

## พลังงานลม

พลังงานลมเป็นพลังงานหมุนเวียนชนิดหนึ่งที่มีต้นกำเนิดจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยอ้อม กล่าวคือพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบในภาคตัดขวางของโลกประมาณ 178,000 ล้านล้านวัตต์ มีเพียง 0.2% เท่านั้นที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศที่เรียกว่าพลังงานลม และส่วนนี้ก็ยังเป็นผลให้เกิดคลื่นในมหาสมุทรด้วย ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดที่มีอยู่อย่างมหาศาลและสามารถใช้ได้อย่างไม่มีวันหมดสิ้น ซึ่งได้มีการนำมาใช้ประโยชน์กันเป็นเวลานานแล้ว ด้วยการประกอบใช้กับเครื่องจักรต่าง ๆ เช่น เครื่องสีข้าว ระหัดวิดน้ำ ฯลฯ โดยในการนำพลังงานจากลมออกมาใช้ประโยชน์นั้น เครื่องมือสำคัญคือ กังหันลม (Wind Mill) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจลน์จากลมมาเป็นพลังงานกลโดยตรง การใช้ประโยชน์จากกังหันลมในระยะแรก ๆ จะเป็นการประยุกต์ใช้กับงานกลเป็นส่วนใหญ่ และในเวลาต่อมาการพัฒนาใช้ประโยชน์ในลักษณะกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Turbine Generator) จึงเริ่มขยายตัวมากขึ้นเพื่อทดแทนการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานจากซากพืชซากสัตว์หรือพลังงานเชื้อเพลิงที่นับวันจะมีต้นทุนที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ อีกทั้งยังก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ประเภทตามเหตุที่เกิดและบริเวณที่เกิด คือลมประจำปี ลมประจำฤดู ลมประจำเวลา และลมประจำถิ่น ส่วนลมที่จะไม่พูดถึงเลย คือลมพายุที่เป็นลมระดับพื้นผิวด้วยเช่นกัน ซึ่งลมแต่ละประเภทที่จะกล่าวถึงในที่นี้คือ

- **ลมประจำปี** - เป็นลมที่พัดอยู่เป็นประจำตลอดทั้งปีในส่วนต่างๆ ของโลกแตกต่างกันไปในแต่ละเขตละติจูดของโลก เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในบริเวณเขตร้อนชื้น อธิติพลของลมประจำปีจึงไม่มีประโยชน์ในการนำมาใช้ ซึ่งคุณเกียรติชัยถึงกับบ่นเสียดายมาก
- **ลมประจำฤดู** - เป็นลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางตามฤดูกาล เรียกว่า ลมมรสุม เมื่อพัดถึงลมในบทความนี้จะพูดถึงเฉพาะลมพื้นผิวที่ผ่านประเทศไทยเท่านั้น ลมมรสุมที่มีความสำคัญมากก็คือ ลมมรสุมฤดูร้อน พัดในแนวทิศใต้ และตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม ลมมรสุมฤดูหนาว พัดในแนวทิศเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์
- **ลมประจำเวลา** - เป็นลมที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศระหว่าง 2 บริเวณในระยะเวลาสั้นๆ ได้แก่ ลมบก ลมทะเล ลมภูเขา และลมหุบเขา บริเวณที่อยู่ตามชายฝั่งอิทธิพลของลมบก ลมทะเลมีสูงมาก ยังจำกันได้ไหมว่าลมบกพัดจากบกสู่ทะเลในตอนกลางคืน ส่วนลมทะเลพัดจากทะเลเข้าหาฝั่งในตอนกลางวัน ไปเที่ยวภูเก็ตกันดีไหมคะ

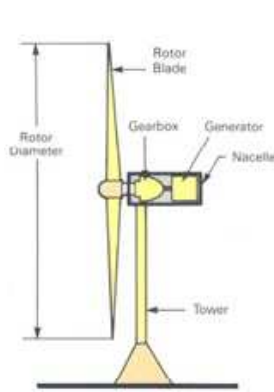
พลังงานลม เป็นพลังงานธรรมชาติที่สะอาดและบริสุทธิ์ ใช้แล้วไม่มีวันหมดสิ้นไปจากโลก จึงทำให้พลังงานลมได้รับความสนใจในการศึกษาและพัฒนาให้เกิดประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง ในขณะเดียวกัน กังหันลม ก็เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่สามารถนำพลังงานลมมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้โดยเฉพาะในการผลิตกระแสไฟฟ้าและการสูบน้ำ ซึ่งมีการใช้งานกันมาแล้วอย่างแพร่หลายในอดีตที่ผ่านมา

