

บทที่ 5 พลังงานลมสุดคู!

แรงลมสร้างไฟฟ้าได้อย่างไร

คำถามสำคัญ

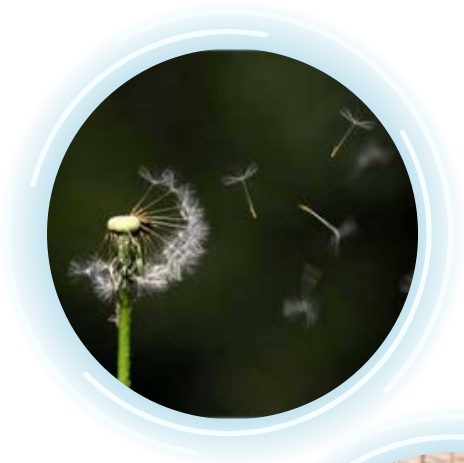
1. ลมเกิดขึ้นได้อย่างไรและมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความเร็วและทิศทางของลม
2. กังหันลมผลิตไฟฟ้ามีหลักการทำงานและองค์ประกอบสำคัญอะไรบ้าง
3. การติดตั้งกังหันลมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านใดบ้างและมีแนวทางใดในการลดผลกระทบเหล่านั้น
4. ประเทศไทยมีศักยภาพในการใช้พลังงานลมในพื้นที่ใดบ้าง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายหลักการเกิดลมและปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้
2. อธิบายการทำงานของกังหันลมและระบบผลิตไฟฟ้าจากลมได้
3. อธิบายข้อดีและข้อจำกัดของการใช้พลังงานลมได้
4. เสนอแนวทางการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานลมได้



? “ลม” มีประโยชน์กับ
ชีวิตประจำวันของเรา
อย่างไร ?





พลังงานลม

พลังงานสะอาดไม่มีวันหมด

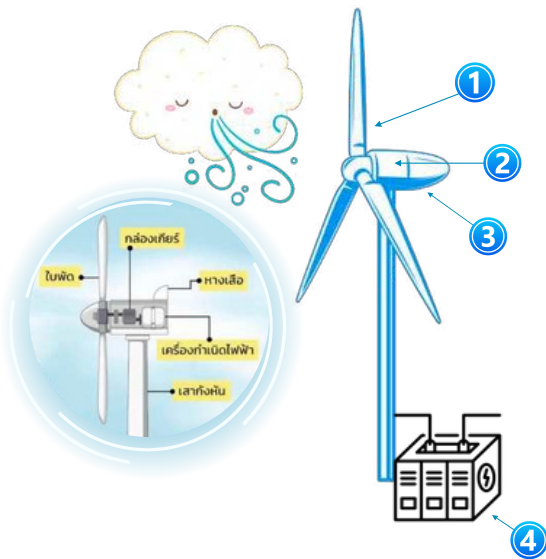
ลมคืออะไร ?

ลม (WIND) เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากอากาศที่เคลื่อนที่ไปบนผิวโลกตามแนวนอนในทุกทิศทุกทาง และด้วยความเร็วต่าง ๆ กันทิศทางของลมทราบได้จากทิศซึ่งลมพัดเข้าหาตัวเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิของพื้นที่สองแห่งโดยอากาศจะไหลจากอากาศที่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ(ความกดอากาศสูง) ไปยังอากาศที่บริเวณที่มีอุณหภูมิสูง(ความกดอากาศต่ำ)



รู้ไหมว่า "ลม" ที่เราสัมผัสกันอยู่ทุกวัน สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ด้วยนะ!

กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม



1. ใบพัดไปหมุนเพลลา (กล่องเกียร์)

การหมุนของใบพัดจะส่งไปยังเพลลาทำให้เพลลาหมุน โดยเพลลาจะต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2. ลมหมุนใบพัดและหางเสือ

ลมจะพัดผ่านใบพัดของกังหันลมหางเสือ ทำหน้าที่หันหน้ากังหันเพื่อรับลม

3. เพลลาหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เพลลาจะหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้เกิดไฟฟ้า

4. ชุมเก็บพลังงานไฟฟ้า

ไฟฟ้าที่ผลิตได้จะถูกเก็บหรือส่งไปใช้งาน

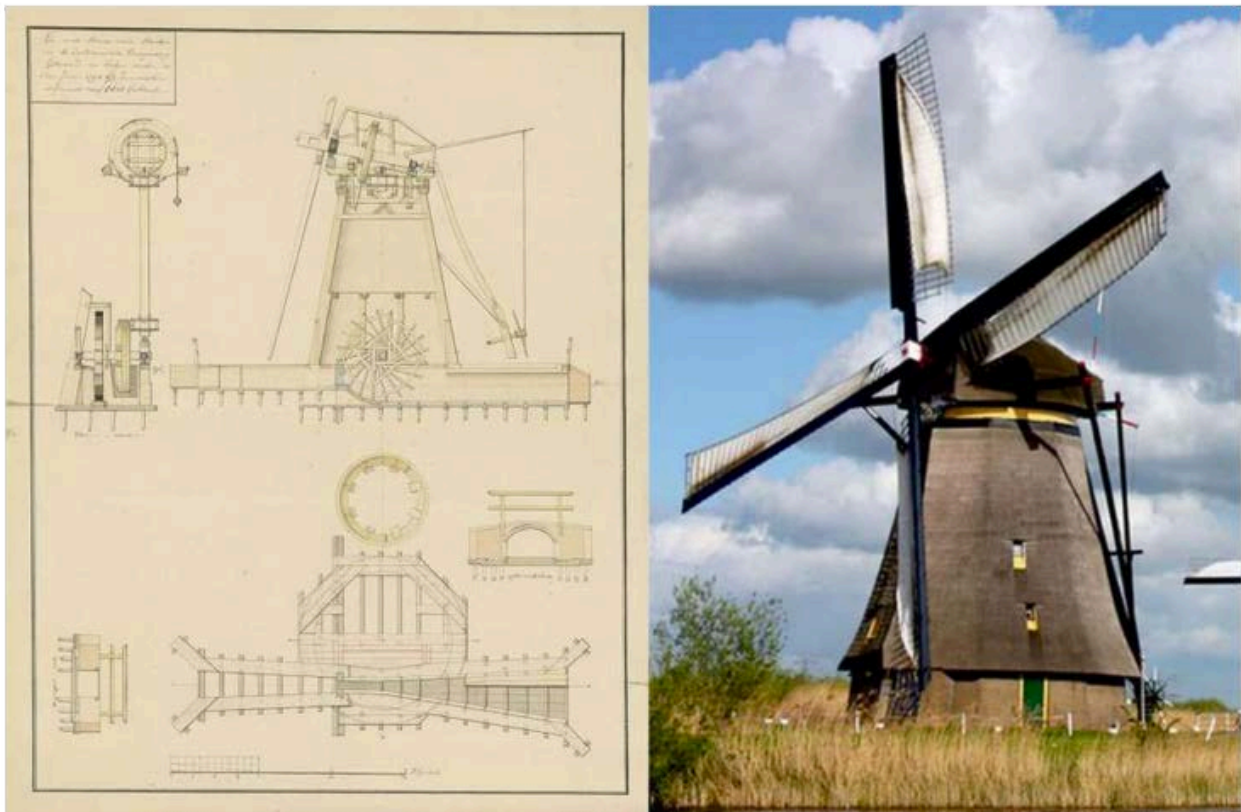


อนาคตของพลังงานลม

พลังงานลมมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนผ่านสู่พลังงานสะอาด และเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องส่งผลให้การผลิตไฟฟ้ามีประสิทธิภาพและถูกลง ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมสูง โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้

