# การคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP) กรณีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

นายวัฒนะ วงค์วัฒนะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2560

# การคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP) กรณีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบโครงงาน

_____

(ศ. ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข)
ประธานกรรมการ

_____

(รศ. ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน)

_____

(รศ. ดร.ขวัญกมล ดอนขวา)
กรรมการ

_____

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัฒนะ วงค์วัฒนะ : การคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (AREA SELECTION FOR WIND TURBINE FARM CONSTRUCTION USING ANALYTICAL HIERARCHY PROJECT (AHP) IN NORTHEASTERN THAILAND) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์

จากนโยบายการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศ โดยให้มีสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมให้ได้มากถึง 800-1200 MW ภายในปี พ.ศ. 2564 ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิตพลังงานทดแทนทางด้านพลังงานลมมีความพร้อมอยู่มากและมีต้นทุนที่ต่ำลง จึงทำให้ธุรกิจทางด้านพลังงานลมเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีการแข่งขันสูงมากในปัจจุบัน การคัดเลือกคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างมีความสำคัญมากสำหรับงานก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า เนื่องจากต้องใช้พื้นที่เป็น 1,000 ไร่ในการก่อสร้าง จึงทำให้มีปัจจัยหลายด้านในการประกอบการตัดสินใจคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้าง งานวิจัยนี้จึงให้ความสำคัญกับปัจจัยในการคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้าง โดยจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยในการเลือกพื้นที่เพื่อก่อสร้างฟาร์มกังหันลม โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อศึกษาและคัดเลือกปัจจัยในการเลือกพื้นที่เพื่อก่อสร้างฟาร์มกังหันลม นำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Expert choice ซึ่งจะสามารถจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ เพื่อจะนำมาใช้ในการคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมอย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ได้จากการตอบแบบสัมภาษณ์ ด้วยโปรแกรม Expert choice ได้ค่าน้ำหนักของปัจจัยตามลำดับดังนี้ ปัจจัยหลัก 5 ปัจจัยได้แก่ ด้านผลตอบแทนทางการเงิน (43.70%) เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญที่สุด ปัจจัยหลักที่สำคัญรองลงมาคือ ด้านศักยภาพพลังงานลม (25.10%) ด้านมวลชลสัมพันธ์ (13.70%) ด้านเทคโนโลยีกังหันลม (9.70%) และปัจจัยหลักที่สำคัญน้อยที่สุดคือ ด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย (7.80%) ปัจจัยรอง 18 ปัจจัยได้แก่ ด้านประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น (46.20%) เป็นปัจจัยรองที่สำคัญที่สุด ปัจจัยรองที่สำคัญรองลงมาคือ ด้านราคากังหันลม (42.70%) ด้านประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น (42.40%) ด้านปริมาณลมตลอดปี (41.70%) ด้านระยะเวลาคืนทุน (41.10%) ด้านลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา,พื้นที่ราบ) (39.70%) ด้านความเร็วลม (37.50%) ด้านผลประโยชน์เงินลงทุน (36.60%) ด้านสภาพถนน (36.20%) ด้านราคาบำรุงรักษา (26.20%) ด้านจำนวนสายถนนเข้าพื้นที่ (24.10%) ด้านต้นทุนพลังงานต่อหน่วย (22.40%) ด้านราคาติดตั้ง (16.30%) ด้านประสานงานชาวบ้าน (11.40%) ด้านอุณหภูมิอากาศ (10.50%) ด้าน

ทิศทางลม (10.30%) ด้านราคาขนส่ง (8.70%) และเกณฑ์หลักที่สำคัญน้อยที่สุดคือ ด้านขนาดกังหันลม (6.10%)

จากการใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) ด้วยการตอบแบบสัมภาษณ์ของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 10 ท่าน ในเรื่องของปัจจัยการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ซึ่งสามารถช่วยสนับสนุนแนวคิดการเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าได้ และช่วยให้กระบวนการวิเคราะห์น้ำหนักของปัจจัยดังกล่าวนั้นเป็นระบบมากยิ่งขึ้น น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยเมื่อนำมาใช้ในการในการประเมินผลการคัดเลือกนั้น จะช่วยให้แนวทางการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ได้ทำเลที่ดีที่สุดและเป็นที่พึงพอใจต่อผู้ใช้งานในมุมมองของเจ้าของงานถือเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากกิจกรรมทางด้านการคัดเลือกที่ตั้งถือเป็นหัวใจหลักอย่างหนึ่งของงานก่อสร้าง เมื่อกิจกรรมในส่วนของการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้าง สามารถนำกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) เข้ามาช่วยทำให้เกิดการคัดเลือกที่ดีที่สุด เกิดเป็นความคิดที่มีระบบได้นั้น ถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรได้สูงสุดต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2560 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

WATTANA WONGWATTANA : AREA SELECTION FOR WIND TURBINE FARM CONSTRUCTION USING ANALYTICAL HIERARCHY PROJECT (AHP) IN NORTHEASTERN THAILAND. ADVISOR : ASSOC. PROF. AVIRUJ CHINCHAKIJNIWAT, Ph.D.

Form the Renewable Energy Development Policy of Thailand, with the proportion of electricity generation from the wind energy is up to 800-1000 MW in 2021. At present the renewable energy genenation technology by the wind energy is very ready and has lower costs that make the wind energy business is growth rapidly and very competitive today. The site selection is very important for the construction of the wind turbine farm because of the area is used 1,000 rai in construction, therefore, there are a lot of factors for decision to select construction area. This research focuses on factors in the selection of construction area by prioritizing factors for area selection to construction the wind turbine farm by using AHP.

The objectives of this research were to study and select the factors in area selection to construct the wind turbine farm and analyze with the Expert choice program that could prioritize to apply for area selection for wind turbine farm construction efficiently.

The results of factors analysis from the interview questions with the Expert choice program. The weight values of the factors were as follow : Five main factors were : The financial return (43.70%) was the most important main factor, the next important factors were the wind energy potential (25.10%) the mass relation (13.70%), the wind turbine technology (9.70%) and the least important main factor was easy access to the area (7.30%). The 18 minor factors were : the local electrical coordination (46.20%) was the most important minor factor, the next important minor factors were the wind turbine price (42.76%), the local electrical coordination (42.40%), pay back time (41.10%), the area condition (mountainous area , plain area) (39.70%). The wind speed (37.50%), the inverstment benefits (36.60%), maintenance price (26.20%), the road numbers to access to the area (24.10%), energy price per unit (22.40%), installation price (16.30%), neighbor coordination (11.40%) air temperature (10.50%), wind direction (10.30%), transportation price (8.70%) and the least important main

criterion was the wind turbine size (6.10%).

From AHP with interview questions of 10 experts. They gave the opinions in the same way on the area selection factor for the wind turbine farm construction which could support the concept of the area selection for the wind turbine farm construction and help the process of analyzing the weight factors to be more systematic. The important weight of each factor when used in selection evaluation would help the area selection guidelines for wind turbine farm construction, the best location and users' satisfaction in the view of the owner was important. Because of the selection activities were one of the main construction when activities in the area selection for construction for construction could be applied to the AHP analysis process to help making the best selection. The systematic idea that is important to maximum benefits to the organization.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Construction and Infrastructure Management Student's Signature_____

Academic Year 2017 Advisor's Signature_____

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานการศึกษาฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำในการดำเนินงานโครงงานในครั้งนี้ ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข และ รองศาสตราจารย์ ดร. ขวัญกมล ดอนขวา คณะกรรมการสอบโครงงานที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่ายิ่ง ร่วมประเมินตรวจสอบให้งานวิจัยเกิดความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งผู้ตอบแบบสอบถามและผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในงานก่อสร้างกังหันลมที่ให้ขอคิดและเสนอแนะต่าง ๆ ให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ที่สำคัญยิ่งขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจให้อย่างดียิ่งเสมอมา

วัฒนะ วงค์วัฒนะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูปภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ ..... 3

1.3 ขอบเขตของการศึกษา ..... 3

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย ..... 3

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 4

2.1 เทคโนโลยีกังหันลม ..... 4

2.1.1 กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine) ..... 4

2.1.2 กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine) ..... 5

2.1.3 ส่วนประกอบของระบบกังหันลมขนาดใหญ่สำหรับผลิตไฟฟ้า ..... 6

2.2 ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ..... 9

2.3 ศักยภาพพลังงานลมในประเทศไทย ..... 12

2.3.1 การเกิดและประเภทของลม ..... 12

2.4 การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

(ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP) ..... 13

2.4.1 องค์ประกอบในการตัดสินใจ ..... 14

2.4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ..... 15

2.5 โปรแกรม Expert Choice ..... 20

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 21

3 วิธีดำเนินการศึกษา ..... 24

3.1 การเก็บข้อมูล 24
3.2 พื้นที่ศึกษา 27
3.3 วิธีการศึกษา 28
3.3.1 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง 28
3.3.2 รูปแบบการศึกษา 29
3.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 30
4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล 31
4.1 รวบรวมและสรุปผลการสำรวจข้อมูลจากแบบสอบถามโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการวิเคราะห์แบบสอบถาม 31
4.2 รวบรวมและสรุปผลการสำรวจข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ โดยใช้โปรแกรม Expert choice ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 34
4.3 ผลการศึกษา และการวิเคราะห์ข้อมูล 42
4.3.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยวิธี AHP 42
4.3.2 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญเกณฑ์หลักและเกณฑ์ย่อยของปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 44
4.3.2.1 ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลัก 44
4.3.2.2 ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อย 44
4.3.3 ผลการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 49
5 สรุปผลและเสนอแนะ 53
5.1 สรุปผลการวิจัย 53
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 55
5.3 ข้อเสนอแนะ 56
เอกสารอ้างอิง 58
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบสอบถาม 59
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์ 66
ประวัติผู้วิจัย 76

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ระดับความสำคัญของการเปรียบเทียบแบบคู่ 18

2.2 เมตริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบแบบคู่ 19

2.3 ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการสุ่ม (R.I.) ตามขนาดของเมตริกซ์ 20

4.1 ปัจจัยหลักและปัจจัยรองของแบบสอบถาม 32

4.2 สรุปคะแนนที่ได้จากตอบแบบสอบถาม 33

4.3 รายละเอียดของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า 35

4.4 ตัวอย่าง การเปรียบเทียบระดับความสำคัญของปัจจัยแต่ละคู่ 37

4.5 ค่าความสอดคล้องของดุลยพินิจที่ได้จากการทำแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 41

4.6 ค่าน้ำหนักความสำคัญด้วยค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของเกณฑ์ย่อยต่างๆ จำนวน 18 เกณฑ์ 50

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญรูปภาพ


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1.1 | แผนที่ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 80 เมตร | 1 |
| 2.1 | กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine) | 5 |
| 2.2 | กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine) | 5 |
| 2.3 | ส่วนประกอบกังหันลม | 7 |
| 2.4 | ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเดี่ยว | 8 |
| 2.5 | ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเชื่อมต่อเข้าระบบสายส่ง | 9 |
| 2.6 | ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย | 10 |
| 2.7 | ลมบกและลมทะเล | 13 |
| 2.8 | ลมหุบเขาและลมภูเขา | 13 |
| 2.9 | ลักษณะโครงสร้างเชิงลำดับขั้นอย่างง่าย | 16 |
| 2.10 | ขั้นตอนของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ที่ใช้ในกรณีศึกษา | 21 |
| 3.1 | แผนที่ความเร็วลมที่ความสูง 90 เมตร | 25 |
| 3.2 | ความเร็วลมตามระดับความสูง | 26 |
| 4.1 | โครงสร้างของแบบจำลอง AHP ที่สร้างบนโปรแกรม Expert Choice | 36 |
| 4.2 | ตัวอย่างแบบสอบถามที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม Expert Choice | 36 |
| 4.3 | ค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัยหลักทั้ง 5 ปัจจัยโดยใช้โปรแกรม Expert Choice | 40 |
| 4.4 | ค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัยรองทั้ง 18 ปัจจัยโดยใช้โปรแกรม Expert Choice | 41 |
| 4.5 | ผลการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 43 |
| 4.6 | กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลักปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 44 |
| 4.7 | กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์รองปัจจัยด้านศักยภาพพลังงานลมในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 45 |
| 4.8 | กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์รองปัจจัยด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่ายในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 46 |

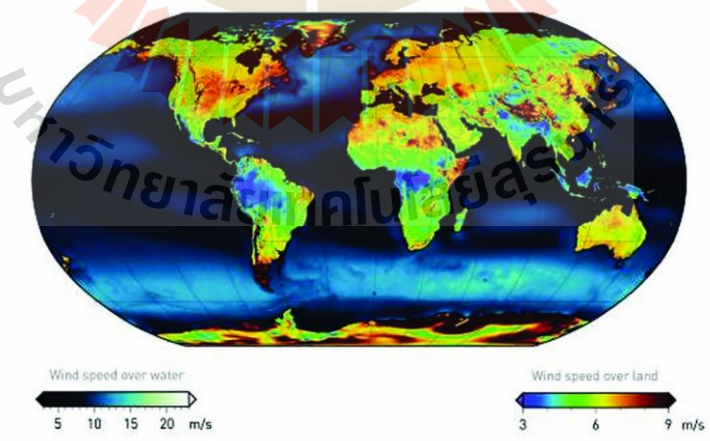
4.9 กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์รองปัจจัยด้านมวลชลสัมพันธ์ในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 47
4.10 กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์รองปัจจัยด้านผลตอบแทนทางการเงินในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 48
4.11 กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์รองปัจจัยด้านเทคโนโลยีกังหันลมในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 49
4.12 กราฟจัดลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลักแสดงน้ำหนักจากมากสุดไปหาน้อยสุด ด้านปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 50
4.13 กราฟจัดลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยแสดงน้ำหนักจากมากสุดไปหาน้อยสุด ด้านปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 52

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดชนิดหนึ่งที่มีอยู่เองตามธรรมชาติ สามารถใช้ได้อย่างไม่มีวันหมดสิ้นในปัจจุบันได้มี การใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อผลิตพลั งงานไฟฟ้ามากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบประเทศยุโรปได้ มีการพัฒนาเทคโนโลยี กังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นสำหรับประเทศไทยการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อผลิตไฟฟ้ายังมีค่อนข้างน้อยมากอาจเป็นเพราะศักยภาพพลังงานลมในประเทศเราไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆและความรู้ทางด้านเทคโนโลยี กังหันลมสมัยใหม่ยังเป็นสิ่งที่ใหม่อยู่สำหรับการนำมาใช้งานอย่างไรก็ตามหากเรามีพื้นฐานความรู้ทางด้านนี้บ้าง ก็สามารถที่จะประยุกต์ ใช้เทคโนโลยีกังหันลมและพลังงานลมเป็นพลังงานทางเลือกหรือรวมกับแหล่งพลังงานอื่น ๆ ได้เพื่อความมั่นคงในการผลิตไฟฟ้าอย่างเช่นที่สถานีไฟฟ้าแหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ตได้ทดลองใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์และต่อเข้ากับระบบสายส่งดังนั้นการศึกษาเรียนรู้วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมและแหล่งศักยภาพพลังงานลมก็จะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล ซึ่งจะเป็นการช่วยประเทศไทยลดการนำเข้าแหล่ งพลังงานจากต่างประเทศ อีกทางหนึ่งทั้งยังช่วยลดสภาวะโลกร้อนได้อีกด้วย ดังรูปที่ 1.1 แสดงความเร็วลมเฉลี่ยรายปี




รูปที่1.1 แผนที่ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 80 เมตร
ที่มา: http://www.renewableenergyworld.com

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม และมีผลผลิตทางการเกษตรรวมถึงผลผลิตเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีศักยภาพสูงสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนได้เช่น อ้อย มันสำปะหลัง

ปาล์ม น้ำมันข้าว ข้าวโพด เป็นต้น โดยการแปรรูป ชานอ้อย ใยกะลาปาล์ม แกลบ และซังข้าวโพด เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าและพลังงานความร้อนสำหรับใช้ในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม ส่วนกากน้ำตาล น้ำอ้อย และมันสำปะหลังใช้ผลิตเอทานอล และน้ำมันปาล์ม และสเตรินใช้ผลิตไบโอดีเซล เป็นต้น กระทรวงพลังงานจึงมียุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเหล่านี้ เพื่อจะได้เป็นตลาดทางเลือกสำหรับผลิตผลการเกษตรไทย ซึ่งจะสามารถช่วยดูดซับผลผลิตทางการเกษตรและช่วยทำให้ราคาผลผลิตการเกษตรมีเสถียรภาพ และภาครัฐไม่ต้องจัดสรรงบประมาณมาประกันราคาพืชผลผลิตดังกล่าว ประกอบกับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนจากพืชเป็นเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจหรือเกือบคุ้มทุนหากได้รับการสนับสนุนอีกเพียงเล็กน้อยจากภาครัฐบาล นอกจากนี้ประเทศไทยยังมี แหล่งพลังงานจากธรรมชาติที่จัดเป็นพลังงานหมุนเวียน เช่น ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก พลังลม และพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะสามารถใช้ผลิตพลังงานทดแทนได้

กระทรวงพลังงาน (พน.) ได้กำหนดแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี โดยมอบหมายให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักประสานงานกับส่วนผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ ให้ดำเนินการจัดทำแผนปฏิบัติการตามกรอบแผนพัฒนาพลังงานทดแทน เพื่อให้สามารถดำเนินการพัฒนาพลังงานทดแทนด้านต่าง ๆ ให้สามารถผลิตไฟฟ้ารวมสะสมถึงปี2565 จำนวน 5,604 เมกะวัตต์ประกอบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 500 เมกะวัตต์ พลังงานลม 800 เมกะวัตต์ พลังน้ำ 324 เมกะวัตต์ พลังงานชีวมวล 3,700 เมกะวัตต์ ก๊าซชีวภาพ 120 เมกะวัตต์ ขยะ 160 เมกะวัตต์ นอกจากนั้นยังให้ มีการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพ ได้แก่ เอทานอลและไบโอดีเซล รวมทั้งพลังงานความร้อนและก๊าซ NGV ซึ่งก่อให้เกิดสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนได้ 20% ของปริมาณการใช้บริโภคของประเทศในปี 2565 การตั้งเป้าหมายสูงความสำเร็จของการผลิตพลังงานทดแทนให้ได้ปริมาณดังกล่าว จำเป็นต้องสร้างแนวทางแผนพัฒนาในแต่ละเทคโนโลยี โดยเฉพาะกับภาคเอกชน ซึ่งเป็นแนวทางหลักที่สำคัญในการขับเคลื่อนสู่ความสำเร็จได้ ต้องมีความเด่นชัดในนโยบายเพื่อให้ปรากฏต่อการลงทุนจากภาคเอกชนและสร้างผลประโยชน์ต่อการดำเนินการ

จากนโยบายการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศ โดยให้มีสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมให้ได้มากถึง 800-1200 MW ภายในปี พ.ศ. 2564 ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิตพลังงานทดแทนทางด้านพลังงานลมมีความพร้อมอยู่มากและมีต้นทุนที่ต่ำลง จึงทำให้ธุรกิจทางด้านพลังงานลมเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีการแข่งขันสูงมากในปัจจุบัน

การคัดเลือกคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างมีความสำคัญมากสำหรับงานก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า เนื่องจากต้องใช้พื้นที่เป็น 1,000 ไร่ ซึ่งทำให้มีปัจจัยหลายด้านในการประกอบการคัดเลือกพื้นที่ งานวิจัยนี้จึงให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีผมกระทบในการคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้าง เพื่อ

หาปัจจัยหลักและปัจจัยรอง และนำมาวิเคราะห์โดย โปรแกรม Expert choice เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ เพื่อจะนำมาใช้ในการคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมอย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยในการเลือกพื้นที่เพื่อก่อสร้างฟาร์มกังหันลมในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกพื้นที่เพื่อก่อสร้างฟาร์มกังหันลม

1.2.3 เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยในการเลือกพื้นที่เพื่อก่อสร้างฟาร์มกังหันลม

## 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 กำหนดปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยในการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลม โดยศึกษาจากงานวิจัย และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.3.2 จัดทำแบบสอบถามสำหรับคัดเลือกปัจจัยหลักและปัจจัยรอง

1.3.3 คัดเลือกปัจจัยจากคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามมาทำแบบสัมภาษณ์เพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจัดลำดับความสำคัญ

1.3.4 นำข้อมูลที่ได้มา จัดลำดับตามความสำคัญด้วยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP) โดยใช้โปรแกรม Expert shoice

## 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.4.1 ทำให้ทราบถึงปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลม

1.4.2 ทำให้ทราบถึงแนวทางในการกำหนดพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลม

1.4.3 ทำให้สามารถคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการวิจัยนี้ผู้ศึกษาได้ทำการทบทวนอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น 6 หัวข้อคือ

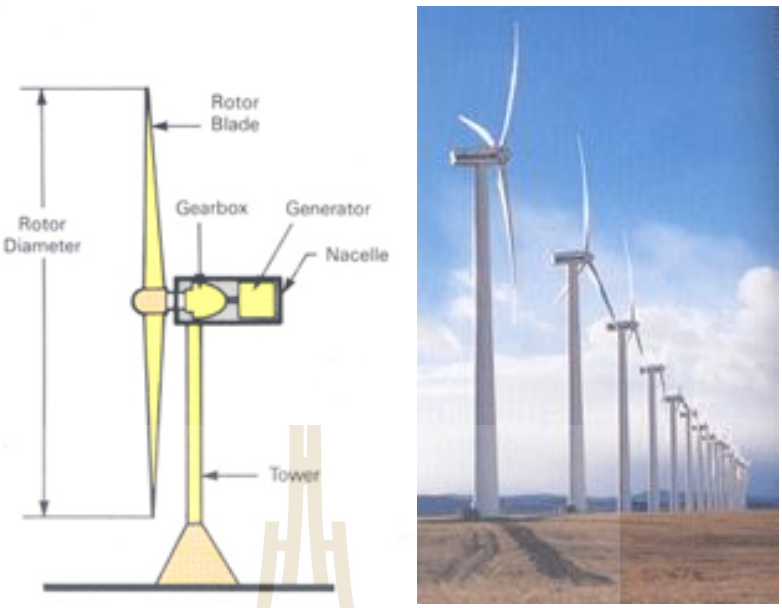
1. เทคโนโลยีของกังหันลม
2. ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
3. ลักษณะลมในประเทศไทย
4. การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP)
5. โปรแกรม Expert Choice
6. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 เทคโนโลยีกังหันลม

ปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมเพื่อใช้สำหรับผลิตไฟฟ้าได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง หลายประเทศทั่วโลกได้ให้ความสนใจ โดยเฉพาะในทวีปยุโรป เช่น ประเทศเดนมาร์ก กังหันลมที่ได้มีการพัฒนากันขึ้นมานั้นจะมีลักษณะและรูปร่างแตกต่างกันออกไป แต่ถ้าจำแนกตามลักษณะแนวแกนหมุนของกังหันจะได้ 2 แบบ คือ

### 2.1.1 กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine)

เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับทิศทางของลมโดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากรับแรงลม มีอุปกรณ์ควบคุมกังหันให้หันไปตามทิศทางของกระแสลม เรียกว่า หางเสือ และมีอุปกรณ์ป้องกันกังหันชำรุดเสียหายขณะเกิดลมพัดแรง เช่น ลมพายุและตั้งอยู่บนเสาที่แข็งแรง กังหันลมแบบแกนนอน ได้แก่ กังหันลมวินด์มิลล์ (Windmills) กังหันลมใบเสื่อลำแพน นิยมใช้กับเครื่องฉุดน้ำ กังหันลมแบบกงล้อจักรยาน กังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้าแบบพรอบเพลเลอร์ (Propeller) ดังแสดงในรูปที่ 2.1

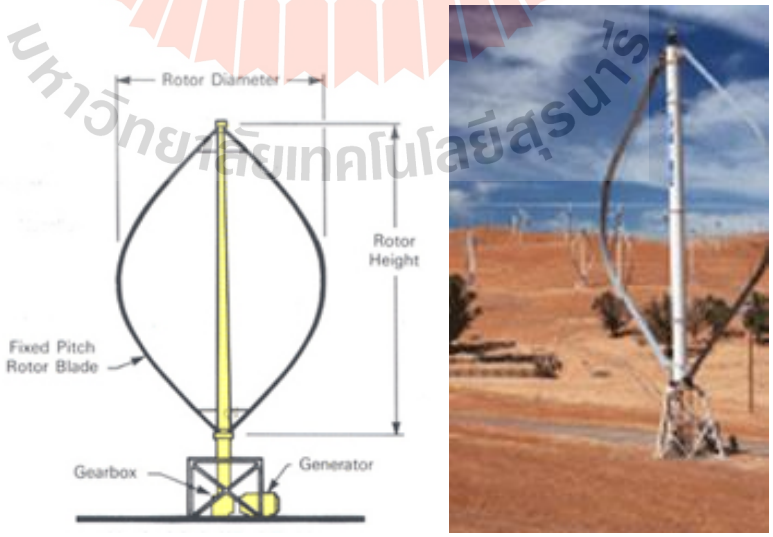



รูปที่ 2.1 กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine)

ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย www.egat.co.th/re

**2.1.2 กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine)**

เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนและใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ ซึ่งทำให้สามารถรับลมในแนวราบได้ทุกทิศทาง ดังแสดงในรูปที่ 2.2




รูปที่ 2.2 กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine)

ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย www.egat.co.th/re

กังหันลมแบบแนวแกนนอนเป็นแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ส่วนมากออกแบบให้เป็นชนิดที่ขับใบกังหันด้วยแรงยก แต่อย่างไรก็ตาม กังหันลมแบบแนวแกนตั้ง ซึ่งได้รับการพัฒนามากในระยะหลังก็ได้รับความสนใจมากขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากข้อดีกว่าแบบแนวแกนนอนคือ ในแบบแนวแกนตั้งนั้นไม่ว่าลมจะเข้ามาทิศไหนก็ยังหมุนได้ โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมให้กังหันหันหน้าเข้าหาลม นอกจากนี้แล้วแบบแนวแกนตั้งนั้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบบการส่งกำลังวางไว้ใกล้พื้นดินมากกว่าแบบแกนนอน เวลาเกิดปัญหาแก้ไขง่ายกว่าแบบแกนนอนที่ติดอยู่บนหอคอยสูง