**เทคโนโลยีพลังงานลม** การจำแนกชนิดของกังหันลม มี 2 วิธี กล่าวคือ

1. การจำแนกตามลักษณะแนวแกนหมุนของกังหัน จำแนกได้ 2 ประเภท ได้แก่ กังหันลมที่มีแกนหมุนในแนวนอน และ กังหันลมที่มีแกนหมุนในแนวตั้ง
2. การจำแนกตามลักษณะแรงขับที่กระแสลมกระทำต่อกังหัน มี 2 แบบ คือ การขับด้วยแรงยก (Lift force) และการขับด้วยแรงจุดหรือแรงหน่วง (Drag force)

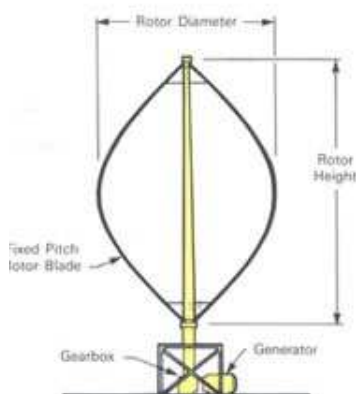
### กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine)

เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับทิศทางของลมโดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากกับแรงลม มีอุปกรณ์ควบคุมกังหันให้หันไปตามทิศทางของกระแสลม เรียกว่า หางเสือ และมีอุปกรณ์ป้องกันกังหันชำรุดเสียหายขณะเกิดลมพัดแรง เช่น ลมพายุและตั้งอยู่บนเสาที่แข็งแรง กังหันลมแบบแกนนอน ได้แก่ กังหันลมวินด์มิลล์ (Windmills) กังหันลมใบเสื่อลำแพน นิยมใช้กับเครื่องสูบน้ำ กังหันลมแบบกังล้อจักรยาน กังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้าแบบพรอปเพลเลอร์ (Propeller)

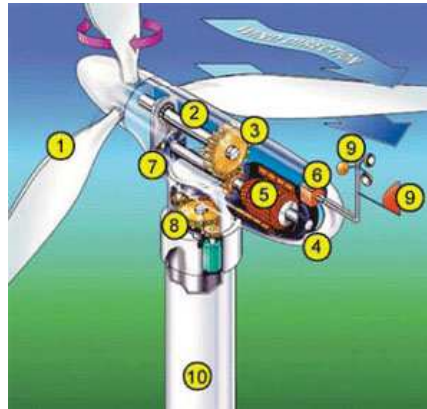


### กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine)

เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนและใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ ซึ่งทำให้สามารถรับลมในแนวราบได้ทุกทิศทาง



## ส่วนประกอบของระบบกังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้า



1. **ใบพัด** เป็นตัวรับพลังลมและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล ซึ่งยึดติดกับชุดแกนหมุนและส่งแรงจากแกนหมุนไปยังเพลาแกนหมุน
2. **เพลาแกนหมุน** ซึ่งรับแรงจากแกนหมุนใบพัด และส่งผ่านระบบกำลัง เพื่อหมุนและปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3. **ห้องส่งกำลัง** ซึ่งเป็นระบบปรับเปลี่ยนและควบคุมความเร็วในการหมุน ระหว่างเพลาแกนหมุนกับเพลาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
4. **ห้องเครื่อง** ซึ่งมีขนาดใหญ่และมีความสำคัญต่อกังหันลม ใช้บรรจุระบบต่างๆ ของกังหันลม เช่น ระบบเกียร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เบรก และระบบควบคุม
5. **เครื่องกำเนิดไฟฟ้า** ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
6. **ระบบควบคุมไฟฟ้า** ซึ่งใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ
7. **ระบบเบรก** เป็นระบบกลไกเพื่อใช้ควบคุมการหยุดหมุนของใบพัดและเพลาแกนหมุนของกังหัน เมื่อได้รับความเร็วลมเกินความสามารถของกังหันที่จะรับได้ และในระหว่างการซ่อมบำรุงรักษา
8. **แกนคอกหมุนรับทิศทางลม** เป็นตัวควบคุมการหมุนห้องเครื่อง เพื่อให้ใบพัดรับทิศทางลมโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่เชื่อมต่อให้มีความสัมพันธ์ กับหางเสือรับทิศทางลมที่อยู่ด้านบนของเครื่อง
9. **เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม** ซึ่งเชื่อมต่อสายสัญญาณเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นตัวชี้ขนาดของความเร็วและทิศทางของลม เพื่อที่คอมพิวเตอร์จะได้ควบคุมกลไกอื่นๆ ได้ถูกต้อง
10. **เสา** ซึ่งตั้งอยู่ที่พื้นที่ที่ทำการก่อสร้างอย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรม และเป็นตัวแบกรับส่วนที่เป็นตัวเครื่องที่อยู่ข้างบน

หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้น เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน และได้เป็นพลังงานกลออกมา พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเร็วของลม ความยาวของใบพัด และสถานที่ติดตั้งกังหันลม

## พลังงานลมในประเทศไทย

### **กังหันลมที่แหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต**

ในปี พ.ศ. 2526 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้เลือกบริเวณแหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต ซึ่งเป็นจุดที่มีข้อมูลบ่งชี้ว่า มีความเร็วลมเฉลี่ยตลอดปี ประมาณ 5 เมตรต่อวินาที เป็นสถานที่ตั้งของสถานีทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม ใช้ชื่อว่า สถานีพลังงานทดแทนพรหมเทพ โดยตั้งอยู่ทางทิศเหนือของแหลมพรหมเทพ ประมาณ 1 กิโลเมตร

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526-2535 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้เริ่มติดตั้งกังหันลมขนาดเล็กเพื่อทดสอบการใช้งานที่สถานีแห่งนี้ จำนวน 6 ชุด พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์บันทึกข้อมูลคือ Digital Data Logger และ Strip Chart Recorder ไว้อย่างครบถ้วน สำหรับไฟฟ้าที่ผลิตได้ก็นำมาใช้ให้แสงสว่างในบริเวณสถานีทดลองฯ โดยใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นสรุปได้ว่า การใช้กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าที่บริเวณสถานีพลังงานทดแทนพรหมเทพนี้ มีผลเป็นที่น่าพอใจ แต่ยังคงมีปัญหาเรื่องชิ้นส่วนบางชนิด เช่น ใบกังหัน และตลับลูกปืนชำรุด นอกจากนี้ในบางกรณียังมีปัญหาเรื่องการจัดซื้ออะไหล่จากต่างประเทศอีกด้วย



ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2531 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) จึงได้กำหนดแผนงานเชื่อมโยงระบบกังหันลมมาผลิตไฟฟ้าเข้าสู่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ในลักษณะของการใช้งานจริง และเพื่อศึกษาหาประสบการณ์ในการเชื่อมต่อเข้าระบบไปพร้อม ๆ กัน โครงการดังกล่าว ดำเนินไปด้วยดีตามแผนงาน โดยได้รับความร่วมมือจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และสามารถจ่ายไฟเข้าสู่ระบบได้เมื่อต้นเดือนสิงหาคม 2533 นับเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ที่สามารถนำไฟฟ้าจากพลังงานลมมาใช้งานได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับระบบจำหน่ายไฟฟ้านอกเหนือจากการใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าแล้ว ที่บริเวณสถานีพลังงานทดแทนพรหมเทพนี้ ยังได้ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดกำลังผลิต 8 กิโลวัตต์ เพื่อใช้งานร่วมกับกังหันลม และเชื่อมโยงระบบนี้เข้ากับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคด้วยเช่นกัน

จากความสำเร็จในการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากกังหันลมดังกล่าวทำให้มีความมั่นใจในการศึกษาและติดตั้งกังหันลมเพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2535 ได้ติดตั้งกังหันลมขนาดกำลังผลิต 10 กิโลวัตต์ เพิ่มอีก 2 ชุด โดยเชื่อมโยงเข้ากับระบบสายส่งไฟฟ้าด้วย ทำให้สถานีพลังงานทดแทนพรหมเทพแห่งนี้มีกำลังผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมรวม 42 กิโลวัตต์

