

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

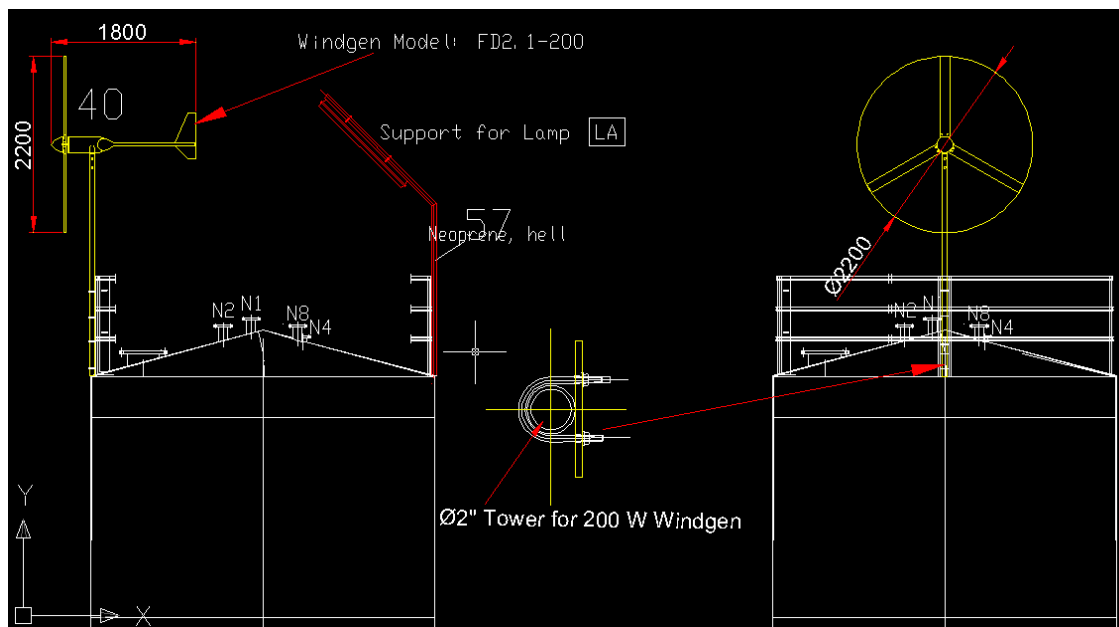
5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เพื่อหาคำตอบของสมมุติฐาน ความเหมาะสมของศักยภาพของลมเพื่อการประยุกต์ใช้กังหันลมขนาด 200 วัตต์ เพื่อผลิตพลังงานทดแทนบน SILO หรือ สิ่งก่อสร้างขนาดสูงที่มีอยู่ทั่วไปในเขตนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด เพื่อสอดคล้องกับแนวทางด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และ ลดผลกระทบภาวะโลกร้อนจากการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานฟอสซิล การศึกษาวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษาที่ บริษัท Katoen Natie Services (Thailand) Ltd. (KNS) โดยการค้นคว้าวิจัยเชิงเปรียบเทียบ ได้จากการรวบรวมข้อมูลงานวิจัยของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ที่ได้จัดทำเป็นแผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย และ สถิติความเร็วลมสูงสุดที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีการทดลอง ท้ายสุดได้มีการทดสอบตรวจวัดศักยภาพลมบนยอดของ SILO โดยการวัด และ ติดตั้งกังหันลมขนาดเล็ก 200 วัตต์

ข้อมูลที่รวบรวมได้แผนที่ศักยภาพพลังงานลมของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สรุปได้ว่าศักยภาพพลังงานลม ของจังหวัดระยองในบริเวณ อำเภอเมือง อำเภอ นิคมพัฒนา และ อำเภอบ้านฉาง ซึ่งเป็นพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ต้องการวิจัย มีศักยภาพพลังงานลมเฉลี่ยอยู่ใน WIND POWER Class 1.2 ซึ่งมีความเร็วลมอยู่ในช่วง 3.6 – 4.4 เมตรต่อวินาที และหมายความว่ามีความศักยภาพพลังงานลมที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ 50 – 100 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งสามารถให้พลังงานไฟฟ้าได้ถึง 190 – 390 วัตต์-ชั่วโมง สำหรับกังหันลมที่มีระยะกวาดของเท่ากับ 2.2 เมตร อีกทั้งข้อมูลสนับสนุนทางสถิติจากกรมอุตุนิยมวิทยาในปี พ.ศ. 2551ซึ่งได้พบว่าจำนวนวันที่มีความเร็วลมสูงสุดเฉลี่ยของจังหวัดระยองที่มี ความเร็วลมตั้งแต่ 4.1 เมตรต่อวินาที หรือสูงกว่า มีถึง 63 % อยู่ใน WIND POWER Class 1.2 เช่นกัน