พลังงานลม มีประวัติความเป็นมาอย่างไร

ลมเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่มีประวัติศาสตร์ยาวนานย้อนกลับไปถึง 5,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช เมื่อชาวอียิปต์ใช้ลมในการขับเคลื่อนเรือในแม่น้ำไนล์ ต่อมาในช่วง 200 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ชาวจีนและชาวตะวันตกกลางนำลมมาใช้ในการป้อนน้ำและบดเมล็ดพืช จนในช่วง ค.ศ. 1180 ชาวยุโรปได้พัฒนากังหันลมแนวตั้งเพื่อบดแป้งในแถบยุโรปตะวันตกเฉียงเหนือ พลังงานลมได้รับการพัฒนาสู่การใช้งานเชิงพาณิชย์ ในปี ค.ศ. 1850 โดยนายแดเนียล ฮัทลาเคย์ และนายจอห์น เบอร์เนม ได้ก่อตั้งบริษัทผลิตกังหันลมในสหรัฐฯ ต่อมาในปี ค.ศ. 1883 นายโจเซฟ ฟรืดแลนเดอร์ ได้ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานลมเป็นครั้งแรก ในงานนิทรรศการไฟฟ้าที่กรุงเวียนนา พัฒนาการนี้นำไปสู่การติดตั้งฟาร์มกังหันลมแห่งแรก ในโลกที่รัฐนิวแฮมป์เชียร์ สหรัฐฯ ในปี ค.ศ. 1980



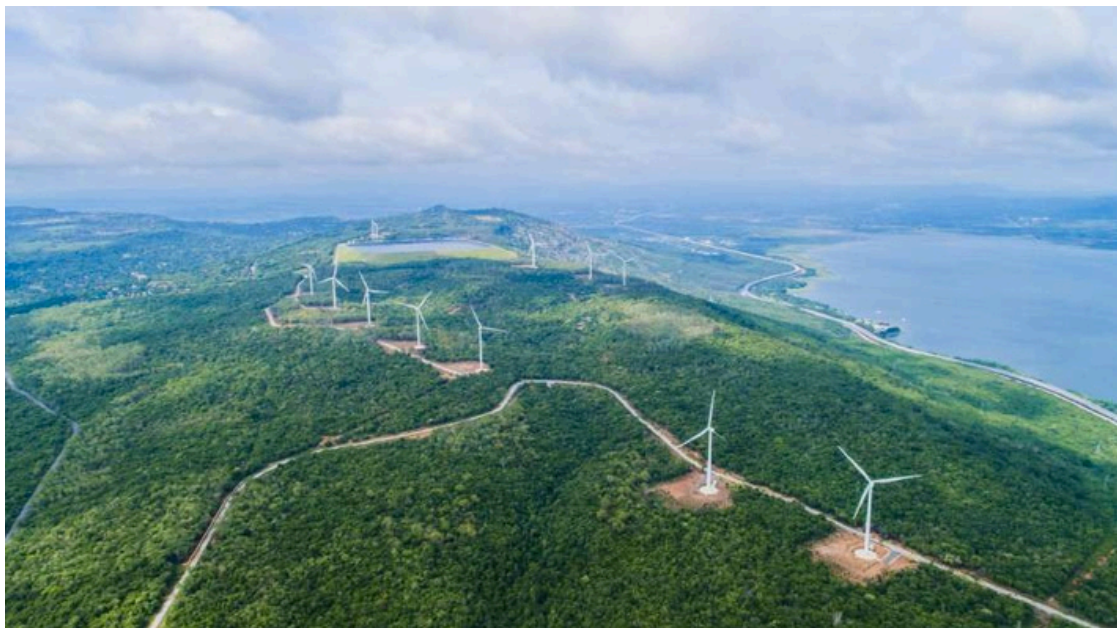
<https://ancientengrtech.wisc.edu/the-netherlands-windmill/#aboutnetherland>

แบบวาดกังหันลมในปี ค.ศ. 1703 หลักฐานแสดงเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานลม
ในประเทศประเทศเนเธอร์แลนด์

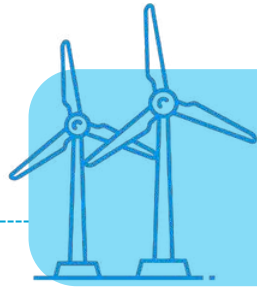
ประเทศไทยโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ใช้พลังงานลมเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า ในช่วงปี พ.ศ. 2526 ต่อมาในปี พ.ศ. 2539 ได้ติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่ที่สุดในขณะนั้นที่กำลังผลิตไฟฟ้า 150 กิโลวัตต์ ที่สถานีพลังงานทดแทนแหลมพรหมเทพจังหวัดภูเก็ต การพิจารณาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกังหันลมต้องมีความเร็วลมเฉลี่ยมากกว่า 6 เมตรต่อวินาที เช่น พื้นที่ชายฝั่งทะเลหรือภูเขาสูง ต่อมาในปี พ.ศ. 2552 ได้ติดตั้งกังหันลมขนาด 1.25 เมกะวัตต์ จำนวน 2 ต้น และเพิ่มเป็น 12 ต้น ขนาด 2 เมกะวัตต์ ในปี พ.ศ. 2559 ที่โรงไฟฟ้ากังหันลมลำตะคองชลภาวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา ปัจจุบันการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมทั้งแหลมพรหมเทพและลำตะคองยังคงผลิตไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าสีเขียวของประเทศไทยเป็นตัวอย่างของการใช้พลังงานลมอย่างยั่งยืนและการพัฒนาพลังงานสะอาดในประเทศไทย



กังหันลมเพื่อเป็นต้นแบบในการศึกษา กังหันลมที่สถานีพลังงานทดแทนแหลมพรหมเทพ กฟผ. จังหวัดภูเก็ต