**2.1.3 ส่วนประกอบของระบบกังหันลมขนาดใหญ่สำหรับผลิตไฟฟ้า**

2.1.3.1 ใบพัด เป็นตัวรับพลังลมและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล ซึ่งยึดติดกับชุดแกนหมุนและส่งแรงจากแกนหมุนไปยังเพลาแกนหมุน

2.1.3.2 พลาแกนหมุน ซึ่งรับแรงจากแกนหมุนใบพัด และส่งผ่านระบบกำลัง เพื่อหมุนและปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.1.3.3 ห้องส่งกำลัง ซึ่งเป็นระบบปรับเปลี่ยนและควบคุมความเร็วในการหมุนระหว่างเพลาแกนหมุนกับเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.1.3.4 ห้องเครื่อง ซึ่งมีขนาดใหญ่และมีความสำคัญต่อกังหันลม ใช้บรรจุระบบต่าง ๆ ของกังหันลม เช่น ระบบเกียร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เบรก และระบบควบคุม

2.1.3.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

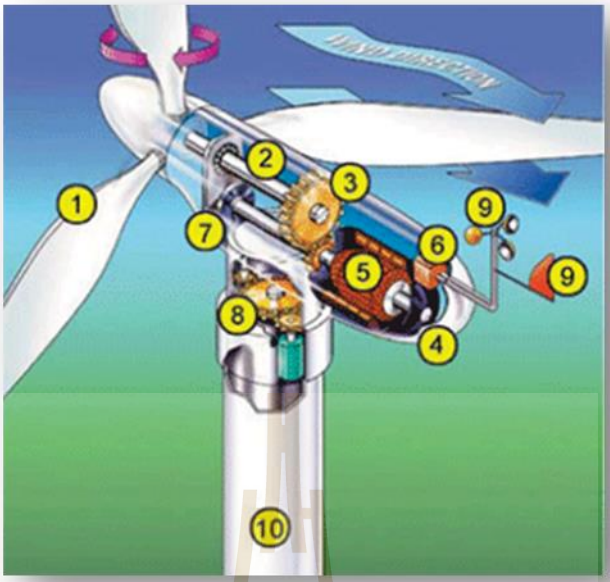
2.1.3.6 ระบบควบคุมไฟฟ้า ซึ่งใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ

2.1.3.7 ระบบเบรค เป็นระบบกลไกเพื่อใช้ควบคุมการหยุดหมุนของใบพัดและเพลาแกนหมุนของกังหัน เมื่อได้รับความเร็วลม เกินความสามารถของกังหัน ที่จะรับได้ และในระหว่างการซ่อมบำรุงรักษา

2.1.3.8 แกนคอหมุนรับทิศทางลม เป็นตัวควบคุมการหมุนห้องเครื่อง เพื่อให้ใบพัดรับทิศทางลมโดยระบบอิเลคทรอนิคส์ ที่เชื่อมต่อให้มีความสัมพันธ์ กับหางเสือรับทิศทางลมที่อยู่ด้านบนของเครื่อง

2.1.3.9 เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม ซึ่งเชื่อมต่อสายสัญญาณเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นตัวชี้ขนาดของความเร็วและทิศทางของลม เพื่อที่คอมพิวเตอร์จะได้ควบคุมกลไกอื่นๆ ได้ถูกต้อง

2.1.3.10 เสากังหันลม เป็นตัวแบกรับส่วนที่เป็นตัวเครื่องที่อยู่ข้างบน



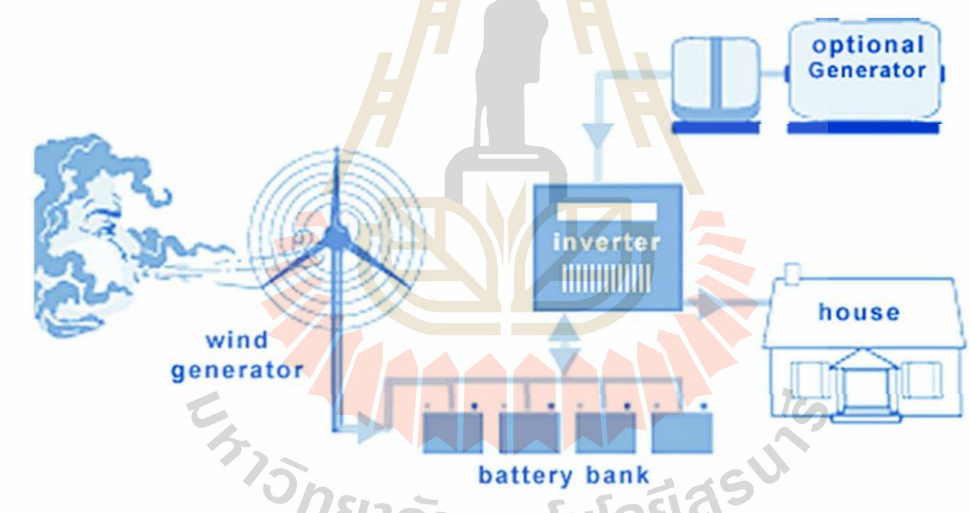

รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบกังหันลม
ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย www.egat.co.th/re

หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้น เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะ ทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน และได้เป็นพลังงานกลออกมา พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงาน ไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเร็วของลม ความยาวของใบพัด และสถานที่ติดตั้งกังหันลม

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

**ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเดี่ยว** ระบบนี้เหมาะสำหรับการติดตั้งใช้งานในที่พักอาศัยชุมชนหรือพื้นที่ที่ห่างไกลจากสายส่งหลักอาทิ บนเกาะหรือชนบทห่างไกลที่ระบบสายส่งเข้าไปไม่ถึงและไม่คุ้มค่ากับการติดตั้งระบบสายส่งเข้าไปสู่พื้นที่ที่ต้องการใช้งาน โดยในระบบการติดตั้งแบบเดี่ยวนั้นจะต้องใช้ชุดเก็บประจุไฟฟ้าสำหรับเป็นที่เก็บพลังงาน (Battery Bank) ซึ่งอาจ

เป็นระบบการผลิตไฟฟ้าแรงดันตั้งแต่ 12-48 โวลต์ แล้วเก็บพลังงานที่ได้เข้าชุดแบตเตอรี่โดยจะต้องทำงานที่สัมพันธ์กันกับระบบควบคุมการทำงานของกังหันลม (Wind Turbine Controller) อย่างเหมาะสมเพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าให้เป็นไปตามความต้องการที่ความเร็วลมต่างกันออกไป นอกจากนี้ระบบควบคุมการทำงานของกังหันลมยังมีระบบป้องกันตัวเอง (Self-Protection) ซึ่งอาจจะมีการทำงานคู่กันระหว่างระบบทางกลและระบบทางไฟฟ้าเพื่อไม่ให้ความเร็วลมของกังหันลมมากเกินไปกว่าที่ออกแบบไว้การใช้ ไฟฟ้าในระบบงานแบบเดี่ยวนี้อาจใช้ได้ ทั้งระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) โดยในกรณีที่ต้องการใช้ ไฟฟ้ากระแสสลับจำเป็นจะต้องมี Inverter เพื่อเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (DC/AC) โดยที่ Inverter และแบตเตอรี่ในแต่ละรุ่นจะมีคุณลักษณะและการทำงานที่แตกต่างกัน ดังนั้นจำเป็นจะต้องมีการคำนวณภาระทางไฟฟ้าที่จะใช้งานเพื่อการคัดเลือก Inverter ให้เหมาะสมเช่นกัน ดังภาพที่ 2.4

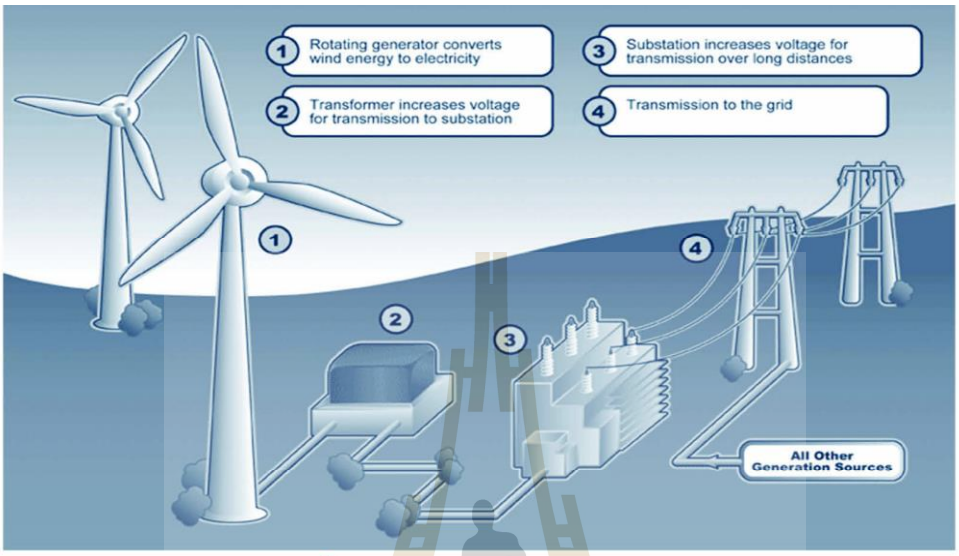



รูปที่ 2.4 ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเดี่ยว

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

**ระบบการติดตั้งเข้าสู่ระบบสายส่ง** การติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าในระบบนี้ส่วนใหญ่เป็นการติดตั้งใช้งานในกังหันลมผลิตไฟฟาขนาดใหญ่ซึ่งจะทำการเชื่อมต่อกับระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง โดยไม่จำเป็นที่จะต้องมีจุดเก็บพลังงานหรือแบตเตอร์รี่ (Battery Bank) โดยชุดแปลงไฟ (Inverter) ของระบบนี้จะมีราคาสูงกว่าชุดแปลงไฟฟ้าทั่วๆไป เนื่องจากมีระบบควบคุมที่ซับซ้อนและต้องสามารถเชื่อมต่อเข้าระบบสายส่งได้ (Grid Tie Transfer) นอกจากนั้นชุดแปลง

ไฟฟ้าของระบบนี้ยังมีหน้าที่สำคัญที่จะต้องควบคุมแรงดันหรือความถี่ทางไฟฟ้าให้เหมาะสมและสามารถป้อนกระแสไฟฟ้าขนานไปกับไฟฟ้าจากสายส่งหลักได้ดังภาพที่ 2.5

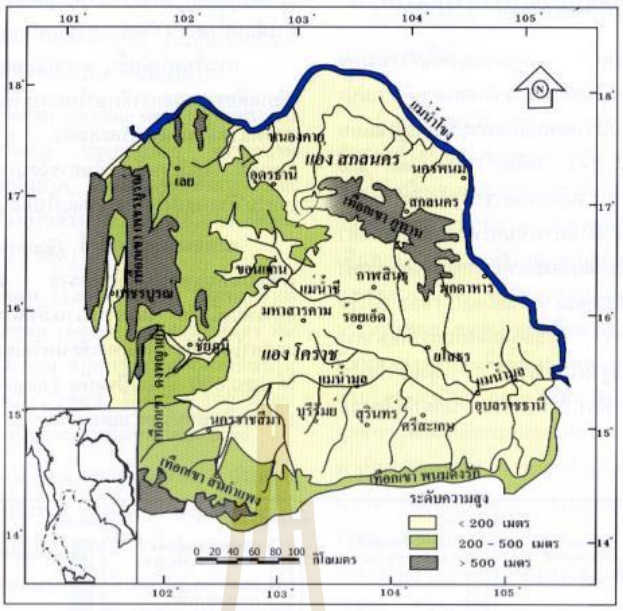



รูปที่ 2.5 ระบบการติดตั้งใช้งานแบบเชื่อมต่อเข้าระบบสายส่ง

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

**2.2 ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย**

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ประมาณ 168,854 ตารางกิโลเมตร เป็นภาคที่มีพื้นที่กว้างมาก ประกอบด้วย 19 จังหวัด ได้แก่ เลย หนองคาย นครพนม อุดรธานี หนองบัวลำภู สกลนคร ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มุกดาหาร ชัยภูมิ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร อำนาจเจริญ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานีส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูง ในระดับความสูง ระหว่าง 120-400 เมตร จากระดับน้ำทะเล ดังแสดงในภาพที่ 2.6




รูปที่ 2.6 ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ที่มา : Internet ภูมิประเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

**ที่ตั้งและขอบเขตของภาค**

**ทิศเหนือ** ติดกับประเทศลาว ดินแดนที่อยู่เหนือสุดคือ อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย มีแม่น้ำโขงเป็นพรมแดนธรรมชาติ

**ทิศตะวันออก** ติดต่อกับประเทศลาว ดินแดนที่อยู่ตะวันออกสุดคือ อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี มีแม่น้ำโขงเป็นพรมแดนธรรมชาติ

**ทิศตะวันตก** ติดต่อภาคกลาง ดินแดนที่อยู่ตะวันตกสุดคือ อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย มีเทือกเขาเพชรบูรณ์และดงพญาเย็นเป็นพรมแดนกั้นเขตแดน

**ทิศใต้** ติดต่อกับประเทศกัมพูชาและภาคตะวันออก ดินแดนที่อยู่ใต้สุดคือ อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา มีภูเขาพนมดงรัก และสันกำแพงเป็นพรมแดนกั้นเขตแดน

**ลักษณะภูมิประเทศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**

ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นที่ราบสูงเกิดจากการยกตัวของแผ่นดิน 2 ด้าน คือ ด้านตะวันตกและด้านใต้ของภาค ทำให้มีความลาดเอียงไปทางตะวันออก มีลักษณะคล้ายกะทะ แบ่งเป็น 2 เขตใหญ่ ได้แก่

1. **บริเวณแอ่งที่ราบ**
   - แอ่งที่ราบโคราช เกิดขึ้นบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำมูลและชี ลักษณะเป็นที่ราบสูงสลับกับเนินเขา

- แอ่งสกลนคร อยู่ทางตอนเหนือของภาคตั้งแต่แนวเขาภูพานไปจนถึงแม่น้ำโขง มีแม่น้ำสงครามและห้วยน้ำก่ำไหลผ่าน

**2. บริเวณเขตภูเขา**

- ภูเขาทางด้านตะวันตกของภาค วางตัวแนวเหนือ-ใต้ ได้แก่ ภูเขาเพชรบูรณ์ และภูเขาดงพญาเย็น
- ภูเขาทางตอนใต้ของภาค ได้แก่ ภูเขาสันกำแพง ภูเขาพนมดงรัก
- ภูเขาที่แบ่งระหว่างแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร ได้แก่ทิวเขาภูพาน

**แม่น้ำที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**

1. **แม่น้ำมูล** มีความยาวประมาณ 641 กิโลเมตร เป็นแม่น้ำสายสำคัญของอีสานตอนล่าง ต้นน้ำอยู่ที่ทิวเขาสันกำแพง แล้วไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่จังหวัดอุบลราชธานี
2. **แม่น้ำชี** มีความยาวประมาณ 765 กิโลเมตร (เป็นแม่น้ำสายที่ยาวที่สุดในประเทศไทย) มีต้นกำเนิดที่ทิวเขาเพชรบูรณ์ และไหลไปรวมกับแม่น้ำมูลที่จังหวัดอุบลราชธานี

**ลักษณะภูมิอากาศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**

ลักษณะภูมิอากาศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะแบบทุ่งหญ้าสะวันนา (Aw) คือ มีอากาศร้อนชื้นสลับกับฤดูแล้ง มีฝนตกปานกลาง

- **ฤดูหนาว** ช่วงเดือนตุลาคม - กุมภาพันธ์ อากาศหนาวเย็นเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดที่มีอุณหภูมิต่ำสุด ได้แก่จังหวัดเลย
- **ฤดูฝน** ช่วงเดือนพฤษภาคม - ตุลาคม เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากจากพายุดีเปรสชั่น จังหวัดที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดคือ นครพนม และจังหวัดที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือ นครราชสีมา
- **ฤดูร้อน** ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม อากาศจะร้อนและแห้งแล้งมาก เพราะอยู่ไกลจากทะเล จังหวัดที่ มีอุณหภูมิสูงสุดคือ อุดรธานี

**ทรัพยากรธรรมชาติในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**

1. **ทรัพยากรดิน** ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นดินทรายและขาดธาตุอาหาร ใต้ดินมีเกลือหินทำให้ดินเค็มและแห้ง ไม่เหมาะในการเพาะปลูกพืช และทำนา
2. **ทรัพยากรน้ำ** เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นดินปนทรายไม่สามารถอุ้มน้ำได้ จึงทำให้ขาดแคลนน้ำเป็นสำคัญ จึงต้องอาศัยการชลประทานเข้ามาช่วยมีการสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่เพื่อเก็บกักน้ำ

**เขื่อนสำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** ได้แก่ เขื่อนสิรินธร อยู่ในจังหวัดอุบลราชธานี, เขื่อนจุฬาภรณ์ อยู่ในจังหวัดชัยภูมิ, เขื่อนอุบลรัตน์ อยู่ในจังหวัดขอนแก่น, เขื่อนลำ

ปาว อยู่ในจังหวัดกาฬสินธุ์, เขื่อนลำตะคอง อยู่ในจังหวัดนครราชสีมา, เขื่อนลำพระเพลิง อยู่ในจังหวัดนครราชสีมา

**2.3 ศักยภาพพลังงานลมในประเทศไทย**

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตรลมที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศของไทย คือ ลมประจำปี ลมประจำฤดู และลมประจำเวลา

**ลมประจำปี** เป็นลมที่พัดอยู่เป็นประจำตลอดทั้งปีในภูมิภาคส่วนต่าง ๆ ของโลกมีความแตกต่างกันไปในแต่ละเขตละติจูดของโลก เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในบริเวณเขตศูนย์สูตรอิทธิพลของลมประจำปีจึงไม่มีประโยชน์ในการนำมาใช้

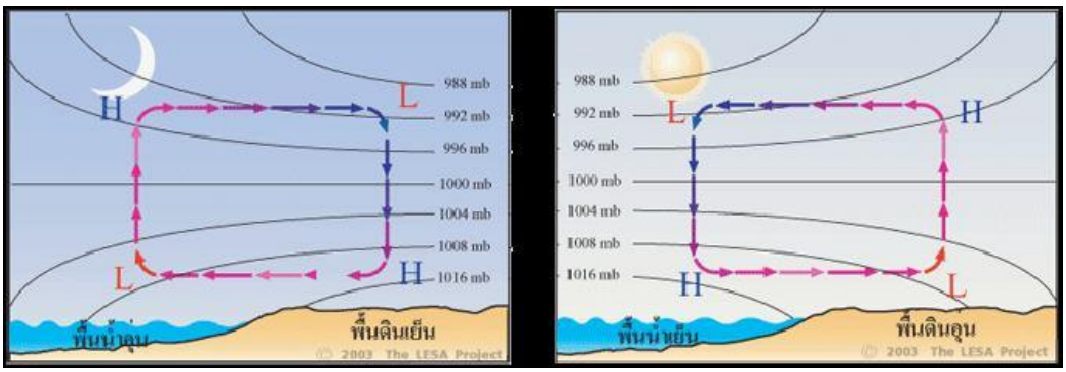
**ลมประจำฤดู** เป็นลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางตามฤดูกาลเรียกว่า ลมมรสุม ได้แก่ ลมมรสุมฤดูร้อน พัดในแนวทิศใต้ และตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม ลมมรสุมฤดูหนาว พัดในแนวทิศเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์

**ลมประจำเวลา** เป็นลมที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศระหว่าง 2 บริเวณในระยะเวลาสั้นๆ ได้แก่ ลมบก ลมทะเล ลมภูเขา และลมหุบเขาบริเวณที่อยู่ตามชายฝั่งจะได้รับอิทธิพลของลมบก ลมทะเลสูงมาก

**2.3.1 การเกิดและประเภทของลม**

ลม (Wind) มีปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดลมคือดวงอาทิตย์ ซึ่งเมื่อมีการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์มายังโลกแต่ละตำแหน่งบนพื้นโลกได้รับปริมาณความร้อนไม่เท่ากันทำให้เกิดความแตกต่างอุณหภูมิและความกดอากาศในแต่ละตำแหน่งบริเวณที่ มีอุณหภูมิสูงหรือความกดอากาศต่ำอากาศบริเวณนั้นก็จะลอยตัวขึ้นสูงอากาศจากบริเวณที่เย็นกว่าหรืออากาศที่มีความกดอากาศสูงกว่าจะเคลื่อนที่ เข้ามาแทนที่การเคลื่อนที่ของมวลอากาศนี้ คือการทำในเกิดลมนั้นเองและจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศนี้ ทำให้เกิดพลังงานจลน์ ที่สามารถนำมาประยุกต์ ใช้ประโยชน์ได้ ลมสามารถจำแนกออกได้หลายชนิดตามสถานที่ที่เกิดความแตกต่างอุณหภูมิดังนี้

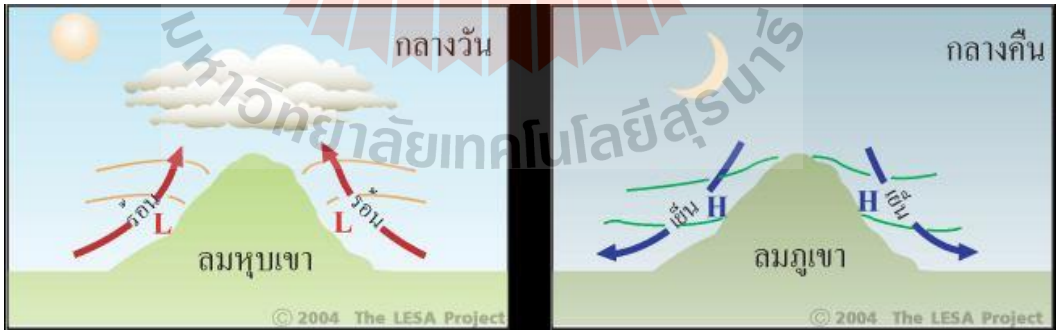
**ลมบกและลมทะเล** ลมบกและลมทะเล (Land and sea breeze) เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิบริเวณทะเลกับฝั่ง โดยลมทะเลเกิดในตอนกลางวันเพราะบนฝั่งมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณในทะเลจึงทำให้เกิดลมจากทะเลพัดเข้าสู่ฝั่ง ส่วนลมบกเกิดในเวลากลางคืนเพราะบริเวณในทะเลจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบนฝั่งทำให้เกิดลมจากฝั่งออกทะเล ดังภาพที่ 2.7




รูปที่ 2.7ลมบกและลมทะเล

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551

**ลมภูเขาและลมหุบเขา** ลมภูเขาและลมหุบเขา (mountain and valley winds) เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างสันเขาและหุบเขา โดยลมภูเขาจะพัดจากสันเขาลงไปสู่หุบเขาในตอนกลางคืนเนื่องจากบริเวณสันเขาอยู่บริเวณที่สูงกว่าจึงเย็นเร็วกว่าหุบเขาส่วนลมหุบเขาจะพัดจากหุบเขาขึ้นไปตามความสูงของสันเขาโดยเกิดขึ้นในตอนกลางวันเนื่องจากบริเวณหุบเขาเบื้องล่างจะมีอุณหภูมิต่ำกว่ายอดเขาจึงมีลมพัดขึ้นไปตามความสูงของสันเขานอกจากนียังมีการเรียกชื่อลมตามทิศการเคลื่อนที่ในแต่ฤดูกาล เช่น ลมมรสุม ซึ่งหมายถึงลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางกับการเปลี่ยนฤดู คือฤดูร้อนจะพัดไปในทิศทางหนึ่งและจะพัดเปลี่ยนทิศทางเป็นตรงกันข้ามในฤดูหนาว (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551) ลมภูเขาและลมหุบเขา แสดงดังภาพที่ 2.8




รูปที่ 2.8 ลมหุบเขาและลมภูเขา

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551

**2.4 การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP)**

สำหรับวิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP) เป็นกระบวนการตัดสินใจวิธีหนึ่งซึ่งเป็นที่ยอมรับกันในระดับสากลอย่างแพร่หลายสำหรับ

การแก้ปัญหาที่มีความสลับซับซ้อนให้ดูง่ายขึ้น โดยอาศัยการเลียนแบบพฤติกรรมของมนุษย์ โดยทำการแยกแยะถึงองค์ประกอบของปัญหาตามลำดับขั้น และกำหนดความสำคัญเปรียบเทียบในแต่ละปัจจัยของปัญหาในแต่ละลำดับขั้น ซึ่งในลำดับขั้นล่างสุดจะประกอบด้วยทางเลือกต่าง ๆ เพื่อใช้ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดตามวัตถุประสงค์ (วนิดา, 2553) ทั้งนี้จุดเด่นของวิธีการประเมินตามลำดับขั้นคือการแตกปัญหาออกเป็นส่วน ๆ แล้วจัดโครงสร้างของปัญหาที่ต้องการตัดสินใจออกเป็นลำดับขั้น (Hierarchy) โดยมีลำดับขั้นจากบนสุด คือ วัตถุประสงค์หลัก วัตถุประสงค์ย่อย หลักเกณฑ์ และทางเลือก ตามลำดับ (เมที, 2543)

ทั้งนี้วิธีการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นมีหลักการด้วยการแบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็น 4 ขั้น คือ 1.การกำหนดเป้าหมาย 2.กำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจหลัก 3.กำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจรอง และ 4.กำหนดทางเลือกตามลำดับ จากนั้นจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจว่าเกณฑ์ใดสำคัญกว่ากันด้วยการให้คะแนนตามความสำคัญหรือความชอบ หลังจากให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แล้ว จึงพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการกำหนดความสำคัญหรือความชอบนั้นมีความสมเหตุสมผล (Consistency) จะสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดได้

เทคนิคการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องที่เกี่ยวกับการตัดสินใจต่าง ๆ มากมาย เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินธุรกิจ การเลือกทำเลที่ตั้งสถานประกอบการ การกำหนกกลยุทธ์ทางการตลาด การเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม การจัดลำดับความสามารถของพนักงาน การประเมินทางเลือกของสายอาชีพ การสำรวจทัศนคติของพนักงาน เป็นต้น

การวิเคราะห์ตามลำดับขั้นมีสิ่งที่ต้องพิจารณา 2 ประการ คือ 1) องค์ประกอบในการตัดสินใจ และ 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

**2.4.1 องค์ประกอบในการตัดสินใจ**

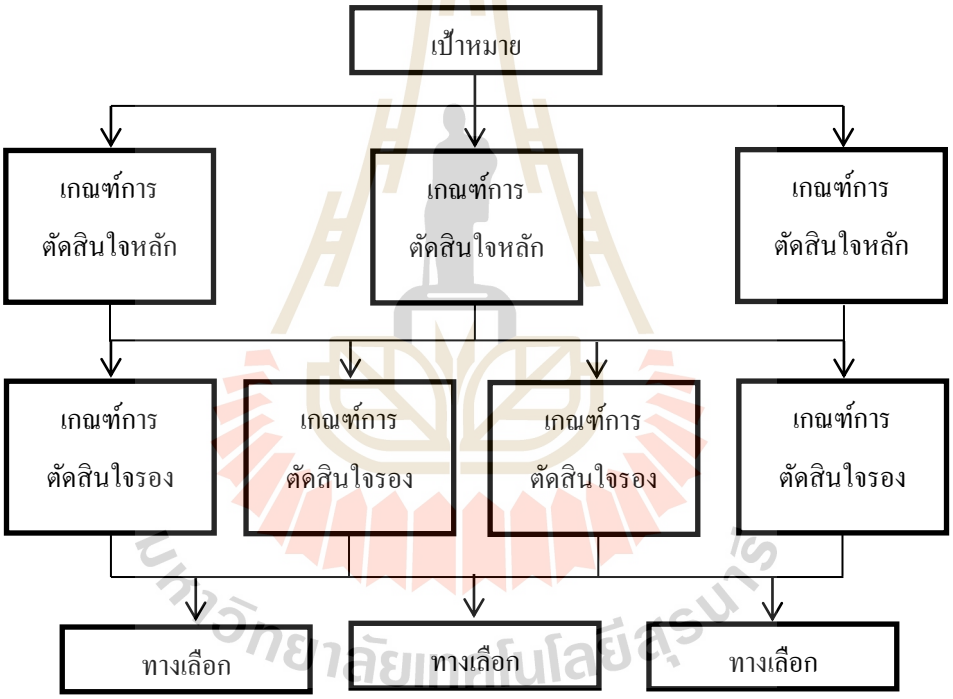
1. เป้าหมานของการตัดสินใจ เป้าหมาย หมายถึง ภาพชัดเจนที่สามารถทำให้บรรลุเป็นจริงได้ หรือความฝันที่กำหนดเวลาไว้ชัดเจน และควรมีผลออกมาในเชิงปริมาณ เป้าหมายจึงเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการตัดสินใจ เนื่องจากจะส่งผลต่อการพิจารณาประเมินทางเลือก ดังนั้นการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนจะเป็นการควบคุมทิศทางการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องโดยเริ่มต้นจากการกำหนดประเด็นเป้าหมายในเบื้องต้น แล้วจึงตั้งคำถาม ทดสอบ และขัดเกลา เพื่อให้ได้เป้าหมายที่ชัดเจนถูกต้องสำหรับนำไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจ

2. เกณฑ์ในกสารตัดสินใจ เกณฑ์ในการตัดสินใจจะช่วยให้กระบวนการตัดสินใจเป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวิเคราะห์ปัญหาที่มีความสลับซับซ้อน
3. ทางเลือก การพิจารณาทางเลือก เป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดในกระบวนการตัดสินใจ เนื่องจากการแก้ปัญหาจะประสบผลสำเร็จตามความต้องการจะขึ้นอยู่กับการมีทางเลือกที่ถูกต้องเหมาะสมหรือไม่
4. ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน ในการตัดสินใจผู้ตัดสินใจต้องเผชิญกับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนทำให้มีผลกระทบต่อการตัดสินใจอยู่เสมอ ซึ่งเทคนิคการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นเป็นกระบวนการตัดสินใจที่นำเอาความเสี่ยงและความไม่แน่นอนมาสนับสนุนในการตัดสินใจด้วย โดยแบ่งการพิจารณาเป็น 3 กรณี คือ 1.กำหนดความเสี่ยงและความไม่แน่นอนให้เป็นปัจจัยหนึ่งของการตัดสินใจหลักหรือรอง หมาะสำหรับสถานการณ์ที่ค่อนข้างจะมีความเสี่ยงและความไม่แน่นอนต่ำรวมทั้งมีความสลับซับซ้อนน้อย 2.กำหนดความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในรูปของสถานการณ์แสดงไว้เป็นลำดับชั้นของแผนภูมิ เช่น สถานการณ์ที่ดีที่สุด สถานการณ์ปานกลาง และสถานการณ์แย่ที่สุด เป็นต้น โดยพิจารณาให้อยู่ระหว่างเป้าหมายกับเกณฑ์ในการตัดสินใจหลักหรืออยู่ระหว่างเกณฑ์ในการตัดสินใจหลักกับเกณฑ์การตัดสินใจรอง และ 3.การสร้างแผนภูมิใหม่เพื่อพิจารณาความเสี่ยงและความไม่แน่นอนขึ้นมาโดยเฉพาะเหมาะสำหรับการตัดสินใจที่มีความสลับซับซ้อน เนื่องจากเป็นการยากที่จะนำเอาความเสี่ยงและความไม่แน่นนอนมาพิจารณาร่วมกับเกณฑ์ในการตัดสินใจและปัจจัยอื่น

**2.4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น**

1. การกำหนดปัญหา ผู้ตัดสินใจต้องให้คำจำกัดความของปัญหาและกำหนดประเด็นหลักอย่างถ่องแท้และสร้างสรรค์ รวมทั้งต้องหาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้มากที่สุดทั้งส่วนที่เป็นนามธรรมและรูปธรรม อีกทั้งต้องพยายามหลีกเลี่ยงสมมุติฐานที่ไม่เป็นจริงหรือไม่ถูกต้อง และระมัดระวังไม่ให้เกิดความลำเอียงหรืออคติกับทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งจนเกินไป
2. สร้างแผนภูมิลำดับขั้น แผนภูมิลำดับขั้นของการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ช่วยในการตัดสินใจ โดยมีโครงสร้างของแผนภูมิประกอบด้วยองค์ประกอบทั้งหมดที่เกี่ยงข้องกับการตัดสินใจที่มีลักษณะเป็น

ลำดับขั้น และจำนวนลำดับขั้นจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของการตัดสินใจ ดังแสดงในภาพที่ 2.4 โดยมีรายละเอียด ดังนี้คือ ระดับขั้นที่ 1 แสดงเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในการตัดสินใจ ระดับที่ 2 แสดงเกณฑ์ในการตัดสินใจ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการ ระดับที่ 3 แสดงเกณฑ์ในการตัดสินใจรอง เพื่ออธิบายเกณฑ์ในการตัดสินใจหลักให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะมีจำนวนขึ้นอยู่กับความชัดเจนของเกณฑ์ในการตัดสินใจหลัก สำหรับในบางกรณีหากเกณฑ์ในการตัดสินใจหลักมีความชัดเจนเพียงพอแล้วอาจไม่ต้องมีเกณฑ์ในการตัดสินใจรอง และระยะที่ 4 แสดงทางเลือกสำหรับการตัดสินใจ ดังแสดงในรูปที่ 2.9




รูปที่ 2.9 ลักษณะโครงสร้างเชิงลำดับขั้นอย่างง่าย
ที่มา : Rozann W.Saaty (2003)

3. คำนวนลำดับความสำคัญในการตัดสินใจ การจัดลำดับความสำคัญในการตัดสินใจทำได้โดยการเปรียบเทียบแบบคู่ (Pair Wise Comparision) และวิธีการที่เหมาะสมในการเปรียบเทียบแบบคู่คือ เมตริกซ์ ซึ่งนอกจากจะช่วยอธิบายเกี่ยวกับการเปรียบเทียบแล้ว ยังสามารถใช้ทดสอบความสอดคล้องกันของเกณฑ์ในการตัดสินใจได้อีกด้วย โดยเริ่มวิเคราะห์จากลำดับชั้นบนสุดของ

แผนภูมิซึ่งเป็นเกณฑ์การตัดสินใจหลัก และพิจารณาเปรียบเทียบลำดับชั้นถัดลงมาจนกระทั่งถึงลำดับชั้นล่างสุดตาลำดับ ซึ่งมีรูปแบบการคำนวนดังนี้

กำหนดให้ Ci = เกณฑ์ในการตัดสินใจที่ i เมื่อ i = 1, 2, 3, ….., n

Aij = ผลการเปรียบเทียบเกณธชฑ์ในการตัดสินใจแบบคู่

เมื่อ i = 1, 2, 3, ….., n และ j = 1, 2, 3, ….., n

โดยที่ n = จำนวนในการตัดสินใจ

เมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ในการตัดสินใจแบบคู่มีรูปแบบดังนี้

$$A = [Aij]$$

โดยที่ Aij มีกฎในการเขียน 2 ข้อ คือ 1) ถ้า Aij = œ จะได้ Aij = 1/œ เมื่อ œ ไม่เท่ากับ 0 และ 2) ถ้าเกณฑ์ในการตัดสินใจ Ci มีความสำคัญเท่ากับเกณฑ์ในการตัดสินใจ Cj จะทำให้ Aij = Aij = 1 เสมอ

ซึ่งเมตริกซ์ A สามารถเขียนในรูปแบบที่สมบูรณ์ ได้ดังนี้

| เกณฑ์การตัดสินใจ | C1 | C1 | C1 | ..Cn | ปัจจัย |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | A12 | A13 | ..A1n | A1 |
| | 1/A12 | 1 | A23 | ..A2n | A2 |
| | 1/A1n | 1/A2n | 1 | ..A3n | A3 |
| | . | . | . | … . | . |
| | . | . | . | … . | . |
| | 1/A1n | 1/A2n | 1/A3n | 1 | An |

การพิจารณาเปรียบเทียบเกณฑ์ในการตัดสินใจแบบคู่ระหว่างเกณฑ์ Ci กับ Cj ผู้ตัดสินใจจะต้องทราบว่าเกณฑ์ที่ทำการพิจารณามีความสำคัญ มีอิทธิผล หรือมีประโยชน์มากกว่าเกณฑ์อื่นที่นำมาเปรียบเทียบระดับใด โดยการเปรียบเทียบแบบคู่จะมีหลักในการพิจารณา 2 ประการ คือ 1) แสดงความเห็นของความสำคัญในรู้แบบที่เข้าใจง่าย เช่น มากที่สุด มากกว่า เท่ากัน น้อยกว่า เป็นต้น และ 2) ประเมินค่าระดับความสำคัญเป็นตัวเลขโดยใช้ข้อมูลในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ระดับความสำคัญของการเปรียบเทียบแบบคู่

| ระดับความเข้มข้นของความสำคัญ | ความหมาย | คำอธิบาย |
|---|---|---|
| 1 | สำคัญเท่ากัน | ทั้งสองปัจจัยส่งผลต่อวัตถุประสงค์เท่าๆกัน |
| 3 | สำคัญกว่าปานกลาง | ประสบการณ์และการวินิจฉัยแสดงถึงความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง |
| 5 | สำคัญกว่ามาก | ประสบการณ์และการวินิจฉัยแสดงถึงความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก |
| 7 | สำคัญกว่ามากที่สุด | ปัจจัยหนึ่งได้รับความพึงพอใจมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกปัจจัยหนึ่ง ในทางปฏิบัติปัจจัยนั้นได้มีอิทธิผลเหนือกว่าอย่างเห็นได้ชัด |
| 9 | สำคัญกว่าสูงสุด | มีหลักฐานยืนยันความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับที่สูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ |
| 2, 4, 6, 8 | สำหรับในกรณีประนีประนอมเพื่อลดช่องว่างระหว่างระดับความรู้สึก | บางครั้งผู้ตัดสินใจต้องการวินิจฉัยในลักษณะที่ก้ำกึ่งกัน ไม่สามารถอธิบายด้วยคำพูดที่เหมาะสมได้ |
| 1.1 – 1.9 | ปัจจัยที่เสมอกัน | เมื่อปัจจัยถูกเลือกขึ้นมานั้นมีความสำคัญใกล้เคียงกัน และเกือบหาความแตกต่างไม่ได้ (1.3 คือ ระดับกลาง และ 1.9 คือ ระดับ สูงสุด) |

ที่มา : Thomas L. Saaty (2008)

ลำดับความสำคัญของเกณฑ์ในการตัดสินใจ มีขั้นตอนในการคำนวณ 3 ขั้นตอน คือ 1) เปรียบเทียบระดับความสำคัญที่ละคู่ นำมาเขียนเป็นเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ในการตัดสินใจแบบคู่ (เมตริกซ์ A) ดังแสดงในตารางที่ 2.2 2) คำนวณหาค่า Normalized Matrix หรือเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvector) ของเมตริกซ์ A ในแต่ละแถว โดยที่ค่า Normalized หาได้จากค่าเฉลี่ยของความสำคัญในแค่ละแถว และ 3) หาลำดับความสำคัญในลำดับชั้นถัดมา โดยทำขั้นตอน 1) และ 2) ซ้ำ จากนั้นนำค่าเกณฑ์การตัดสินใจที่คำนวณได้จากลำดับชั้นที่อยู่สูงกว่าหนึ่งชั้นมาเป็นตัวคูณค่า

Normalized ของลำดับชั้นที่ 2 ที่ได้จากการคำนวณ จะได้ค่าลำดับความสำคัญในลำดับชั้นรองลงมาตามเกณฑ์ของปัจจัยนั้น ๆ ทำเช่นนี้จนครบทุกปัจจัย

ตารางที่ 2.2 เมตริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบแบบคู่

| **เกณฑ์การตัดสินใจ** | | **ปัจจัย** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C1, C2, C3, …., Cn | | A1 | A2 | A3 | … | An |
| | A1 | 1 | A12 | A13 | … | A1n |
| | A1 | 1/A12 | 1 | A23 | … | A2n |
| ปัจจัย | A3 | 1/A13 | 1/A23 | 1 | … | A3n |
| | : | : | : | : | … | : |
| | An | 1/A1n | 1/A2n | 1/A3n | … | 1 |

ที่มา : Jose Antonio and Ma Teresa Lamata (2006)

4. คำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio, CR) อัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผลใช้เพื่อต้องการทดสอบว่า ผลการเปรียบเทียบแบบคู่ของเกณฑ์ในการตัดสินใจที่ได้ดำเนินการมาแล้วมีความสอดคล้องกัน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ 1) คำนวณค่า $\gamma max$ เป็นค่าที่คำนวณได้จากการนำเอาผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละปัจจัยในแต่ละแถวมาคูณด้วยผลรวมค่าเฉลี่ยในแนวนอนแต่ละแถว จากนั้นนำผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากับจำนวนปัจจัยทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ ซึ่งในกรณีที่การวินิจฉัยในปัจจัยนั้นมีความสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์จะทำให้ค่า $\gamma max$ เท่ากับ n 2) คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, C.I.) ซึ่งคำนวณได้จาก ($\gamma max$ – n)/(n -1) 3) เลือกดัชนีความสอดคล้องจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Consistency Index, R.I.) ซึ่งค่า R.I. ได้มาจากการประมวลผลในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และมีค่าแตกต่างกันตามขนาดของเมตริกซ์ (วนิดา, 2553) ดังแสดงในตารางที่ 2.3 และ 4) คำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล (CR) ด้วยการนำค่า C.I. หารด้วย R.I. (CR เท่ากับ C.I./R.I.)

ตารางที่ 2.3 ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการสุ่ม (R.I.) ตามขนาดของเมตริกซ์

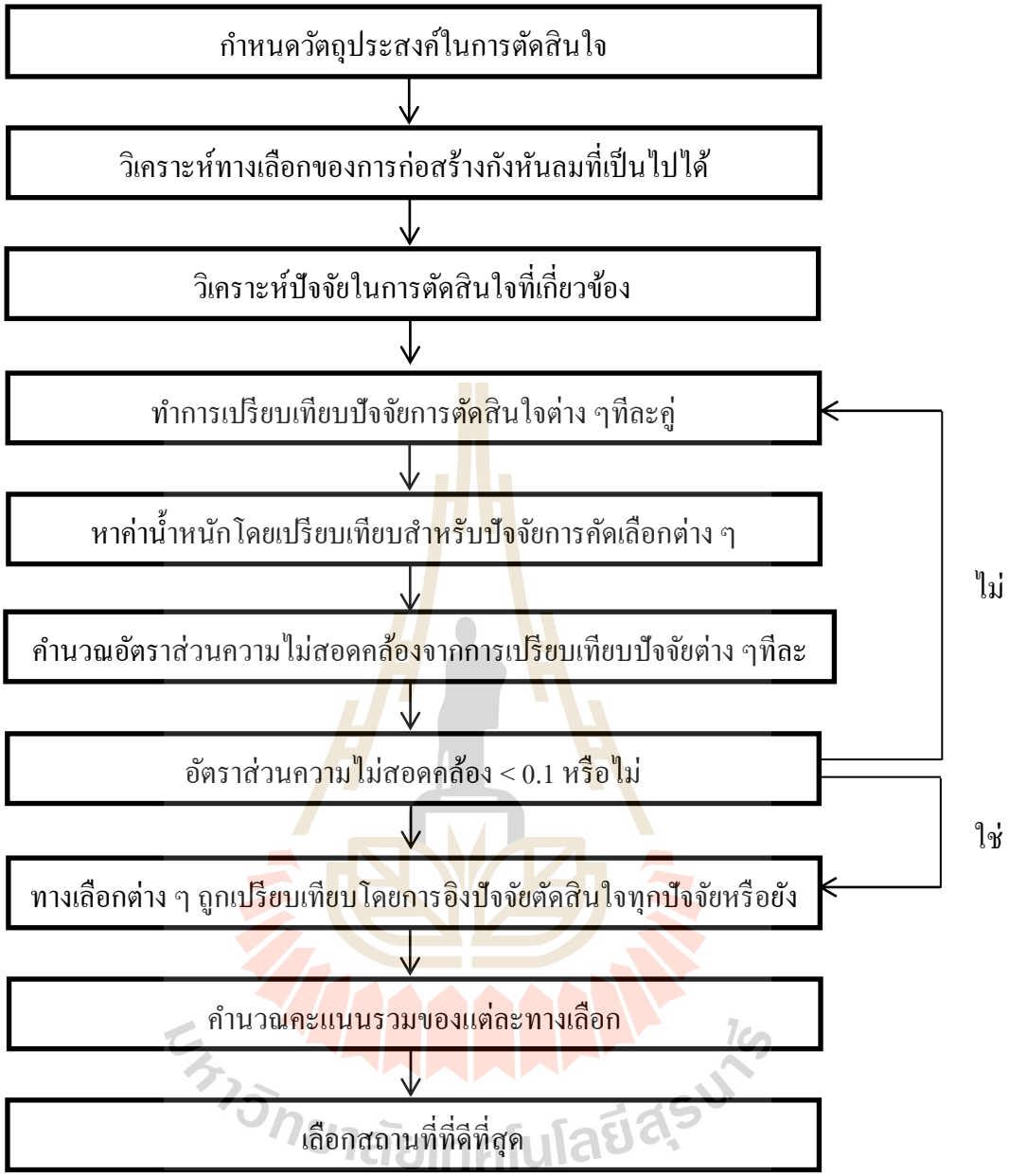
| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R.I. | 0 | 0 | 0.52 | 0.89 | 1.11 | 1.25 | 1.35 | 1.40 | 1.45 | 1.49 |

ที่มา : Sanjay Kumar et al. (2009)

ซึ่งถ้าพบว่า อัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผลมีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับร้อยละ 10 ถือว่าการเปรียบเทียบรายคู่นั้นมีความสอดคล้องกันของเหตุผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ถ้าหากค่าอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผลมีค่ามากกว่าร้อยละ10 จะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สามารถยอมรับได้ ผู้ตัดสินใจจะต้องทบทวนการวินิจฉัยและการจัดลำดับความสำคัญในการเปรียบเทียบแบบคู่ใหม่อีกครั้ง (Sanjay Kumar et al., 2009, Jose Antonio Alonso and Ma Teresa Lamata, 2006 และ กีรติ, 2551) นอกจากนี้การหาอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผลจะช่วยให้ผู้ตัดสินใจมีความมั่นใจในการกำหนดค่าความสำคัญของเกณฑ์ในการตัดสินใจ (วนิดา, 2553)

## 2.5 โปรแกรม Expert Choice

โปรแกรม Expert Choice เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ที่อยู่บนพื้นฐานของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) สำหรับAHP เป็นวิธีการที่มีความสามารถและเข้าใจง่ายในการทำการตัดสินใจที่ใช้ทั้งข้อมูลที่วัดได้และการตัดสินใจจากผู้ตัดสินใจกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) จะช่วยในกระบวนการตัดสินใจโดยให้ผู้ตัดสินใจทำการจัดระบบและประเมินความสำคัญของเกณฑ์ (วัตถุประสงค์) และคำตอบของทางเลือกในการตัดสินใจ โดยผ่านกระบวนการของการสร้างการตัดสินใจในรูปแบบลำดับชั้น จากนั้นทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของวัตถุประสงค์และทางเลือกต่าง ๆทำให้สามารถพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุด Expert Choice ยังให้ผู้ตัดสินใจวิเคราะห์ความไว (Sensitive Analysis) เพื่อความรวดเร็วในการพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์จะมีผลอย่างไรต่อทางเลือกต่าง ๆ ดังภาพแสดงที่ 2.10




รูปที่ 2.10 ขั้นตอนของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ที่ใช้ในกรณีศึกษา

**2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2549) โครงการศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่ง, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน การประเมินและศึกษาความเป็นไปได้ของโรงไฟฟ้าพลังงานลมของกังหันลมขนาด 0. 225 เมกะวัตต์ 0.3 เมกะวัตต์ 0.5 เมกะวัตต์ และ 0.75 เมกะวัตต์ ตามแนวชายฝั่งทะเลของจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดสงขลา สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าบริเวณที่มีศักยภาพของพลังงานลมและมีความเป็นไปได้สูงได้แก่บริเวณพื้นที่อำเภอปากพนังหัว

ไทร ท่าศาลา และอำเภอขนอมของจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้อยู่ในช่วง 0.35- 2.07 จิกะวัตต์ต่อปีมีประสิทธิภาพของรงไฟฟ้าอยู่ในช่วงร้อยละ 9.6 - 51.5 และความหนาแน่นกำลังลมมีค่าเท่ากับ 759 วัตต์ ต่อตารางเมตร 703 วัตต์ต่อตารางเมตร 410 วัตต์ต่อตารางเมตร และ 295 วัตต์ต่อตารางเมตรตามลำดับซึ้ งพบว่าสามารถติดตั้งโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาดดังกล่าวได้

ธนัญชัย ลีภักดิ์ปรีชา (2556) การศึกษาศักยภาพพลังงานลมสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเขตภาคกลางของประเทศไทย การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์หาศักยภาพลังงานลมสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเขตภาคกลางของประเทศไทยสำหรับการติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่ ที่ มีขนาดตั้งแต่ 1 MW ขึ้นไปเพื่อใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้ าพื้นที่ภาคกลางซึ่งรวมถึงจังหวัดราชบุรี จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดตาก ครอบคลุม 93,000 ตารางกิ โลเมตร หรือ 1 ใน 5 ของพื้นที่ประเทศไทยโดยประมาณ เนื่องจากความต้องการหาความเป็นไปได้ในการติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่ดังกล่าว การติ ดตั้งเสาวัดขนาดสูง 120 เมตรจึงถูกกำหนดขึ้น จะได้ทราบข้อมูลลมจริงที่ระดับเดียวกับการติดตั้งกังหันลม ทั้งเก็บข้อมูลลมตลอดทั้งปีจึงเป็นขอบเขตของการงานวิจัยนี้ ทั้งนี้ได้กำหนดให้งานวิจัยนี้ให้ทำการวัดทั้งขนาดความเร็ วลม และทิศทางลมที่ระดับความสูง 65 เมตร 90 เมตร และ 120 เมตรจากพื้นดิน ซึ่งในรายงานนี้ได้แสดงข้อมูลความเร็วลมและทิศทลมรายชั่วโมงที่เก็บจากสถานี วัดลมตั้งแต่เดือนมีนาคม พ .ศ. 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 การคัดเลือกตำแหน่งของสถานีวัดลมนั้น ใช้เกณฑ์ทางด้านความเร็วลมที่ ได้จากแผนที่ลม ข้อมูลลมของกรมอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลลมระดับพื้นดินที่วัดจริงจากการเข้าสำรวจพื้นที่ต่าง ๆ ความเป็นไปได้ในการขออนุญาตการใช้ พื้นที่ ความปลอดภัยของเสาวัดลมหลังการติดตั้ง ขณะที่ จำนวนของสถานีวัดได้ถูกกำหนดจากงบสนับสนุนงานวิจัย ซึ่งผลที่ได้นั้นทำการสร้างสถานี วัดลมจำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีวัดลมศูนย์การทหารม้าสระบุรี สถานีวัดลมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตราชบุรี และ สถานีวัดลมมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิตปทุมธานี

ธีรวัฒน์ ชมมิ่ง (2555) การใช้วิธีการวิเคาระห์แบบหลายปัจจัยเพื่อประเมินความเหมาะสมทางสิ่งแวดล้อม โครงการทุ่งกังหันลมในทะเล การศึกษาและประเมินปัจจัยที่มีผลต่อความเหมาะสมทางสิ่งแวดล้อมของโครงการทุ่งกังหันลมในทะเลสำหรับประเทศไทยนั้น ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความเหมาะสมทางสิ่งแวดล้อมของโครงการทุ่งกังหันลมในทะเลมากที่สุดคือ ความเร็วลม รองลงมาได้แก่ นก ปลา สัตว์หน้าดินและระดับเสียงพื้นฐาน ความสูงของระดับน้ำทะเล คุณภาพน้ำทะเลประชากร และการใช้ประโยชน์ที่ดิน สำหรับปัจจัยด้านชีวภาพได้แก่ นก ปลา และสัตว์หน้าดินนั้นป็นปัจจัยที่อ่อนไหวและสำคัญต่อระบบนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตทั้งบนบก และในน้ำ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะได้รับผมกระทบอย่างมากในขั้ตอนการก่อสร้าง

และลดลงในขั้นตอนการดำเนินการของโครงการทุ่งกันหันลมในทะเล สำหรับปัจจัยด้านเสียงจะก่อให้เกินผลกระทบกับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำจนกระทั่งมนุษย์ที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล ทั้งนี้ปัจจัยด้านกายภาพอื่นๆได้แก่ ความสูงของระดับน้ำทะเล และคุณภาพน้ำทะเลนั่นจะส่งผลกระทบในระยะเวลาสั้นในช่วงการก่อสร้าง นอกจากนี้ปัจจัยด้านประชากรและการใช้ประโยชน์ที่ดินค่อนข้างจะสัมพันธ์กับสภาพเศรษฐกิจและสังคมของชุมชนโดยรอบ พื้นที่ส่วนใหญ่จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงลดหลั่นลงมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, มหาวิทยาลัยบูรพา, (2553) โครงการประเมินศั กยภาพพลังงานลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทยจนถึงจังหวัดตราด โครงการนี้ได้ทำการประเมินศั กยภาพพลังงานลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทยจนถึงจังหวัดตราดนำไปสู่การพัฒนาการผลิตไฟฟ้าด้วยทุ่งกังหันลมขนาดใหญ่ โดยได้ทำการคั ดเลือกสถานที่ เพื่อติดตั้งเสาวัดความเร็วลมจำนวนสองแห่ง คือ 1) มหาวิทยาลัยบูรพาที่ตำบลแสนสุข อำเภอแสนสุข จังหวัดชลบุรี และ 2) ตำบลทับไทร อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี การวัดลมกระทำโดยการติ ดตั้งเสาแบบรั้งด้วยเชือกสูง 120 เมตร พร้อมทั้งระบบเครื่องมือวัดและระบบป้องกันฟ้าผ่าความเร็วลมและทิศทางลมถูกจัดเก็บทุก ๆ 1 นาทีที่ความสูงระดับ 10, 65, 90 และ 120 เมตร และสามารถถูกส่งเป็นแบรายวันผ่านทางระบบสื่อสารแบบไร้สายข้อมูลที่ได้รับสำหรับแต่ละสถานที่ ได้นำมาวิเคราะห์โดยโปรแกรม Meteodyn 4.3 เพื่อประเมินคุณสมบัติทางสถิติเพื่อใช้ในการสร้างแผนที่ลม และเพื่อใช้ ในการคำนวณพลังงานที่ได้รับใน 1 ปี

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 1 สำหรับคู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทนที่ได้จัดทำขึ้นนี้จะเป็นคู่มือที่จะช่วยให้ผู้สนใจทราบถึงเป้าหมายของแผนพัฒนาพลังงานทดแทน รวมทั้งมีความเข้าใจในแนวทางการพัฒนาพลังงานทดแทน มาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล อาทิ การพิจารณาถึงศักยภาพ โอกาสและความสามารถในการจัดหาแหล่งพลังงานหรือวัตถุดิบ ลักษณะการทำงานทางเทคนิค และการประยุกต์ ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่โดยทั่วไปข้อดีและข้อเสียเฉพาะของแต่ละเทคโนโลยี การจัดหาแหล่งเงินทุน กฎระเบียบและมาตรการส่งเสริมสนับสนุนต่าง ๆ ของภาครัฐ ขั้นตอนปฏิบัติในการติดต่อหน่วยงานต่าง ๆซึ่งจะเป็นเอกสารที่จะช่วยสร้างความเข้าใจในลักษณะเฉพาะของเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนชนิดต่าง ๆ ทั้งการผลิตไฟฟ้า ความร้อนและเชื้อเพลิงชีวภาพ เพื่อเผยแพร่ ประชาสั มพันธ์ ไปยังกลุ่มเป้าหมายตามความต้องการของกระทรวงพลังงานต่อไป

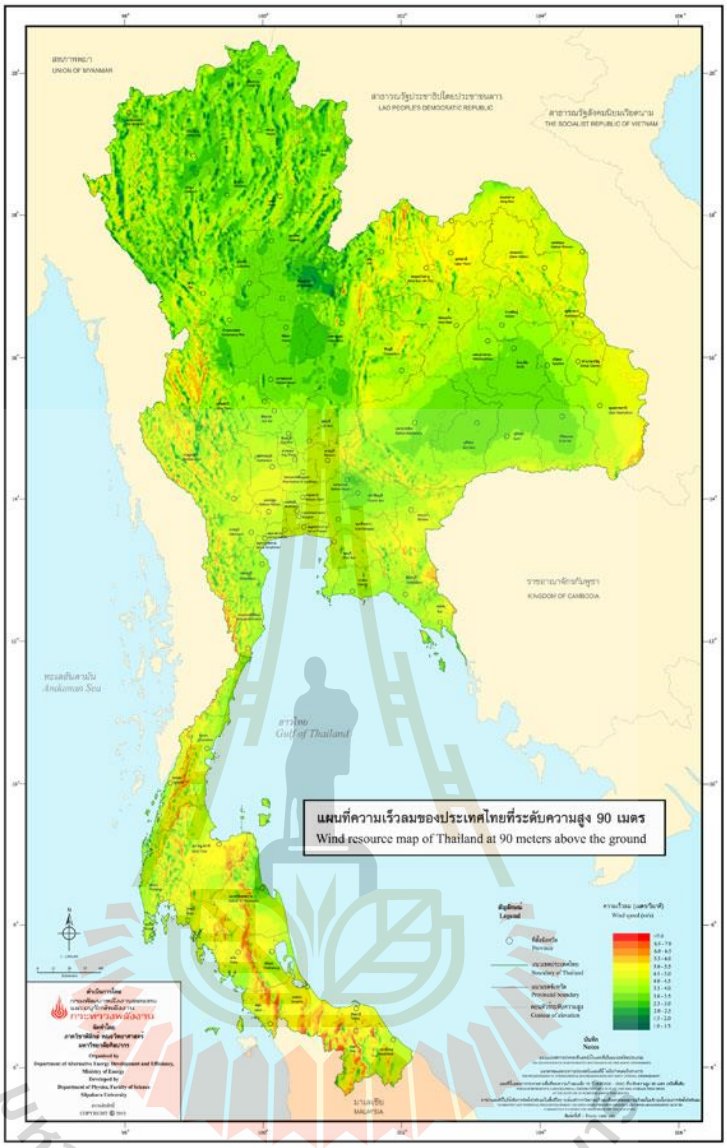
# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการศึกษา

## 3.1 การเก็บข้อมูล

การคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานลมเป็นขั้นตอนที่สำคัญโดยการพิจารณาถึง ศักยภาพพลังงานลม ณ จุดที่จะดำเนินการติดตั้งเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและจัดหาข้อมูลประกอบอื่นๆนำมาวิเคราะห์ จัดทำแผนที่ศักยภาพลมและวิเคราะห์ข้อมูลลมทางสถิติแล้วทำการสำรวจพื้นที่โดยรอบสถานีวัดลมและพิจารณากำหนดตำแหน่งที่เหมาะสำหรับติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ วิเคราะห์ประเมินพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลม วิเคราะห์ประเมินความคุ้มค่าโครงการด้านการลงทุนพร้อมทั้งประเมินผลกระทบด้านสังคม และสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**ขั้นตอนที่ 1 จัดหาและรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่งและประเมินศักยภาพผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมในขั้นต้น (Prelim Detail)** ในขั้นตอนแรกในการระบุพื้นที่ซึ่งมีศักยภาพพลังงานลมในการผลิตไฟฟ้าเฉพาะแหล่ง คือการรวบรวมและคัดเลือกข้อมูลที่จะใช้ในการวิ เคราะห์ความเร็วลมเพื่อกำหนดพื้นที่เบื้องต้น ซึ่งคาดว่าจะมีศักยภาพพลังงานลมเพียงพอ (Preliminary area identification) โดยอาศัยข้อมูลลมจากการตรวจวัดของหน่วยงานภายในประเทศที่ มีอยู่แล้วได้ แก่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์ พลังงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กรมอุตุนิยมวิทยา กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ กรมควบคุมการปฏิบัติทางอากาศกองทัพอากาศ ดังภาพตัวอย่างที่ 3.1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี




รูปที่ 3.1 แผนที่ความเร็วลมที่ความสูง 90 เมตร

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

**ขั้นตอนที่ 2 สำรวจและกำหนดตำแหน่งสำหรับติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่** การสำรวจพื้นที่จริง เพื่อเก็บรวบรวมและสอบถามข้อมูล ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ เส้นทางคมนาคม แนวสายส่งไฟฟ้า ผู้ถือครองกรรมสิ ทธิ์ที่ดินเป็นต้น รวมถึงประสานงานเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ผู้ถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดินและผู!เกี่ยวข้องเพื่อขออนุญาตใช้พื้นที่เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) หน่วยงานราชการ เป็นต้น ข้อมูลที่ต้องการ ประกอบด้วย ข้อมูลจำนวนประชากร แผนที่แสดงเขตการปกครอง แผนที่แสดงแหล่งที่ตั้งชุมชนครัวเรือน แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์พื้นที่ แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ บุคคลผู้ให้ข้อมูลในพื้นที่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นที่ ลักษณะดิน ตำแหน่ง

ภูเขา ถนน ชุมชนใกล้เคียง ประวัติภัยทางธรรมชาติ ข้อมูลผู้รับผิดชอบที่ดินแผนผังพื้นที่ แสดงลักษณะภูมิประเทศชุมชนและตำแหน่งพื้นที่ เพื่อศึกษาศักยภาพและวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการลงทุน

**การสำรวจพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูล** เบื้องต้นเป็นการศึกษาเพื่อคัดเลือกพื้นที่ มีประเด็นการพิจารณาดังนี้

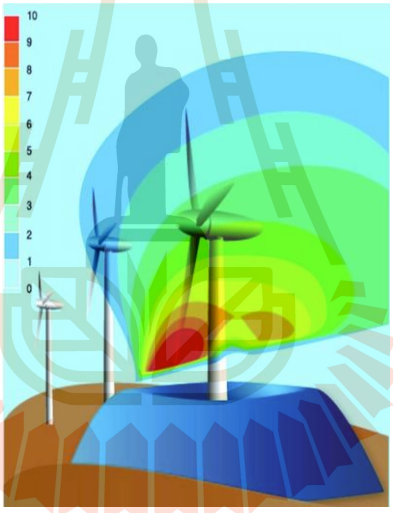
(1) ศักยภาพพลังงานลมสูง

(2) การใช้ประโยชน์และการได้รับอนุญาตให้ใช้พื้นที่

(3) ใกล้กับแนวสายจำหน่ายไฟฟ้า

(4) ขนาดของพื้นที่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน

(5) การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย




รูปที่ 3.2 ความเร็วลมตามระดับความสูง

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

ความเป็นไปได้ของโครงการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าโดยเฉพาะกังหันลมขนาดใหญ่ระดับเมกะวัตต์จำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลศักยภาพพลังงานลมในพื้นที่ ข้อมูลด้านเทคนิคและราคาของกังหันลม ข้อมูลสภาพพื้นที่โดยทั่วไป การคมนาคมขนส่ง ระบบสายจำหน่ายไฟฟ้า การใช้ประโยชน์พื้นที่รวมถึงข้อมูลกรรมสิทธิ์พื้นที่ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ล้วนเกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายของโครงการทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นการเลือกกังหันลมรวมทั้งตำแหน่งที่ ตั้งของกังหั นลมต้องใช้ข้อมูลดังกล่าวมาพิจารณาร่วมกัน โดยมีเป้าหมาย เพื่อสามารถนำพลังงานลมมาใช้ให้เกิด

ประโยชน์สูงสุดมีค่าใช้จ่ายโครงการที่เหมาะสมแก่การลงทุนและเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

**ขั้นตอนที่ 3 การตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลลมทางสถิติ** ข้อมูลลมที่จำเป็นเพื่อประเมินศักยภาพพลังงานลม ความเร็วลม ทิศทางลม เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศ และเครื่องบันทึกข้อมูล โดยเป็นการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลลมต่อเนื่องอย่างน้อย 12 เดือนและช่วงเวลาทั้งหมดที่ไม่มีข้อมูลไม่ควรเกินร้อยละ 10 ของระยะเวลาที่ทำการตรวจวัด ความเร็วลมและการวัดทิศทางลมเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการประเมินศักยภาพลม เพราะพลังงานลมเป็นสัดส่วนกับความเร็วลม การวัดความเร็วลมควรกระทำมากกว่า 1 ระดับความสูงเพื่อให้ ทราบการเปลี่ยนแปลงความเร็วลมตามความสูง (speed shear) การเปลี่ยนทิศทางลมตามความสูง (Direction shear) ความถี่ของทิศทางลม (Direction frequency) เพื่อประโยชน์ในการคำนวณการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยกังหันลมที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน อีกทั้งยังเป็นการบรรเทาปัญหาในกรณีที่เครื่องวัดความเร็วลมขัดข้องด้วย นอกจากนี้ยังเป็นสิ่งที่สำคัญในการกำหนดตำแหน่งของกังหันลมให้สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศและทิศทางลมการวัดความเร็วลม ซึ่งระดับความสูงต่าง ๆ ที่ควรจะมีการตรวจวัด โดยมีเหตุผลดังนี้

10 เมตร เป็นระดับความสูงมาตรฐานทางอุตุนิยมวิทยาในการตรวจวัดความเร็วลม

40 เมตร เป็นระดับความสูงของสถานีตรวจวัดลมของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และเป็นระดับความสูงเริ่มต้นของกังหันลม (hub) ขนาดไม่น้อยกว่า 500 กิโลวัตต

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

ทั้งนี้จะต้องตรวจวัดอุณหภูมิอากาศ จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการประเมินศักยภาพพลังงานลม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศจะทำให้ความหนาแน่นของอากาศเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และโดยที่ความหนาแน่นของอากาศมีผลต่อพลังงานที่ได้จากลม ซึ่งการวัดอุณหภูมิอากาศมักจะวัดที่ระดับความสูงระหว่าง 2 - 3 เมตร เพียงระดับเดียว ทั้งนี้เนื่องจากค่าเฉลี่ยของอัตราการลดลงของอุณหภูมิตามความสูงที่เพิ่มขึ้นมีค่าประมาณ 0.1 องศาเซลเซียสต่อ 100 เมตร เท่านั้น

### 3.2 พื้นที่ศึกษา

การศึกษาปัจจัยการเลือกที่ตั้งพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process : AHP) กรณี ศึกษาพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มา

ช่วยตัดสินใจปัจจัยการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมให้มีความสำคัญมากน้อยอย่างไร กรณีศึกษาพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยได้มีการศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

1. ารวางแผนเลือกที่ตั้ง
2. แนวคิดและทฤษฎีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Expert Choice
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ แนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น โดยเริ่มจากการศึกษาปัจจัยหลักและปัจจัยรองในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลม ศึกษาการวางแผนเลือกที่ตั้งเพื่อให้ทราบถึงรูปแบบของการเลือกปัจจัยที่ จะนำมาวางแผนเลือกที่ตั้งจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

(1) ปัจจัยเชิงปริมาณ คือปัจจัยด้านเศรษฐกิจที่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเงินได้

(2) ปัจจัยเชิงคุณภาพ คือปัจจัยที่ไม่สามารถประเมินเป็นตัวเลขได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้พบว่าควรเลือกปัจจัยเชิงคุณภาพมาเป็นตัวกำหนดในการเลือกปัจจัยหลักและปัจจัยรองแล้วจึงแบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้น ๆ ชั้นแรกคือ การกำหนดเป้าหมาย (Goal) แล้วจึงกำหนดเกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Subcriteria) และทางเลือก (Alternatives) ตามลำดับ โดยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้ และนำโปรแกรม Expert Choice เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินแบบพหุเกณฑ์ที่อยู่บนพื้นฐานของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) เป็นวิธีการที่มีความสามารถและเข้าใจง่ายในการทำการตัดสินใจที่ใช้ ทั้งข้อมูลที่วัดได้และการตัดสินใจจากผู้ตัดสินใจโดยผ่านกระบวนการของการสร้างการตัดสินในในรูปแบบลำดับชั้น จากนั้นทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ของวัตถุประสงค์และทางเลือกต่าง ๆ ทำให้สามารถพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุดโดยละเอียดซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการคัดเลือกปัจจัยที่นำมาใช้ในการ ศึกษาครั้งนี้ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

## 3.3 วิธีการศึกษา

### 3.2.1 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การสำรวจปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลม โดยการศึกษาครั้งนี้จำ เป็นต้องใช้ ผู้มีประสบการณ์ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างฟาร์มกังหันลม จึงทำให้ผู้ศึกษาต้องเลือกวิธีแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ร่วมกับทฤษฎีการตัดสินใจด้วยวิธีวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น โดยการเลือกผู้มีประสบการณ์ในการก่อสร้างฟาร์มกังหันลมเพื่อตอบ

แบบสอบถาม หลังจากตอบแบบสอบถามก็จะนำข้อมูลที่ได้มาทำแบบสัมภาษณ์ โดยผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 10 ท่านมีดังนี้

| | |
|---|---|
| ตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง | จำนวน 1 ราย |
| ตำแหน่งผู้จัดการโครงการ | จำนวน 2 ราย |
| ตำแหน่งผู้จัดการก่อสร้าง | จำนวน 2 ราย |
| ตำแหน่งผู้จัดการด้านความปลอดภัย | จำนวน 1 ราย |
| ตำแหน่งผู้จัดการด้านคุณภาพ | จำนวน 1 ราย |
| ตำแหน่งรองผู้จัดการก่อสร้าง | จำนวน 1 ราย |
| ตำแหน่งวิศวกรโครงการ | จำนวน 1 ราย |
| ตำแหน่งผู้ชำนาญงาน | จำนวน 1 ราย |

**3.2.2 รูปแบบของการศึกษา**

ในส่วนนี้จะศึกษาถึงปัจจัยกา รคัดเลือกพื้นที่ในการก่อสร้างฟาร์มกังหันลม โดยใช้กระบวนการวิ เคราะห์ ตามลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process : AHP) เข้ามาเป็นเครื่องมือในการช่วยตัดสินใจให้แม่นยำและดียิ่งขึ้น กรณี ศึกษาพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขั้นตอนของการศึกษาจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. กำหนดปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยในการคัดเลือกพื้นที่ ในการก่อสร้างฟาร์มกังหันลม โดยศึกษาจากงานวิจัย บทความ หนังสือ และ ข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกับการจัดหาที่ก่อสร้าง
2. พัฒนาโครงสร้างของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยในการคัดเลือกพื้นที่ในการก่อสร้างฟาร์มกังหันลม และจัดทำแบบสอบถามงานวิจัย
3. นำแบบสอบถามไปให้ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสรางฟาร์มกังหันลมตอบแบบสอบถาม
4. นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบสอบถามมาคัดเลือกปัจจัยที่ได้คะแนนสูงๆ มาทำแบบสัภาษณ์เพื่อให้ ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสัมภาษณ์
5. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดลำดับตามความสำคัญของค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยที่ทางผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินมาในแบบสัมภาษณ์ ด้วยโปรแกรม Expert Choice

**3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล**

หลังจากที่ผู้ศึกษาได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยทำการศึกษาจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่าน ด้วยวิธีสัมภาษณ์ และตอบแบบสอบถาม ผลจากการตอบแบบสอบถามถูกนำมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ตามกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Expert Choice ส่วนในกระบวนการวิ เคราะห์ผลของข้อมูลผู้ศึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลโดยละเอียดทั้งหมด ผู้ศึกษาข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ โดยใช้กระบวนการ AHP คำนวณเพื่อหาความสอดคล้องกันและเป็นแนวทางในการหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

ต่อมาในการคำนวณหาค่าของความสอดคล้องกันของเหตุผลดังที่กล่าวมานั้น เป็นการใช้วิธีการคำนวณหลายชั้น ดังนั้นเพื่อให้การคำนวณง่ายขึ้นและแม่นยำ ผู้ศึกษาได้เลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice ที่ใช้ในการคำนวณ AHP

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 4
# ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลม กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ายังขาดระเบียบแบบแผนในการดำเนินงาน ผู้วิจัยจึงได้ทำการประยุกต์ใช้ กระบวนการเชิงวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process) ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ที่เน้นกระบวนการจัดลำดับความสำคัญให้กับปัจจัย ด้วยเทคนิคของการเปรียบเทียบ ความสำคัญของแต่ละปัจจัยทีละคู่ที่เรียกว่า “Pairwise Comparison” เพื่อนำมาพัฒนาวิธีการคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมที่เหมาะสมและตอบสนองความต้องการของบริษัท ฯ

การวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้คือ การหาค่าลำดับความสำคัญของปัจจัย การวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้มี 2 ส่วน คือ การหาค่าลำดับความสำคัญของปัจจัยจากแบบสอบถาม และการหาค่าลำดับความสำคัญของปัจัยจากแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ โดยการนำคะแนนที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ มาทำการคำนวณวิเคราะห์ค่าความสำคัญโดยใช้โปรแกรม Expert Choice โดยขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 รวบรวมและสรุปผลการสำรวจข้อมูลจากแบบสอบถามโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการวิเคราะห์แบบสอบถาม

4.2 รวบรวมและสรุปผลการสำรวจข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ โดยใช้โปรแกรม Expert choice ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

4.3 ผลการศึกษา และการวิเคราะห์ข้อมูล

## 4.1 รวบรวมและสรุปผลการสำรวจข้อมูลจากแบบสอบถามโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการวิเคราะห์แบบสอบถาม

การศึกษานี้ใช้ดุลยพินิจจากผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 12 ราย กลุ่มตัวอย่างคือ กลุ่มของเจ้าของงาน และกลุ่มของผู้รับเหมา เพื่อนำคะแนนที่ได้จากการให้ Rating Scale มาเลือกปัจจัยในการจัดทำแบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งคะแนนที่เลือกจะเลือกเอาคะแนนปัจจัยที่มีค่ามากที่และมากที่สุด นำมาใช้ในแบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งปัจจัยที่เลือกใช้ในแบบสอบถามมีทั้งหมด 9 ปัจจัยหลัก 30 ปัจจัยรองดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยผลการตอบแบบสอบถามดังแสดงในตารางที่ 4.2 มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 12 ท่าน

ตารางที่ 4.1 ปัจจัยหลักและปัจจัยรองของแบบสอบถาม

| ลำดับ | ปัจจัยหลัก | ปัจจัยรอง |
|---|---|---|
| 1 | ศักยภาพพลังงานลม | ทิศทางลม |
| | | อุณหภูมิอากาศ |
| | | ความเร็วลม |
| | | ปริมาณลมตลอดปี |
| 2 | การใช้ประโยชน์และการอนุญาตให้ใช้พื้นที่ | มูลค่าที่ดิน |
| | | ลักษณะพื้นที่ (โฉนด,ส.ป.ก.,ป่าสงวน |
| | | จำนวนโฉนดที่ดิน |
| 3 | ใกล้กับสถานีไฟฟ้า | ระยะห่างจากสถานีไฟฟ้า |
| | | จำนวนสายถนนเข้าสถานีไฟฟ้า |
| | | ขนาดสถานีไฟฟ้า |
| 4 | ขนาดของพื้นที่เพียงพอต่อความต้องการ | ขนาดพื้นที่ราบลุ่ม |
| | | ความหนาแน่นชุมชนในพื้นที่ |
| | | สิ่งก่อสร้างในพื้นที่ |
| 5 | การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย | จำนวนสายถนนเข้าพื้นที่ |
| | | สภาพถนน |
| | | ลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา,พื้นที่ราบ) |
| 6 | มวลชนสัมพันธ์ | ประสานงานชาวบ้าน |
| | | ประสานงานส่วนราชการท้องถิ่น |
| | | ประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น |
| 7 | สิ่งแวดล้อม | เสียงรบกวน |
| | | ผลกระทบด้านนิเวศวิทยา |
| | | ผลกระทบต่ออาชีพคนในท้องถิ่น |
| 8 | ผลตอบแทนทางการเงิน | ผลประโยชน์เงินลงทุน |
| | | ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย |
| | | ระยะเวลาคืนทุน |
| 9 | เทคโนโลยีกังหันลม | ขนาดกังหันลม |
| | | ราคากังหันลม |
| | | ราคาขนส่ง |
| | | ราคาติดตั้ง |
| | | ราคาบำรุงรักษา |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2 สรุปคะแนนที่ได้จากตอบแบบสอบถาม

| หัวข้อ | ปัจจัยหลัก | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | | 7 | | | 8 | | | 9 | | | | |
| | ศักยภาพพลังงานลม | | | | การใช้ประโยชน์และการอนุญาตให้ใช้พื้นที่ | | | ใกล้กับสถานีไฟฟ้า | | | ขนาดของพื้นที่เพียงพอต่อความต้องการ | | | การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย | | | มวลชนสัมพันธ์ | | | สิ่งแวดล้อม | | | ผลตอบแทนทางการเงิน | | | เทคโนโลยีกังหันลม | | | | |
| | ปัจจัยรอง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 8.1 | 8.2 | 8.3 | 9.1 | 9.2 | 9.3 | 9.4 | 9.5 |
| | ทิศทางลม | อุณหภูมิอากาศ | ความเร็วลม | ปริมาณเมฆคลอคปี | มูลค่าที่ดิน | ลักษณะพื้นที่ (โคนค,ส.ป.ก,ป่าสงวน) | จำนวนโคนต่อต้น | ระยะห่างจากสถานีไฟฟ้า | จำนวนสายเมนเข้าสถานีไฟฟ้า | ขนาดสถานีไฟฟ้า | ขนาดพื้นที่ราบลุ่ม | ความหนาแน่นชุมชนในพื้นที่ | สิ่งก่อสร้างในพื้นที่ | จำนวนสายเมนเข้าพื้นที่ | สภาพเมน | ลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ป่า,พื้นที่ราบ) | ประสานงานชาวบ้าน | ประสานงานส่วนราชการท้องถิ่น | ประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น | เสียงรบกวน | ผลกระทบด้านนิเวศวิทยา | ผลกระทบต่อการใช้พลเมืองในท้องถิ่น | ผลประโยชน์เงินลงทุน | ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย | ระยะเวลาคืนทุน | ขนาดกังหันลม | ราคากังหันลม | ราคาแรงงาน | ราคาติดตั้ง | ราคาบำรุงรักษา |
| ผู้ตอบแบบสอบถามที่ 1 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | 4 | 5 | 3 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| ผู้ตอบแบบสอบถามที่ 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| ผู้ตอบแบบสอบถามที่ 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ผู้ตอบแบบสอบถามที่ 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| ผู้ตอบแบบสอบถามที่ 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ผู้ตอบแบบสอบถามที่ 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ผู้ตอบแบบสอบถามที่ 7 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ผู้ตอบแบบสอบถามที่ 8 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | 2 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| ผู้ตอบแบบสอบถามที่ 9 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| ผู้ตอบแบบสอบถามที่ 10 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 2 | 2 | 5 | 4 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 |
| ผู้ตอบแบบสอบถามที่ 11 | 1 | 2 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 2 | 2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| ผู้ตอบแบบสอบถามที่ 12 | 2 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 |
| ค่าเฉลี่ย | **3.83** | **3.58** | **4.25** | **4.17** | **4.25** | **3.42** | **2.75** | **3.58** | **3.33** | **3.42** | **2.92** | **2.83** | **3.00** | **3.83** | **3.50** | **4.25** | **4.75** | **4.33** | **4.00** | **2.92** | **2.83** | **3.42** | **4.50** | **4.00** | **3.58** | **4.58** | **4.42** | **3.92** | **3.75** | **3.92** |
| รวมค่าเฉลี่ย | **3.96** | | | | **3.47** | | | **3.44** | | | **2.92** | | | **3.86** | | | **4.36** | | | **3.06** | | | **4.03** | | | **4.12** | | | | |
| 1.00 - 1.49 หมายถึง น้อยที่สุด | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.50 - 2.49 หมายถึง น้อย | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.50 - 3.49 หมายถึง ปานกลาง | | | | | **ปานกลาง** | | | **ปานกลาง** | | | **ปานกลาง** | | | | | | | | | **ปานกลาง** | | | | | | | | | | |
| 3.50 - 4.49 หมายถึง มาก | **มาก** | | | | | | | | | | | | | **มาก** | | | **มาก** | | | | | | **มาก** | | | **มาก** | | | | |
| 4.50 - 5.00 หมายถึง มากที่สุด | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