ภาพที่ 5.1

ภาพแสดงแปลนการติดตั้งกังหันลมบน SILO

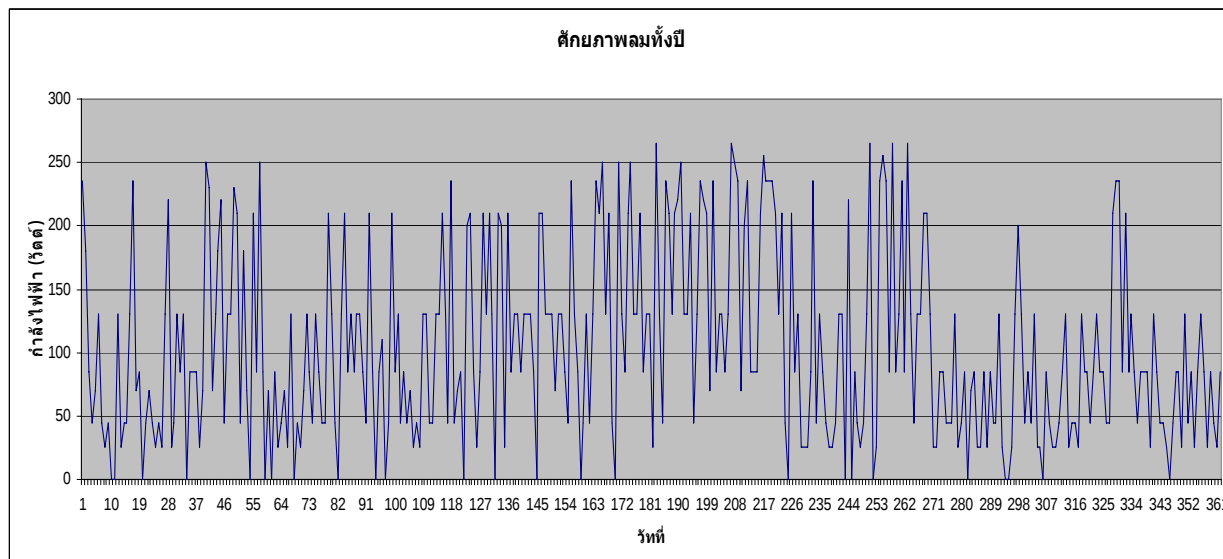


จากการทดสอบและทดลองติดตั้งกังหันลมบน SILO ความสูง 46 เมตร ของ บริษัท Katoen Natie Services (Thailand) Ltd. (KNS) พบว่าความเร็วลมไม่ได้คงที่ตลอดทั้งวันนั้น หมายความว่าศักยภาพลมในการที่จะให้เกิดพลังงานทดแทนจากกังหันลมจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาวะภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลานั้น โดยมีค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาเท่ากับ 53% ดังนั้นศักยภาพสามารถติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 200 วัตต์เป็นพลังงานทดแทน เวลาที่กังหันลมหมุนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยคิดที่ความสามารถในการหมุนกังหันที่เฉลี่ย 53%

จาก ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ พบว่าศักยภาพลมจากแผนที่ศักยภาพลม ของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับค่าที่วัดได้บน SILO และ ข้อมูลความเร็วลมสูงสุดของ กรมอุตุนิยมวิทยา สถานีหาดแม่รำพึง ในขณะที่ ค่าที่วัดได้บน SILO มีความสอดคล้องกับ ข้อมูลความเร็วลมสูงสุดของ กรมอุตุนิยมวิทยา สถานีหาดแม่รำพึง ดังนั้นความเร็วลมที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา สามารถเป็นตัวแทนของศักยภาพลมบน SILO ทั้งปี

ภาพที่ 5.2

กราฟแสดงศักยภาพพลังงานลมทั้งปีสำหรับกังหันลม 200 วัตต์บน SILO



การคำนวณขนาดกังหันลม อ้างอิงจากจากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม

ของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สรุปได้ศักยภาพพลังงานลม ของ จังหวัดระยอง อำเภอเมือง และ อำเภอบ้านฉางซึ่งเป็นพื้นที่ใกล้เคียงที่ต้องการวิจัย มีศักยภาพพลังงานลมเฉลี่ยอยู่ใน WIND POWER Class 1.2 ซึ่งมีความเร็วลมอยู่ในช่วง 3.6 – 4.4 เมตรต่อวินาที และ จากข้อมูลจากผลการวัดลมในเดือน พฤศจิกายน พบว่าความเร็วลมขณะทำการตรวจวัดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 4.03 เมตรต่อวินาที หมายความว่ามีความเร็วลมที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ 50 – 100 วัตต์ต่อตารางเมตร

- ระยะกวาดของใบกังหัน 2.2 เมตร จะทำให้มีพื้นที่เท่ากับ 3.8 ตารางเมตร
- ดังนั้นจะสามารถนำกังหันลมที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ขนาด 190 - 390 วัตต์ ติดตั้งเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

