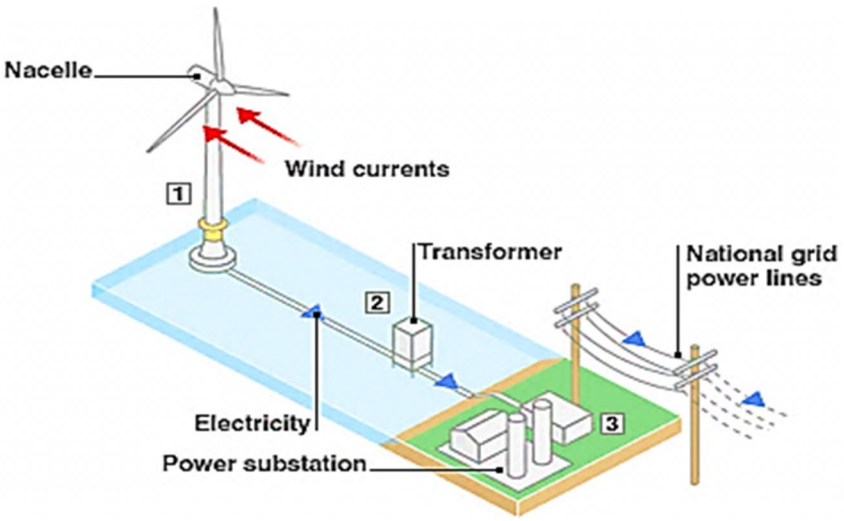
ไฟฟ้า

พลังงานลม



คำนำ

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม และมีผลผลิตทางการเกษตรรวมถึงผลผลิตเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีศักยภาพสูงสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน ข้าว ข้าวโพด เป็นต้น โดยการแปรรูป ชานอ้อย ใยและกะลาปาล์ม แกลบ และซังข้าวโพด เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าและพลังงานความร้อนสำหรับใช้ในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม ส่วนกากน้ำตาล น้ำอ้อย และมันสำปะหลังใช้ผลิตเอทานอล และน้ำมันปาล์ม และสเตรินใช้ผลิตไบโอดีเซล เป็นต้น กระทรวงพลังงานจึงมียุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเหล่านี้ เพื่อจะได้เป็นตลาดทางเลือกสำหรับผลิตผลการเกษตรไทย ซึ่งจะสามารถช่วยดูดซับผลผลิตทางการเกษตรและช่วยทำให้ราคาผลผลิตการเกษตรมีเสถียรภาพ และภาครัฐไม่ต้องจัดสรรงบประมาณมาประกันราคาพืชผลผลิตดังกล่าว ประกอบกับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเป็นเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจหรือเกือบคุ้มทุนหากได้รับการสนับสนุนอีกเพียงเล็กน้อยจากภาครัฐบาล นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีแหล่งพลังงานจากธรรมชาติที่จัดเป็นพลังงานหมุนเวียน เช่น ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก พลังลม และพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะสามารถใช้ผลิตพลังงานทดแทนได้

กระทรวงพลังงาน (พน.) ได้กำหนดแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี โดยมอบหมายให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักประสานงานกับส่วนผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ ให้ดำเนินการจัดทำแผนปฏิบัติการตามกรอบแผนพัฒนาพลังงานทดแทน เพื่อให้สามารถดำเนินการพัฒนาพลังงานทดแทนด้านต่างๆ ให้สามารถผลิตไฟฟ้ารวมสะสมถึงปี 2565 จำนวน 5,604 เมกะวัตต์ ประกอบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 500 เมกะวัตต์ พลังงานลม 800 เมกะวัตต์ พลังน้ำ 324 เมกะวัตต์ พลังงานชีวมวล 3,700 เมกะวัตต์ ก๊าซชีวภาพ 120 เมกะวัตต์ ขยะ 160 เมกะวัตต์ นอกจากนั้นยังให้มีการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพ ได้แก่ เอทานอลและไบโอดีเซล รวมทั้งพลังงานความร้อนและก๊าซ NGV ซึ่งก่อให้เกิดสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนได้ 20% ของปริมาณการใช้บริโภคของประเทศในปี 2565 การตั้งเป้าหมายสู่ความสำเร็จของการผลิตพลังงานทดแทนให้ได้ปริมาณดังกล่าว จำเป็นต้องสร้างแนวทางแผนพัฒนาในแต่ละเทคโนโลยีโดยเฉพาะกับภาคเอกชน ซึ่งเป็นแนวทางหลักที่สำคัญในการขับเคลื่อนสู่ความสำเร็จได้ ต้องมีความเด่นชัดในนโยบายเพื่อให้ปรากฏต่อการลงทุนจากภาคเอกชนและสร้างผลประโยชน์ต่อการดำเนินการ

สำหรับคู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทนที่ได้จัดทำขึ้นนี้จะเป็นคู่มือที่จะช่วยให้ผู้สนใจทราบถึงเป้าหมายของแผนพัฒนาพลังงานทดแทน รวมทั้งมีความเข้าใจในแนวทางการพัฒนาพลังงานทดแทน มาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล อาทิ การพิจารณาถึงศักยภาพ โอกาสและความสามารถในการจัดหาแหล่งพลังงานหรือวัตถุดิบ ลักษณะการทำงานทางเทคนิค และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่โดยทั่วไป ข้อดีและข้อเสียเฉพาะของแต่ละเทคโนโลยี การจัดหาแหล่งเงินทุน กฎระเบียบและมาตรการ

ส่งเสริมสนับสนุนต่างๆ ของภาครัฐ ขั้นตอนปฏิบัติในการติดต่อหน่วยงานต่างๆซึ่งจะเป็นเอกสารที่จะช่วยสร้างความเข้าใจในลักษณะเฉพาะของเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนชนิดต่างๆ ทั้งการผลิตไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ไปยังกลุ่มเป้าหมายตามความต้องการของกระทรวงพลังงานต่อไป

คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทนที่จัดทำขึ้นนี้ จะแบ่งออกเป็น 8 ชุด ได้แก่ ลม แสงอาทิตย์ น้ำ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ ขยะ เอทานอล ไบโอดีเซลโดยฉบับนี้จะเป็น **ชุดที่ 1 เรื่องคู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน (ไฟฟ้าพลังงานลม)** ซึ่ง พพ. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะช่วยให้ผู้สนใจมีความเข้าใจในแนวทางการพัฒนาพลังงานทดแทนมาใช้เพิ่มมากขึ้นขึ้น ซึ่งจะช่วยลดการพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ สร้างความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ รวมทั้งลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งจะส่งผลดีต่อประเทศชาติโดยรวม อย่างยั่งยืนต่อไป

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 การเกิดลม 2

1.2 ลมในประเทศไทย 2

1.2.1 ลมประจำฤดู 2

1.2.2 ลมประจำถิ่น 3

1.3 การใช้ประโยชน์จากพลังงานลม 4

1.3.1 กังหันลมฉุดน้ำ 5

1.3.2 กังหันลมสูบน้ำ 5

1.3.3 กังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า 6

บทที่ 2 การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมเพื่อการจำหน่าย 12

2.1 ขั้นตอนที่ 1 จัดหาและรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่ง และประเมินศักยภาพผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมในขั้นต้น 12

2.2 ขั้นตอนที่ 2 สำรวจและกำหนดตำแหน่งสำหรับติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่ 12

2.3 ขั้นตอนที่ 3 การตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลลมทางสถิติ 13

2.4 ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ประเมินพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลม 14

2.4.1 การวิเคราะห์ผลการตอบแทนการลงทุน 15

2.4.2 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการวิเคราะห์ความเหมาะสมการลงทุนที่ถูกต้อง 16

2.4.3 การประเมินต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม 17

2.4.4 การประเมินมูลค่าผลตอบแทนโครงการ 18

2.4.5 การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมเบื้องต้น 19

2.5 ตัวอย่างการศึกษาประเมินศักยภาพพลังงานลมในการผลิตไฟฟ้า บริเวณสถานีวัดลมบ้านยางคำ ตำบลท่ามะไฟหวาน อำเภอแก้งค้อ จังหวัดชัยภูมิ 20

บทที่ 3 การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังลมขนาดเล็ก 26

3.1 ประเภทของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก 26

3.2 ส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก 26

3.3 รูปแบบระบบการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อใช้งาน 28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 ขั้นตอนในการพิจารณาและเลือกใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก 30

3.4.1 ขั้นตอนที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานลม 30

3.4.2 ขั้นตอนที่ 2 ประเมินภาระทางไฟฟ้า 30

3.4.3 ขั้นตอนที่ 3 ประเมินและคัดเลือกขนาดกังหันลมให้มีความเหมาะสม 31

3.4.4 ขั้นตอนที่ 4 การติดตั้งกังหันลม 32

บทที่ 4 การสนับสนุนจากภาครัฐ 33

4.1 มาตรการส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน 34

4.2 โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน 35

4.3 โครงการส่งเสริมการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน 37

4.4 กลไกลการพัฒนาที่สะอาด 40

4.5 โครงการส่งเสริมการลงทุน โดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน 43

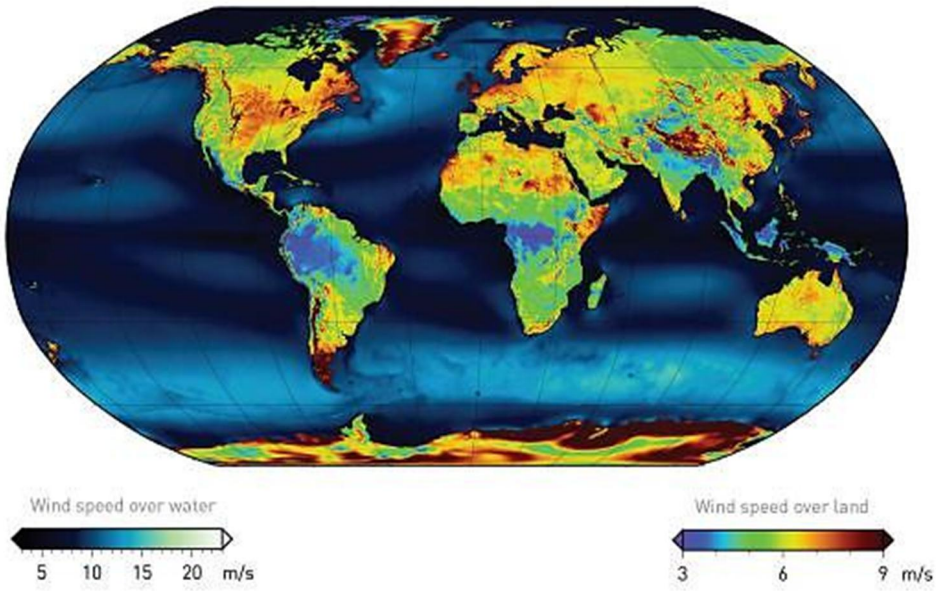
บทที่ 5 ขั้นตอนการขอใบอนุญาตต่างๆ 45

เอกสารอ้างอิง 54

บทที่ 1
บทนำ

พลังงานลม

ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดชนิดหนึ่งที่มีอยู่เองตามธรรมชาติสามารถใช้ได้อย่างไม่มีวันหมดสิ้นในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้ามากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบประเทศยุโรปได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นสำหรับประเทศไทยการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อผลิตไฟฟ้ายังมีค่อนข้างน้อยมาก อาจเป็นเพราะศักยภาพพลังงานลมในประเทศเราไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆและความรู้ทางด้านเทคโนโลยีกังหันลมสมัยใหม่ยังเป็นสิ่งที่ใหม่อยู่สำหรับการนำมาใช้งาน อย่างไรก็ตามหากเรามีพื้นฐานความรู้ทางด้านนี้บ้าง ก็สามารถที่จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีกังหันลมและพลังงานลมเป็นพลังงานทางเลือกหรือร่วมกับแหล่งพลังงานอื่นๆ ได้ เพื่อความมั่นคงในการผลิตไฟฟ้า อย่างเช่นที่สถานีไฟฟ้าแหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ตได้ทดลองใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์และต่อเข้ากับระบบสายส่งดังนั้นการศึกษา เรียนรู้ วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมและแหล่งศักยภาพพลังงานลม ก็จะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล ซึ่งจะเป็นการช่วยประเทศไทยลดการนำเข้าแหล่งพลังงานจากต่างประเทศ อีกทางหนึ่ง ทั้งยังช่วยลดสภาวะโลกร้อนได้อีกด้วย



ที่มา: http://www.renewableenergyworld.com

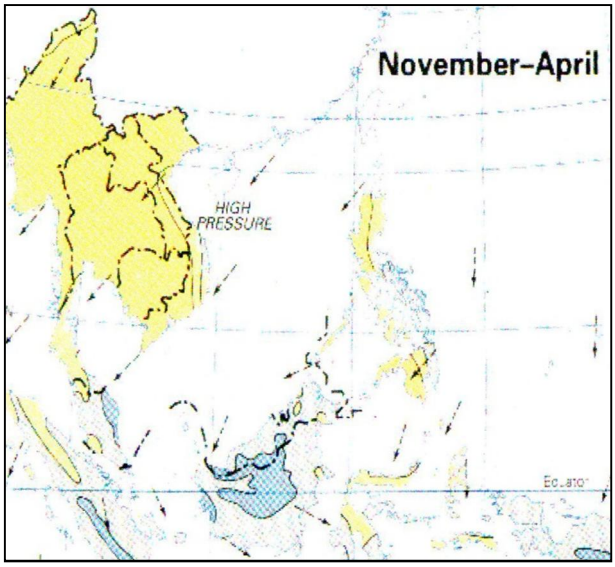
แผนที่ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 80 เมตร

1.1 การเกิดลม

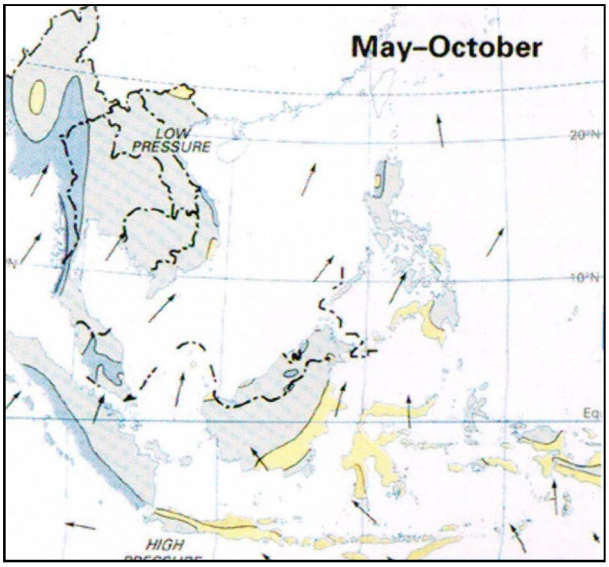
สาเหตุของการเกิดลมคือดวงอาทิตย์ซึ่งเมื่อดวงอาทิตย์มีการแผ่รังสีความร้อนมายังโลกแต่ละตำแหน่งบนพื้นโลกได้รับปริมาณความร้อนและดูดซับความร้อนได้ไม่เท่ากันทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิและความกดอากาศที่ไม่เท่ากันในแต่ละพื้นที่บริเวณใดที่มีอุณหภูมิสูงหรือความกดอากาศต่ำอากาศในบริเวณนั้นก็จะลอยตัวขึ้นสูงอากาศจากบริเวณที่เย็นกว่าหรือมีความกดอากาศสูงกว่าจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่การเคลื่อนที่ของมวลอากาศนี้คือการทำให้เกิดลมนั่นเองและจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศนี้ทำให้เกิดเป็นพลังงานจลน์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้

1.2 ลมในประเทศไทย

1.2.1 ลมประจำฤดู เป็นลมที่เกิดขึ้นและพัดเป็นไปตามฤดูกาล ตามช่วงและระยะเวลาที่เกิดขึ้นค่อนข้างแน่นอน ได้แก่ ลมมรสุม (Monsoon) ซึ่งพัดในทิศทางที่แน่นอน เป็นระยะเวลานานตลอดทั้งฤดูกาลและเกิดเป็นประจำเช่นนั้นทุกๆ ปี ไม่เปลี่ยนแปลง เช่น ลมมรสุมในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เนื่องจากทวีปเอเชียเป็นพื้นแผ่นดินอันกว้างใหญ่และมีมหาสมุทรล้อมรอบ จึงทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมากของอุณหภูมิและความกดอากาศระหว่างพื้นดินและพื้นน้ำ เป็นผลทำให้เกิดลมพัดเปลี่ยนเป็นไปตามฤดูกาล



ช่วงเดือนพฤศจิกายน–เมษายน



ช่วงเดือนพฤษภาคม–ตุลาคม

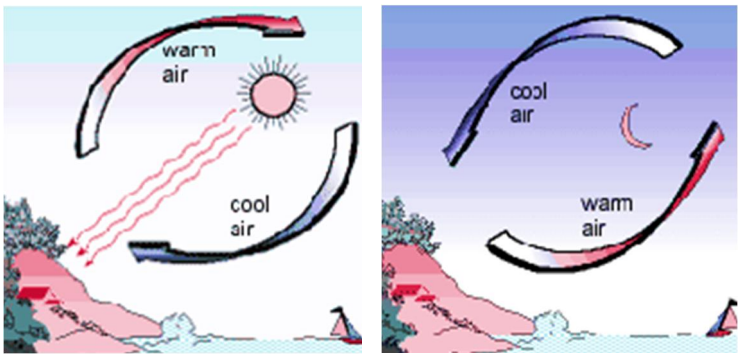
รูปแสดงสภาพอากาศและทิศทางลม

1.1.2.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หรือลมมรสุมฤดูร้อน เนื่องจากบริเวณทางใต้ของทวีปเอเชียจะอยู่ในเขตศูนย์กลางความกดอากาศต่ำในฤดูร้อน จึงทำให้เกิดลมร้อนชื้นพัดผ่านจากมหาสมุทรอินเดียและแปซิฟิกตอนใต้ในทิศทางตะวันตกเฉียงใต้เข้าสู่ทวีปเอเชียผ่านประเทศอินเดียกลุ่มประเทศอินโดจีน และประเทศจีน ลมจะนำความร้อนและความชุ่มชื้นและฝนมาตกในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สำหรับ**ประเทศไทย** ได้รับอิทธิพลจากมรสุมนี้ประมาณเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคมของทุกปี

1.1.2.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือลมมรสุมฤดูหนาว เนื่องจากบริเวณทางใต้ของทวีปเอเชียจะอยู่ในเขตศูนย์กลางความกดอากาศสูงในฤดูหนาว จึงทำให้ลมเย็นและแห้งพัดจากบริเวณตอนกลางภาคพื้นทวีปในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือเข้าสู่มหาสมุทรอินเดียและแปซิฟิก ลมจะนำความหนาวเย็นและความแห้งแล้งผ่านบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สำหรับ**ประเทศไทย**ได้รับอิทธิพลจากมรสุมนี้ประมาณเดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนเมษายนของทุกปี

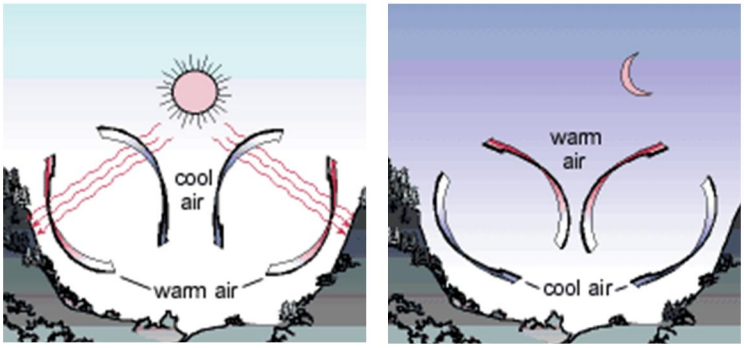
1.2.2 ลมประจำถิ่น เป็นลมที่พัดอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่งโดยเฉพาะ เกิดขึ้นในบริเวณแคบๆ สาเหตุการเกิดลมประจำถิ่น เนื่องมาจากความแตกต่างของความกดอากาศในบริเวณใกล้เคียงของภูมิประเทศในท้องถิ่นนั้นๆ เช่น พื้นที่เป็นทะเล เป็นภูเขาหรือเป็นหุบเขา เป็นต้น ลมประจำถิ่นมีอิทธิพลอย่างมากต่อลักษณะอากาศ ณ บริเวณนั้นๆ และยังมีอิทธิพลต่อพืชและสัตว์ในบริเวณนั้นๆ ด้วย ลมประจำถิ่นที่เกิดขึ้นในประเทศไทยมีดังนี้

1.2.2.1 ลมบกและลมทะเล เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างอุณหภูมิของพื้นดินและพื้นน้ำ ที่มีคุณสมบัติของการดูดซับและคลายความร้อนที่แตกต่างกัน ในช่วง 1 รอบวันประเทศไทยจะได้รับอิทธิพลจากลมบกลมทะเลในบริเวณจังหวัดที่มีพื้นที่ติดทะเล ทั้งทางภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน ซึ่งสมัยก่อนลมนี้ได้ช่วยชาวประมงในการออกเรือหาปลา โดยใช้แรงจากลมบกออกเรือสู่ทะเลในตอนหัวค่ำและใช้แรงจากลมทะเลนำเรือเข้าฝั่งในตอนเช้า



รูปแสดงการเกิดลมบกและลมทะเล

1.2.2.2 ลมภูเขาและลมหุบเขา เป็นลมประจำถิ่นอีกชนิดหนึ่ง เกิดขึ้นเป็นประจำวัน เช่นเดียวกับลมบกและลมทะเล ซึ่งเกิดขึ้นจากความแตกต่างของความกดอากาศประเทศไทยจะได้รับอิทธิพลจากลมภูเขาและลมหุบเขาในบริเวณจังหวัดที่มีพื้นที่เป็นเขาสูง ซึ่งอยู่ในภาคเหนือและภาคตะวันตก และหากในบริเวณพื้นที่นั้นๆ มีอุณหภูมิของอากาศที่ไม่แตกต่างกันมากในแต่ละวันก็อาจจะไม่เกิดลมภูเขาและลมหุบเขา

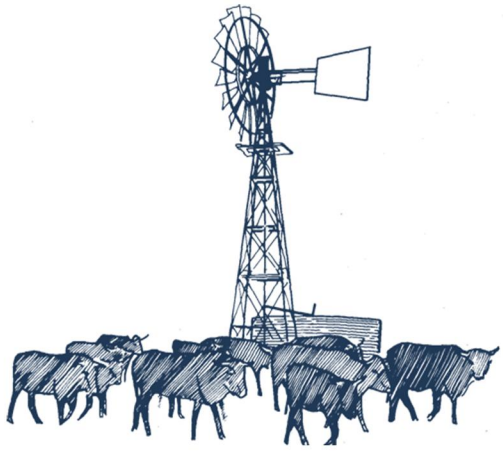


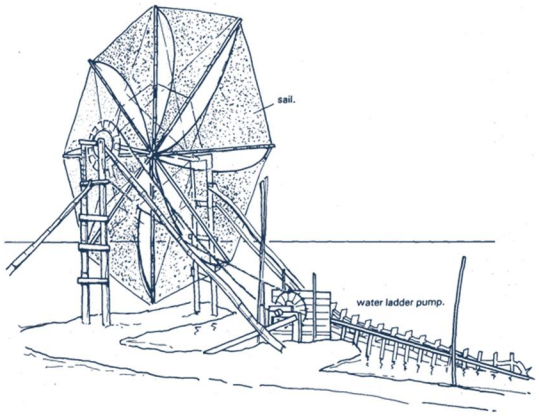
รูปแสดงการเกิดลมภูเขาและลมหุบเขา

1.2.2.3 ลมตะเภา เป็นลมท้องถิ่นในประเทศไทย โดยลมตะเภาเป็นลมที่พัดมาจากทิศใต้ไปยังทิศเหนือคือพัดจากอ่าวไทยเข้าสู่ภาคกลางตอนล่าง พัดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกำลังจะเปลี่ยนเป็นลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เป็นลมที่นำความชื้นมาสู่ภาคกลางตอนล่าง ในสมัยโบราณลมนี้จะช่วยพัดเรือสำเภาซึ่งบรรทุกสินค้าเข้ามาค้าขายให้แล่นไปตามแม่น้ำเจ้าพระยา

1.2.2.4 ลมว่าว เป็นลมที่พัดจากทิศเหนือไปยังทิศใต้ เกิดในระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน เป็นลมเย็นที่พัดมาตามลำน้ำเจ้าพระยาและพัดในช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กำลังจะเปลี่ยนเป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ หรืออาจจะเรียกว่าลมข้าวเบา เพราะพัดในช่วงที่ข้าวเบากำลังออกรวง