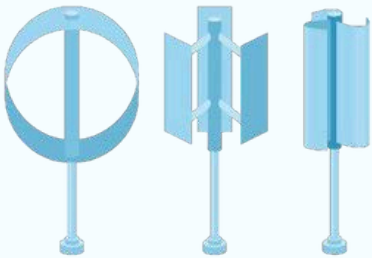
โรงไฟฟ้ากังหันลมลำตะคองชลภาวัฒนาจังหวัดนครราชสีมามีการติดตั้งกังหันลม 14 ต้น ประกอบด้วยกังหันลมขนาด 1.25 เมกะวัตต์ จำนวน 2 ต้น และกังหันลมขนาด 2 เมกะวัตต์ จำนวน 12 ต้น



กังหันลมเทคโนโลยี ผลิตไฟฟ้า

ในหัวข้อนี้เราจะเรียนรู้ถึงประเภทของกังหันลม หลักการทำงานของกังหันลม ประเภทการติดตั้งกังหันลม รวมถึงความท้าทายและโอกาสในการพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมในอนาคตการเข้าใจถึงเทคโนโลยีกังหันลมจะช่วยให้เราเห็นถึงบทบาทสำคัญของพลังงานลมในการสร้างอนาคตที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

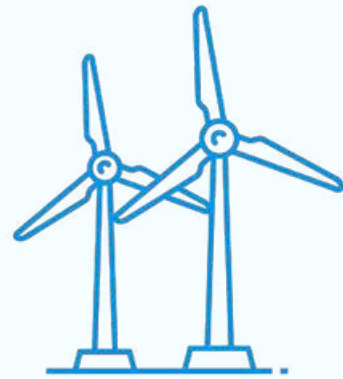
ประเภทของกังหันลม



กังหันลมแกนตั้ง หรือ (VERTICAL AXIS WIND TURBINE : VAWT) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนและใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ ซึ่งทำให้สามารถรับลมในแนวราบได้ทุกทิศทาง กังหันลมประเภทนี้ มีเพียง 2 แบบ คือ กังหันลมแดร์เรียส (DARRIEUS) และกังหันลมซาโวเนียส (SAVONIUS)

กังหันลมแนวแกนนอน (HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE)

เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับทิศทางของลม โดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากรับแรงลมมีอุปกรณ์ควบคุมกังหันให้หันไปตามทิศทางของกระแสลมเรียกว่าหางเสือและมีอุปกรณ์ป้องกันกังหันชำรุดเสียหายขณะเกิดลมพัดแรง เช่น ตั้งอยู่บนเสาที่แข็งแรงกึ่งกันลมประเภทนี้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก



กังหันลมแนวแกนนอนเป็นแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามกังหันลมแนวแกนตั้งในระยะหลังก็ได้รับความนิยมมากขึ้นเช่นกันเนื่องจากกังหันลมแนวแกนตั้งมีข้อดีที่ไม่ว่าลมจะเข้ามาทิศทางไหนก็ยังหมุนได้ โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมให้กังหันหันหน้าเข้าหาลม นอกจากนี้แล้วกังหันลมแนวแกนตั้งนั้น สามารถวางเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบบการส่งกำลังไว้ใกล้พื้นดินมากกว่าแบบแกนนอนเมื่อเวลาเกิดปัญหาที่ต้องแก้ไขสามารถดำเนินการแก้ไขได้ง่ายกว่าแบบแกนนอนที่ติดอยู่บนหอคอยสูง



กังหันลมผลิตไฟฟ้า มีหลักการทำงานอย่างไร

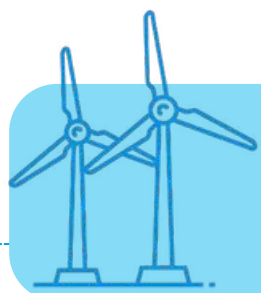
กังหันลมผลิตไฟฟ้า ทำงานโดยการเปลี่ยนพลังงานจากลมให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหันพลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุนและได้เป็นพลังงานกลออกมา พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับแกนหมุนของกังหันลมจะจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้าและจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบไฟฟ้าหลักของการไฟฟ้าต่อไปโดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเร็วของลม ความยาวของใบพัดและสถานที่ติดตั้งกังหันลมกังหันลมเป็นเทคโนโลยีพลังงานสะอาดที่ช่วยผลิตไฟฟ้าโดยไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม





ส่วนประกอบของ กังหันลมผลิตไฟฟ้า

1. **ใบพัด (BLADE)** ทำหน้าที่รับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมและหมุนแกนหมุนเพื่อส่งถ่ายกำลังไปยังเพลาแกนหมุนหลัก
2. **เพลาแกนหมุน (SHAFT)** มีอยู่ 2 ตำแหน่งด้วยกัน ได้แก่
 - เพลาแกนหมุนหลัก (MAIN SHAFT หรือ LOW SPEED SHAFT) ทำหน้าที่รับแรงจากแกนหมุนใบพัดและส่งผ่านเข้าสู่ห้องปรับเปลี่ยนทดรอบกำลังเพื่อเพิ่มรอบ
 - เพลาแกนหมุนเล็ก (SHALL SHAFT หรือ HIGH SPEED SHAFT) ทำหน้าที่รับแรงที่มีความเร็วรอบสูงของห้องทดรอบกำลังเพื่อหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3. **ห้องทดรอบกำลัง (GEAR BOX)** ทำหน้าที่ในการปรับเปลี่ยนและควบคุมความเร็วในการหมุนระหว่างเพลาแกนหมุนหลักกับเพลาแกนหมุนเล็ก
4. **เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR)** ทำหน้าที่แปลงพลังงานกลที่ได้รับเป็นพลังงานไฟฟ้า
5. **ระบบเบรก (BRAKE)** ทำหน้าที่เป็นระบบกลไกเพื่อใช้ควบคุมและช่วยให้ใบพัดหยุดหมุนเมื่อต้องการให้กังหันลมหยุดหมุนและในระหว่างการซ่อมบำรุง
6. **ระบบควบคุมไฟฟ้า (CONTROLLER SYSTEM)** ทำหน้าที่เป็นระบบควบคุมการทำงานและการจ่ายกระแสไฟฟ้า
7. **แกนคอกหมุนรับทิศทางลม (YAW DRIVE)** ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการหมุนห้องเครื่องเพื่อให้ใบพัดรับทิศทางลมโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อมต่อให้มีความสัมพันธ์กับหางเสือรับทิศทางลมที่อยู่ด้านบนของเครื่อง
8. **เครื่องวัดความเร็วและทิศทางลม (ANEMOMETER AND WIRED VANE)** ทำหน้าที่วัดความเร็วและทิศทางลมด้วยการเชื่อมต่อเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์
9. **เสา (TOWER)** ทำหน้าที่เป็นตัวรับส่วนที่เป็นชุดแกนหมุนใบพัดและตัวห้องเครื่องที่อยู่ด้านบน
10. **ฐานราก (FOUNDATION)** ทำหน้าที่รับน้ำหนักเสาและยึดกับพื้นดิน
11. **ระบบแปลงไฟฟ้า** เพื่อส่งไฟฟ้าเข้าระบบหลักของการไฟฟ้า



การติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ในประเทศไทย

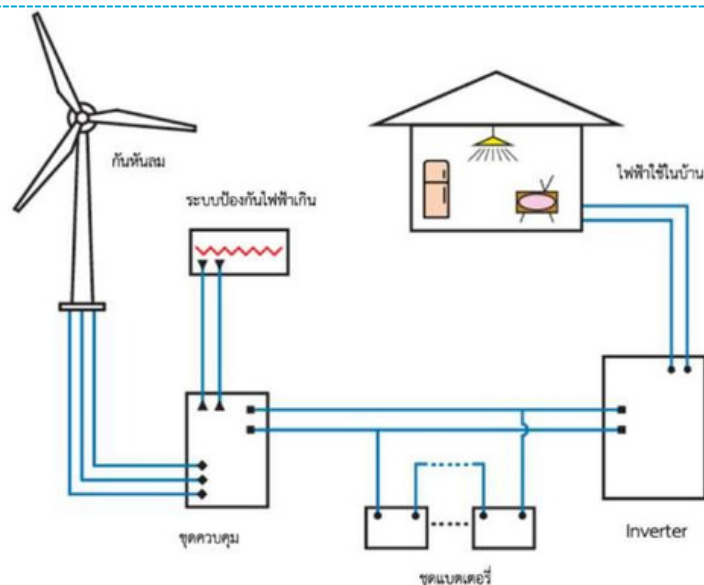
ระบบการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบหลัก ได้แก่ ระบบติดตั้งแบบเดี่ยว (STAND ALONE SYSTEM) และ ระบบติดตั้งแบบต่อเข้าสู่ระบบสายส่ง (GRID CONNECTED SYSTEM) โดยแต่ละระบบมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันซึ่งการติดตั้งกังหันลมผลิตพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยนั้นจะต้องขออนุญาตทำการติดตั้งให้ถูกต้องตามที่กฎหมายกำหนดเพื่อประโยชน์สูงสุดของผู้ติดตั้งและของประเทศ



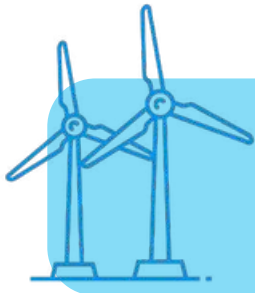
ระบบติดตั้งแบบเดี่ยว (STAND ALONE SYSTEM)

ระบบนี้เหมาะสำหรับใช้งานในพื้นที่ห่างไกล เช่น ชุมชนบนเกาะ บนเขา หรือพื้นที่ที่สายส่งไฟฟ้าเข้าไม่ถึง เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ให้กับพื้นที่นั้นโดยตรงในระบบจะมีชุดเก็บประจุไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่สำหรับเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมในระบบนี้มักมีแรงดันไฟฟ้าในช่วง 12 - 48 โวลต์ โดยชุดแบตเตอรี่จะทำงานควบคู่กับระบบควบคุมไฟฟ้าซึ่งชุดควบคุมไฟฟ้า มีหน้าที่ควบคุมแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อความปลอดภัยของระบบจะทำการติดตั้งชุดควบคุมป้องกันเพื่อไม่ให้กังหันลมหมุนเร็วเกินไปซึ่งระบบจะทำงานคู่กันระหว่างระบบทางกลและระบบไฟฟ้าการใช้งานไฟฟ้าในระบบผลิตไฟฟ้าแบบเดี่ยวนี้เราสามารถเลือกได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับหากต้องการใช้งานไฟฟ้ากระแสสลับจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นกระแสสลับหรือที่เรียกว่าอินเวอร์เตอร์ระบบติดตั้งแบบเดี่ยวมีส่วนประกอบหลักสำคัญดังนี้

1. ชุดกังหันลมผลิตไฟฟ้าโดยมากแล้วจะเป็นกังหันลมประเภทแนวแกนนอน
2. ชุดควบคุมการผลิตไฟฟ้าสำหรับควบคุมแรงดันไฟฟ้า
3. ระบบป้องกันไฟฟ้าเกินป้องกันไม่ไห้ระบบได้รับความเสียหายจากไฟฟ้าที่มีแรงดันหรือกระแสเกินกว่าที่ออกแบบไว้
4. ชุดแบตเตอรี่เก็บไฟฟ้าที่ผลิตได้เพื่อใช้ในเวลาที่ลมเบาหรือไม่มีลม
5. ชุดอินเวอร์เตอร์สำหรับแปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแบตเตอรี่ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) สำหรับใช้งานในอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป

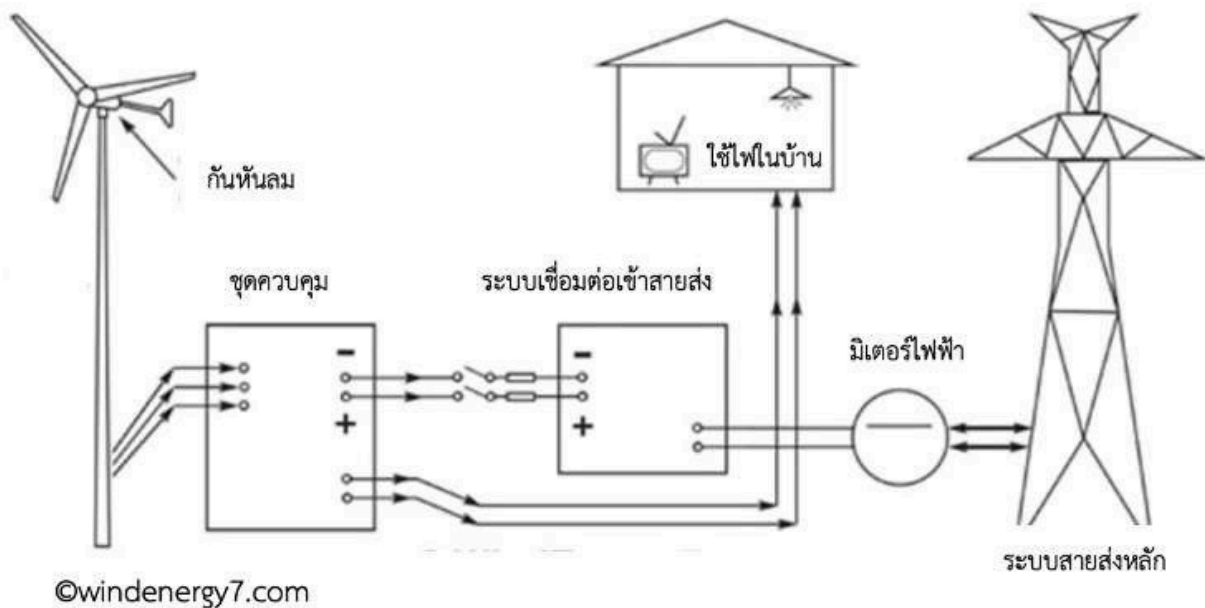


ที่มา: DOI:10.20508/ijrer.v8i3.7974.g7485



ระบบติดตั้งแบบต่อเข้าสู่ระบบสายส่ง (GRID CONNECTED SYSTEM)