การคำนวณขนาดกังหันลม อ้างอิงจากกรมอุตุนิยมวิทยา

จากสถิติในช่วง มกราคม — ธันวาคม 2551 พบว่าความเร็วลมสูงสุดเฉลี่ยของจังหวัดระยองอยู่ที่ 4.8 m/sec และเมื่อดูจำนวนวันที่มี ความเร็วลมต่ำกว่า 4.1 เมตรต่อวินาที คิดเป็น 37% จึงทำให้จำนวนวันที่มี ความเร็วลมสูงสุดตั้งแต่ 4.1 เมตรต่อวินาที หรือสูงกว่า มีถึง 63% ที่

ความเร็วลม 4.1 เมตรต่อวินาที จะอยู่ใน WIND POWER Class 1.2 ซึ่งหมายความว่าหากนำกังหันลมที่มีระยะกวาดของใบกังหัน 2.2 เมตร จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ขนาด 190 - 390 วัตต์ เช่นกัน

การคำนวณหาขนาดโหลดแสงสว่างบน SILO

จากรูปที่ 5.3 แสดงให้เห็นว่าที่ความเร็วลมต่างกันความสามารถของกังหันลมในการผลิตพลังงานไฟฟ้าก็ต่างกันด้วย

ภาพที่ 5.3

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับกำลังที่ได้จากกังหันลม 200 วัตต์



โดยปกติโหลดที่ต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าบน SILO ได้แก่ แสงสว่างสำหรับไฟสัญญาณ กระพริบอาคารสูง มีขนาด 20 วัตต์ จำนวน 6 ดวง

- ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ $20 \times 6 = 120$ วัตต์
- Duty cycle ที่ 30% $120 \times 0.3 = 36$ วัตต์
- ความต้องการพลังงานจริงใน หนึ่งชั่วโมง 0.036 ยูนิท (KWh)
- ช่วงเวลาการเปิดไฟ 18:00 – 6:00 เท่ากับ 12 ชั่วโมง
- ต้องการพลังงานสำหรับไฟกระพริบในหนึ่งคืน $12 \times 0.036 = 0.432$ ยูนิท (KWh)

- ขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 200 วัตต์
- ที่ความสามารถการผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยในแต่ละวัน ที่ 53%

$$= 24 \times 0.53 = 12.72 \text{ ชั่วโมง}$$
- ความเร็วลมเฉลี่ยจากการทดลอง 4.73 เมตรต่อวินาที ได้กำลังการผลิตเท่ากับ 125 วัตต์ อ้างอิงจาก ภาพที่ 5.3
- คิดเป็นพลังงานที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้เพื่อใช้ในแต่ละวัน

$$= 12.72 \times 0.125 = 1.59 \text{ ยูนิท (KWh)}$$
- ดังนั้นจะมีพลังงานเหลือเพื่อจ่ายโหลดอื่นๆในหนึ่งวันเท่ากับ

$$= 1.59 - 0.432 = 1.158 \text{ ยูนิท (KWh)}$$

ภาพที่ 5.4

รูปแสดงไฟกระพริบบนยอด SILO ตอนกลางคืน



การคำนวณหาขนาดแบตเตอรี่เพื่อการเก็บสะสมพลังงาน

จากผลการคำนวณโหลดบน SILO พบว่ามีพลังงานเหลือเพื่อจ่ายโหลดอื่นๆในหนึ่งวันเท่ากับ 1.158 ยูนิท (KWh) ซึ่งหากเราไม่มีการเก็บสะสมในแบตเตอรี่ก็จะไม่สามารถเก็บรักษาพลังงานนั้นไว้ได้เมื่อเวลาผ่านไป

ตัวอย่างการคำนวณ

- แบตเตอรี่ขนาด 100 แอมป์-ชั่วโมง
- โหลด 1,000 วัตต์
- ต้องการกระแส เท่ากับ $1000 / 24 = 41.67$ แอมป์
- แบตเตอรี่จะสามารถจ่ายกระแสได้ $100 / 41.67$ เท่ากับประมาณ 2.4 ชั่วโมง
- พลังงานที่ต้องการเท่ากับ $1000 \text{ วัตต์} \times 2.4 \text{ ชั่วโมง} = 2.4 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ ยูนิท}$
- แต่หากจ่ายให้กับ โหลดขนาด 500 วัตต์ จะได้ประมาณ 4.8 ชั่วโมง
- เวลาที่ใช้ในการประจุไฟเข้าชาร์จแบตเตอรี่เท่ากับ $2.4 / 1.158 = 2.07$ วัน