1.3 การใช้ประโยชน์จากพลังงานลม





การประยุกต์ใช้พลังงานจากลม เริ่มจากการค้นพบบันทึกเกี่ยวกับโรงสีข้าวพลังงานลม (Windmills) โดยใช้ระบบเครื่องโม่ในแกนตั้ง ซึ่งเป็นเครื่องโม่แบบง่ายๆ นิยมใช้กันในพื้นที่ภูเขาสูงโดยชาวแอฟแกน (Afghan) เพื่อการสีเมล็ดข้าวเปลือกในช่วงศตวรรษที่ 7 ก่อนคริสตกาล ส่วนโรงสีข้าวพลังงานลมแบบแกนหมุนแนวนอนพบครั้งแรกแถบเปอร์เซีย ทิเบตและจีน ประมาณคริสต์ศักราชที่ 1000 โรงสีข้าวพลังงานลมชนิดแกนหมุนในแนวนอน ได้แพร่หลายไปจนถึงประเทศแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียนและประเทศยุโรปตอนกลาง โรงสีข้าวแบบแกนหมุนแนวนอนพบครั้งแรกในประเทศอังกฤษประมาณปี ค.ศ.1150 พบในฝรั่งเศสปี ค.ศ.1180 พบในเบลเยี่ยมปี ค.ศ. 1190 พบในเยอรมันปี ค.ศ.1222 และ พบในเดนมาร์กปี ค.ศ. 1259 การพัฒนาและแพร่หลายอย่างรวดเร็วของโรงสีข้าวแบบแกนหมุนแนวนอนมาจากอิทธิพลของนักรบครูเซด ซึ่งเป็นผู้นำ

ความรู้เกี่ยวกับโรงสีข้าวพลังงานลมจากเปอร์เซียมาสู่หลายพื้นที่ของยุโรป แม้ในประเทศไทยเองโดยภูมิปัญญาชาวบ้านของคนไทยโบราณ ก็ได้มีการผลิต**กังหันลม**ขึ้นมาใช้ในการชักน้ำจากที่ต่ำขึ้นที่สูง ได้แก่ กังหันลมฉุดน้ำแบบระหัด ที่ใช้ในนาข้าวและนาเกลือ **สำหรับรูปแบบของการใช้งานกังหันลมในปัจจุบัน** สามารถแบ่งได้เป็น

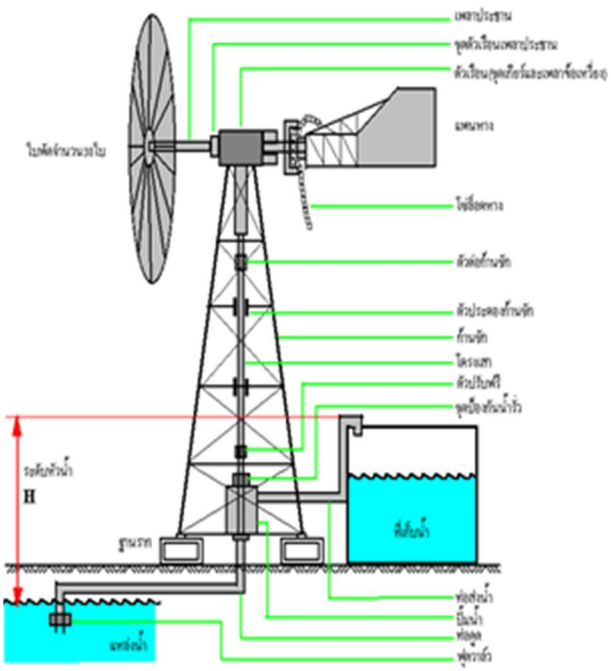
1.3.1 กังหันลมฉุดน้ำแบบระหัด เป็นการใช้พลังงานลมเพื่อการทุ่นแรง คนไทยในสมัยโบราณได้นำมาใช้เป็นเวลานานแล้ว ดังจะเห็นได้จากการสร้างกังหันลมฉุดน้ำเพื่อใช้ในการทำนาเกลือ ซึ่งเป็นการคิดประดิษฐ์คิดค้นขึ้นด้วยภูมิปัญญาชาวบ้านในสมัยโบราณ เพื่อฉุดน้ำเข้าในนาข้าวและนาเกลือ เช่นเดียวกันกับการประดิษฐ์กังหันลมวินด์มิลล์เพื่อใช้สูบน้ำและใช้แรงกลในการแปรผลิตผลทางการเกษตรของชาวฮอลแลนด์ วัสดุที่ใช้ประดิษฐ์กังหันลมฉุดน้ำแบบระหัดเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น ทำด้วยผีมือและแรงงานตนเอง ราคาถูก มีความเหมาะสมต่อสภาพภูมิประเทศและความเร็วลมในท้องถิ่นเป็นอย่างมาก เป็นกังหันลมแกนหมุนในแนวนอน ซึ่งประกอบด้วย โครงเสา แกนเพลาใบพัด ชุดระหัดและรางน้ำ

[1] การใช้กังหันลมฉุดน้ำแบบระหัดได้ถูกประเมินการใช้งานเมื่อปี พ.ศ.2524 กังหันลมที่ใช้ในนาข้าวมีจำนวนประมาณ 2,000 ชุด และใช้ในนาเกลือมีจำนวนประมาณ 3,000 ชุด รวมทั้งหมดมีการใช้งานประมาณ 5,000 ชุด ต่อมาในปี พ.ศ.2531 มีการลดจำนวนการใช้งานลงอย่างรวดเร็ว ด้วยการเลิกใช้งานกังหันลมและเข้ามาแทนที่ของเครื่องสูบน้ำ ซึ่งมีความสะดวกรวดเร็วในการสูบน้ำ อีกทั้งมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ของพื้นที่จากการทำการเกษตรและนาเกลือมาเป็นโรงงานและเขตอุตสาหกรรม จากการสำรวจในบริเวณพื้นที่ 20 ตารางกิโลเมตร ของจังหวัดสมุทรสาครและสมุทรสงคราม มีกังหันลมเพื่อใช้งานเหลืออยู่จำนวน 600 ชุด และในปัจจุบัน คงเหลือกังหันลมที่ใช้ในนาเกลือตามสองฝั่งของทางหลวงหมายเลข 35 ระหว่างรอยต่อจังหวัดสมุทรสาครและสมุทรสงคราม ประมาณ 100-150 ชุด

กังหันลมฉุดน้ำแบบระหัด

1.3.2 กังหันลมสูบน้ำ เป็นกังหันลมแบบแกนหมุนแนวนอน หลายใบพัด (Multi blade) ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อสูบน้ำใช้ในทางการเกษตรและปศุสัตว์ ที่อยู่ในพื้นที่ที่ห่างไกลในเขตชนบทที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าใช้ในการสูบน้ำหรือบริเวณที่ต้องการใช้พลังงานจากลมเป็นพลังงานช่วยเสริมพลังงานด้านอื่นๆ และเป็นการประหยัดพลังงานและรักษาสภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้ใบพัด ตัวเรือน เพลาประธาน แพนหาง โครงเสา ก้านชัก ปั๊มน้ำ ท่อน้ำ ถังเก็บน้ำ

[1] ที่มา www.dede.go.th



กังหันลมสูบน้ำเพื่อการเกษตรและปศุสัตว์

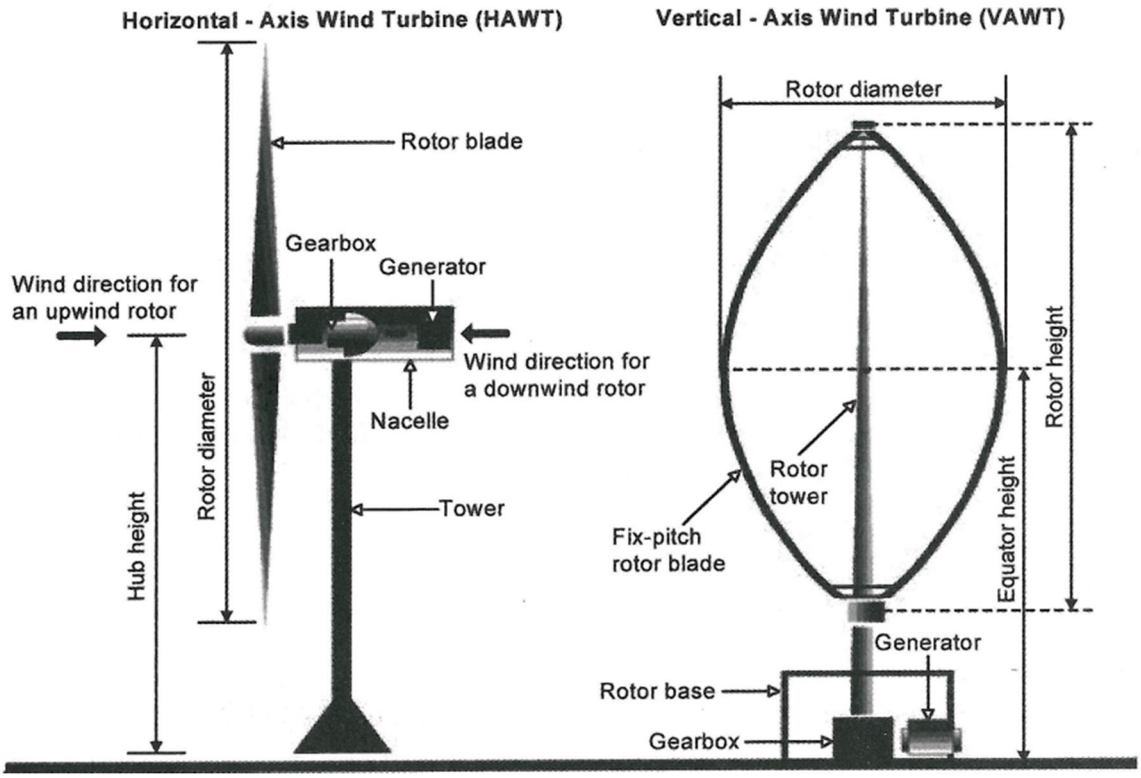
1.3.3 กังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า โดยทั่วไปกังหันลมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามแกนหมุนของกังหันลม ได้แก่ กังหันลมแกนหมุนแนวตั้งและกังหันลมแกนหมุนแนวนอนซึ่งทั้งสองชนิดจะประกอบด้วยอุปกรณ์ในการทำงานผลิตไฟฟ้าที่คล้ายกัน เช่น ชุดใบพัดชุดห้องเกียร์ทดกำลัง ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และชุดเสาโดยจะมีความแตกต่างกันตรงการวางชุดแกนหมุนใบพัด

- **กังหันลมแกนหมุนแนวตั้ง (Vertical axis wind turbine,VAWT)**

เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนและใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ ซึ่งทำให้สามารถรับลมในแนวราบได้ทุกทิศทาง มีเพียง 2 แบบ คือ กังหันลมแดร์เรียส (Darrieus) ซึ่งประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกในประเทศฝรั่งเศส และกังหันลมซาโวเนียส (Savonius) ซึ่งประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกในประเทศฟินแลนด์ ซึ่งการพัฒนาจึงอยู่ในวงจำกัดและมีความไม่ต่อเนื่องปัจจุบันมีการใช้งานกังหันลมแบบแกนตั้งน้อยมาก

- **กังหันลมแกนหมุนแนวนอน (Horizontal axis wind turbine, HAWT)**

เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับทิศทางของลมโดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากรับแรงลม ทำหน้าที่รับแรงลมที่เคลื่อนตัวมากระทบทำให้เกิดการหมุนของใบพัดโดยกังหันลมชนิดแกนหมุนแนวนอนแบบสามใบพัดซึ่งมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเป็นกังหันลมที่ได้รับความนิยมใช้งานในเชิงพาณิชย์มากที่สุด

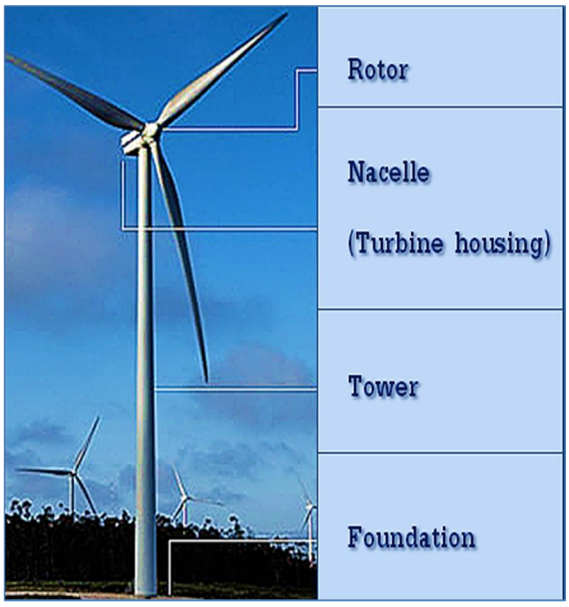


กังหันลมแกนหมุนแนวนอน **กังหันลมแกนหมุนแนวตั้ง**

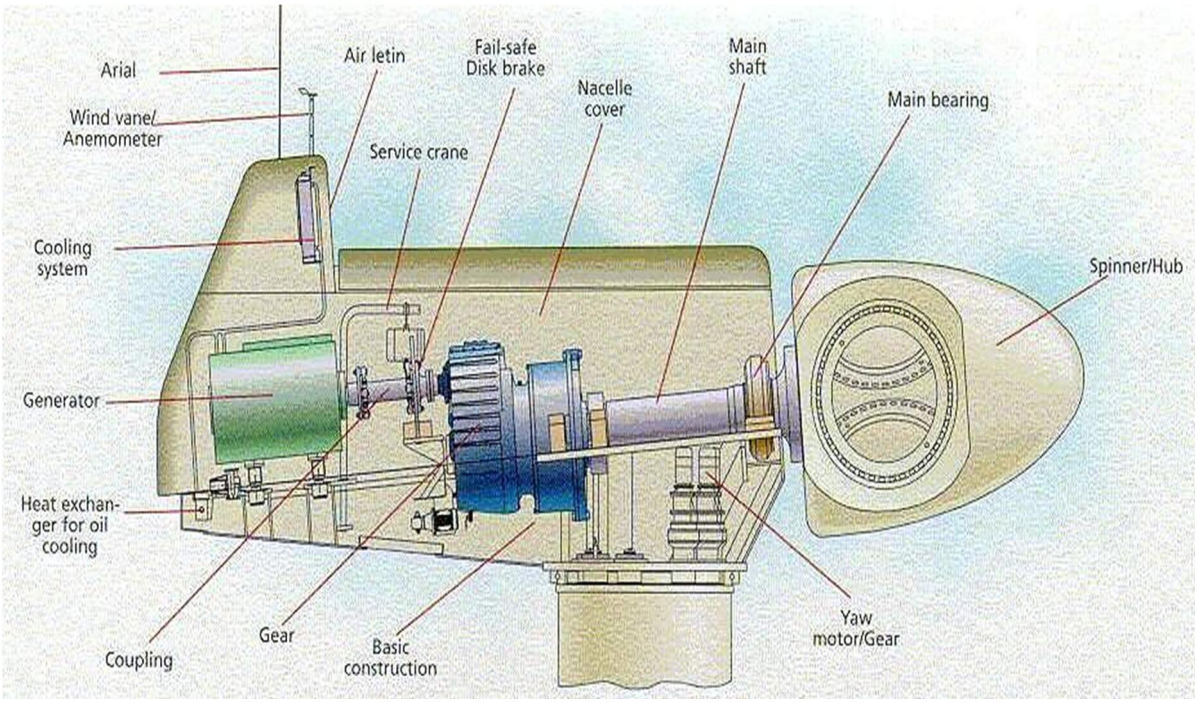
เนื่องจากการพัฒนากังหันลมผลิตไฟฟ้าที่เป็นกังหันลมแกนหมุนแนวตั้ง ปัจจุบันมีการติดตั้งใช้งานน้อยมากต่างจาก กังหันลมแกนหมุนแนวนอน ซึ่งมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง เป็นกังหันลมที่ได้รับความนิยมใช้งานในเชิงพาณิชย์มากที่สุด ดังนั้นในการจัดทำคู่มือฉบับนี้จะนำเสนอเฉพาะกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบแกนนอน

(1) ส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบแกนนอน องค์ประกอบหลัก คือ

- **กังหัน (Rotor)** ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปพลังงานจลน์ในกระแสลม เป็นพลังงานกลสำหรับหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กังหันเป็นชุดอุปกรณ์ ที่ประกอบด้วย ปีกใบพัด ดุมใบพัด (hub) และเพลาหลัก (main shaft) ดุมใบพัดทำหน้าที่เป็นตัวกลางถ่ายทอดกำลังระหว่างใบพัดกับเพลา ในกังหันลมบางประเภท ดุมใบพัดถูกออกแบบมาเป็นพิเศษติดตั้งระบบปรับมุมปะทะของปีกกังหัน (variable pitch) ได้ตามขนาดความเร็วลม เพื่อให้การเปลี่ยนรูปพลังงานเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ เพลาหลักมีลักษณะกลวงเพื่อเป็นทางผ่านน้ำมันไฮดรอลิกส์



- **นาเซล (Nacell)** เป็นตัวเรือน (Housing) สำหรับติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและชุดอุปกรณ์เสริมทั้งหลาย องค์ประกอบของนาเซลแตกต่างกันไปตามชนิดและภารกิจของกังหันลม ประกอบด้วย



รูปแสดงส่วนประกอบภายในนาเซล

- *ระบบเกียร์เพิ่มรอบ* ทำหน้าที่เพิ่มความเร็วรอบของเพลารองที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้มีความเร็วรอบตรงกับข้อกำหนดเนื่องจากกังหันลมหมุนด้วยความเร็วต่ำไม่สามารถใช้ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบดั้งเดิมได้
- *ระบบเบรค* เป็นระบบกลไกเพื่อใช้ควบคุมการหยุดหมุนของใบพัดและเพลาแกนหมุนของกังหัน เมื่อได้รับความเร็วลมเกินความสามารถของกังหัน ที่จะรับได้ และในระหว่างการซ่อมบำรุงรักษา
- *เครื่องกำเนิดไฟฟ้า* ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกล เป็นพลังงานไฟฟ้า
- *ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ* สำหรับตรวจวัด และควบคุมการทำหน้าที่ของกังหันลม ในระบบนี้มีคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่จัดการเบรกให้หยุดเมื่อความเร็วลมอยู่นอกช่วงการทำงาน หรือสตาร์ทการหมุนความเร็วลมอยู่ในช่วงการทำงานของกังหันลม หันกังหันลมเข้ารับลมตามการเปลี่ยนทิศทางของกระแสลมเพื่อให้การเปลี่ยนรูปพลังงานเกิดสูงสุดตลอดเวลา และลดแรงไม่คงตัว (unsteady forces)ที่ทำกับชุดกังหัน การทำงานของชุดควบคุมอาศัยข้อมูลความเร็ว กับทิศทางการพัดของลม จึงมีการติดตั้งเครื่องมือวัดลมไว้ที่นาเซล

- *ระบบหล่อเย็น* สำหรับอุปกรณ์ที่เกิดความร้อนสูงขณะทำงาน (เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเกียร์) อาจเป็นพัดลมระบายอากาศ หรือหม้อน้ำระบายความร้อน เป็นต้น
- *แกนคอหมุนรับทิศทางลม* (Yaw drive) ที่ทำให้นาเซลหมุนได้รอบตัวบนยอดเสา ระบบนี้มักประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้าและเฟืองวงแหวน เช่นเดียวกับที่ใช้ในรถตักดิน “แบ็คโฮร์” หรือป้อมปืนของรถถัง มีการติดตั้งชุดนับรอบการหมุนเพื่อป้องกันไม่ใช้สายไฟฟ้าที่ต่อลงมาข้างล่างหมุนบิดเป็นเกลียวซึ่งอาจสร้างความเสียหายได้ นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้งระบบป้องกันความเสียหายอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการหมุนรอบแกนตั้งของนาเซล ตามความเหมาะสมของชนิดกังหันลมนั้นๆ

- **เสา (Tower)** ทำหน้าที่รับน้ำหนักของกังหันและนาเซล และยกกังหันลมสูงขึ้นจากพื้นที่อยู่ในบริเวณที่ลมมีความเร็วสูงและสม่ำเสมอ (Uniform) ลดอิทธิพลชั้นชิดผิวใกล้พื้น และพ้นจากโซนเวคจากการไหลผ่านของวัตถุที่อยู่พื้น อาทิ ต้นไม้ สิ่งปลูกสร้าง เนินเขา เสามีสามแบบที่นิยมใช้ในทางปฏิบัติ ประกอบด้วย
  - *เสาแบบเสาธง* (Guyed pole towers) มีข้อดีคือ สร้างง่าย ไม่ซับซ้อน ติดตั้งง่าย เหมาะกับกังหันลมขนาดเล็ก กำลังการผลิตต่ำ เสาแบบเสาธงสามารถออกแบบให้เอนได้ในกรณีลมกรรโชกแรง เสาเอนเบี่ยงออกทำให้ทิศทางกังหันเหออกจากแนวกระแสลม อาจช่วยป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับปีกกังหันได้
  - *เสาแบบโครงถัก* (Lattice tower) มีข้อดีคือ สร้างง่าย แข็งแรง สามารถใช้กับกังหันลมขนาดใหญ่ กำลังผลิตสูงได้ เช่นเดียวกันกับเสาแบบเสาธง คือ สามารถออกแบบให้มีระบบเอนตัวหลบลมกรรโชกแรงได้
  - *เสาแบบทรงกระบอกเรียว* (Tubular conical tower) เสาชนิดนี้ต้องการการคำนวณออกแบบที่ดี ข้อดีที่สำคัญ คือ มั่นคง แข็งแรง ภายในแกนกลางของเสาสามารถติดตั้งอุปกรณ์ได้หลายอย่าง เช่น บันไดหรือลิฟต์ สำหรับช่างซ่อมบำรุง เป็นทั้งท่อร้อยสายไฟไปในตัว นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบรูปทรงให้เข้ากับตัวกังหัน และนาเซล เพื่อให้ดูกลมกลืนกับสิ่งแวดล้อม สวยงามไม่เป็นมลพิษทางสายตา

แบบเสาธง

แบบโครงถัก

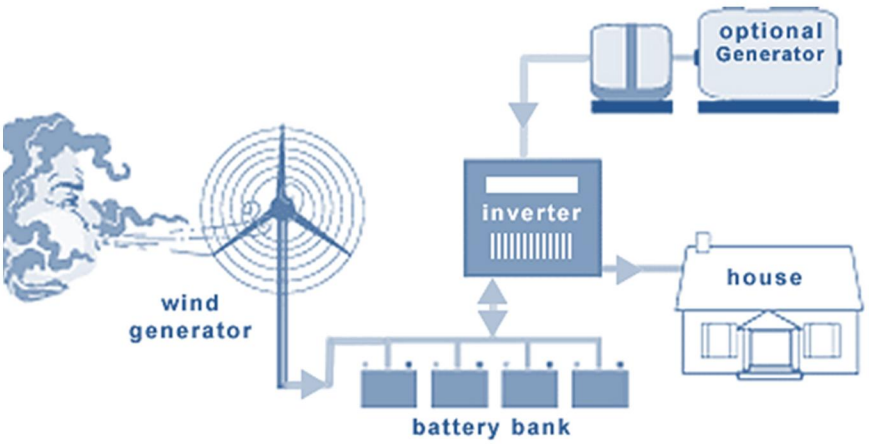
แบบทรงกระบอกเรียว

รูปเสาของกังหันลม

(2) รูปแบบของระบบการติดตั้งใช้งานกังหันลมผลิตไฟฟ้า แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ ระบบการติดตั้งแบบเดี่ยว (Stand Alone System) และระบบการติดตั้งแบบเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบสายส่ง (Grid Connected System) โดยระบบการเชื่อมต่อทั้งสองแบบ จะมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน รวมทั้งยังมีข้อจำกัดและปัจจัยอื่นๆ อีกหลายประการในการพิจารณา ดังนั้นก่อนการตัดสินใจจึงจำเป็นจะต้องมีการศึกษาอย่างรอบคอบในการเลือกระบบของการติดตั้งให้เหมาะสม

