

บทที่ 1

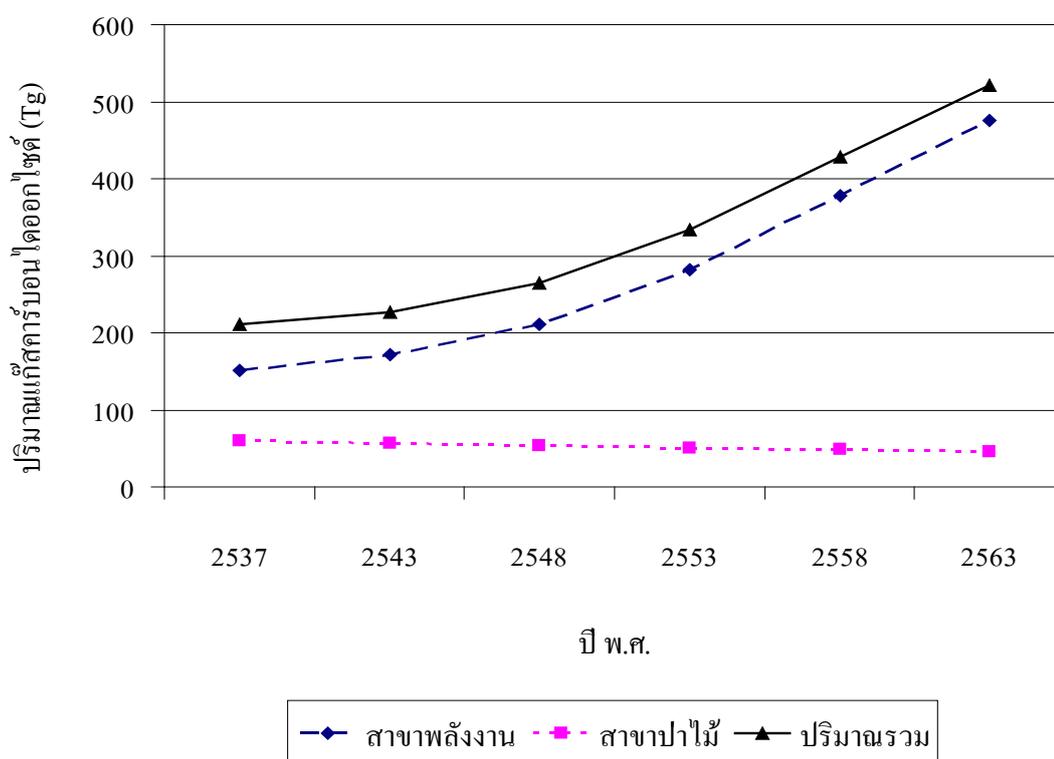
บทนำ

1.1 ความสำคัญ / เหตุผล/ปัญหาที่สำคัญของงานวิจัย

ชาวชนบทบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีรายได้ต่อครัวเรือนต่อปีต่ำหรือที่นิยมเรียกกันให้เข้าใจง่ายๆว่า “จน” อีกทั้งยังมีการศึกษาน้อย ทำให้ไม่มีทางเลือกมากมายในการประกอบอาชีพ ถ้าต้องการผลิตทางการเกษตรเพื่อยังชีพ เหลือจึงค่อยขาย จะมีความต้องการระบบส่งน้ำที่มีราคาถูกลงมาก ค่าใช้จ่ายต่ำ ในขณะที่เดียวกันเกษตรกรเหล่านี้มักมีของเหลือทิ้งในฟาร์มอยู่มากมายหลายชนิดหลายประเภท ถ้าสามารถนำมาสร้างกังหันลมแกนตั้ง ใช้สูบน้ำ น้ำต้องพอให้พืชใช้ และไม่เกิดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งาน(ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ง่าย ใช้มากกว่า 2000 ปีแล้ว ใครก็เข้าใจได้) กังหันลมสูบน้ำที่ผลิตจากวัสดุทิ้งและต้นทุนต่ำ ต้องเป็นแบบผลิตได้ในประเทศ เพราะราคาถูก แต่ต้องหยุดได้และเริ่มใหม่ได้เมื่อลมหยุดพัดหรือลมพัดใหม่ ต้องหยุดได้ถ้าเกิดพายุ ซึ่งระบบการสูบน้ำแบบหมุนได้ จะใช้ไม่ได้ต้องใช้แบบระบบสูบน้ำชัก ขับด้วยกังหันลม ซึ่งไม่ต้องจ่ายค่าพลังงาน

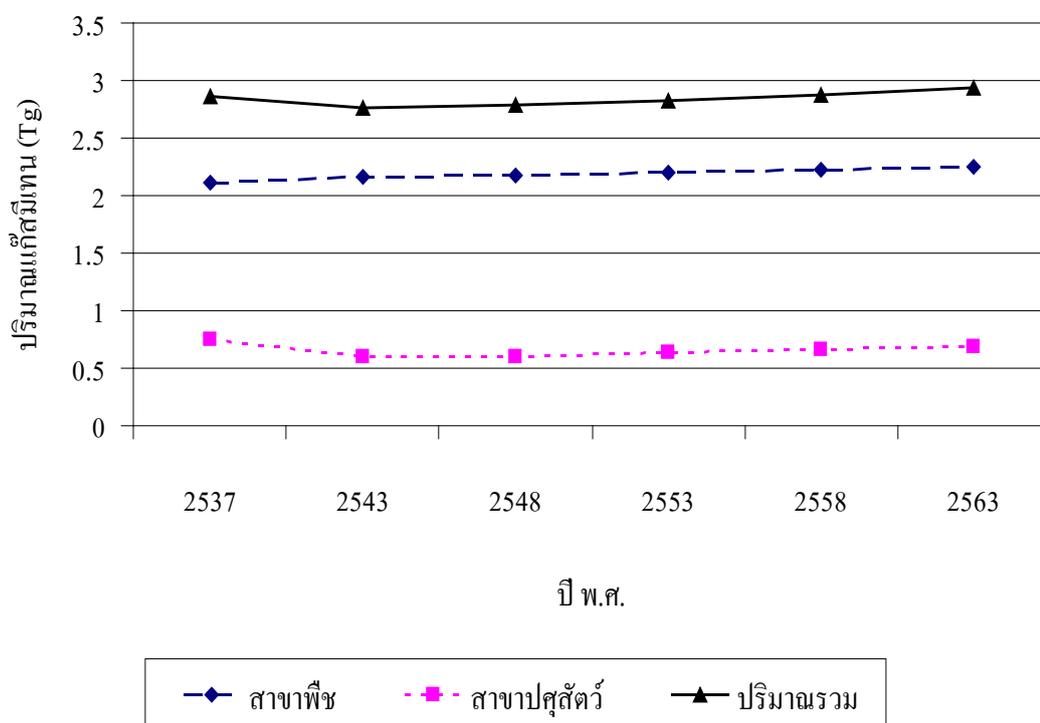
ที่ประชุม Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] ในปี ค.ศ. 1995 ณ ประเทศอังกฤษสรุปไว้ว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกเกิดจากแก๊สเรือนกระจกซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ การป้องกันหรือแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถดำเนินการได้โดยวิธีการที่มนุษย์จะต้องลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจกลง ตัวอย่างของผลลัพธ์ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกคือระดับน้ำทะเลสูงขึ้น ซึ่ง IPCC (1995) ทำนายไว้ว่าในปี ค.ศ. 2100 ระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้นประมาณ 3 ฟุต จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ เกิดการลดลงของป่าที่อุดมสมบูรณ์ เกิดการแพร่กระจายและเพิ่มจำนวนของเชื้อโรค อาจทำให้มนุษย์เสียชีวิตด้วยมลภาวะในอากาศและคลื่นความร้อน พืชผลทางการเกษตรและการปศุสัตว์จะได้รับผลกระทบเสียหายจากภัยแล้ง น้ำท่วม พายุ ซึ่งมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นทุกที ภูเขาน้ำแข็งที่ขั้วโลกจะละลาย ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นท่วมผืนแผ่นดิน ซึ่งเป็นผลทำให้พื้นที่ในการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ลดลงเช่น พื้นที่ที่อยู่อาศัย พื้นที่เพื่อการเพาะปลูกรวมทั้งพื้นที่ที่ต้องใช้ในการทำการเกษตรกรรม ในขณะที่จำนวนประชากรของมนุษย์เพิ่มขึ้นจะทำให้มนุษย์ต้องบุกกรุกและทำลายป่า ในที่สุดจะส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมกับโลกอีกวนเวียนเป็นปัญหาเช่นนี้เรื่อยไปและรุนแรงมากยิ่งขึ้น สามารถสังเกตได้จากความรุนแรงของภัยพิบัติทางธรรมชาติและมีผลเสียหายต่อชีวิตของ