ตารางที่ 5.1

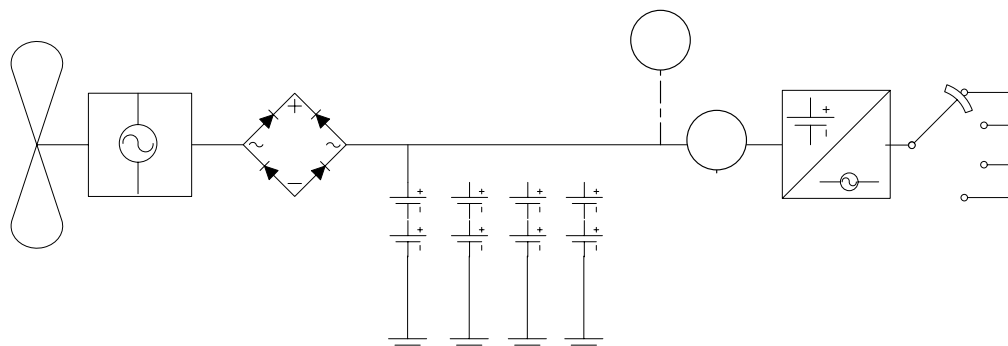
แสดงการเลือกขนาดแบตเตอรี่เพื่อการเก็บพลังงาน

ขนาดแบตเตอรี่		100 แอมป์-ชั่วโมง	200 แอมป์-ชั่วโมง	400 แอมป์-ชั่วโมง
พลังงาน		2.4 ยูนิท	4.8 ยูนิท	9.6 ยูนิท
เวลาการประจุไฟ		2 วัน	4 วัน	8 วัน
1,000 W.	เวลาที่ใช้การจ่ายโหลด (ชั่วโมง)	2.40	4.80	9.60
800 W.		3.00	6.00	12.00
600 W.		4.00	8.00	16.00
400 W.		6.00	12.00	24.00
200 W.		12.00	24.00	48.00
100 W.		24.00	48.00	96.00
50 W.		48.00	96.00	192.00
20 W.		120.00	240.00	480.00

ตารางที่ 5.1 แสดงให้เห็นการเลือกขนาดแบตเตอรี่ตามโหลดที่ต้องการ สมมุติว่าท่านเลือกใช้แบตเตอรี่ ขนาด 100 แอมป์-ชั่วโมง จะต้องรอ กังหันลมชาร์จประจุ 2 วันเต็ม และสามารถจ่ายโหลดขนาด 1,000 วัตต์ได้ 2.4 ชั่วโมง ถ้า 400 วัตต์ ก็จะสามารถจ่ายได้ 6 ชั่วโมง ภาพที่ 5.5 แสดงการต่อขยายแบตเตอรี่เพื่อสำรองไฟและเพิ่มกำลังการจ่ายไฟให้แก่กังหันลม รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถพบได้ใน ภาคผนวก ค. การคำนวณเพื่อการเก็บสะสมพลังงานด้วยแบตเตอรี่

ภาพที่ 5.5

รูปแสดงการต่อยอดแบตเตอรี่เพื่อสำรองไฟและเพิ่มกำลังการจ่ายไฟ



การคำนวณเพื่อวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนในการลงทุน

- การการคำนวณเบื้องต้นความสามารถในการให้พลังงานทดแทน เท่ากับ 1.59 ยูนิต ต่อวัน
- คิดเป็นพลังงานที่ผลิตได้เพื่อใช้ในแต่ละเดือน

$$= 1.59 \times 30 = 47.7 \text{ ยูนิต}$$

- คิดเป็นค่าพลังงานต่อ เดือน ที่ 4 บาท ต่อ ยูนิต

$$= 47.7 \times 4 = 190.8 \text{ บาท}$$

- คิดเป็นค่าพลังงานต่อ ปีเป็นเงิน 2,289.60 บาท
กักเก็บ 200 วัตต์

เครื่องแปลงไฟฟ้ากระแส
สลับเป็นกระแสตรง

รายการค่าวัสดุและอุปกรณ์ 24 โวลต์เอซี

กักเก็บผลิตไฟฟ้าขนาด 200 วัตต์ และ อุปกรณ์ที่จำเป็นเท่ากับ 31,000.- บาท

- ดังนั้นจะได้ระยะเวลาการคุ้มทุนอยู่ที่ประมาณ 13 ปี ครึ่ง

สำหรับการติดตั้งระบบจำหน่ายขึ้น SILO ใหม่

ค่าเดินสายเมนไฟ ท่อสายไฟ อุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้งค่าแรงในการติดตั้งโดยประมาณการ
ทั้งสิ้นจาก ตู้สาขาด้านล่าง ไปยังด้านบน SILO รวมความยาวโดยประมาณ 70 เมตร ใช้เวลาใน
การดำเนินการ 1 สัปดาห์

ค่าวัสดุอุปกรณ์	35,000 บาท
ค่าแรงการติดตั้งและอุปกรณ์เซฟตี้	45,000 บาท
ค่ารถกระเช้า / เครน และนั่งร้าน	30,000 บาท
กำไรและค่าดำเนินการ 10%	11,000 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	121,000 บาท

