝั่ง และข้อมูลลมชั้นบนในรูปของข้อมูลความถี่ ทิศทาง และ ความเร็วลม ในรูปของกราฟ และ สถิติ เพื่อนำ ไปใช้ในส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ และ จัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลม โดยใช้โปรแกรม WindMapTM ซึ่งอ้างอิงแบบจำลองคณิตศาสตร์ NOABL(Numerical Objective Analysis of Boundary Layer) ในการวิเคราะห์ ได้ใช้ข้อมูลความถี่ทิศทาง และความเร็วลม ข้อมูลแบบจำลองดิจิตอลความสูงของภูมิประเทศ ความขรุขระของผิวพื้นที่ละเอียด 1 × 1 กิโลเมตร ความทรงตัวของสภาพอากาศ รวมทั้งข้อมูลลมชั้นบนร่วมในการวิเคราะห์ด้วย ผลที่ได้จากการวิเคราะห์คือ ความเร็ว และ กำลังลมที่ความสูงระดับ 10, 30 และ 50 เมตร ตามลำดับ ผลที่ได้จากโปรแกรม WindMapTM ได้รับการปรับแต่งโดยโปรแกรม IDRISITM ซึ่งเป็นโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ให้สามารถแสดงในรูปแผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย

กองพัฒนาระบบไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค [5] ได้จัดทำโครงการศึกษาศักยภาพของทรัพยากรลมในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคใต้ เพื่อศึกษาศักยภาพของทรัพยากรลม และความเป็นไปได้ในการติดตั้งกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าจ่ายขนานเข้าระบบจำหน่าย (Grid Connected) โดยได้ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดลม ใน 4 พื้นที่ เพื่อวัดพลังงานลมทั้งชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก และชายฝั่งทะเลด้านตะวันตก ครอบคลุมพื้นที่ตอนกลาง และตอนล่างของชายฝั่งทะเลภาคใต้ ดังนี้ แหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช, ชายหาด อ.สทิงพระ จ.สงขลา, แหลมปะการัง อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา และชายหาดบ้านราไวเหนือ อ.ทุ่งหว้า จ.สตูล โดย กฟภ. ได้ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดความเร็วลม เครื่องวัดทิศทางลม เครื่องวัดอุณหภูมิ และเครื่องบันทึกข้อมูล พื้นที่ละ 1 ชุด และเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 1 ปี ระบบวัดลมติดตั้งบนเสาสูง เพื่อเปรียบเทียบพลังงานลมที่ความสูง 3 ระดับ คือ 20, 30 และ 40 เมตร ผลจากการวัดและเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน ม.ค. – ธ.ค. 2544 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่โครงการทั้ง 4 แห่ง มีลมต่อเนื่องเกือบตลอดเวลา แต่ความเร็วลมค่อนข้างตํ่า โดยมีความเร็วลมตํ่ากว่า 6 เมตร/วินาที ซึ่งยังไม่เหมาะสมกับกังหันลมที่มีขายในท้องตลาด ปกติในช่วงมรสุมฤดูร้อน และมรสุมฤดูหนาว ทุก ๆ ปี ประเทศไทยจะมีพายุโซนร้อนเข้าทางภาคใต้ปีละหลายครั้ง แต่ในปี 2544 ไม่มีเข้าประเทศไทยแม้แต่ครั้งเดียว เนื่องจากปรากฏการณ์เอลนิโน ทำให้ข้อมูลความเร็วลมที่วัดได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ศ.ดร.ธนัญชัย ลีภักดิ์ปรีดา และคณะ [6] การศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลมสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเขตภาค กลางของประเทศไทยสำหรับการติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่ที่มีขนาดตั้งแต่ 1 MW ขึ้นไปเพื่อใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยคือ พื้นที่ภาคกลาง ซึ่งรวมถึงจังหวัดราชบุรี จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดตาก ทำการเก็บข้อมูลความเร็วและทิศทางลมตลอดทั้งปี ตั้งแต่ มี.ค. 2555 ถึง ก.พ. 2556 ที่ระดับความ สูง 65, 90 และ 120 เมตร จากพื้นดิน โดยสร้างสถานีวัดลมจำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีวัดลมศูนย์การทหารม้า จ.สระบุรี สถานีวัดลมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีวิทยาเขตราชบุรี และ สถานีวัดลมมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต ปทุมธานี ผลการวิเคราะห์พบว่า ช่วงความเร็วเฉลี่ยราย เดือนและช่วงความหนาแน่นกำลังที่ระดับความสูง 120 เมตร ของสถานีศูนย์การทหารม้า จ.สระบุรี อยู่ที่ 3.0 – 5.5 เมตรต่อวินาที และ 30 – 125 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับ ของสถานีวัดลม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีวิทยาเขตราชบุรี อยู่ที่ 2.0 – 4.5 เมตรต่อวินาที และ 20 – 95 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับ ของสถานีวัดลมมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต ปทุมธานี อยู่ที่ 2.5 – 5.0 เมตรต่อวินาที และ 20 – 120 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับ และที่ระดับความสูง 90 เมตร 65 เมตร ก็จะให้ค่าต่าง ๆ ที่ลดลงตามลำดับ เมื่อคำนวณการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมต่อปี โดยได้เลือกกังหันลมรุ่น BONUS 1MW/54 เป็นกรณีศึกษา คำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละสถานี และนำไปคำนวณหาค่าตัวชี้วัด NPV IRR BCR และ PBP บนข้อกำหนดเบื้องต้นทางเศรษฐศาสตร์ในปัจจุบัน พบว่าที่ ถ้าติดตั้งกังหันลมที่สถานีวัดลมทั้ง 3 สถานีนั้น ยังไม่มีศักยภาพพอที่คุ้มทุน เนื่องจากต้องใช้เวลามากกว่า 20 ปี แต่เมื่อมีการประเมินแนวโน้มจากระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นของขนาดกำลังการผลิตต่อปี ในตำแหน่งที่ห่างออกไปจากสถานีวัดลม ในพื้นที่ใกล้เคียงที่มีระดับพื้นดินสูงเพิ่มขึ้น เช่น พื้นที่ภูเขา โดยใช้การประมวลผลของโปรแกรม WAsP พบว่าให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่สูงขึ้น ผ่านเกณฑ์ตัวชี้วัดทางเศรษศาสตร์ จึงคุ้มค่าในการลงทุน