จากตารางที่ 4.2 สรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีคะแนนมากและมากที่สุดจะถูกนำไปใช้ในแบบสัมภาษณ์ดังนี้

1. ปัจจัยหลักด้านศักยภาพพลังงานลม
   - ปัจจัยรองทิศทางลม
   - ปัจจัยรองอุณหภูมิอากาศ
   - ปัจจัยรองความเร็วลม
   - ปัจจัยรองปริมาณลมตลอดปี
2. ปัจจัยหลักด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย
   - ปัจจัยรองจำนวนสายถนนเข้าพื้นที่
   - ปัจจัยรองสภาพถนน
   - ปัจจัยรองลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา,พื้นที่ราบ)
3. ปัจจัยหลักด้านมวลชนสัมพันธ์
   - ปัจจัยรองประสานงานชาวบ้าน
   - ปัจจัยรองประสานงานส่วนราชการท้องถิ่น
   - ปัจจัยรองประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น
4. ปัจจัยหลักด้านผลตอบแทนทางการเงิน
   - ปัจจัยรองผลประโยชน์เงินลงทุน
   - ปัจจัยรองต้นทุนพลังงานต่อหน่วย
   - ปัจจัยรองระยะเวลาคืนทุน
5. ปัจจัยหลักด้านเทคโนโลยีกังหันลม
   - ปัจจัยรองขนาดกังหันลม
   - ปัจจัยรองราคากังหันลม
   - ปัจจัยรองราคาขนส่ง
   - ปัจจัยรองราคาติดตั้ง
   - ปัจจัยรองราคาบำรุงรักษา

## 4.2 รวบรวมและสรุปผลการสำรวจข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ โดยใช้โปรแกรม Expert choice ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

หลังจากที่ได้ข้อมูลจากแบบสอบถาม จึงนำมาสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญและแบบจำลอง AHP บนคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Expert Choice ดังแสดงในรูปที่ 4.3 เมื่อสร้างแบบจำลองโดยใช้มาตรวัดมูลฐาน 1-9 จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาพิมพ์แบบสอบถามลงบน

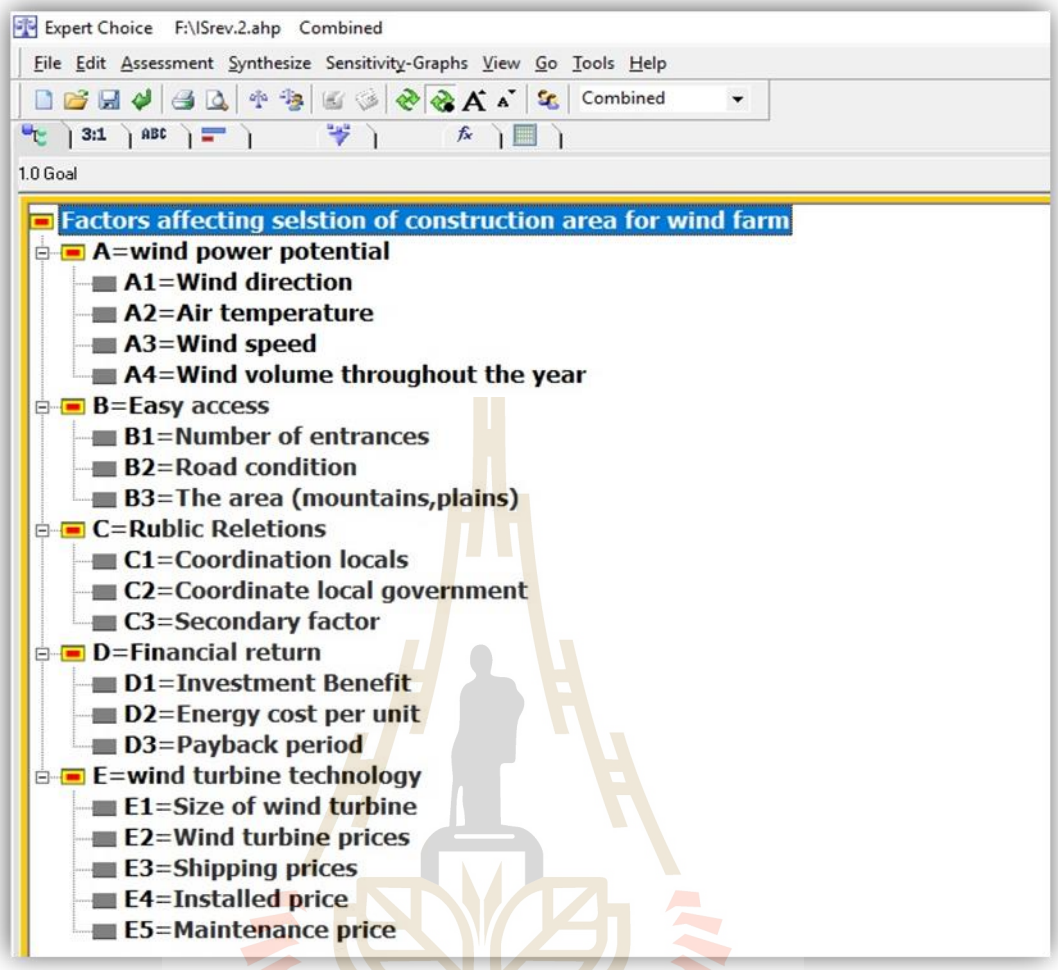
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กระดาษให้ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสัมภาษณ์ เมื่อเก็บข้อมูลเสร็จ ก็นำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงในโปรแกรม Expert Choice และให้โปรแกรมคำนวณค่าน้ำหนัก และอัตราส่วนความสอดคล้องของดุลยพินิจ หากค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของดุลยพินิจที่ได้เกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ ผู้ประเมินจะต้องปรับเปลี่ยนดุลยพินิจใหม่จนกว่าอัตราส่วนความสอดคล้องจะอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

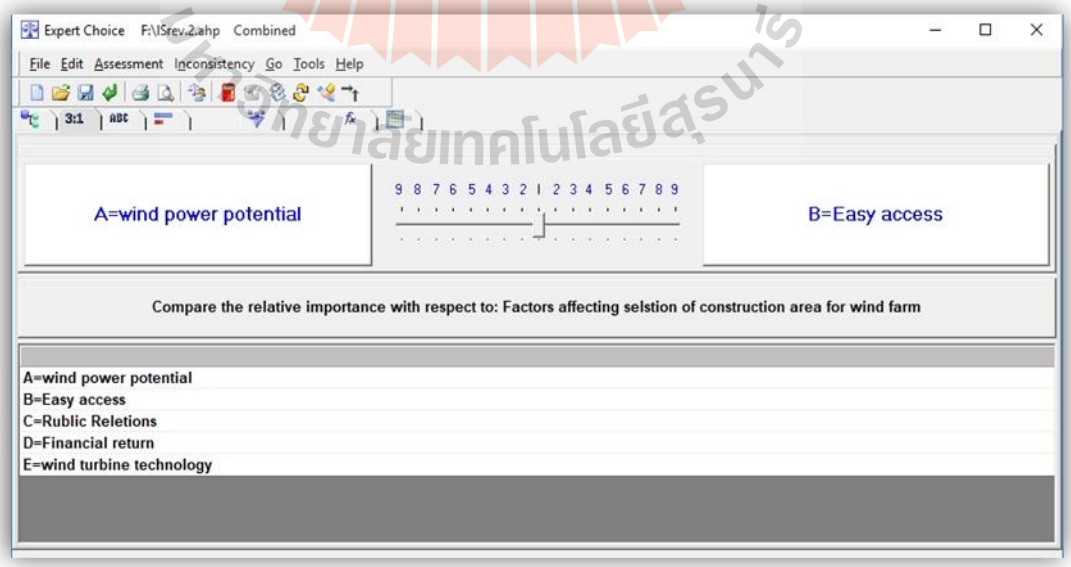
ตารางที่ 4.3 รายละเอียดของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า

| เกณฑ์ที่ | สัญลักษณ์ | เกณฑ์การตัดสินใจหลัก | สัญลักษณ์ | เกณฑ์การตัดสินใจย่อย |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **A** | **ปัจจัยด้านศักยภาพพลังงานลม** จะใช้พิจารณาเปรียบเทียบด้านลักษณะของลมประจำปี | **A1** | ทิศทางลม |
| | | | **A2** | อุณหภูมิอากาศ |
| | | | **A3** | ความเร็วลม |
| | | | **A4** | ปริมาณลมตลอดปี |
| 2 | **B** | **ปัจจัยด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย** จะใช้พิจารณาเปรียบเทียบด้านลักษณะถนนท้องถิ่นในพื้นที่ก่อสร้าง | **B1** | จำนวนสายถนนเข้าพื้นที่ |
| | | | **B2** | สภาพถนน |
| | | | **B3** | ลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา,พื้นที่ราบ) |
| 3 | **C** | **ปัจจัยด้านมวลชนสัมพันธ์** จะใช้พิจารณาเปรียบเทียบด้านการประสานงานกับผู้ที่เกี่ยวข้องท้องถิ่น | **C1** | ประสานงานชาวบ้าน |
| | | | **C2** | ประสานงานส่วนราชการท้องถิ่น |
| | | | **C3** | ประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น |
| 4 | **D** | **ปัจจัยด้านผลตอบแทนทางการเงิน** จะใช้พิจารณาเปรียบเทียบด้านการเงินต่างๆ | **D1** | ผลประโยชน์เงินลงทุน |
| | | | **D2** | ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย |
| | | | **D3** | ระยะเวลาคืนทุน |
| 5 | **E** | **ปัจจัยด้านเทคโนโลยีกังหันลม** จะใช้พิจารณาเปรียบเทียบด้านคุณลักษณะและความคุ้มค่าของกังหันลม | **E1** | ขนาดกังหันลม |
| | | | **E2** | ราคากังหันลม |
| | | | **E3** | ราคาขนส่ง |
| | | | **E4** | ราคาติดตั้ง |
| | | | **E5** | ราคาบำรุงรักษา |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี




รูปที่ 4.1 โครงสร้างของแบบจำลอง AHP ที่สร้างบนโปรแกรม Expert Choice




รูปที่ 4.2 ตัวอย่างแบบสอบถามที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม Expert Choice

รายละเอียดของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ท่านที่ 1 ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้างพลังงานทดแทน

ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ท่านที่ 2 ตำแหน่ง ผู้จัดการโครงการ

ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ท่านที่ 3 ตำแหน่ง ผู้จัดการโครงการ

ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ท่านที่ 4 ตำแหน่ง ผู้จักการก่อสร้าง

ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ท่านที่ 5 ตำแหน่ง ผู้จัดการก่อสร้าง

ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ท่านที่ 6 ตำแหน่ง ผู้จัดการความปลอดภัย

ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ท่านที่ 7 ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายคุณภาพ

ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ท่านที่ 8 ตำแหน่ง รองผู้จัดการก่อสร้าง

ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ท่านที่ 9 ตำแหน่ง หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการ

ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ท่านที่ 10 ตำแหน่ง วิศวกรโครงการ

การวิจัยในครั้งนี้คัดเลือกผู้ที่จะมาทำแบบสัมภาษณ์ 10 ท่าน จากบริษัทเจ้าของงานและบริษัทผู้รับเหมา เป็นผู้มีประสบการณ์ในงานก่อสร้างฟาร์มกังหันลมโดยตรง ทำให้ทราบถึงพฤติกรรม ลักษณะการทำงานมากที่สุด ตัวอย่างการตอบแบบสัมภาษณ์ จากแบบสัมภาษณ์ที่แสดงไว้เป็นตัวอย่างข้างล่างตารางที่ 4.4 ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์จะต้องพิจารณาให้ ค่าความสำคัญของปัจจัยเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยตัวอื่นในแต่ละแถวของตาราง ตัวอย่างเช่น ในการเปรียบเทียบปัจจัย A กับ B ถ้าท่านมีความเห็นว่า A “มีความสำคัญมากกว่าระดับปานกลาง” มากกว่า B แล้วคำตอบของท่านจะเป็น “5” ทางด้านมากกว่า ในการเปรียบเทียบปัจจัย A กับ C ถ้าท่านมีความเห็นว่า A “มีความสำคัญมากกว่าในระดับค่อนข้างมาก” มากกว่า C แล้วคำตอบของท่าน จะเป็น 7” ทางด้านน้อยกว่าหลังจากนั้นจะนำข้อมูลไปลงในโปรแกรม Expert chioce

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่าง การเปรียบเทียบระดับความสำคัญของปัจจัยแต่ละคู่

| ปัจจัยหลัก | | คะแนนเปรียบเทียบของปัจจัยหลัก | | | | | | | | | | | | | | | | | ปัจจัยหลัก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | A | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** ✓ | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | B |
| 2 | A | **9** | **8** | **7** ✓ | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | C |

การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย หลังจากที่ได้ส่งแบบสัมภาษณ์ไปยังผู้เชี่ยวชาญเพื่อเก็บข้อมูลให้ ได้ตามวัตถุประสงค์แล้ว ในการประมวลผลข้อมูลให้เกิดความรวดเร็ว

แม่นยำและง่ายต่อการ ตัดสินใจจึงได้นำเครื่องมือและวิธีการช่วยสนับสนุนการตัดสินใจมาประยุกต์ใช้ โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice ซึ่งเป็นระบบวิเคราะห์การตัดสินใจสำหรับผู้ตัดสินใจหลายท่าน ที่มีพื้นฐานมาจากเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตจากข้อมูล แบบสัมภาษณ์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประมวลผล และการตัดสินใจ ซึ่งนอกจากการวิเคราะห์ เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันแล้ว ยังสามารถตรวจสอบความ สอดคล้องของข้อมูลที่จะใช้สำหรับการตัดสินใจด้วย ผู้ตัดสินใจจะทำการให้คะแนนโดยใช้ ประสบการณ์จากการทำงานและแนวความคิดที่เป็นอิสระของผู้ตัดสินใจแต่ละท่านซึ่งมี ประสบการณ์การทำงานในงานก่อสร้างฟาร์มกังหันลมไม่ต่ำกว่า 3 ปี และผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้ทราบ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจ ซึ่งกระบวนการคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนัก ความสำคัญนั้นอาศัยหลักคณิตศาสตร์ เรียกว่าไอเกนและเมตริกซ์ของไอเกนเวคเตอร์ที่จะแสดงการ เปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ ๆ ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถเปรียบเทียบได้ง่ายและจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ ถูกต้องแม่นยำ

นอกจากวิเคราะห์เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแต่ละตัวที่มีความสัมพันธ์กันแล้ว โปรแกรม Expert Choice ยังสามารถตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล ซึ่งวัดค่าความสอดคล้องของข้อมูลนี้เป็นประโยชน์สำหรับการตรวจสอบหาความผิดพลาดที่เกิดจากการป้อนข้อมูลที่กำลังทำการตัดสินใจเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละชุด ซึ่งการที่ข้อมูลมีความสอดคล้องก็เสมือนความคิดของผู้ตัดสินใจแต่ละท่านเป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยแสดงผลอยู่ในรูปแบบอัตราส่วนความไม่สอดคล้องถ้ามีค่าประมาณ 0.1 หรือร้อยละ 10 หรือน้อยกว่าจะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ ที่ยอมรับได้และเป็นสิ่งจำเป็นต่อการตัดสินใจที่แสดงถึงผลลัพธ์ที่มีความเชื่อถือได้

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลสำหรับการศึกษานี้

ขั้นตอนที่ 1 : การแนะนำและชี้แจงข้อมูล

ผู้ศึกษาได้ทำการ นัดชี้แจงกลุ่มผู้ประเมินเพื่อนำเสนอข้อมูลและแบบจำลอง และอธิบายเรื่องทฤษฎี AHP (Analysis Hierarchy Process) และความหมายของมาตราวัดมูลฐาน พร้อมทั้งวิธีประเมิน และยกตัวอย่างการประเมินเพื่อประกอบการพิจารณา เนื่องจาก AHP เป็นทฤษฎีที่ยังไม่มีใครเข้าใจอย่างชัดเจน เพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อนจากการประเมิน และแจ้งถึงผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย รวมถึงการตอบข้อซักถามต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 2 : การเก็บข้อมูลผ่านแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ผู้ศึกษาเก็บข้อมูลดุลยพินิจเชิงเปรียบเทียบคู่จากผู้ประเมินแต่ละรายผ่านแบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ โดยการทำแบบสัมภาษณ์จะเริ่มจากการถามเชิงเปรียบเทียบในส่วนย่อยซึ่งอยู่ในลำดับท้ายสุดของโครงสร้างลำดับชั้นก่อน แล้วจึงทำแบบสัมภาษณ์ในลำดับชั้นที่เหนือขึ้นไป

ตามลำดับ กล่าวคือ ผู้ประเมินจะพิจารณาเปรียบเทียบคู่เกณฑ์ย่อยในระดับที่สาม เมื่อเทียบเกณฑ์หลักแต่ละตัวที่อยู่ในระดับที่สอง เมื่อผู้ประเมินได้พิจารณาเปรียบเทียบคู่เกณฑ์ย่อยหมดแล้ว ต่อไปจะทำการพิจารณาเปรียบเทียบคู่เกณฑ์หลักซึ่งอยู่ในระดับชั้นที่สองเทียบกับเป้าหมายในระดับชั้นที่หนึ่ง ซึ่งก็คือ การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการควบคุมคุณภาพงานก่อสร้างถนน โครงการกังหันลมวะตะแบก

ขั้นตอนที่ 3 : การตรวจสอบความสอดคล้องของดุลยพินิจ

ผู้ศึกษาได้นำข้อมูลดุลยพินิจที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญไปบันทึกลงในโปรแกรม Expert Choice เพื่อตรวจสอบค่าความสอดคล้องของดุลยพินิจ (C.R.) ของผู้ประเมินแต่ละราย ซึ่งค่าความสอดคล้องของดุลยพินิจของผู้ประเมินแต่ละรายในแต่ละกลุ่มคำถาม ดังตารางที่ 4.5

ในการพิจารณาปัญหาต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ผู้ประเมินควรมีดุลยพินิจที่สอดคล้องกันภายในตนเอง ในการวิเคราะห์โดยใช้วิธี AHP ใช้การเปรียบเทียบคู่ซึ่งข้อมูลที่ได้ควรมีความสอดคล้องกันของดุลยพินิจของผู้ประเมินแต่ละคน แม้ว่า AHP ไม่ได้บังคับให้ดุลยพินิจของผู้ประเมินต้องสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์ แต่โดยทั่วไปแล้วหาระดับความสอดคล้องในแต่ละดุลยพินิจไม่เกิน 10 % จะเป็นสิ่งที่ยอมรับได้ ซึ่งทำให้ข้อมูลนั้น ๆ เป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ และความไม่สอดคล้องของดุลยพินิจอาจเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เช่น การขาดข้อมูลของแต่ละบุคคล ขาดความเอาใจใส่ โครงสร้างแบบจำลองไม่เหมาะสม และความแปรปรวนแบบสุ่มที่เกิดขึ้นได้ตามปกติ เป็นต้น อย่างไรก็ตามการพยายามทำให้ค่า C.R. ต่ำ ไม่ใช่เป้าหมายของการเปรียบเทียบคู่ตราบที่ดุลยพินิจนั้น ๆ มีความถูกต้อง ดังตารางที่ 4.5 แสดงดุลยพินิจที่ C.R. ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน AHP

ขั้นตอนที่ 4 : การปรับเปลี่ยนดุลยพินิจ

เมื่อตรวจสอบความสอดคล้องของดุลยพินิจแล้วพบว่า ค่า C.R. ของดุลยพินิจยังไม่ผ่านเกณฑ์ ผู้ศึกษาจะนัดพบผู้ประเมินอีกครั้ง เพื่อให้ผู้ประเมินทบทวนดุลยพินิจของตนเองใหม่ โดยในการทบทวนดุลยพินิจครั้งนี้ จะทำพร้อมกันกับทำผ่านโปรแกรม Expert Choice โดยตรง เพื่อให้โปรแกรมคำนวณค่า C.R. ออกมาทันทีที่มีการแก้ไขข้อมูล จนกระทั่งเมื่อค่า C.R. อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ซึ่งข้อดีของการเก็บข้อมูลผ่านโปรแกรม Expert Choice นั้น จะช่วยให้ผู้ประเมินสามารถปรับเปลี่ยนดุลยพินิจของตนเองได้ทันที หากผู้ประเมินเห็นว่าผลลัพธ์ที่โปรแกรมแสดงออกมาไม่สอดคล้องกับความเห็นของตน โปรแกรม Expert Choice สามารถระบุดุลยพินิจที่มีอิทธิพลต่อความไม่สอดคล้องที่สูงกว่าดุลยพินิจคู่อื่นๆ ตัวอย่างเช่น เมื่อโปรแกรมระบุดุลยพินิจไม่สอดคล้องสูงที่สุด ($1^{st}$) ผู้ประเมินจะต้องตัดสินใจว่าจะปรับดุลยพินิจในการเปรียบเทียบคู่ใหม่อีกครั้งหรือไม่ ถ้าหากผู้ประเมินไม่ประสงค์ที่จะเปลี่ยนดุลยพินิจ ผู้ประเมินอาจขอดูดุลยพินิจที่ไม่สอดคล้องใน

ลำดับรองลงมา เช่น 2nd และ 3rd ตามลำดับ ผู้ประเมินอาจจะเปลี่ยนแปลงดุลยพินิจตามลำดับที่เสนอโดยโปรแกรมจนกระทั่งได้ค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งค่าความสอดคล้องของดุลยพินิจของผู้ประเมินแต่ละรายในแต่ละกลุ่มคำถามหลังมีการปรับเปลี่ยนดุลยพินิจดังตารางที่ 4.4 ความเห็นของผู้ประเมินหลาย ๆ รายสามารถนำมารวมกันเป็นความเห็นของกลุ่มได้โดยวิธี ฉันทามติ (Consensus) หรือวิธีค่าเฉลี่ยเราขาคณิต (Geometric Mean) ดุลยพินิจของผู้ประเมินแต่ละรายจะถูกรวมเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้ค่าดุลยพินิจกลุ่ม หากชุดดุลยพินิจของผู้ประเมินแต่ละรายผ่านเกณฑ์อัตราส่วนความสอดคล้อง (Saaty,1990) ในการศึกษานี้ ผู้ประเมินแต่ละรายให้ดุลยพินิจที่เป็นอิสระต่อกัน (แยกประเมินเป็นรายบุคคล) ดังนั้นดุลยพินิจกลุ่มจึงสามารถคำนวณได้โดยวิธีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต ซึ่งมนการศึกษานี้ผลลัพธ์ของดุลยพินิจรวมได้มาจากการคำนวณโดยอัตโนมัติของโปรแกรม Expert Choice