ระบบนี้เหมาะสำหรับกังหันลมขนาดใหญ่ที่ออกแบบมาเพื่อผลิตไฟฟ้าปริมาณมากและเชื่อมต่อเข้ากับระบบสายส่งไฟฟ้าหลักในระบบนี้ไม่จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่หรือชุดเก็บพลังงานเนื่องจากพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะถูกส่งเข้าสู่สายส่งทันทีโดยมีอินเวอร์เตอร์เป็นตัวแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับซึ่งอินเวอร์เตอร์นี้มีราคาสูงกว่าชุดแปลงไฟทั่วไปเนื่องจากต้องมีระบบควบคุมที่ซับซ้อนรองรับการเชื่อมต่อกับระบบสายส่งและสามารถควบคุมแรงดันและความถี่ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับมาตรฐานของระบบไฟฟ้าหลักนอกจากนี้อินเวอร์เตอร์ ยังมีความสามารถในการป้องกันการเกิดกระแสไฟฟ้าขนาน(PARALLEL CURRENT) เพื่อป้องกันปัญหาในระบบสายส่งระบบติดตั้งแบบเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบสายส่งสำหรับกังหันลม มีส่วนประกอบสำคัญ ดังนี้



1.ระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม

2.อินเวอร์เตอร์ (GRID-TIE INVERTER) ทำหน้าที่สำคัญในระบบ ON-GRID โดยแปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC) หรือปรับคุณภาพไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) จากกังหันลมให้เหมาะสมสำหรับการเชื่อมต่อกับระบบสายส่งไฟฟ้าที่แปลงแล้วจะต้องมีแรงดันและความถี่สอดคล้องกับมาตรฐานของสายส่งอินเวอร์เตอร์แบบกริดยังมีระบบควบคุมและป้องกันเพื่อรักษาความเสถียรของไฟฟ้าที่จ่ายเข้าสายส่ง

3.หม้อแปลงไฟฟ้า (TRANSFORMER) ปรับแรงดันไฟฟ้าจากกังหันลมหรืออินเวอร์เตอร์ให้ตรงกับแรงดันไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้าหลัก

4.ระบบป้องกันไฟฟ้าเกิน (PROTECTION SYSTEM) ป้องกันกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าเกินรวมถึงปัญหาที่อาจเกิดจากการเชื่อมต่อกับสายส่ง

5.ระบบวัดและตรวจสอบพลังงาน (MONITORING AND METERING SYSTEM) ใช้ตรวจสอบและบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้า รวมถึงการส่งไฟฟ้าสู่ระบบสายส่ง

6.ระบบเชื่อมต่อเข้าสายส่ง (GRID CONNECTION SYSTEM) เชื่อมต่อระบบไฟฟ้าจากกังหันลมเข้าสู่สายส่งหลักโดยต้องใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อที่ได้มาตรฐาน เช่น เบรกเกอร์ รีเลย์ และระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร

7.ระบบสำรอง (BACKUP SYSTEM - OPTIONAL) แม้ว่าระบบ ON-GRID มักไม่จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่ แต่ในบางกรณีอาจมีระบบสำรอง เช่น การเชื่อมต่อกับแหล่งพลังงานอื่นเพื่อเพิ่มความมั่นคงในการจ่ายไฟฟ้า



ศักยภาพพลังงานลม สำหรับผลิตไฟฟ้า

พลังงานลม เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่มีศักยภาพและได้รับความนิยม สนใจอย่างมาก เพราะลมเป็นทรัพยากรที่ธรรมชาติมอบให้เราโดยไม่มีวันหมดอีกทั้งเทคโนโลยีผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมยังช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้มีการใช้พลังงานลมเพื่อการผลิตไฟฟ้าในประเทศเดนมาร์ก เยอรมนี และสเปนซึ่งเป็นประเทศตัวอย่างที่มีการใช้พลังงานลมที่โดดเด่นโดยเฉพาะฟาร์มกังหันลมนอกชายฝั่ง (OFFSHORE WIND FARMS) ซึ่งตั้งอยู่ในทะเลมีการใช้พลังงานลมผลิตไฟฟ้าในเขตเขตมิดเวสต์ (MIDWEST) ของสหรัฐอเมริกาที่มีลมพัดแรงตลอดทั้งปีขณะที่ในเอเชียประเทศจีน และอินเดียได้มีการติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่ โดยเฉพาะจีนที่มีฟาร์มกังหันลมใหญ่ที่สุดในโลก

การเติบโตของพลังงานลมในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาเป็นผลมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตและติดตั้งกังหันลมลงได้อย่างมากอีกทั้งยังได้รับการสนับสนุนจากนโยบายพลังงานสะอาดในหลายประเทศ ส่งผลให้พลังงานลมกลายเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญและมีบทบาทมากขึ้นในการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลทั้งนี้พลังงานลมไม่ได้เป็นเพียงแค่ทางเลือกแต่ยังเป็นแนวทางสำคัญในการสร้างความยั่งยืนทางพลังงานสำหรับอนาคต ของโลก



ฟาร์มกังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้าบายหยางเหอ (BAIYANGHE)

ตั้งอยู่ที่เมืองฉู่หลู่ฟานหรือเมืองเทอร์บัน เขตปกครองตนเองซินเจียงอุยกูร์ทางตะวันตกเฉียงเหนือของจีน

ที่มา: [HTTPS://WWW.XINHUATHAI.COM/CHINA/15795_20190708](https://www.xinhua.com/china/15795_20190708)



ฟาร์มกังหันลมนอกชายฝั่ง

บริเวณทะเลเหนือของบริษัท NATIONAL GRID ของสหราชอาณาจักร

ที่มา: <https://www.newscientist.com/article/2293043-uk-national-grid-in-talks-to-build-an-energy-island-in-the-north-sea/> 90