จากประสบการณ์ที่ได้รับจากการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากกว่า 13 ปี ตลอดจนผลจากการติดตามเทคโนโลยีด้านกังหันลมมาโดยตลอดทำให้ กฟผ. มีความพร้อมที่จะติดตั้งกังหันลมในขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้นในปี พ.ศ. 2539 กฟผ. จึงติดตั้งกังหันลม ขนาดกำลังผลิต 150 กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นกังหันลมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่เคยติดตั้งมาในประเทศไทย รวมทั้งกังหันลมชนิดนี้มีเทคโนโลยีที่เชื่อถือได้สำหรับการผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ ขณะเดียวกันก็ยกเลิกการใช้งานกังหันลมขนาดเล็กที่ต้องซ่อมบำรุงบ่อยและชำรุดเสียหาย ทำให้มีกำลังผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมรวม 170 กิโลวัตต์ ต่อมา ในปี พ.ศ. 2541 ได้ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติมอีก รวมกำลังผลิตทั้งสิ้น 180.124 กิโลวัตต์

(ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

### โครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมของสำนักงานเมืองพัทยาที่ เกาะล้าน จ.ชลบุรี

ใช้กังหันลมแบบแกนนอนขนาดเล็ก 3 ใบพัด เสาสูง 18 เมตร มีกำลังการผลิต 4.45 kW /ชุด(คำนวณจากการผลิตกระแสไฟ 20 แอมแปร์ ,ที่แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์) ที่ความเร็วลม 13 เมตรต่อวินาที มีจำนวนทั้งหมด 45 ชุด แบ่งเป็นเฟสละ 15 ชุด ทั้งหมดจำนวน 3 เฟส (ตามระบบส่งจ่ายไฟฟ้าในประเทศ) โดยชุดผลิตไฟฟ้าแต่ละชุดเชื่อมต่อกับระบบส่งจ่ายของการไฟฟ้า ซึ่งผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยใช้ลมพัดใบกังหันหมุน พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับแกนหมุนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้า ผ่าน Inverter แปลงไฟแรงดันกระแสตรง เป็นแรงดันกระแสสลับ 220 โวลต์ ในแต่ละชุดจะมีแบตเตอรี่เพื่อเลี้ยงวงจรการทำงานของ Inverter โดยแบตเตอรี่รับไฟเลี้ยงกระแสตรงจากการที่กังหันลมหมุน แต่หากไม่หมุนจะรับไฟเลี้ยงจากระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าแทน ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมแต่ละชุดจะส่งไปยังห้องควบคุมโดยจะไปรวมที่แผงแต่ละเฟสซึ่งมี meter แสดงกระแสไฟฟ้า



เมื่อสอบถามจากเจ้าหน้าที่พบว่า กังหันลมเริ่มหมุนเพื่อผลิตไฟฟ้าที่ความเร็วลม 2.5 เมตรต่อวินาที โดยความเร็วลมบนเกาะอยู่ระหว่าง 4-5 เมตรต่อวินาที จากการสังเกต กระแสที่ได้อยู่ระหว่าง 5-10 แอมแปร์ (ขึ้นอยู่กับความเร็วของลมที่พัดและกังหันลมที่หมุน 25 - 40รอบต่อวินาที) คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าคือ (5-10แอมแปร์) x 220โวลต์= 1.1-2.2 kW ต่อกังหันลมผลิตไฟฟ้า 1 ชุด ซึ่ง 1 เฟสมี 15 ชุด นั่นคือ จะได้ไฟฟ้ารวม (1.1-2.2kW) x 15=16.5-33 kWต่อ 1 เฟส หากมีลม 10 ชั่วโมงต่อวันจะได้ (16.5-33kW) x10 hour=165 - 330 kWh (หน่วย)

ชุดการผลิตแต่ละเฟสจะต่อเข้ากับตู้ MDB เพื่อใช้ แรงดันไฟ 380 โวลต์ ผ่านเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) ขยายแรงดัน

(step-up) เป็น 22 kV เชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ใช้เครื่องย่นดีเซลผลิตกระแสไฟฟ้า เจ้าหน้าที่แจ้งอีกว่า ชุดกังหันลม 45 ชุด เคยผลิตไฟฟ้ารวมได้สูงสุดถึง 120 kW (สูงกว่าปกติที่ผลิตได้ 16.5-33 kW) นั่นคือ  $120/45 = 2.67$  kW ต่อ 1 ชุดการผลิต (คำนวณเป็นกระแสไฟได้ 12.12 แอมแปร์ ที่แรงดัน 220 โวลต์) ซึ่งมีตัวประกอบการผลิต (Generating factor) สูงถึง  $(2.67/4.45) * 100 = 60 \%$