- ดังนั้นหากเป็นการติดตั้งในตอนเริ่มโครงการจะให้ความคุ้มค่าเป็นอย่างมาก

การคำนวณเพื่อหาความคุ้มค่าในการใช้ศักยภาพลมสูงสุดของ SILO อ้างถึง ภาคผนวก ง. “การคำนวณเพื่อหาพลังงานสูงสุดจากศักยภาพลม จาก SILO ของ บริษัท Katoen Natie Services (Thailand) Ltd.” ตารางที่ 7 และ 8 ตารางแสดงข้อมูลการลงทุน Wind Farm ที่ SILO พบว่าการลงทุนติดตั้งกังหันลมในลักษณะเชื่อมต่อกันหลายๆตัว (Wind Farm) กระแสพลังงานปรับเปลี่ยนราคาซื้อขายไฟฟ้าแก่ผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (VSPP) เป็น 4.50 บาทต่อหน่วย (คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.), 2552) ทำให้ระยะเวลาคืนทุนอยู่ระหว่าง 4 ถึง 5 ปีเมื่อคิดที่ประสิทธิภาพสูงสุด และเมื่อพิจารณาที่ 53% ตามผลการทดลอง พบว่าระยะเวลาคืนทุน 7 ถึง 9 ปี กพช.รับซื้อไฟฟ้าเป็นเวลาทั้งสิ้น 7 ปีซึ่งคุ้มค่าที่จะลงทุน อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ทางการเงินเบื้องต้นจะพบว่าระยะเวลาคืนทุนจะยังคงนานอยู่ แต่หากรวมต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม และ ต้นทุนแฝงต่างๆจากการใช้พลังงานจากโรงไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติหรือถ่านหินแล้ว พบว่าการผลิตไฟฟ้าโดยใช้กังหันลมขนาดเล็กต่อรวมกันจะช่วยทำให้ระยะเวลาคืนทุนสั้นลงอย่างมาก

สรุปได้ว่าศักยภาพพลังงานลมที่ความสูงระดับประมาณ 40-50 เมตร ในบริเวณโดยรอบของบริษัท Katoen Natie Services (Thailand) Ltd. และบริเวณนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด และพื้นที่ใกล้เคียง มีศักยภาพลมเพียงพอต่อการติดตั้งกังหันลมขนาดเล็ก ตั้งแต่ 200-300 วัตต์ เพื่อผลิตเป็นพลังงานทดแทน การติดตั้งในลักษณะ Wind Farm จะเป็นการเพิ่มกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าแต่ต้องมีการเตรียมการและออกแบบเพื่อรองรับกับการติดตั้งกังหันลมจำนวนมากบนอาคารสูงนั้น พลังงานที่ได้สามารถนำมาประจุในแบตเตอรี่เพื่อสำรองและเพิ่มกำลังให้สามารถจ่ายโหลดขนาดใหญ่ได้

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

5.2.1 นโยบายด้านพลังงานทดแทน

เกิดความคิดในการที่จะนำเอาแหล่งพลังงานทดแทนที่มีอยู่บนยอด SILO หรือสิ่งปลูกสร้างขนาดสูงมาใช้ให้เกิดคุณค่า ตามนโยบายที่มีการสนับสนุนจากภาครัฐที่ทรงพลังให้ภาคอุตสาหกรรมลดการใช้พลังงาน และหันมาใช้พลังงานสะอาด จากพลังงานทดแทนจากแหล่งต่างๆ การศึกษาค้นคว้าเรื่อง “การประยุกต์ใช้กังหันลมเพื่อผลิตพลังงานทดแทนบน SILO กรณีศึกษาของ บริษัท Katoen Natie Services (Thailand) Ltd. (KNS)” นี้ เกิดจากความคิดริเริ่มในการที่จะนำเอาแหล่งพลังงานทดแทนที่มีอยู่บนยอด SILO หรือ สิ่งก่อสร้างขนาดสูงมาใช้ให้เกิดคุณค่าเพื่อประโยชน์ในด้านประหยัดพลังงาน และ อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การศึกษาวิจัยนี้ได้พิสูจน์ข้อสมมุติฐานในศักยภาพพลังงานลมที่มีบน SILO ที่ระดับความสูง 46 เมตร ของ บริษัท Katoen Natie Services (Thailand) Ltd. (KNS) ว่ามีศักยภาพสอดคล้องกับแผนที่ศักยภาพลมที่วิจัยและจัดทำโดย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ที่จะสามารถติดตั้งกังหันลมขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้าเป็นพลังงานทดแทนได้ ดังนั้นสิ่งก่อสร้างขนาดสูงระดับใกล้เคียง และอยู่ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด และ ใกล้เคียงทั้งที่มีอยู่แล้ว และ กำลังมีการก่อสร้างควรที่จะพิจารณานำไปปฏิบัติ

5.2.2 การพัฒนากังหันลมประสิทธิภาพสูงความเร็วต่ำภายในประเทศ

เป็นส่วนผลักดันให้ภาครัฐ และ หน่วยงานวิจัยอื่นๆได้มองเห็นความสำคัญและความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์ของศักยภาพของลมในประเทศไทย ในการพัฒนาตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันลม ในการเพิ่มประสิทธิภาพและราคาที่เหมาะสม บริษัท JOHN WILEY SONS LTD จากสหรัฐฯ ได้ทำการวิจัยและทดลอง พบว่ากังหันลมแนวนอนขนาดเล็ก 100 วัตต์ที่ออกแบบสำหรับระดับความเร็วลมต่ำ และผลิตกระแสไฟฟ้าโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ที่ระดับแรงดัน 12 โวลต์ สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตลอดทั้งปีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ ที่ห่างไกลจากระบบสายส่ง