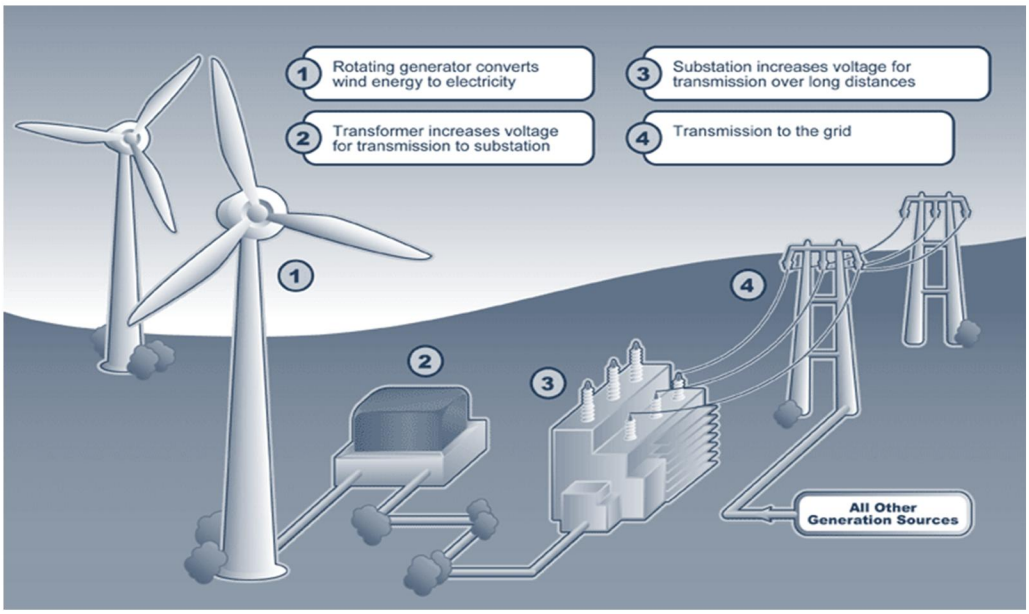
- **ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเดี่ยว** ระบบนี้เหมาะสำหรับการติดตั้งใช้งานในที่พัก อาศัย ชุมชนหรือพื้นที่ที่ห่างไกลจากสายส่งหลัก อาทิ บนเกาะหรือชนบทห่างไกลที่ระบบสายส่งเข้าไปไม่ถึงและไม่คุ้มค่ากับการติดตั้งระบบสายส่งเข้าไปสู่พื้นที่ที่ต้องการใช้งาน โดยในระบบการติดตั้งแบบเดี่ยวนั้นจะต้องใช้ชุดเก็บประจุไฟฟ้าสำหรับเป็นที่เก็บพลังงาน (Battery Bank) ซึ่งอาจเป็นระบบการผลิตไฟฟ้าแรงดันตั้งแต่ 12-48 โวลต์ แล้วเก็บพลังงานที่ได้เข้าชุดแบตเตอรี่โดยจะต้องทำงานที่สัมพันธ์กันกับระบบควบคุมการทำงานของกังหันลม (Wind Turbine Controller) อย่างเหมาะสมเพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าให้เป็นไปตามความต้องการที่ความเร็วลมต่างกันออกไป นอกจากนี้ระบบควบคุมการทำงานของกังหันลมยังมีระบบป้องกันตัวเอง (Self-Protection) ซึ่งอาจจะมีการทำงานคู่กันระหว่างระบบทางกลและระบบทางไฟฟ้าเพื่อไม่ให้ความเร็วลมของกังหันลมมากเกินไปกว่าที่ออกแบบไว้

  การใช้ไฟฟ้าในระบบงานแบบเดี่ยวนี้อาจใช้ได้ทั้งระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) โดยในกรณีที่ต้องการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ จำเป็นจะต้องมี Inverter เพื่อเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (DC/AC) โดยที่ Inverter และแบตเตอรี่ในแต่ละรุ่นจะมีคุณลักษณะและการทำงานที่แตกต่างกัน ดังนั้นจำเป็นจะต้องมีการคำนวณภาระทางไฟฟ้าที่จะใช้งานเพื่อการคัดเลือก Inverter ให้เหมาะสมเช่นกัน



ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเดี่ยว

- **ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบสายส่ง** การติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าในระบบนี้ส่วนใหญ่เป็นการติดตั้งใช้งานในกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ซึ่งจะทำการเชื่อมต่อกับระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง โดยไม่จำเป็นที่จะต้องมีชุดเก็บพลังงานหรือแบตเตอรี่ (Battery Bank) โดยชุดแปลงไฟฟ้า (Inverter) ของระบบนี้จะมีราคาสูงกว่าชุดแปลงไฟฟ้าทั่วๆ ไป เนื่องจากมีระบบควบคุมที่ซับซ้อนและต้องสามารถเชื่อมต่อเข้าระบบสายส่งได้ (Grid Tie Transfer) นอกจากนั้นชุดแปลงไฟฟ้าของระบบนี้ยังมีหน้าที่สำคัญที่จะต้องควบคุมแรงดันหรือความถี่ทางไฟฟ้าให้เหมาะสมและสามารถป้อนกระแสไฟฟ้าขนานไปกับไฟฟ้าจากสายส่งหลักได้



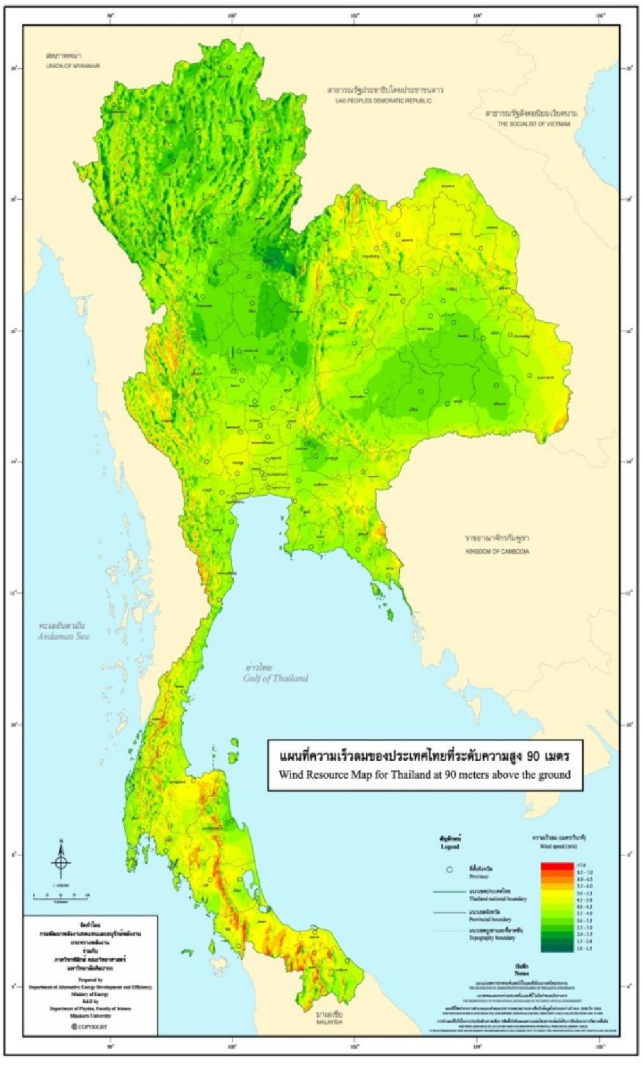
ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบสายส่ง

บทที่ 2
การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมเพื่อการจำหน่าย

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานลม เป็นขั้นตอนที่สำคัญโดยการพิจารณาถึงศักยภาพพลังงานลม ณ จุดที่จะดำเนินการติดตั้ง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและจัดหาข้อมูลประกอบอื่นๆ นำมาวิเคราะห์จัดทำแผนที่ศักยภาพลมและวิเคราะห์ข้อมูลลมทางสถิติ แล้วทำการสำรวจพื้นที่โดยรอบสถานีวัดลมและพิจารณากำหนดตำแหน่งที่เหมาะสำหรับติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ วิเคราะห์ประเมินพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลม วิเคราะห์ประเมินความคุ้มค่าโครงการด้านการลงทุน พร้อมทั้งประเมินผลกระทบด้านสังคม และสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ขั้นตอนที่ 1 จัดหาและรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่งและประเมินศักยภาพผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมในขั้นต้น (Prelim Detail)

ในขั้นตอนแรกในการระบุพื้นที่ซึ่งมีศักยภาพพลังงานลมในการผลิตไฟฟ้าเฉพาะแหล่ง คือการรวบรวมและคัดเลือกข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์ความเร็วลมเพื่อกำหนดพื้นที่เบื้องต้น ซึ่งคาดว่าจะมีศักยภาพพลังงานลมเพียงพอ (Preliminary area identification) โดยอาศัยข้อมูลลมจากการตรวจวัดของหน่วยงานภายในประเทศที่มีอยู่แล้ว ได้แก่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กรมอุตุนิยมวิทยา กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ กรมควบคุมการปฏิบัติทางอากาศ กองทัพอากาศ



แผนที่ความเร็วลมของประเทศไทยที่ระดับความสูง 90 เมตร

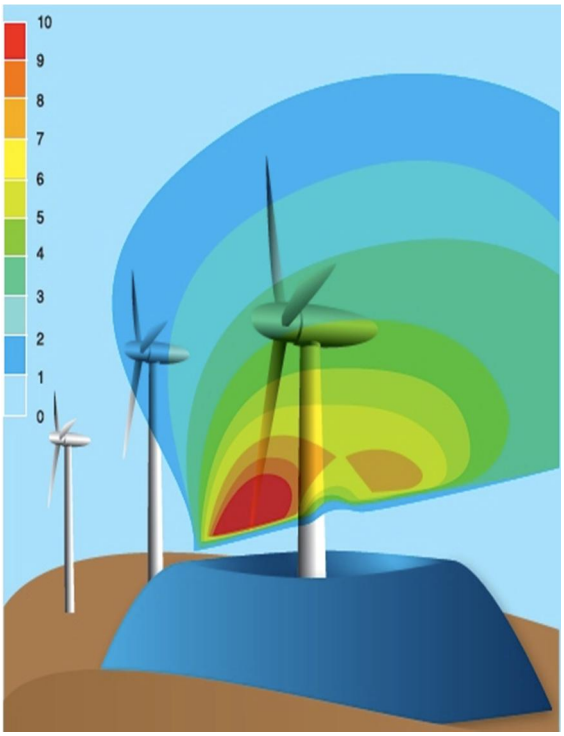
2.2 ขั้นตอนที่ 2 สำรวจและกำหนดตำแหน่งสำหรับติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่

การสำรวจพื้นที่จริง เพื่อเก็บรวบรวมและสอบถามข้อมูล ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ เส้นทางคมนาคม แนวสายส่งไฟฟ้า ผู้ถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน เป็นต้น รวมถึงประสานงานเจ้าหน้าที่ใน

พื้นที่ ผู้ถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดินและผู้เกี่ยวข้องเพื่อขออนุญาตใช้พื้นที่ เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) หน่วยงานราชการ เป็นต้น ข้อมูลที่ต้องการ ประกอบด้วย ข้อมูลจำนวนประชากร แผนที่แสดงเขตการปกครอง แผนที่แสดงแหล่งที่ตั้งชุมชน ครัวเรือน แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์พื้นที่ แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ บุคคลผู้ให้ข้อมูลในพื้นที่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นที่ ลักษณะดิน ตำแหน่งภูเขา ถนน ชุมชนใกล้เคียง ประวัติภัยทางธรรมชาติ ข้อมูลผู้รับผิดชอบที่ดินแผนผังพื้นที่ แสดงลักษณะภูมิประเทศ ชุมชน และตำแหน่งพื้นที่ เพื่อศึกษาศักยภาพและวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการลงทุน

การสำรวจพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูล เบื้องต้นเป็นการศึกษาเพื่อคัดเลือกพื้นที่ มีประเด็นการพิจารณาดังนี้

(1) ศักยภาพพลังงานลมสูง
(2) การใช้ประโยชน์และการได้รับอนุญาตให้ใช้พื้นที่
(3) ใกล้กับแนวสายจำหน่ายไฟฟ้า
(4) ขนาดของพื้นที่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน
(5) การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย



ความเป็นไปได้ของ โครงการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยเฉพาะกังหันลมขนาดใหญ่ระดับเมกะวัตต์ จำเป็นต้องพิจารณาข้อมูล ศักยภาพพลังงานลมในพื้นที่ ข้อมูลด้านเทคนิคและราคาของกังหันลม ข้อมูลสภาพพื้นที่โดยทั่วไป การคมนาคมขนส่ง ระบบสายจำหน่ายไฟฟ้า การใช้ประโยชน์พื้นที่ รวมถึงข้อมูลกรรมสิทธิ์พื้นที่ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ล้วนเกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายของโครงการทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นการเลือกกังหันลม รวมทั้งตำแหน่งที่ตั้งของกังหันลม ต้องใช้ข้อมูลดังกล่าวมาพิจารณาร่วมกัน โดยมีเป้าหมาย เพื่อสามารถนำพลังงานลมมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด มีค่าใช้จ่ายโครงการที่เหมาะสมแก่การลงทุน และเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

2.3 ขั้นตอนที่ 3 การตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลลมทางสถิติ

ข้อมูลลมที่จำเป็นเพื่อประเมินศักยภาพพลังงานลม ความเร็วลม ทิศทางลม เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศ และเครื่องบันทึกข้อมูล โดยเป็นการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลลมต่อเนื่องอย่างน้อย 12 เดือน และช่วงเวลาทั้งหมดที่ไม่มีข้อมูลไม่ควรเกินร้อยละ 10 ของระยะเวลาที่ทำการตรวจวัด[2]

ความเร็วลมและการวัดทิศทางลมเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการประเมินศักยภาพลม เพราะพลังงานลมเป็นสัดส่วนกับความเร็วลม การวัดความเร็วลมควรกระทำมากกว่า 1 ระดับความสูง เพื่อให้ทราบการ

[2] ที่มา : รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาประเมินศักยภาพพลังงานลมในการผลิตไฟฟ้าเฉพาะแหล่ง, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ธันวาคม 2551

เปลี่ยนแปลงความเร็วลมตามความสูง (speed shear) การเปลี่ยนทิศทางลมตามความสูง (Direction shear) ความถี่ของทิศทางลม (Direction frequency) เพื่อประโยชน์ในการคำนวณการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยกังหันลมที่ระดับความสูงต่างๆ กัน อีกทั้งยังเป็นการบรรเทาปัญหาในกรณีที่เครื่องวัดความเร็วลมขัดข้องด้วย นอกจากนี้ ยังเป็นสิ่งที่สำคัญในการกำหนดตำแหน่งของกังหันลมให้สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศและทิศทางลมการวัดความเร็วลม ซึ่งระดับความสูงต่างๆ ที่ควรจะมีการตรวจวัด โดยมีเหตุผลดังนี้

10 เมตร เป็นระดับความสูงมาตรฐานทางอุตุนิยมวิทยาในการตรวจวัดความเร็วลม

40 เมตร เป็นระดับความสูงของสถานีตรวจวัดลมของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และเป็นระดับความสูงเริ่มต้นของกังหันลม (hub) ขนาดไม่น้อยกว่า 500 กิโลวัตต์

65 เมตร เป็นระดับความสูงโดยประมาณของกังหันลม (hub) ขนาดเมกะวัตต์ โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 50-65 เมตร

ทั้งนี้จะต้องตรวจวัดอุณหภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการประเมินศักยภาพพลังงานลม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศจะทำให้ความหนาแน่นของอากาศเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และโดยที่ความหนาแน่นของอากาศมีผลต่อพลังงานที่ได้จากลม ซึ่งการวัดอุณหภูมิอากาศมักจะวัดที่ระดับความสูงระหว่าง 2 - 3 เมตร เพียงระดับเดียวทั้งนี้เนื่องจากค่าเฉลี่ยของอัตราการลดลงของอุณหภูมิตามความสูงที่เพิ่มขึ้นมีค่าประมาณ 0.1 องศาเซลเซียสต่อ 100 เมตร เท่านั้น

2.4 ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ประเมินพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลม

ความสำเร็จของการพัฒนาโครงการพลังงานในเชิงพาณิชย์จะเกิดขึ้นได้เมื่อการลงทุนพัฒนาโครงการนั้นๆ มีผลตอบแทนต่อการลงทุนในอัตราที่สูงเพียงพอที่จะสร้างแรงจูงใจแก่นักลงทุน ตลอดจนสร้างความเชื่อมั่นแก่สถาบันการเงินในการให้การสนับสนุนด้านสินเชื่อ ดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงจะเป็นการนำประเด็นสำคัญต่างๆ ในด้านการเงินและการลงทุนมาสรุปเบื้องต้นอย่างง่ายๆ ไว้เพื่อให้นักลงทุนที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญด้านการเงินได้ทราบและนำมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจลงทุน

โดยทั่วไปผลตอบแทนการลงทุน มี 2 รูปแบบ คือ ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ และผลตอบแทนทางการเงิน ซึ่งโดยทั่วไปภาคเอกชนจะใช้เกณฑ์ผลการตอบแทนด้านการเงินเป็นหลักในการตัดสินใจลงทุน เนื่องจากเป็นการประกอบธุรกิจเชิงพาณิชย์ ส่วนภาครัฐจะใช้ทั้งผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และการเงินประกอบกัน เนื่องจากบางโครงการที่รัฐลงทุน ผลตอบแทนทางการเงินอาจไม่สูงในระดับจูงใจ แต่ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการที่นำเอาผลประโยชน์ทางอ้อมที่มิใช่เป็นเม็ดเงินโดยตรงมาประเมินร่วมด้วย จะทำให้โครงการนั้นมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนตามพันธกิจของภาครัฐที่มิใช่เชิงพาณิชย์ โดยที่ผู้ลงทุนพัฒนาอาจเป็นไปได้ทั้งภาคเอกชนที่มุ่งหวังผลประโยชน์เชิงพาณิชย์ และภาครัฐหรือหน่วยงานที่ไม่แสวงหาผลกำไร ดังนั้นจึงจะนำเสนอทั้ง 2 รูปแบบ เพื่อให้เห็นภาพทั้งหมด

2.4.1 การวิเคราะห์ผลการตอบแทนการลงทุน

การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนจะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างรายได้และรายจ่ายว่า รายได้สูงกว่ารายจ่ายหรือไม่ หากรายได้สูงกว่ารายจ่ายในระยะเวลาที่เหมาะสม แสดงว่าการลงทุนนั้นคุ้มค่า และหากมีอัตราตอบแทนในระดับสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยของการนำเงินลงทุนนั้นไปลงทุนอย่างอื่น หรือสูงกว่าดอกเบี้ยเงินกู้ก็จะหมายความว่า การลงทุนนั้นให้ผลตอบแทนในอัตราที่จูงใจ ตัวชี้วัดในประเด็นที่กล่าวข้างต้นที่ใช้กันทั่วไปมีดังนี้

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV)
- อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return, IRR)
- ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit-Cost Ratio, B/C)
- ต้นทุนพลังงานต่อหน่วยการผลิตไฟฟ้า (Cost of Energy, COE)
- ระยะเวลาการคืนทุน (Pay Back Period)
- งบกระแสเงินสด (Cash Flow)

1.1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการคือมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดของโครงการ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการทำส่วนลดกระแสผลตอบแทนสุทธิตลอดอายุโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน ซึ่งการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิคือหากค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ ≥0 แสดงว่าเป็นโครงการที่สมควรจะดำเนินการเนื่องจากมีผลตอบแทนเมื่อเปรียบเทียบ ณ ปัจจุบันมากกว่าค่าใช้จ่ายแต่ในทางตรงกันข้ามหากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่าศูนย์แสดงว่าเป็นโครงการที่ไม่น่าจะลงทุนเนื่องจากมีผลตอบแทนเมื่อเปรียบเทียบ ณ ปัจจุบันน้อยกว่าค่าใช้จ่าย

1.2) อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return, IRR)

อัตราผลตอบแทนของโครงการคืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ดังนั้นอัตราผลตอบแทนของโครงการจึงได้แก่อัตราดอกเบี้ยหรือ i ที่ทำให้ NPV=0 ซึ่งหากว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ณ สถานการณ์ปัจจุบันสูงกว่าค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการที่คำนวณได้ก็ไม่สมควรที่จะลงทุนโครงการดังกล่าวในทางตรงกันข้ามหากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ณ สถานการณ์ปัจจุบันยิ่งต่ำกว่าค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการที่คำนวณได้มากเท่าไรแสดงเป็นโครงการที่ให้ผลตอบแทนมากขึ้นตามลำดับ

1.3) ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit-Cost Ratio, B/C)

ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนคืออัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนหรือมูลค่าผลตอบแทนของโครงการเทียบกับมูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุนหรือต้นทุนรวมของโครงการซึ่งรวมทั้ง ค่ากังหันลม ค่าที่ดิน ค่าติดตั้ง ค่าดำเนินการ ค่าซ่อมบำรุงรักษา ถ้าอัตราส่วนที่ได้มากกว่า 1 แสดงว่าควรตัดสินใจเลือกโครงการนั้น แต่ถ้าอัตราส่วนที่ได้น้อยกว่า 1 แสดงว่าโครงการนั้นไม่น่าสนใจลงทุน แต่ถ้าเท่ากับ 1 แสดงว่าโครงการคุ้มทุน

1.4) ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย (Cost of Energy)

การพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่สำคัญอีกตัวชี้วัดหนึ่ง คือ การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตไฟฟ้าซึ่งวิเคราะห์จากต้นทุนการผลิตตลอดอายุโครงการ สำหรับโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานลมต้นทุนเริ่มต้นในการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้ารวมทั้งต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นรายปีตลอดอายุโครงการที่ทำการผลิตไฟฟ้าแล้วคำนวณหาค่าใช้จ่ายต่อปีที่เท่ากัน (Equivalent annual costs, EAC) ซึ่งได้คำนึงถึงการปรับค่าของเวลา และการเลือกค่าเสียโอกาสของทุนที่เหมาะสมเข้าไว้ด้วยแล้วและคำนวณหาต้นทุนต่อหน่วยโดยหารด้วยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยสามารถใช้ประโยชน์ในการพิจารณาเปรียบเทียบกับราคาไฟฟ้าที่การไฟฟ้าภูมิภาครับซื้อ ซึ่งจะเป็นเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมในการเลือกพื้นที่ติดตั้งกังหันลม และมีการวิเคราะห์ผลกรณีที่ปัจจัยด้านอัตราดอกเบี้ยเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis)

1.5) ระยะเวลาการคืนทุน (Pay Back Period)

คือ ระยะเวลาที่รายได้หลังจากหักค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสามารถนำไปชำระเงินที่ใช้ลงทุนในการพัฒนาโครงการได้ครบถ้วน โดยส่วนใหญ่ใช้นับเป็นจำนวนปี โครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นจะเป็นโครงการที่ดีกว่าโครงการที่มีระยะคืนทุนยาว โดยทฤษฎีระยะเวลาคืนทุนจะต้องไม่นานกว่าอายุการใช้งานของโครงการ แต่ในภาคปฏิบัติระยะเวลาคืนทุนของโครงการขนาดใหญ่จะยอมรับกันที่ 7-10 ปี

1.6) งบกระแสเงินสด (Cash Flow)

เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและรายได้ที่เกิดขึ้นในแต่ละปีในช่วงอายุที่โครงการยังก่อให้เกิดรายได้ว่า รายได้ที่ได้รับจะเพียงพอต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในปีนั้นๆ หรือไม่ ทั้งนี้ เพื่อให้นักลงทุนจะได้ตระหนักและหาทางแก้ไขล่วงหน้าเพื่อมิให้เกิดสถานการณ์เงินขาดมือในช่วงใดช่วงหนึ่ง ซึ่งจะส่งผลให้โครงการสะดุด ซึ่งในกรณีการกู้เงิน สถาบันการเงินจะให้ความสำคัญกับงบกระแสเงินสดมาก

2.4.2 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการวิเคราะห์ความเหมาะสมการลงทุนที่ถูกต้อง มีดังนี้

- **รายจ่าย (Cost)** ประกอบด้วย ต้นทุน การลงทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ
  - **ต้นทุน** ได้แก่ เงินที่ใช้ลงทุนในการพัฒนาโครงการ เช่น การซื้อที่ดิน เครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆ ฯลฯ ตลอดจนค่าติดตั้งดำเนินการทดสอบ
  - **ค่าใช้จ่าย** ได้แก่ ค่าดำเนินการในการเดินเครื่องหลังจากการพัฒนาโครงการแล้วเสร็จ เช่น ค่าจ้างพนักงาน ค่าซ่อมแซม ดอกเบี้ยเงินกู้ ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ภาษี ฯลฯ แต่ละเทคโนโลยีจะมีค่าใช้จ่ายเหล่านี้อาจไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีและขนาด และมาตรการส่งเสริมการลงทุนของรัฐ

- **ประโยชน์หรือรายรับ (Benefit)** รายรับที่ได้รับจากโครงการ แยกออกเป็น 2 รูปแบบ คือ ประโยชน์โดยตรงทางการเงิน อันได้แก่ รายได้จากการขายพลังงานในกรณีที่ขายให้แก่ภายนอก หรือการลดค่าใช้จ่ายพลังงานที่ใช้อยู่เดิม การขายวัสดุที่เหลือจากการผลิตพลังงาน รายได้จาก CDM กับประโยชน์ทางอ้อมที่มิใช่เป็นเม็ดเงินโดยตรงแต่สามารถประเมินเป็นรูปเงินได้ เช่น การลดการกำจัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ฯลฯ ซึ่งในการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ จะใช้ประโยชน์ที่เกิดจากทั้งทางตรงและทางอ้อม ผู้ประกอบการจะต้องหาข้อมูลให้ถูกต้องและถี่ถ้วนถึงราคาพลังงานที่จะขายได้หรือสามารถทดแทนได้ตลอดจนมาตรการสนับสนุนของรัฐที่มีผลต่อรายรับในด้านราคาของพลังงานที่ขาย เช่น adder ระยะเวลาที่ให้การสนับสนุน เพื่อนำมาใช้ประเมินผลตอบแทนโครงการ

- **ข้อเสนอแนะ**

ข้อมูลข้างต้นเป็นการให้ความรู้พื้นฐานเบื้องต้นแก่ผู้ประกอบการ เพื่อความเข้าใจและนำไปใช้ประกอบการพิจารณาประเมินผลเบื้องต้น แต่แนะนำว่าหากจะได้ผลอย่างสมบูรณ์ที่ให้ความเชื่อมั่นอย่างแท้จริงแก่ผู้ประกอบการและสถาบันการเงิน ควรให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเงินเป็นผู้ดำเนินการวิเคราะห์