มนุษย์และสิ่งแวดล้อมมากขึ้นเรื่อย ๆ การใช้พลังงาน โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าหรือน้ำมันในการสูบน้ำเพื่อทำการเกษตรสำหรับผลิตอาหารของมนุษย์เช่น การทำนาปลูกข้าว การทำสวน การทำไร่จะก่อให้เกิดแก๊ส CO₂ และ CH₄ ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจก โดย Ministry of Science, Technology and Environment (MoSTE) (2000) ได้รายงานข้อมูลการประมาณการปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สมีเทน จำแนกตามแหล่งกำเนิดที่สำคัญของประเทศไทย พ.ศ. 2537-2563 ในรายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม ดังภาพประกอบ 1.1 และ 1.2



ภาพประกอบ 1.1 การประมาณการปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จำแนกตามแหล่งกำเนิดที่สำคัญของประเทศไทย พ.ศ. 2537-2563⁽¹⁾

⁽¹⁾หมายเหตุ จาก Thailand's Initial National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. โดย MoSTE, 2000, Bangkok: MoSTE.



ภาพประกอบ 1.2 การประมาณการปริมาณการปล่อยแก๊สมีเทน จำแนกตามแหล่งกำเนิดที่สำคัญของประเทศไทย พ.ศ. 2537-2563⁽¹⁾

⁽¹⁾หมายเหตุ จาก Thailand's Initial National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. โดย MoSTE, 2000, Bangkok: MoSTE.

เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยได้ให้ความสำคัญและสนใจในการพัฒนาด้านพลังงานทดแทนและพลังงานหมุนเวียนมากขึ้น เพราะในวันหนึ่งพลังงานหลายๆชนิดก็จะหมดลง เช่น น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ แต่พลังงานลมไม่มีวันหมดและเป็นพลังงานที่สะอาดไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พลังงานลมซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียนชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานทดแทนพลังงานไฟฟ้าได้ และมีต้นทุนถูกกว่าการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ดังนั้นเทคโนโลยีกังหันลมจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญและควรทำการศึกษาวิจัยเพื่อให้สามารถนำพลังงานลมมาใช้ผลิตพลังงานทดแทน ให้เกิดประโยชน์สูงสุด แนวทางการเลือกประเภทชนิดของกังหัน หรือผลิตกังหันลมขึ้นมาใช้งาน และการที่จะพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพกังหันลมเพื่อใช้ประโยชน์ ให้มีความเหมาะสมกับความเร็วลมที่มีอยู่ในพื้นที่เป็นเรื่องที่ต้องได้รับความใส่ใจเป็นพิเศษ หลักการทำงานของกังหันลมเพื่อผลิตพลังงานทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือน้ำมันสูบน้ำสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ทำการเกษตร เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุนและได้เป็นพลังงานกลออกมาหมุนแกนหมุนผ่านเฟือง

แล้วดึงลูกสูบคันชัก ชักน้ำขึ้นมาจากบ่อน้ำตื้นหรือบ่อน้ำผิวดิน ไปยังแหล่งกักเก็บน้ำ เพื่อนำน้ำไปใช้ในพื้นที่ทำการเกษตร

ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงมุ่งเน้นการใช้พลังงานลมเพื่อผลิตพลังงาน ทดแทนพลังงานไฟฟ้าหรือน้ำมัน สำหรับการสูบน้ำในพื้นที่ทำการเกษตร โดยการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกังหันลมจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่รับลม ความเร็วลม และปริมาณน้ำที่ถูกยกขึ้นมาจากบ่อน้ำตื้น หรือบ่อกักเก็บน้ำผิวดิน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่รับลมกับปริมาณของน้ำที่ถูกยกขึ้นมาจากบ่อเก็บน้ำ

1.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับปริมาณน้ำที่สูบน้ำได้ยกขึ้นมาจากบ่อเก็บน้ำ

1.2.3 เพื่อประเมินแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากรน้ำ

1.2.4 เพื่อศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการปลูกพืชด้วยการให้น้ำจากเครื่องสูบน้ำขับเคลื่อนด้วยกังหันลมแบบแนวตั้ง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 จำลองกังหันลมชนิด Savonius Rotor ลักษณะเป็นถึง 200ลิตรผ่าครึ่งทำเป็นใบพัดสูบน้ำ

1.3.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับขนาดพื้นที่รับลมเพื่อหาปริมาณของน้ำที่ถูกยกขึ้นมาจากบ่อเก็บน้ำ

1.3.3 ประเมินแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากรน้ำโดยการใช้กังหันลมแนวแกนตั้งทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

1.3.3.1 เชิงคุณภาพ โดยทำการเก็บน้ำและตรวจวัดพารามิเตอร์ทางคุณภาพน้ำ ได้แก่ pH, COD, BOD₅, TS, TDS, SS, และโดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO)

1.3.3.2 เชิงปริมาณ โดยการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กันระหว่างการปลูกพืชกับปริมาณน้ำที่ใช้ต่อวัน

1.3.4 ทำการเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้แก่ ค่าใช้จ่ายคงที่ ค่าใช้จ่ายผันแปร ระยะเวลาคืนทุน รวมถึงสัดส่วนระหว่าง มูลค่าของประโยชน์ที่ได้ต่อต้นทุน

1.4 วิธีดำเนินการศึกษา

- 1.4.1 ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสูบน้ำที่จับด้วยกังหันลม ผลิตจากวัสดุทิ้งแล้ว
- 1.4.2 ศึกษาข้อมูลของความเร็วลม ณ พื้นที่ที่จะติดตั้งกังหันลม
- 1.4.3 ศึกษาข้อมูลกังหันลมชนิด ใบพัดเป็นถึง 200ลิตรผ่าครึ่ง และความสัมพันธ์ระหว่างกังหันกับความเร็วลม
- 1.4.4 ดำรงพื้นที่ภาคสนาม
- 1.4.5 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาจุดที่ตั้งของกังหันลม
- 1.4.6 ดำเนินการสร้างกังหันลมและติดตั้งกังหันลมเพื่อสูบน้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน
- 1.4.7 วิเคราะห์ผลการทดสอบและสรุปผลการทดสอบ
- 1.4.8 สรุปผลการศึกษาและจัดทำรายงานเอกสารเพื่อนำเสนอ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 สามารถใช้พลังงานลมให้เกิดประโยชน์ในการสูบน้ำ
- 1.5.2 กังหันลมจากงานวิจัยนี้ ซึ่งผลิตจากวัสดุที่ถูกร้างหรือไร้ค่า สามารถใช้เป็นต้นแบบกังหันลมสำหรับการสูบน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินใช้เพื่อการเกษตร โดยที่ไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานน้ำมัน ซึ่งน่าจะเป็นการลด CO₂ และ CH₄ ด้วย
- 1.5.3 การใช้พลังงานลม แทนพลังงานเชื้อเพลิงน้ำมัน หรือไฟฟ้าในการสูบน้ำสำหรับทำการเกษตร ทำให้ลดภาวะโลกร้อนอันเกิดจากการใช้พลังงานกลุ่มฟอสซิลที่มีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศ

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีของลมและพลังงานลม

ลมเป็นพลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปของพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ การเคลื่อนที่ของลมเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละพื้นที่โดยอากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น ทำให้อากาศเย็นเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ การเคลื่อนที่ของกระแสลมจะทำให้เกิดพลังงานจลน์ การเปลี่ยนพลังงานจลน์ที่เกิดจากกระแสลมเป็นพลังงานกล จำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์เข้ามาช่วยในการเปลี่ยนพลังงาน นั่นก็คือ กังหันลม (WIND TURBINE)

2.1.1 ความสัมพันธ์ของลมกับความกดอากาศ

การเกิดลม คือ อากาศที่เคลื่อนที่ซึ่งเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1.1 ความแตกต่างของอุณหภูมิในที่สองแห่ง อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว ความหนาแน่นของอากาศจะลดลง อากาศจึงลอยตัวขึ้น อากาศเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าและมีความหนาแน่นของอากาศมากกว่าจากบริเวณใกล้เคียงจะเคลื่อนเข้ามาแทนที่ทำให้เกิดลม

