การประยุกต์ใช้ AHP และ TOPSIS ในการคัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับชุมสาย : กรณีศึกษา ชุมสายบริษัทผู้ให้บริการด้านโครงข่าย

พงษ์พันธุ์ พันธุมจินดา

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2564

Application of AHP and TOPSIS in Battery Selection for Exchange: A Case Study of the Network Service Provider Community

Pongphan Phanthumchinda

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

College of Innovative Technology and Engineering

Dhurakij Pundit University

2021

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การประยุกต์ใช้ AHP และ TOPSIS ในการคัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับชุมสาย : กรณีศึกษา ชุมสายบริษัทผู้ให้บริการด้านโครงข่าย

เสนอโดย พงษ์พันธุ์ พันธุมจินดา

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพร วงศ์พิศาล)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 28 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564

หัวข้อสารนิพนธ์ การประยุกต์ใช้ AHP และ TOPSIS ในการคัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับชุมสาย
: กรณีศึกษา ชุมสายบริษัทผู้ให้บริการด้านโครงข่าย
ชื่อผู้เขียน พงษ์พันธุ์ พันธุมจินดา
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาวิธีการตัดสินใจในการคัดเลือกแบตเตอรี่ที่มีคุณภาพ สำหรับการให้บริการด้านโครงข่ายสื่อสารโทรคมนาคม โดยการประยุกต์ใช้เทคนิค AHP และ TOPSIS ในการคัดเลือกยี่ห้อแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับชุมสาย กรณีศึกษา บริษัทผู้ให้บริการโครงข่ายแห่งหนึ่ง เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้ค่าอุดมคติที่สุด มาเป็นตัวชี้วัดแบตเตอรี่ที่เหมาะสม จากการเก็บข้อมูลกลุ่มเป้าหมาย ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจเลือกแบตเตอรี่ จำนวน 6 ท่าน จาก 3 ฝ่าย นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม มาวิเคราะห์หาปัจจัยหลักและสร้างลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อนำไปเปรียบเทียบปัจจัยทีละคู่ (Pair Wise Comparison) ด้วยโปรแกม Expert Choice หาค่าน้ำหนักของเกณฑ์ปัจจัย เพื่อเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้ค่าอุดมคติ ด้วยวิธี TOPSIS ต่อไปโดยมีผลของค่าน้ำหนักของปัจจัยเรียงจากมากไปน้อยดังนี้ อายุการใช้งาน(0.257), ประสิทธิภาพ(0.239), การบำรุงรักษา(0.212), ขนาด(0.080), น้ำหนัก(0.080), กระบวนการติดตั้ง(0.055), ราคา(0.047), ระยะเวลาขนส่ง(0.027) โดยมีค่าความสอดคล้องของปัจจัย(CR) จากการคำนวณ 7.2% และจากโปรแกรม 8% ในเงื่อนไขที่จำนวนปัจจัยเกินกว่า 5 ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน 10%

คำสำคัญ: AHP, TOPSIS, Expert Choice, การเปรียบเทียบปัจจัยทีละคู่

Thematic Paper Title	Application of AHP and TOPSIS in battery selection for exchange: A case study of the network service provider community
Author	Pongphan Phanthumchinda
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor Dr. Suparatchai Vorarat (Ph.D.)
Department	Engineering Management
Academic Year	2020

ABSTRACT

This research aims to improve battery quality within the interchange and branch. For providing telecommunication network services, This is done by applying a hierarchical analytical decision (AHP) process with multi-criteria decision-making (TOPSIS) to find coefficients closest to the ideal. To select the right battery From collecting target audience data Participants in the decision to choose batteries, number 6 from 3 parties. Take the information obtained from the questionnaire. Let's analyze the main factors and create an analytical hierarchy. To compare the factors one by pair (Pair Wise Comparison) with the Expert Choice program to find the weight of the factor criteria To continue the process of analyzing the near-ideal coefficients with TOPSIS method with the results of the weight of the factors in descending order as follows. Service life (0.257), efficiency (0.239), maintenance (0.212), dimensions (0.080), weight (0.080), installation process (0.055), price (0.047), delivery time (0.027), with Factor consistency (CR) calculated from 7.2% and from the program 8%. In the condition where the number of factors exceeds 5, the CR value should not exceed 10%.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ผู้เขียนใคร่ขอกราบขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภรัชชัย วรรัตน์ ที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการเขียนสารนิพธ์ หัวหน้างานที่ช่วยแนะนำแนวทางในการศึกษาข้อมูล ผู้บริหารของบริษัทที่อนุญาตให้นำข้อมูลมาเป็นกรณีศึกษาและสนับสนุนช่วยเหลือด้านข้อมูลต่างๆ ผู้ร่วมงาน ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อให้สามารถบบรลุวัตถุประสงค์ของสารนิพนธ์นี้ รวมทั้งอาจารย์ และเพื่อนร่วมชั้นหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม ทุกท่านที่เป็นกำลังใจให้ผู้เขียนในการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ สุดท้ายผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ที่สนับสนุนผู้เขียนทั้งในด้านการศึกษาและการทำงานจนประสบความสำเร็จในทุกวันนี้ สุดท้ายนี้ผู้เขียนหวังว่า งานเขียนนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจการประยุกต์ใช้เทคนิค TOPSIS ในการคัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับชุมสายกรณีศึกษาชุมสายบริษัทผู้ให้บริการด้านโครงข่าย

พงษ์พันธุ์ พันธุมจินดา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ที่มาของโครงการ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 ขอบเขตของการศึกษา..... 2

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา..... 2

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 18

3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 21

3.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล..... 22

3.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล..... 23

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล..... 23

3.4 ขั้นตอนการสรุปผลการวิจัย..... 29

4. ผลการวิจัย..... 30

4.1 โครงสร้างเชิงลำดับชั้นของเกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ในการคัดเลือกยี่ห้อแบตเตอรี่ที่ดีที่สุด..... 30