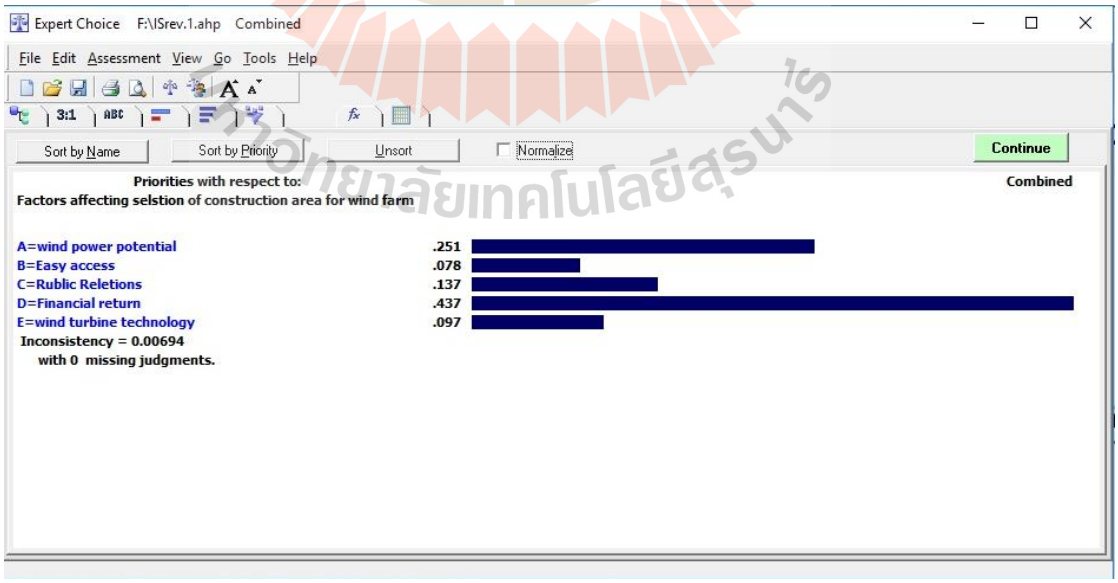
ค่าความสอดคล้องของดุลยพินิจที่ได้จากการทำแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ค่า CR ที่ได้จากการคำนวณ ไม่ควรเกิน 10% CR $\leq$ 0.10 (สำหรับการวินิจฉัยของปัจจัยที่มี 5 ปัจจัยขึ้นไป)

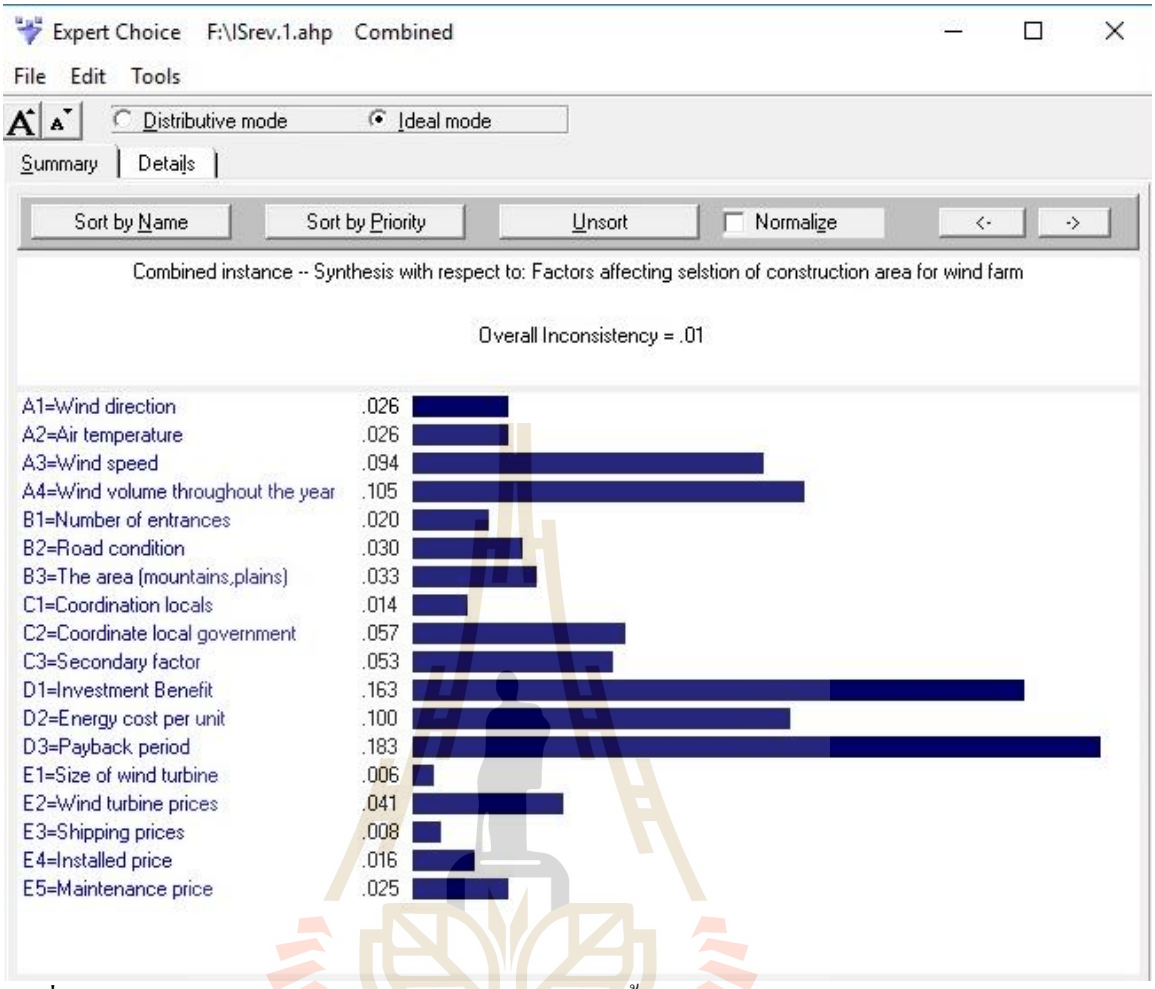
ค่า CR ที่ได้จากการคำนวณ ไม่ควรเกิน 9% CR $\leq$ 0.09 (สำหรับการวินิจฉัยของปัจจัยที่มี 4 ปัจจัย)

ค่า CR ที่ได้จากการคำนวณ ไม่ควรเกิน 5% CR $\leq$ 0.05 (สำหรับการวินิจฉัยของปัจจัยที่มี 3 ปัจจัย)

ถ้าค่า CR ที่ได้จากการคำนวณได้เกินกว่ามาตรฐานดังกล่าว หมายความว่า การวินิจฉัยไม่มีความสอดคล้องกันของเหตุผล ดังนั้น ผู้ตัดสินใจจะต้องทบทวนการวินิจฉัยใหม่อีกครั้ง




รูปที่ 4.3 ค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัยหลักทั้ง 5 ปัจจัยโดยใช้โปรแกรม Expert Choice




รูปที่ 4.4 ค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัยรองทั้ง 18 ปัจจัยโดยใช้โปรแกรม Expert Choice

ตารางที่ 4.5 ค่าความสอดคล้องของดุลยพินิจที่ได้จากการทำแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

| ชุดคำถามย่อย | จำนวนคำถาม | C.R. ที่ยอมรับ | C.R. ของผู้ประเมิน | | | | | | | | | | ค่าเฉลี่ย CR | ผ่านเกณฑ์ (คน) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า | 18 | 0.090 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.04 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.05 | 0.07 | 10 |
| ศักยภาพพลังงานลม | 4 | 0.090 | 0.06 | 0.02 | 0.09 | 0.01 | 0.07 | 0.09 | 0.06 | 0.06 | 0.01 | 0.04 | 0.05 | 10 |
| การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย | 3 | 0.050 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.07 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 10 |
| มวลชนสัมพันธ์ | 3 | 0.050 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.01 | 10 |
| ผลตอบแทนทางการเงิน | 3 | 0.050 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 10 |
| เทคโนโลยีกังหันลม | 5 | 0.090 | 0.07 | 0.09 | 0.05 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.06 | 0.09 | 0.09 | 0.06 | 0.07 | 10 |

**4.3 ผลการศึกษา และการวิเคราะห์ข้อมูล**

ผลลัพธ์ที่แสดงในบทนี้ เป็นผลมาจากการรวมดุลยพินิจของผู้ประเมินจำนวน 10 ราย ที่เข้าร่วมในการวิเคราะห์การจัดลำดับปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการวิเคราะห์อยู่ในรูปแบบ การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผ่านการเปรียบเทียบคู่ระหว่างเกณฑ์ย่อยและเกณฑ์หลัก การวิเคราะห์ข้อมูลนี้ใช้โปรแกรม Expert Choice ในการคำนวณวิธี AHP ช่วยในการวิเคราะห์และจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ต่าง ๆ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

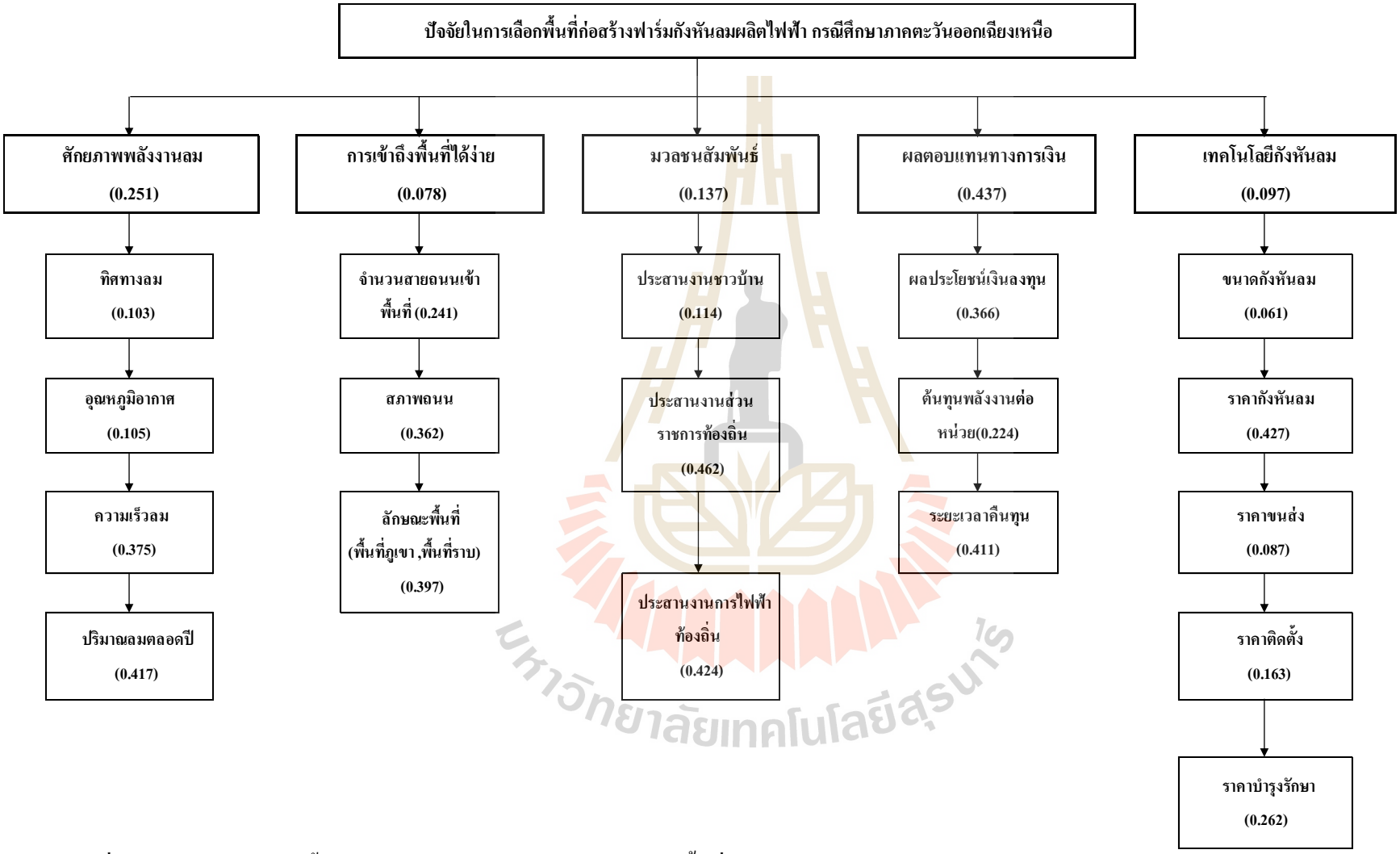
ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยวิธี AHP

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญเกณฑ์หลักและเกณฑ์ย่อยของปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ส่วนที่ 3 ผลการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

**4.3.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยวิธี AHP**

ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลอง AHP แสดงให้เห็นถึงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลักและเกณฑ์ย่อยต่าง ๆ ของปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยและเกณฑ์หลักของแบบจำลองในการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป้าหมายของแบบจำลองนี้คือ การวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยและเกณฑ์หลักเพื่อจัดลำดับความสำคัญปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนประกอบในระดับที่สองระบุเกณฑ์หลัก 5 ด้าน และส่วนย่อยในระดับที่สาม แสดงเกณฑ์ย่อยที่ได้จากการทบทวนงานวิจัย และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้บริหาร ผู้ออกแบบและผู้ควบคุมงาน เป็นผู้มีประสบการณ์ในงานก่อสร้างถนน ตัวเลขในวงเล็บแสดงค่าระดับความสำคัญของส่วนย่อยแต่ละส่วนที่ได้จากการสังเคราะห์โดยวิธี AHP ซึ่งแสดงค่าน้ำหนักของส่วนย่อยต่าง ๆ

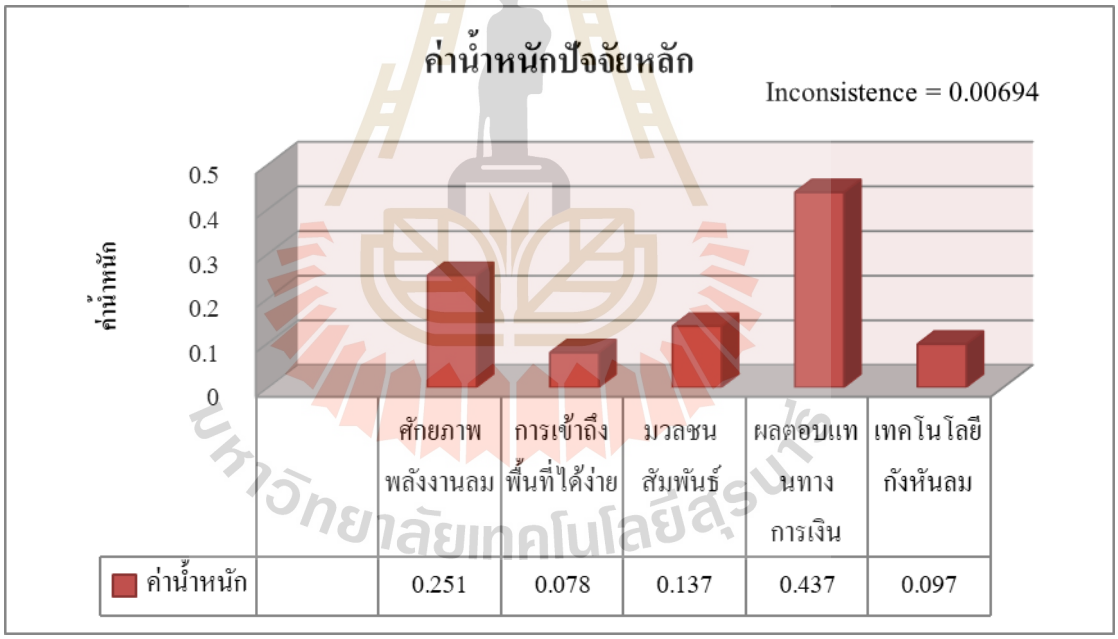



รูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

### 4.3.2 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญเกณฑ์หลักและเกณฑ์ย่อยของปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

#### 4.3.2.1 ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลัก

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ค่าน้ำหนักของเกณฑ์หลักของปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่าน จากการวิเคราะห์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) โดยคำนวณจากโปรแกรม Expert Choice พบว่า ด้านผลตอบแทนทางการเงิน (43.70%) เป็นเกณฑ์หลักที่สำคัญที่สุด เกณฑ์หลักที่สำคัญรองลงมาคือ ด้านศักยภาพพลังงานลม (25.10%) ด้านมวลชลสัมพันธ์ (13.70%) ด้านเทคโนโลยีกังหันลม (9.70%) และเกณฑ์หลักที่สำคัญน้อยที่สุดคือ ด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย (7.80%) โดยมีค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง (Inconsistency Index)เท่ากับ 0.00694 และค่าที่ได้ไม่เกิน 0.10 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง ดังรูปที่ 4.6

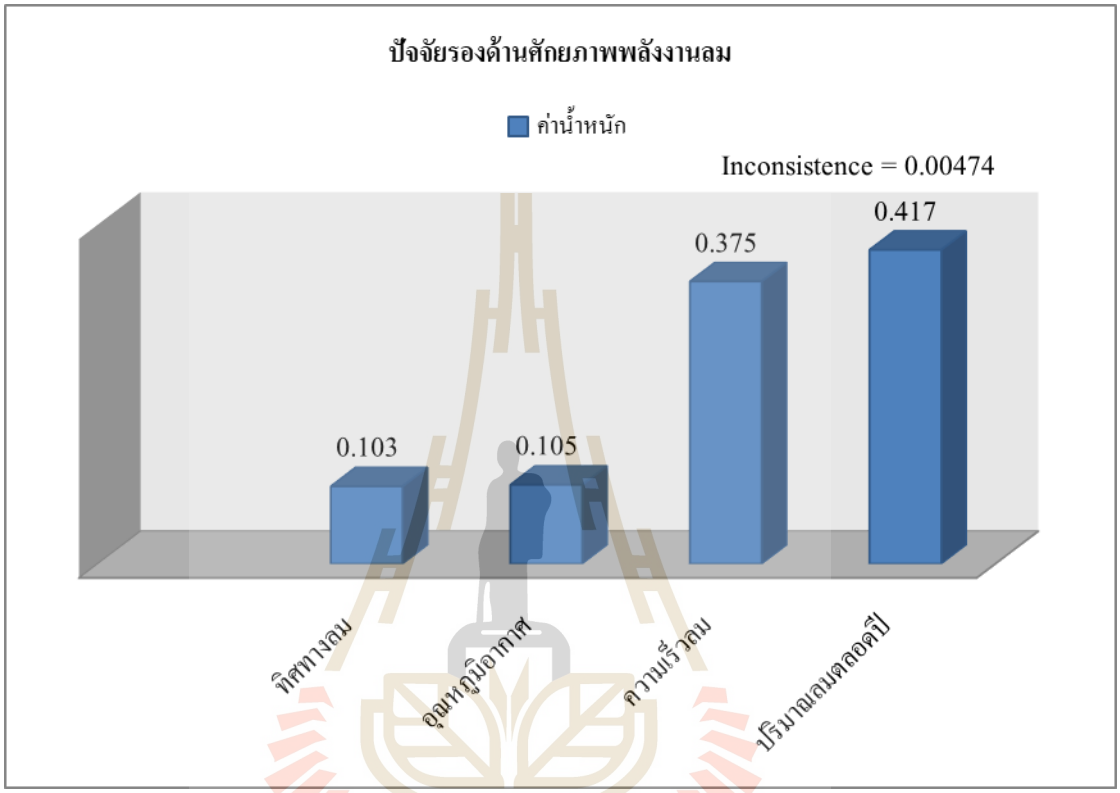



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลักปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

#### 4.3.2.2 ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อย

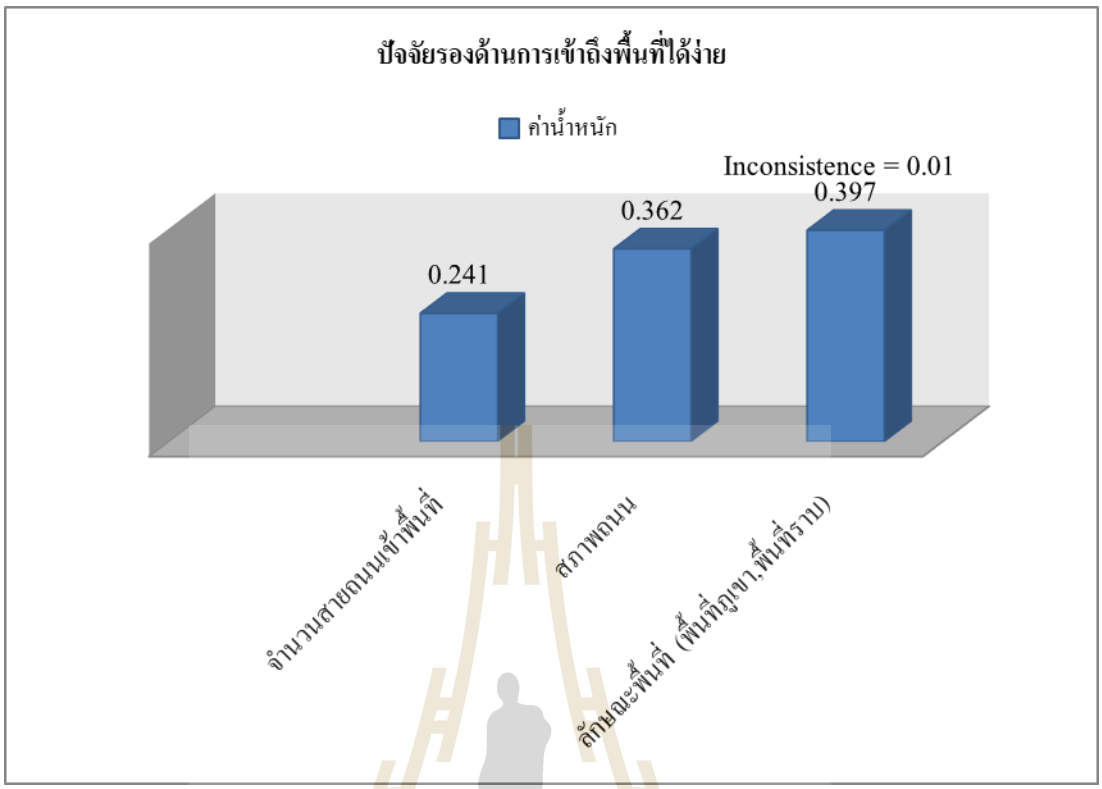
ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยด้านศักยภาพพลังงานลม จากการวิเคราะห์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) โดยคำนวณจากโปรแกรม Expert Choice พบว่า ด้านปริมาณลมต่อปี (41.70%) เป็นเกณฑ์หลักที่สำคัญที่สุด เกณฑ์หลักที่สำคัญรองลงมาคือ ด้าน

ความเร็วลม (37.50%) ด้านอุณหภูมิอากาศ (10.50%) และเกณฑ์หลักที่สำคัญน้อยที่สุดคือ ด้านทิศทางลม (10.30%) โดยมีค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง (Inconsistency Index) เท่ากับ 0.00474 และค่าที่ได้ไม่เกิน 0.10 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง ดังรูปที่ 4.7



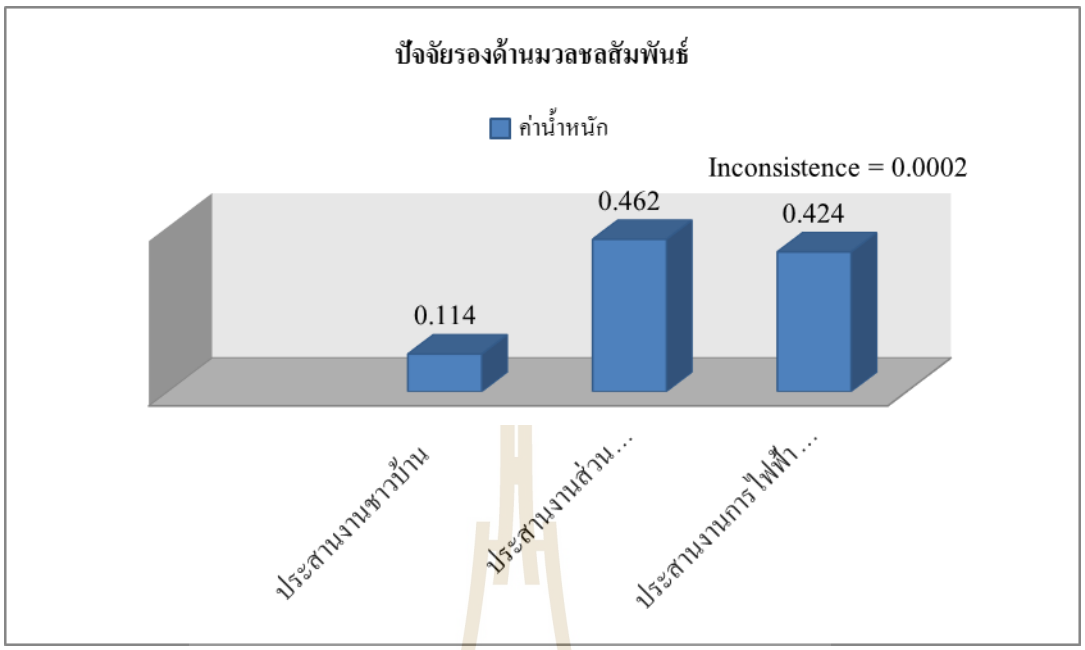

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์รองปัจจัยด้านศักยภาพพลังงานลมในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย จากการวิเคราะห์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) โดยคำนวณจากโปรแกรม Expert Choice พบว่าด้านลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา,พื้นที่ราบ) (39.70%) เป็นเกณฑ์หลักที่สำคัญที่สุด เกณฑ์หลักที่สำคัญรองลงมาคือ ด้านสภาพถนน (36.20%) และเกณฑ์หลักที่สำคัญน้อยที่สุดคือ ด้านจำนวนสายถนนเข้าพื้นที่ (24.10%) โดยมีค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง (Inconsistency Index) เท่ากับ 0.01 และค่าที่ได้ไม่เกิน 0.10 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง ดังรูปที่ 4.8