ศักยภาพพลังงานลม สำหรับผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้จัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย พบว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานลมในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันออกไปซึ่งมีพื้นที่ที่มีแรงลมเหมาะสมกับการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้า ได้แก่ ในพื้นที่ภาคใต้บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกและตะวันตก ในจังหวัดสงขลา จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดกระบี่ พื้นที่ภาคเหนือบนยอดเขาสูง บริเวณอุทยานแห่งชาติอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ และในพื้นที่ภาคตะวันตกบริเวณพื้นที่ในจังหวัดเพชรบุรี จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดตาก ซึ่งมีความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 6.4 เมตรต่อวินาทีเพียงพอสำหรับการผลิตไฟฟ้าอย่างไรก็ตามประเทศไทยยังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ลมพัดไม่สม่ำเสมอ ต้นทุนการติดตั้งสูงโดยเฉพาะอุปกรณ์เทคโนโลยี เช่น กังหันลม อินเวอร์เตอร์ และแบตเตอรี่ แต่ด้วยการพัฒนาเทคโนโลยีและการสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น การส่งเสริมระบบพลังงานหมุนเวียนแบบผสมผสาน (HYBRID RENEWABLE ENERGY SYSTEMS) พลังงานลมจึงยังคงเป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพและสามารถพัฒนาให้ตอบโจทย์ความต้องการพลังงานในประเทศไทยได้อย่างยั่งยืนในอนาคต

ตัวอย่างแหล่งผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมในประเทศไทย

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมจำนวน 2 แหล่งใหญ่ ได้แก่ กังหันลมผลิตไฟฟ้าบริเวณแหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต และกังหัน ลมผลิตไฟฟ้าบริเวณอ่างพักน้ำตอนบนโรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา นอกจากนี้ยังมีเอกชนที่ติดตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานลมทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่รวม 23 แห่ง (ข้อมูลจาก กฟผ., สิงหาคม 2564) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการขยายตัวของการใช้พลังงานลมในประเทศไทยและความสำคัญของแหล่งพลังงานหมุนเวียนในการสร้างความมั่นคงทางพลังงานในระยะยาว



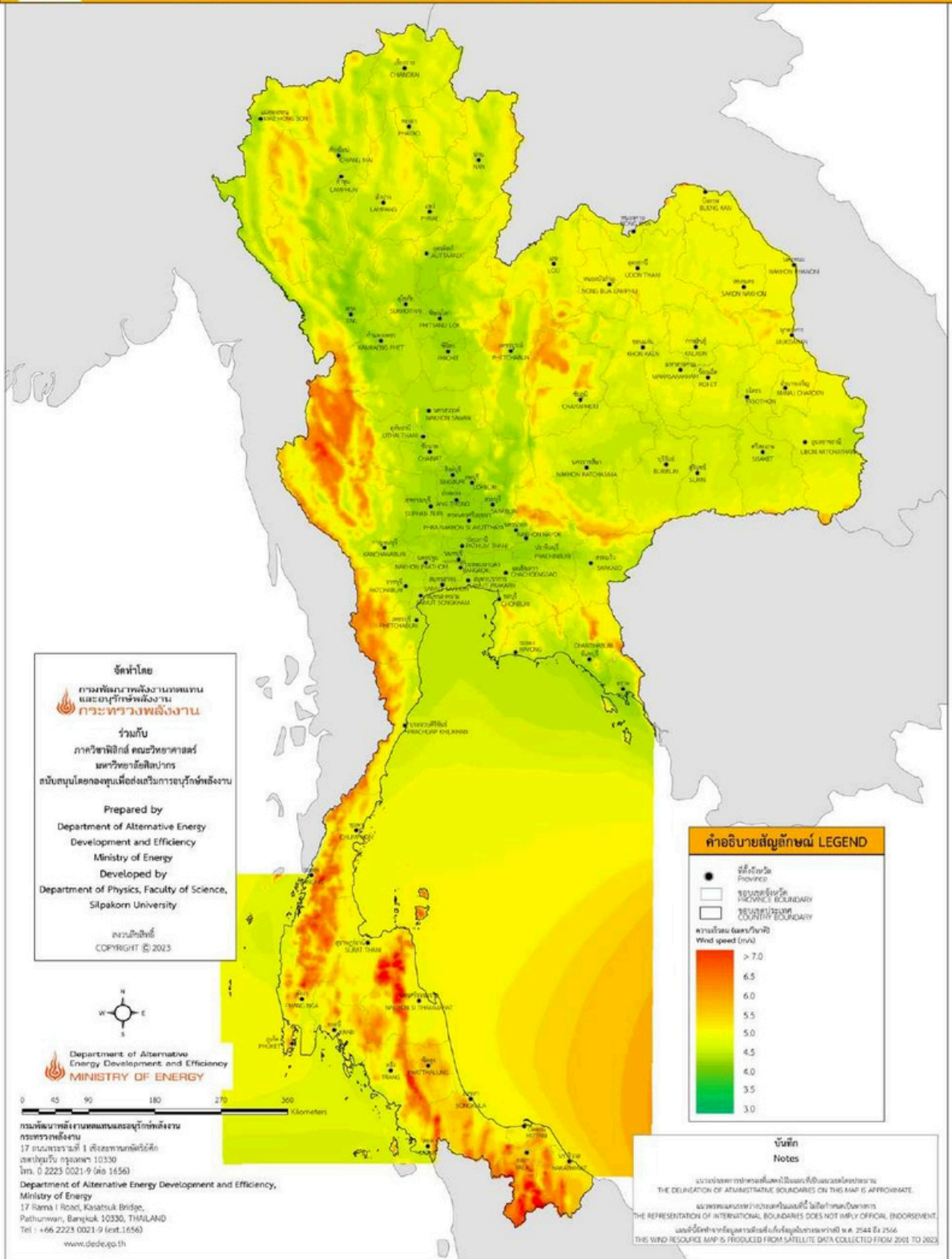
กังหันลมผลิตไฟฟ้าบริเวณแหลมพรหมเทพ

กังหันลมผลิตไฟฟ้าบริเวณอ่างพักน้ำตอนบน โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา

ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย



แผนที่ศักยภาพลมของประเทศไทยระดับความสูง 90 เมตรในปี 2566
WIND RESOURCE MAP FOR THAILAND 90 METERS ABOVE THE GROUND 2023





กังหันลมกับผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อดีของกังหันลมต่อสิ่งแวดล้อม