4.2 รายละเอียดของปัจจัยในโครงสร้างลำดับชั้น..... 31

4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล..... 32

4.4 รายละเอียดของผู้ตอบแบบสอบถาม..... 33

4.5 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่นำมาพิจารณา..... 33

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับบริษัทที่เป็นกรณีศึกษา	34
	4.7 วิธีการประเมินโดยวิธีการ TOPSIS	44
	4.8 การวิเคราะห์ความไวของเกณฑ์ปัจจัย	64
5.	สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ	67
	5.1 สรุปผลการทดลอง	67
	5.2 ข้อเสนอแนะ	68
บรรณานุกรม		70
ภาคผนวก		73
	ก. แบบสอบถามสำหรับหาน้ำหนักของปัจจัย	74
	ข. ข้อมูลการตอบแบบสอบถาม	80
ประวัติผู้เขียน		87

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงตารางเมทริกซ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์เป็นคู่ (Pairwise Comparison)..... 10

2.2 ค่าดัชนีความสอดคล้องตามขนาดของเมตริกซ์..... 11

2.3 ตารางเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสำคัญ..... 12

2.4 แสดงตารางเมทริกซ์ที่แสดงถึงเป้าหมายการตัดสินใจภายใต้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบ..... 13

3.1 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของประสิทธิภาพของแบต..... 23

3.2 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของอายุการใช้งานแบตเตอรี่..... 24

3.3 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญราคาของแบตเตอรี่..... 24

3.4 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของขนาด..... 25

3.5 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของระยะเวลาในการขนส่ง..... 25

3.6 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของการบำรุงรักษา..... 26

3.7 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของน้ำหนักแบตเตอรี่..... 26

3.8 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของขนาดความสะดวกในการติดตั้ง..... 27

3.9 ตารางที่จะนำมาเปรียบเทียบวิเคราะห์น้ำหนักความสัมพันธ์แบบที่ละคู่ผ่านแบบสอบถาม..... 27

3.10 แสดงปัจจัยที่นำมาพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละยี่ห้อ..... 29

4.1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบระดับความสำคัญของปัจจัยแต่ละคู่..... 34

4.2 ผลคะแนนการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยเป็นคู่ โดยผู้ตอบแบบสอบถามทั้ง 6 ท่าน จากปัจจัยที่คัดเลือกจำนวน 8 ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักมากกว่า..... 35

4.3 ตารางแสดงถึงคะแนนเฉลี่ยการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่..... 39

4.4 แสดงถึงเมตริกซ์การเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่..... 41

4.5 คะแนนผลรวมในแนวตั้ง..... 42

4.6 ค่าน้ำหนัก หรือ ค่าลำดับความสำคัญ โดยที่ผลรวมในแนวตั้ง จะเท่า 1..... 42

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.7 แสดงค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ คูณกับคะแนนที่ได้รับจากแบบสอบถาม..... 43

4.8 แสดงถึงผลลัพท์การคำนวณจากตารางที่ 4.7 แต่ละเกณฑ์ เพื่อหาผลรวม ในแนวนอน..... 43

4.9 แสดงถึงผลลัพท์การคำนวณระหว่างผลรวมในแนวนอนและค่าลำดับ ความสำคัญ..... 43

4.10 แสดงค่าน้ำหนักของการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ในการเลือกแบตเตอรี่..... 48

4.11 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญปัจจัย “ ประสิทธิภาพ ” ของแบต..... 49

4.12 ผลตารางเปรียบเทียบคะแนนของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตัดสินใจ ระหว่าง แบตเตอรี่ จากปัจจัยที่นำมาพิจารณา ทั้งหมด 8 ปัจจัย ที่ถูกกำหนดขอบเขตไว้ ในบทที่ 3..... 49

4.13 ตารางสรุปข้อมูลปัจจัยและค่าถ่วงน้ำหนักของแบตเตอรี่แต่ละชนิด..... 51

4.14 ผลการคำนวณตามสมการที่ 4.2..... 52

4.15 ผลการคำนวณหาค่า r_ij ตามสมการที่ 4.1..... 52

4.16 ตารางผลการคำนวณหาค่า V..... 53

4.17 ตารางค่าเชิงอุดมคติเชิงบวกและเชิงลบ หรือ A*, A-..... 53

4.18 ผลการคำนวณหาค่า แยกแยะเชิงบวก หรือ S*..... 55

4.19 ผลการคำนวณหาค่า S-..... 56

4.20 ผลการคำนวณหาเพื่อหาค่า C..... 57

4.21 การจัดลำดับความสำคัญของแบตเตอรี่..... 58

4.22 แสดงถึงการติดตั้งแบตเตอรี่ทั้งสองยี่ห้อและการเสื่อมสภาพ..... 62

4.23 แสดงตารางราคาการสั่งซื้อแบตเตอรี่เปรียบเทียบแบตเตอรี่ยี่ห้อ A และ B..... 63

4.24 แสดงถึงเมตริกซ์การเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ แบบวิเคราะห์ความไว..... 65

4.25 ผลการคำนวณหาเพื่อหาค่า C วิเคราะห์ความไว ปัจจัย “ ราคา ”..... 66

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงแผนภูมิขั้นตอนกระบวนการ AHP..... 7

2.2 ลักษณะแผนภูมิระดับชั้น..... 9

2.3 แสดงรูปแบบเมทริกซ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์..... 9

2.4 ประโยชน์ของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ AHP..... 13

3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนในการทำวิจัย..... 22

4.1 โครงสร้างลำดับชั้นของเกณฑ์การจัดสินใจที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของแบตเตอรี่แต่ละหี่ห้อ..... 30

4.2 ภาพแสดงการกำหนดวัตถุประสงค์ หรือ Goal และเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือก..... 45

4.3 ภาพแสดงการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ด้วยการเปรียบเทียบเป็นคู่..... 46

4.4 ภาพแสดงการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ด้วยการเปรียบเทียบเป็นคู่จากแบบสอบถามที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านเป็นผู้ลงความเห็น..... 46

4.5 ภาพแสดงดัชชีความสอดคล้องของค่าน้ำหนักความสำคัญ..... 47

4.6 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ของค่าน้ำหนักความสำคัญ..... 48