2.1.1.2 ความแตกต่างของความกดอากาศ อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะมีความกดอากาศต่ำ ความหนาแน่นลดลงจึงลอยตัวสูงขึ้น อากาศเย็นที่มีความหนาแน่นมากกว่าและมีความกดอากาศสูงกว่าจะเคลื่อนที่เข้ามาหาบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ ทำให้เกิดลม

2.1.2 การวัดลม

การวัดลมมีค่าที่ต้องการวัด 2 ค่า คือ การวัดทิศทางและวัดความเร็วลม

2.1.2.1 ทิศลม อาจเรียกชื่อตามทิศต่างๆ ของเข็มทิศ หรือเรียกเป็นองศาจากทิศจริง ปัจจุบันการวัดทิศทางนิยมวัดตามเข็มทิศ และวัดเป็นองศา ถ้าวัดทิศทางด้วยเข็มทิศ เข็มทิศจะถูกแบ่งออกเป็นทิศใหญ่ๆ 4 ทิศ คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ซึ่งทิศทั้ง 4 ทิศ เมื่อแบ่งย่อยอีกจะเป็น 8 ทิศ โดยจะเพิ่มทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนการวัดทิศทางที่เป็นองศาบอกมุมของลมจากทิศจริง ในลักษณะที่เวียนไปตามเข็มนาฬิกา ใ้สเกลจาก 0 องศา ไปจนถึง 360 องศา เช่น ลมทิศ 0 องศา หรือ 360 องศา เป็นทิศเหนือ, ลมทิศ 45 องศา เป็นทิศตะวันออกเฉียงเหนือ, ลมทิศ 90 องศา เป็นทิศตะวันออก, ลมทิศ 135 องศา เป็นทิศตะวันออกเฉียงใต้, ลมทิศ 180 องศา เป็นทิศใต้, ลมทิศ 225 องศา เป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้, ลมทิศ 270 องศา เป็นทิศตะวันตก และลมทิศ 315 องศา เป็นทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

2.1.2.2 ความเร็วลม คือ การเคลื่อนที่ของอากาศที่ทำให้เกิดแรง หรือความกดที่ผ่านจุดที่กำหนดให้บนพื้นผิวโลก และแรงหรือความกดเป็นสัดส่วนกับกำลัง 2 ของความเร็วลม อธิบายดังในรูปของสมการ

$$P = \frac{1}{2} \rho v^2 \quad (2.1)$$

เมื่อ P = ความกดที่เกิดจากการกระทำของลม
 V = ความเร็วลม
 ρ = ค่าความหนาแน่นของอากาศ

ด้วยเหตุที่มีแรงเกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของลม ทำให้สามารถหาความเร็วลมได้ โดยที่ไม่ต้องอาศัยเครื่องมือใด ๆ แต่ใช้การสังเกตจากปรากฏการณ์ของวัตถุที่อยู่รอบตัว ดังนั้นเพื่อใช้งานตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดมาตราความเร็วลมขึ้นเรียกว่า มาตราโบฟอร์ต (Beaufort Scale) โดยพลเรือเอก เซอร์ฟรานซิส โบฟอร์ต (Admiral Sir Francis Beaufort) ชาวอังกฤษ เป็นผู้คิดขึ้นใช้สำหรับตรวจลมในทะเล ต่อมาได้ถูกดัดแปลงนำมาใช้ทั้งบนบกและในทะเล เกณฑ์ที่ใช้กำหนดความเร็วลมได้มาจากการสังเกตกำลังลมเหนือพื้นดินและในทะเล มาตราโบฟอร์ต เริ่มต้นจากมาตราที่ 0 ไปจนถึงมาตราที่ 17 ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้น คือ ที่มาตรา 0 จะเป็นเขตลมสงบ ไปจนถึงมาตราที่ 17 ลมมีกำลังแรงจัดกลายเป็นพายุเฮอริเคน ปัจจุบันมาตราโบฟอร์ตถูกนำมาใช้น้อยลงโดยเฉพาะสถานีบนบก

2.1.3 ลมผิวพื้น (Surface Winds)

ลมผิวพื้น (Surface Winds) เป็นลมที่พัดบริเวณผิวพื้นในระดับความสูงไม่เกิน 1 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการคลุกเคล้าของอากาศ และมีแรงเสียดทานเกิดจากการปะทะกับสิ่งกีดขวางร่วมกระทำด้วย ในระดับต่ำแรงความดันความกดอากาศในแนวนอนจะไม่สมดุลกับแรงคอริโอลิส แรงอัดทำให้ความเร็วลมลดลงมีผลให้แรงคอริโอลิสลดลงไปด้วย ลมผิวพื้นจะไม่พัดขนานกับไอโซบาร์ (เส้นแนวความดันเท่า) แต่พัดข้ามไอโซบาร์จากความกดอากาศสูงไปยังความกดอากาศต่ำ และทำมุมกับไอโซบาร์ การทำมุมนั้นขึ้นอยู่กับความหยาบของผิวพื้น ถ้าเป็นทะเลที่ราบเรียบจะทำมุม 10 องศา ถึง 20 องศา แต่ถ้าเป็นพื้นดินจะทำมุม 20 องศา ถึง 40 องศา ส่วนบริเวณที่เป็นป่าไม้หนาที่บอาจทำมุมถึง 90 องศา ซึ่งเป็นมุมที่ลมพัดทำกับไอโซบาร์ในระดับความสูง 10 เมตรเหนือผิวพื้น ส่วนที่ระดับความสูงมากกว่า 10 เมตร ขึ้นไปแรงเสียดทานและความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นมุมที่ทำกับไอโซบาร์จะเล็กลง โดยที่ระดับความสูง 1 กิโลเมตร นั้นเกือบไม่มีแรงเสียด ดังนั้นลมจึงพัดขนานกับไอโซบาร์

2.1.4 พลังงานลม

พลังงานลม เป็นพลังงานธรรมชาติที่สะอาดและบริสุทธิ์ ใช้แล้วไม่มีวันหมดสิ้นไปจากโลก จึงทำให้พลังงานลมได้รับความสนใจในการศึกษาและพัฒนาให้เกิดประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง ในขณะเดียวกัน กังหันลมก็เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่สามารถนำพลังงานลมมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้โดยเฉพาะ ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและการสูบน้ำซึ่งมีการใช้งานกันมาแล้วอย่างแพร่หลายในอดีตที่ผ่านมา

ลม เป็นการเคลื่อนไหวของอากาศจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำในแนวนอน โดยลมที่เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของคนเรานั้นคือ ลมระดับพื้นผิว ซึ่งแบ่งออกเป็นประเภทตามเหตุที่เกิดและบริเวณที่เกิด คือลมประจำปี ลมประจำฤดู ลมประจำเวลา และลมประจำถิ่น

ลมประจำปี : เป็นลมที่พัดอยู่เป็นประจำตลอดทั้งปีในส่วนต่างๆ ของโลกแตกต่างกันไปในแต่ละเขตละติจูดของโลกเนื่องจากประเทศไทยอยู่ในบริเวณ เขตศูนย์สูตร พิกัดภูมิศาสตร์ $14^{\circ} 58' 16''$ N, $102^{\circ} 5' 59''$ E อิทธิพลของลมประจำปีจึงไม่มีประโยชน์ในการนำมาใช้

ลมประจำฤดู : เป็นลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางตามฤดูกาล เรียกว่า ลมมรสุม เมื่อพุดถึงลมใน โครงการงานวิศวกรรมฉบับนี้จะพุดถึงเฉพาะลมพื้นผิวที่ผ่านประเทศไทยเท่านั้น ลมมรสุมที่มีความสำคัญมากก็คือ

- ลมมรสุมฤดูร้อน พัดในแนวทิศใต้ และตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือน มิถุนายน-สิงหาคม

- ลมมรสุมฤดูหนาว พัดในแนวทิศเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์

ลมประจำเวลา : เป็นลมที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศระหว่าง 2 บริเวณในระยะเวลาสั้นๆ ได้แก่ ลมบก ลมทะเล ลมภูเขา และลมหุบเขา บริเวณที่อยู่ตามชายฝั่ง อิทธิพลของลมบก ลมทะเลมีสูงมาก ส่วนลมบกพัดจากบกสู่ทะเลในตอนกลางคืน ส่วนลมทะเลพัดจากทะเลเข้าหาฝั่งในตอนกลางวัน