ปัจจุบันกังหันลมที่ผลิตกระแสไฟฟ้ากำลังมีการพัฒนาด้านการตลาดอย่างต่อเนื่อง มีบริษัทเล็กๆเกิดขึ้นมากมายที่เสนอกังหันลมขนาดเล็กให้กับพื้นที่ที่มีศักยภาพลมที่เพียงพอต่อการ

ติดตั้งกังหัน กังหันลมส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาที่สูงแต่ให้ประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากลมในต่างประเทศที่มีการผลิตกังหันลมเพื่อใช้ส่วนใหญ่จะมีความเร็วลมเฉลี่ยสูงกว่า ประเทศไทยเรามาก ดังนั้นกังหันลมจึงไม่ถูกออกแบบเพื่อใช้สำหรับรับลมในประเทศไทย ทำให้ส่วนประกอบต่างๆไม่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อผลิตไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง หากมีความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่ติดตั้งประมาณ 3-6 เมตรต่อวินาที และเพียงแค่ 8 ชั่วโมงในหนึ่งวันก็สามารถผลิตและเก็บพลังงานได้อย่างเพียงพอขึ้นอยู่กับขนาดของกังหันลมด้วย นี่จึงเป็นหนทางเลือกที่มีคุณค่าต่อการประชาชนและประเทศชาติในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยไม่มีการทำลายสิ่งแวดล้อมและไม่สร้างมลพิษ

5.2.3 โอกาสการพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

แนวโน้มของการใช้พลังงานของโลกมีค่าสูงขึ้นทุกๆปี และในอนาคตข้างหน้าจะมีการคาดการณ์ว่าแหล่ง พลังเหล่านี้จะถูกใช้หมดไปในไม่ช้านี้ ปัญหาสำคัญทางสภาวะแวดล้อมที่สืบเนื่องมาจากการใช้เชื้อเพลิงอย่างมากมาย ซึ่งจะก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก (Green house gases) สำหรับในอนาคตข้างหน้ามีการคาดการณ์กันว่า กลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนาจะมีการปล่อยคาร์บอนโดยเฉลี่ยแล้วอาจสูงกว่า 2 ตัน/Capita/ปี โดยในช่วงกลางศตวรรษที่ 21 นั้น โลกจะมีการปล่อยคาร์บอนรวม 20,000 ตันต่อปี โดยเป็น 3 เท่าของค่าการปล่อยคาร์บอนในปัจจุบัน และค่าความเข้มข้นของ CO₂ จะสูงขึ้นจนถึงระดับที่ 600 ppm ก็เป็นไปได้แน่นอนว่าก๊าซ CO₂ จะต้องถูกทำให้ลดลง เพื่อหยุดยั้งหรือบรรเทาสภาวะเรือนกระจก และเพื่อลดอัตราการใช้แหล่งพลังงาน เชื้อเพลิงที่กำลังจะหมดไปรวมทั้งพัฒนาแหล่งพลังงานรูปแบบอื่นๆ เพื่อให้เป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งของโลก (อมตะ, ฉัตรชัย และ เกียรติศักดิ์ , 2548) หากทุกคนตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และ กำลังขยายตัวอย่างต่อเนื่องแล้ว วิธีการที่จะหยุดยั้งได้แสนยาก แต่เราสามารถลดและชะลอการพัฒนาของปัญหาได้ การใช้ทรัพยากรจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ แม้ว่าต้นทุนจะสูง และ ความคุ้มทุนจะคงยาว พลังงานลมไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ และ ไม่ทิ้งของเสียสู่สภาพแวดล้อม จากการวิจัยศึกษาของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2544 จะพบว่าประเทศไทยมีศักยภาพลมที่สามารถติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าอยู่มาก แต่ยังไม่สามารถติดตั้งได้เท่าที่ควร เนื่องจากเหตุผลด้านเทคโนโลยี และ ราคา หากสามารถพัฒนาประสิทธิภาพของกังหันลมความเร็วต่ำ และ ผลิตได้ในประเทศไทยแล้ว ความสามารถในการขยายการติดตั้ง และ จำนวนกังหันลมให้ครอบคลุมพื้นที่ ที่มีศักยภาพลมที่

เหมาะสมทั่วทั้งประเทศก็มีโอกาสประสบความสำเร็จสูง และ เมื่อถึงตรงนั้น เรายังสามารถขยายพื้นที่การติดตั้งไปยังประเทศเพื่อนบ้านรอบข้างได้อีกด้วย