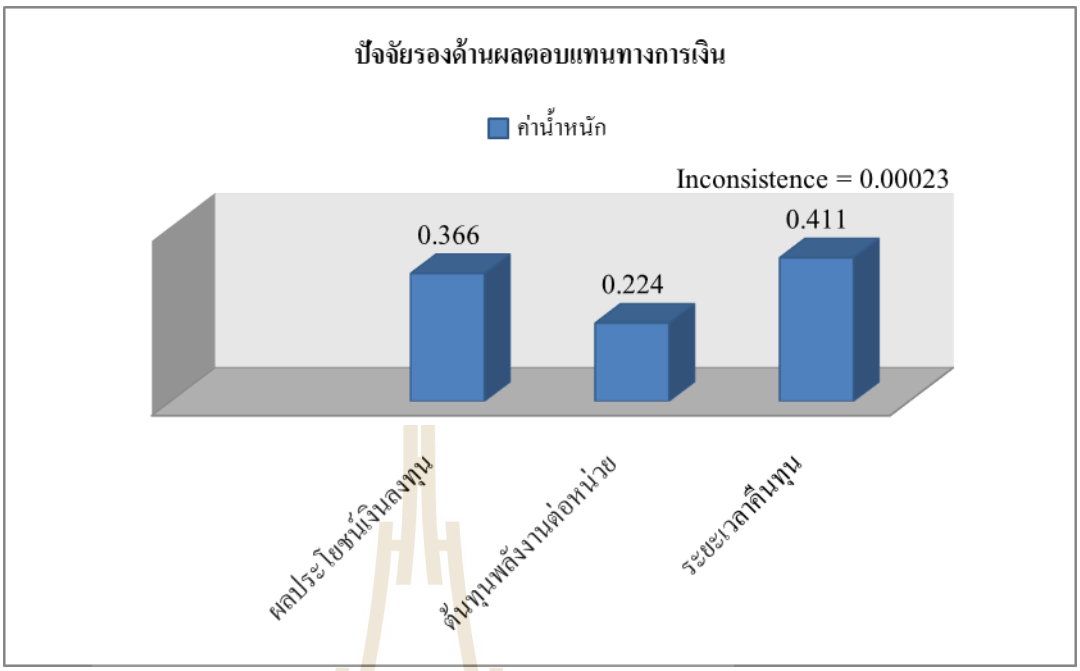

รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์รองปัจจัยด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่ายในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยด้านมวลชลสัมพันธ์ จากการวิเคราะห์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) โดยคำนวณจากโปรแกรม Expert Choice พบว่า ด้านประสานงานส่วนราชการท้องถิ่น (42.40%) เป็นเกณฑ์หลักที่สำคัญที่สุด เกณฑ์หลักที่สำคัญรองลงมาคือ ด้านประสานงานส่วนการไฟฟ้าท้องถิ่น (42.40%) และเกณฑ์หลักที่สำคัญน้อยที่สุด คือ ด้านประสานงานชาวบ้าน (11.40%) โดยมีค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง (Inconsistency Index)เท่ากับ 0.0002 และค่าที่ได้ไม่เกิน 0.10 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง ดังรูปที่ 4.9



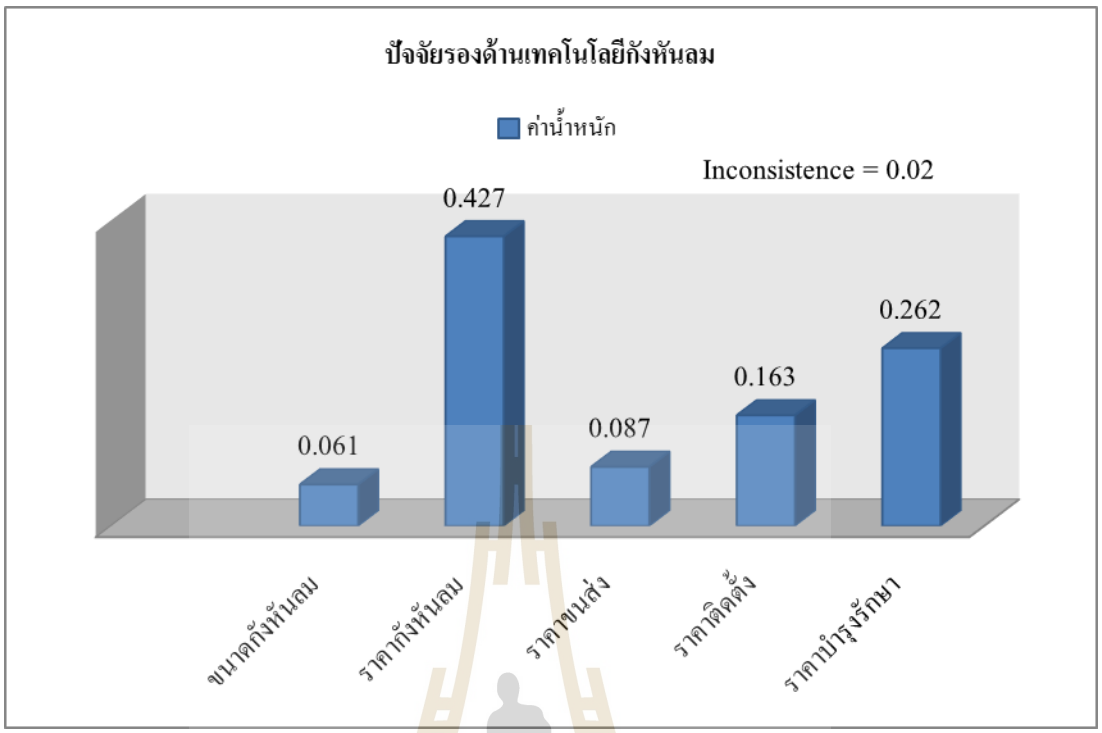

รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์รองปัจจัยด้านมวลชลสัมพันธ์ในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยด้านผลตอบแทนทางการเงิน จากการวิเคราะห์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) โดยคำนวณจากโปรแกรม Expert Choice พบว่า ด้านระยะเวลาคืนทุน (41.10%) เป็นเกณฑ์หลักที่สำคัญที่สุด เกณฑ์หลักที่สำคัญรองลงมาคือ ด้านผลประโยชน์เงินลงทุน (36.60%) และเกณฑ์หลักที่สำคัญน้อยที่สุดคือ ด้านต้นทุนพลังงานต่อหน่วย (22.40%) โดยมีค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง (Inconsistency Index) เท่ากับ 0.00023 และค่าที่ได้ไม่เกิน 0.10 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง ดังรูปที่ 4.10




รูปที่ 4.10 กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์รองปัจจัยด้านผลตอบแทนทางการเงินในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

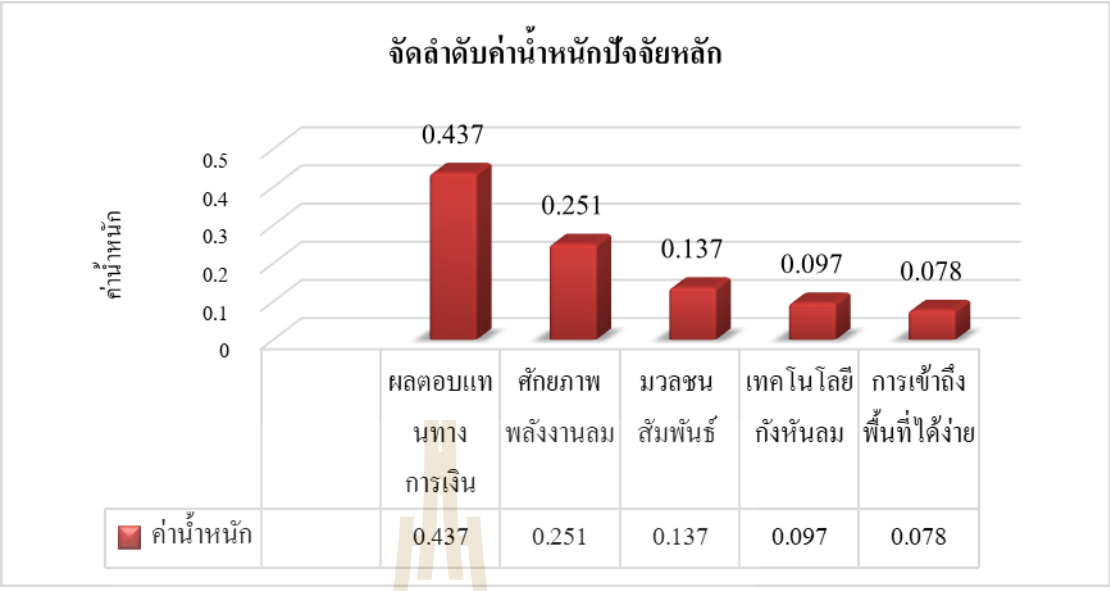
ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยด้านเทคโนโลยีกังหันลม จากการวิเคราะห์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) โดยคำนวณจากโปรแกรม Expert Choice พบว่า ด้านราคากังหันลม (42.70%) เป็นเกณฑ์หลักที่สำคัญที่สุด เกณฑ์หลักที่สำคัญรองลงมาคือ ด้านราคาบำรุงรักษา (26.20%) ด้านราคาติดตั้ง (16.30%) ด้านราคาขนส่ง (8.70%) และเกณฑ์หลักที่สำคัญน้อยที่สุดคือ ด้านขนาดกังหันลม (6.10%) โดยมีค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง (Inconsistency Index) เท่ากับ 0.02 และค่าที่ได้ไม่เกิน 0.10 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง ดังรูปที่ 4.11




รูปที่ 4.11 กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์รองปัจจัยด้านเทคโนโลยีกังหันลมในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

**4.3.3 ผลการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**

**เกณฑ์หลัก** จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นได้แสดงให้เห็นว่า ด้านผลตอบแทนทางการเงิน (43.70%) เป็นเกณฑ์หลักที่สำคัญที่สุด เกณฑ์หลักที่สำคัญรองลงมาคือ ด้านศักยภาพพลังงานลม (25.10%) ด้านมวลชลสัมพันธ์ (13.70%) ด้านเทคโนโลยีกังหันลม (9.70%) และเกณฑ์หลักที่สำคัญน้อยที่สุดคือ ด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย (7.80%) ดังแสดงในกราฟ ดังรูปที่ 4.12




รูปที่ 4.12 กราฟจัดลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลักแสดงน้ำหนักจากมากสุดไปหาน้อยสุด ด้านปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

**เกณฑ์รอง** จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นได้แสดงให้เห็นว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยจากเกณฑ์หลักต่าง ๆ ในการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยการคำนวณจากโปรแกรม Expert Choice ผู้ศึกษาได้ทำการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญด้วยค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของเกณฑ์ย่อยต่าง ๆจำนวน 18 เกณฑ์ ตามตารางที่ 4.6 และกราฟแสดงลำดับความสำคัญของเกณฑ์ย่อยดังรูปที่ 4.13

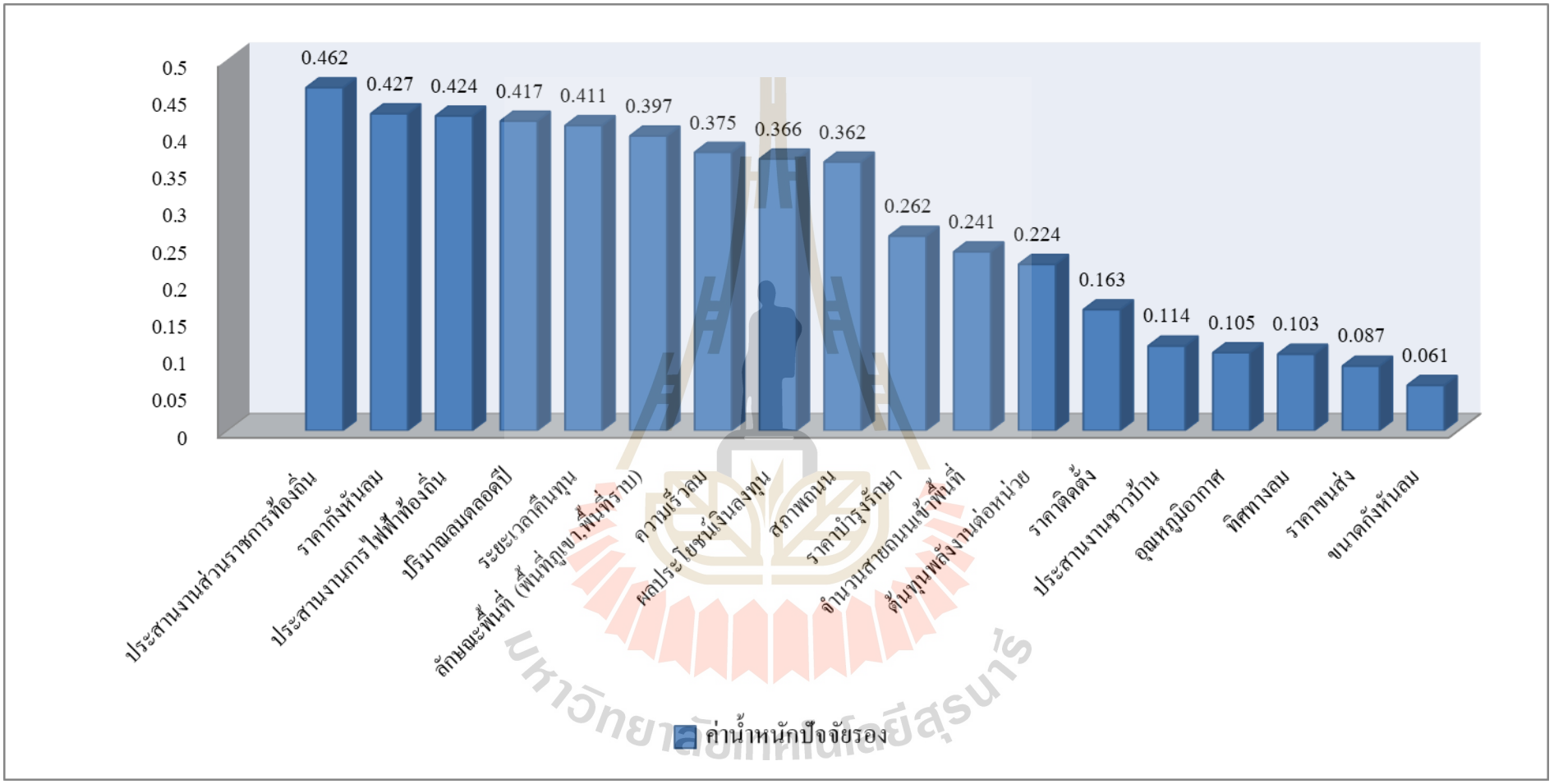
ตารางที่ 4.6 ค่าน้ำหนักความสำคัญด้วยค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของเกณฑ์ย่อยต่าง ๆ จำนวน 18 เกณฑ์

| ปัจจัยหลัก | ปัจจัยรอง | ค่าน้ำหนัก | อัตตราส่วนความไม่สอดคล้อง |
|---|---|---|---|
| ศักยภาพพลังงานลม | ทิศทางลม | 0.103 | 0.00 |
| 0.251 | อุณหภูมิอากาศ | 0.105 | |
| | ความเร็วลม | 0.375 | |
| | ปริมาณลมตลอดปี | 0.417 | |

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

| ปัจจัยหลัก | ปัจจัยรอง | ค่าน้ำหนัก | อัตราส่วนความไม่สอดคล้อง |
|---|---|---|---|
| การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย | จำนวนสายถนนเข้าพื้นที่ | 0.241 | 0.01 |
| 0.078 | สภาพถนน | 0.362 | |
| | ลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา,พื้นที่ราบ) | 0.397 | |
| มวลชนสัมพันธ์ | ประสานงานชาวบ้าน | 0.114 | 0.00 |
| 0.137 | ประสานงานส่วนราชการท้องถิ่น | 0.462 | |
| | ประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น | 0.424 | |
| ผลตอบแทนทางการเงิน | ผลประโยชน์เงินลงทุน | 0.366 | 0.00 |
| 0.437 | ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย | 0.224 | |
| | ระยะเวลาคืนทุน | 0.411 | |
| เทคโนโลยีกังหันลม | ขนาดกังหันลม | 0.061 | 0.02 |
| 0.097 | ราคากังหันลม | 0.427 | |
| | ราคาขนส่ง | 0.087 | |
| | ราคาติดตั้ง | 0.163 | |
| | ราคาบำรุงรักษา | 0.262 | |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี




รูปที่ 4.13 กราฟจัดลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยแสดงน้ำหนักจากมากสุดไปหาน้อยสุด
ด้านปัจจัยในการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

# บทที่ 5
# สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่อง “การคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP) กรณีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย” เป็นการศึกษาการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยในการคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะส่งผลให้เจ้าของโครงการได้รับถึงความสำคัญของปัจจัยที่จะใช้ในการคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสำคัญก่อนในการตัดสินใจแต่ละโครงการ โดยใช้วิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP) ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งเป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ น่าเชื่อถือและง่ายในการสร้าง มาประยุกต์ใช้ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Expert Choice โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ จากเจ้าของงาน ผู้รับเหมา ซึ่งเป็นผู้บริหาร ผู้ออกแบบ และผู้ควบคุมงาน ซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์ในงานก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยในการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า และเปรียบเทียบผลลัพธ์ลำดับความสำคัญที่ได้จากกระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น (AHP) เครื่องมือที่ใช้รวบรวมเก็บข้อมูลผ่านแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์คือ 1. ตอบแบบสอบถามแบบประมาณค่า (Rating Scale) เป็นผู้มีประสบการงานก่อสร้างฟาร์มกังหันลม จำนวน 12 ท่านเพื่อหาปัจจัยที่มีค่ามาก และมากที่สุด ในการจัดทำ แบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ 2. ตอบแบบสัมภาษณ์โดยใช้ดุลยพินิจผู้ที่เข้าร่วมในการศึกษาเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านงานก่อสร้างฟาร์มกังหันลม จำนวน 10 ราย สำหรับผู้เชี่ยวชาญ คือ ชุดดุลยพินิจ เชิงเปรียบเทียบคู่ ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมเกณฑ์หลักและเกณฑ์ย่อยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยในการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า และสร้างแบบจำลองกระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิจัยปัจจัยในการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าโดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP) กรณีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย สรุปได้ดังนี้

5.1.1 จากการศึกษาปัจจัยในการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า พบว่าปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อนำมาวิเคราะห์มีดังนี้คือ ปัจจัยหลัก 5 ปัจจัยได้แก่ 1.

ศักยภาพพลังงานลม 2. การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย 3. มวลชนสัมพันธ์ 4. ผลตอบแทนทางการเงิน 5.เทคโนโลยีกังหันลม และปัจจัยรอง 18 ปัจจัยได้แก่ 1. ทิศทางลม 2. อุณหภูมิอากาศ 3. ความเร็วลม 4. ปริมาณลมตลอดปี 5. จำนวนสายถนนเข้าพื้นที่ 6. สภาพถนน 7. ลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา,พื้นที่ราบ) 8. ประสานงานชาวบ้าน 9. ประสานงานส่วนราชการท้องถิ่น 10.ประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น 11. ผลประโยชน์เงินลงทุน 12. ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย 13. ระยะเวลาคืนทุน 14. ขนาดกังหันลม 15. ราคากังหันลม 16. ราคาขนส่ง 17. ราคาติดตั้ง 18. ราคาบำรุงรักษา

5.1.2 จากการวิเคราะห์ปัจจัยหลักและปัจจัยรอง โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) ผลน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักที่คำนวณจากโปรแกรม Expert Choice พบว่าผลตอบแทนทางการเงินเป็นปัจจัยหลักที่สาคัญสูงสุด (43.70%) และปัจจัยหลักที่สำคัญน้อยที่สุดคือ ด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย (7.80%) ส่วนผลน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองที่คำนวณจากโปรแกรม Expert Choice พบว่าการประสานงานส่วนราชการท้องถิ่นเป็นปัจจัยรองที่สำคัญสูงสุด (46.20%) และปัจจัยรองที่สำคัญน้อยที่สุดคือขนาดกังหันลม (6.10%)

5.1.3 ผลจากการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยหลักและปัจจัยรอง สามารถนำมาจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรอง ในการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ซึ่งสรุปได้ดังนี้ ปัจจัยหลัก อันดับที่ 1. ด้านผลตอบแทนทางการเงิน (43.70%) อันดับที่ 2. ด้านศักยภาพพลังงานลม (25.10%) อันดับที่ 3. ด้านมวลชลสัมพันธ์ (13.70%) อันดับที่ 4. ด้านเทคโนโลยีกังหันลม (9.70%) และอันดับที่ 5. ด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย (7.80%) ปัจจัยรอง อันดับที่ 1. ด้านประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น (46.20%) อันดับที่ 2. ด้านราคากังหันลม (42.70%) อันดับที่ 3. ด้านประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น (42.40%) อันดับที่ 4. ด้านปริมาณลมตลอดปี (41.70%) อันดับที่ 5. ด้านระยะเวลาคืนทุน (41.10%) อันดับที่ 6. ด้านลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา,พื้นที่ราบ) (39.70%) อันดับที่ 7. ด้านความเร็วลม (37.50%) อันดับที่ 8. ด้านผลประโยชน์เงินลงทุน (36.60%) ด้านสภาพถนน อันดับที่ 9. (36.20%) อันดับที่ 10. ด้านราคาบำรุงรักษา (26.20%) อันดับที่ 11. ด้านจำนวนสายถนนเข้าพื้นที่ (24.10%) อันดับที่ 12. ด้านต้นทุนพลังงานต่อหน่วย (22.40%) อันดับที่ 13. ด้านราคาติดตั้ง (16.30%) อันดับที่ 14. ด้านประสานงานชาวบ้าน (11.40%) อันดับที่ 15. ด้านอุณหภูมิอากาศ (10.50%) อันดับที่ 16. ด้านทิศทางลม (10.30%) อันดับที่ 17. ด้านราคาขนส่ง (8.70%) และอันดับที่ 18. ด้านขนาดกังหันลม(6.10%)

**5.2 อภิปรายผลการวิจัย**

การศึกษาปัจจัยการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลาดับชั้น (AHP) มีความต้องการที่จะศึกษาการเลือกปัจจัยที่เหมาะสมในการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมเป็นสำคัญเพื่อเป็นประโยชน์ ในการเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลม เพื่อเพิ่มศักยภาพด้านการก่อสร้าง การเงิน และมวลชลให้มีคุณภาพและมาตรฐานที่ดีและลดปัญหาที่จะเกิดขึ้น

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ถึงปัจจัยในการเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ซึ่งจากผลการศึกษาได้วิเคราะห์ ถึงปัจจัยหลักที่มีผลต่อการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ผลตอบแทนทางการเงิน ศักยภาพพลังงานลม มวลชนสัมพันธ์ เทคโนโลยีกังหันลม การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย ปัจจัยรองที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าประกอบด้วย ประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น ราคากังหันลม ประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น ปริมาณลมตลอดปี ระยะเวลาคืนทุน ลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา, พื้นที่ราบ) ความเร็วลม ผลประโยชน์เงินลงทุน สภาพถนน ราคาบำรุงรักษา จำนวนสายถนนเข้าพื้นที่ ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย ราคาติดตั้ง ประสานงานชาวบ้าน อุณหภูมิอากาศ ทิศทางลม ราคาขนส่ง และขนาดกังหันลม อีกทั้งวัตถุประสงค์ในการศึกษา เพื่อต้องการศึกษาและจัดลำดับความสำคัญของกลุ่มปัจจัยในการเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์ผลที่ได้จะเห็นได้ว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ด้านผลตอบแทนทางการเงิน (43.70%) เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญที่สุด ปัจจัยหลักที่สำคัญรองลงมาคือ ด้านศักยภาพพลังงานลม (25.10%) ด้านมวลชลสัมพันธ์ (13.70%) ด้านเทคโนโลยีกังหันลม (9.70%) และปัจจัยหลักที่สำคัญน้อยที่สุดคือ ด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย (7.80%) ในส่วนของการวิเคราะห์ปัจจัยรอง ด้านประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น (46.20%) เป็นปัจจัยรองที่สำคัญที่สุด ปัจจัยรองที่สำคัญรองลงมาคือ ด้านราคากังหันลม (42.70%) ด้านประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น (42.40%) ด้านปริมาณลมตลอดปี (41.70%) ด้านระยะเวลาคืนทุน (41.10%) ด้านลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา,พื้นที่ราบ) (39.70%) ด้านความเร็วลม (37.50%) ด้านผลประโยชน์เงินลงทุน (36.60%) ด้านสภาพถนน (36.20%) ด้านราคาบำรุงรักษา (26.20%) ด้านจำนวนสายถนนเข้าพื้นที่ (24.10%) ด้านต้นทุนพลังงานต่อหน่วย (22.40%) ด้านราคาติดตั้ง (16.30%) ด้านประสานงานชาวบ้าน (11.40%) ด้านอุณหภูมิอากาศ (10.50%) ด้านทิศทางลม (10.30%) ด้านราคาขนส่ง (8.70%) และเกณฑ์หลักที่สำคัญน้อยที่สุดคือ ด้านขนาดกังหันลม (6.10%)

จากการใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) ด้วยการตอบแบบสัมภาษณ์ของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 10 ท่าน ได้แสดงความคิดเห็นไปในทางเดียวกันในเรื่องของปัจจัยการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ซึ่งสามารถช่วยสนับสนุนแนวคิดการเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าได้และช่วยให้กระบวนการวิเคราะห์น้ำหนักของปัจจัยดังกล่าวนั้นเป็นระบบมากยิ่งขึ้น น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยเมื่อนำมาใช้ในการในการประเมินผลการคัดเลือกนั้น จะช่วยให้แนวทางการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ได้ทำเลที่ดีที่สุดและเป็นที่พึงพอใจต่อผู้ใช้งานในมุมมองของเจ้าของงานถือเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากกิจกรรมทางด้านการคัดเลือกที่ตั้งถือเป็นหัวใจหลักอย่างหนึ่งของงานก่อสร้าง เมื่อกิจกรรมในส่วนของการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้าง สามารถนำกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) เข้ามาช่วยทำให้เกิดการคัดเลือกที่ดีที่สุด เกิดเป็นความคิดที่มีระบบได้นั้น ถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรได้สูงสุดต่อไป

**5.3 ข้อเสนอแนะ**

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลศึกษาไปปรับปรุงและแก้ไขจากข้อเสนอแนะการศึกษาปัจจัยการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) ครั้งนี้ ได้นำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการตัดสินใจหาทำเลสำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าในระดับเบื้องต้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าได้เข้ามามีส่วนร่วมตั้งแต่ขั้นตอนในการพัฒนาให้นิยามของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเพื่อการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ประเด็นที่สำคัญที่สุดคือการพัฒนาโครงสร้างลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์
2. ข้อเสนอแนะในการทำศึกษาครั้งต่อไป สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้กับการคัดเลือกพื้นที่เพื่อใช้งานในด้านอื่นหรือกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อให้เกิดการสร้างความมั่นใจในปัจจัยของโครงสร้างและการสร้างที่เหมาะสมต่อกระบวนการตัดสินใจดังนี้
   2.1 ควรศึกษาถึงลักษณะพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า เชิงลึก โดยจะต้องสัมภาษณ์ข้อมูลจากผู้ชำนาญการทั้งภายในและภายนอกพื้นที่ ที่มีความรู้ความสามารถโดยตรงพร้อมการศึกษาถึงโครงสร้างของการคัดเลือกพื้นที่ของกิจกรรมที่มีลักษณะคล้ายกันเป็นประเด็นที่สำคัญ
   2.2 ควรศึกษาเรื่องการทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System (GIS) เครื่องมือดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือ และมีประสิทธิภาพสูงจากกรณี

การศึกษาต่าง ๆ ที่ได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ไปช่วยในการวิเคราะห์เรื่องต่าง ๆ เกิดความแม่นยำมากขึ้นและช่วยในการเลือกพื้นที่ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2.3 ควรศึกษาขั้นตอนกระบวนการคัดเลือกพื้นที่พร้อมทั้งหาข้อสรุปการตัดสินใจ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทั้งหมดก็จะเป็นประเด็นสำคัญที่จะนำไปสู่การพัฒนาจัดทำโครงสร้างการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมและน่าเชื่อถือ เหมาะสำหรับการนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อการตัดสินใจในระยะยาวได้

# เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2551). **ศักยภาพพลังงานลมในประเทศไทย.**

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2550). **คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 1.**

ธนัญชัย ลีภักดิ์ปรีชา. (2556). **การศึกษาศักยภาพพลังงานลมสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเขตภาคกลางของประเทศไทย**. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและระบบการผลิต สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ธีรวัฒน์ ชมมิ่ง. (2555). **การใช้วิธีการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัยเพื่อประเมินความเหมาะสมทางสิ่งแวดล้อม โครงการทุ่นกังหันลมในทะเล.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ไพสิฐ ตัณฑกุลพงษ์. (2554). (ออนไลน์) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย , **เทคโนโลยีกังหันลม.** แหล่งที่มา : www.egat.co.th/re [12 กันยายน 2560].