4.7 แสดงให้เห็นว่ามีวัสดุแผ่นโลหะเชื่อมต่อระหว่างแบตเตอรี่ ระหว่างด้านบวกและด้านลบโดยที่แผ่นโลหะ มีวัสดุฉนวนหุ้มระหว่างกลางขั้วเพื่อป้องกันการช๊อต แล้วยังทนทาน สามารถปิดฝาครอบขั้วแบตเตอรี่ได้อีกด้วย ติดตั้งง่าย ปลอดภัย แต่มีต้นทุนเพิ่ม ทำให้บางยี่ห้อไม่ได้แถมในส่วนนี้มาให้ต้องซื้อเพิ่มต่างหาก..... 60

4.8 ภาพนี้แสดงการเชื่อมต่อที่ขั้วแบตเตอรี่ด้วยสายไฟที่สวมปลอกหางปลาทั้งสองด้าน สามารถทดแทนการใช้แผ่นโลหะหุ้มฉนวนได้ ซึ่งมีต้นทุนถูกกว่า แต่การใช้สายไฟมีข้อเสีย สายไฟอาจมีการขาดชำรุดหรือข้อต่อระหว่างหางปลากับตัวสายหลุดออกจากกันเนื่องจากใช้คีมหนีบย้ำไม่แน่นพอ และด้วยความโค้งของสายไฟ ทำให้ไม่สามารถใส่ฝาครอบปิดระหว่างขั้วบวกและลบได้ ทำให้เกิดการช๊อตวงจรระหว่างขั้วได้..... 61

4.9 ภาพแผนภูมิก้างปลาแสดงถึงกลุ่มความสัมพันธ์ของเกณฑ์ปัจจัยทั้ง 8 ปัจจัยหลัก 64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.10 ภาพแสดงดัชชีความสอดคล้องของค่าน้ำหนักความสำคัญวิเคราะห์ความไว ได้ = 0.07..... 65

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของโครงการ

ปัจจุบันประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่ยุคดิจิทัลอย่างเต็มตัวและได้มีการ พัฒนาทางด้านการสื่อสารและโทรคมนาคมให้สามารถเข้าถึงได้อย่างแพร่หลายในหลากหลายพื้นที่ โดยเหล่าผู้ให้บริการได้มีการปรับปรุงอุปกรณ์การสื่อสารและโทรคมนาคมให้มีความเสถียรภาพมากขึ้นและยังนำเข้าเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในการรับส่งข้อมูลเทคโนโลยีสมัยใหม่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วในด้านธุรกิจสื่อสารและโทรคมนาคม ทำให้มีจำนวนผู้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมีเพิ่มขึ้นทุกวัน และได้กลายมาเป็นส่วนหนึ่งที่จำเป็น ต่อการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน เทคโนโลยีเหล่านี้ได้แก่ อินเทอร์เน็ต การประชุมวิดีโอทางไกล ระบบเครือข่ายเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างสำนักงานใหญ่กับสำนักงานย่อย ระบบคลาวด์ และระบบสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์และตัดสินใจเป็นต้น

เทคโนโลยีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันจึงเป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญที่ทำให้เหล่าผู้ให้บริการ จะต้องพัฒนาศักยภาพในการให้บริการโครงข่ายไปทั่วประเทศ โดยการให้กำเนิดชุมสายสำหรับเชื่อมโยงข้อมูลโครงข่ายทั้งสาขาหลักและสาขาย่อย ไปตามพื้นที่ภูมิภาคต่างๆ เพื่อให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการจะสร้างความหน้าเชื่อถือต่อผู้ใช้บริการ จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงการผลิตและการซ่อมบำรุงชุมสายเหล่านี้ ให้มีประสิทธิภาพดีอย่างสม่ำเสมอ ทำให้มีค่าใช้จ่ายในด้านการเปลี่ยน แบตเตอรี่ ที่ใช้ในการสำรองระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับให้บริการ กรณีที่เกิดเหตุ ไฟฟ้าขัดข้องในภูมิภาค หรือ อาจจะเกิดเหตุไม่คาดคิด ส่งผลให้ไม่มีไฟฟ้าจ่ายให้กับอุปกรณ์ ดังนั้น แบตเตอรี่ จึงเป็นหัวใจหลักในการสร้างความประทับใจและความเชื่อมั่นในการให้บริการที่ความมั่นคง ซึ่งปัญหาที่พบจากการซ่อมบำรุงส่วนใหญ่จะเกิดจาก แบตเตอรีที่ใช้ เสื่อมสภาพไวกว่า ระยะเวลาที่ระบุไว้ ทำให้เวลาเกิดเหตุไฟฟ้าขัดข้อง แบตเตอรี่ไม่สามารถ รองรับไปได้จนถึงระยะเวลาที่ไฟฟ้าถูกแก้ไข ทำให้อุปกรณ์ถูกชัตดาวน์ เกิดผลกระทบไปยังลูกค้าที่ใช้บริการ ทำให้ความน่าเชื่อถือลดน้อยลง

เนื่องจากปัจจุบันผู้วิจัยได้ปฏิบัติงานอยู่ในองค์กรที่ให้บริการด้านโครงข่ายสื่อสารโทรคมนาคม และผู้วิจัยได้ปฏิบัติงานในตำแหน่งวิศวกร ส่วนของการออกแบบสิ่งอำนวยความ

สะดวกโครงข่าย บริษัท ยูไนเต็ด อินฟอร์เมชั่น ไฮเวย์ จำกัด จึงพบว่าการเลือกคัดเลือก แบตเตอรี่ ที่ใช้ในชุมสาย มีความสำคัญยิ่งต่อการให้บริการลูกค้า ที่มั่นคงของโครงข่ายที่เชื่อถือได้ ผู้วิจัยมีความคิดที่จะ ลดค่าใช้จ่ายต้นทุน ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างที่เหมาะสม และ การดำเนินการซ่อมบำรุงที่สะดวก เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อการประยุกต์ใช้เทคนิค AHP และ TOPSIS ในการคัดเลือกยี่ห้อแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับชุมสาย กรณีศึกษา ของบริษัทที่ผู้วิจัยทำงานอยู่