2.4.3 การประเมินต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพลมและข้อมูลคุณสมบัติกังหันลมวิเคราะห์ประเมินพลังงานไฟฟ้าจากการติดตั้งกังหันลมในพื้นที่ที่คัดเลือกไว้โดยละเอียด ผลการประเมินพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมในขั้นตอนนี้คือพลังงานที่ผลิตได้ต่อปี (Annual Energy Production – AEP) โดยคำนวณค่า Capacity Factor เพื่อใช้เปรียบเทียบกังหันลมแต่ละรุ่น จึงจะได้ค่าที่มีความถูกต้องเพียงพอ โดยในการพิจารณาต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม ประกอบไปด้วยมูลค่าในการวิจัยและพัฒนาระบบของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม มูลค่าการลงทุนหรือการจัดหาสำหรับการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม มูลค่าที่ดิน มูลค่ากังหันลม พร้อมทั้งมูลค่าการติดตั้ง รวมไปถึงมูลค่าการปฏิบัติงานและบำรุงรักษา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) **มูลค่าในการวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม (Research and Development Cost)** เป็นค่าใช้จ่ายจมหรือค่าใช้จ่ายในอดีต (Suck Cost) มักไม่นำมาพิจารณาผลประโยชน์หรือต้นทุน เพราะไม่มีผลต่อการจะลงทุนหรือไม่ลงทุนในการติดตั้งระบบ ถ้าผลการวิเคราะห์เป็นที่พอใจ การลงทุนในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมก็อาจจะดำเนินต่อไป แต่ถ้าผลการวิเคราะห์ไม่เป็นที่น่าพอใจการลงทุนก็อาจจะถูกยกเลิก

2) **มูลค่าการลงทุนหรือการจัดหาการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม (Investment Cost)** เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อทำให้เกิดความพร้อมที่จะดำเนินการระบบ ได้แก่ ค่าที่ดิน ค่าอาคารและสิ่งก่อสร้างอื่นๆ เครื่องจักรและการติดตั้ง ค่าวัสดุและอุปกรณ์ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง น้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- *มูลค่าที่ดิน (Land Cost)* ในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมมีความจำเป็นที่จะต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งกังหันลม โดยได้ทำการศึกษาไว้ 2 กรณี คือ กรณีที่ไม่มีค่าใช้จ่ายค่าที่ดิน เช่น เป็นที่สาธารณะประโยชน์ ขององค์การบริหารส่วนตำบล และกรณีมีค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมพื้นที่สำหรับการติดตั้ง ซึ่งขนาดพื้นที่ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของกังหันลม ได้แก่ ขนาดของใบพัดและความสูงของเสา ซึ่งพื้นที่แต่ละแห่งจะมีราคาประเมินที่แตกต่างกัน
- *มูลค่ากังหันลม (Turbine Price)* ในการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าจะต้องมีการเลือกซื้อกังหันลมที่เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ โดยจะต้องพิจารณาศักยภาพลมประกอบด้วย ซึ่งราคาของกังหันลมประเมินจาก ขนาดกังหันลม (อ้างอิงจาก www.windpower.org) ซึ่งกังหันลมมีราคาประมาณ 1,000 ดอลลาร์สหรัฐต่อกำลังการผลิต 1 กิโลวัตต์ นอกจากนี้ยังจะต้องพิจารณาค่าขนส่ง (Transportation Cost) ด้วย
- *มูลค่าการติดตั้งระบบกังหันลม (Installation Cost)* สำหรับการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า นอกจากตัวกังหันลมซึ่งเป็นเครื่องจักรหลักแล้ว จำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ซึ่งประกอบด้วย ค่าปรับพื้นที่ เช่น การทำถนนเพื่อความสะดวกใ การขนส่งวัตถุดิบ ค่าระบบเสริม เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า ค่าเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าจากพื้นที่ติดตั้งไปยังระบบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งมูลค่าการติดตั้งระบบกังหันลมจะใช้การประมาณการร้อยละ 30 ของมูลค่ากังหันลม

3) มูลค่าการปฏิบัติงานและบำรุงรักษา (Operation and Maintenance Cost)

- *ค่าการปฏิบัติงาน* เป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เช่น ค่าจัดซื้อน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าแรง ค่าโทรศัพท์ ค่าขนส่ง ค่าโฆษณาประชาสัมพันธ์ ค่าประกันต่างๆ ค่าฝึกอบรม ค่าอะไหล่ ค่าที่ปรึกษา เป็นต้น เป็นค่าใช้จ่ายที่จำนวนเงินไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิต ไม่ว่าจะทำการผลิตในปริมาณมากหรือน้อยก็ตาม
- *ค่าบำรุงรักษา* เป็นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์ เครื่องจักรและสิ่งก่อสร้าง เพื่อให้ดำเนินการต่อไปได้ตลอดอายุของระบบ

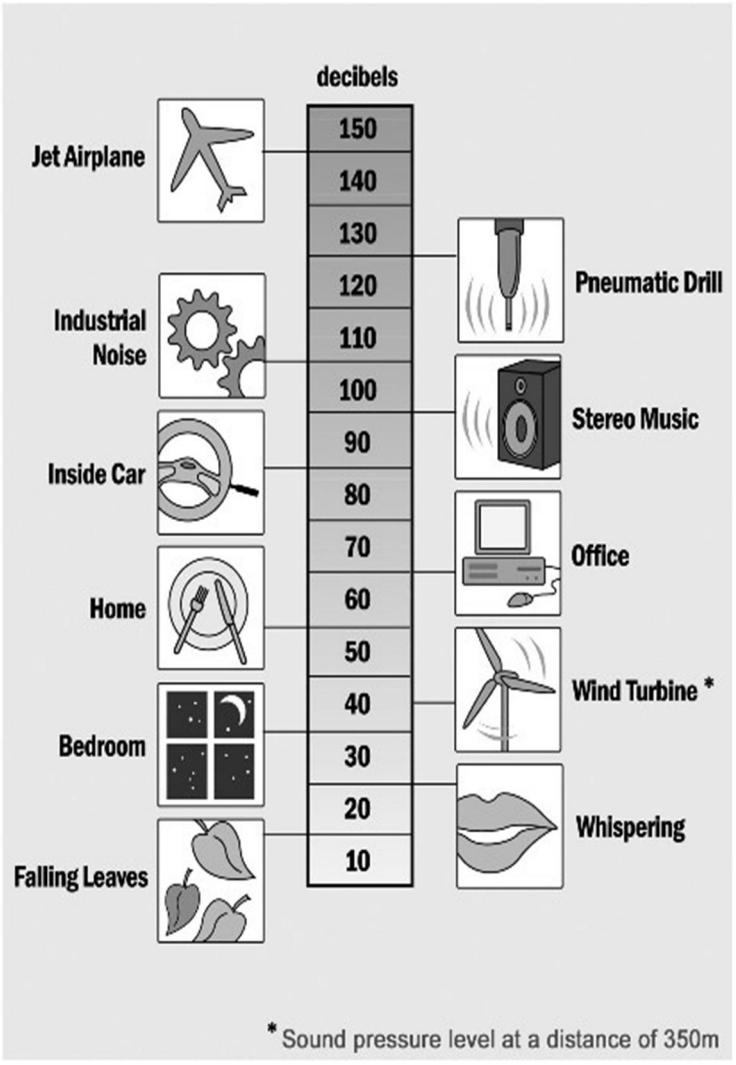
2.4.4 การประเมินมูลค่าผลตอบแทนโครงการ

ผลตอบแทนทางด้านการเงินทางตรง คือ ค่าตอบแทนที่ได้จากการขายกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ให้แก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในการวิเคราะห์จะคำนวณจากการนำปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่กังหันลมสามารถผลิตได้ คูณกับราคาต่อหน่วยที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาครับซื้อ ในที่นี้จะอ้างอิงราคารับซื้อไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่มีการเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าสำหรับผู้ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน มีราคา 6.34 บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง (ราคาอ้างอิงจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคราคานี้ได้รวมส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้ามูลค่า 3.50 บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมงแล้ว)

2.4.5 การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมเบื้องต้น

ความสำเร็จของการติดตั้งกังหันลมส่วนหนึ่งจะต้องได้รับการยอมรับจากสังคมหรือมวลชน โดยการศึกษาผลกระทบทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและชุมชนเพื่อสร้างความเข้าใจและการยอมรับ สำหรับประเด็นในการศึกษาผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมทรัพยากรและสังคมในปัจจุบัน สำหรับบริเวณพื้นที่ของโครงการและพื้นที่โดยรอบ ทั้งผลกระทบทางบวกและทางลบในระยะสั้นและระยะยาว บนพื้นฐานของการคาดการณ์ถึงความเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น รวมทั้งมีมาตรการเพื่อป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่เหมาะสมในกรณีของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม เป็นดังนี้

1) **การประเมินผลกระทบด้านเสียงรบกวน** โดยผลกระทบด้านเสียงรบกวนจะอยู่ในรัศมีน้อยกว่า 1 กิโลเมตรจากกังหันลม ซึ่งค่าที่กำหนดให้ค่าสูงสุดของระดับเสียงของกังหันลมสำหรับที่อยู่อาศัยที่ใกล้ที่สุดไม่ควรเกิน 45 dB (A) และในเขตชุมชนไม่เกิน 40 dB (A)



Source: AWEA

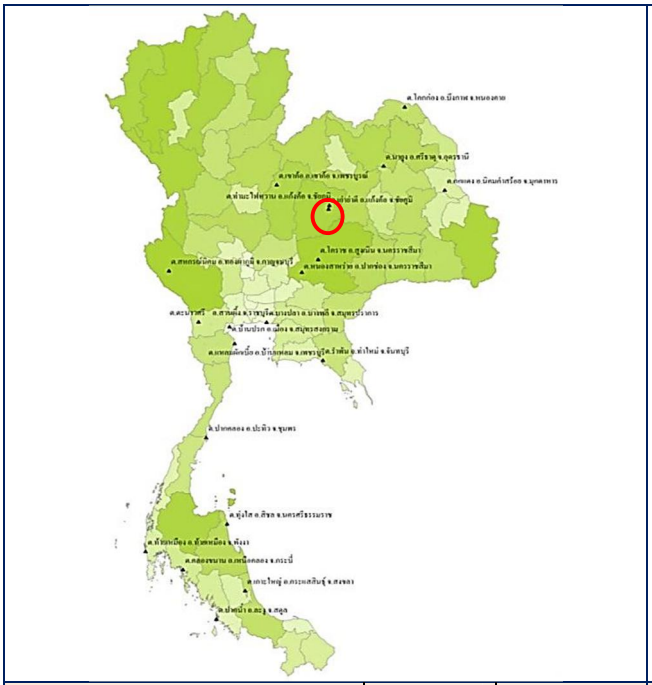
2) **ผลกระทบเกี่ยวกับทรัพยากรด้านนิเวศวิทยา** อาทิ สัตว์และพืชประจำถิ่น นก ค้างคาว รวมทั้งผลกระทบต่ออาชีพของคนในพื้นที่ด้วย เช่น การปศุสัตว์ การท่องเที่ยว เป็นต้น

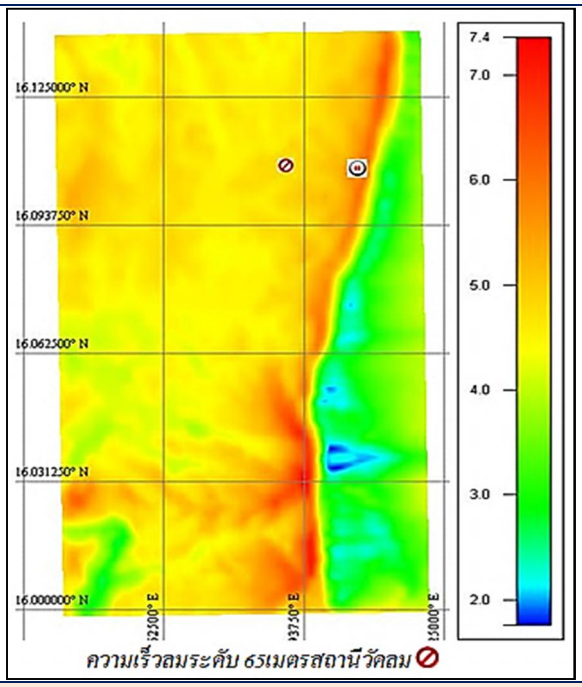
ในการประเมินผลกระทบด้านสังคม สิ่งแวดล้อมเบื้องต้นโดยใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็น ทัศนคติจากประชาชนและผู้นำชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ที่จะมีการติดตั้งกังหันลมในอนาคตและบริเวณใกล้เคียงที่มีต่อโครงการ รวมทั้งทราบถึงข้อมูลพื้นฐานของชุมชนและข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อสามารถกำหนดแนวทางการดำเนินการแบบมีส่วนร่วมเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตต่อไป

2.5 ตัวอย่างการศึกษาประเมินศักยภาพพลังงานลมในการผลิตไฟฟ้า บริเวณสถานีวัดลมบ้านยางคำ ตำบลท่ามะไฟหวาน อำเภอแก้งค้อ จังหวัดชัยภูมิ

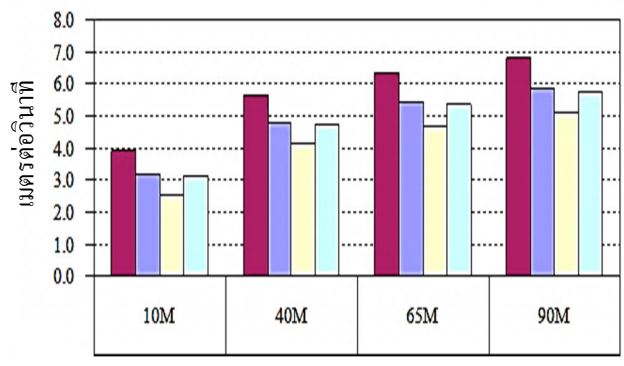
เป็นตัวอย่างของการวิเคราะห์เพื่อประเมินความคุ้มค่าของการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมด้วยกังหันลมผลิตไฟฟ้า 2 ขนาด บริเวณสถานีวัดลมบ้านยางคำ ตำบลท่ามะไฟหวาน อำเภอแก้งค้อ จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งจากข้อมูลการสำรวจบริเวณสถานีวัดลมบ้านยางคำ พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเนินโล่ง ใช้ปลูกมันสำปะหลัง จากแผนที่ศักยภาพลม พื้นที่บริเวณบ้านยางคำเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพลมดี การเดินทางค่อนข้างสะดวก เนื่องจากทางเข้าพื้นที่เป็นถนนราดยาง ไม่คดเคี้ยว และพื้นที่อยู่ไม่ไกลจากถนนราดยางมากนัก จึงเหมาะสำหรับติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้ามากกว่าพื้นที่อื่นโดยรอบสถานีวัดลม

แผนที่ศักยภาพลมและการวิเคราะห์ข้อมูลลมทางสถิติ



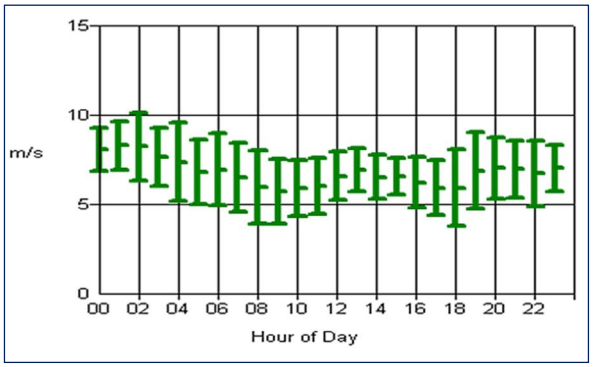


สถานที่ติดตั้งกังหันลม	Lat	Long	ระดับความสูง (เมตร) / ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)			
หมู่บ้านยางคำ ต.ท่ามะไฟหวาน อ.แก้งคร้อ จ.ชัยภูมิ	16.1739	102.1056	30	40	65	90
			5.1	5.3	5.7	5.9

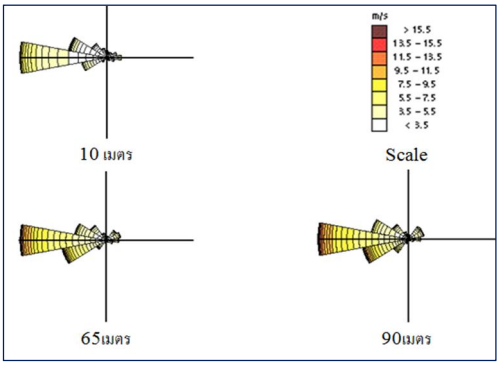


(1)

จากข้อมูลศักยภาพลม พบว่าบริเวณพื้นที่ที่คัดเลือก มีศักยภาพลมในระดับปานกลางถึงดีและพื้นที่โดยรอบเสาวัดลมในรัศมีประมาณ 10 กิโลเมตร มีบริเวณที่มีศักยภาพลมดีอยู่หลายพื้นที่ จากข้อมูลความเร็วลม ณ ที่เสาวัดลม ความเร็วลมเฉลี่ยสูงประมาณ 5.0 - 6.8 เมตรต่อวินาที ที่ระดับ 90เมตร โดยเดือนกรกฎาคมมีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดส่วนเดือนกันยายนมีความเร็วลมเฉลี่ยต่ำสุด โดยในช่วงกลางคืนหลังเที่ยงคืนลมแรงกว่าช่วงเวลาอื่นส่วนการวิเคราะห์การกระจายลมส่วนใหญ่เป็นลมทิศตะวันตก



(2)



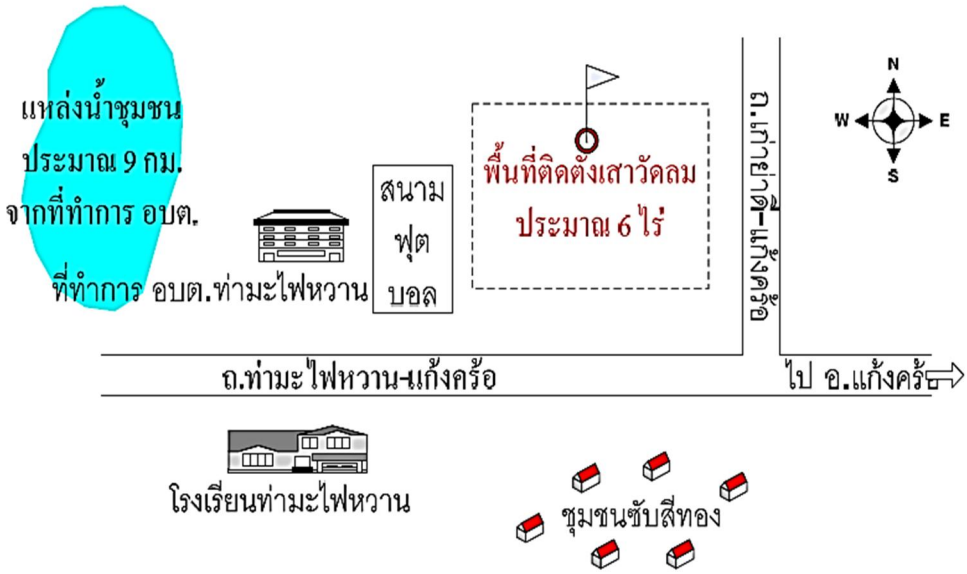
(3)

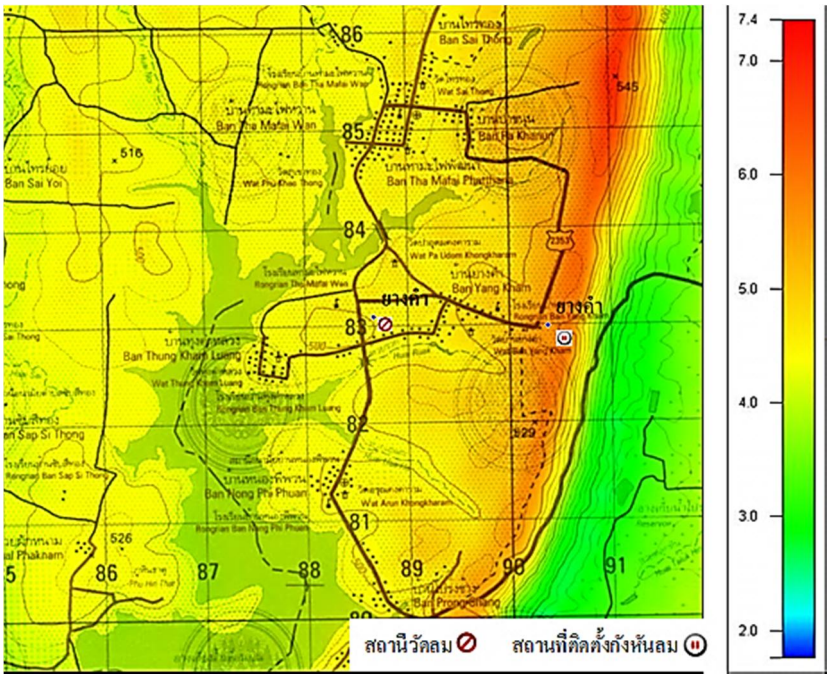
ความเร็วลมเฉลี่ยรายปี (1) รายชั่วโมง (2) และทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ย

(3) ที่ระดับความสูง 10, 40, 65 และ 90 เมตร

ผลการสำรวจและกำหนดตำแหน่งสำหรับติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่ บริเวณสถานีวัดลมบ้านยางคำ ตำบลท่ามะไฟหวาน อำเภอแก้งค้อ จังหวัดชัยภูมิ

พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเนินโล่ง ใช้ปลูกมันสำปะหลัง จากแผนที่ศักยภาพลม พื้นที่บริเวณบ้านยางคำเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพลมดี การเดินทางค่อนข้างสะดวกเนื่องจากทางเข้าพื้นที่เป็นถนนราดยางไม่คดเคี้ยว และพื้นที่อยู่ไม่ไกลจากถนนราดยางมากนัก จึงเหมาะสำหรับติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้ามากกว่าพื้นที่อื่นโดยรอบสถานีวัดลมโดยจุดที่ตั้งกังหันลมห่างจากพื้นที่ตั้งบ้านเรือนอาศัยประมาณ 600 เมตร

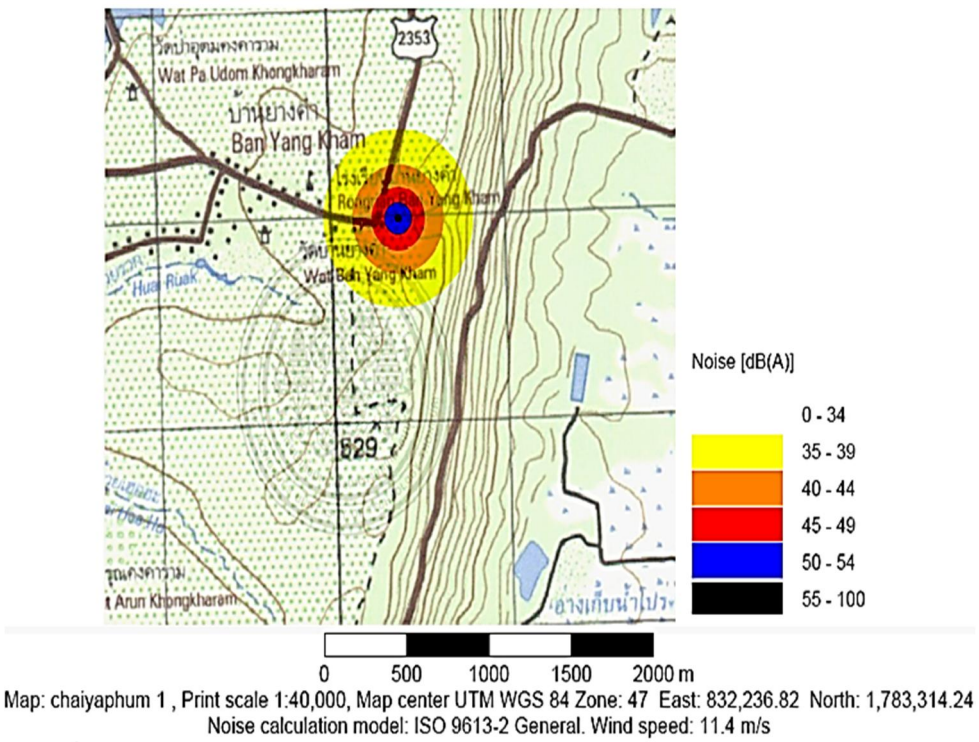




การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมเบื้องต้น

ผลกระทบด้านเสียงรบกวน พื้นที่ที่เหมาะสำหรับติดตั้งกังหันลม อยู่ห่างจากศูนย์กลางชุมชนพอสมควร ประมาณ 1 กิโลเมตร แต่ยังมีบ้านเรือนในบริเวณใกล้เคียงเล็กน้อย โดยอาจมีบางครอบครัวที่ได้รับผลกระทบด้านเสียง ในระดับ สีส้ม คือ 40–44 เดซิเบล ซึ่งอาจก่อให้เกิดความรำคาญได้