- **ลดมลพิษทางอากาศ** – กังหันลมไม่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) หรือก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน
- **ใช้พลังงานธรรมชาติที่ไม่มีวันหมด** – ลมเป็นทรัพยากรที่มีอยู่ตลอดไม่ต้องขุดเจาะหรือเผาไหม้เชื้อเพลิง
- **ไม่สร้างของเสียหรือสารพิษ** – ไม่ทำให้น้ำเสียหรือเกิดสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม
- **ลดการใช้พลังงานฟอสซิล** – ทำให้เราพึ่งพาน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติลดลง

ผลกระทบของกังหันลมต่อสิ่งแวดล้อม

1. **อันตรายต่อนกและค้างคาว** เนื่องจากใบพัดของกังหันลมที่หมุนเร็ว อาจทำให้นกและค้างคาวชนและได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต แต่อย่างไรก็ตามในการติดตั้งกังหันลมผู้เชี่ยวชาญ จะติดตั้งในพื้นที่ที่ไม่มีนกอพยพผ่าน หรือใช้เทคโนโลยีตรวจจับสัตว์ปีกเพื่อลดความเสี่ยง
2. **การเปลี่ยนแปลงทัศนียภาพของธรรมชาติ** เนื่องจากกังหันลมมีขนาดใหญ่อาจทำให้ภูมิทัศน์เปลี่ยนไปและกระทบกับแหล่งท่องเที่ยว ในการติดตั้งผู้เชี่ยวชาญจะคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมโดยรอบและทำการออกแบบกังหันลมให้เข้ากับสภาพแวดล้อม หรือเลือกติดตั้งในพื้นที่ห่างไกล
3. **เสียงรบกวนจากกังหันลม** เสียงเกิดจากการหมุนของใบพัด ซึ่งอาจรบกวนชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงมีการแก้ไขปัญหาโดยการติดตั้งกังหันลมให้ห่างจากพื้นที่ชุมชน หรือใช้เทคโนโลยีใบพัด กังหันลมลดเสียง
4. **การใช้พื้นที่ขนาดใหญ่** การติดตั้งกังหันลมจำเป็นต้องใช้พื้นที่ขนาดใหญ่เนื่องจากขนาดใบพัดและระบบมีขนาดใหญ่ อาจส่งผลต่อพื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่ป่าไม้
5. **ผลกระทบต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** การติดตั้งกังหันลมอาจมีผลต่อสัญญาณโทรทัศน์ วิทยุ และเรดาร์ เพราะใบพัดที่หมุนสามารถสะท้อนหรือรบกวนคลื่นสัญญาณได้ ลดผลกระทบได้ โดยการออกแบบใบพัดหรือการเลือกตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสม



เทคโนโลยีกังหันลม กับความท้าทายและโอกาส

พลังงานลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดที่ช่วยให้โลกของเรามีพลังงานใช้โดยไม่สร้างมลภาวะและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมแต่การพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมในอนาคตยังมีทั้งความท้าทายที่สำคัญในด้านต่าง ๆ เช่น

- **ความไม่แน่นอนของพลังงานลม** เนื่องจากลมมีความแปรปรวนไม่สามารถกำหนดทิศทางหรือปริมาณลมตลอดจนความแรงของลมได้ซึ่งทำให้การผลิตไฟฟ้าไม่เสถียรการใช้งานร่วมกับโครงข่ายไฟฟ้าจึงมีความจำเป็นเพื่อประสิทธิภาพสูงสุด
- **ระบบการจัดเก็บพลังงาน** พลังงานลมเป็นพลังงานที่ไม่ต่อเนื่องดังนั้นการเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ยังคงเป็นความท้าทายเนื่องจากเทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงานที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจยังอยู่ในขั้นพัฒนา
- **ความทนทานต่อสภาพอากาศรุนแรง** ปัจจุบันโลกเราเจอกับปัญหาสภาพอากาศรุนแรงซึ่งในบางภูมิภาค เช่น ทวีปเอเชียการเกิดพายุไต้ฝุ่นที่มีความรุนแรงและความถี่สูงเป็นอุปสรรคต่อการติดตั้งกังหันลมนอกชายฝั่งเนื่องจากกังหันลมต้องสามารถทนทานต่อความเร็วลมที่สูงมาก
- **การรีไซเคิลใบพัดกังหันลม** ใบพัดกังหันลมที่หมดอายุการใช้งานมักถูกฝังกลบเนื่องจากวัสดุที่ใช้ยากต่อการรีไซเคิลซึ่งเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้ในอนาคต



ความท้าทายในการใช้เทคโนโลยีกักเก็บลมมีทั้งจากสิ่งที่เราควบคุมได้และความคุมไม่ได้จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ ถึงอย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ก็ยังคงมองเห็นโอกาสในการพัฒนา เพื่อสนับสนุนเทคโนโลยีกักเก็บลมให้ยั่งยืน

- การพัฒนาเทคโนโลยีการจับเก็บพลังงาน เช่น ระบบ WIND HYDROGEN HYBRID SYSTEM ที่นำพลังงานลมมากักเก็บในรูปแบบไฮโดรเจนและแปลงกลับเป็นไฟฟ้าเมื่อจำเป็นช่วยให้การใช้พลังงานลมมีเสถียรภาพมากขึ้น
- การพัฒนากังหันลมแบบทุ่นลอย ช่วยให้สามารถติดตั้งกังหันลมในทะเลที่มีความลึกมากกว่า 60 เมตร ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวมักมีความเร็วลมสูงและสม่ำเสมอ เพื่อให้การผลิตไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น
- การพัฒนาเทคโนโลยีกันหันสำหรับพื้นที่ที่มีแรงลมต่ำ เช่น การพัฒนากังหันลมแนวแกนตั้งสำหรับการติดตั้งบนหลังคาบ้านเพื่อผลิตไฟฟ้าใช้ภายในบ้าน
- การพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานลมผลิตไฟฟ้าสมัยใหม่ ที่มีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงมีขนาดเล็กและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรอบข้าง
- การพัฒนาเทคโนโลยีรีไซเคิลใบพัดกังหันลม นักวิจัยกำลังพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถรีไซเคิลใบพัดกังหันลมเก่าให้กลับมาใช้งานใหม่ได้ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการฝังกลบและส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียน





ชวนคิดคล้ายข้อสงสัยกับ 3 คำถามในใจ ที่ไม่รู้จะถามใคร เรามีคำตอบให้...

ติดตั้งกั้นหมผลิตไฟฟ้าในบ้านต้องทำอะไร?

1. หากติดตั้ง กั้นหมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก ที่มีกำลังการผลิตไม่เกิน 1,000 กิโลวัตต์แอมแปร์ (KVA) ไม่จำเป็นต้องขอใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้าจากคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) และต้องแจ้งให้ กกพ. ทราบ
2. หากติดตั้งกั้นหมผลิตไฟฟ้าเกินกว่า 1,000 KVA ต้องขอใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้า จาก กกพ.
3. ขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร การติดตั้งกั้นหมอาจถือเป็นการก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร ควรติดต่อเทศบาลหรือองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ในพื้นที่ของคุณเพื่อขออนุญาต ก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522
4. หากต้องการจำหน่ายไฟฟ้าเข้าระบบ ต้องประสานงานกับการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายเพื่อการเชื่อมต่อโครงข่ายไฟฟ้าควรติดต่อการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในพื้นที่อาศัยอยู่เพื่อปฏิบัติตามข้อกำหนดการเชื่อมต่อโครงข่าย
5. ต้องปฏิบัติตามกฎหมายและข้อบังคับอื่น ๆ เช่น การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมแม้ว่าการติดตั้ง กั้นหมขนาดเล็กอาจไม่จำเป็นต้องทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) แต่ควรตรวจสอบข้อกำหนดในพื้นที่ที่อาศัยปฏิบัติควบคุมความปลอดภัยและมาตรฐานการติดตั้งควรปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยในการติดตั้งและการใช้งานเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

ลมก็เป็นของธรรมชาติทำไมต้องดำเนินการเยอะขนาดนี้

แม้ว่าพลังงานลมเป็นของธรรมชาติแต่กั้นหมเป็นอุปกรณ์ที่มีผลกระทบต่อชุมชน สิ่งแวดล้อม และระบบไฟฟ้า การขออนุญาตเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้การติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานด้านความปลอดภัยกฎหมายและไม่ก่อปัญหาให้กับผู้อื่นการมีกฎระเบียบช่วยให้พลังงานลมถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์สูงสุดต่อทุกคน



กังหันลมไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จริงหรือไม่

มีทั้งจริง และ ไม่จริง

จริงที่พลังงานไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและยังช่วยลดสิ่งแวดล้อมด้วย เนื่องจาก

- ✓ กังหันลมไม่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) หรือก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิด ภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นก๊าซที่ส่งผลกระทบต่อโลกของเรา
- ✓ ลมเป็นทรัพยากรที่มีอยู่ตลอด ไม่ต้องขุดเจาะหรือเผาไหม้เชื้อเพลิง
- ✓ ทำให้เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม เช่นไม่ทำให้น้ำเสียหรือเกิดสารเคมีอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม
- ✓ ลดการพึ่งพาน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ น้อยลงที่เป็นต้นตอของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศโลก

ไม่จริง บางส่วนส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน

- ⚠️ อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตโดยรอบที่ติดตั้งโดยเฉพาะนก ค้างคาวและสัตว์ป่า เนื่องใบพัดของกังหันลมที่หมุนเร็ว อาจทำให้รบกวนสัตว์ป่าโดยรอบได้
- ⚠️ การเปลี่ยนแปลงทัศนียภาพของธรรมชาติ กังหันลมมีขนาดใหญ่และเป็นสิ่งที่ มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นส่งผลกระทบต่อทัศนียภาพของธรรมชาติโดยตรง
- ⚠️ เสี่ยงรบกวนจากกังหันลม การส่งผลก่อให้เกิดความรำคาญต่อชุมชนใกล้เคียง
- ⚠️ การใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ อาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่ป่าไม้
- ⚠️ ผลกระทบต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่งผลกระทบต่อสัญญาณโทรศัพท์มือถือ และเรดาร์

แต่อย่างไรก็ตามผลกระทบเหล่านี้ยังเป็นผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่สามารถแก้ไขได้ในระยะเวลาอันสั้น จึงไม่น่าเป็นกังวล

สรุปเนื้อหาท้ายบทเรียน

- พลังงานลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดที่มีความสำคัญในยุคปัจจุบันเนื่องจากสามารถนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าได้โดยไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นจากความแตกต่างของอุณหภูมิและความกดอากาศของพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้มวลอากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วและทิศทางของลม ได้แก่ ภูมิประเทศ อุณหภูมิ และการหมุนของโลก
- การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมมีหลักการทำงานโดยใช้ใบพัดรับพลังงานจากลมและเปลี่ยนเป็นพลังงานกล จากนั้นจะถูกส่งผ่านไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อนำพลังงานกลมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้ากังหันลมมีอยู่สองประเภทหลักได้แก่ กังหันลมแกนตั้งและกังหันลมแกนนอนโดยแต่ละประเภทมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับพื้นที่การใช้งาน
- ข้อดีของพลังงานลม ได้แก่ ลมเป็นพลังงานหมุนเวียนที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสามารถช่วยลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลอย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัด เช่น ความไม่แน่นอนของลม ต้นทุนการติดตั้งที่สูงและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น เสียง รบกวน ทัศนวิสัย และผลกระทบต่อนกและสัตว์ป่า
- สำหรับประเทศไทยพื้นที่ที่มีศักยภาพในการใช้พลังงานลม ได้แก่ ชายฝั่งทะเลภาคใต้และพื้นที่บนภูเขาสูง เช่น บริเวณภาคเหนือซึ่งมีลมพัดแรงต่อเนื่องตลอดทั้งปีการนำพลังงานลมมาใช้ในประเทศต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของพื้นที่และแนวทางลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรนี้ได้อย่างยั่งยืน





ตรวจสอบความรู้พื้นฐานท้ายบท

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วเติมเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคำตอบของข้อความที่ถูกต้อง หรือเครื่องหมาย ✗ ลงในช่องคำตอบของข้อความที่ผิด

ข้อที่	ความรู้พื้นฐาน	คำตอบ
1	พลังงานลมเป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีวันหมดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	
2	อุณหภูมิและความกดอากาศที่แตกต่างกันส่งผลต่อการเกิดลม	
3	การใช้พลังงานลมสามารถช่วยลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลได้	
4	ประเทศไทยสามารถติดตั้งกังหันลมได้ทุกพื้นที่เนื่องจากมีความเร็วลมสูงเฉลี่ยตลอดปี	
5	ขณะที่กังหันลมหยุดหมุนกังหันลมยังสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้	
6	การใช้พลังงานลมไม่สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	
7	ประเทศไทยมีนโยบายสนับสนุนการใช้พลังงานลมเพื่อลดการใช้พลังงานฟอสซิล	
8	ใบพัดของกังหันลมสามารถออกแบบให้รองรับความเร็วลมที่แตกต่างกันได้	
9	การวางแผนการติดตั้งกังหันลมต้องคำนึงถึงระยะห่างระหว่างกังหันเพื่อประสิทธิภาพสูงสุด	
10	ผลกระทบด้านเสียงจากกังหันลมสามารถส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ได้	



ชื่อวิดีโอ