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ในการศึกษาจะคัดเลือกเฉพาะแบตเตอรี่สำหรับ คอมมูนิเคชั่น เท่านั้น
2. ในการศึกษาจะคัดเลือกเฉพาะแบตเตอรี่ชนิด 100Ah แรงดัน 12V. เท่านั้น
3. ในการศึกษาจะคัดเลือกเฉพาะแบตเตอรี่ ที่มี ความกว้างยาวสูง ไม่เกิน 110x400x300 mm.
4. ในการศึกษาจะคัดเลือกที่ตั้งโดยให้ผู้เกี่ยวข้อง ต้องใช้หลักเกณฑ์และคะแนนแบบเดียวกันเท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา

1. ทราบถึงหลักเกณฑ์ปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับติดตั้งที่ชุมสายสาขาย่อยในการบริการโครงข่ายการติดต่อสื่อสารของบริษัทกรณีศึกษา
2. จัดลำดับความสำคัญของการคัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับติดตั้งที่ชุมสายสาขาย่อยในการบริการโครงข่ายการติดต่อสื่อสารที่มีประสิทธิภาพของบริษัทกรณีศึกษา
3. ได้กระบวนการตัดสินใจในการพิจารณาการคัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับติดตั้งที่ชุมสายสาขาย่อยในการบริการโครงข่ายการติดต่อสื่อสารของบริษัทกรณีศึกษาจากหลักเกณฑ์ที่หลากหลายและคลุมเครือให้เป็นระบบและมีมาตราฐาน
4. ได้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจแก่ผู้บริหารของบริษัทกรณีศึกษา ในการดำเนินนโยบายด้านการลงทุนสร้างชุมสายสาขาย่อยในการบริการโครงข่ายการติดต่อสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการทำงานหรือการบริหารงานนอกจากจะต้องมีความรู้ความสามารถในงานที่ปฏิบัติแล้ว สิ่งสำคัญประการหนึ่งของผู้ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหัวหน้างานหรือผู้บริหาร คือ การตัดสินใจ (Decision Making) เพราะการตัดสินใจเปรียบเสมือนหัวใจของการปฏิบัติงานและบริหารงาน ทั้งนี้เพราะการตัดสินใจจะมีอยู่ในแทบทุกขั้นตอนและทุกกระบวนการของการทำงาน

แม้แต่บุคคลทั่วไปก็ไม่อาจหลีกเลี่ยงเรื่องการตัดสินใจได้ นับตั้งแต่ตื่นขึ้นมาก็จะมีการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา เช่น การเลือกเสื้อผ้าที่จะสวมใส่ เวลาที่จะออกเดินทาง เส้นทางที่จะใช้เดินทาง การเลือกอาหารรับประทาน เป็นต้น แต่ดูเหมือนว่าการตัดสินใจในเรื่องทั่ว ๆ ไปเหล่านี้ไม่ต้องพิจารณาอะไรมากมายนัก แม้ตัดสินใจผิดพลาดก็สามารถแก้ไขได้ไม่ยาก

แต่ถ้าเรื่องที่ตัดสินใจนั้นเป็นเรื่องใหญ่ หมายถึง เรื่องที่ตัดสินใจแล้วผิดพลาดจะเกิดความเสียหายมากหรือแก้ไขได้ยาก การตัดสินใจในเรื่องใหญ่ ๆ เหล่านี้ควรต้องพิจารณาให้รอบคอบก่อนที่จะตัดสินใจลงไป ทั้งนี้เพราะการตัดสินใจในบางเรื่องของบุคคลอาจหมายถึงชีวิตหรืออนาคตของบุคคลนั้น ทำนองเดียวกันกับการตัดสินใจในบางเรื่องของผู้นำหรือผู้บริหารอาจหมายถึงความอยู่รอดของกลุ่ม หน่วยงาน หรือองค์กร เป็นต้น

การตัดสินใจ หมายถึง กระบวนการเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่ง จากหลาย ๆ ทางเลือกที่ได้พิจารณาหรือประเมินอย่างดีแล้วว่าเป็นหนทางให้บรรลุวัตถุประสงค์ และเป้าหมายขององค์กร การตัดสินใจเป็นสิ่งสำคัญและเกี่ยวข้องกับหน้าที่การบริหารหรือการจัดการเกือบทุกขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการวางแผน การจัดองค์กร การจัดคนเข้าทำงาน การประสานงาน และการควบคุม การตัดสินใจได้มีการศึกษามานาน ดังที่ บาร์นาร์ด (Barnard, 1938) ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจ คือ เทคนิคในการที่จะพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ ให้เหลือทางเลือกเดียว

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของปัจจัยในการกำหนดหรือทางเลือกก็ล้วนแต่ขึ้นอยู่กับความเสี่ยงและโอกาส ด้วยเหตุนี้จึงขอนิยามความหมายของคำว่า ความเสี่ยง และโอกาส ดังนี้

- ความเสี่ยง หมายถึง เหตุการณ์หรือการกระทำใด ๆ ที่อาจเกิดขึ้นภายใต้สถานการณ์ที่ไม่แน่นอนหรือสถานการณ์ที่มนุษย์ไม่สามารถควบคุมได้ และจะส่งผลกระทบหรือสร้างความเสียหาย ความล้มเหลว หรือลดโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการบรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ทั้งในระดับองค์กร ระดับหน่วยงาน และบุคคล เช่น ปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละปี เครื่องจักรทำงานผิดพลาด ภาวะเศรษฐกิจเงินเฟ้อ เป็นต้น ลักษณะดังกล่าวเป็นความเสี่ยงที่เกิดจากสถานการณ์นอกบังคับ (State of Nature)

- โอกาส หมายถึง ค่าที่ใช้ประเมินสถานการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้น โดยพิจารณาว่าเมื่อถึงเวลาเกิดเหตุการณ์แล้วจะเกิดในลักษณะใด มีโอกาสที่จะเกิดมากน้อยเพียงใด เช่น โอกาสที่นาย ก. จะชนะเลือกตั้งเป็นนายกองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านช้างร้อยละ 85 หรือโอกาสที่ผลิตภัณฑ์ตราสินค้า A จะมีส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 20 เป็นต้น รวมทั้งยังสามารถสร้างโอกาสเพื่อการตัดสินใจได้อีกด้วย

การกำหนดค่าความเสี่ยงและโอกาสจะสามารถดำเนินการด้วยการสร้างค่าตัวเลขขึ้นเพื่อเป็นค่าชี้วัดในการตัดสินใจได้ 2 วิธีดังต่อไปนี้

1. วิธีการทางสถิติ เป็นการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นด้วย 2 วิธีการดังนี้

ก) ประมวลเหตุการณ์ล่วงหน้า (Objective) เป็นการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นโดยใช้ทฤษฎีเซ็ตเป็นพื้นฐาน เช่น การโยนเหรียญ 1 เหรียญ 1 ครั้ง พบว่าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นมีทั้งหมด 2 ผลลัพธ์ คือ หัว (H) หรือ ก้อย (T) ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่เหรียญจะขึ้นหน้าหัวเท่ากับ 0.5

ข) ตรวจสอบเหตุการณ์ภายหลัง (Subjective) เป็นการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นด้วยการทดลองหรือการสังเกต เช่น จากการตรวจสอบผลิตภัณฑ์จำนวน 250 ชิ้น มีผลิตภัณฑ์เสียจำนวน 25 ชิ้น ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่มีผลิตภัณฑ์เสียเท่ากับ 0.10

2. วิธีเจาะจง เป็นการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นด้วยการคาดคะเนจากผู้มีประสบการณ์ ส่วนความแม่นยำนั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้วิเคราะห์แต่ละท่าน เช่น นักวิเคราะห์หลักทรัพย์คาดว่าราคาหุ้นของสถาบันการเงิน A จะเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 20 ตอนปลายปีด้วยความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.75

กระบวนการที่นำมาช่วยในการตัดสินใจมีหลากหลายวิธี แต่วิธีที่เป็นที่นิยมใช้ตัดสินใจเลือกจากปัจจัยด้านคุณภาพมากที่สุด ที่ผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้คือ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process; AHP) ซึ่งจะทำการแยกแยะถึงองค์ประกอบของปัญหาตามลำดับชั้น และกำหนดความสำคัญเปรียบเทียบในแต่ละปัจจัยของปัญหาในแต่ละลำดับชั้น โดยในลำดับชั้นล่างสุดจะประกอบด้วยทางเลือกต่าง ๆ เพื่อใช้ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดตามวัตถุประสงค์ ในกรณีของการตัดสินใจเป็นกลุ่ม (Group Decision) โดยผู้วิจัย จะนำมา

ประยุกต์ใช้ตัดสินใจด้านการคัดเลือกคุณภาพ การประยุกต์ใช้ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาคัดเลือกแบตเตอรี่ โดยมีหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่นำมาใช้อ้างในกรณีการศึกษาการวิจัยครั้งนี้ โดยทฤษฎีและโปรแกรมที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

2.1.1 ทฤษฎีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process; AHP)

2.1.2 กระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution; TOPSIS)

2.1.3 การนำเอา AHP และ TOPSIS มาใช้ร่วมกัน

2.1.4 โปรแกรม Expert Choice

2.1.1 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process; AHP)

AHP (Analytic Hierarchy Process) เป็นกระบวนการตัดสินใจที่ใช้ในการวินิจฉัยเพื่อหาเหตุผล เกิดขึ้นเมื่อปลายทศวรรษที่ 1970 ถูกคิดค้นโดย Dr.Thomas Saaty ผู้ซึ่งได้รับปริญญาเอกทางด้านคณิตศาสตร์จาก Yale University ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยแบ่งองค์ปัญหาออกเป็นส่วนๆ ในรูปแบบของแผนภูมิตามลำดับชั้นและกับหนดค่าของการวินิจฉัยการเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ และนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อดูว่าทางเลือกใดมีค่าความสำคัญสูงสุด เป็นกระบวนการที่ใช้งานง่าย เพราะมีโครงสร้างคล้ายกระบวนความคิดของมนุษย์ ง่ายในการสร้าง และสามารถนำเอาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง มาวินิจฉัยได้อย่างมีความสอดคล้องกันของเหตุผล สามารถใช้ได้ทั้งบุคคลธรรมดาและในระดับองค์กร ไม่ต้องการผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุมชี้นำดังเช่นที่เกิดขึ้นกับการตัดสินใจโดยวิธีปกติธรรมดา (วิฑูรย์ ตันศิริคงคล, 2452)

เป็นกระบวนการช่วยในการตัดสินใจโดยอาศัยหลักการของการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ วิธีทำนั้นจะต้องกำหนดเกณฑ์ของเป้าหมายที่จะศึกษาให้อยู่ในลักษณะเป็น ลำดับชั้น ส่วนในระดับที่ต่ำลงมาจะเป็นเกณฑ์ย่อย (Sub-Criteria) ตามลำดับจนถึงทางเลือก ซึ่งจะเป็นระดับต่ำสุดของการจัดลำดับขั้น

การวิเคราะห์จะใช้หลักการเปรียบเทียบทีละคู่ (Pair Wise Comparison) ของเกณฑ์ซึ่งค่าความสำคัญในการเปรียบเทียบจะอยู่ในช่วงตั้งแต่มีความสำคัญเท่ากันจนถึงมีความสำคัญมากกว่า ซึ่งสามารถแปรเปลี่ยนมาเป็นตัวเลข ระหว่าง 1 ถึง 9

ผลจากการเปรียบเทียบในแต่ละคู่เมื่อเรียบร้อยแล้ว จะสามารถคำนวณน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ออกมาเป็นตัวเลข เพื่อแสดงให้ผู้บริหารได้เห็นถึงความสำคัญของแต่ละเกณฑ์อย่างชัดเจน

การคำนวณหาน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ในเมตริกซ์สามารถหาค่าได้ โดยใช้วิธีการคำนวณไอเกนเวคเตอร์ (Eigenvector) ของแต่ละเมตริกซ์ และเวคเตอร์นี้จะถูกน้ำหนัก ด้วยน้ำหนัก