5.2.4 โอกาสทางด้านการบริหารเทคโนโลยี

ปัจจุบันการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้พลังงานลมมีไม่ถึง 5% ทั้งๆ ที่พลังงานลมสามารถนำมาใช้ประโยชน์มากมาย (Mikicic, Radicevic and Dursic, 2006) เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้แล้วในการที่ทุกคน ทุกองค์กร และ ทุกๆ ประเทศต่างจะต้องให้ความสำคัญแก่อะไรบางอย่าง ในการที่จะช่วยชะลอ และ ลดการสร้างปัญหาที่จะเกิดหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แหล่งพลังงานสะอาดที่เป็นพลังงานหมุนเวียนต่างเป็นที่สนใจ และ ทุกองค์กรต่างเร่งทำงานวิจัยและพัฒนา ประเทศที่มีความชำนาญด้านกังหันลมส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ที่มีศักยภาพลมที่สูง ดังนั้นงานผลิตกังหันลมที่ได้ออกมา จึงเป็นการผลิตกังหันลมที่เหมาะสมกับพื้นที่ ที่มีความเร็วลมสูงและปานกลางเท่านั้น จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับพื้นที่ที่มีศักยภาพลมที่ต่ำ เนื่องจากพื้นที่ที่มีศักยภาพลมต่ำจะอยู่ในกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนาและยากจน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งกับการพิจารณาต่อ มูลค่าการลงทุนเริ่มต้นต้องเหมาะสม ดังนั้นประเทศผู้ชำนาญเหล่านี้ยังคงให้ความสำคัญน้อยเนื่องจากต้นทุนในการผลิตยังสูงอยู่ ประเทศไทยจากแผนที่ศักยภาพลมพบว่าส่วนใหญ่มีศักยภาพที่สามารถติดตั้งกังหันลมได้ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่องในแต่ละวัน และ ช่วงฤดูกาล แต่หากต้นทุนในการติดตั้งถูกก็ยังสามารถผลักดันให้มีการติดตั้งกังหันลมมากขึ้น รวมถึงการกระจายสู่ภูมิภาคนอกประเทศ เนื่องจากค่าวัสดุ และ แรงงานที่ถูก ดังนั้นจึงทำให้ประเทศไทยสามารถที่จะผลิตกังหันลมความเร็วต่ำ ในราคาที่เหมาะสมกับประชาชนชาวไทย และ กลุ่มประเทศที่มีศักยภาพลมต่ำที่มีอยู่อย่างมากมาย

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางวิจัยในอนาคต

- การศึกษาวิจัยนี้มีข้อจำกัดในระยะเวลาการเก็บข้อมูลศักยภาพลมบน SILO ที่จำกัดไม่ครอบคลุมตลอดทั้งปี อีกทั้งสภาพดินฟ้าอากาศและฤดูกาลในช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลที่ทำได้เฉพาะในช่วงเวลาที่ทำการวิจัยเท่านั้น การที่จะให้ได้ผลศึกษาวิจัยเรื่องศักยภาพลมที่แม่นยำแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งจะต้องมีการทดลองและวัดอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี และเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปีจึงจะสามารถสรุปได้อย่างมั่นใจ

- เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด ควรจะมีการติดตั้งเครื่องมืออย่างถาวรในช่วงระหว่างการทำ การทดลองเพื่อลดความผิดพลาดและเพิ่มความแม่นยำที่เกิดจากการอ่านที่เกิดจากคน รวมถึงมีหน่วยความจำภายในที่สามารถวิเคราะห์ได้ในช่วงเวลาแต่ละวัน
- สำหรับบริษัทที่ได้มีการติดตั้งระบบสายจำหน่ายไปยังอาคารสูงเรียบร้อยแล้วอาจมองว่า ระยะเวลาของการคุ้มทุนค่อนข้างยาวนาน แต่สำหรับสิ่งก่อสร้างอาคารสูงควรนำไป พิจารณาติดตั้ง
- ศึกษาการนำพลังงาน และ การเก็บสะสมพลังงานที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- การศึกษาวิจัยถึงทัศนคติหรือความเข้าใจเกี่ยวกับกังหันลมเพื่อพลังงานทดแทนจึงเป็นสิ่งที่ควรทำ เพื่อเป็นแนวทางการสนับสนุนหรือศึกษาความเป็นไปได้ในการที่จะสนับสนุนการ ใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น
- ควรจะมีการศึกษาวิจัยศักยภาพลมในระดับความสูงที่ต่ำลงมาเพื่อจะได้สามารถนำไป ประยุกต์ใช้ได้กับบ้านเรือนและหน่วยงานที่สนใจ