ลมบกเกิดขึ้นในเวลากลางคืน เพราะพื้นดินคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ อากาศเหนือพื้นน้ำซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าจะลอยตัวสูงส่วนอากาศเหนือพื้นดินซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจึงเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดลมพัดจากบกไปสู่ทะเลชาวประมงจึงออกเรือหาปลาในเวลา

2.1.5 ความสัมพันธ์ของฤดูกับชนิดของลม

ประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบเขตร้อน พื้นที่ตั้งอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดจากมหาสมุทรอินเดีย ทำให้เกิดฤดูฝน และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดจากจากทะเลจีนใต้ ทำให้เกิดฤดูหนาว มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 18-34 องศาเซลเซียส โดยภาพรวมแล้ว ประเทศไทยมี 3 ฤดู คือ

2.1.5.1 ฤดูร้อน มีอากาศร้อนอบอ้าวและแห้งแล้งโดยทั่วไป ปริมาณฝนน้อย โดยจะร้อนมากที่สุดประมาณเดือนเมษายน อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 28-32 องศาเซลเซียส แต่ในภาคใต้ อุณหภูมิเฉลี่ยจะอยู่ระหว่าง 26-30 องศาเซลเซียส

2.1.5.2 ฤดูฝน มีพายุลมแรง ฝนตกชุกเป็นบริเวณกว้าง โดยตกหนักถึงหนักมากในบางครั้ง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั่วประเทศประมาณ 1,100-1,500 มิลลิเมตรต่อปี โดยบริเวณที่ฝนตกมากที่สุดคือภาคใต้และริมชายฝั่งของภาคตะวันออก ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี และในบางท้องที่สูงถึง 4,000 มิลลิเมตรต่อปี บริเวณที่มีฝนตกน้อยคือบริเวณเทือกเขาสูงตอนกลางของประเทศ ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี

2.1.5.3 ฤดูหนาว มีอากาศเย็น และหนาวถึงหนาวจัดในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณภูเขาสูงและยอดดอยต่างๆ มีอุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนมกราคมอยู่ระหว่าง 26-28 องศาเซลเซียส

2.2 ชนิดและรูปแบบกังหันลมชนิดต่างๆ

พลังงานลม เป็นพลังงานจากธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ ได้ โดยอาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า “กังหันลม” เป็นตัวสกัดกั้นพลังงานจลน์ของกระแสลม แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานกล จากนั้นจึงนำพลังงานกลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ เช่น สูบน้ำ หรือ ใช้ผลิตไฟฟ้า เป็นต้น กังหันลมที่ใช้กันมากในประเทศไทยตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ได้แก่ กังหันลมแบบใบกังหันไม้ ใช้สำหรับวิดน้ำเข้านาข้าว กังหันใบเสื่อลำแพนใช้วิดน้ำเค็มเข้านาเกลือ และกังหันลมแบบใบกังหันหลายใบทำด้วยแผ่นเหล็กใช้สำหรับสูบน้ำลึก เช่น น้ำบาดาล น้ำบ่อ ขึ้นไปเก็บในถังกักเก็บ การจำแนกชนิดของกังหันลมที่เป็นที่นิยม มี 2 วิธีคือ

2.2.1 กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับทิศทางของลม โดยมีใบพัดเป็นตัวตั้ง ฉากรับแรง ลม มีอุปกรณ์ควบคุมกังหันให้หันไปตามทิศทางของกระแสลม เรียกว่า หางเสือ และมีอุปกรณ์ป้องกันกังหันชำรุดเสียหายขณะเกิดลมพัดแรง เช่น ลมพายุและตั้งอยู่บนเสาที่แข็งแรง กังหันลมแบบแกนนอน ได้แก่ กังหันลม วินด์มิลล์

(Windmills) กังหันลมใบเลื้อยลำแพน นิยมใช้กับเครื่องสูบน้ำ กังหันลมแบบกงล้อจักรยาน กังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้าแบบพรอบเพลเลอร์ (Propeller)

2.2.2 กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนและใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมใน แนวราบ ซึ่งทำให้สามารถรับลมในแนวราบได้ทุกทิศทาง

กังหันลมแบบแนวแกนนอนเป็นแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ส่วนมากออกแบบให้เป็นชนิดที่ขับใบกังหันด้วยแรงยก แต่อย่างไรก็ตาม กังหันลมแบบแนวแกนตั้ง ซึ่งได้รับการพัฒนามากในระยะหลังก็ได้รับความนิยมมากขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากข้อดีที่กว่าแบบแนวแกนนอนคือ ในแบบแนวแกนตั้งนั้น ไม่ว่าลมจะเข้ามาทิศไหนก็ยังหมุนได้ โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมให้กังหันหันหน้าเข้าหาลม นอกจากนี้แล้วแบบแนวแกนตั้งนั้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบบการส่งกำลังวางไว้ใกล้พื้นดินมากกว่าแบบแกนนอน เวลาเกิดปัญหาแก้ไขง่ายกว่าแบบแกนนอนที่ติดอยู่บนหอคอยสูง

2.3 กังหันลมกับการใช้งาน

เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของความเร็วลมที่แปรผันตามธรรมชาติ และความต้องการพลังงานที่สม่ำเสมอเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานแล้ว จะต้องมีการเก็บพลังงานและใช้แหล่งพลังงานอื่นที่เชื่อถือได้เป็นแหล่ง สำรอง หรือใช้ร่วมกับแหล่งพลังงานอื่น

2.3.1 การใช้แหล่งพลังงานลมเป็นตัวหมุน เพื่อสูบน้ำขึ้นมาเก็บไว้ในถังสูง

2.3.2 ตัวกักเก็บพลังงานมีอยู่หลายชนิด ส่วนมากขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้ เช่น ถ้าเป็นกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมักนิยมใช้แบตเตอรี่เป็นตัวกักเก็บ

2.3.3 การใช้แหล่งพลังงานอื่นที่เป็นตัวหมุน ระบบนี้ปกติกังหันลมจะทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้ตลอดเวลาที่มีความเร็วลมเพียงพอ หากความเร็วลมต่ำหรือลมสงบ แหล่ง พลังงานชนิดอื่นจะทำหน้าที่จ่ายพลังงานทดแทน (ระบบนี้กังหันลมจ่ายพลังงานเป็นตัวหลักและแหล่ง พลังงานส่วนอื่นเป็นแหล่งสำรอง)

2.3.4 การใช้ร่วมกับแหล่งพลังงานอื่น อาจเป็นเครื่องจักรดีเซล หรือพลังงานน้ำจากเขื่อน ฯลฯ ระบบนี้ปกติมีแหล่งพลังงานชนิดอื่นจ่ายพลังงานอยู่ก่อนแล้ว กังหันลมจะช่วยจ่ายพลังงานเมื่อมีความเร็วลมเพียงพอ ซึ่งในขณะเดียวกันก็ลดการจ่ายพลังงานจากแหล่งพลังงานอื่น เช่น ลดการใช้ น้ำมันดีเซลของเครื่องยนต์ดีเซล (ระบบนี้ แหล่งพลังงานอื่นจ่ายพลังงานเป็น หลัก ส่วนกังหันลมทำหน้าที่คอยเสริมพลังงานจากต้นพลังงานหลัก)

2.4 ศึกษาความคุ้มค่าด้วยดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ NPV , IRR , PB และ B/C

2.4.1 มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิ (Net presentvalue, NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} + C_0 \quad (2.2)$$

โดยกำหนดให้: B_t = ผลตอบแทนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_t = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าบำรุงรักษาสินค้าทุนของโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ n

C_0 = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก

i = อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ธนาคารหรืออัตราส่วนลด

t = ปีการดำเนินงานโครงการ คือ ตั้งแต่ปีที่ 1, 2, 3, ..., n

n = อายุของโครงการ

2.4.2 อัตราผลตอบแทนภายในของการลงทุนโครงการ (Internal rate of return, IRR)

$$IRR = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \left[\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} + C_0 \right] = 0 \quad (2.3)$$

2.4.3 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน

(Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio)

$$B/C(\text{ratio}) = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} + C_0} \quad (2.4)$$

2.4.4 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback period)

$$PB = \text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุน/ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี} \quad (2.5)$$

2.5 เครื่องสูบน้ำ

ปั๊ม หรือ เครื่องสูบน้ำ อาจให้คำจำกัดความได้ว่า เป็นเครื่องมือกลที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว เพื่อให้ของเหลวนั้นไหลผ่านระบบท่อปิดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ตามความต้องการ พลังงานที่นำมาเพิ่มให้แก่ของเหลวนั้นอาจได้มาจากเครื่องยนต์ มอเตอร์ แรงลม แรงคน หรือพลังงานแหล่งอื่นๆ ก็ได้

การแยกประเภทปั๊มอาจแบ่งออกได้เป็น 2 แบบด้วยกันคือ

2.5.1 แยกตามลักษณะการเพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว หรือการไหลของของเหลวในปั๊ม ซึ่งได้แก่

ก. ประเภทเซนตริฟูกอล (Centrifugal) เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

ข. ประเภทโรตารี (Rotary) เพิ่มพลังงานโดยอาศัยการหมุนของฟันเฟืองรอบแกนกลาง

ค. ประเภทสูบชัก (Reciprocating) เพิ่มพลังงานโดยอาศัยการอัดโดยตรงในกระบอกสูบ

ง. นอกแบบ (Special) เป็นปั๊มที่มีลักษณะพิเศษไม่สามารถจัดให้อยู่ในสามประเภทข้างต้นได้

2.5.2 แยกประเภทตามลักษณะการขับเคลื่อนของเหลวในเครื่องสูบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ

ก. ปั๊มแบบไม่แทนที่ (Non – Positive Displacement) ทำงานโดยไม่อาศัยหลักการแทนที่ของเหลว ปกติใช้ในงานความดันต่ำ อัตราการไหลสูง ไม่สามารถรับความดันสูง ๆ ได้ ปั๊มประเภทอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางอาจจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้ได้

ข. ปั๊มแบบแทนที่ (Positive Displacement) ทำงานโดยอาศัยหลักการแทนที่ของเหลวในห้องสูบด้วยการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนของเครื่องสูบ ปั๊มชนิดนี้จะจ่ายของไหลด้วยปริมาตรที่แน่นอนค่าหนึ่ง ต่อการหมุนรอบหนึ่งของเพลลา สามารถรับความดันที่สูงขึ้นในระบบได้ดี ปั๊มประเภทนี้รวมแบบโรตารีและลูกสูบชักเข้าอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

2.5.3 ความดันและเสด

ในการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของปั๊ม จำเป็นต้องทราบทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับของเหลว ความดัน และหัวน้ำหรือเสดของปั๊ม ดังนี้

2.5.3.1 ความดันของบรรยากาศ (Atmospheric Pressure)

คืออัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของบรรยากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่บนผิวโลก ความดันของบรรยากาศมีค่าศูนย์อย่างแท้จริงหรือไม่มีความดันเลยซึ่งเกิดขึ้นได้โดยการดูดอากาศออกหมดจนเป็นสุญญากาศที่แท้จริงเรียกว่า ความดันศูนย์สมบูรณ์ (Absolute (Zero Pressure) ค่าความดันใด ๆ ที่วัดจากค่าความดันพื้นฐานนี้เรียกว่า ความดันสมบูรณ์ (Absolute Pressure, P_{abs}) รวมทั้งความดันของบรรยากาศซึ่งมีค่าประมาณเท่ากับ 101.325 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร (kN/m^2) หรือ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้วก็เป็นความดันสมบูรณ์ด้วย แต่เนื่องจากว่าอุปกรณ์ที่ใช้วัดเรียกว่า บาโรมิเตอร์ (Barometer) ค่าความกดดันของบรรยากาศที่วัดได้จึงเรียกว่า ความดันจากบาโรมิเตอร์ (Barometer Pressure, P_b)

อุปกรณ์ที่ใช้วัดความดัน โดยทั่ว ๆ ไปเป็นเครื่องมือสำหรับวัดค่าที่แตกต่างไปจาก ความกดดันของบรรยากาศ ค่าที่วัดได้เรียก ความดันจากเกจ (Gauge Pressure, P_g) ซึ่งอาจมีค่าได้ทั้ง บวกและลบ จากภาพจะเห็นได้ว่าสามารถเปลี่ยนความดันจากเกจให้เป็นความดันสัมบูรณ์ได้โดย

ความดันสัมบูรณ์ = ความดันจากบาโรมิเตอร์ + ความดันจากเกจ

$$P_{abs} = P_b + P_g \quad (2.6)$$

ค่าความกดดันของบรรยากาศหรือความกดดันจากบาโรมิเตอร์

$$P_b = 1013 - 0.1055 EL \quad (2.7)$$

ในเมื่อ P_b เป็นความดันของบรรยากาศมีหน่วยเป็นมิลลิบาร์หนึ่งมิลลิบาร์ เท่ากับ 0.0145 ปอนด์/ตารางนิ้ว หรือคิดเป็นความสูงของแท่งน้ำที่ 4°C ได้เท่ากับ 0.010197 เมตร และ EL เป็นระดับความสูงของพื้นผิวที่ต้องการทราบความกดดันเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมีหน่วยเป็น เมตร

ในการคำนวณเกี่ยวกับการติดตั้งปั๊ม ค่าความกดดันของบรรยากาศที่ใช้มีหน่วยเป็น ความสูงของแท่งน้ำหรือเฮดเป็นเมตรค่าดังกล่าวจะคำนวณได้จากสมการ

$$H_p = 10.33 - 0.00108EL \quad (2.8)$$

โดย H_p เป็นความกดดันบรรยากาศเทียบให้ เป็นความสูงของแท่งน้ำที่ 4°C มี หน่วยเป็นเมตร

2.5.3.2 เฮดความดัน (Pressure Head, H_p)

ค่าความดันนอกจากจะบอกเป็นแรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เช่น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) แล้ว ถ้าเป็นความดันของของเหลวก็มักจะนิยมบอกเป็นแท่ง ความสูงของของเหลวที่จะก่อให้เกิดความดันที่กำหนดบนผิวน้ำซึ่งรองรับแท่งของเหลวนั้น ความดันซึ่งบอกเป็นแท่งความสูงของของเหลวนี้เรียกว่า เฮดความดัน (Pressure Head)

ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน p และเฮดความดัน H_p คือ

$$H_p = \frac{p}{\gamma} = \frac{p}{\rho g} \quad (2.9)$$

เมื่อ

- γ = น้ำหนักจำเพาะ
 ρ = ความหนาแน่นของของเหลว
 g = ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

2.5.3.3 เสดความเร็ว (Velocity Head, H_v)

ของเหลวที่ไหลในท่อหรือทางน้ำเปิดด้วยความเร็วใด ๆ นั้นมีพลังงานจลน์อยู่ พลังงานในส่วนนี้เมื่อบอกในรูปของเสดคือ

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \quad (2.10)$$

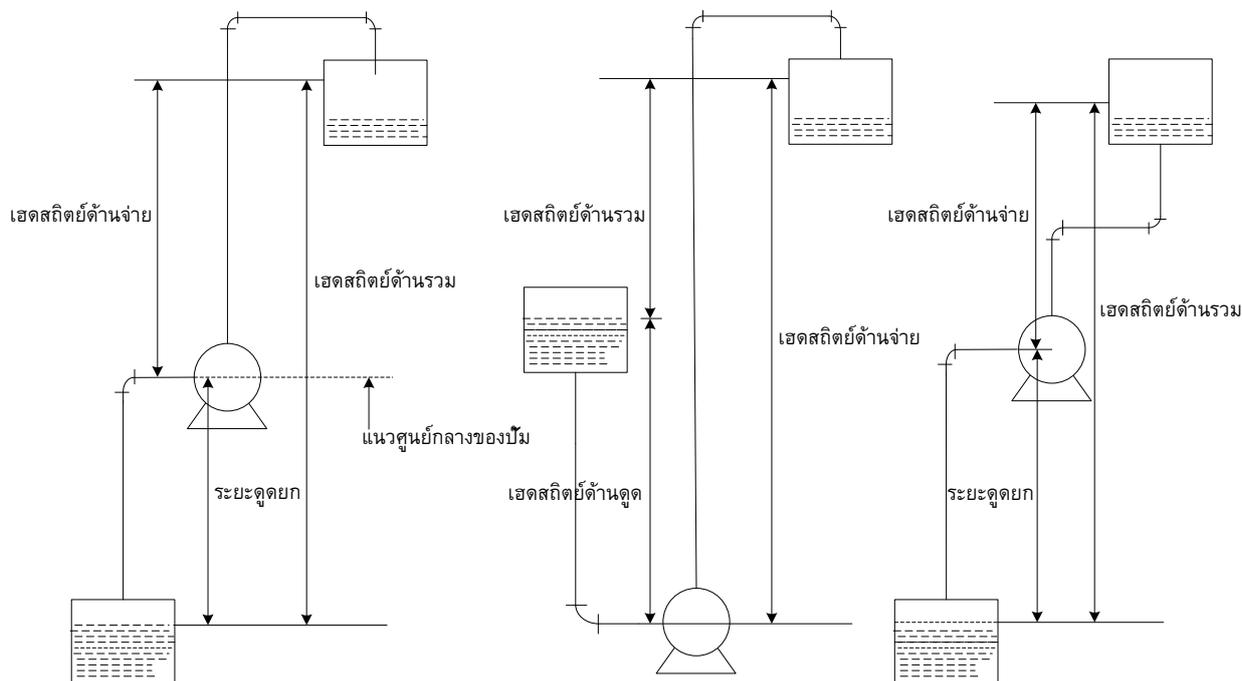
เมื่อ

- v = ความเร็วของการไหล
 g = ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