ของเกณฑ์ในระดับสูงกว่า ขั้นตอนนี้จะถูกทำซ้ำไปเรื่อยๆ จากบนลงล่างตามลำดับขั้นในที่สุดจะได้ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นี้เหมาะสมสำหรับการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ เนื่องจาก

1. สามารถใช้กับการตัดสินใจคนเดียวและสามารถใช้ได้ดีกับการตัดสินใจที่มีผู้ตัดสินใจเป็นกลุ่มในการตัดสินใจ

2. เป็นกระบวนที่ทำให้ความสำคัญในขั้นตอนการเลือก (Choice) ในขั้นตนการตัดสินใจ

3. สามารถใช้งานได้ดีกับปัญหาที่มีความสลับซับซ้อน กระบวนการนี้มีขั้นตอนดำเนินการไม่ยุ่งยากสับสนและมีความยืดหยุ่นสูงในการปรับเปลี่ยนน้ำหนักวามสำคัญหรือเกณฑ์การตัดสินใจต่างๆได้ ใช้งานได้ทั้งปัญหาที่ประกอบด้วยปัจจัยที่ตีเป็นค่าเงินได้และตีเป็นค่าเงินไม่ได้

4. การสร้างปัญหาให้เป็นไปตามโครงสร้างปัญหาของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์จะช่วยให้กลุ่มผู้ตัดสินใจไม่ขาดหรือลืมนึกถึงเกณฑ์ตัดสินใจหรือวัตถุประสงค์ตลอดจนทางเลือกที่จำเป็นในขณะการตัดสินใจ

รูปแบบของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ จะอยู่บนหลักการพื้นฐานสามประการ สุธรรม อรุณ ได้เขียนบทความถึงจุดเด่นของ APH ไว้ดังนี้

1. ให้ผลการสำรวจน่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่น เนื่องจากใช้การจับคู่เปรียบเทียบ ก่อนที่จะตัดสินใจ

2. มีโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับขั้น คล้ายกระบวนการคิดของมนุษย์ ทำให้ใช้งานง่ายและเข้าใจได้ง่าย

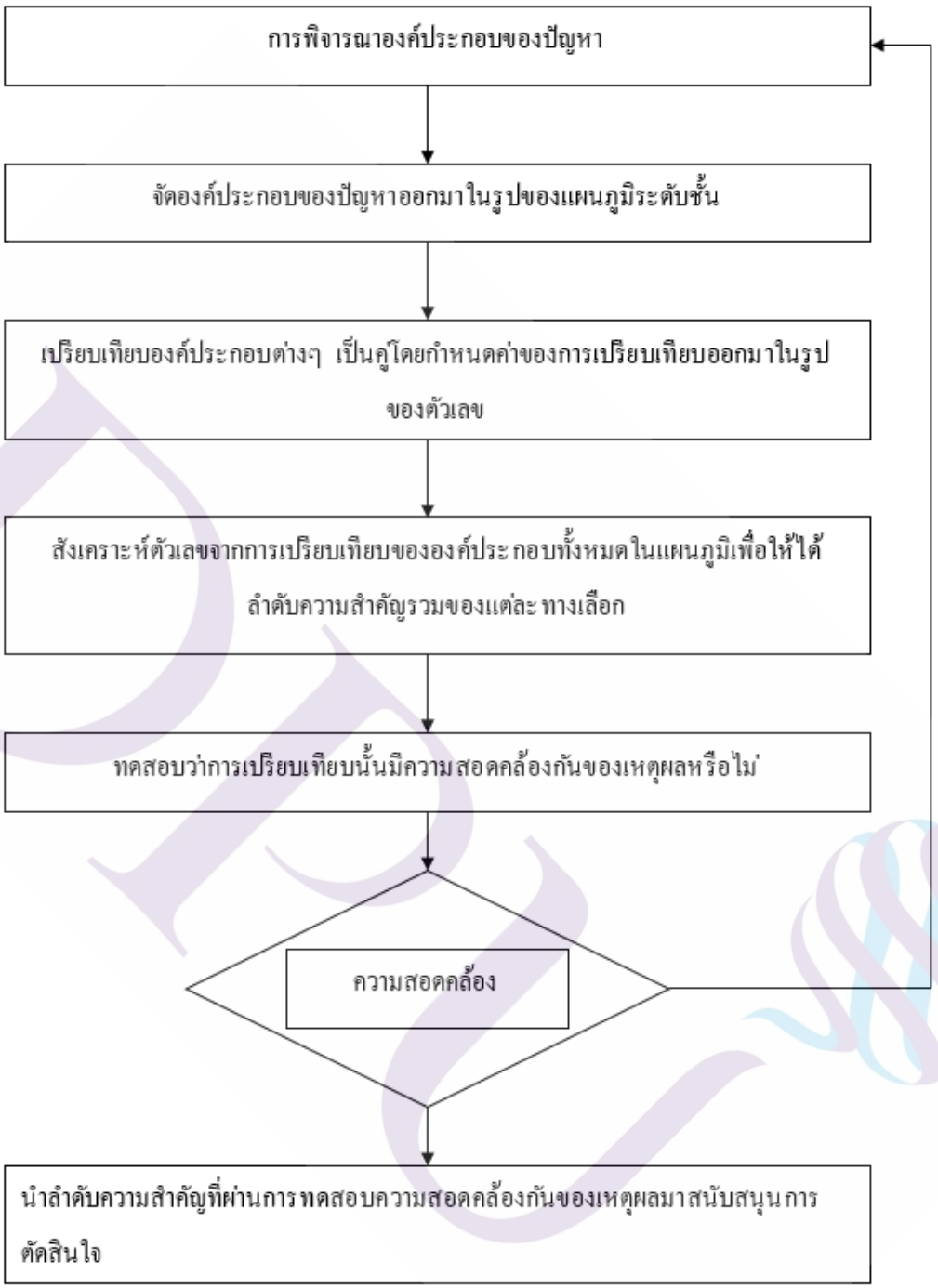
3. ผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลขดังกล่าวไปเปรียบเทียบ (Benchmarking)