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อเนื่อง

หากกล่าวโดยสรุปแล้วพื้นที่ในเขตจังหวัดระยองเป็นพื้นที่ที่มีลมทั้งปีแต่อาจจะไม่สูงมาก ในบางเวลา แต่โดยเฉลี่ยทั้งปีแล้วเหมาะสมที่จะติดตั้งกังหันลม น่าสนใจในการทดลองและติดตั้ง กังหันลมที่ต้องการความเร็วลมต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเขตพื้นที่ อำเภอนิคมพัฒนาจะมีศักยภาพ ลมที่สูงกว่าทุกเขต โดยจะมีเฉพาะเดือนตุลาคมเท่านั้นที่มีศักยภาพลมใน class 1.1 นอกนั้นจะมี class 1.2, 1.3 และ 1.4 ซึ่งมีความเหมาะสมอย่างมากที่จะติดตั้งกังหันลม แม้ว่าพื้นที่อำเภอ นิคมพัฒนาจะเป็นพื้นที่เนินสูง ไม่ได้ติดทะเล แต่มีศักยภาพลมที่สูงสามารถให้พลังงานจากกังหันลม ไฟฟ้าถึง 200 W/m^2 ที่ระดับความสูง 50 เมตร ควรมีการศึกษาวิจัยในศักยภาพลมที่ระดับ 10 เมตร โดยจากข้อมูลที่ได้จากแผนที่ลมพบว่ามีความเร็วลม class 1.2 ถึง 1.3 ซึ่งมีความเร็วตั้งแต่ 2.8 — 4.4 m/sec เลยทีเดียว

5.5 ข้อจำกัดในงานวิจัย

5.5.1 ความแม่นยำและเชื่อถือได้ของข้อมูลที่นำมาใช้ประกอบการศึกษาวิจัย

- แผนที่ศักยภาพพลังงานลมของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้มีการจัดทำไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ซึ่งมีการเก็บข้อมูลสถิติเป็นเวลาหลายปีก่อนหน้านั้น ทำให้สภาพลมที่เกิดขึ้นตั้งแต่ตอนจัดทำแผนที่ลมขณะนั้น กับสภาพภูมิอากาศของโลกเองปัจจุบันก็พบว่ามีการเปลี่ยนแปลง ทำให้ข้อมูลที่นำมาใช้ประกอบการศึกษาวิจัยอาจมีความคลาดเคลื่อนจากปัจจุบัน
- ข้อมูลความเร็วลมสูงสุด จากกรมอุตุนิยมวิทยา เป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดของ สถานีอุตุนิยมวิทยา ที่ตั้งอยู่ที่ หาดแม่รำพึง ซึ่งเป็นแหล่งสถิติการตรวจวัดความเร็วลมที่ใกล้จุดที่ศึกษาค้นคว้ามากที่สุดแล้ว หาดแม่รำพึงอยู่ใกล้กับทะเลซึ่งอาจมีสภาพพื้นที่และสิ่งแวดล้อมแตกต่างจากพื้นที่ทำการศึกษาวิจัย ทำให้ข้อมูลที่นำมาใช้ประกอบการศึกษาวิจัยคลาดเคลื่อนได้

5.5.2 ข้อจำกัดวิธีการเก็บข้อมูล

- ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง และ ระยะเวลาการเก็บข้อมูลที่จำกัด การเก็บวัดความเร็วลมแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ระหว่างเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมประมาณ 1 เดือน และอีกช่วงคือเดือนพฤศจิกายน การตรวจวัดและเก็บข้อมูลประมาณ 5 วันใน 1 สัปดาห์ และมีการตรวจวัดแค่เพียง 1 ครั้งในแต่ละวันที่มีการตรวจวัด การทดสอบศักยภาพลมที่ดี ควรจะกระทำต่อเนื่องเพื่อให้ทราบถึง การเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมที่ตรวจวัดในแต่ละวัน ด้วย
- สภาพดินฟ้าอากาศ และฤดูกาลในช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลอาจทำให้ไม่สามารถพยากรณ์ศักยภาพพลังงานลมได้ทั้งปี เนื่องจากความแตกต่างแต่ละช่วงเวลาและฤดูกาล ในหนึ่งปีทำให้ศักยภาพพลังงานลมมีความแตกต่างกันด้วย ดังนั้นการศึกษาดูตรวจวัดศักยภาพลมทุกช่วงเวลาทั้งปีจึงจำเป็นอย่างยิ่ง

- การวัดความเร็วลม เครื่องมือที่ใช้วัดความเร็วลมเป็นแบบอ่านโดยช่างเทคนิคของบริษัท KNS อาจทำให้ค่าที่อ่านได้เกิดการผิดพลาด เครื่องมือวัดที่ถูกต้องและเหมาะสมควรจะต้องทำการติดตั้งแบบถาวรในระหว่างการศึกษาวิจัยเพื่อความเที่ยงตรงแม่นยำ และควรที่จะสามารถมีการบันทึกอย่างต่อเนื่องเพื่อสามารถดูความเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา

5.5.3 งบประมาณที่จำกัด เนื่องจากไม่มีงบประมาณสนับสนุนจากหน่วยงานอื่น ทำให้ไม่มีเครื่องมือวัดที่ทันสมัยที่สามารถเก็บข้อมูลแบบต่อเนื่องและวิเคราะห์ได้โดยตัวเครื่องเอง