ชุดการผลิตแต่ละชุดจะมีชุดวงจร dumpload เอาไว้ break การหมุนของใบพัดเมื่อกังหันลมชำรุดและหากเกิดความเร็วลมที่เกิน 15 เมตรต่อวินาที ใบพัดจะเบี่ยงขึ้นสู่ท้องฟ้า เพื่อป้องกันความเสียหายจากแรงลม

นอกจากนี้ยังมีระบบป้องกันฟ้าผ่าโดยติดตั้งไว้ 2 จุด คือบริเวณศูนย์กลางของกลุ่มกังหันลม 45 ตัวและจุดที่สองใกล้ห้องควบคุมหลัก แต่ก็ไม่อาจจะรับประกันได้ 100 เปอร์เซ็นต์ว่าจะปลอดภัยจากการที่มีฟ้าผ่าได้ การไปครั้งนี้เราพบชุดกังหันลมที่ break การหมุนของใบพัดเนื่องจากชำรุดเสียหายและอยู่ในระหว่างซ่อมแซมด้วย

## **อุปสรรคในการพัฒนาโครงการพลังงานลม**

### **อุปสรรคทางเทคนิค**

- ความเร็วลมเฉลี่ยในประเทศไทยมีค่าต่ำกว่า 4.4 m/s (Class 1 ของ DOE) ซึ่งปัจจุบันยังไม่คุ้มทุน การพัฒนาควรเริ่มที่ Class 2 ที่มีความเร็วอยู่ระหว่าง 4.4 – 5.1 m/s หรือ Class ที่สูงกว่า อาจจะสามารถพบได้บ้างในพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงของประเทศไทย
- ขาดองค์ความรู้และประสบการณ์ตรงในการสร้างและพัฒนากังหันลม
- ปัญหาการเข้าถึงเหล่าที่ตั้งบางครั้งทำได้ลำบาก (Site accessibility) เช่นเขตป่าเขา ทำให้มีปัญหาการขนส่ง หรือขอใช้พื้นที่ เช่นเป็นพื้นที่ในความดูแลของกรมป่าไม้
- ขาดการสำรวจข้อมูลพลังงานลมเฉพาะตำแหน่ง (specific site map) ที่มีความละเอียดสูงในพื้นที่ที่มีแนวโน้มว่าจะมีศักยภาพพลังงานลมสูง เช่นบริเวณช่องเขาและยอดเขาที่พัดผ่านตลอดแนวภาคใต้ เพื่อช่วยการตัดสินใจในระดับเบื้องต้นได้ (Preliminary feasibility study)

### **อุปสรรคที่ไม่ใช่เชิงเทคนิค**

- เนื่องจากต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าด้วยลมต่อหน่วยในปัจจุบันยังสูงอยู่มาก การลงทุนไม่มีความคุ้มค่า ปัจจุบันรัฐยังขาดการส่งเสริมและสนับสนุนการลงทุนเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน
- ผู้ลงทุนต้องการใช้เทคโนโลยีที่ผ่านการพิสูจน์แล้วว่าใช้งานได้จริง ( Proven Technology) เพราะไม่ต้องการเสี่ยงต่อการ

ลงทุน การพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศ ยังไม่สามารถพัฒนาถึงขั้นที่พิสูจน์ว่าใช้งานได้จริง ความมั่นใจของนักลงทุนที่จะใช้เทคโนโลยีของไทยเอง จะมีความเป็นไปได้น้อย

- ความต้องการใช้งานกังหันลมในประเทศไทยยังมีน้อยอันเนื่องมาจากความไม่แน่ใจในคุณภาพของเทคโนโลยี ทำให้ไม่มีการสนับสนุนให้เกิดการผลิตจำนวนมากในเชิงพาณิชย์
- ความร่วมมือระหว่างหน่วยงานทั้งภาครัฐ เอกชน มหาวิทยาลัย และการไฟฟ้ายังมีน้อย จึงทำให้การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีระหว่างหน่วยงานมีน้อย แต่ละหน่วยงานไม่ทราบถึงผลสำเร็จของการวิจัยจากหน่วยงานอื่น ทำให้ไม่เกิดการวิจัยแบบต่อยอดเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศให้มีความก้าวหน้าต่อไป -ขาดแผนงานวิจัยและพัฒนาที่เน้นการสร้างเทคโนโลยีและผลิตกังหันลมในประเทศเป็นหลัก เนื่องจากขณะที่เทคโนโลยีในประเทศยังไม่สามารถสร้างกังหันลมได้เอง จึงต้องนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยที่ไม่มีแผนการวิจัยว่าชิ้นส่วนใดที่สามารถผลิตทดแทนโดยภาคอุตสาหกรรมในประเทศบ้าง
- ขาดการเชื่อมโยงระหว่างนักวิจัย ผู้ผลิต และผู้ผลิตขาดแรงจูงใจการผลิตแบบเชิงพาณิชย์
- ขาดบุคลากรที่มีความชำนาญด้านพลังงานลมและระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