4. สามารถขจัดการตัดสินใจแบบมีอคติหรือลำเอียงออกไปได้

5. ใช้ได้ทั้งกับการตัดสินใจแบบคนเดียวและแบบที่เป็นกลุ่มหรือหมู่คณะ

6. ก่อให้เกิดการประนีประนอมและการสร้างประชามติ

7. ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุมจะเห็นได้ว่าเทคนิคกระบวนการวิเคราะห์มนุษย์ที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ด้วยความสำคัญตามเหตุและผลที่เหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ (หรือเป้าหมายที่ต้องการ) นอกจากนี้ยังเป็นเทคนิคที่ใช้ง่ายทั้งในลักษณะเป็นรายบุคคลหรือหมู่คณะก็ได้ มีผลที่น่าเชื่อถือ และแม่นยำอีกด้วย เหมาะสำหรับใช้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลในการนำไปใช้ในกระบวนการการตัดสินใจ ทั้งในระดับรายบุคคลหรือหมู่คณะ



ภาพที่ 2.1 แสดงแผนภูมิขั้นตอนกระบวนการ AHP

ที่มา: วิฑูรย์ ตันศิริคงคล, 2542

รูปแบบของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ จะอยู่บนหลักการพื้นฐานสามประการของการวิเคราะห์แบบตรรกศาสตร์ (การหาเหตุผล)ซึ่งประกอบด้วย

1. การสลายปัญหาที่ซับซ้อน (Decomposition)

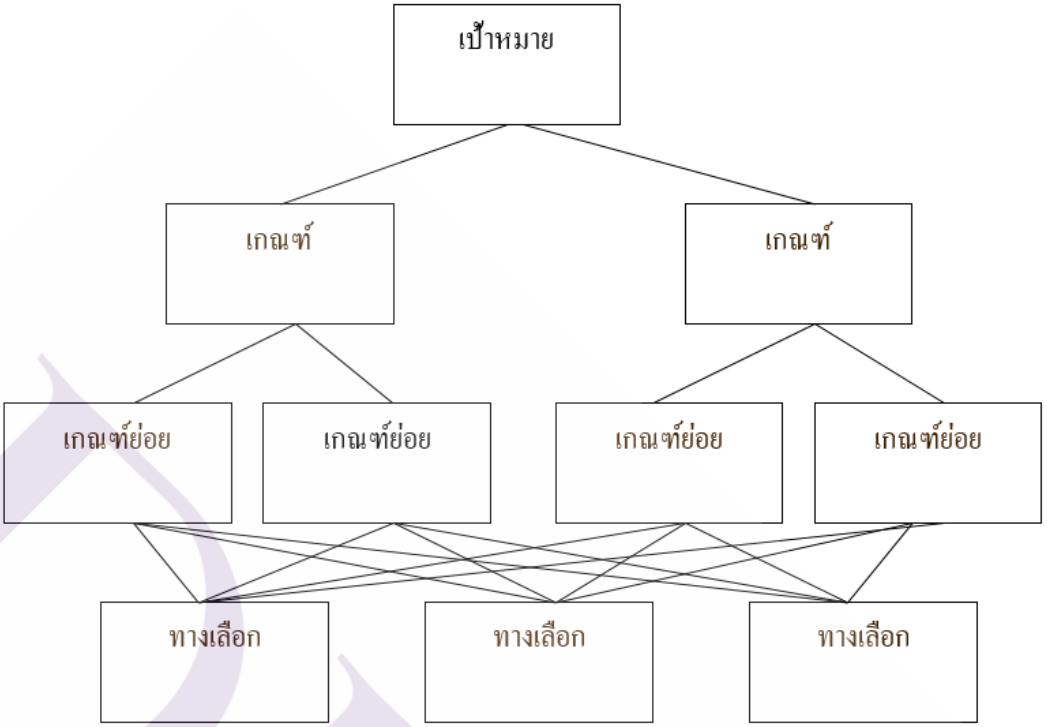
ของปัญหาลำดับชั้นให้อยู่ในรูปของแผนภูมิโครงสร้างลำดับชั้น (Hierarchy Structure) แต่ละระดับชั้นประกอบไปด้วยเกณฑ์ในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นระดับชั้นบนสุดเรียกว่าเป้าหมาย โดยรวมซึ่งมีเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น ระดับชั้นที่ 2 อาจมีหลายปัจจัยขึ้นอยู่กับว่าแผนภูมินั้นมีทั้งหมดกี่ระดับชั้น ที่สำคัญที่สุดปัจจัยต่างๆ ในระดับชั้นเดียวกันต้องมีความสำคัญทัดเทียมกัน ถ้ามีความสำคัญแตกต่างกันมากควรแยกเอาปัจจัยที่มีความสำคัญน้อยกว่าลงไปอยู่ระดับชั้นที่อยู่ถัดลงไป ตัวอย่างแผนภูมิชั้นโครงสร้าง AHP

2. การหาลำดับความสำคัญ (Prioritization)

โดยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ทีละคู่ (Pairwise Comparisons) จากปัจจัยที่มีผลกระทบต่อเกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละระดับชั้นโครงสร้างโดยใช้วิธี Principle of Hierarchic Composition การวินิจฉัยจะแสดงออกมาในรูปของมาตราส่วนของระดับความพึงพอใจที่เป็นตัวเลข 1 ถึง 9 ในตารางเมทริกซ์เนื่องจากตารางเมทริกซ์ คือเครื่องมือที่เหมาะสมในการเปรียบเทียบในลักษณะเป็นคู่ๆหรือจับคู่ นอกจากจะช่วยอธิบายเกี่ยวกับการเปรียบเทียบแล้วตารางเมทริกซ์ยังสามารถทดสอบความสอดคล้องกันของการวินิจฉัยและสามารถวิเคราะห์ถึงความอ่อนไหวของลำดับความสำคัญเมื่อการวินิจฉัยเปลี่ยนแปลงไปได้อีกด้วย