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. (2554). (ออนไลน์) **แผนที่ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 80 เมตร**. แหล่งที่มา : http://www.renewableenergyworld.com. [25 กันยายน 2560].

สมาน เสนงาน. (2549). **โครงการศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่ง.** กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน การประเมินและศึกษาความเป็นไปได้ของโรงไฟฟ้าพลังงานลมของกังหันลมขนาด 0. 225 เมกะวัตต์ 0.3 เมกะวัตต์ 0.5 เมกะวัตต์ และ 0.75 เมกะวัตต์ ตามแนวชายฝั่งทะเลของจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดสงขลา. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่.

# ภาคผนวก ก
# ตัวอย่างแบบสอบถาม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**แบบสอบถามโครงงานมหาบัณฑิตสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการศึกษา**
**เรื่อง การคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP)**
**กรณีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย**

แบบสอบถามชุดนี้ จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามความคิดเห็น ของกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งใช้วิธีการ วิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process : AHP) เป็นแบบสัมภาษณ์ เพื่อนำปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลม จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา เพื่อคัดเลือกปัจจัยที่สำคัญที่สุด เมื่อได้ปัจจัยที่สำคัญที่สุดแล้วจึงทำการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ๆ ในการพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ต่าง ๆ โดยข้อมูลจากแบบสอบถาม จะเป็นความลับทุกประการและผลการการศึกษานี้ จะถูกนำไปใช้เพื่อเป็นประโยชน์ต่องานค้นคว้าอิสระเท่านั้น

ผู้ทำการศึกษาขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านมา ณ โอกาสนี้

นายวัฒนะ วงค์วัฒนะ
หลักสูตรการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**แบบสอบถาม**

**สำหรับผู้มีประสบการณ์**

**เรื่อง การคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP)**

**กรณีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย**

**คำชี้แจง**

วัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ เพื่อนำมากำหนด จัดลำดับความสำคัญปัจจัยที่มีผลต่อความการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP) กรณีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

**ส่วนที่ 1.** ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ .....

เพศ ชาย ☐ หญิง ☐

อายุ ..... ปี

ระดับการศึกษา ☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

ประสบการณ์ทำงาน ..... ปี

ตำแหน่ง .....

หมายเลขโทรศัพท์ หรือ อีเมล์ที่สามารถติดต่อได้ .....

**จุดประสงค์**

แบบสอบถามนี้มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ กรอกแบบสอบถามพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า รวมถึงข้อเสนอแนะในการคัดเลือกปัจจัยต่าง ๆ

**ส่วนที่ 2.** ระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ตามความคิดเห็นของท่าน ท่านให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีต่อการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด กรุณาทำ (X) ในช่องคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุดเพียงข้อเดียว

| ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า | ระดับการให้ความสำคัญ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| **ศักยภาพพลังงานลม** | | | | | |
| - ทิศทางลม | | | | | |
| - อุณหภมิอากาศ | | | | | |
| - ความเร็วลม | | | | | |
| - ปริมาณลมตลอดปี | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่นๆ..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่นๆ..... | | | | | |
| **การใช้ประโยชน์และการได้รับอนุญาตให้ใช้พื้นที่** | | | | | |
| - มูลค่าที่ดิน | | | | | |
| - ลักษณะพื้นที่ (โฉดน,ส.ป.ก.,ป่าสงวน) | | | | | |
| - จำนวนโฉนดในพื้นที่ | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่นๆ..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่นๆ..... | | | | | |
| **ใกล้กับสถานีไฟฟ้า** | | | | | |
| - ระยะห่างจากสถานีไฟฟ้า | | | | | |
| - จำนวนสายถนนเข้าสถานีไฟฟ้า | | | | | |
| - ขนาดสถานีไฟฟ้า | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่นๆ..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่นๆ..... | | | | | |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

| ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า | ระดับการให้ความสำคัญ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| **ขนาดของพื้นที่เพียงพอต่อความต้องการ** | | | | | |
| - ขนาดพื้นที่ราบลุ่ม | | | | | |
| - ความหนาแน่นชุมชนในพื้นที่ | | | | | |
| - สิ่งก่อสร้างในพื้นที่ | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| **การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย** | | | | | |
| - จำนวนสายถนนเข้าพื้นที่ | | | | | |
| - สภาพถนน | | | | | |
| - ลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา,พื้นที่ราบ) | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| **มวลชนสัมพันธ์** | | | | | |
| - ประสานงานชาวบ้าน | | | | | |
| - ประสานงานส่วนราชการท้องถิ่น | | | | | |
| - ประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| **สิ่งแวดล้อม** | | | | | |
| - เสียงรบกวน | | | | | |
| - ผลกระทบด้านนิเวศวิทยา | | | | | |
| - ผลกระทบต่ออาชีพคนในท้องถิ่น | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

| ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า | ระดับการให้ความสำคัญ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| **ผลตอบแทนทางการเงิน** | | | | | |
| - ผลประโยชน์เงินลงทุน | | | | | |
| - ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย | | | | | |
| - ระยะเวลาคืนทุน | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| **เทคโนโลยีกังหันลม** | | | | | |
| - ขนาดกังหันลม | | | | | |
| - ราคากังหันลม | | | | | |
| - ราคาขนส่ง | | | | | |
| - ราคาติดตั้ง | | | | | |
| - ราคาบำรุงรักษา | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| **ปัจจัยหลักอื่นๆ**..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |
| - ปัจจัยย่อยอื่น..... | | | | | |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณากรอกแบบสอบถาม

นายวัฒนะ วงค์วัฒนะ

ผู้ทำการศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# ภาคผนวก ข
# ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**แบบสัมภาษณ์โครงงานมหาบัณฑิตสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการศึกษา**
**เรื่อง การคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP)**
**กรณีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย**

แบบสัมภาษณ์ชุดนี้ จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามความคิดเห็น ของกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งใช้วิธีการ วิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process : AHP) เป็นแบบสัมภาษณ์ เพื่อนำปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลม จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา เพื่อคัดเลือกปัจจัยที่สำคัญที่สุด เมื่อได้ปัจจัยที่สำคัญที่สุดแล้วจึงทำการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ๆ ในการพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ต่าง ๆ โดยข้อมูลจากแบบสอบถาม จะเป็นความลับทุกประการและผลการการศึกษานี้ จะถูกนำไปใช้เพื่อเป็นประโยชน์ต่องานค้นคว้าอิสระเท่านั้น

ผู้ทำการศึกษาขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านมา ณ โอกาสนี้

นายวัฒนะ วงค์วัฒนะ
หลักสูตรการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**แบบสัมภาษณ์**

**สำหรับผู้เชี่ยวชาญ**

**เรื่อง การคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP) กรณีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย**

**คำชี้แจง**

วัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ เพื่อนำมากำหนด จัดลำดับความสำคัญปัจจัยที่มีผลต่อความการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (ANALYTICAL HIERARCHY PROCRESS : AHP) กรณีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

**ส่วนที่ 1.** ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ .....

อายุ ..... ปี ประสบการณ์ทำงาน .....

วุฒิการศึกษา ..... ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน ..... หมายเลขโทรศัพท์.....

**จุดประสงค์**

แบบสอบถามนี้มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ กรอกแบบสอบถามพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า รวมถึงข้อเสนอแนะในการคัดเลือกปัจจัยต่าง ๆ

**ส่วนที่ 2.** ระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ตามความคิดเห็นของท่าน ท่านให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการควบคุมคุณภาพงานก่อสร้างถนนต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด กรุณาทำ (X) ในช่องคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุดเพียงข้อเดียว

ในการพิจารณาความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า จะเปรียบเทียบเป็นรายคู่ และกำหนดมาตราส่วนในการเปรียบเทียบระดับความสำคัญด้วยตัวเลข 1-9 โดยความหมายตัวเลขจะแสดงคะแนนความสำคัญ **ตามตารางที่ 1**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

| ระดับความสำคัญ | ความหมาย |
|---|---|
| 1 | มีความสำคัญเท่ากัน |
| 2 | ↓ |
| 3 | มีความสำคัญมากกว่าเล็กน้อย |
| 4 | ↓ |
| 5 | มีความสำคัญมากกว่าระดับปานกลาง |
| 6 | ↓ |
| 7 | มีความสำคัญมากกว่าในระดับค่อนข้างมาก |
| 8 | ↓ |
| 9 | มีความสำคัญมากกว่าในระดับมากที่สุด |

**หมายเหตุ : ในระดับ 2,4,6,8 สามารถใช้เพื่อลดช่วงการพิจารณาให้เหมาะสม**

**คำชี้แจง :** ให้ผู้กรอกแบบสอบถามทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน □ เพื่อให้ระดับความสำคัญของปัจจัย โดยมีลักษณะการเปรียบเทียบเกณฑ์เป็นคู่ โดยใช้ค่าคะแนน 1-9 โดย 9 สำคัญมากที่สุด และ 1 คือ สำคัญน้อยที่สุด **ตามตารางที่ 1**

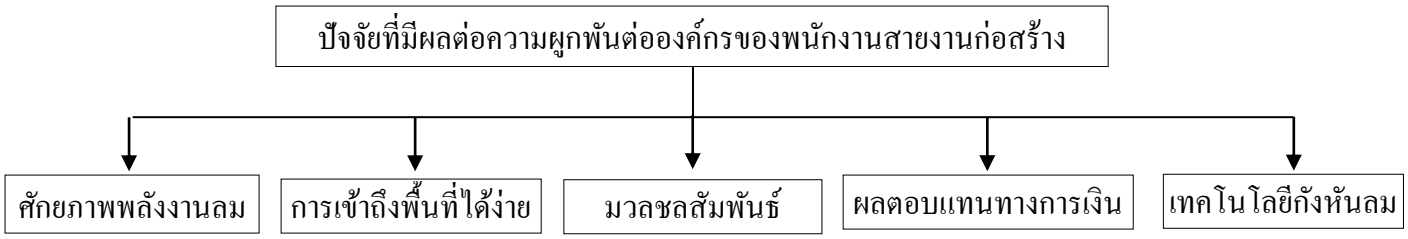
**ตัวอย่าง**

| หลักเกณฑ์ | คะแนนเปรียบเทียบของหลักเกณฑ์ | | | | | | | | | | | | | | | | | หลักเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| หลักเกณฑ์ | 9 | 8 | 7 ✓ | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | หลักเกณฑ์ |

**ส่วนที่ 2.1 การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่ก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า**

**การจัดลำดับความสำคัญปัจจัยหลัก** ของปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ซึ่งมีปัจจัยหลักทั้งหมด 5 ปัจจัย ได้แก่

1. ศักยภาพพลังงานลม
2. การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย
3. มวลชนสัมพันธ์
4. ผลตอบแทนทางการเงิน
5. เทคโนโลยีกังหันลม

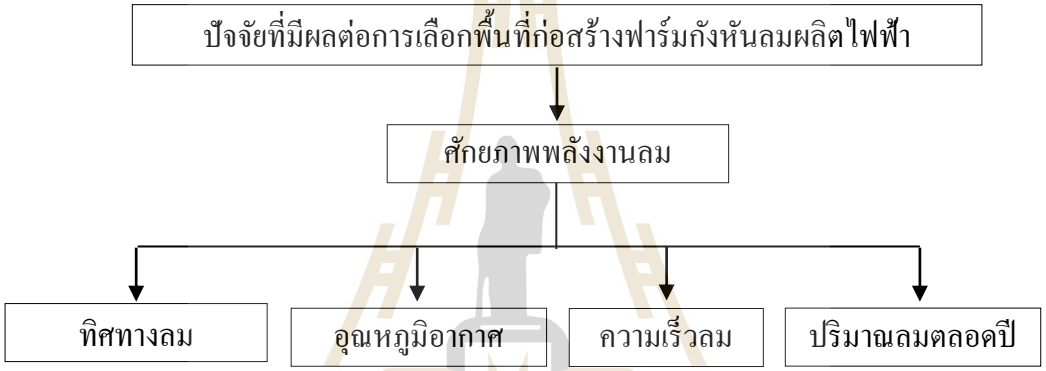



| ปัจจัยหลัก | | คะแนนเปรียบเทียบของปัจจัยหลัก | | | | | | | | | | | | | | | | | ปัจจัยหลัก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ศักยภาพพลังงานลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย |
| 2 | ศักยภาพพลังงานลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | มวลชนสัมพันธ์ |
| 3 | ศักยภาพพลังงานลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ผลตอบแทนทางการเงิน |
| 4 | ศักยภาพพลังงานลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | เทคโนโลยีกังหันลม |
| 5 | การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | มวลชนสัมพันธ์ |
| 6 | การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ผลตอบแทนทางการเงิน |
| 7 | การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | เทคโนโลยีกังหันลม |
| 8 | มวลชนสัมพันธ์ | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ผลตอบแทนทางการเงิน |
| 9 | มวลชนสัมพันธ์ | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | เทคโนโลยีกังหันลม |
| 10 | ผลตอบแทนทางการเงิน | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | เทคโนโลยีกังหันลม |

**<u>การจัดลำดับความสำคัญปัจจัยรอง</u>** ของปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้า ซึ่งมีปัจจัยรองรวมทั้งหมด 18 ปัจจัย ได้แก่

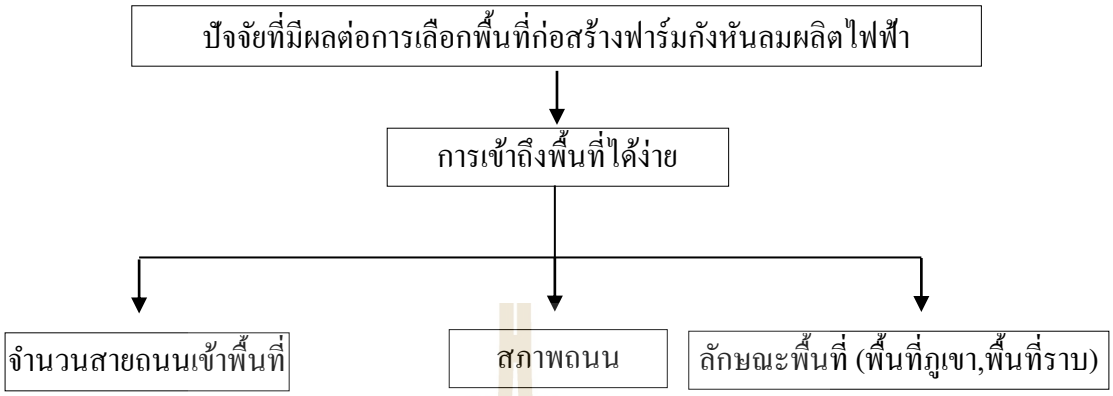
- ปัจจัยรองด้านศักยภาพพลังงานลม มีปัจจัยรองจำนวน 4 ปัจจัย
- ปัจจัยรองด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย มีปัจจัยรองจำนวน 3 ปัจจัย
- ปัจจัยรองด้านมวลชนสัมพันธ์ มีปัจจัยรองจำนวน 3 ปัจจัย
- ปัจจัยรองด้านผลตอบแทนทางการเงิน มีปัจจัยรองจำนวน 3 ปัจจัย
- ปัจจัยรองด้านเทคโนโลยีกังหันลม มีปัจจัยรองจำนวน 5 ปัจจัย

<u>การจัดลำดับความสำคัญปัจจัยรองด้านศักยภาพพลังงานลม</u>




| **ปัจจัยรอง** | | **คะแนนเปรียบเทียบของปัจจัยรอง** | | | | | | | | | | | | | | | | | **ปัจจัยรอง** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ทิศทางลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | อุณหภูมิอากาศ |
| 2 | ทิศทางลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ความเร็วลม |
| 3 | ทิศทางลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ปริมาณลมตลอดปี |
| 4 | อุณหภูมิอากาศ | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ความเร็วลม |
| 5 | อุณหภูมิอากาศ | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ปริมาณลมตลอดปี |
| 6 | ความเร็วลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ปริมาณลมตลอดปี |

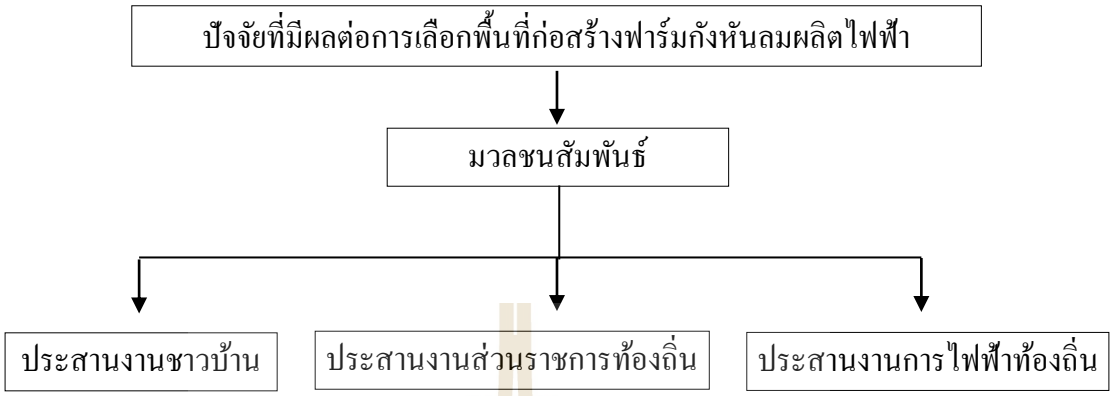
การจัดลำดับความสำคัญปัจจัยรองด้านการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย




| ปัจจัยรอง | | คะแนนเปรียบเทียบของปัจจัยรอง | | | | | | | | | | | | | | | | | ปัจจัยรอง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | จำนวนสายถนนเข้าพื้นที่ | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | สภาพถนน |
| 2 | จำนวนสายถนนเข้าพื้นที่ | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา,พื้นที่ราบ) |
| 3 | สภาพถนน | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ภูเขา,พื้นที่ราบ) |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

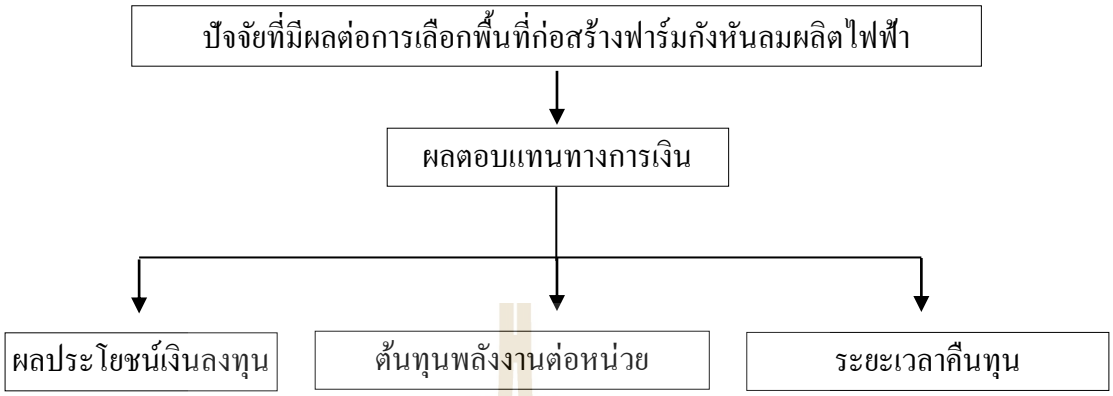
การจัดลำดับความสำคัญปัจจัยรองด้านมวลชนสัมพันธ์




| ปัจจัยรอง | | คะแนนเปรียบเทียบของปัจจัยรอง | | | | | | | | | | | | | | | | | ปัจจัยรอง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ประสานงานชาวบ้าน | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ประสานงานส่วนราชการท้องถิ่น |
| 2 | ประสานงานชาวบ้าน | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น |
| 3 | ประสานงานส่วนราชการท้องถิ่น | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

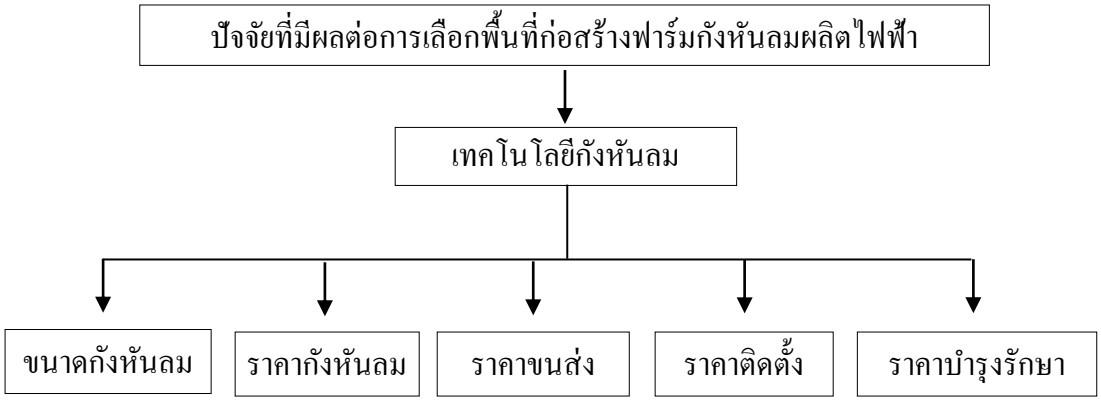
การจัดลำดับความสำคัญปัจจัยรองด้านผลตอบแทนทางการเงิน




| ปัจจัยรอง | | คะแนนเปรียบเทียบของปัจจัยรอง | | | | | | | | | | | | | | | | | ปัจจัยรอง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ผลประโยชน์เงินลงทุน | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย |
| 2 | ผลประโยชน์เงินลงทุน | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ระยะเวลาคืนทุน |
| 3 | ต้นทุนพลังงานต่อหน่วย | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ระยะเวลาคืนทุน |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การจัดลำดับความสำคัญปัจจัยรองด้านเทคโนโลยีกังหันลม



| ปัจจัยรอง | | คะแนนเปรียบเทียบของปัจจัยรอง | | | | | | | | | | | | | | | | | ปัจจัยรอง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ขนาดกังหันลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ราคากังหัน |
| 2 | ขนาดกังหันลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ราคาขนส่ง |
| 3 | ขนาดกังหันลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ราคาติดตั้ง |
| 4 | ขนาดกังหันลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ราคาบำรุงรักษา |
| 5 | ราคากังหันลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ราคาขนส่ง |
| 6 | ราคากังหันลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ราคาติดตั้ง |
| 7 | ราคากังหันลม | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ราคาบำรุงรักษา |
| 8 | ราคาขนส่ง | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ราคาติดตั้ง |
| 9 | ราคาขนส่ง | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ราคาบำรุงรักษา |
| 10 | ราคาติดตั้ง | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | ราคาบำรุงรักษา |

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณากรอกแบบสอบถาม

นายวัฒนะ วงค์วัฒนะ

ผู้ทำการศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# ประวัติผู้เขียน

นายวัฒนะ วงค์วัฒนะ เกิดวันที่ 21 ตุลาคม 2523 สถานที่เกิด อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 96/13 หมู่ 2 ตำบลวังศาลา อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี 71110 ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2542 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี พ.ศ. 2544 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตวังไกลกังวล พ.ศ. 2549 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2550-2552 บริษัท เอ็ม. ซี. เอส. สตีล จำกัด (มหาชน) ตำแหน่ง Civil Engineer พ.ศ. 2552-2554 บริษัท โฟคัส ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) ตำแหน่ง Project Engineer พ.ศ. 2554-ปัจจุบัน บริษัท เด็มโก้ จำกัด (มหาชน) ตำแหน่ง Construction Manager

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี