

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

พลังแสงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด โดยมีลักษณะเป็นกลุ่มก๊าซร้อนรูปทรงกลมที่มีความหนาแน่นสูง เปรียบได้กับเตาปฏิกรณ์ที่เกิดปฏิกิริยาฟิวชันของก๊าซที่เป็นส่วนประกอบอย่างต่อเนื่อง ดวงอาทิตย์มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 1.39 ล้านกิโลเมตร มีมวลเท่ากับ $1.99 \times 1,030$ กิโลกรัม และมีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 1,410 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ดวงอาทิตย์ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนในปริมาณ 75% ที่เหลือเป็นธาตุฮีเลียมและธาตุหนักอื่น ๆ เช่น เหล็ก พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาการแตกตัวหลายชนิด ปฏิกิริยาที่สำคัญที่สุดปฏิกิริยาหนึ่งคือการรวมตัวกันของไฮโดรเจนเป็นฮีเลียม ปฏิกิริยาดังกล่าวจะทำให้มวลบางส่วนของไฮโดรเจนสูญหายไป มวลส่วนที่หายไปคือมวลที่เปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานซึ่งจะเกิดขึ้นภายในดวงอาทิตย์ที่อุณหภูมิหลายล้านองศาเซลเซียส พลังงานนี้จะถ่ายเทมาที่ผิวของดวงอาทิตย์และแผ่ออกสู่อวกาศ พลังงานแสงอาทิตย์ที่ผิวดวงอาทิตย์พื้นที่ 1 ตารางหลา มีค่าถึงประมาณ 65,000 แสงวัตต์ แต่ที่ผิวโลกบนพื้นที่ 1 ตารางหลาเท่านั้น มีพลังงานแสงอาทิตย์เดินทางมาถึงเพียงประมาณ 1.33 แสงวัตต์ หรือ 1 กิโลวัตต์เท่านั้น ในส่วนของประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร จึงได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ในเกณฑ์สูง พลังงานโดยเฉลี่ยซึ่งรับได้ทั่วประเทศประมาณ 4 ถึง 4.5 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน แต่ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์บนผิวโลกที่มีค่าเพียงน้อยนิดนี้ เมื่อคิดเป็นปริมาณของพลังงานจากแหล่งเชื้อเพลิงที่มีอยู่ และความจำเป็นของมนุษย์เราในการใช้พลังงานเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ แล้วไม่น่าจะเพียงพอ เพราะพลังงานแสงอาทิตย์ที่มาถึงโลกในช่วงเวลา 1 เดือนนั้น หากคิดเป็นปริมาณพลังงานก็เท่ากับถ่านหินถึง $18 \times 1,012$ ตัน หรือ แปรล้านล้านตันเลยทีเดียว ทั้งนี้ ดวงอาทิตย์ถือเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญที่สุดทั้งทางตรงและทางอ้อมให้แก่โลก พลังงานที่ดวงอาทิตย์ให้แก่โลกทางตรงคือแสงสว่าง ซึ่งมีผลทำให้เกิดความร้อน สร้างความอบอุ่นให้แก่โลก พลังงานทางอ้อมคือดวงอาทิตย์ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีพอยู่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับพืชที่เจริญเติบโต โดยอาศัยการสังเคราะห์แสง ขณะที่มนุษย์ได้อาศัยพลังงานจากต้นไม้ คือการนำมาทำเป็นฟืนและถ่าน นอกจากนั้นเมื่อพืชและสัตว์ตายทับถมกันเป็นเวลานาน ๆ จะกลายเป็นถ่านหินปิโตรเลียม ซึ่งสามารถนำหลักการย่อยสลายของพืชมาทำเป็นก๊าซชีวภาพได้อีกด้วย (สำนักวิชาการพลังงานภาค 4 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย

โดยทั่วไปศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของพื้นที่แห่งหนึ่งจะสูงหรือต่ำขึ้นกับปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่นั้น หรือที่เรียกว่า “ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์” (global radiation) มีหน่วยทางด้านพลังงานเป็น เมกกะจูลต่อตารางเมตร (MJ/m^2) โดยบริเวณที่ได้รับรังสีอาทิตย์มากก็จะมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สูง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จะเป็นไปตามพื้นที่ มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาในรอบวันและการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในรอบปี กล่าวคือ ในพื้นที่หนึ่ง ๆ ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นจากช่วงเช้าจนถึงค่าสูงสุดในช่วงเวลาเที่ยงวัน และลดต่ำลงจนถึงช่วงเย็น ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของมวลอากาศ (air mass) ซึ่งรังสีอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านเข้ามาถึงพื้นผิวโลก และผลจากมุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ ซึ่งเปลี่ยนแปลงตั้งแต่เช้าจนถึงเย็น สำหรับการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่เป็นผลมาจากสภาพทางอุตุนิยมวิทยาโดยมีเมฆเป็นตัวแปรที่สำคัญ(ที่มา : กระทรวงพลังงาน,กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์

พลังงาน.2542) โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่า การกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ตามบริเวณต่าง ๆ ในแต่ละเดือนของประเทศ ได้รับอิทธิพลสำคัญจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20 ถึง 24 MJ/m²-day เมื่อพิจารณาแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี พบว่าบริเวณที่ได้รับรังสีอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี และอุดรธานี และบางส่วนของภาคกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท อโยธยา นครสวรรค์ และลพบุรี โดยได้รับรังสีอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี 19-20 MJ/m²-day พื้นที่ดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 14.3 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ และนอกจากนี้ยังพบว่าร้อยละ 50.2 ของพื้นที่ทั้งหมดได้รับรังสีอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีในช่วง 18-19 MJ/m²-day ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและบางส่วนของภาคกลาง บริเวณที่มีศักยภาพค่อนข้างต่ำมีเพียงร้อยละ 0.5 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ (บริเวณภูเขาทางด้านตะวันออกและตะวันตกของภาคเหนือ) จากการคำนวณรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศพบว่ามีค่าเท่ากับ 18.2 MJ/m²-day จากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง(ที่มา : กระทรวงพลังงาน,กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.2542)

จากข้อมูลด้านศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่าประเทศไทยนั้นมีศักยภาพทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง จึงได้มีการพัฒนาเพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเสนอให้การใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นหนึ่งในพลังงานทางเลือกทดแทนทางหนึ่ง โดยเริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 แต่พลังงานทางเลือกยังไม่เป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายมากนักในตอนนั้น (เนื่องจากราคาน้ำมันมีราคาถูก) แต่ตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา พลังงานทดแทนได้รับความสำคัญอีกครั้งหนึ่งซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ก็เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเป็นพลังงานทดแทน

เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ หรือ โซลาร์เซลล์ (อังกฤษ: solar cell) หรือ เซลล์สุริยะ หรือ เซลล์โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic cell) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำซึ่งหน้าที่แปลงพลังงานแสงหรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้ปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก นั่นก็คือ คุณสมบัติของสารเช่น ค่าความต้านทาน แรงดัน และกระแส จะเปลี่ยนไปเมื่อมีแสงตกกระทบ ปรากฏการณ์ดังกล่าวถูกสาธิตให้ดูครั้งแรกในปี 1839 โดยนักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสวัย 19 ปีชื่อ A.E. Becquerel โดยสาธิตว่า เมื่อแสงตกกระทบวัตถุบางอย่าง จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น เขาได้ทดลองโดยใช้โลหะสองขั้วจุ่มลงในสารละลายไอออน แล้วให้แสงตกกระทบได้แค่ขั้วเดียว จะปรากฏกระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วทั้งสอง แสดงให้เห็นถึงกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นในวัตถุเมื่อมีแสงกระทบเขายังพบว่าเมื่อเปลี่ยนสี (ความยาวคลื่น พลังงาน) ของแสง ปริมาณของกระแสไฟฟ้าก็เกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ผู้ที่สร้างเซลล์แสงอาทิตย์เป็นคนแรก ในปี 1883 คือ นักวิจัย Charles Fritts เซลล์แสงอาทิตย์ในยุคแรกนี้ทำจากซิลิเนียม โดยมีประสิทธิภาพเพียง 1% เท่านั้น แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมาในเชิงพาณิชย์ จนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อ ปี ค.ศ. 1959

เซลล์แสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลียม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลลูไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้ในประเทศไทย เริ่มมีการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้ามาตั้งแต่ปี 2526 จนถึงปี 2553 มียอดติดตั้งรวม 100.39 MW แจกจ่ายไฟฟ้า(เฉพาะเชื่อมกับสายส่งของ กฟผ แล้ว) ทั้งปี 2553 รวม 21.6 GWh หรือ 0.0134% ของปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด 161,350 GWh โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ผลิตไฟฟ้าได้ 2.2 GWh ผู้ผลิตรายย่อย 19.4 GWh ตามพระราชบัญญัติการพัฒนาพลังงานหมุนเวียน 15 ปีนับจากปี 2552 กำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานหมุนเวียนไว้ที่ 20.3% ของพลังงานทั้งหมด โดยมีสัดส่วนของพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ที่ 6% ดังนั้น ตามแผนงาน ในปี 2565 ประเทศไทยต้องมีโรงไฟฟ้าพลังงาน

แสงอาทิตย์ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มีกำลังการผลิตรวม 500 MW ตัวเลขในปี 2554 อยู่ระหว่างดำเนินการติดตั้ง 265 MW และอยู่ระหว่างการพิจารณาจาก กฟผ. อีก 336 MW โรงไฟฟ้าที่สร้างที่จังหวัดลพบุรีด้วยเทคโนโลยี amorphous thin film ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ถึง 540,000 ชุด มีกำลังการผลิต 73 MW จะเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ระบบโฟโตโวลตาอิกส์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก

ดวงอาทิตย์ให้พลังงานจำนวนมหาศาลแก่โลกของเรา พลังงานจากดวงอาทิตย์จัดเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญที่สุด เป็นพลังงานสะอาดไม่ทำปฏิกิริยาใดๆอันจะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง ที่ถูกนำมาใช้ผลิตไฟฟ้า เนื่องจากสามารถเปลี่ยนเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง ส่วนใหญ่เซลล์แสงอาทิตย์ทำมาจากสารกึ่งตัวนำพวกซิลิคอน มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้สูงถึง 44 เปอร์เซ็นต์

ในส่วนของประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร จึงได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ในเกณฑ์สูง พลังงานโดยเฉลี่ยซึ่งรับได้ทั่วประเทศประมาณ 4 ถึง 4.5 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน ประกอบด้วยพลังงานจากรังสีตรง (Direct Radiation) ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือเป็นพลังงานรังสีกระจาย (Diffused Radiation) ซึ่งเกิดจากละอองน้ำในบรรยากาศ(เมฆ) ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าบริเวณที่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรออกไปทั้งแนวเหนือ – ใต้)

แนวโน้มในด้านราคาของเซลล์แสงอาทิตย์

ราคาค่าต้นทุนค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของประเทศ มีราคาประมาณ 1.05 บาท/หน่วย ในขณะที่ราคาค่าต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าของ กฟผ. ที่ใช้ดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน นั้น มีราคาประมาณ 9.8 บาท/หน่วย เนื่องจากเป็นระบบการผลิต และ จ่ายกระแสไฟฟ้า เพื่อสนองต่อความต้องการใช้ ของประชาชนในพื้นที่ห่างไกล ที่ไม่คุ้มกับการใช้สายส่ง จึงมี ค่าการลงทุน ค่อนข้างสูง ดังนั้น หากนำมูลค่าการลงทุน ก่อสร้าง โรงไฟฟ้า พลัง ดีเซล เปรียบเทียบกับราคาค่าต้นทุนไฟฟ้า ที่ผลิตจาก เซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมีราคาประมาณ 8 บาท/หน่วย แล้ว จะเห็นได้ว่า ราคาค่าต้นทุนการผลิตมีค่าใกล้เคียงกันมาก ทั้งนี้ ยังไม่รวมถึง ค่าใช้จ่าย ในการลงทุนที่ กฟผ. จะต้องใช้ในการจัดการ กับมลภาวะ ที่เกิดจากกระบวนการผลิตไฟฟ้า ด้วยดีเซล

ราคาค่าต้นทุน ของการผลิตไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจาก ฟอสซิล นั้น มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นด้วยปัจจัยต่างๆ ตาม ภาวะการณ์ทางเศรษฐกิจ ที่ส่งผลกระทบต่อ ให้ราคาเชื้อเพลิงสูงขึ้น ในทางตรงข้าม ราคาค่าต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าด้วย พลังแสงอาทิตย์ มีปัจจัยแปรผันหลักที่ราคา เซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากราคาตลาดของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเฉลี่ยแล้ว จะเห็นว่าแนวโน้มที่จะลดราคาลงอย่างรวดเร็ว กล่าวคือ จากราคา ต้นทุนการผลิตเมื่อปี พ.ศ. 2533 เซลล์แสงอาทิตย์ มีราคา 4.5-5 US\$/Wp ปัจจุบันมีราคาทุนอยู่ที่ระดับ 3-3.5 US\$/Wp ซึ่งคาดว่าภายใน 10 ปี ข้าง หน้า ราคาค่าต้นทุนจะลดลงเหลือเพียง 1.50-2 US\$/Wp ด้วยสมมติฐานดังนี้

1. ราคาค่าเชื้อเพลิงที่ได้จากฟอสซิลจะสูงขึ้น และ กระแสต่อต้านการทำลายสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ มี การใช้ พลังงานที่ผลิตได้ จาก เซลล์แสงอาทิตย์ เพิ่มปริมาณมากขึ้น เนื่องจากแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่ เสถียร และ กระบวนการ แปรรูป เป็นพลังงานไฟฟ้าที่เริ่มลภาวะ จึงพยากรณ์ได้ว่า จากปัจจุบันที่ทั่วโลกมีการใช้ พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ประมาณ 760 MW จะมีอัตราการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 20 ต่อปี ทั้งนี้ภายใต้เงื่อนไขที่ภาวะการณ์ ดังกล่าว หากรัฐมีนโยบายที่จะให้การส่งเสริม และสนับสนุนการใช้ พลังงานหมุน เวียนในแต่ละประเทศแล้ว คาดว่าใน

ปี พ.ศ. 2553 โลกจะมีปริมาณการใช้เซลล์แสงอาทิตย์สูงถึง 4,000 MW/ปี หรือในทางภาวะการณ์ที่ตรงข้าม หากราคาซื้อเพลิงที่ได้จากฟอสซิลมีราคาต่ำลง แม้จะไม่มีสนับสนุนการใช้ พลังงานหมุนเวียน จากภาครัฐของประเทศต่างๆ ก็ตาม ปริมาณการใช้ เซลล์แสงอาทิตย์ ของโลกก็จะอยู่ในระดับ 600 MW/ปี จำนวน ความต้องการที่เพิ่มขึ้นนี้เอง ที่ทำให้ต้นทุนการผลิต เซลล์แสงอาทิตย์ มีราคาลดลง

2. การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีของเซลล์แสงอาทิตย์ ที่เริ่มมีการพัฒนาจากเทคโนโลยีแบบผลึก (Crystalline) ซึ่งมีประสิทธิภาพ = 16% มาเป็นเทคโนโลยีแบบ Thin Film ซึ่งมีประสิทธิภาพ = 10% โดยปัจจุบันเซลล์แสง อาทิตย์แบบ Thin Film อยู่ในระหว่างการทดสอบเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพให้สูงกว่า 16% รวมถึง ความพยายามพัฒนา กระบวนการ ผลิต เซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อที่จะลดราคาต้นทุนการผลิตลง

การใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย

ประเทศไทยได้เริ่มมีการใช้งานจากเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อปี พ.ศ. 2519 โดยหน่วยงานกระทรวงสาธารณสุข และมูลนิธิแพทย์อาสาฯ มีจำนวนประมาณ 300 แผง แต่ละแผงมีขนาด 15/30 วัตต์ และนับเป็นครั้งแรกที่ได้มีนโยบาย และแผนระดับชาติด้านเซลล์แสงอาทิตย์ บรรจุลงใน แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2520-2524) การติดตั้งแผงเซลล์ แสงอาทิตย์ ได้ติดตั้ง ใช้งาน อย่าง จริงจัง ในปลายปีของ แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) โดยมี กรม พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กรมโยธาธิการ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่เป็นหน่วย งานหลัก ในการนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปผลิตพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้งานในด้านแสงสว่าง ระบบโทรคมนาคม และเครื่องสูบน้ำ

ข้อมูลของการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อใช้งานในประเทศไทย จนถึงปี พ.ศ. 2540 มีหน่วยงานต่างๆ ได้ติดตั้ง เซลล์ ขึ้นสาธิตใช้งานในลักษณะต่างๆ รวมกันแล้วประมาณ 3,734 กิโลวัตต์ ลักษณะการใช้งาน จะเป็นการติดตั้ง ใช้งานใน พื้นที่ที่ห่างไกล เป็นสถานีเติม ประจุแบตเตอรี่ 39% ระบบสื่อสารหรือสถานีทวนสัญญาณ ของ องค์การ โทรศัพทแห่งประเทศไทย 28% ระบบสูบน้ำด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ 22% ระบบไฟฟ้าหมู่บ้านที่ห่างไกล 5% และ สัดส่วนที่เหลือจะติดตั้งใน โรงเรียนประถมศึกษา สาธารณสุข และ ไฟสัญญาณไฟกระพริบ

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 เพื่อใช้งานใน กิจการต่างๆ ของ กฟผ. ปัจจุบันติดตั้งใช้งานไปแล้ว ประมาณ 70 กิโลวัตต์ โดย กฟผ. ได้ทำการสาธิตการผลิตไฟฟ้า โดยใช้ เซลล์แสงอาทิตย์ ร่วมกับพลังงานชนิดอื่นๆ เช่น พลังน้ำ พลังงานลม แล้วส่งพลังงานที่ผลิตได้เข้าระบบ จำหน่ายของการไฟฟ้าภูมิภาคต่อไป กฟผ. ยังได้สาธิตการผลิตไฟฟ้า จากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยไม่ใช้แบตเตอรี่ใน ระบบ บ้านแสงอาทิตย์ เป็นหลังแรกของประเทศไทย ตั้งอยู่ในบริเวณ สถานีพลังงานแสงอาทิตย์สันกำแพง หมู่บ้าน สหกรณ์ 2 อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ โดยทำการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จำนวน 44 แผง รวมกำลังการผลิต 2.5 กิโลวัตต์

การบำรุงรักษาเซลล์แสงอาทิตย์และอายุการใช้งาน

อายุการใช้งาน เซลล์แสงอาทิตย์ โดยทั่วไปยาวนานกว่า 20 ปี และเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ ไม่มี ส่วนใดที่เคลื่อนไหว เป็นผลให้ลดการดูแลและบำรุงรักษาระบบดังกล่าว จะมีเพียงในส่วนของการทำความสะอาด แผง เซลล์แสงอาทิตย์ ที่เกิดจาก ฝุ่นละอองเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบกับ การดูแลระบบปรับอากาศ ขนาดเล็กตาม บ้านพัก อาศัยแล้ว จะพบว่างานนี้ดูง่ายกว่า

เทคโนโลยีของ เซลล์แสงอาทิตย์ ในปัจจุบัน มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ประกอบกับ การนำระบบ ควบคุมที่ดี มาใช้ในการผลิต ทำให้ เซลล์แสงอาทิตย์ สามารถที่จะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 1,600-1,800 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อกิโลวัตต์ สูงสุดต่อปี พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากบ้าน 1 หลัง ประมาณ 3,750-4,500 หน่วย/ปี สามารถ ลดการใช้ น้ำมัน ในการผลิต ไฟฟ้าลงได้ 1,250-1,500 ลิตร/ปี

ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ไม่ใช้เชื้อเพลิง โครงการนี้จึงมีส่วนช่วยลด CO_2 SO_x และ NO_x ที่เกิดจากโรงไฟฟ้าที่ผลิตอยู่ในปัจจุบัน และ ช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการกำจัดสารต่างๆ ดังกล่าวนั้นด้วย

พลังงานลม

เป็นพลังงานธรรมชาติที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ 2 ที่ ซึ่งสะอาดและบริสุทธิ์ใช้แล้วไม่มีวันหมดสิ้นไปจากโลก ได้รับความสนใจนำมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์อย่างกว้างขวาง ในขณะเดียวกัน กังหันลมก็เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่สามารถนำพลังงานลมมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ โดยเฉพาะในการผลิตกระแสไฟฟ้า และในการสูบน้ำ ซึ่งได้ใช้งานกันมาแล้วอย่างแพร่หลายพลังงานลมเกิดจากพลังงานจากดวงอาทิตย์ตกกระทบโลกทำให้อากาศร้อน และลอยตัวสูงขึ้น อากาศจากบริเวณอื่นซึ่งเย็นและหนาแน่นมากกว่าจึงเข้ามาแทนที่ การเคลื่อนที่ของอากาศเหล่านี้เป็นสาเหตุให้เกิดลม และมีอิทธิพลต่อสภาพลมฟ้าอากาศในบางพื้นที่ของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวฝั่งทะเลอันดามันและด้านทะเลจีน(อ่าวไทย) มีพลังงานลมที่อาจนำมาใช้ประโยชน์ในลักษณะพลังงานกล (กังหันสูบน้ำกังหันผลิตไฟฟ้า) ศักยภาพของพลังงานลมที่สามารถ นำมาใช้ประโยชน์ได้สำหรับประเทศไทย มีความเร็ว อยู่ระหว่าง 3 - 5 เมตรต่อวินาที และความเข้มพลังงานลมที่ประเมินไว้ได้อยู่ระหว่าง 20 - 50 วัตต์ต่อตารางเมตร

ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด ในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า ทดแทนการผลิตด้วยพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบประเทศยุโรปได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ ซึ่งกังหันลมขนาดใหญ่แต่ละตัวสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 4-5 เมกะวัตต์ และนับวันจะยังได้รับการพัฒนาให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น สำหรับประเทศไทยการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านพลังงานลมยังมีค่อนข้างน้อยมาก อาจเป็นเพราะศักยภาพพลังงานลมในประเทศเราน่าสนใจมากเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ อย่างไรก็ตามหากเรามีพื้นฐานความรู้ก็สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานลมร่วมกับแหล่งพลังงานอื่นๆ เพื่อความมั่นคงในการผลิตไฟฟ้าได้ อย่างเช่นที่สถานีไฟฟ้าแหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต ได้ทดลองใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์และต่อเข้ากับระบบสายส่ง ดังนั้นการศึกษา เรียนรู้ วิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานลมก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานซากดึกดำบรรพ์จะเป็นการช่วยประเทศไทยลดการนำเข้าแหล่งพลังงานจากต่างประเทศอีกทางหนึ่ง

การเกิดและประเภทของลม

ลม (wind) สาเหตุหลักของการเกิดลมคือดวงอาทิตย์ ซึ่งเมื่อมีการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์มายังโลก แต่ละตำแหน่งบนพื้นโลกได้รับปริมาณความร้อนไม่เท่ากัน ทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิและความกดอากาศในแต่ละตำแหน่ง บริเวณใดที่มีอุณหภูมิสูงหรือความกดอากาศต่ำอากาศในบริเวณนั้นก็จะลอยตัวขึ้นสูง อากาศจากบริเวณที่เย็นกว่าหรือมีความกดอากาศสูงกว่าจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ การเคลื่อนที่

ของมวลอากาศนี้คือการทำให้เกิดลมขึ้นเอง และจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศนี้ทำให้เกิดเป็นพลังงานจลน์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ ลมสามารถจำแนกออกได้หลายชนิดตามสถานที่ที่เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ ดังนี้

ลมบกและลมทะเล

ลมบกและลมทะเล (land and sea breeze) เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิของบริเวณทะเลกับฝั่ง โดยลมทะเลจะเกิดในตอนกลางวัน เพราะบนฝั่งมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณในทะเลจึงทำให้เกิดลมจากทะเลพัดเข้าสู่ฝั่ง ส่วนลมบกเกิดในเวลากลางคืนเพราะบริเวณในทะเลจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบนฝั่ง ทำให้เกิดลมจากฝั่งออกสู่ทะเล

ลมภูเขาและลมหุบเขา

ลมภูเขาและลมหุบเขา (mountain and valley winds) เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างสันเขาและหุบเขา โดยลมภูเขาจะพัดจากสันเขาลงสู่หุบเขาในตอนกลางคืน เนื่องจากบริเวณสันเขาอยู่ในที่สูงกว่าจึงเย็นเร็วกว่าหุบเขาดังนั้นจึงมีลมพัดลงจากยอดเขาสู่หุบเขา ส่วนลมหุบเขาจะพัดจากหุบเขาขึ้นไปสู่สันเขาโดยเกิดขึ้นในตอนกลางวัน เนื่องจากบริเวณหุบเขาเบื้องล่างจะมีอุณหภูมิต่ำกว่ายอดเขาจึงมีลมพัดขึ้นไปตามความสูงของสันเขา นอกจากนี้ยังมีการเรียกชื่อลมตามทิศการเคลื่อนที่ในแต่ละฤดูกาล เช่น ลมมรสุม ซึ่งหมายถึงลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางกับการเปลี่ยนฤดูคือฤดูร้อนจะพัดอยู่ในทิศทางหนึ่งและจะพัดเปลี่ยนทิศทางเป็นตรงกันข้ามในฤดูหนาว (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2546. ออนไลน์)

ประวัติการประยุกต์ใช้พลังงานจากลม

การประยุกต์ใช้พลังงานจากลม เริ่มจากการค้นพบบันทึกเกี่ยวกับโรงสีข้าวพลังงานลม (windmills) โดยใช้ระบบเครื่องไม้ในแกนตั้ง ซึ่งเป็นเครื่องไม้แบบง่ายๆ นิยมใช้กันในพื้นที่ภูเขาสูงโดยชาวแอฟแกน (Afghan) เพื่อการสีเมล็ดข้าวเปลือกในช่วงศตวรรษที่ 7 ก่อนคริสตกาล ส่วนโรงสีข้าวพลังงานลมแบบแกนหมุนแนวนอนพบครั้งแรกแถบเปอร์เซีย ทิเบตและ จีน ประมาณคริสต์ศักราชที่ 1000 โรงสีข้าวพลังงานลมชนิดแกนหมุนในแนวนอน ได้แพร่หลายไปจนถึงประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียนและประเทศยุโรปตอนกลาง โรงสีข้าวแบบแกนหมุนแนวนอนพบครั้งแรกในประเทศอังกฤษประมาณปี ค.ศ. 1150 พบในฝรั่งเศสปี ค.ศ. 1180 พบในเบลเยียมปี ค.ศ. 1190 พบในเยอรมันปี ค.ศ. 1222 และ พบในเดนมาร์กปี ค.ศ. 1259 การพัฒนาและแพร่หลายอย่างรวดเร็วของโรงสีข้าวแบบแกนหมุนแนวนอนมาจากอิทธิพลของนักบวชครูเซด ซึ่งเป็นผู้นำความรู้เกี่ยวกับโรงสีข้าวพลังงานลมจากเปอร์เซียมาสู่หลายพื้นที่ของยุโรป

ในยุโรปโรงสีข้าวพลังงานลมได้รับการพัฒนาสมรรถนะอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะระหว่างช่วงศตวรรษที่ 12 และ ศตวรรษที่ 19 ในปี ค.ศ. 1800 ในประเทศฝรั่งเศสมีโรงสีข้าวพลังงานลมแบบยุโรปใช้งานอยู่ประมาณ 20,000 เครื่อง ในประเทศเนเธอร์แลนด์พลังงานที่ใช้ในอุตสาหกรรม ในช่วงเวลานั้นมาจากพลังงานลมถึงร้อยละ 90 ในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 โรงสีข้าวพลังงานลมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแกนหมุน 25 เมตร ตัวอาคารมีความสูงถึง 30 เมตร ตัวอย่างโรงสีข้าวพลังงานลมแบบยุโรปดังแสดงในภาพที่ 6.1 ซึ่งในช่วงเวลานั้นการใช้พลังงานลมไม่ได้มีเพียงแค่การสีข้าวแต่ยังมีการประยุกต์ใช้สำหรับการสูบน้ำอีกด้วย ต่อมาในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมโรงสีข้าว

พลังงานลมเริ่มมีการใช้งานลดลง อย่างไรก็ตามในปี ค.ศ. 1904 การใช้พลังงานจากลมยังมีอัตราส่วนถึงร้อยละ 11 ของพลังงานในภาคอุตสาหกรรมของประเทศเนเธอร์แลนด์ และในประเทศเยอรมันยังมีโรงสีข้าวชนิดนี้ติดตั้งอยู่กว่า 18,000 เครื่อง

ในช่วงเวลาเดียวกับที่โรงสีข้าวพลังงานลมในยุโรปเริ่มเสื่อมความนิยม เทคโนโลยีนี้กลับได้รับการเผยแพร่ในทวีปอเมริกาเหนือโดยผู้ที่ไปตั้งถิ่นฐานใหม่ มีการใช้กังหันลมสูบน้ำขนาดเล็กสำหรับงานปศุสัตว์ซึ่งได้รับความนิยมมาก กังหันลมชนิดนี้เป็นที่รู้จักกันในนามกังหันลมแบบอเมริกัน (american windmill) ซึ่งใช้ระบบการทำงานแบบควบคุมตัวอย่างสมบูรณ์ (fully self-regulated) โดยสามารถปรับความเร็วของแกนหมุนได้เมื่อความเร็วลมสูง ในขณะที่โรงสีข้าวพลังงานลมของยุโรปสามารถบิดตัวใบพัดออกจากทิศทางลมได้หรือสามารถหมุนใบพัดเก็บได้หากความเร็วลมสูงจนเกินไปเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับตัวโรงสีข้าว ความนิยมของกังหันลมแบบอเมริกันเพิ่มขึ้นสูงมากระหว่างปี ค.ศ. 1920 – 1930 มีกังหันลมประมาณ 600,000 ตัวถูกติดตั้งเพื่อใช้งาน ในปัจจุบันกังหันลมแบบอเมริกันหลายแบบยังคงถูกนำมาใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์ทางการเกษตรและกิจกรรมต่างๆ ทั่วโลก

สำหรับประเทศไทยผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานลม ได้ประเมินการใช้งานกังหันลมแบบใบพัดที่ทำด้วยไม้ซึ่งใช้ในนาข้าวมีจำนวนอยู่ประมาณ 2,000 ตัว และกังหันลมแบบเสือลำแพนหรือแบบผ้าใบซึ่งใช้ในนาเกลือหรือนากุ้งมีจำนวนอยู่ประมาณ 3,000 ตัว ต่อมาได้พบว่าจำนวนกังหันลมดังกล่าวลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการพัฒนาพื้นที่เกษตรกรรมให้เป็นพื้นที่อุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2531 มีการสำรวจจำนวนกังหันลมเฉพาะในบริเวณ 20 ตารางกิโลเมตร ของจังหวัดสมุทรสาครและสมุทรสงคราม พบว่ามีกังหันลมเหลืออยู่เพียง 667 ตัว กังหันลมดังกล่าวถือว่าเป็นชนิดดั้งเดิมจากภูมิปัญญาชาวบ้าน แต่สามารถใช้แทนพลังงานไฟฟ้าเพื่อการสูบน้ำได้เป็นอย่างดี (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2546. ออนไลน์)

ในปี ค.ศ. 1891 เดน พอล ลาคัวร์ (Dane Poul LaCour) วิศวกรชาวเดนมาร์กเป็นคนแรก ที่สร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าขึ้น เทคโนโลยีนี้ได้รับการพัฒนาระหว่างช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 และ 2 โดยใช้เทคโนโลยีนี้เพื่อทดแทนการขาดแคลนพลังงานในขณะนั้น บริษัท เอฟ เอล สมิธ (F.L. Smidth) ของเดนมาร์กถือได้ว่าเป็นผู้ริเริ่มกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบสมัยใหม่ในปี ค.ศ. 1941-1942 กังหันลมของบริษัทนี้เป็นกังหันลมแบบสมัยใหม่ตัวแรกที่ใช้แพนอากาศ (airfoils) ซึ่งใช้ความรู้ขั้นสูงทางด้านอากาศพลศาสตร์ในเวลานั้น ในช่วงเวลาเดียวกัน พาลเมอร์ พูทแนม (Palmer Putnam) ชาวอเมริกันได้สร้างกังหันลมขนาดใหญ่ให้กับบริษัท มอร์แกน สมิธ (Morgan Smith Co.) กังหันลมที่สร้างขึ้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 53 เมตร ซึ่งมีความแตกต่างจากกังหันลมของเดนมาร์กทั้งในเรื่องของขนาดและหลักการออกแบบ กังหันลมของเดนมาร์กมีหลักการอยู่บนพื้นฐานของการหมุนโดยลมส่วนบน (upwind rotor) กับการควบคุมผ่านตัวล่อ (stall regulation) ทำงานที่ความเร็วลมต่ำ ส่วนกังหันลมของพูทแนมออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการหมุนโดยลมส่วนล่าง (downwind rotor) กับการควบคุมโดยการปรับใบพัด (variable pitch regulation) อย่างไรก็ตามกังหันลมของพูทแนมก็ไม่ประสบความสำเร็จและถูกรื้อออกในปี ค.ศ. 1945 (Thomas & Lennart. 2002 : 67-128)

หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ในช่วงปี ค.ศ. 1956 – 1967 โจฮันเนส จูล (Johannes Juul) ชาวเดนมาร์กได้พัฒนาและออกแบบกังหันลมใหม่เพิ่มเติมและทำการติดตั้งที่เมืองเกดเซอร์ (Gedser) ประเทศเดนมาร์กสามารถผลิตไฟฟ้าได้กว่า 2.2 ล้านหน่วย และในเวลาเดียวกันนี้ ฮุตเตอร์ (Hutter) ชาวเยอรมันก็ได้พัฒนากังหันลมรูปแบบใหม่เหมือนกัน โดยกังหันลมของฮุตเตอร์ประกอบด้วยใบกังหันมีลักษณะเรียวยาวทำจากไฟเบอร์กลาสส์ (fiberglass) 2 ใบ กังหันลมชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูง

อย่างไรก็ตามแม้ว่ากังหันลมของจุลและฮูเตอร์จะประสบความสำเร็จในตอนแรก แต่ความสนใจในกังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ก็ลดลงหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 มีเพียงกังหันลมขนาดเล็กสำหรับผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกล หรือสำหรับการประจุแบตเตอรี่เท่านั้นที่ยังได้รับความสนใจ ต่อมาหลังเกิดปัญหาวิกฤตการณ์น้ำมันในปี ค.ศ. 1973 ทำให้ความสนใจในพลังงานลมได้กลับมาอีกครั้ง จากเหตุผลดังกล่าวจึงมีการสนับสนุนเงินทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับพลังงานลมเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในประเทศเยอรมัน สหรัฐอเมริกา และสวีเดน ซึ่งได้ใช้เงินนี้ในการพัฒนาต้นแบบกังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ในระดับเมกะวัตต์ อย่างไรก็ตามกังหันลมต้นแบบหลายๆแบบไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรทั้งที่ผ่านมาเป็นเวลานาน สาเหตุมาจากปัญหาทางเทคนิคหลายๆ ประการ เช่น กลไกการบิดของใบพัด (pitch mechanism) เป็นต้น

ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการสนับสนุนเงินทุนเพื่อกระตุ้นให้มีการพัฒนาพลังงานลมเป็นอย่างมาก ตัวอย่างที่สามารถเห็นได้ชัดเจนถึงผลของการกระตุ้นในครั้งนี้ เช่น ทำให้เกิดฟาร์มกังหันลม (wind farms) ขนาดใหญ่ติดตั้งอยู่ตามเทือกเขาทางตะวันออกของซานฟรานซิสโก และทางตะวันออก เฉียงเหนือของลอสแอนเจลิส ฟาร์มกังหันลมแห่งแรกนี้ประกอบไปด้วยกังหันลมขนาด 50 กิโลวัตต์ เป็นส่วนใหญ่ หลายปีผ่านไปขนาดของกังหันลมรุ่นใหม่ๆ เพิ่มขึ้นเป็น 200 กิโลวัตต์ ซึ่งเกือบทั้งหมดนำเข้าจากประเทศเดนมาร์ก ในช่วงสิ้นปี ค.ศ. 1980 มีกังหันลมติดตั้งอยู่ในแคลิฟอร์เนีย ประมาณ 15,000 ตัว ด้วยขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้ารวม 1,500 เมกะวัตต์

การพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานลมเป็นไปอย่างรวดเร็วจากในปี ค.ศ. 1989 ขนาดของกังหันลมในขณะนั้นมีขนาด 300 กิโลวัตต์ ด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของใบกังหัน 30 เมตร หลังจากนั้นประมาณสิบปีมีผู้ผลิตจากหลายบริษัทได้ผลิตกังหันลมขนาด 1,500 กิโลวัตต์ ด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบกังหัน 70 เมตร และในช่วงก่อนเปลี่ยนศตวรรษใหม่ กังหันลมขนาด 2 เมกะวัตต์ เส้นผ่าศูนย์กลางของใบกังหันขนาด 74 เมตรได้รับการพัฒนาและติดตั้งเพื่อใช้งาน ปัจจุบันนี้กังหันลมขนาด 2 เมกะวัตต์ กลายเป็นขนาดของกังหันลมที่ผลิตในเชิงพาณิชย์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว และกังหันลมขนาด 4 – 5 เมกะวัตต์ กำลังอยู่ในช่วงของการพัฒนา โดยตัวต้นแบบขนาด 4.5 เมกะวัตต์ ได้มีการติดตั้งและทดสอบแล้วเมื่อปี ค.ศ. 2002 (นิพนธ์ เกตุจ้อย และ อชิตพล ศศิธรานูวัฒน์. 2547 : 58)

หลักการทำงานของกังหันลม

ลมที่เกิดขึ้นถูกใช้ประโยชน์จากส่วนที่อยู่ใกล้ผิวโลกหรือที่เรียกว่าลมผิวพื้น ซึ่งหมายถึงลมที่พัดในบริเวณผิวพื้นโลกภายใต้ความสูงประมาณ 1 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน เป็นบริเวณที่มีการผสมผสานของอากาศกับอนุภาคอื่นๆ และมีแรงเสียดทานในระดับต่ำ โดยเริ่มต้นที่ระดับความสูงมากกว่า 10 เมตรขึ้นไปแรงเสียดทานจะลดลง ทำให้ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นดังแสดงในภาพที่ 6.2 จนกระทั่งที่ระดับความสูงใกล้ 1 กิโลเมตรเกือบไม่มีแรงเสียดทาน (นิพนธ์ เกตุจ้อย และ อชิตพล ศศิธรานูวัฒน์. 2547 : 65) ความเร็วลมมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับระดับความสูง และ สภาพภูมิประเทศ เช่นเดียวกันกับทิศทางของลม จากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่ากังหันลมจะทำงานได้ดีหรือไม่นั้นจะขึ้นอยู่กับตัวแปรทั้งสองนี้ ที่ความเร็วลมเท่าๆ กัน แต่มีทิศทางลมที่แตกต่างกัน เมื่อลมเคลื่อนที่พุ่งเข้าหาแกนหมุนของกังหันลมแล้วจะส่งผลต่อแรงบิดของกังหันลมเป็นอย่างมาก ผลคือแรงลัพธ์ที่ได้ออกมาจากกังหันลมแตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยเบื้องต้นที่เป็นตัวกำหนดในการใช้พลังงานลมคือความเร็วและทิศทางของลมนั่นเอง

พลังงานที่ได้รับจากกังหันลมจะมีเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับความเร็วลม แต่ความสัมพันธ์นี้ ไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง ที่ความเร็วลมต่ำในช่วง 1–3 เมตรต่อวินาที กังหันลมจะยังไม่ทำงานจึงยังไม่สามารถผลิตไฟฟ้า

ออกมาได้ ที่ความเร็วลมระหว่าง 2.5–5 เมตรต่อวินาที กังหันลมจะเริ่มทำงานเรียกช่วงนี้ว่าช่วงเริ่มความเร็วลม (cut in wind speed) และที่ความเร็วลมช่วงประมาณ 12–15 เมตรต่อวินาที เป็นช่วงที่เรียกว่าช่วงความเร็วลม (nominal หรือ rate wind speed) ซึ่งเป็นช่วงที่กังหันลมทำงานอยู่บนพิกัดกำลังสูงสุดของตัวเอง ในช่วงที่ความเร็วลมไต่ระดับไปสู่ช่วงความเร็วลมเป็นการทำงานของกังหันลมด้วยประสิทธิภาพสูงสุด (maximum rotor efficiency) ดังแสดงในภาพที่ 6.3 ซึ่งค่านี้ขึ้นอยู่กับอัตราการกระตุ้นความเร็ว (tip speed ratio) (Siegfried. 1998 : 67) และในช่วงเลยความเร็วลม (cut out wind speed) เป็นช่วงที่ความเร็วลมสูงกว่า 25 เมตรต่อวินาที กังหันลมจะหยุดทำงานเนื่องจากความเร็วลมสูงเกินไปซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อกลไกของกังหันลมได้

สำหรับหลักการทั่วไปในการนำพลังงานลมมาใช้คือ เมื่อมีลมพัดมาปะทะกับใบพัดของกังหันลม กังหันลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมที่อยู่ในรูปของพลังงานจลน์ไปเป็นพลังงานกลโดยการหมุนของใบพัด แรงจากการหมุนของใบพัดนี้จะถูกส่งผ่านแกนหมุนทำให้เฟืองเกียร์ที่ติดอยู่กับแกนหมุนเกิดการหมุนตามไปด้วย พลังงานกลที่ได้จากการหมุนของเฟืองเกียร์นี้เองที่ถูกประยุกต์ใช้ประโยชน์ตามความต้องการเช่น ในกรณีที่ต้องการใช้กังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้าจะต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าไป ซึ่งเมื่อเฟืองเกียร์ของกังหันลมเกิดการหมุนจะไปขับเคลื่อนให้แกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนตามไปด้วย ด้วยหลักการนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาได้ ส่วนในกรณีของการใช้กังหันลมในการสูบน้ำหรือสีข้าวสามารถนำเอาพลังงานกลจากการหมุนของเฟืองเกียร์นี้ไปประยุกต์ใช้ได้โดยตรง

ประเภทของกังหันลม

กังหันลมโดยทั่วไปจะมีรูปแบบพื้นฐานหลักๆ คล้ายๆกัน แต่อาจแตกต่างกันบ้างในส่วนของรายละเอียด ดังนั้นการแบ่งประเภทของกังหันลมมักจะยึดเอาลักษณะการวางตัวของแกนเพลลาของกังหันลมเป็นหลัก ซึ่งประเภทหลักๆของกังหันลมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ กังหันลมที่มีแกนเพลลาอยู่ในแนวนอนและกังหันลมที่มีแกนเพลลาอยู่ในแนวตั้ง

กังหันลมที่มีแกนเพลลาอยู่ในแนวนอน

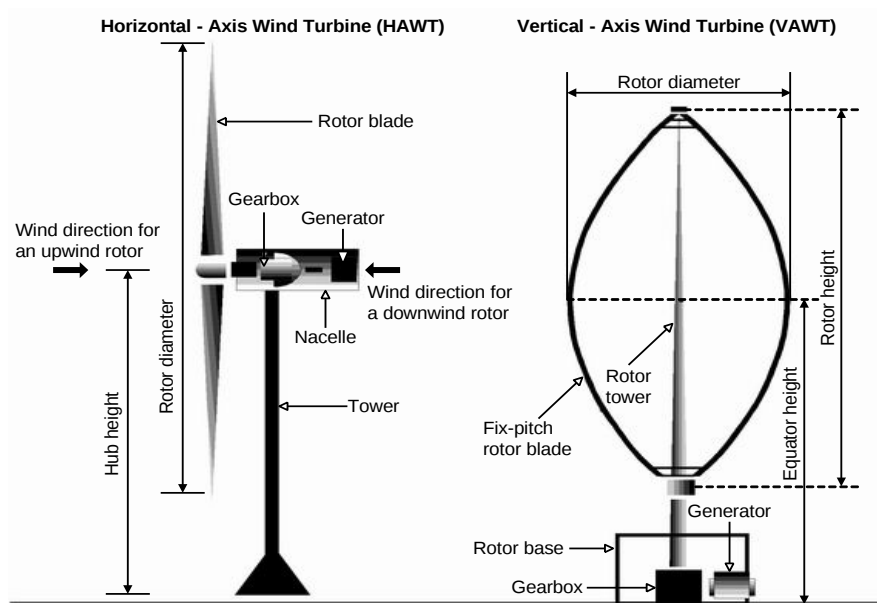
กังหันลมที่มีแกนเพลลาอยู่ในแนวนอน (horizontal-axis type wind turbine, HAWT) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนวางตัวอยู่ในทิศขนานกับทิศทางของลม โดยมีใบเป็นตัวตั้งฉากรับแรงลม กังหันลมประเภทนี้ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีการนำมาใช้งานมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานสูงแต่ต้องติดตั้งบนเสาที่มีความสูงมาก และมีชุดควบคุมให้กังหันลมหันหน้าเข้ารับแรงลมได้ทุกทิศทางในแนวนอนตลอดเวลา อย่างไรก็ตามในรายละเอียดของรูปแบบ องค์ประกอบ และลักษณะการทำงานของกังหันลมแบบนี้ที่นิยมใช้กันสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ (นิพนธ์ เกตุจ้อย และ อชิตพล ศศิธรานูวัฒน์. 2547 : 68-69) ได้แก่

1. กังหันลมแบบความเร็วคงที่ (fixed speed turbine) กังหันลมชนิดนี้ประกอบไปด้วยใบพัด กล้องเกียร์ ซึ่งเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ (squirrel cage induction generator) ชุดสเตเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อเชื่อมเข้ากับระบบสายส่งไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 6.5 a ในความเป็นจริงแล้วกังหันลมแบบนี้มีค่าสลิปของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator slip) ไม่คงที่ซึ่งจะขึ้นอยู่กับภาระ

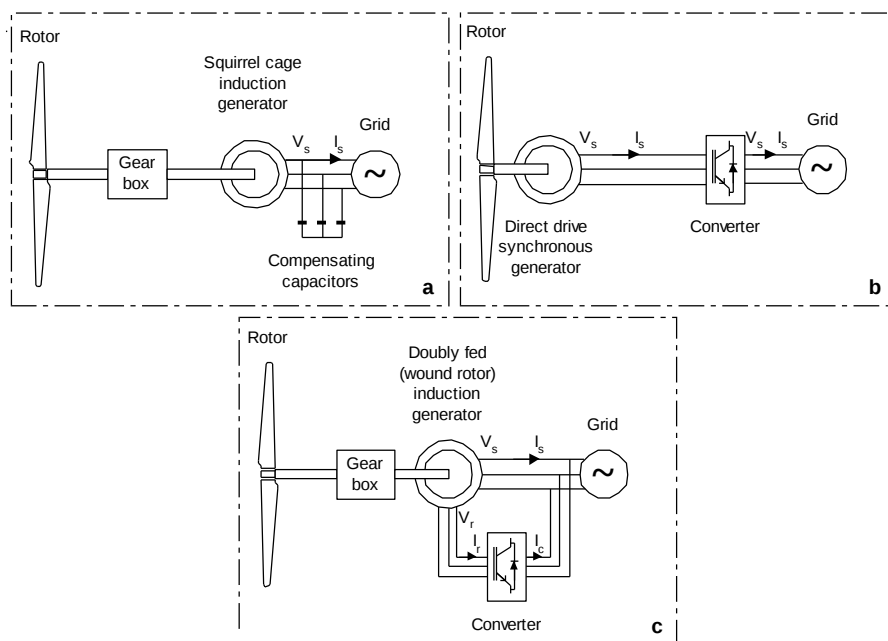
เปลี่ยนแปลงของกำลังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงนี้มีค่าน้อยมาก เพียง 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงเรียกกังหันลมแบบนี้ว่าเป็นแบบความเร็วคงที่

2.กังหันลมแบบความเร็วไม่คงที่ (variable speed turbine) กังหันลมชนิดนี้ประกอบไปด้วย ใบพัด กล้องเกียร์ เชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบเหนี่ยวนำแบบดับเบิ้ลเฟด (doubly fed induction generator) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ชุดสเตรเตอร์ต่อเชื่อมเข้ากับระบบสายส่งไฟฟ้า กังหันลมชนิดนี้ ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ดังนั้นจึงสามารถปรับความเร็วรอบและความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมาได้

3.กังหันลมแบบความเร็วไม่คงที่ชนิดโดยตรง (variable speed with direct drive) กังหันลมชนิดนี้ประกอบไปด้วย ใบพัด เชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัสโดยตรงและมีเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า สำหรับการควบคุมความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า องค์ประกอบของกังหันลมแบบความเร็วไม่คงที่ชนิดโดยตรง



ภาพที่ 2.1 กังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบแกนนอนและแบบแกนตั้ง
ที่มา (EIA. 2004e. On-line)



ภาพที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบกังหันลมแบบความเร็วคงที่ (a) กังหันลมแบบความเร็วไม่คงที่ (b) และกังหันลมแบบความเร็วไม่คงที่ชนิดต่อตรง (c)
 ที่มา (นิพนธ์ เกตุจ้อย และ อชิตพล ศศิธรานวัฒน์. 2547 : 68-69)

กังหันลมที่มีแกนเพลายูในแนวตั้ง

กังหันลมที่มีแกนเพลายูในแนวตั้ง (vertical-axis type wind turbine, VAWT) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนตั้งฉากกับทิศทางของลม ซึ่งสามารถรับลมได้ทุกทิศทางและติดตั้งอยู่ในระดับต่ำได้ กังหันลมแบบนี้ที่รู้จักกันดีคือกังหันลมแบบแดร์เรียส (darrieus) ซึ่งออกแบบโดยวิศวกรชาวฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1920 ข้อดีของกังหันลมแกนตั้งคือ สามารถรับลมได้ทุกทิศทาง มีชุดปรับความเร็ว (gear box) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถติดตั้งอยู่ที่ระดับพื้นล่างได้ นอกจากนี้ตัวเสาของกังหันลมยังไม่สูงมากนัก แต่มีข้อเสียคือประสิทธิภาพต่ำเมื่อเทียบกับกังหันลมที่มีแกนเพลแบบแกนนอน ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการใช้งานอยู่น้อย

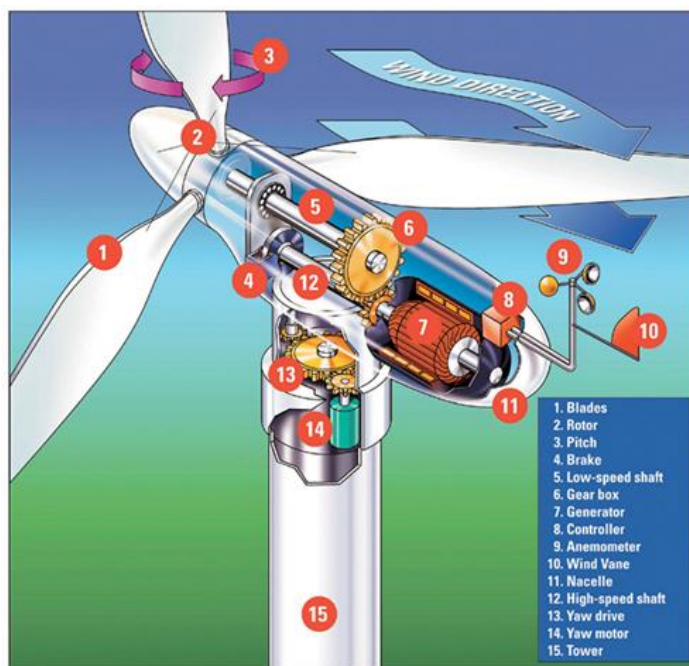
ส่วนประกอบของกังหันลม

กังหันลมโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักๆ คือ ใบพัด ระบบถ่ายทอดกำลังจากใบพัด ชุดควบคุมการบังคับทิศทางของใบพัดและเสาหรือหอคอย อย่างไรก็ตามในส่วนรายละเอียดของส่วนประกอบของกังหันลมจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งานของกังหันลมนั้น เช่น ถ้าเป็นกังหันลมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการผลิตไฟฟ้าก็จะมีส่วนประกอบ รายละเอียด และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนกว่ากังหันลมที่ใช้สำหรับการสูบน้ำ อย่างไรก็ตามเพื่อให้เกิดความเข้าใจในความแตกต่างของส่วนประกอบของกังหันลมแต่ละชนิด ในที่นี้จึงขอแยกกล่าวถึงส่วนประกอบของกังหันลมตามวัตถุประสงค์การใช้งานเป็น 2 กรณีคือ

ส่วนประกอบของกังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้า

จากการได้รับประโยชน์อย่างชัดเจนในการใช้กังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้า ทำให้เทคโนโลยีของกังหันลมประเภทนี้ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรื่อยๆ จึงทำให้ส่วนประกอบต่างๆ ของกังหันลมประเภทนี้มีค่อนข้างมากและมีความซับซ้อน ดังแสดงในภาพที่ 6.6 ซึ่งส่วนประกอบแต่ละส่วนมีหน้าที่สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ใบพัด (blade) เป็นตัวรับพลังงานลมและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกลใน การขับเคลื่อนเพลากลมหุน (rotor) ของใบพัด โดยใบพัดสามารถปรับทิศทางการรับลมได้



ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างส่วนประกอบของกังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้า
ที่มา (Power House. 2005. On-line)

2. ระบบเบรก (brake) เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมการหยุดหมุนของใบพัดและเพลากลมหุนของกังหันลม

3. คันบังคับเพลากลมหุน (low speed shaft และ high speed shaft) เป็นส่วนที่คอยควบคุมความเร็วของเพลากลมหุนให้หมุนช้าหรือเร็วของใบพัด และส่งผ่านระบบส่งกำลัง

4. ห้องส่งกำลัง (gear box) เป็นระบบที่คอยปรับเปลี่ยนและควบคุมความสัมพันธ์ของความเร็วในการหมุนระหว่างเพลากลมหุนกับเพลากลมหุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลที่ถูกส่งมาจากเพลากลมหุนของใบพัดเป็นพลังงานไฟฟ้า

6. ตัวควบคุม (controller) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องวัดความเร็วลม

7. ห้องเครื่อง (nacelle) เป็นห้องควบคุมขนาดใหญ่ อยู่ส่วนหลังของใบพัด ใช้บรรจุระบบต่างๆ เช่น ระบบเกียร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบเบรก และระบบควบคุม

8. แกนคอกหมุนรับทิศทางลม (yaw drive) เป็นตัวควบคุมการหมุนของห้องเครื่องเพื่อให้ใบพัดปรับรับทิศทางลม โดยมีมอเตอร์ (yaw motor) เป็นตัวช่วยในการปรับทิศทาง

9. เสาหรือหอคอย (tower) เป็นส่วนที่แบกรับอุปกรณ์ทั้งหมดที่อยู่ข้างบน

นอกจากนี้ยังต้องมีระบบไฮดรอลิก (hydraulic system) ที่จะช่วยในการชะลอการหมุนและการหยุดหมุนของใบพัด ระบบระบายความร้อน (cooling system) มีไว้สำหรับการระบายความร้อนจากการทำงานของระบบซึ่งเกิดความร้อนจากการทำงานอย่างต่อเนื่อง และมีชุดเครื่องมือสำหรับการวัดความเร็วลม (anemometer) เพื่อวัดและเก็บข้อมูลความเร็วลมซึ่งจะถูกติดตั้งอยู่กับชุดแผงทาง (vane)

ส่วนประกอบของกังหันลมเพื่อการสูบน้ำ

กังหันลมสูบน้ำ เป็นกังหันลมที่มีแกนเพลาลอยในแกนนอน มีส่วนประกอบและความซับซ้อนของเทคโนโลยีไม่มากนัก กังหันลมแบบนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรที่ทำการเกษตรหรือปศุสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ที่ห่างไกลในเขตชนบทและไม่มีไฟฟ้าใช้สำหรับการสูบน้ำ ตัวอย่างกังหันลมเพื่อการสูบน้ำและส่วนประกอบที่สำคัญของกังหันลมสูบน้ำดังแสดงในภาพที่ 6.7 ซึ่งกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ดำเนินการสร้างและทดลองใช้งานมีดังนี้ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2546. ออนไลน์)

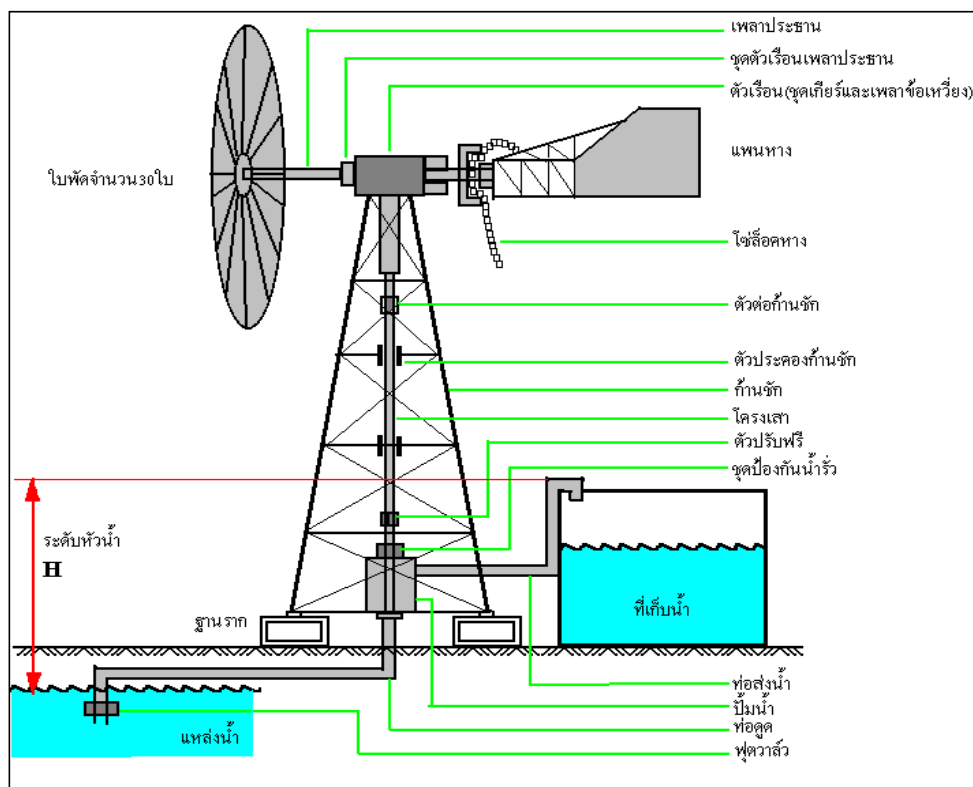
1 ใบพัด ทำหน้าที่รับแรงจากพลังงานลมแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานกลและส่งต่อไปยังเพลาประธานหรือเพลาลูก

2 ตัวเรือน ประกอบไปด้วยเพลาประธานหรือเพลาลูก ชุดตัวเรือนเพลาประธาน ซึ่งเป็นตัวหมุนถ่ายแรงกลเข้าตัวห้องเครื่องภายในห้องเครื่องจะเป็นชุดถ่ายแรงและเกียร์ที่เป็นแบบข้อเหวี่ยงหรือแบบเฟืองขับ เพื่อเปลี่ยนแรงจากแนวราบเป็นแนวตั้งเพื่อดึงก้านชักขึ้นลง

3 ชุดแผงทาง ประกอบไปด้วยใบแผงทางทำจากเหล็กแผ่น ที่ทำหน้าที่บังคับตัวเรือนและใบพัดเพื่อให้หันรับแรงลมในแนวราบได้ทุกทิศทาง

4 โครงเสา ทำด้วยเหล็กประกอบเป็นโครงถัก (truss structure) ความสูงของกังหันลมสูบน้ำมีความสำคัญอย่างมากในการพิจารณาติดตั้งกังลมเพื่อให้สามารถรับลมได้ดี กังหันลมแบบนี้มีความสูงประมาณ 12-15 เมตร และมีแกนกลางเป็นตัวบังคับก้านชักให้ชักขึ้นลงในแนวตั้ง

5 ก้านชักทำด้วยเหล็กกลมตัน สำหรับรับแรงชักขึ้นลงในแนวตั้งจากเฟืองขับที่อยู่ในตัวเรือน เพื่อทำหน้าที่ป้อนอัดกระบอกสูบน้ำ



ภาพที่ 2.4 แสดงส่วนประกอบของกังหันลมเพื่อการสูบน้ำ
 ที่มา (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2546. ออนไลน์)

6.ปั้มน้ำ ลูกสูบของกังหันลมสูบน้ำใช้วัสดุส่วนใหญ่เป็นทองเหลืองหรืออาจเป็นสแตนเลส ซึ่งมีความคงทนต่อกรดและด่างสามารถรับแรงดูดและแรงส่งได้สูงมีหลายขนาดแต่ที่ใช้ทั่วไปมีขนาด 4.5-6 นิ้ว

7 ท่อน้ำ ส่วนใหญ่มักใช้ท่อ พีวีซี หรือท่อเหล็ก ที่มีขนาดประมาณ 2 นิ้ว

ในส่วนของการใช้พลังงานจากกังหันลม พบว่าประเทศที่มีกังหันลมมากที่สุดในปัจจุบันคือ ประเทศเยอรมนี โดยข้อมูลเมื่อปี ค.ศ. 2001 เยอรมนีผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมถึง 8,754 เมกะวัตต์ รองลงมาคือ สหรัฐอเมริกาผลิตได้ 4,200 เมกะวัตต์ สเปนผลิตได้ 3,300 เมกะวัตต์ และเดนมาร์กผลิตได้ 2,400 เมกะวัตต์ จากข้อมูลจะเห็นได้ว่ายุโรปเป็นกลุ่มประเทศที่ก้าวหน้ามากที่สุดในการใช้พลังงานจากลมมาผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมได้รวมทั้งสิ้นประมาณ 14,000 เมกะวัตต์ และมีการตั้งเป้าว่าภายในปี พ.ศ. 2010 จะต้องผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมให้ได้ 60,000 เมกะวัตต์ (Ledesma *et al.* 2003 : 1341-1355) และเมื่อมองย้อนหลังไปเมื่อปี ค.ศ. 1988 เยอรมนีผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมได้เพียง 137 เมกะวัตต์ ซึ่งในสมัยนั้นยังมีจำนวนกังหันลมไม่เกินหนึ่งพันต้น แต่หลังจากนั้นมาอีกสิบห้าปีเยอรมนีได้ติดตั้งกังหันลมเพิ่มเป็นมากกว่าหมื่นชุดและผลิตกระแสไฟฟ้าได้กว่า 8,000 เมกะวัตต์ ในกลุ่มประเทศที่มีการติดตั้งกังหันลมมากๆ เหล่านี้ จะมีการติดตั้งกังหันลมในบริเวณไม่ไกลกันมากนักจึงทำให้เกิดเป็นลักษณะของฟาร์มลม (wind farm) ดังแสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดงตัวอย่างของฟาร์มลมในประเทศสหรัฐอเมริกา
ที่มา (EIA. 2004f. On-line)

ในขณะที่ประเทศในแถบเอเชียพบว่า อินเดียเป็นประเทศที่มีศักยภาพและวิวัฒนาการด้านพลังงานลมมากที่สุด โดยสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมได้ถึง 1,500 เมกะวัตต์ ในขณะที่รัฐบาลของอินเดียมีการส่งเสริมการผลิตกังหันลมในเชิงอุตสาหกรรมอย่างมาก โดยได้รับการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีจากกลุ่มประเทศยุโรปและสหรัฐอเมริกา นอกจากอินเดียแล้วยังมีจีนเป็นอีกประเทศหนึ่งที่กำลังเริ่มต้นพัฒนากังหันลม ในปัจจุบันสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมได้แล้ว

ประเทศไทยกับการใช้พลังงานลม

ถึงแม้ผลจากการศึกษาศักยภาพพลังงานลมในประเทศไทยค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับที่อื่น แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าพลังงานลมที่มีอยู่ไม่สามารถใช้ได้ จากผลการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนในการลงทุนระหว่างพลังงานจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมพบว่า การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมมีต้นทุนถูกกว่าประมาณ 8-10 เท่า และยิ่งถ้าสามารถผลิตใบพัดของกังหันลมได้เองจะถูกกว่าถึง 10 เท่า (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2546. ออนไลน์)

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและจ่ายเข้าระบบสายส่งในปริมาณที่น้อยมาก หากเทียบกับแหล่งพลังงานอื่นๆ โดยมีการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 150 กิโลวัตต์ ซึ่งผลิตโดยบริษัทนอร์ดแทงก์ ประเทศเดนมาร์ก ในพื้นที่สถานีผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ณ แหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 เพื่อสาธิตการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 10 กิโลวัตต์ ดังแสดงในภาพที่ 6.10 โดยจ่ายไฟเข้าระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จนถึงปัจจุบันระบบยังสามารถทำงานได้ดีอยู่ กังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าป้อนเข้าสายส่งได้ประมาณ 200,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี (kWh/annual) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตมีโครงการที่จะติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นที่แหลมพรหมเทพโดยจะติดตั้งกังหันลมขนาด 600 กิโลวัตต์ ซึ่งคาดว่าจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณปีละ 840,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ปัจจุบันโครงการดังกล่าวกำลังอยู่ระหว่างการดำเนินงาน (Siripuekpong et al. 2002 : 53)



ภาพที่ 2.6 สถานีผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์
ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ที่แหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต
ที่มา (Siripuekpong et al. 2002 : 58)

ผลกระทบจากการใช้กังหันลม

ปัจจุบันมีการใช้งานกังหันลมผลิตไฟฟ้ากันอยู่ในหลายประเทศ ซึ่งได้รับการยอมรับจากประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามกังหันลมยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือผลกระทบข้างเคียงอื่นๆ ดังต่อไปนี้ (นิพนธ์ เกตุจ้อย และ อชิตพล ศศิธรานวัฒน์. 2547 : 71-72)

ด้านพื้นที่

กังหันลมจะต้องติดตั้งอยู่ห่างกันห่างถึงสิบเท่าของความสูงกังหัน เพื่อที่กระแสลม จะได้ลดความปั่นป่วนหลังจากที่ผ่านกังหันลมตัวอื่นมา อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่ติดตั้งจริงของกังหันลมจะใช้เพียง 1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งจะเป็นส่วนของเสาและฐานรากและ เส้นทางสำหรับ การเข้าไปติดตั้งและดูแลรักษา กังหันลมขนาดใหญ่ซึ่งมีความสูงของเสาสูงมาก จะต้องติดตั้ง อยู่ห่างกันเป็นระยะทางไกล ตัวอย่างเช่น กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดระดับเมกะวัตต์ ต้องการระยะห่างระหว่างกันถึง 0.5 – 1 กิโลเมตร ดังนั้นเมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้วจะพบว่า การติดตั้งกังหันลมจะไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ต่างๆ อาทิเช่นพื้นที่ทางการเกษตร พื้นที่อุตสาหกรรม หรือแม้แต่พื้นที่ป่าธรรมชาติ ประชาชนในพื้นที่ดังกล่าวยังคงสามารถใช้ประโยชน์จากที่ดินได้อย่างปกติ

ด้านทัศนวิสัย

สำหรับผลกระทบทางด้านสายตา หรือการมองเห็นของระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้น ยังไม่ได้มีการประเมินผลออกมาอย่างชัดเจน กังหันลมขนาดใหญ่จะมีความสูงมากกว่า 50 เมตรขึ้นไป ทำให้สามารถมองเห็นได้จากระยะไกล กังหันลมที่ติดตั้งอยู่ตามทุ่งหญ้า สร้างความสวยงาม สร้างจินตนาการ และความคิด

ต่างๆ ให้กับผู้พบเห็น กังหันลมสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้หลักการทางอากาศพลศาสตร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อเทคโนโลยีการบินหรืออากาศยานได้

ด้านเสียง

เสียงของกังหันลมเกิดจากการหมุนของปลายใบพัดตัดกับอากาศ จากการที่ใบพัดหมุนผ่านเสากังหัน จากความปั่นป่วนของลมบริเวณใบกังหันลม และจากตัวเครื่องจักรกลภายในตัวกังหันลมโดยเฉพาะส่วนของเกียร์ เสียงดังของกังหันลมผลิตไฟฟ้าเป็นตัวแปรที่สำคัญประการหนึ่งที่แสดงถึงประสิทธิภาพของกังหันลม ดังนั้นทางบริษัทผู้ผลิตกังหันลมจึงพยายามพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อลดผลกระทบจากเสียงของกังหันลมในช่วงห้าปีที่ผ่านมา ระดับของเสียงในบริเวณอาคาร บ้านเรือนหรือที่พักอาศัยที่จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์อยู่ที่ไม่เกิน 40 เดซิเบล ที่ระยะห่างไม่เกิน 250 เมตร ดังนั้นการติดตั้งกังหันลมหากต้องการหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวก็สามารถทำได้โดยการเพิ่มระยะห่างจากเขตที่พักอาศัยของมนุษย์ให้มากขึ้น

นก

มีผลการศึกษาจากหลายแห่งที่ขัดแย้งกัน สำหรับสาเหตุการตายของนกจากการบินชนกังหันลมที่กำลังหมุนอยู่ แต่หากพิจารณาแล้วความถี่ของเหตุการณ์ดังกล่าวอาจเกิดขึ้นได้ใกล้เคียงหรือน้อยกว่าการที่นกบินชนรถ หน้าต่างของอาคาร หรือ สายไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นอยู่เสมอๆ ยกเว้นในบางกรณีจำนวนการตายของนกในพื้นที่ติดตั้งกังหันลมอาจสูง อันเนื่องมาจากมีฝูงนกที่อพยพย้ายถิ่นฐานในบางฤดูกาลผ่านพื้นที่ดังกล่าวในเวลากลางคืน หรือพื้นที่นั้นเป็นแหล่งหาอาหารของนกนกล่าบางชนิด นอกจากนี้แล้วจากการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญ บางคนพบว่าในบริเวณพื้นที่ติดตั้งกังหันลม กลับมีอัตราการผสมพันธุ์ของเกสรดอกไม้ที่สูงมาก เนื่องจากการปั่นป่วนของกระแสลมในบริเวณนั้น

คลื่นสนามแม่เหล็ก

สัญญาณโทรทัศน์ คลื่นวิทยุ และเรดาร์ อาจถูกรบกวนได้จากการหมุนของกังหันลมซึ่งอาจสร้างคลื่นรบกวนสัญญาณเหล่านี้ โดยเฉพาะเรดาร์ซึ่งมีความสำคัญต่อทางการทหารในปัจจุบันยังไม่พบว่ามีรายงานการถูกรบกวนจากกังหันลม ในทางตรงข้ามกังหันลมยังได้รับการยอมรับจากทางการทหารและมีพื้นที่ทางการทหารหลายแห่งโดยเฉพาะสนามบินบางแห่ง มีกังหันลมติดตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียง แต่ก็ยังไม่พบว่ามีความผิดปกติใดๆ กับระบบเรดาร์

ความยั่งยืน

ปัจจุบันกระแสในเรื่องความยั่งยืน (sustainable) และเทคโนโลยีที่ปล่อยมลพิษ (zero-emission technology) กำลังเป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย หรือแม้แต่นักการเมือง การทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ก่อให้เกิดมลพิษ สามารถใช้เป็นเทคโนโลยีหนึ่งเพื่อการผลิตไฟฟ้าทดแทนการใช้พลังงาน

จากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และนิวเคลียร์ ดังนั้นเทคโนโลยีกังหันลมจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการพัฒนาอย่างยั่งยืน

สรุปลมคือการเคลื่อนที่ของอากาศ อันเนื่องมาจากการเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิหรือความกดอากาศระหว่างแหล่งต่างๆ บนพื้นโลก ลมจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่เย็นกว่าไปสู่บริเวณที่ร้อนกว่า หรือจากที่บริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ การเคลื่อนที่ของลมนี้ ทำให้เกิดเป็นพลังงานลมที่อยู่ในรูปของพลังงานจลน์ เพราะเป็นการเคลื่อนที่ของมวลอากาศซึ่งเคลื่อนที่ไปบนผิวโลกตามแนวนอนในทุกทิศทางด้วยความเร็วต่างๆ กัน การนำเอาพลังงานลมไปประยุกต์ใช้งานโดยผ่านเครื่องมือที่เรียกว่ากังหันลม ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกลได้ ส่วนพลังงานกลที่ได้สามารถนำไปใช้โดยตรงหรือนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้าอีกทอดหนึ่ง การใช้กังหันลมสำหรับการผลิตไฟฟ้านั้นได้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมมากกว่า 100 ปีแล้ว และในปัจจุบันได้มีการใช้เพื่อทดแทนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานซากดึกดำบรรพ์ในอัตราส่วนที่มากขึ้นเรื่อยๆ เพราะพลังงานลมเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดภาวะมลพิษที่ร้ายแรง และเป็นพลังงานที่ไม่มีต้นทุนในส่วนของการกำเนิด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณะวิจัยเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์จาก UNSW ของประเทศออสเตรเลีย สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ที่มากกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ให้กลายเป็นกระแสไฟฟ้าด้วยประสิทธิภาพมากกว่า 40% ได้สำเร็จแล้ว ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานได้สูงที่สุดเท่าที่เคยมีบันทึกมาในประวัติศาสตร์

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมแนวนอน ผลการวิจัย พบว่า

1. การสร้างกังหันลมแนวแกนนอนที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ได้กังหันลมแนวแกนนอนขนาดเล็ก โดยกังหันลมประกอบขึ้นด้วยใบพัดจากท่อ พีวีซี 4 ใบพัด ตัวใบมีรูปร่างเป็นแพนอากาศ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.10 เมตร พื้นที่หน้าตัด 0.95 ตารางเมตร พ้นขดลวดทองแดงเบอร์ 24 จำนวน 10 ขด ขดละ 250 รอบ โดยต่อแบบอนุกรม ใช้แม่เหล็กถาวร Neodymium magnets 10 ก้อน เรียงแม่เหล็กขั้วเดียวกันเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร กังหันลมสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วลมตามธรรมชาติ

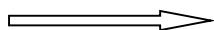
2. การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมแนวแกนนอน พบว่า กังหันลมหมุนที่ความเร็วลมตั้งแต่ 1-10 m/s ความเร็วรอบ (rpm) ของกังหันลมมากที่สุดเท่ากับ 1073.1 รอบต่อนาที ที่ความเร็วลม 10 m/s ความต่างศักย์ (v) มากที่สุดเท่ากับ 5.606 โวลต์ ที่ความเร็วลม 10 m/s กระแสไฟฟ้า (I) มากที่สุดเท่ากับ 119.61 มิลลิแอมแปร์ ที่ความเร็วลม 10 m/s สัมประสิทธิ์กำลัง (Cp) มีค่าเท่ากับ 0.15 อัตราส่วนความเร็วปลายใบ (tsr) เท่ากับ 6 และกำลัง (P) มากที่สุดเท่ากับ 670.533 มิลลิวัตต์ ที่ความเร็วลม 10 m/s

3. การศึกษาประสิทธิภาพของกังหันลมแนวแกนนอนที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ได้ประสิทธิภาพ เท่ากับ 0.4 หรือ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไฟฟ้าที่ได้ออกมาเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

การศึกษาศักยภาพพลังงานลมสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเขตภาคกลางของประเทศไทย โดย ดร. ธัญชัย ลีภักดีปริดา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและระบบการผลิตสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เป็นดังนี้ นโยบายการพัฒนาพลังงานทดแทนให้มีสัดส่วนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมให้ได้ถึง 800-1200 MW ภายในปี พ.ศ. 2565 การหาแหล่งที่มีศักยภาพสำหรับกังหันลมขนาดใหญ่ ตั้งแต่ขนาดกำลังผลิต 1MW ขึ้นไปในพื้นที่ภาคกลาง(เกือบ 1 ใน 4)ของประเทศไทยจึงมีความจำเป็น จึงได้ทำงานวิจัยนี้โดยวิเคราะห์ศักยภาพลมเบื้องต้นจากข้อมูลลมที่วัดความสูง 65 เมตร 90 เมตร และ 120 เมตร ระยะเวลา 1 ปี 3 สถานีวัดลม ได้แก่ 1) บริเวณศูนย์การทหารม้า อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี 2) บริเวณภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตราชบุรี จังหวัดราชบุรี และ 3) บริเวณภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วลม ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 ด้วยแผนที่ความสูงของภูมิประเทศ โดยใช้กังหันลมขนาด 1 MW รุ่น BONUS 1MW/54 ที่ความสูง 120 เมตร และใช้โปรแกรม WAsP ประเมินเป็นรายเดือน พบว่า ที่สถานีสระบุรี มีความเร็วเฉลี่ยระหว่าง 3.0-5.5 เมตรต่อวินาที และค่ากำลังลมต่อพื้นที่ระหว่าง 30-125 W/m² ที่สถานีราชบุรี มีความเร็วเฉลี่ยระหว่าง 2.5 – 4.0 m/s และ ค่ากำลังลมต่อพื้นที่ระหว่าง 20-95 W/m² ที่สถานีปทุมธานี มีความเร็วเฉลี่ยระหว่าง 2.5 – 5.0 m/s และ ค่ากำลังลมต่อพื้นที่ระหว่าง 20-120 W/m² ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสามสถานี จากวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการลงทุนติดตั้งกังหันลมผลิตพลังงานไฟฟ้า ราคากังหันลมเฉลี่ย 1.5 ล้านดอลลาร์/1MW ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง 40 % ของราคากังหันลม ค่าดำเนินการก่อสร้าง 10% ของค่าก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายดำเนินการและบำรุงรักษาต่อปี 2% ของราคากังหันลม อัตราเงินเฟ้อ 3 % ค่าไฟฟ้าฐาน Base Tariffs เป็น 2.84 บาทต่อหน่วยไฟฟ้า ค่าไฟฟ้าผันแปร Ft ขายส่งเฉลี่ย 0.91บาทต่อหน่วยไฟฟ้า ค่าส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า (Adder) 3.50 บาทต่อหน่วยไฟฟ้า ใน10 ปีเริ่มขายไฟฟ้า ค่าอัตราส่วนลด 7 % ค่าตัวคูณพลังงานเทียบเท่าของน้ำมัน 0.0000000852 ktons of oil equivalent(kTOE)ต่อ kWh ค่าตัวคูณปริมาณน้ำมันดิบเทียบ 0.000137 kTOE/barrel ราคาน้ำมันดิบ 110.30USD/barrel ค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากการผลิตไฟฟ้า 520 kg/MWh ราคาตามคาร์บอนเครดิต 8.18 Euro/tonne of carbon dioxide ระยะเวลาดำเนินการ 20 ปี จากผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวชี้วัด NPVIRBCR PBP บ่งชี้ว่ายังไม่มีศักยภาพสำหรับกังหันลมขนาดใหญ่พอที่คุ้มกับการลงทุนในการประเมินการเบื้องต้นครั้งนี้ในตำแหน่งสถานีวัดลมบนพื้นที่ราบ ต้องใช้เวลาโครงการมากกว่า 20 ปี จึงจะคืนทุน ขณะที่ผลการประเมินศักยภาพเพิ่มเติมในพื้นที่ใกล้เคียงสถานีวัดลมที่สระบุรีและราชบุรีในพื้นที่ภูเขาสูง ให้ตัวเลขชี้วัดที่น่าพอใจทั้งผลตอบแทนทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ คาดว่าในพื้นที่ภูเขาตามจังหวัดตาก กาญจนบุรี ราชบุรี ลพบุรี สระบุรี เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม มาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมทางด้านราคาก็มีส่วนสำคัญมากต่อการลงทุน เช่น การให้ค่าส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าที่เหมาะสมมากขึ้น (4.50, 5.50, 6.50 บาทต่อหน่วยไฟฟ้า) เพื่อให้การพัฒนาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมได้ไปถึงเป้าหมายที่ต้องการด้วยอัตราที่เร็วขึ้น จากผลตอบแทนทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ที่ดีขึ้นตามการปรับค่าส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้านั้น นอกจากนี้การศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลลมจริงบริเวณที่คาดว่าจะมีศักยภาพและระยะการเก็บข้อมูลที่ยาวนานขึ้น จะทำให้เพิ่มความเชื่อมั่นในประเมินศักยภาพในการตัดสินใจการติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าในระยะยาวด้วย พร้อมกับการหาศักยภาพพลังงานลมสำหรับการผลิตไฟฟ้าในการติดตั้งกังหันลมอื่นๆแทน ทั้งในมิติของขนาดและชนิดตลอดจนการออกแบบนวัตกรรมทางด้านอุปกรณ์ให้เหมาะสมความเร็วเฉลี่ยปานกลางในพื้นที่ราบภาคกลางนี้

กรอบแนวความคิดของการวิจัย

พลังงานลมและ
พลังงานอาทิตย์



ผลิตกระแสไฟฟ้า