ผลการสำรวจความคิดเห็นประชาชน การสำรวจความคิดเห็นจากประชาชนโดยสุ่มตัวอย่างประชากร จำนวน ผู้นำชุมชนคือ ผู้ใหญ่บ้าน รองนายกองค์การบริหารส่วนตำบล ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน 2 คน สมาชิกสภาองค์การบริหารส่วน

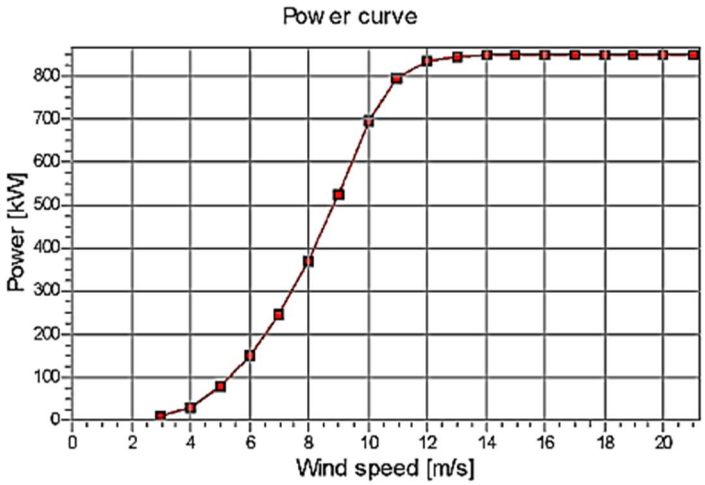


ตำบล 4 คน สามารถสรุปได้ว่าส่วนใหญ่จะให้การสนับสนุนเนื่องจากจะนำความเจริญมาสู่ชุมชนเกิดการจ้างงานและแหล่งท่องเที่ยวแห่งใหม่และคิดว่าไม่ส่งผลกระทบต่อสัตว์และพืชประจำถิ่น แต่ยังกังวลในเรื่องผลกระทบเรื่องปัญหาความรำคาญจากเสียง

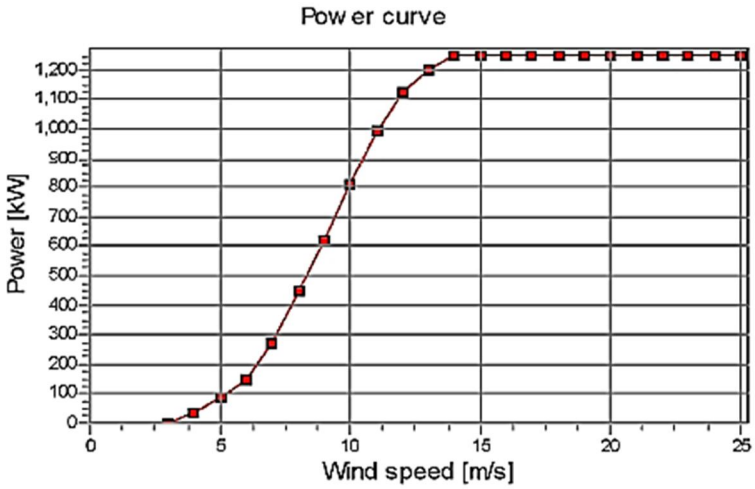
การวิเคราะห์ประเมินพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลม

จากผลการประเมินพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลม ในพื้นที่ที่คัดเลือกไว้ พบว่า ค่าพลังงาน (Annual Energy Product, AEP) ปานกลางแต่สูงกว่าพื้นที่อื่นๆ ระหว่าง 1,396.9 -1,810.4 เมกะวัตต์-ชั่วโมงต่อปี และค่า Capacity Factor (CF) ของกังหันลมรุ่นขนาด 850 กิโลวัตต์ ที่ความสูงโรเตอร์ 71 เมตร มีค่าสูงสุดที่ร้อยละ 20.0 และค่า Capacity Factor ของกังหันลมขนาด 1,250 กิโลวัตต์ ที่ความสูงโรเตอร์ 75 เมตร มีค่าสูงสุดที่ร้อยละ 16.5

ตัวแปร	พลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมที่ความสูงโรเตอร์ต่างกัน	
	ขนาด 850 กิโลวัตต์	ขนาด 1,250 กิโลวัตต์
	71 เมตร	75 เมตร
Annual Energy Production (MWh/ปี)	1,488.2	1,810.4
Capacity Factor (%)	20.0	16.5



กังหันลม ขนาด 850 กิโลวัตต์



กังหันลม ขนาด 1,250 กิโลวัตต์

กราฟแสดงสมรรถนะการผลิตไฟฟ้าตามระดับความเร็วลม (Power Curve)

ผลการวิเคราะห์ประเมินด้านการลงทุน

ที่	ปัจจัยทาง	รายละเอียด	ขนาดกังหันลม	
			850 กิโลวัตต์	1.25 เมกะวัตต์
1	มูลค่าที่ดิน	ราคาประเมิน (บาทต่อไร่)	120,000	120,000
		มูลค่า(บาท)	600,000	600,000
2	มูลค่าในการลงทุนติดตั้งกังหันลม	มูลค่ากังหันลม (บาท)	30,300,950	44,312,950
		มูลค่าการติดตั้งกังหันลม (บาท)	9,090,285	13,293,885
		มูลค่าที่ดิน (บาท)	600,000	600,000
		รวมค่าในการลงทุนเริ่มต้น (บาท)	39,991,235	58,206,835
		มูลค่าการปฏิบัติการและซ่อมบำรุง (บาทต่อปี)	606,019	886,259
		รวมมูลค่าการลงทุนทั้งสิ้น (บาท)	40,597,254	59,093,094
3	การผลิตไฟฟ้า	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ (ชั่วโมงต่อปี-กิโลวัตต์)	1,488,200	1,810,400
		รายได้จากการขายไฟฟ้า (บาทต่อปี)	9,435,188	11,477,936
4	ค่า NPV ที่อัตราดอกเบี้ยต่างกัน	I=7%	53,545,107	54,001,542
		I=8%	46,694,848	45,783,811
		I=9%	40,606,237	38,479,772
		I=10%	35,176,458	31,966,082
		I=11.75% คือ Base case	27,004,874	22,163,260
5	ค่า IRR (%)		21.64	17.47
6	ค่า B/C ที่อัตราดอกเบี้ยต่างกัน	I=7%	2.154	1.799
		I=8%	2.016	1.684
		I=9%	1.892	1.58
		I=10%	1.779	1.486
		I=11.75% คือ Base case	1.605	1.341
7	ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง-) ที่อัตราดอกเบี้ยต่างกัน	I=7%	2.9	3.47
		I=8%	3.1	3.71
		I=9%	3.31	3.96
		I=10%	3.52	4.22
		I=11.75% คือ Base case	3.91	4.68

ที่	ปัจจัยทาง	รายละเอียด	ขนาดกังหันลม	
			850 กิโลวัตต์	1.25 เมกะวัตต์
9	ปริมาณมลภาวะที่ลด	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ตันต่อปี)	1.79	2.17
		ไนโตรเจนออกไซด์ (ตันต่อปี)	3.42	4.16
		คาร์บอนไดออกไซด์ (ตันต่อปี)	1,287.29	1,566.00
		อนุภาคฝุ่น (ตันต่อปี)	1.19	1.45

จากผลการวิเคราะห์ประเมินความคุ้มค่าทางการเงินสามารถสรุปได้ว่าคุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจาก ค่า NPV มากกว่าศูนย์ ค่า IRR สูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ค่า B/C มากกว่าหนึ่ง และ ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย ต่ำกว่าราคาไฟฟ้าที่ขายได้ เนื่องจากรายได้จากการขายไฟฟ้าสูงเพียงพอ และค่าพลังงานต่อหน่วยไฟฟ้าค่อนข้างต่ำเทียบกับราคาค่าไฟปกติ

บทที่ 3
การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังลมขนาดเล็ก

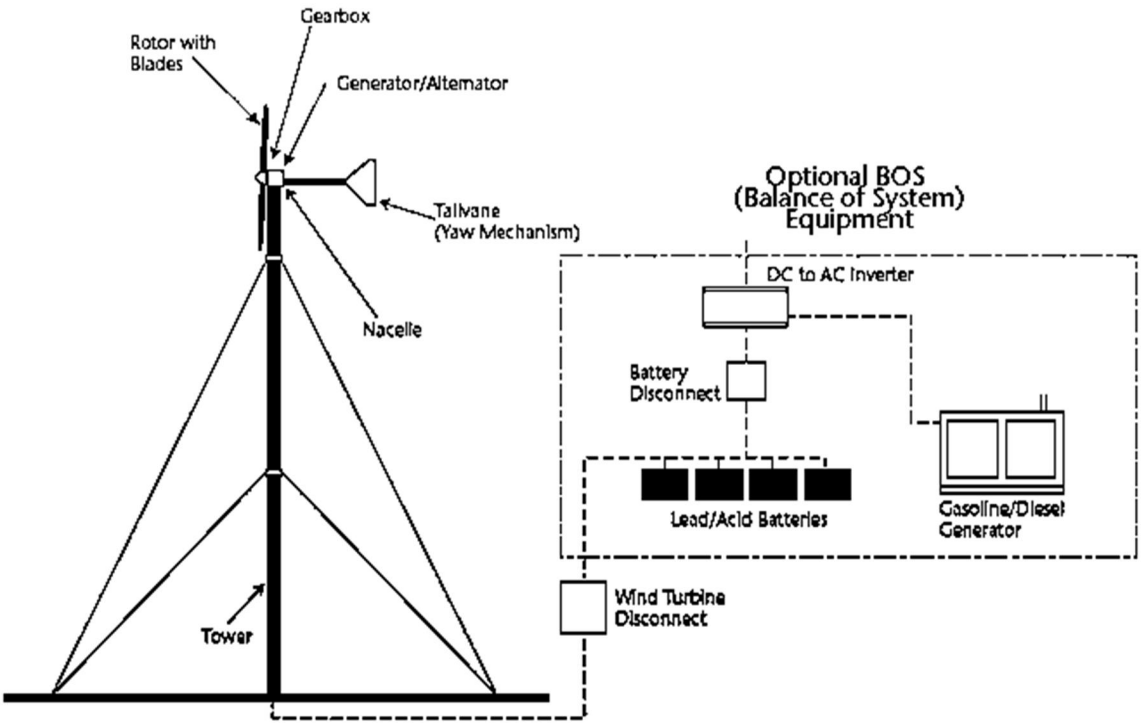
3.1 ประเภทของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก

กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กเหมาะสำหรับบ้านพักอาศัยและกิจการขนาดเล็ก สามารถแบ่งเป็นระบบกลุ่มย่อยได้อีกตามรูปแบบการใช้งาน ดังนี้

1. **กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดจิ๋ว (Micro wind turbine)** จะมีขนาดระบบการผลิตไฟฟ้าที่เล็กกว่า 200 วัตต์ เพื่อใช้กับงานหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่วัตต์ต่ำหรือกินไฟน้อย อาทิ ไฟฟ้าแสงสว่าง วิทยุ
2. **กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (Mini wind turbine)** จะมีขนาดระบบการผลิตไฟฟ้าตั้งแต่ 200 วัตต์ ถึง 1,500 วัตต์ (1.5 กิโลวัตต์) เพื่อใช้กับงานหรืออุปกรณ์ที่ต้องการกำลังในการขับเคลื่อน อาทิ เครื่องสูบน้ำ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน เครื่องแช่แข็งสำหรับพื้นที่ห่างไกล ระบบแสงสว่าง
3. **กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (Small wind turbine)**จะมีขนาดระบบการผลิตไฟฟ้าตั้งแต่ 1.5 กิโลวัตต์ ถึง 20 กิโลวัตต์ เพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าขนานเข้ากับระบบสายส่งหรือจัดเก็บไฟฟ้าสำรองไว้ในแบตเตอรี่

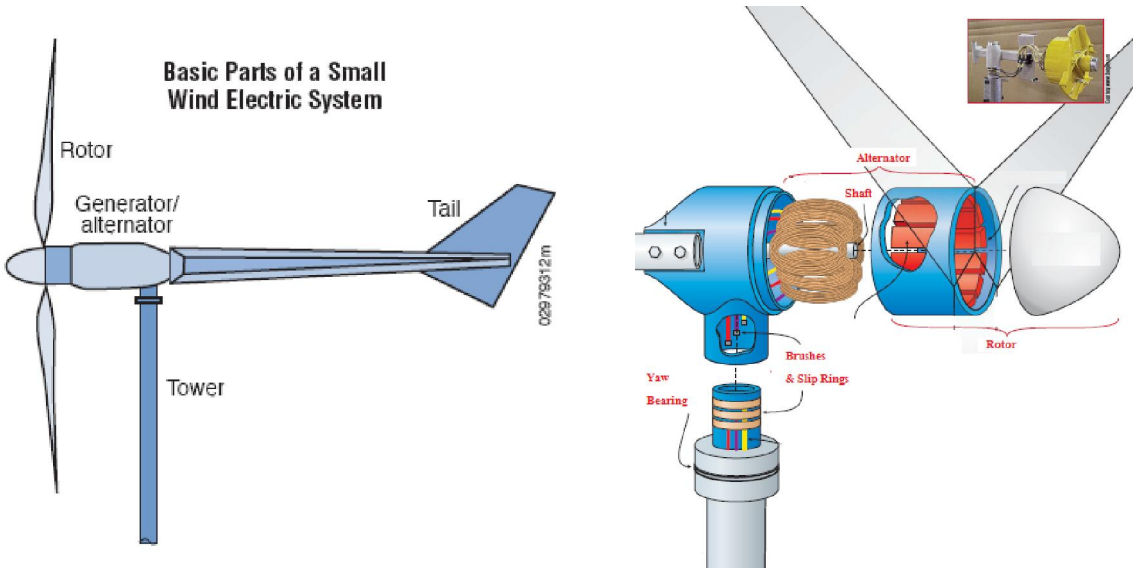
3.2 ส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก

ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมหรือกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์และชิ้นส่วนหลักๆ ดังนี้



รูปแสดงส่วนประกอบพื้นฐานของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานลมขนาดเล็ก

1. **กังหันลม** (Rotor) เป็นชุดอุปกรณ์ ที่ประกอบด้วย ปีกใบพัด (Blade) ดุมใบพัด (Hub) และเพลาหลัก (Main shaft) ซึ่งปีกใบพัดจะทำหน้าที่รับแรงและเปลี่ยนรูปพลังงานจลน์ในกระแสลม เป็นพลังงานกล โดยดุมใบพัดทำหน้าที่เป็นตัวกลางถ่ายทอดกำลังระหว่างใบพัดสู่เพลาหลักเพื่อหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2. **เครื่องกำเนิดไฟฟ้า** (Generator) ทำหน้าที่รับพลังงานกลจากเพลาหลัก และผลิตพลังงานไฟฟ้าสู่ระบบ ซึ่งมีอยู่หลายชนิด หลายรูปแบบ หลายหลักการทำงาน
3. **ส่วนควบคุมทิศทางกังหัน** (Tail vane or Yaw system)เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมทิศทางของกังหันลมเพื่อให้หันหน้ารับและปะทะแรงลมได้ตลอดเวลา ในการที่จะให้ปีกใบพัดหมุนตลอดเวลาเมื่อมีแรงลม ถ้าเป็นกังหันลมที่มีขนาดจิ๋ว ขนาดเล็กมาก หรือขนาดเล็กไม่เกิน 10 กิโลวัตต์ จะใช้แพนหางเสือ (Tail vane) ในการควบคุมทิศทางหากเป็นตัวใหญ่กว่านั้นจะใช้ระบบแกนคอหมุน (Yaw system) เป็นตัวควบคุมทิศทาง
4. **เสากังหันลม** (Tower) ทำหน้าที่รับน้ำหนักของชุดกังหัน ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและชุดแพนหางเสือ โดยยกชุดกังหันลมให้สูงขึ้นจากพื้นดินเพื่อให้สามารถรับแรงลมได้ดีและสม่ำเสมอ ลดอิทธิพลสิ่งกีดขวางรอบข้างในการบดบังแรงลมที่พัดมาปะทะกังหันลม อาทิ ต้นไม้ สิ่งปลูกสร้าง เสากังหันลมมีสามแบบที่นิยมใช้ในทางปฏิบัติ คือ เสาแบบเสาธง (Guyed tower) และเสาแบบโครงถัก (Lattice tower)
5. **ระบบหยุดการทำงาน** (Brake) เป็นระบบสำหรับหยุดการหมุนของกังหันลมในสภาวะฉุกเฉิน เช่น กำลังลมแรงเกินพิกัดที่กังหันลมจะรับได้ หยุดเพื่อบำรุงรักษาหรือซ่อมแซม ซึ่งมีทั้งการใช้แบบระบบกลไกทางกล (แผ่นจานกลม) และแบบระบบกลไกทางไฟฟ้า (ระบบควบคุมการหยุดอัตโนมัติ)



ส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก

6. **ระบบควบคุมการผลิตไฟฟ้า** (Balance of system, BOS) กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมจะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งจะถูกส่งไปยังชุดควบคุม เพื่อส่งไปจัดเก็บ และแปลงกลับก่อนจะนำไปใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้ามีส่วนประกอบหลัก ได้แก่

6.1 ชุดควบคุมการประจุ (Charge Controller) เป็นชุดควบคุมปริมาณไฟฟ้าให้ได้ตามความเหมาะสม เมื่อประจุไฟฟ้าในแบตเตอรี่เต็มหรือปริมาณไฟฟ้าสูงเกินกว่าความต้องการใช้งาน ทำหน้าที่ตรวจวัดแรงดันของแบตเตอรี่ โดยการควบคุมการจ่ายและควบคุมการตัดภาระทางไฟฟ้าภายในวงจรออก เมื่อแบตเตอรี่มีปริมาณประจุไฟฟ้าเหลือน้อย

6.2 อุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (Rectifier) เป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เพื่อสำรองจัดเก็บประจุไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่

6.3 แบตเตอรี่ (Battery Bank) เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บประจุไฟฟ้า เมื่อมีการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม เพื่อสำรองไว้ใช้งานเมื่อต้องการใช้งาน

6.4 อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เป็นอุปกรณ์สำหรับแปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแบตเตอรี่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เมื่อนำไปใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับบ้านพักอาศัย

6.5 ชุดควบคุมภาระทางไฟฟ้าภายใน (Dump Load) ระบบจะทำงานควบคุมโดยอัตโนมัติในกรณีที่มีกระแสไฟฟ้ามากเกินที่แบตเตอรี่จะสำรองจัดเก็บประจุไฟฟ้าไว้ เพื่อเป็นการรักษาระบบการทำงานของกังหันลม

6.6 สวิตซ์ควบคุม สำหรับใช้ควบคุมการตัดต่อระหว่างชุดระบบควบคุมและชุดกังหันลม

6.7 หม้อวัดไฟ (Kilowatt-hour meter) สำหรับบันทึกหน่วยของการจ่ายกระแสไฟฟ้า

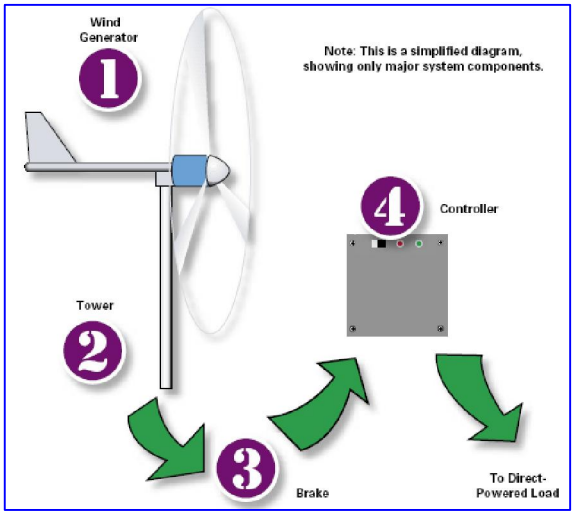
3.3 รูปแบบระบบการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อใช้งาน

การติดตั้งใช้งานในพื้นที่พักอาศัย ชุมชนหรือพื้นที่ที่ห่างไกล จากระบบสายส่งหลัก เช่นบนเกาะหรือชนบทห่างไกลที่ระบบสายส่งเข้าไปไม่ถึงและไม่คุ้มค่ากับการติดตั้งระบบสายส่งเข้าไปสู่พื้นที่ที่ต้องการใช้งาน โดยในระบบการติดตั้งแบบเดี่ยวนั้นจะต้องใช้แบตเตอรี่เป็นชุดจัดเก็บประจุไฟฟ้าสำหรับเป็นที่เก็บพลังงานซึ่งอาจเป็นระบบการผลิตไฟฟ้าแรงดันตั้งแต่ 12-48 โวลต์ แล้วเก็บพลังงานที่ได้เข้าไว้ในแบตเตอรี่โดยการทำงานจะต้องมีความสัมพันธ์กันได้ดีและเหมาะสมกับระบบควบคุมการทำงานของกังหันลม เพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าให้เป็นไปตามความต้องการที่ความเร็วลมต่างกันออกไป นอกจากนี้ระบบควบคุมการทำงานของกังหันลมยังมีระบบ

ป้องกันตัวเอง (Self-protection) ซึ่งการทำงานคู่กันระหว่างระบบทางกลและระบบทางไฟฟ้า ต้องมีความเหมาะสมตามที่บริษัทผู้ผลิตได้ออกแบบไว้

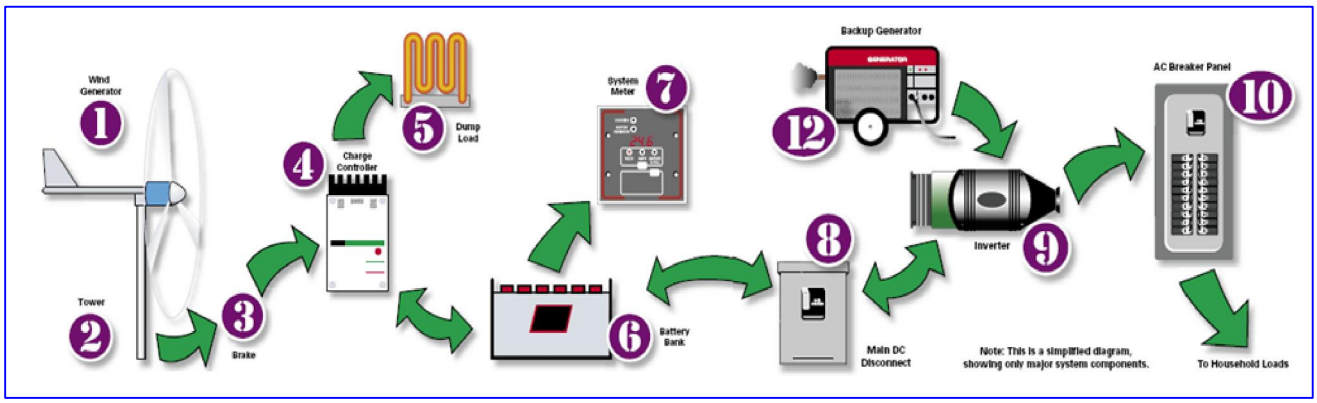
การใช้ไฟฟ้าในระบบนี้ สามารถนำไฟฟ้าไปใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ได้โดยตรง และระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) โดยหากต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบกระแสสลับก็จะต้องมีอุปกรณ์หรือตัวแปลงไฟฟ้า (Inverter) จากไฟฟ้ากระแสตรงในแบตเตอรี่ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (DC/AC) ก่อนนำไปใช้งาน โดยอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าในแต่ละรุ่นจะทำงานแตกต่างกันออกไปตามความสามารถและภาระทางไฟฟ้าที่นำไปใช้งานดังนั้นหากต้องการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับก็ต้องมีการคำนวณภาระทางไฟฟ้าที่จะใช้งานเพื่อการเลือกซื้อหาอุปกรณ์แปลงไฟฟ้า ให้มีความเหมาะสมต่อไป

(1) Wind generator
(2) Tower
(3) Brake
(4) Controller



ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเดี่ยวนำไฟฟ้าไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC)

(1) Wind generator (2) Tower (3) Brake (4) Charge controller (5) Dump load (6) Battery bank (7) System meter (8) MainDC disconnect (9) Inverter (10) AC Breaker panel



ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเดี่ยว นำไฟฟ้าไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)

3.4 ขั้นตอนในการพิจารณาและเลือกใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก

3.4.1 ขั้นตอนที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานลม

ลมและความเร็วลม ในพื้นที่ที่จะติดตั้งกังหันลม เราสามารถสังเกตและพิจารณาในเบื้องต้นได้ว่ามีพอที่จะติดตั้งกังหันลมได้หรือไม่ โดยใช้หลักการสังเกตเบื้องต้นอย่างง่ายๆ จาก

1) การลู่ลมของต้นไม้สูงในบริเวณนั้น หากกลางลำต้นจนถึงปลายยอด มีความเอ็นเอียงมากเมื่อได้ปะทะกับแรงลม และลู่ตามตามทิศทางลม แสดงว่ามีลมดี และให้สังเกตปริมาณระยะเวลาของการเกิดลม หากในวันหนึ่งเกิดนานๆ ก็จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้มาก
2) หากพื้นที่บริเวณนั้นที่มีต้นกล้วย สังเกตได้จากใบกล้วย หากใบกล้วยแตกเป็นริ้วเล็กๆ ทั้งต้นและเป็นทั้งแปลงพื้นที่ปลูกกล้วย แสดงว่ามีลมดี
3) ยืนสังเกตการณ์ในพื้นที่ หากมีแรงลมพัดมาปะทะตัวเราจนเสื้อผ้าที่ใส่ หรือผืนผ้า เช่น ผ้าขาวม้า ยกสะบัดและลู่ตามลม แสดงว่ามีลมดี
4) วัดความเร็วลมด้วยเครื่องวัดลมแบบพกพาขนาดเล็ก (เครื่องวัดลมแบบมือถือ) ซึ่งจะต้องซื้อหามาใช้งานเอง
5) หาข้อมูลสถิติการเกิดลมและปริมาณลม จากหน่วยงานที่เคยตรวจวัดลมบริเวณนั้น หรือบริเวณใกล้เคียง

ข้อสำคัญด้านศักยภาพพลังงานลม คือ ความเร็วลม (เมตร/วินาที) และ ความยาวนานของการเกิดลม (ชั่วโมง/วัน)การประเมินลม เช่น บริเวณนี้มีความเร็วลมประมาณ 5-6 เมตร/วินาที พัดต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงเวลา 10 - 19 นาฬิกา ทุกวัน *(มีลมประมาณ 10 ชั่วโมง/วัน)*

3.4.2 ขั้นตอนที่ 2 ประเมินภาระทางไฟฟ้า (อุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้งาน)

ในขั้นตอนนี้ จะต้องทราบว่าไฟฟ้าที่ผลิตได้จะนำไปใช้กับอุปกรณ์อะไร กำลังและปริมาณไฟฟ้าที่ต้องการเฉลี่ยต่อวันเป็นเท่าไหร่ตัวอย่างบ้านหลังหนึ่งในพื้นที่ห่างไกลที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้าถึงแห่งหนึ่ง ต้องการจะติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน ดังนี้

- หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง ฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 วัตต์ (รวมบัลลาสต์ 28 วัตต์) ในห้องนอน ห้องโถง ห้องครัว ห้องน้ำ และนอกบ้าน รวม 6 ชุด ใช้เฉลี่ย 5 ชั่วโมง/วัน

{(28 x 6 x 5)/1,000} ไฟฟ้าที่ต้องใช้ 0.84 หน่วย

- ตู้เย็น 4.2 คิว ขนาด 65 วัตต์ใช้ 24 ชั่วโมง/วัน

  {(65 x 1 x 24)/1,000} ไฟฟ้าที่ต้องใช้ 1.56 หน่วย

- หม้อหุงข้าวไฟฟ้า 1.5 ลิตร ขนาด 600 วัตต์ใช้ 1 ชั่วโมง/ครั้ง วันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น

  {(600 x 1 x 2)/1,000} ไฟฟ้าที่ต้องใช้ 1.20 หน่วย

- โทรทัศน์สี 20 นิ้ว ขนาด 70 วัตต์ใช้ 5 ชั่วโมง/วัน

  {(70 x 1 x 5)/1,000} ไฟฟ้าที่ต้องใช้ 0.35 หน่วย

- คอมพิวเตอร์แบบพกพา ขนาด 100 วัตต์ใช้ 4 ชั่วโมง/วัน

  {(100 x 1 x 4)/1,000} ไฟฟ้าที่ต้องใช้ 0.40 หน่วย

- เครื่องสูบน้ำ 1/3 HP ขนาด 355 วัตต์ใช้ 1 ชั่วโมง/วัน

  {(355 x 1 x 1)/1,000} ไฟฟ้าที่ต้องใช้ 0.355 หน่วย

รวมจำนวนภาระทางไฟฟ้าที่ต้องใช้ **ประมาณ 4.70 หน่วย/วัน** และอย่าลืมว่าการบริหารจัดการการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดให้มีความเหมาะสมต่อช่วงเวลาการใช้งาน และการประหยัดไฟฟ้า จะเป็นการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน

3.4.3 ขั้นตอนที่ 3 ประเมินและคัดเลือกขนาดกังหันลมให้มีความเหมาะสม

ขั้นตอนนี้ควรมีการศึกษารูปแบบ รายละเอียด ประสิทธิภาพ สมรรถนะ ราคาและการบริการหลังการขายของกังหันลมจากแหล่งต่างๆ เช่น เว็บไซต์ในอินเตอร์เน็ต ผู้เชี่ยวชาญด้านกังหันลม บริษัทผู้ผลิตจำหน่ายกังหันลม และทำการประเมินเพื่อคัดเลือกขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้าให้มีความเหมาะสม โดยทำได้ 2 วิธี

วิธีที่ 1 ประเมินขนาดของกังหันลมโดยคิดจากค่า CF (Capacity Factor) หรือประสิทธิภาพร้อยละของการผลิตไฟฟ้าได้โดยความเร็วลมในบ้านเราประมาณ 5 เมตร/วินาที สามารถผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมได้ประมาณ 12-18% เฉลี่ย 15%

ตัวอย่าง จากขั้นตอนที่ 1 มีปริมาณลมประมาณ 10 ชั่วโมง/วันและขั้นตอนที่ 2 ภาระทางไฟฟ้าที่ต้องใช้ประมาณ 4.70 หน่วย/วัน

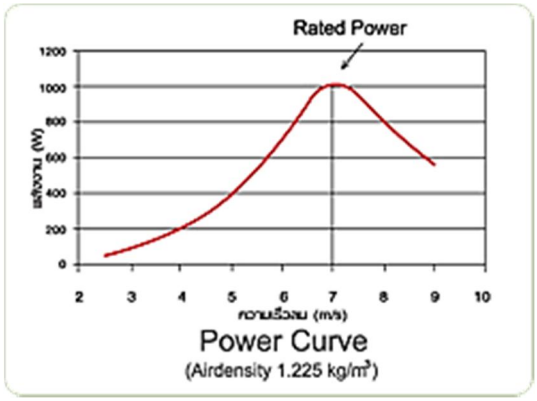
ขนาดของกังหันลม = ภาระไฟฟ้า / (ค่า CF x ปริมาณลม)

= 4.70 / (0.15 x 10) = 3.1 กิโลวัตต์

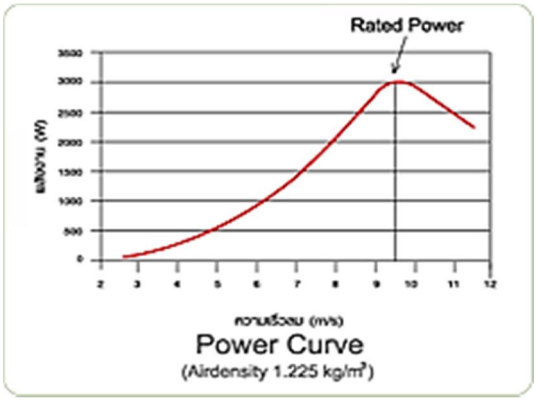
หรือ **ขนาดประมาณ 3 กิโลวัตต์** ซึ่งทั้งนี้ควรเลือกขนาดที่สูงกว่าการคำนวณไว้ก่อนและข้อสำคัญต้องมีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดด้วย

วิธีที่ 2 ประเมินขนาดของกังหันลมจากค่า PC (Power Curve) หรือกราฟแสดงสมรรถนะการผลิตไฟฟ้าตามระดับความเร็วลม ทั้งนี้กังหันลมผลิตไฟฟ้าที่มีจำหน่ายโดยทั่วไปนอกจากจะเสนอรายละเอียด

ทางเทคนิคแล้วยังเสนอ PC ควบคู่ในการประกอบการพิจารณาอีกด้วย และใช้ PC ของกังหันลมจากหลายๆ ขนาดในการประเมินเลือกขนาดที่มีความเหมาะสมได้



กังหันลมขนาด 1 กิโลวัตต์



กังหันลมขนาด 3 กิโลวัตต์

ตัวอย่างกราฟ PC ของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ตัวอย่าง จากขั้นตอนที่ 1 ความเร็วลมประมาณ 5-6 เมตร/วินาที มีปริมาณลมประมาณ 10 ชั่วโมง/วัน

จากกราฟ PC กังหันลมขนาด 1 และ 3 กิโลวัตต์ ของยี่ห้อหนึ่งที่เลือกมา ที่ความเร็วลม 5 เมตร/วินาที กังหันลมขนาด 1 กิโลวัตต์ ผลิตไฟฟ้าได้ 400 วัตต์ และ กังหันลมขนาด 3 กิโลวัตต์ ผลิตไฟฟ้าได้ 500 วัตต์

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ = ไฟฟ้าที่ผลิตได้ตามระดับความเร็วลม x ปริมาณลม

กังหันลมขนาด 1 กิโลวัตต์ = (400 x 10)/1,000 = ประมาณ 4 หน่วย/วัน

กังหันลมขนาด 3 กิโลวัตต์ = (500 x 10)/1,000 = ประมาณ 5 หน่วย/วัน

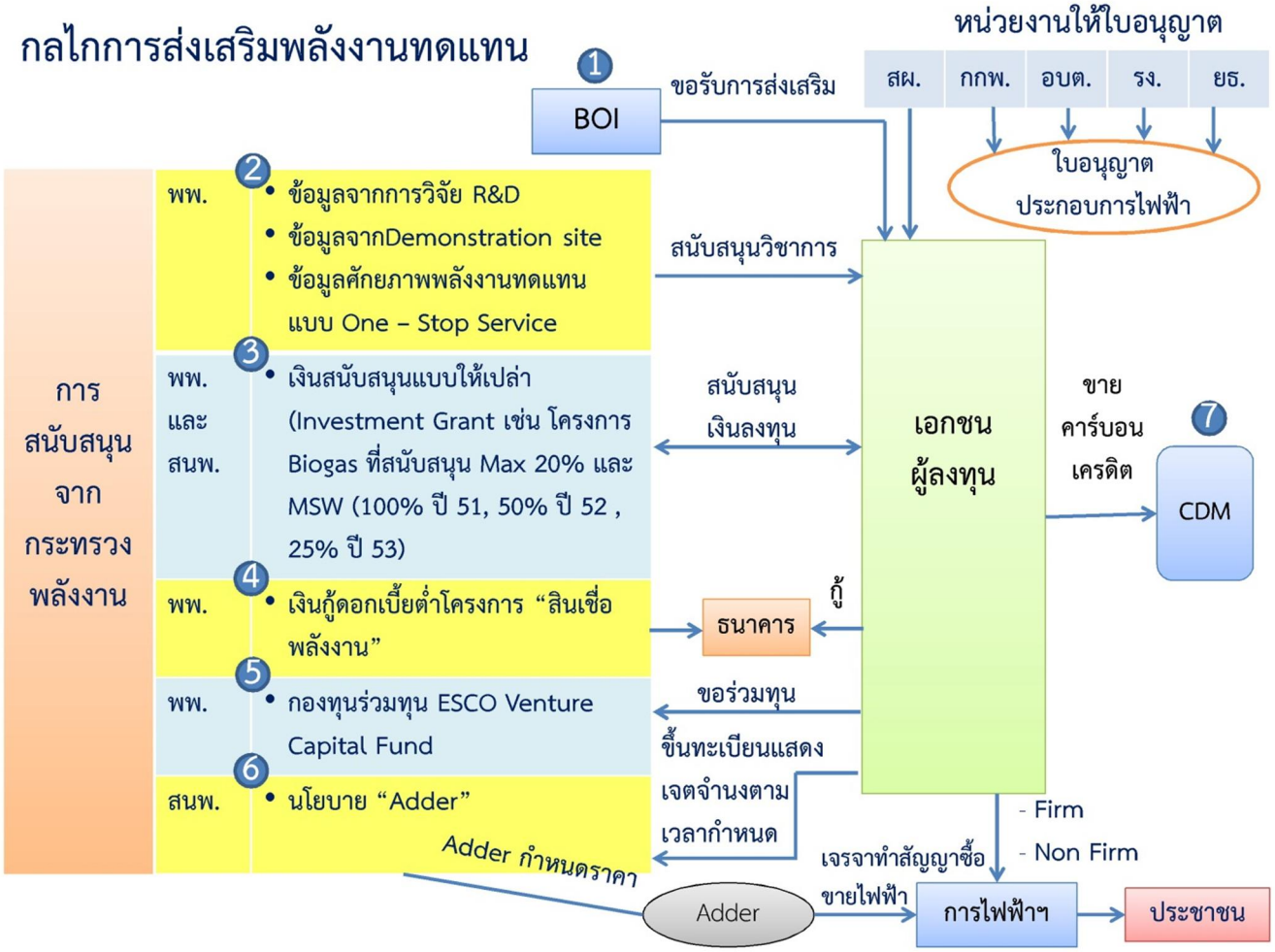
ควรเลือกใช้กังหันลมขนาด 3 กิโลวัตต์ ซึ่งผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอและมากกว่าภาระทางไฟฟ้าตามขั้นตอนที่ 2 ที่ต้องใช้ประมาณ 4.70 หน่วย/วัน

3.4.4 ขั้นตอนที่ 4 การติดตั้งกังหันลม

การติดตั้งกังหันลมควรติดตั้งในบริเวณที่โล่งแจ้ง สามารถรับลมได้ดีทุกทิศทาง หรืออย่างน้อยต้องไม่มีสิ่งกีดขวางช่องทางลมของฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงฤดูหนาว และลมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงฤดูฝน ระยะทางระหว่างกังหันลมถึงจุดที่จะนำไฟฟ้าไปใช้งานระยะทางยิ่งสั้นยิ่งดีเพราะหากระยะทางไกลก็ยิ่งเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและจะมีการสูญเสียเสียพลังงานในระบบสายส่งอีกด้วย

บทที่ 4
การสนับสนุนจากภาครัฐ

โดยที่ประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิภาคที่มีความเร็วลมไม่สูงนัก ดังนั้นการดำเนินการพัฒนาพลังงานลมเพื่อผลิตไฟฟ้าอาจกล่าวได้ว่า ยังมีต้นทุนการผลิตราคาสูง เมื่อเทียบกับการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล ดังนั้นการจัดมาตรการส่งเสริมเพื่อสร้างสิ่งจูงใจต่างๆ ต่อการพัฒนาพลังงานลมผลิตไฟฟ้า จึงได้มีริเริ่มและเพิ่มพูนการสนับสนุนรายการต่างๆ มาเรื่อยๆ จนถึงปัจจุบันนี้ปรากฏมีรายการสนับสนุนและสิ่งจูงใจต่างๆ หลายรูปแบบ ซึ่งคาดหมายว่าสิ่งต่างๆ เหล่านี้น่าจะนำพาให้โครงการพัฒนาพลังงานลมต่างได้เพิ่มการดำเนินการสูงขึ้น ดังมีรายการส่งเสริมและสนับสนุนพลังงานลม ดังนี้



4.1 มาตรการส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (Adder Cost)

มาตรการส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (Adder Cost) เป็นการให้เงินสนับสนุนการผลิตต่อหน่วยการผลิตเป็นการกำหนดราคารับซื้อในอัตราพิเศษหรือเฉพาะสำหรับไฟฟ้าที่มาจากพลังงานหมุนเวียน เพื่อสะท้อนต้นทุนการผลิตจากพลังงานหมุนเวียน ภายในระยะเวลารับซื้อไฟฟ้าที่ชัดเจนและแน่นอน เป็นมาตรการสนับสนุนที่นิยมใช้กันแพร่หลายมาก ที่สุดในปัจจุบัน เพื่อให้มีผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมากขึ้น และเป็นการจูงใจให้เกิดการผลิตไฟฟ้าหลากหลายประเภทพลังงาน ดังนี้

ตารางที่ 4-1 มาตรการส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (Adder)

เชื้อเพลิง	ส่วนเพิ่ม (บาท/kwh)	ส่วนเพิ่มพิเศษ[3] (บาท/kwh)	ส่วนเพิ่มพิเศษใน 3 จว.ภาคใต้ (บาท/kwh)[4]	ระยะเวลาสนับสนุน (ปี)
❑ ชีวมวล				
- กำลังผลิตติดตั้ง <= 1 MW	0.50	1.00	1.00	7
- กำลังผลิตติดตั้ง >1 MW	0.30	1.00	1.00	7
❑ ก๊าซชีวภาพ (ทุกประเภทแหล่งผลิต)				
- กำลังผลิตติดตั้ง <= 1 MW	0.50	1.00	1.00	7
- กำลังผลิตติดตั้ง >1 MW	0.30	1.00	1.00	7
❑ ขยะ (ขยะชุมชน ขยะอุตสาหกรรมไม่อันตราย และไม่เป็นขยะอินทรีย์วัตถุ)				
- ระบบหมักหรือหลุมฝังกลบขยะ	2.50	1.00	1.00	7
- พลังงานความร้อน (Thermal Process)	3.50	1.00	1.00	7
❑ พลังงานลม				
- กำลังผลิตติดตั้ง <= 50 kw	**4.50**	**1.50**	**1.50**	**10**
- กำลังผลิตติดตั้ง > 50 kw	**3.50**	**1.50**	**1.50**	**10**
❑ พลังงานแสงอาทิตย์	6.50/8.00[5]	1.50	1.50	10
❑ พลังน้ำขนาดเล็ก				
- กำลังผลิตติดตั้ง 50kw -<200 kw	0.80	1.00	1.00	7
- กำลังการผลิตติดตั้ง <50 kw	1.50	1.00	1.00	7

[3] สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนในพื้นที่มีการผลิตไฟฟ้าจากน้ำมันดีเซล

[4] กพช. เห็นชอบให้เพิ่มพื้นที่อีก 4 อำเภอคือ อ.จะนะ อ.เทพา อ.สะบ้าย้อย และอ.นาทวี จังหวัดสงขลา เมื่อ 25 พ.ย. 53

[5] ผู้ที่ยื่นขอเสนอขายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับหนังสือตอบรับแล้วก่อนวันที่ 28 มิ.ย.53 จะได้ Adder 8 บาท และผู้ที่ได้รับหนังสือตอบรับหลัง วันที่ 28 มิ.ย. 53 จะได้ Adder 6.50 บาท

4.2 โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน

โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนขึ้นมาเพื่อเป็นแหล่งเงินทุนในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนให้แก่โรงงาน อาคาร และบริษัทจัดการพลังงาน โดยผ่านทางสถาบันการเงิน

ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นให้เกิดการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน รวมทั้งสร้างความมั่นใจและความคุ้นเคยให้กับสถาบันการเงินที่เสนอตัวเข้าร่วมโครงการในการปล่อยสินเชื่อในโครงการดังกล่าวในการปล่อยสินเชื่อโดยใช้เงินกองทุนฯ ให้แก่ โรงงานอาคารและบริษัทจัดการพลังงานแล้วกองทุนฯยังต้องการให้เน้นการมีส่วนร่วมในการสมทบเงินจากสถาบันการเงินเพิ่มมากขึ้นด้วย โดยตั้งแต่เริ่มโครงการ จนถึง ณ ปัจจุบัน ได้มีการดำเนินการเสร็จสิ้นไปแล้วและอยู่ระหว่างดำเนินการทั้งหมด จำนวน 6 ครั้งดังนี้

1) โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยสถาบันการเงินระยะที่ 1 จำนวน 1,000 ล้านบาท เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
2) โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยสถาบันการเงินระยะที่ 2 จำนวน 2,000 ล้านบาทเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน
3) โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนโดยสถาบันการเงิน ระยะที่ 1 จำนวน 1,000 ล้านบาทเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน
4) โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานโดยสถาบันการเงินระยะที่ 3 จำนวน 1,000 ล้านบาทเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
5) โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยสถาบันการเงิน ระยะที่ 3 เพิ่มเติมจำนวน 942.5 ล้านบาทเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน
6) โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานโดยสถาบันการเงินระยะที่ 4 จำนวน 400 ล้านบาท เพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน

ลักษณะโครงการ/ หลักเกณฑ์และเงื่อนไข

กำหนดให้สถาบันการเงินนำเงินที่ พพ. จัดสรรให้ไปเป็นเงินกู้ผ่านต่อให้โรงงาน/อาคารควบคุมหรือโรงงาน/อาคารทั่วไปตลอดจนบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) นำไปลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน โดยมีหลักเกณฑ์และเงื่อนไขดังนี้

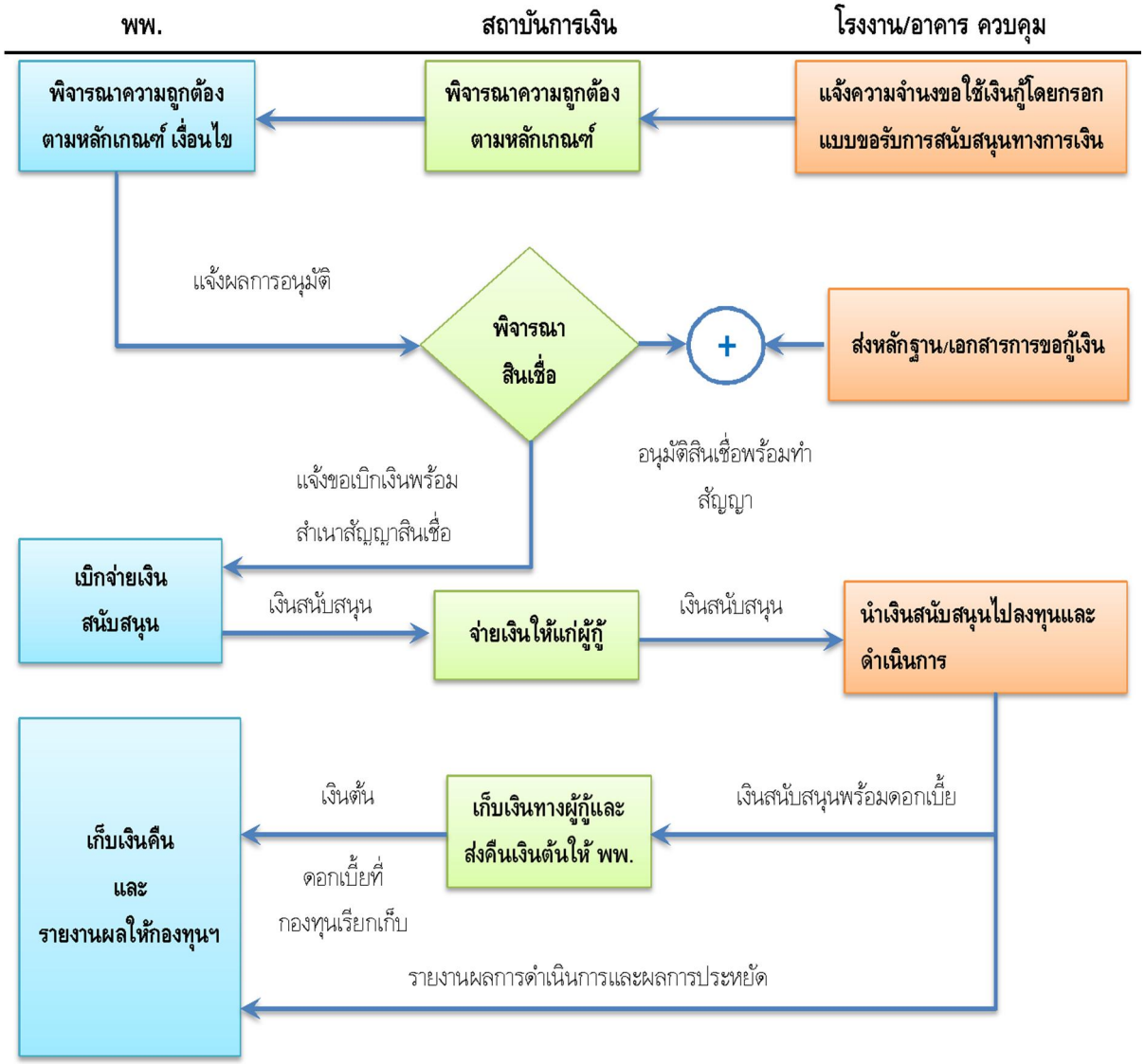
วงเงินโครงการ	1. โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน ระยะที่ 1 จำนวน 1,000 ล้านบาท 2. โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ระยะที่ 3 จำนวน 1,000 ล้านบาท
อายุเงินกู้	ไม่เกิน 7 ปี
ช่องทางปล่อยกู้	ผ่านสถาบันการเงินที่เข้าร่วมโครงการโดยต้องรับผิดชอบเงินที่ปล่อยกู้ทั้งหมด
ผู้มีสิทธิ์กู้	เป็นอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมตาม พรบ.ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ประสงค์จะลงทุนในด้านการประหยัดพลังงานหรือโรงงาน/อาคารทั่วไป ตลอดจนบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) นำไปลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
วงเงินกู้	ไม่เกิน 50 ล้านบาทต่อโครงการ
อัตราดอกเบี้ย	ไม่เกินร้อยละ 4 ต่อปี (ระหว่างสถาบันการเงินกับผู้กู้)
โครงการที่มีสิทธิ์ขอรับการสนับสนุนต้องเป็น	โครงการอนุรักษ์พลังงานหรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ .ศ.2535 มาตรา 7 และมาตรา 17