# เอกสารอ้างอิง

1. Mukund R. Patel., *Wind and solar power systems*, CRC Press, 1999.
2. Tony Burton, David Sharpe, Nick Jenkins and Ervin Bossanyi, *Wind Energy Handbook*, John Wiley&Sons, Ltd., 2001.
3. Fernando D. Bianchi, Hernan De Battista and Ricardo J. Mantz, *Wind Turbine Control Systems Principles,Modelling and Gain Scheduling Design (Advances in industrial control)*, Springer-Verlag, London, 2007.
4. ยงยุทธ์ สวัสดิสวนีย์, “โครงการจัดทําแผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย,” *การส่งเสริมการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์และลม,* หน้า 4-18 ถึง 4-21, การสัมมนาเผยแพร่ผลการดําเนินงาน แผนงานภาคความร่วมมือ ครั้งที่ 2, กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, ก.ย. 2545.
5. กองพัฒนาระบบไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, “โครงการศึกษาศักยภาพของทรัพยากรลมในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคใต้,” *การส่งเสริมการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์และลม,* หน้า 4-15 ถึง 4-17, การสัมมนาเผยแพร่ผลการดําเนินงาน แผนงานภาคความร่วมมือ ครั้งที่ 2, กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, ก.ย. 2545.
6. ศ.ดร.ธนัญชัย ลีภักดิ์ปรีดา และคณะ, “โครงการวิจัยการศึกษาศักยภาพพลังงานลมสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเขตภาคกลางของประเทศไทย,” *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์*, พ.ค. 2556.

# ขอบเขตของโครงงาน

* 1. ออกแบบและสร้างกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าต้นแบบ ชนิดโรเตอร์วางในแนวนอน
  2. ออกแบบและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารอบต่ำชนิดใช้สนามแม่เหล็กถาวร (Low RPM Permanent Magnet Generator) สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 5 กิโลวัตต์/วัน
  3. ออกแบบและสร้างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้โฟโตโวลตาอิกเซลล์แบบผลึกผสมสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 7 กิโลวัตต์/วัน
  4. ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานลม และระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถทำงานร่วมกันเพื่อสร้างกระแสไฟฟ้าในการประจุเก็บลงแบตเตอรี่เพื่อใช้ในยามกลางคืน
  5. ระบบทั้งหมดติดตั้งภายในโรงเก็บที่สามารถป้องกันน้ำฝน และสัตว์รบกวน

# ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างแบบจำลองของกังหันลมแบบแนวนอน โดยใช้โปรแกรมแมทแล็ปซิมมูลิงค์
3. ออกแบบกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าต้นแบบ ชนิดโรเตอร์วางในแนวนอนตามแบบจำลองในข้อ 2)
4. ออกแบบและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารอบต่ำชนิดใช้สนามแม่เหล็กถาวร (Low RPM Permanent Magnet Generator) ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 5 kW/วัน
5. สร้างแบบจำลองระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 7 kW โดยใช้โปรแกรมแมทแล็ปซิมมูลิงค์
6. สร้างระบบกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 7 kW โดยใช้โฟโตโวลตาอิกเซลล์ชนิดผลึกผสมตามแบบจำลองในข้อ 5)
7. ขนานระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานลม กับระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และทำการทดสอบเพื่อหาค่าคุณลักษณะของระบบ
8. ทดสอบการประจุแบตเตอรี่ของระบบ และทดสอบระบบการแปลงไฟกระแสตรงเป็นไฟกระแสสลับ
9. ทดสอบการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังโหลด
10. ทดสอบเก็บข้อมูล 90 วัน และประเมินผลโครงงาน

# แผนการดำเนินงาน

**ตารางที่ 1.** ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย** | **ระยะเวลา (เดือนที่)** | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. ศึกษางานวิจัย ทฤษฎี และเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. สร้างแบบจำลองของกังหันลมแบบแนวนอน โดยใช้โปรแกรมแมทแล็ปซิมมูลิงค์ |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. ออกแบบกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าต้นแบบ ชนิดโรเตอร์วางในแนวนอน |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. ออกแบบ/สร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารอบต่ำแบบสนามแม่เหล็กถาวร 5 kW/Day |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. สร้างแบบจำลองระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 7 kW โดยใช้โปรแกรมแมทแล็ปซิมมูลิงค์ |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. สร้างระบบกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 7 kW โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกผสมตามแบบจำลอง |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. เก็บข้อมูล วิจารณ์ และสรุปผล |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. จัดทำปริญญานิพนธ์และเสนอสอบป้องกัน |  |  |  |  |  |  |  |

# ความต้องการงบประมาณ

โครงการวิจัยนี้ มีความต้องการงบประมาณในการดำเนินโครงการทั้งสิ้น 250,000.00 (สองแสนห้าหมื่นบาทถ้วน) โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ความต้องการงบประมาณ

| **รายการ** | **ราคา/หน่วย**  (บาท) | **จำนวน** | **รวมราคา**  (บาท) |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. เครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ | 5,500.00 | 2 | 11,000.00 |
| 1. แผงโซลาร์เซลล์ 123 W | 9,500.00 | 6 | 57,000.00 |
| 1. อุปกรณ์ทำกังหันลม 5 kW | 38,000 | 1 | 38,000.00 |
| 1. แบตเตอรี่แบบ Deep Cycle 12V 200 Ah | 12,000 | 4 | 48,000.00 |
| 1. อินเวอร์เตอร์แบบคลื่นไซน์บริสุทธิ์ขนาด 2 kW | 85,000.00 | 1 | 85,000.00 |
| 1. สายไฟ + คอนเนคเตอร์ | 7,500.00 | 1 | 7,500.00 |
| 1. จัดทำปริญญานิพนธ์ | 700.00 | 5 | 3,500.00 |
| **จำนวนเงินตัวอักษร** (สองแสนหน้าหมื่นบาทถ้วน) | | **รวม** | **250,000.00** |

# ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. โรงเรียนนายเรือมีระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากธรรมชาติแบบไฮบริดจ์ ระหว่างกังหันลมกับเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ช่วยลดการใช้พลังงานจากการไฟฟ้าได้
2. ค่าไฟฟ้ารายเดือนของโรงเรียนนายเรือลดลง
3. เป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับนักเรียนนายเรือรุ่นต่อ ๆ ไป
4. เป็นต้นแบบที่สามารถนำไปพัฒนาขยายผลให้กับหน่วยงานภายในกองทัพเรือที่ต้องการ

# แนวคิดในการขยายผล

1. สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีในแขนงนี้ และรณรงค์ให้มีการนำพลังงานลมและแสงอาทิตย์ไปใช้กับหน่วยงานอื่น ๆ ในกองทัพเรือ
2. สามารถนำกังหันลมขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเองได้ ต่อรวมเข้าเป็นโครงข่ายเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าให้ได้มากขึ้น
3. สามารถพัฒนาระบบให้สามารถต่อเชื่อมเข้ากับกริดระบบจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้

# หน่วยที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

หน่วยต่าง ๆ ของกองทัพเรือที่มีที่ตั้งอยู่ตามแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทย และทะเลอันดามัน

# คำชี้แจงเพิ่มเติม

- ไม่มี -

ขอรับรองว่าถูกต้อง

นนร. หัวหน้าโครงงาน

( )

/ /

เสนอ ผอ.กววศ.ฝศษ.รร.นร.

อ.ที่ปรึกษา

/ /

เห็นชอบ ควรแก้ไข/ปรับปรุง

น.อ.

ผอ.กววศ.ฝศษ.รร.นร.

/ /