### **แนวทางการแก้ไขปัญหาและอุปสรรค**

- เนื่องจากต้นทุนของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมยังสูงอยู่และยังไม่สามารถแข่งขันกับเทคโนโลยีอื่น ๆ ได้ ดังนั้นจึงต้องเลือกติดตั้งกังหันลมในพื้นที่ที่มีต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดก่อนหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือเลือกพื้นที่ที่มีความเร็วลมเพียงพอต่อการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า ทั้งนี้ความเร็วลมที่เหมาะสมกับการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า คือพื้นที่ที่มีความเร็วลมในระดับ Class 5 (6.0 m/s – 6.4 m/s) ขึ้นไปแต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาเพื่อจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลมของ พพ. พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยกว่า 90 % มีความเร็วลมอยู่ใน Class 1 ส่วนพื้นที่ที่มีความเร็วลมอยู่ใน Class 3 ขึ้นไปมีอยู่ประมาณ 2 % เท่านั้น ซึ่งเป็นความเร็วลมตั้งแต่ Class 3 ขึ้นไป เพื่อดำเนินการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าซึ่งทำได้ง่ายกว่า เมื่อประสบผลสำเร็จแล้ว จึงค่อยดำเนินการในพื้นที่ที่มีศักยภาพรอง ๆ ลงมา

- ควรมีระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูงระดับ 22 หรือ 33kV หรือ 115 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคผ่านหรืออยู่ในรัศมีไม่เกิน 10 กิโลเมตร เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของกังหันลมเข้ากับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ และสามารถเดินทางเข้าถึงพื้นที่เพื่อทำการติดตั้งกังหันลมและพัฒนาระบบได้ เป็นต้น

- การวิจัยและพัฒนากังหันลมประสิทธิภาพสูงที่ความเร็วลมต่ำที่เหมาะสมกับลักษณะของประเทศไทยเป็นการเฉพาะเพื่อเพิ่ม Capacity factor ให้มีค่ามากกว่า 20 % ขึ้นไป และมีค่า Cut in มีค่าต่ำกว่า 2 m/s rated speed ที่ 4-5 m/s

- กังหันลมที่นำเข้ามาติดตั้งในประเทศนั้นเป็นกังหันลมที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับ wind regime ของต่างประเทศที่มีความเร็วลมสูง ซึ่งกังหันลมมี Cut in สูง และมีค่า rated speed สูง ในขณะที่ลักษณะของลมในประเทศไทยนั้นมีความเร็วค่อนข้างต่ำ ทำให้กังหันลมไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อให้สามารถใช้เวลาพลังงานลมที่มีอยู่อย่างเต็มประสิทธิภาพจึงควรมีการวิจัยพัฒนากังหันลมประสิทธิภาพสูงความเร็วลมต่ำที่เหมาะสมกับลักษณะลมของประเทศไทยเพื่อเพิ่ม capacity factor ทั้งนี้ควรสนับสนุนให้เริ่มทำการวิจัยและพัฒนากังหันลมที่ทำงานที่ความเร็วลมต่ำที่มีขนาดเล็กก่อน ที่ขนาดไม่เกิน 100 kW เพื่อใช้เป็นตัวอย่งสำหรับการเรียนรู้และหาประสบการณ์ให้ประสบความสำเร็จก่อน แล้วจึงค่อยพัฒนา

กังหันลมที่มีขนาดใหญ่ขึ้นในระดับ 100 kW ไปจนถึงระดับขนาดกำลังผลิต 1 MW โดยมีการวิจัยพัฒนาชิ้นส่วนแบบครบวงจร ได้แก่ ใบพัด ,Generator, power trains, brakes, yaw system, เสา และระบบswitching, interconnection, control ควบคู่กับการวิจัยต่อยอดโดยวิธีการ reversed engineering

- พัฒนาอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ๆ โดยชิ้นส่วนมาตรฐานทางอุตสาหกรรมที่มีอยู่แล้วภายในประเทศให้มากที่สุด เพื่อลดต้นทุน

- ทำการวิจัยและพัฒนาเพื่อออกแบบชิ้นส่วนของกังหันลม ให้มีมาตรฐานสอดคล้องกับชิ้นส่วนมาตรฐานทางอุตสาหกรรมที่มีผู้ผลิตอยู่แล้วในประเทศไทย เพื่อให้ต้นทุนต่ำสุด โดย Characterize ชิ้นส่วนอุปกรณ์สำคัญต่างๆ ของกังหันลม และศึกษาว่าชิ้นส่วนใดที่ภาคอุตสาหกรรมไทยสามารถมีการผลิตใช้ได้แล้วในงานอุตสาหกรรม แต่สามารถปรับใช้ให้สอดคล้องกับความต้องการได้ วิจัยและออกแบบพัฒนาอุปกรณ์เหล่านี้ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานของระบบกังหันลมเป็นการเฉพาะ ระบบต่างๆ ที่สำคัญได้แก่

- ตัวใบพัด : การออกแบบใบพัดโดยใช้เทคโนโลยี Aerodynamics เพื่อให้ได้กังหันลมที่มีความเร็ว Cut in 9 ต่ำกว่า 2 m/s ทั้งนี้ใบพัดต้องมีขนาดเบาและมีความแข็งแรง ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางด้านวัสดุศาสตร์เพื่อวิจัยและพัฒนาหาวัสดุที่มีคุณสมบัติตามต้องการ

- generator : วิจัยและพัฒนา generator ให้มีความเร็วต่ำ ขนาดกระทัดรัด และมีประสิทธิภาพสูง เมื่อกำหนดใช้วัสดุที่ดี เช่น super magnet เป็นต้น

- ระบบแปลงไฟและควบคุมการเชื่อมต่อกับสายส่ง : การพัฒนาระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังเพื่อช่วยควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างกังหันไฟฟ้ากับกริด

- เสา : พัฒนาการสร้างเสาที่มีความแข็งแรงและราคาถูกลง เพื่อลดต้นทุนการผลิต

- เทคโนโลยีกังหันลมของประเทศในยุโรปนั้นมีการล้ำหน้าประเทศไทยค่อนข้างมาก และเพื่อให้การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมที่เหมาะสมกับสภาพลมในประเทศไทยสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วจึงต้องมีการวิจัยในลักษณะต่อยอดโดยวิธีการ Reversed Engineering ซึ่งเป็นการนำเอาเทคโนโลยีจากต่างประเทศเข้ามาเพื่อศึกษาการทำงาน ประสิทธิภาพการทำงานในสภาวะการใช้งานจริงกับสภาพลมในพื้นที่ติดตั้ง การบำรุงรักษาของระบบกังหันลม และส่วนประกอบเพื่อช่วยในการประเมินข้อดีข้อด้อยของเทคโนโลยีและประสิทธิภาพการทำงานและช่วยในการระบุประเด็นวิจัยต่อยอดในการพัฒนากังหันลมที่เหมาะสมกับประเทศไทยได้ เช่น การศึกษาส่วนประกอบของกังหันลมที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเพื่อช่วยให้นักวิจัยออกแบบและพัฒนาเพื่อผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยใช้ศักยภาพของภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศ เช่น การผลิตชิ้นส่วนของเกียร์ เพื่องาน โดยใช้ศักยภาพของอุตสาหกรรมยานยนต์เป็นต้น หรือการศึกษาระบบการทำงานและการบำรุงรักษาช่วยให้นักวิจัยสามารถระบุประเด็นในการวิจัยเพื่อพัฒนาแต่ละระบบได้ เช่น ระบบใบพัด ระบบควบคุม ระบบการผลิตไฟฟ้า เป็นต้น



นอกจากนี้ควรมีการกำหนดมาตรฐานการทดสอบกังหันลมที่นำเข้าไปศึกษาผลของการใช้กังหันลมในประเทศ เพื่อหาทาง  
เพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนต่อไป