สถาบันการเงินจะเป็นผู้อนุมัติเงินกู้เพื่อโครงการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนตามแนวหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของสถาบันการเงินนั้นๆ นอกเหนือจากหลักเกณฑ์เงื่อนไขข้างต้นนี้โดยดอกเบี้ยวงเงินกู้และระยะเวลาการกู้จะขึ้นอยู่กับการพิจารณาและข้อตกลงระหว่างผู้กู้กับสถาบันการเงิน

รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถติดต่อสอบถามมายังศูนย์อำนวยการโครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

หมายเลขโทรศัพท์ 02-226-3850-1, 02-225-3106 โทรสาร 02-226-3851

เว็บไซต์ http://www.dede.go.th



วิธีปฏิบัติในการขอรับเงินกู้โครงการเงินทุนหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน

4.3 โครงการส่งเสริมการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน (ESCO FUND)

เป็นโครงการที่กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ได้นำวงเงินจำนวน 500 ล้านบาท จัดตั้ง “กองทุนร่วมทุนพลังงาน หรือ ESCO Capital Fund” ผ่านการจัดการของผู้จัดการกองทุน (Fund Manager) 2 แห่ง ได้แก่ มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (มพส. หรือ E for E) และมูลนิธิอนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย (มอพท.) โดยปัจจุบัน Fund Manage ทั้ง 2 แห่ง เข้าร่วมลงทุนแล้ว จำนวน 26 โครงการ คิดเป็นเงินสนับสนุนจำนวน 407 ล้านบาท และก่อให้เกิดการลงทุนมากกว่า 5,000 ล้านบาท ในรอบ 2 ปีที่ผ่านมา และในระยะต่อไปคณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้อนุมัติวงเงินต่อเนื่องอีก 500 ล้านบาทสำหรับรอบการลงทุนในปี 2553-2555 เพื่อส่งเสริมการลงทุนด้านการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพทางเทคนิค แต่ยังขาดปัจจัยการลงทุน และช่วยผู้ประกอบการหรือผู้ลงทุนให้ได้ประโยชน์จากการขายคาร์บอนเครดิต โดย

มีรูปแบบการจะส่งเสริมในหลายลักษณะ อาทิเช่น ร่วมลงทุนในโครงการ (Equity Investment), ร่วมลงทุนในบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO Venture Capital), ร่วมลงทุนในการพัฒนาและซื้อขายคาร์บอนเครดิต (Carbon Market) , การเช่าซื้ออุปกรณ์ (Equipment Leasing), การอำนวยเครดิตให้สินเชื่อ (Credit Guarantee Facility) และการให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิค (Technical Assistance)

ผู้มีสิทธิยื่นข้อเสนอ ได้แก่ ผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม และ/หรือ บริษัทจัดการพลังงาน (Energy Service Company – ESCO) ที่มีโครงการด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน วัตถุประสงค์เพื่อจะลดปริมาณการใช้พลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน หรือต้องการปรับปรับเปลี่ยนการใช้เชื้อเพลิงมาเป็นพลังงานทดแทน

ลักษณะการส่งเสริมการลงทุน

1. การเข้าร่วมทุนในโครงการ(Equity Investment) โครงการส่งเสริมการลงทุนฯ จะเข้าร่วมลงทุนในโครงการที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน หรือพลังงานทดแทนเท่านั้น เพื่อก่อให้เกิดผลประหยัดพลังงาน ทั้งนี้จะต้องมีการแบ่งผลประหยัดพลังงาน (Shared Saving) ตามสัดส่วนเงินลงทุนที่ได้รับการส่งเสริม ระยะเวลาในการส่งเสริมประมาณ 5 - 7 ปี ผู้ที่ได้รับการส่งเสริมทำการคืนเงินลงทุนแก่โครงการภายในระยะเวลาที่ส่งเสริม

2. การเข้าร่วมทุนกับบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO Venture Capital) การเข้าร่วมทุนกับบริษัทจัดการพลังงาน โดยช่วยให้บริษัทที่ได้รับพิจารณาร่วมทุนนั้นมีทุนในการประกอบการโดยโครงการจะได้รับผลตอบแทนขึ้นอยู่กับผลประกอบการของบริษัท ทั้งนี้โครงการจะร่วมหุ้นไม่เกินร้อยละ 30 ของทุนจดทะเบียน และมีส่วนในการควบคุมดูแลการบริหารจัดการของบริษัท

3. การช่วยให้โครงการอนุรักษ์พลังงาน/พลังงานทดแทน ได้รับผลประโยชน์จากการขาย Carbon Credit Market (CDM)

4. โครงการส่งเสริมการลงทุนฯ จะดำเนินการจัดทำแบบประเมินเบื้องต้นของโครงการ หรือ Project Idea Note (PIN) ซึ่งจะทำให้ผู้ประกอบการสามารถเห็นภาพรวมของโครงการที่จะพัฒนาให้เกิดการซื้อขายหรือได้รับประโยชน์จาก Carbon Credit หรือ เป็นตัวกลางในการรับซื้อ Carbon Credit จากโครงการอนุรักษ์พลังงาน/พลังงานทดแทนที่มีขนาดเล็ก และรวบรวม (Bundle Up) เพื่อนำไปขายในมูลค่าที่สูงขึ้น

5. การเช่าซื้ออุปกรณ์ประหยัดพลังงาน/พลังงานทดแทน (Equipment Leasing)

6. โครงการส่งเสริมการลงทุนฯ จะทำการซื้ออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนให้กับผู้ประกอบการก่อน และทำสัญญาเช่าซื้อระยะยาวระหว่างผู้ประกอบการกับโครงการโดยผู้ประกอบการจะต้องทำการผ่อนชำระคืนเงินต้นพร้อมดอกเบี้ยเป็นรายงวด งวดละเท่า ๆ กันตลอดอายุสัญญาเช่าซื้อ การสนับสนุนในการเช่าซื้ออุปกรณ์ได้ 100% ของราคาอุปกรณ์นั้น แต่ไม่เกิน 10 ล้านบาท ระยะเวลาการผ่อนชำระคืน 3-5 ปี โดยคิดอัตราดอกเบี้ยต่ำ

7. การอำนวยเครดิตให้สินเชื่อ (Credit Guarantee Facility) โครงการส่งเสริมการลงทุนฯ จะดำเนินการจัดหาสถาบันหรือองค์กรที่ให้การสนับสนุนในเรื่อง Credit Guarantee เพื่อให้โครงการลงทุนได้รับการปล่อยสินเชื่อจากธนาคารพาณิชย์ ทั้งนี้โครงการ อาจจะเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในเรื่องค่าธรรมเนียมรับประกันสินเชื่อทั้งหมดหรือบางส่วน โดยคิดค่าธรรมเนียมต่ำในการส่งเสริมในด้านนี้

8. การช่วยเหลือทางเทคนิค (Technical Assistance) โครงการส่งเสริมการลงทุนฯ จะให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคในการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานแก่ผู้ประกอบการ หรือ หน่วยงานองค์การต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้ประกอบการ โดยกองทุนจะให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดระยะเวลาโครงการโดยคิดค่าธรรมเนียมต่ำในการส่งเสริม หรือ อาจมีการแบ่งผลการประหยัดพลังงาน

รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถติดต่อสอบถามมายัง

1. มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (Energy for Environment Foundation)

487/1 อาคารศรีอยุธยา ชั้น 14 ถนนศรีอยุธยา ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 02-642-6424 -5 โทรสาร 02-642-6426 หรือ escofund@efe.or.th

2. มูลนิธิอนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย

(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน – อาคาร 9 ชั้น 2)

เลขที่ 17 ถนนพระราม 1 เชิงสะพานกษัตริย์ศึก แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์: 0-2621-8530, 0-2621-8531-9 ต่อ 501, 502 โทรสาร: 0-2621-8502-3

รูปแสดงการบริหารงานโครงการส่งเสริมการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน

4.4 กลไกลการพัฒนาที่สะอาด (CDM)

กลไกการพัฒนาที่สะอาด Clean Development Mechanism (CDM) เป็นกลไกที่จะสนับสนุนการพัฒนาโครงการที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสามารถนำปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากโครงการ ไปขายให้กับประเทศที่พัฒนา (Developed Countries) เพื่อตอบสนองข้อผูกพันในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามเป้าหมายที่ได้ตกลงในพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ซึ่งมีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2548 อันเนื่องมาจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมดำรงชีวิตของประชากรโลกในปัจจุบัน ทั้งจากภาคคมนาคมขนส่ง ภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรม เป็นปัญหาร่วมกันของนานาชาติแนวทางหนึ่งในการร่วมกันแก้ไขปัญหาดังกล่าวคือการให้สัตยาบัณต่ออนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nation Framework Convention on Climate Change : UNFCCC)

กลไกการพัฒนาที่สะอาดเป็นเครื่องมือเพื่อส่งเสริมการลงทุนเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนและเกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับประเทศที่กำลังพัฒนา อย่างเช่น ประเทศไทยและถือเป็นช่องทางหนึ่งในการสร้างรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการพลังงานทดแทน เช่น โครงการผลิตพลังงานชีวมวล ที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทิ้งทางการเกษตร การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะและน้ำเสียเพื่อนำมาเป็นพลังงาน รวมไปถึงโครงการการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะได้รับผลประโยชน์ในรูปแบบของการขายคาร์บอนเครดิตหรือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ และเป็นที่ต้องการของกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งมีพันธกรณีต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้ ตามข้อตกลงตามพิธีสารเกียวโต

กลไกการพัฒนาที่สะอาดเปรียบเสมือนแรงจูงใจให้ประเทศกำลังพัฒนาหันมาใช้เทคโนโลยีสะอาดเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศลดน้อยลงแรงจูงใจจากการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด คือ คาร์บอนเครดิต หรือ CER ที่ผู้ดำเนินโครงการจะได้รับโดยได้รับการสนับสนุนทางการเงินจากประเทศที่มีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกนอกจากนี้ประเทศเจ้าของโครงการก็จะเกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศในด้านสิ่งแวดล้อมมีการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมระดับชุมชนในพื้นที่โครงการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นโดยการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงพลังงานลดการใช้ทรัพยากรเชื้อเพลิงที่ไม่สามารถทดแทนได้ ด้านเศรษฐกิจก่อให้เกิดการจ้างงานในชุมชน เกษตรกรสามารถนำวัสดุเหลือใช้ เช่น แกลบ เศษไม้ไปขายเพื่อเป็นวัตถุดิบในการดำเนินโครงการ CDM ลดการนำเข้าเชื้อเพลิงพลังงานจากต่างประเทศ ด้านสังคมประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นโดยเฉพาะด้านสุขภาพอนามัยจากคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้นมีบทบาทในเวทีโลกในการแก้ไขปัญหาระดับนานาชาติ โดยประโยชน์ต่างๆที่ประเทศไทยจะได้รับ จากการดำเนินโครงการ CDM สามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

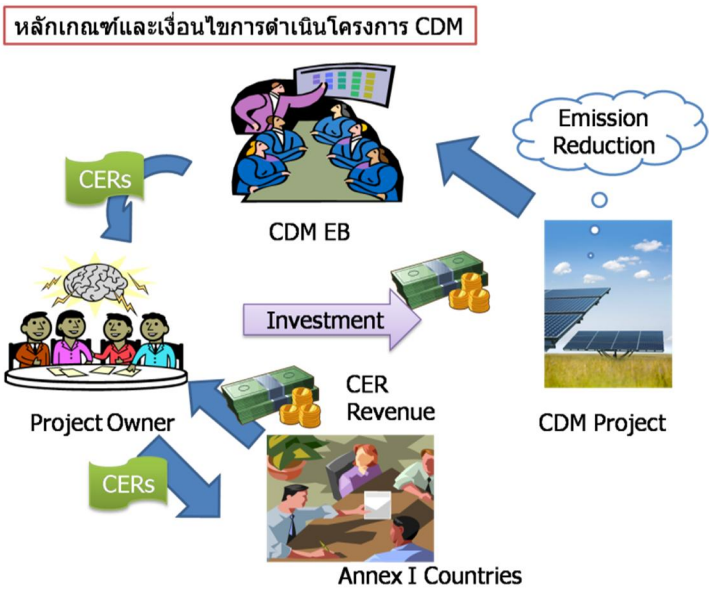
1. รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตในโครงการ CDM เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้ประกอบการคืนทุนได้รวดเร็วขึ้นจากการพัฒนาโครงการด้านพลังงานทดแทนการอนุรักษ์พลังงาน นอกเหนือจากการสนับสนุนของภาครัฐภายในประเทศ

2. เกิดรายได้เข้าสู่ประเทศจากการดำเนินกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจก

3. ประเทศไทยมีอัตราการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงจากการดำเนินโครงการ CDM

4. การตรวจสอบ (Monitoring) ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ CDM ช่วยให้ประเทศไทยมีตัวเลขการดำเนินงานเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกภายในประเทศไทย

5. เกิดการพัฒนาโครงการด้านพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่ดีกว่ามาตรฐานที่กำหนดภายในประเทศ สร้างสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับชุมชนรอบพื้นที่โครงการ



สำหรับเกณฑ์การพิจารณาการดำเนินโครงการภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดในปัจจุบันนั้นประเทศไทย ได้มีการจัดทำหลักเกณฑ์การพัฒนาอย่างยั่งยืนสำหรับโครงการ CDM ขึ้นซึ่งประกอบด้วยมิติการพัฒนาอย่างยั่งยืน 4 ด้านได้แก่ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้านสังคม ด้านการพัฒนาและ/หรือการถ่ายทอดเทคโนโลยีและด้านเศรษฐกิจโดยโครงการที่คณะกรรมการองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกจะพิจารณาให้การรับรองได้แก่

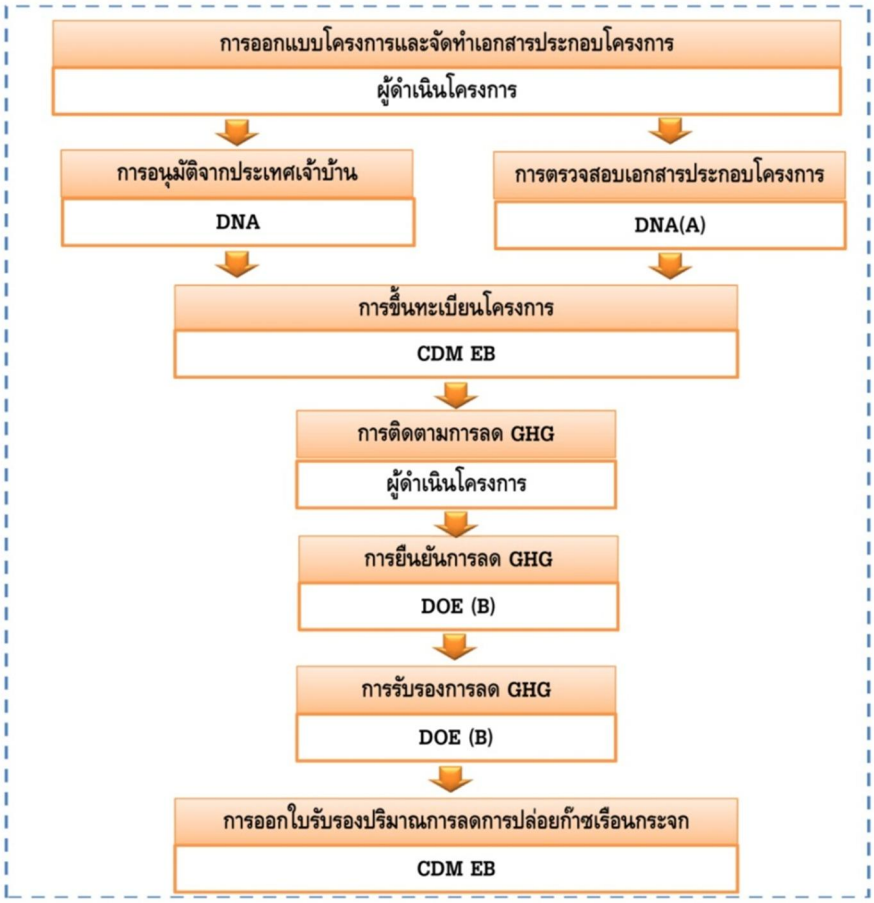
1. โครงการด้านพลังงาน ได้แก่การผลิตพลังงานและการปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน เช่นโครงการพลังงานทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง โครงการแปลงกากของอุตสาหกรรมเป็นพลังงานโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบทำความเย็นและโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในอาคาร เป็นต้น

2. โครงการด้านสิ่งแวดล้อม เช่น โครงการแปลงขยะเป็นพลังงานโครงการแปลงน้ำเสียเป็นพลังงาน เป็นต้น

3. โครงการด้านคมนาคมขนส่ง เช่น โครงการเพิ่มประสิทธิภาพในการคมนาคมขนส่งและการใช้พลังงาน

4. โครงการด้านอุตสาหกรรม เช่น โครงการที่สามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการอุตสาหกรรม

ขั้นตอนการดำเนินโครงการภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด



หมายเหตุ

DNA หมายถึง หน่วยงานกลางที่ทำหน้าที่ประสานการดำเนินงานตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด

DOE หมายถึง หน่วยงานปฏิบัติการที่ได้รับหมอบหมายในการตรวจสอบ (Designated Operational Entities)

CDM EB หมายถึง คณะกรรมการบริหารกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Executive Board of CDM)

1. การออกแบบโครงการ (Project Design) ผู้ดำเนินโครงการจะต้องออกแบบลักษณะของโครงการและจัดทำเอกสารประกอบโครงการ (Project Design Document: PDD) โดยมีการกำหนดขอบเขตของโครงการ วิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก วิธีการในการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

2. การตรวจสอบเอกสารประกอบโครงการ (Validation) ผู้ดำเนินโครงการจะต้องว่าจ้างหน่วยงานกลางที่ได้รับมอบหมายในการปฏิบัติหน้าที่แทนคณะกรรมการบริหารฯ หรือที่เรียกว่า Designated Operational Entity (DOE) ในการตรวจสอบเอกสารประกอบโครงการ ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดต่างๆ หรือไม่ ซึ่งรวมถึงการได้รับความเห็นชอบในการดำเนินโครงการจากประเทศเจ้าบ้านด้วย

3. การขึ้นทะเบียนโครงการ (Registration) เมื่อ DOE ได้ทำการตรวจสอบเอกสารประกอบโครงการและลงความเห็นว่าผ่านข้อกำหนดต่างๆ ครบถ้วน จะส่งรายงานไปยังคณะกรรมการบริหารกลไกการพัฒนาที่สะอาด (EB) เพื่อขอขึ้นทะเบียนโครงการ

4. การติดตามการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Monitoring) เมื่อโครงการได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นโครงการ CDM แล้ว ผู้ดำเนินโครงการจึงดำเนินโครงการตามที่เสนอไว้ในเอกสารประกอบโครงการ และทำการติดตามการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามที่ได้เสนอไว้เช่นกัน

5. การยืนยันการลดก๊าซเรือนกระจก (Verification) ผู้ดำเนินโครงการจะต้องว่าจ้างหน่วยงาน DOE ให้ทำการตรวจสอบและยืนยันการติดตามการลดก๊าซเรือนกระจก

6. การรับรองการลดก๊าซเรือนกระจก (Certification) เมื่อหน่วยงาน DOE ได้ทำการตรวจสอบการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแล้ว จะทำรายงานรับรองปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ดำเนินการได้จริงต่อคณะกรรมการบริหารฯ เพื่อขออนุมัติให้ออกหนังสือรับรองปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ หรือ CER ให้ผู้ดำเนินโครงการ

7. การออกใบรับรองปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Issuance of CER) เมื่อคณะกรรมการบริหารฯ ได้รับรายงานรับรองการลดก๊าซเรือนกระจก จะได้พิจารณาออกหนังสือรับรองปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ หรือ CER ให้ผู้ดำเนินโครงการต่อไป

ทั้งนี้ หน่วยงานกลาง (DOE) ที่ทำหน้าที่ในการการตรวจสอบเอกสารประกอบโครงการ (Validation) และการยืนยันการลดก๊าซเรือนกระจก (Verification) นั้น จะต้องเป็นหน่วยงานคนละหน่วยงาน

ขอทราบรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถติดต่อสอบถามมายัง **องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)**

เลขที่ 120 หมู่ที่ 3 ชั้น 9 อาคาร B ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติฯ ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทรศัพท์ 0 2141 9790 โทรสาร 0 2143 8400

เว็บไซต์ http://www.tgo.or.th

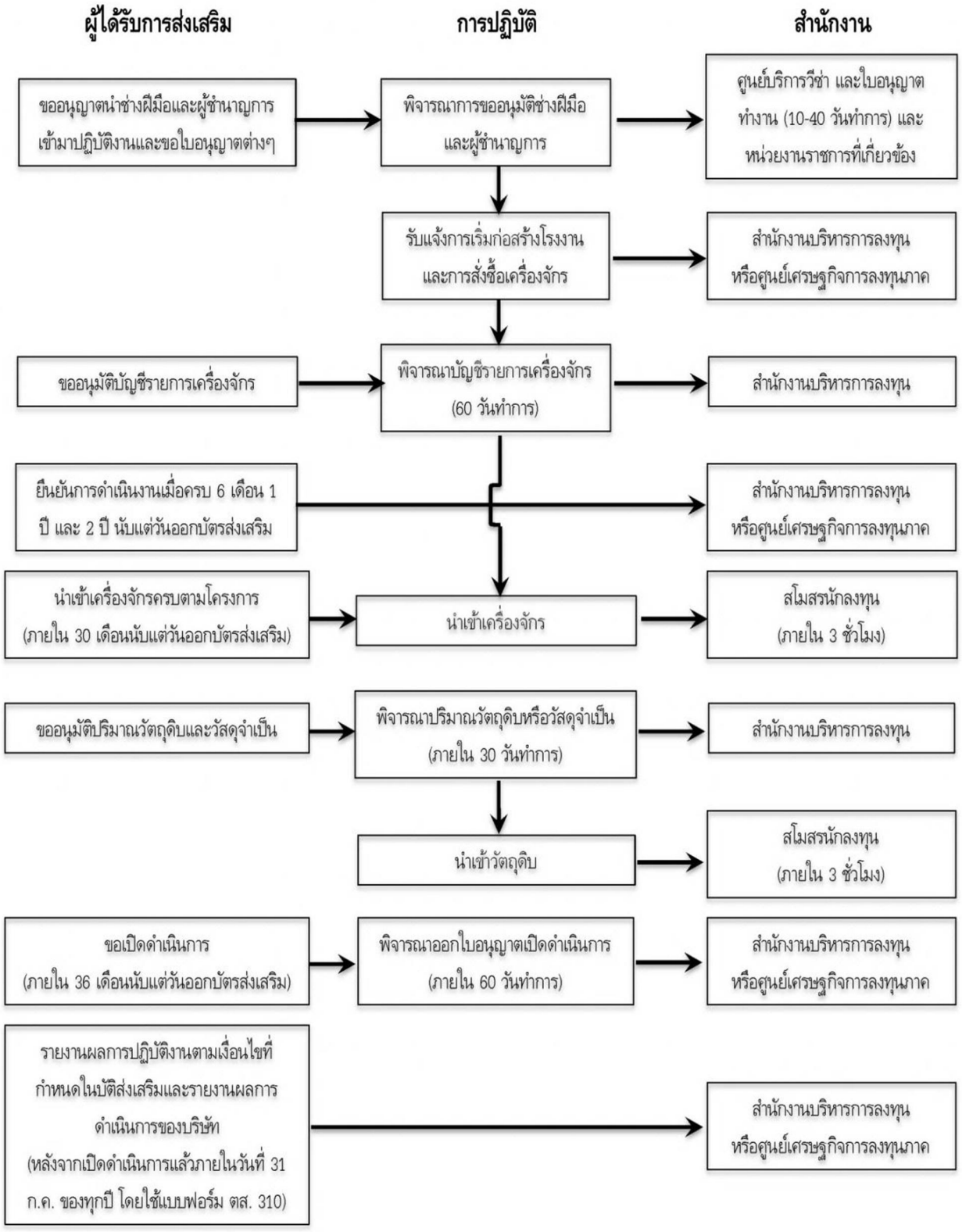
4.5 โครงการส่งเสริมการลงทุน โดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)

ภาครัฐได้ยกระดับให้อุตสาหกรรมพลังงานทดแทน เป็นกิจการที่มีระดับความสำคัญสูงสุด และจะได้รับการ ส่งเสริมการลงทุนในระดับสูงสุดเช่นกัน จึงมีมาตรการส่งเสริมการลงทุนเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน (Maximum incentive) จากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ซึ่งได้กำหนดสิทธิประโยชน์ที่ยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักร ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล เป็นเวลา 8 ปี และหลังจากนั้นอีก 5 ปี หรือตั้งแต่ปีที่ 9-13 จะลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลได้ 50% รวมทั้งมาตรการจูงใจด้านภาษี อาทิ การลดภาษีเครื่องจักร อุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ รวมทั้งการอนุญาตให้นำต้นทุนในการติดตั้งโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ เช่น ไฟฟ้า ประปา ขอหักลบภาษีได้สูงสุด 2 เท่าสำหรับโครงการที่เป็นประโยชน์ต่อสาธารณะ เป็นต้น