เสดความเร็วอาจให้กำจัดความได้อีกอย่างหนึ่งว่า เป็นความสูงที่ของเหลวตกลงมา ด้วย แรงดึงดูดของโลกจนได้ความเร็วเท่ากับความเร็วในการไหลของของเหลวนั้น

2.5.3.4 เสดสถิตย (Static Head, H_s)

ในการทำงานของปั้มโดยทั่ว ๆ ไปของเหลวจะถูกเพิ่มพลังงานเพื่อให้มันไหลจาก จุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งซึ่งอยู่สูงกว่า ความดันซึ่งคิดเป็นแท่งความสูงของของเหลวที่กระทำต่อ ศูนย์กลางของปั้มทั้งทางด้านดูดและด้านจ่ายในขณะที่ความเร็วของการไหลผ่านระบบเป็นศูนย์ เรียกว่า เสดสถิตย (Static Head)



ภาพประกอบ 2.1 เฮดสถิตยต์

ตามภาพระยะทางในแนวตั้งที่บอกเป็นแท่งความสูงของของเหลว หรือเฮดจากศูนย์กลางของปั๊มถึงปลายของท่อจ่ายเรียกว่า เฮดสถิตยต์้านจ่าย (Static Discharge Head)

ระยะจากจุดศูนย์กลางของปั๊มถึงระดับผิวของของเหลวที่ปลายของท่อดูดซึ่งอยู่สูงกว่า (ภาพประกอบ 2.1) เรียกว่า เฮดสถิตยต์้านดูด (Static Suction Head) ถ้าผิวของของเหลวอยู่ต่ำกว่า (ภาพที่ a) และความดันที่ศูนย์กลางของปั๊มมีค่าเป็นลบ ในกรณีนี้จะเรียกว่า ระยะดูดยก (Static Suction Lift) แทน

เฮดรวมสถิตยต์้านรวม (Total Static Head) ก็คือผลต่างทางพีชคณิตของเฮดสถิตยต์้านจ่าย (Static Discharge Head) กับเฮดสถิตยต์้านดูด (Static Suction Head) ค่าดังกล่าวนี้เป็นเฮดต่ำสุดที่ปั๊มจะต้องเพิ่มให้แก่ของเหลวก่อนที่จะมีการไหลเกิดขึ้น

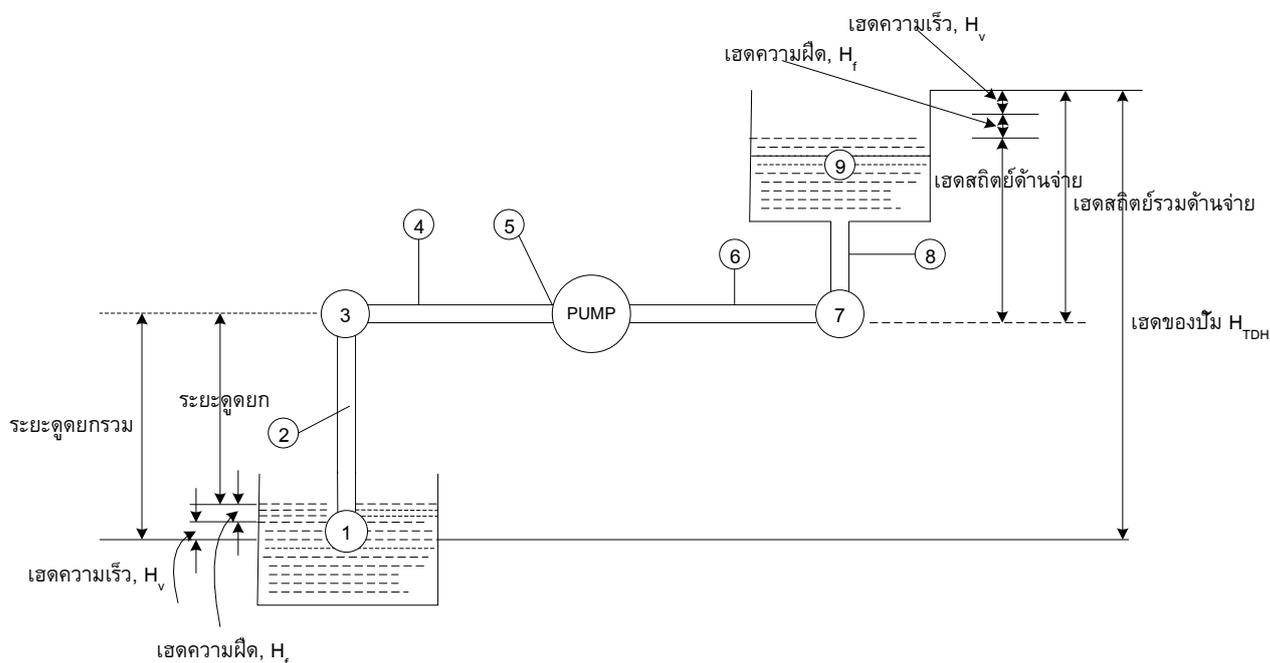
2.5.3.5 เฮดความฝืด (Friction Head, H_f)

ในขณะที่ของเหลวไหลผ่านระบบท่อทั้งด้านดูดและจ่ายพลังงานหรือเฮดในการไหลส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปเนื่องจากความฝืดระหว่างของเหลวกับผนังของท่อและส่วนประกอบต่าง ๆ ซึ่งเราเรียกว่า เฮดความฝืด (Friction Head)

ในระบบสูบน้ำโดยทั่วไป การเสียเฮดเนื่องจากความฝืดอาจเกิดขึ้นได้หลายจุดดังภาพประกอบ 2.2 การเสียเฮดทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลผ่านระบบท่อซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น ดังนั้นขณะที่ปั๊มกำลังทำงาน ระยะดูดยกรวมที่เกิดขึ้นจริงจะเท่ากับระยะดูดยก

(Static Suction Lift) รวมกับเสดความฝืดทางด้านดูดทั้งหมดตั้งแต่ จุดที่ 1 ถึง จุด 5 ในกรณีนี้ของเหลวทางด้านดูดอยู่สูงกว่าศูนย์กลางของปั้ม เสดด้านดูดรวม (Total Static Head) ที่เกิดขึ้นจริงจึงเท่ากับเสดสถิตย์ด้านดูด (Static Suction Head)

สำหรับทางด้านจ่ายก็เช่นเดียวกัน คืออาจจะรวมการเสยเสดที่จุดที่ 6 ถึง 9 เข้าด้วยกันเป็นเสดความฝืด และเสดรวมด้านจ่าย (Total Discharge Head) ที่เกิดขึ้นจริงในขณะที่ปั้มการทำงานจะเท่ากับเสดสถิตย์ด้านจ่ายรวมกับเสดความฝืดทั้งหมดทางด้านจ่าย



ภาพประกอบ 2.2 การสูญเสียเสด

จุดที่ 1 เป็นการเสยเสดความเร็วเนื่องจากการไหลเข้าท่อ (Entrance loss) ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปทรงและอุปกรณ์ที่ปลายท่อดูด

จุดที่ 2 เป็นการเสยเสดเนื่องจากการตีกระหว่างของเหลวกับผนังท่อ

จุดที่ 3 เป็นการเสยเสดเนื่องจากการเปลี่ยนทิศทางการไหล

จุดที่ 4 เป็นการเสยเสดในเส้นท่อเหมือนจุดที่ 2

จุดที่ 5 เป็นการเสยเสดที่อุปกรณ์ทางด้านดูดของปั้มลบด้วยเสดความฝืดทั้งหมดทางด้านดูด

สำหรับทางด้านจ่ายก็เช่นเดียวกัน คืออาจจะรวมการเสียดที่จุดที่ 6 ถึง 9 เข้าด้วยกันเป็นเสียดความฝืด และเสียดรวมด้านจ่าย (Total Discharge Head) ที่เกิดขึ้นจริงในขณะที่ปั๊มการทำงานจะเท่ากับเสียดสถิตย์ด้านจ่ายรวมกับเสียดความฝืดทั้งหมดทางด้านจ่าย

2.5.3.6 เสียดรวม (Total Head, H_T)

เสียดรวมของน้ำ ณ จุดใดจุดหนึ่ง ก็คือพลังงานทั้งหมดของน้ำที่บอกในรูปของเสียดของน้ำ ณ จุดนั้น ๆ

∴ เสียดรวม = เสียดความดัน + เสียดความเร็ว + เสียดสถิตย์

$$H_T = H_p + H_v + H_s = \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + z \quad (2.11)$$

เสียดสถิตย์ = z = ความสูงของของเหลว

ความแตกต่างระหว่างเสียดรวมของ 2 จุด ในกรณีที่ไม่มีกรเพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวก็คือเสียดความฝืดระหว่าง 2 จุดนั้น ฉะนั้นเสียดความฝืดระหว่างจุดที่ 1 และจุดที่ 2

$$H_{f12} = \frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} + z_1 - z_2 \quad (2.12)$$

ในกรณีที่จุดที่ 1 อยู่ที่ทางเข้าของปั๊ม และจุดที่ 2 อยู่ที่ทางออกของปั๊ม เสดที่เพิ่มขึ้นก็คือเสียดที่ปั๊มให้แก่ น้ำเสียดที่เพิ่มขึ้นนี้ เรียกว่า เสียดของปั๊ม (Total Dynamic Head หรือ Total Discharge Head, H_{TDH})

$$\begin{aligned} H_{TDH} &= H_{T2} - H_{T1} + H_T \\ &= \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 - \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 + H_T \end{aligned} \quad (2.13)$$

ในกรณีที่ H_T น้อยมากถือว่าเป็นศูนย์ และระดับทางเข้าและออกของปั๊มอยู่ในระดับเดียวกัน

$$z_1 = z_2$$

$$H_{TDH} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

$$= H_{p2} - H_{p1} + H_{v2} - H_{v1} \quad (2.14)$$

2.5.4 กำลังงานที่มอเตอร์ให้แก่ปั๊ม และที่ปั๊มให้แก่ น้ำ

กำลังงานหมายถึง อัตราการทำงานต่อหนึ่งหน่วยเวลา หน่วยของกำลังงานที่นิยมใช้ทั่วไป ได้แก่ แรงม้าและวัตต์ ซึ่ง 1 แรงม้า = 745.7 วัตต์ หรือนิวตันเมตรต่อวินาที หรือ 550 ฟุตปอนด์ต่อวินาที

กำลังงานที่ปั๊มให้แก่ น้ำหรือกำลังงานของน้ำ หาได้จากอัตราการไหลของน้ำและความดันที่เพิ่มขึ้นดังสมการ

$$W_o = P \frac{\text{kg}_f}{\text{cm}^2} \times Q \frac{\text{lt}}{\text{min}} \times 9.81 \frac{\text{N (Newton)}}{\text{kg}_f} \times 10^4 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2} \times \frac{\text{m}^3}{10^3 \text{lt}} \times \frac{\text{min}}{60 \text{ sec}}$$

$$= 1.635 PQ \frac{\text{N} - \text{m}}{\text{sec}} = 1.635 \text{ PQ Watts} \quad (2.15)$$

เมื่อ

- Q = อัตราการไหลของน้ำ (ลิตร-นาที่)
P = ความดันที่เพิ่มขึ้น (กก./ซม.²)
= ความดันท่อส่ง-ความดันท่อดูด
W_o = กำลังงานที่มอเตอร์ให้กับน้ำ (วัตต์)

2.5.5 คุณลักษณะของปั๊มแบบต่าง ๆ

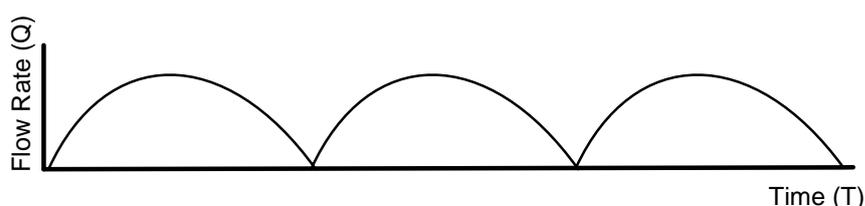
คุณลักษณะของปั๊มเหวี่ยง (Centrifugal Pump)

ในการทำงานของปั๊มเหวี่ยง การหมุนของใบพัดทำให้เกิดแรงเหวี่ยงไปผลักดันให้ของเหลวไหลตลอดแนวเส้นรอบวงเรือนปั๊ม จะทำหน้าที่รวบรวมของเหลวไปสู่ทางออก ทำให้ของเหลวมีเสถียรภาพ (Total Dynamic Head, H_{TDH}) และทางออกของของไหลออกจะทำมุม 90 องศา กับทางของเหลวไหลเข้า ยิ่งใบพัดหมุนเร็วก็ยิ่งต้องใช้พลังงานมาก ทำให้เสถียรภาพและของเหลวไหลมาก โดยทั่วไปการทำงานของปั๊มเหวี่ยงมีหลักดังนี้

- อัตราการไหลเป็นอัตราส่วน โดยตรงกับความเร็วรอบของปั๊ม
- หัวน้ำรวมเป็นอัตราส่วนกำลังสองของความเร็วรอบของปั๊ม
- พลังงานที่ใช้เป็นอัตราส่วนกำลังสามของความเร็วรอบของปั๊ม

คุณลักษณะของปั๊มแบบสูบชัก (Reciprocating Pump)

ปั๊มแบบนี้ประกอบด้วยกระบอกสูบซึ่งเคลื่อนที่ไปมาเป็นเส้นตรง โดยการหมุนของแกนซึ่งมีก้านสูบแบบเดียวกับเครื่องยนต์สูบชัก โดยการจذبระบบวาล์วปิด-เปิด ให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ซึ่งทำให้ของเหลวถูกดูดเข้าไปยังช่องว่างของกระบอกสูบและลูกสูบโดยผ่านวาล์วตัวหนึ่งและเมื่อลูกสูบเดินกลับ ของเหลวนี้ก็จะไหลออกไป โดยผ่านวาล์วอีกตัวหนึ่ง ทำให้สามารถผลักดันของเหลวออกไปได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังลูกสูบ ปั๊มแบบนี้จัดอยู่ในประเภทที่ผลักดันของเหลวออกไปทางด้านจ่ายได้แน่นอน (Positive Displacement) ไม่ว่าความดันทางด้านจ่ายจะมากหรือน้อย ปั๊มแบบนี้จะมีสมรรถนะการทำงานตามภาพประกอบ 2.3



ภาพประกอบ 2.3 กราฟสมรรถนะการทำงานของปั๊มสูบชัก

ปั๊มแบบนี้การไหลของของเหลวและความดันจะเกิดขึ้นเป็นช่วง ๆ ตามจังหวะไปมาของลูกสูบ จึงต้องมีห้องอากาศเล็ก ๆ บนหัวสูบ เพื่อให้อัตราการไหลและความดันเป็นจังหวะน้อยลง แต่เพื่อให้ความดันและอัตราการไหลสม่ำเสมอยิ่งขึ้น ชุดทดสอบนี้มีห้องอากาศที่โตอยู่ข้างนอกด้วยการทำงานของแบบสูบชัก จะมีปริมาณของเหลวถูกผลักดัน (ไหล) ออกมาแน่นอนไม่ว่าความดันจ่ายจะมากหรือน้อย ปริมาณของเหลวที่ไหลจะขึ้นอยู่กับความเร็วรอบปั๊มและขนาดช่องว่างระหว่างลูกสูบและกระบอกสูบ

คุณลักษณะของปั๊มเทอร์ไบน์ (Regenerative Turbine Pump)

ปั๊มเทอร์ไบน์เป็นปั๊มประเภทที่ใช้แรงเหวี่ยง เช่นเดียวกับปั๊มหอยโข่งแต่ใบพัดแทนที่จะมีลักษณะก้นหอยเหมือนปั๊มหอยโข่ง จะเป็นครีบแคบ ๆ สั้น ๆ ในแนวรัศมีทางน้ำไหลเข้าและออกจะอยู่ในระนาบเดียวกัน ตามข้างล่าง ขณะใบพัดหมุนแรงเหวี่ยงของน้ำจะทำให้น้ำไหลออกไปจากครีบของใบพัดด้านที่ออกและเมื่อครีบบิพัดหมุนมาทางด้านที่ดูดน้ำก็จะไหลเข้า

ไประหว่างครีบของใบพัดและแรงเหวี่ยงก็จะให้น้ำที่ไหลเข้าไปนี้ไหลออกทางด้านท่อกว้างและติดต่อไปเรื่อย ๆ

ปั๊มแบบไหลตามแนวแกน (Axial Flow Pump)

ปั๊มแบบไหลตามแนวแกนมีใบพัดทำมุมกับแนวแกน เมื่อแกนหมุนใบพัดจะผลักดันให้น้ำมีความดันและมีการไหลตัวด้วยความเร็ว โดยน้ำไหลเข้าหาปั๊ม (ท่อกว้าง) ตามแนวแกนของปั๊มและไหลออกจากปั๊มในทิศทางเดียวกัน หลังใบพัดจะมี Diffuser หรือ Guide Vane เป็นตัวเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำและเปลี่ยนความเร็วส่วนหนึ่งเป็นความดันน้ำที่ถูกลบปั๊ม ผลักดัน นอกจากนี้จะไหลไปข้างหน้าแล้วจะวนรอบแกนด้วยแต่ Guide Vane จะเปลี่ยนทิศทางการไหลให้ตรงตามแนวแกน

2.6 ผลงานวิจัยที่ใช้อ้างอิง

จอมเทพ แววศักดิ์และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาการศึกษาความเป็นไปได้ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย การศึกษารุ่นนี้ใช้ข้อมูลความเร็วลมสถิติระยะยาวรอบปี 2551 ที่ระดับความสูง 20, 30, และ 40 เมตร จากสถานีวิจัยพลังลม 18 สถานี ผลการวิจัยพบว่า 8 สถานีมีศักยภาพของพลังลมเพียงพอต่อการติดตั้งกังหันลมแกนนอนขนาดใหญ่ ได้แก่ ขนอม ลิขล ท่าศาลา ปากพั้ง หัวไทร ระโนด จะนะ และเกาะลันตา โดยวิเคราะห์จากปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี และต้นทุนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานลมสำหรับกรณีติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1.0 MW 1.5 MW และ 2.0 MW

ประไพ จักขุจินดา (2552) ได้ทำการศึกษาแบบจำลองกังหันลมแกนนอนผลิตไฟฟ้า ผลการศึกษาพบว่าเมื่อวางกังหันลมห่างจากต้นกำเนิดลม 8 cm มีอัตราความเร็วลม 7.14 m/s ทำให้กังหันลมหมุน 855 rpm แม้เหล็กตัดขดลวดจะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสสลับมีความต่างศักย์ 4.9 V และกระแสสลับ 17.52 MA เมื่อนำเข้าเครื่องแปลงเป็นกระแสตรง สามารถนำไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับนาฬิกา เครื่องคิดเลข วิทยุ ไฟฉายที่ใช้หลอด LED และสามารถพัฒนาเป็นเชิงพาณิชย์ได้

รัตเกล้า พันธุ์อร่าม ปรงจันทร์ วงศ์วิเศษ และจาง ไหมแก่น (2552) ได้ทำการศึกษาถึงศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านอุตุนิยมนิเวศวิทยา 3 มิติ เพื่อประเมินศักยภาพพลังงานลมในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านอุตุนิยมนิเวศวิทยา 3 มิติ จากการวิจัยพบว่าช่วงเวลาที่ประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานลมที่ดีที่สุดของปีมี 2 ช่วงเวลา คือ ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม และอีกช่วงคือ เดือนธันวาคม ถึงเดือนมีนาคม

สำหรับพื้นที่ที่มีศักยภาพพลังงานลมสูง ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี ที่ระดับความสูง 50 เมตรเหนือพื้นดิน มีความเร็วลมเฉลี่ยระหว่าง 7-8 เมตร/วินาที ภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่รอยต่อจังหวัดลพบุรี สระบุรี นครราชสีมา ชัยภูมิ ความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7-8 เมตร/วินาที และภาคใต้ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ตรัง รวมทั้งแนวชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยที่สงขลา และปัตตานี ความเร็วลมเฉลี่ยระหว่าง 8-9 เมตร/วินาที และความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 9-10 เมตร/วินาที พบที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งศักยภาพพลังงานลมสูงสุดประมาณ 600-700 วัตต์/ตารางเมตร ส่วนพื้นที่ที่มีศักยภาพพลังงานลมสูงในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม จะอยู่บนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จังหวัดชัยภูมิ ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ มุกดาหาร อำนาจเจริญ ยโสธร อุบลราชธานี และภาคใต้ที่จังหวัด สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระหว่าง 7-8 เมตร/วินาที โดยศักยภาพพลังงานลมสูงสุดประมาณ 400-500 วัตต์/ตารางเมตร นอกจากนี้พบว่าที่ระดับความสูง 100 เมตรเหนือพื้นดินมีศักยภาพพลังงานลมสูงกว่าที่ระดับความสูง 50 เมตรเหนือพื้นดินมาก โดยที่ระดับความสูง 100 เมตร สามารถพบความเร็วลมเฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่าง 8-9 เมตร/วินาที คิดเป็นค่าพลังงาน 600-700 วัตต์/ตารางเมตร ในขณะที่ความสูง 50 เมตร พบว่าความเร็วลมเฉลี่ยที่ระหว่าง 7-8 เมตร/วินาที หรือคิดเป็นค่าพลังงาน 400-600 วัตต์/ตารางเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยนอกจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น มีความเร็วลมค่อนข้างต่ำ ไม่เหมาะสำหรับการติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่

วิกัندا ศรีเดช (2550) ได้ทำการศึกษาการกำหนดลักษณะใบกังหันลมเพื่อผลิตพลังงานให้ได้มากที่สุด ในสัณฐานเฉพาะพื้นที่ ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในภาษา MATLAB บนพื้นฐานของทฤษฎีดังกล่าว ความน่าเชื่อถือของโปรแกรมได้จากการเปรียบเทียบผลการทำนายกับผลการทดลองของกังหันลมในสองลักษณะคือกังหันลมแบบใบตรงและกังหันลมแบบใบบิด ได้ใช้โปรแกรมค้นหามุมเฟินที่ดีที่สุดในสัณฐานอันหนึ่ง โดยการปรับมุมเฟินไปจนกระทั่งได้งานรายปีสูงสุด จากนั้นได้คำนวณหามุมเฟินที่ดีที่สุดในกรณีที่สัณฐานเปลี่ยนไปจากเดิม โดยยังมีความเร็วลมเฉลี่ยเท่าเดิมแต่มีความเบ้ของสัณฐานต่างไปจากเดิม พบว่ามุมเฟินที่ดีที่สุดเปลี่ยนไปจากเดิม ทั้งนี้เป็นสาเหตุจากการที่ค่าความเร็วลมที่ให้ความหนาแน่นกำลังงานลมสูงสุดเปลี่ยนไปตามความเบ้ของสัณฐาน พบว่าการปรับมุมเฟินเพียงเล็กน้อยอาจส่งผลให้ได้งานรายปีต่างกันพอสมควรในสัณฐานที่มีความเบ้แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐศาสตร์ของกังหันลมได้มากพอสมควร

วิรัช โยชนรินทร์และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษา วิจัย พัฒนาและสาธิตต้นแบบเทคโนโลยีกังหันลมแกนนอนผลิตไฟฟ้าความเร็วลมต่ำ ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมชนิดแนวแกนนอนขนาด 5 กิโลวัตต์ที่ผลิตขึ้นในประเทศ สามารถเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ใช้ได้กับชุมชนและเกือบทุกพื้นที่ที่มีความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 4-5

เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นศักยภาพลมที่มีอยู่ในพื้นที่ทั่วไปบริเวณชายฝั่งทะเลและที่ราบสูง หรือตามแหล่ง หมู่เกาะต่าง ๆ และบนภูเขาสูงซึ่งเป็น ที่ตั้งของหน่วยงานราชการหรือวนอุทยานต่าง ๆ ซึ่งไม่มีไฟฟ้าจากระบบสายส่งเข้าไปได้ถึง รวมทั้งหมู่เกาะต่าง ๆ