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาส่งเสริมโครงการด้านพลังงานทดแทน ได้แก่ กรณีที่ผู้ประกอบการหรือนัก

ลงทุนมีสัดส่วนหนี้ต่อทุน น้อยกว่า 3 ต่อ 1 สำหรับโครงการใหม่ หรือมีเครื่องจักรใหม่ที่มีขบวนการผลิตที่สมัย หรือมีระบบจัดการที่ปลอดภัย รักษาสิ่งแวดล้อม และใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบในการผลิต เป็นต้น

โดยผู้ประกอบหรือนักลงทุนที่สนใจขอทราบรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถติดต่อสอบถามยัง **สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน** เลขที่ 555 ถ.วิภาวดี รังสิต จตุจักรกรุงเทพฯ 10900 โทร 02-537-8111 ต่อ537-8155 โทรสาร 02-537-8177 หรือ E-mail : head@boi.go.th, Website : http://www.boi.go.th

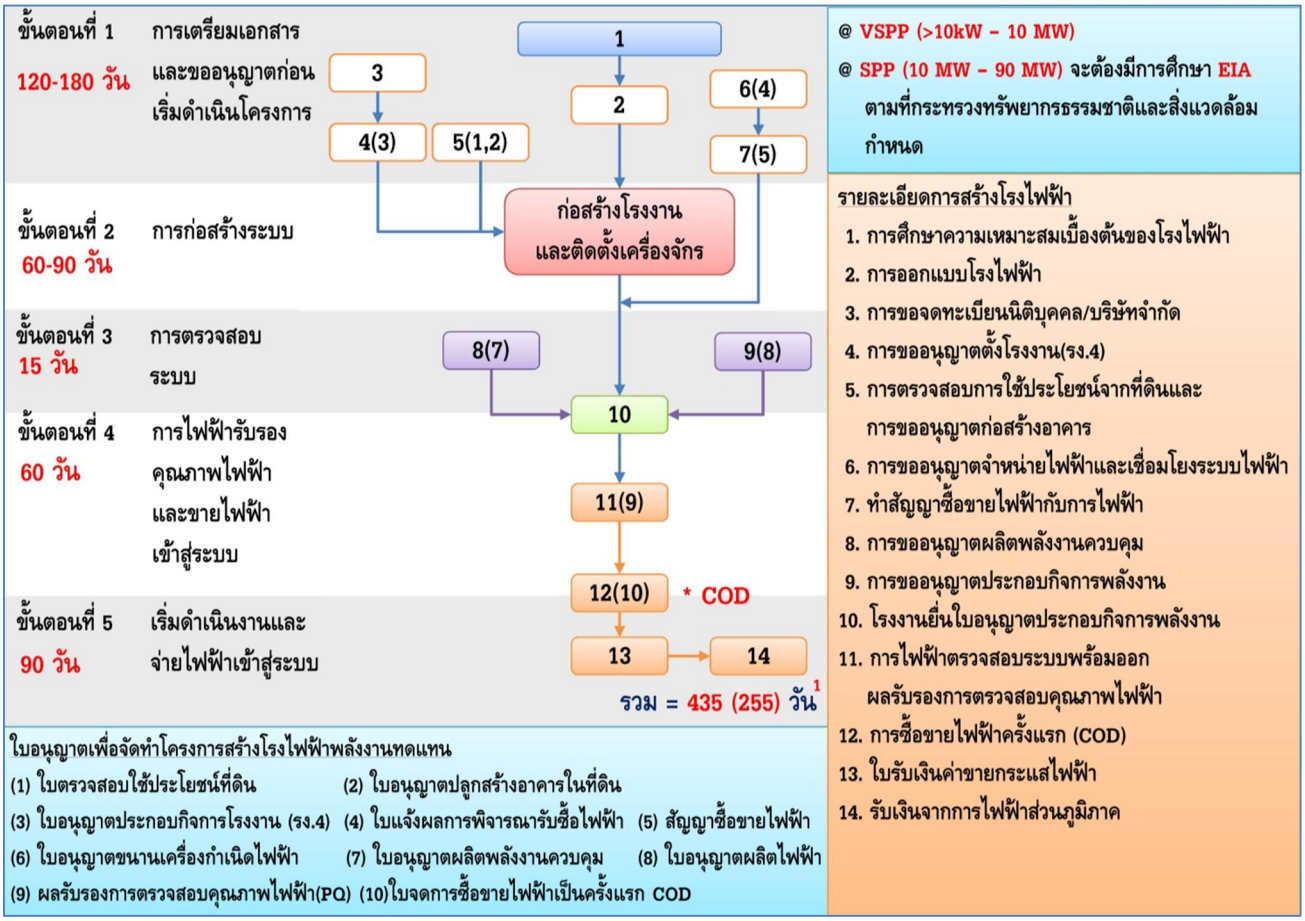


แสดงขั้นตอนขอรับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)

บทที่ 5

ขั้นตอนการขอใบอนุญาตต่างๆ

ขั้นตอนการติดต่อเพื่อขอใบอนุญาตจำหน่ายไฟฟ้า เพื่อจำหน่ายพัฒนาพลังงานทดแทน มีหลายกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานราชการต่างๆ หลายแห่ง รวมไปถึงข้อกฎหมาย และกฎระเบียบอื่นๆ ซึ่งล้วนแต่มีขั้นตอนการปฏิบัติที่แตกต่างกัน ซึ่งในการพัฒนาโครงการพลังงานทดแทนต่างๆนั้น นักลงทุนควรได้รับทราบขั้นตอนการขออนุญาต และการเตรียมเอกสารเพื่อประกอบในการยื่นขอ รวมถึงขั้นตอนการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประเด็นเหล่านี้ถือเป็นความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องเผยแพร่ให้ผู้ประกอบการและประชาชนโดยทั่วไป ได้รับทราบและเข้าใจในกระบวนการสำหรับขั้นตอนการขออนุญาตต่างๆ โดยทั่วกัน



[1] **หมายเหตุ** 1) ระยะเวลารวมการยื่นของอนุมัติสูงสุดไม่เกิน 435 วัน

2) ระยะเวลารวมการยื่นขอจนกระทั่งอนุมัติต่ำสุดไม่เกิน 255 วัน (ไม่นับรวมระยะเวลาในขั้นตอนที่ 2

3) การติดต่อประสานงานหน่วยงานราชการมี 7 หน่วยงาน ต้องได้รับใบอนุญาต 10 ใบ รวมเวลาตั้งแต่เริ่มยื่นเอกสาร จนได้รับเงินค่าไฟฟ้าในงวดแรก

รูปแสดงขั้นตอนการขอใบอนุญาตต่างๆ

ตารางที่ 5-1 รายละเอียดขั้นตอนการจัดทำโครงการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน

รายการ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ	ชื่อคำขอ/คำร้อง/เอกสาร	วัน	หมายเหตุ
1. การศึกษาความเหมาะสมของโครงการ	ผู้ประกอบการ	-	-	
2. การออกแบบโครงสร้างอาคาร สิ่งปลูกสร้างและออกแบบแผนผังการติดตั้งเครื่องจักร และประเมินราคาวัสดุ	ผู้ประกอบการ	-	-	
3. การขอจดทะเบียนนิติบุคล - ผู้ประกอบการยื่นแบบคำขอ “จดทะเบียนบริษัทจำกัด” กับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า(DEB) - กรมธุรกิจการค้าอนุมัติ “จดทะเบียนบริษัทจำกัด”	กรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์	- คำขอจดทะเบียนบริษัทจำกัด (บอจ.1) - รายการจดทะเบียนจัดตั้ง	1	โดยสามารถยื่นแบบคำขอผ่าน www.dbd.go.th/register/login.phtml
4. การขออนุญาตตั้งโรงงาน (รง.4) a. กรณียื่นแบบคำขอตั้งโรงงานต่ออุตสาหกรรมจังหวัด (อก.) - ยื่นเอกสารกับอุตสาหกรรมจังหวัด - อุตสาหกรรมจังหวัดขอความเห็น อบต. และตรวจสอบพื้นที่ และจัดทำรายงานการตรวจสอบภายใน 30 วัน - อุตสาหกรรมจังหวัดปิดประกาศตามมาตร 30	-อุตสาหกรรมจังหวัด -กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม	คำขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการพลังงาน (รง.3)	90	- แก้ไขตามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือระหว่างคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานและกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง แนวทางการให้อนุญาตตั้งโรงงานและการอื่นเพื่อประกอบกิจการพลังงาน - โรงงานทั่วไปที่ตั้งใหม่โดยมีการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตของตนเอง หรือเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตและส่วนที่เหลือใช้

รายการ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ	ชื่อคำขอ/คำร้อง/เอกสาร	วัน	หมายเหตุ
15 วัน - ส่งเรื่องให้ กกพ. พิจารณา - คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานส่งเรื่องเพื่อขอความเห็นจากกรมโรงงาน - คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานพิจารณาใบอนุญาต b. ในกรณีที่ยื่นคำขอที่ สกพ. - ยื่นเอกสารต่อ สกพ. - สกพ. ขอความเห็นประกอบการพิจารณาอนุญาตโรงงานจาก อก. และ อก. เสนอความเห็นกลับ กกพ. 60 วัน - สกพ. จัดทำความเห็นเสนอต่อ กกพ. และ กกพ. มีคำวินิฉัยพิจารณาการอนุญาตตั้งโรงงานภายใน 20 วัน นับจากได้รับความเห็นจาก อก. - สกพ. แจ้งผลภายใน 10 วันนับตั้งแต่วันมีมติ	-สำนักกำกับกิจการพลังงาน		90	จำหน่าย ให้ยื่นคำขออนุญาตประกอบกิจการโรงงานต่อสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดหรือกรมโรงงานอุตสาหกรรม การอนุญาตให้ระบุประเภทหรือลำดับที่ 88 ลงในใบอนุญาต และเมื่อมีการอนุญาตแล้ว ให้แจ้งคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานทราบ - ในกรณีที่ต้องการขยายโรงงานและเพิ่มประเภทการผลิต ให้ยื่นเรื่องต่อสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดหรือกรมโรงงานอุตสาหกรรม และเมื่อมีการอนุญาตแล้ว ให้แจ้งคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานทราบ ติดต่อ ที่ กรมโรงงานอุตสาหกรรม เลขที่ 75/6 ถ.พระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทร. 0-2202-4000 โทรสาร. 0-2245-8000 http://www.diw.go.th

รายการ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ	ชื่อคำขอ/คำร้อง/เอกสาร	วัน	หมายเหตุ
				- กรณี ต่างจังหวัด ติดต่อ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด
5. การขออนุญาตใช้พื้นที่ก่อสร้าง a. กรณีขออนุญาตต่อองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น - ผู้ประกอบการยื่นแบบคำขอ “อนุญาตก่อสร้าง/ดัดแปลงอาคาร”ต่อ อบต. - อบต. ตรวจสอบเอกสารและออกหนังสือแจ้งการอนุมัติ - อบต. อนุมัติ ”อนุญาตก่อสร้าง/ดัดแปลงอาคาร”	องค์การปริหารส่วนตำบลกระทรวงหาดไทย	คำขออนุญาตก่อสร้างอาคาร (ข.1)	45	ติดต่อที่ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ในพื้นที่ที่จะก่อสร้างโรงงาน
b. กรณีพื้นที่อยู่ในการนิคมอุตสาหกรรม (กนอ.) - ผู้ประกอบการยื่นแบบคำขอการขออนุญาตก่อสร้างจาก กทม. อาทิการแจ้งชื่อผู้ควบคุมงานกับวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดการดำเนินการ - ผู้ประกอบการขอใบรับรองการก่อสร้างอาคาร ดัดแปลงอาคาร หรือเคลื่อนย้ายอาคาร	การนิคมอุตสาหกรรม	คำขอรับใบรับรองการก่อสร้างอาคาร ดัดแปลงอาคาร หรือเคลื่อนย้ายอาคาร (แบบ กทม.4)	45	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย 618 ถนนนิคมมักกะสัน แขวงมักกะสัน เขตราชเทวี กรุงเทพ 10400 โทรศัพท์ : 0-2253-0561 โทรสาร : 0-2253-4086 http://www.ieat.go.th

รายการ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ	ชื่อคำขอ/คำร้อง/เอกสาร	วัน	หมายเหตุ
กทม. อนุมัติ “อนุญาตก่อสร้าง/ดัดแปลงอาคาร”				
6-7 การขอจำหน่ายไฟฟ้าและสัญญาซื้อขายไฟฟ้า - ผู้ประกอบการยื่นแบบคำขอจำหน่ายไฟฟ้าและการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า ณ ที่ทำการสำนักงานเขตของ กฟน.หรือที่ทำการสำนักงานจังหวัดของ กฟภ - การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายพิจารณาเอกสารรับซื้อไฟฟ้าและแจ้งผล พร้อมทั้งรายละเอียดค่าใช้จ่ายเป็นลายลักษณ์อักษรภายใน 45 วัน นับจากวันที่การไฟฟ้า ฝ่ายจำหน่ายได้รับข้อมูลประกอบการพิจารณาครบถ้วน - ผู้ประกอบการต้องชำระค่าใช้จ่ายและทำสัญญาและซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้า ภายใน 60 วัน นับตั้งวันได้รับแจ้งผล	-กฟน. กฟภ .กฟผ.	คำขอจำหน่ายไฟฟ้าและการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า	105	ติดต่อ กฟผ. *เลขที่ 53 หมู่ 2 ถ.จรัญสนิทวงศ์ ตำบลบางกรวย อำเภอบางกรวย นนทบุรี 11130* โทร 0 2436 0000 สามารถดาวน์โหลดเอกสารได้ที่ http://www.ppa.egat.co.th/Sppx/a4.html ติดต่อ กฟภ. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (สำนักงานใหญ่) แผนกวางแผนแหล่งผลิตไฟฟ้า โทร 0-2590-9733 - แผนก SPP โทร 0-2590-9743 - แผนก VSPP โทร 0-2590-9753 - แผนกสัญญาซื้อขายไฟฟ้า โทร 0-2590-9763 สามารถดาวน์โหลดเอกสารได้ที่

รายการ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ	ชื่อคำขอ/คำร้อง/เอกสาร	วัน	หมายเหตุ
				http://www.pea.co.th/vspp/vspp.html
ก่อสร้างโรงงานและติดตั้งเครื่องจักร				
8 ใบอนุญาตผลิตพลังงานควบคุม - ผู้ประกอบการยื่นคำขอ “ใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม” แก่ พพ.หรือ สกพ. - พพ. ตรวจสอบระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกัน - พพ. อนุมัติใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม	-กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน -สำนักกำกับกิจการพลังงาน	คำขอรับใบอนุญาตผลิตพลังงานควบคุม (พค.1)	60	ขนาดตั้งแต่ 200-1000 kVA ให้ พพ.พิจารณา แต่ในกรณีที่ขนาดมากกว่า 1000 kVA สกพ. เป็นผู้ตรวจสอบและส่งให้ พพ.เป็นผู้เห็นชอบ สามารถ ดาวน์โหลดเอกสารได้ที่ http://www.dede.go.th ติดต่อขอรายละเอียดเพิ่มเติมที่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน เลขที่ 17 ถนนพระรามที่ 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 โทรศัพท์ 0-2223-0021-9 ต่อ 1411
9-10 ใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้า - ผู้ประกอบการเตรียมเอกสารประกอบแยกประเภทตามใบอนุญาต - สกพ. ตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร - สกพ. เสนอความเห็นแก่ กกพ. พิจารณาเอกสาร	-สำนักกำกับกิจการพลังงาน	ใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้า ประกอบด้วย 1. ใบอนุญาตผลิตไฟฟ้า (สกพ01-1)	75	ติดต่อขอรายละเอียดเพิ่มเติมที่ *319 อาคารจัตุรัสจามจุรี ชั้น 19 ถนนพญาไท แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330* *โทรศัพท์ : 0 2207 3599 ,* *โทรสาร : 0 2207 3502 , 0 2207 3508*

รายการ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ	ชื่อคำขอ/คำร้อง/เอกสาร	วัน	หมายเหตุ
- กกพ. พิจารณาออกใบอนุญาต “ใบประกอบกิจการไฟฟ้า” - สกพ. แจ้งชำระค่าธรรมเนียมพร้อมออกใบอนุญาตแก่ผู้ประกอบการ		2. ใบอนุญาตระบบส่งไฟฟ้า (สกพ01-2) 3. ใบอนุญาตระบบจำหน่ายไฟฟ้า (สกพ01-3) 4. ใบอนุญาตจำหน่ายไฟฟ้า (สกพ01-4) 5. ใบอนุญาตควบคุมระบบไฟฟ้า (สกพ01-5)		สามารถ ดาวน์โหลดเอกสารได้ที่ http://www2.erc.or.th/Form1.html
11-12 การไฟฟ้าตรวจสอบระบบพร้อมออกผลการรับรองการตรวจคุณภาพไฟฟ้า เมื่อทำสัญญาและติดตั้งระบบแล้วเสร็จให้ผู้ผลิตไฟฟ้าแจ้งความประสงค์จะจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบ การไฟฟ้าจะเข้าไปตรวจสอบภายใน 15 วัน - การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายจะตรวจสอบการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ที่ติดตั้งว่าเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดให้แล้วเสร็จภายใน 15วันยกเว้น	-		45	-

รายการ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ	ชื่อคำขอ/คำร้อง/ เอกสาร	วัน	หมายเหตุ
กรณีที่ผู้ผลิตไฟฟ้าเป็นผู้ใช้ไฟรายใหม่ให้การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายดำเนินการตามระเบียบปฏิบัติของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายภายใน 30 วัน - การไฟฟ้าแจ้งวันเริ่มรับซื้อไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ (COD)				
13-14 รับเงินค่าขายกระแสไฟฟ้า				-
หมายเหตุ : โครงการที่กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำหนดต้องจัดทำรายงานผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA,IEE)	-สำนักนโยบายและแผนฯกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	รายงานการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	180-365	โรงไฟฟ้าพลังลมที่ใช้พื้นที่ที่คณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบให้เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1 จะต้องจัดทำรายงานผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

หมายเหตุ: ระยะเวลาไม่รวมขั้นตอนการรับฟังความคิดเห็นจากประชาชนและจะนับตั้งแต่ได้รับเอกสารครบถ้วน

การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (EIA)

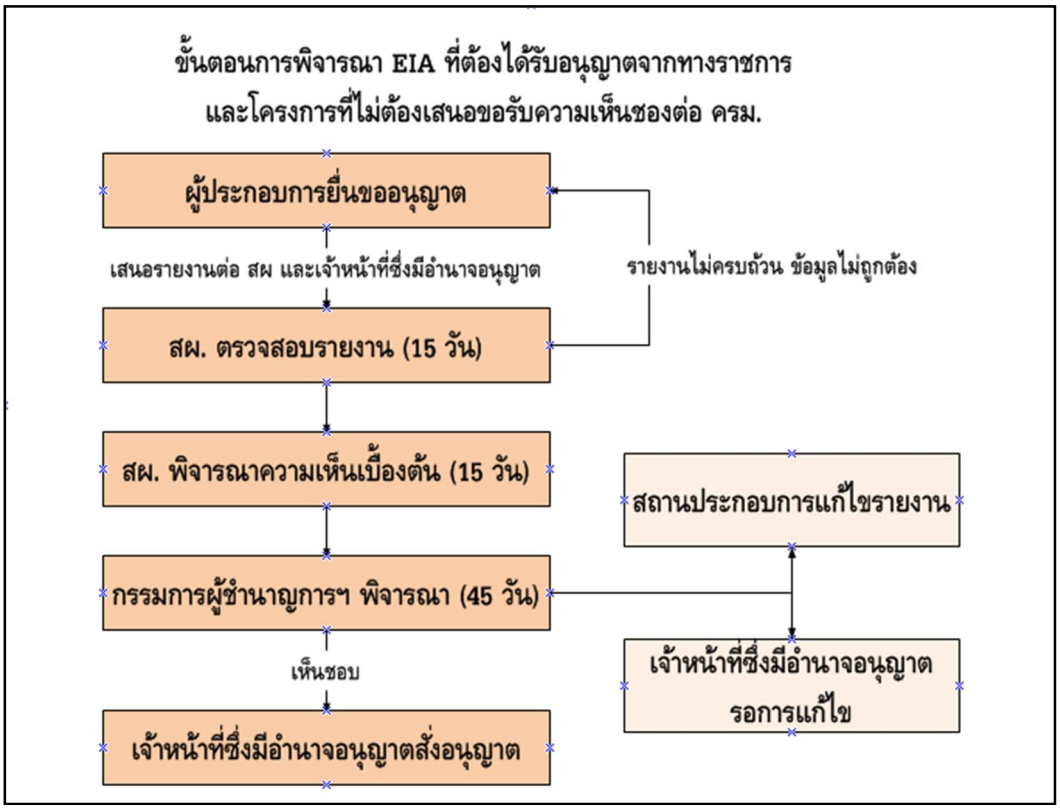
EIA หรือ Environmental Impact Assessment เป็นการศึกษาเพื่อคาดการณ์ผลกระทบทั้งในทางบวกและทางลบจากการพัฒนาโครงการหรือกิจการที่สำคัญ เพื่อกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมและใช้ในการประกอบการตัดสินใจพัฒนาโครงการหรือกิจการ ผลการศึกษาจัดทำเป็นเอกสาร เรียกว่า “รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม” ซึ่งการดำเนินโครงการด้านโรงไฟฟ้าพลังลมที่ใช้พื้นที่ที่คณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบให้เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1 จะต้องจัดทำรายงานผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเช่นกัน

ขั้นตอนการทำรายงาน EIA

1. ผู้ประกอบการจะต้องทราบก่อนว่าโครงการนั้นจะต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมหรือไม่

2. ว่าจ้างที่ปรึกษาที่ขึ้นทะเบียนเป็นนิติบุคคลผู้มีสิทธิทำรายงานฯ

3. ผู้ประกอบการส่งรายงานให้สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) โดย สผ. และคณะกรรมการผู้ชำนาญการจะใช้เวลาการพิจารณารายงานฯ ตามขั้นตอนที่กำหนดไม่เกิน 75 วัน แต่หากคณะกรรมการฯ มีข้อเสนอแนะให้แก้ไขเพิ่มเติม ที่ปรึกษาจะต้องใช้เวลาในการปรับแก้ และจัดส่งให้ สผ. และคณะกรรมการฯ พิจารณา ซึ่งจะใช้เวลาไม่เกิน 30 วัน



ติดต่อขอรายละเอียดเพิ่มเติมที่

สำนักวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโทรศัพท์ :0-2265-6500 ต่อ 6832, 6834, 6829

เอกสารอ้างอิง

1. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาประเมินศักยภาพพลังงานลมในการผลิตไฟฟ้าเฉพาะแหล่ง, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ธันวาคม 2551
2. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการติดตามประเมินผลการดำเนินงานพัฒนาและส่งเสริมพลังงานลม, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, บริษัท เอเบิล คอนซัลแตนท์ จำกัด, พฤศจิกายน 2551
3. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่ง, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2549
4. รายงานฉบับสมบูรณ์ แผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2544
5. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, เว็บไซต์ www.dede.go.th
6. สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, เว็บไซต์ www.boi.go.th
7. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), เว็บไซต์ www.tgo.or.th
8. Global Wind Energy Council, “GWEC Statistics 2007,” Belgium.
9. World Bank: Asia Alternative Energy Program, “Wind Energy Resource Atlas of Southeast Asia,” TrueWind Solutions, New York, 2001.
10. Stand- Alone Wind Energy Systems : A Buyer’s Guide, Natural Resources Canada , Canada
11. Small Wind Electric Systems, Energy Efficiency and Renewable Energy, U.S. Department of Energy,USA
12. Buying a Wind System, Renewable Energy for Home, Farm, and Business, Wind Power, Paul Gipe
13. www.homepower.com
14. www.renewableenergyworld.com
15. www.windpower.org

บันทึก

บันทึก

ผู้สนใจสามารถขอข้อมูลและรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

ศูนย์บริการวิชาการด้านพลังงานทดแทนโทรศัพท์ : 0-2223-7474

หรือ

กลุ่มพลังงานลม สำนักวิจัย ค้นคว้าพลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

17 ถนนพระราม 1 แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ : 0-2223-0021-9

เว็บไซต์ www.dede.go.th

จัดทำเอกสาร โดย

able

บริษัท เอเบิล คอนซัลแตนท์ จำกัด

888/29-32 ถนนนวลจันทร์ แขวงนวลจันทร์ เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ 10230

โทรศัพท์ 0-2184-2728-33 โทรสาร 0-2184-2734

พิมพ์ครั้งที่ 1 มกราคม 2554