3. การวิเคราะห์ความสำคัญก่อนหลัง

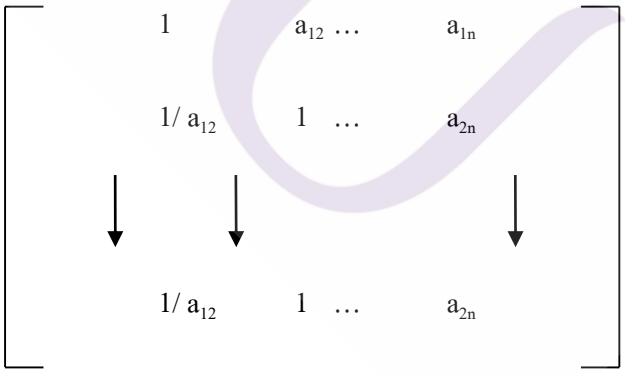
หลังจากได้ค่าน้ำหนักของทางเลือกที่มีต่อปัจจัยในการวินิจฉัย (Sensitivity Analysis) จะทำการทดสอบหลังจากเสร็จจากกระบวนการทั้งหมด ซึ่งเป็นการพิจารณาว่าเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเกณฑ์การตัดสินใจหรือปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง จะทำให้อันดับความสำคัญของทางเลือกมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่



ภาพที่ 2.2 ลักษณะแผนภูมิระดับชั้น

กระบวนการวิเคราะห์ของ AHP

1. การวิเคราะห์เมตริกซ์



ภาพที่ 2.3 แสดงรูปแบบเมทริกซ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ 2.1 แสดงตารางเมทริกซ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์เป็นคู่ (Pairwise Comparison)

เป้าหมายการตัดสินใจ	**หลักเกณฑ์**				
	A1	**A2**	→		**An**
A1	1	3	-	-	-
A2 ↓	1/3	1	-	-	-
หลักเกณฑ์ An	-	-	-	-	-

จากตารางที่ 2.1 ภายใต้เป้าหมายการตัดสินใจ หลักเกณฑ์ A1 ในแถวซ้ายมือบนสุดจะถูกเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ A2 ถึง A1 (แผนภูมิชั้นโครงสร้างแสดงดังรูปที่ 3) ในแถวนอนของ A1 การเปรียบเทียบก็ดำเนินการเช่นเดียวกันในแถวนอนที่ 2 ในการเปรียบเทียบนั้นผู้ตัดสินใจจะเกิดคำถามว่าหลักเกณฑ์ที่มีความสำคัญหรือมีอิทธิพลมากกว่าหลักเกณฑ์อื่นที่ถูกนำมาเปรียบเทียบในระดับไหน

1. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (Geometric Mean Method)

ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตเกิดจากการนำเอาตัวเลขที่ต้องการหาค่าเฉลี่ยมาคูณกัน แล้วนำเอาผลคูณนั้นมาถอดรากตามจำนวนตัวเลขนั้น โดยมี 5 ขั้นตั้นดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผลในการให้คะแนน โดยใช้การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ทีละคู่ของหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกกำหนดโดยนำผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์ในแถวตั้ง แต่ละแถวมาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยในแถวนอนแต่ละแถวแล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์จะเท่ากับจำนวนหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ ผลรวมนี้เรียกว่า Eigen Values สูงสุด (λ_{max})

- ถ้าตารางเมทริกซ์มีความสอดคล้องกันของเหตุผลสมบูรณ์ 100 %

λ_{max} = จำนวนหลักเกณฑ์ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ (n) ถ้าตารางเมทริกซ์ไม่มีความสอดคล้องกัน

λ_{max} จำนวนหลักเกณฑ์ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ

ขั้นตอนที่ 2 หาดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index : C.I.) ได้จากสมการ

$$C.I. = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad \text{.....สมการที่ 2.1}$$

ขั้นตอนที่ 3 หาค่า RI (Random Index) ได้จากการทดลองโดยการสุ่มตัวอย่างจากตารางเมทริกซ์จำนวน 64,000 ตัวอย่างโดย Saaty (1980) ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าดัชนีความสอดคล้องตามขนาดของเมตริกซ์

ขนาดของตารางเมทริกซ์	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
ค่า RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

ที่มา: Saaty, 1980

ขั้นตอนที่ 4 อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio : C.R.)

$$C.R. = \frac{C.I._{\text{จากการคำนวณ}}}{R.I._{\text{จากการสุ่มตัวอย่าง}}} \quad \text{.....สมการที่ 2.2}$$

ถ้าค่า C.R. เกินกว่ามาตรฐานดังกล่าวแสดงว่าความสอดคล้องกันของเหตุผลไม่มีความสอดคล้องกัน ผู้วินิจฉัยต้องทบทวนการวินิจฉัยที่ได้ทำไปแล้วใหม่ ซึ่งแนวทางในการแก้ไขปัญหาของความไม่สอดคล้องกันก็คือ เรียงลำดับปัจจัยตามน้ำหนักที่ได้จากการวินิจฉัยในครั้งแรก ต่อจากนั้นก็สร้างตารางเมทริกซ์เพื่อวินิจฉัยหาลำดับความสำคัญใหม่โดยดูว่าอันดับเปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่ ซึ่งถ้าเปลี่ยนไปในทางที่เป็นเหตุผลและตรงกับสถานการณ์ของปัญหาก็ย่อมหมายถึงความสอดคล้องกันของเหตุผลก็จะสูงขึ้น

ในการวินิจฉัยเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ ผู้วินิจฉัยจะกำหนดมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นระดับความเข้มข้นของความสำคัญด้วยตัวเลข 1 ถึง 9 โดยความหมายของตัวเลขที่แสดง

ตารางที่ 2.3 ตารางเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสำคัญ

ระดับของความสำคัญ	นิยาม
1	มีความสำคัญเท่ากัน
3	มีความสำคัญมากว่าพอประมาณ
5	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด
7	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดมาก
9	มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง
2,4,6,8	เป็นค่าความสำคัญระดับกลางๆ

การวิเคราะห์หาลำดับความสำคัญในการวิเคราะห์หาลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ทำการเปรียบเทียบนั้นมีขั้นตอนต่างๆดังต่อไปนี้หาผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งของแต่ละแถวของตารางเมทริกซ์ ตัวอย่างเช่น ในตารางที่ 2.4

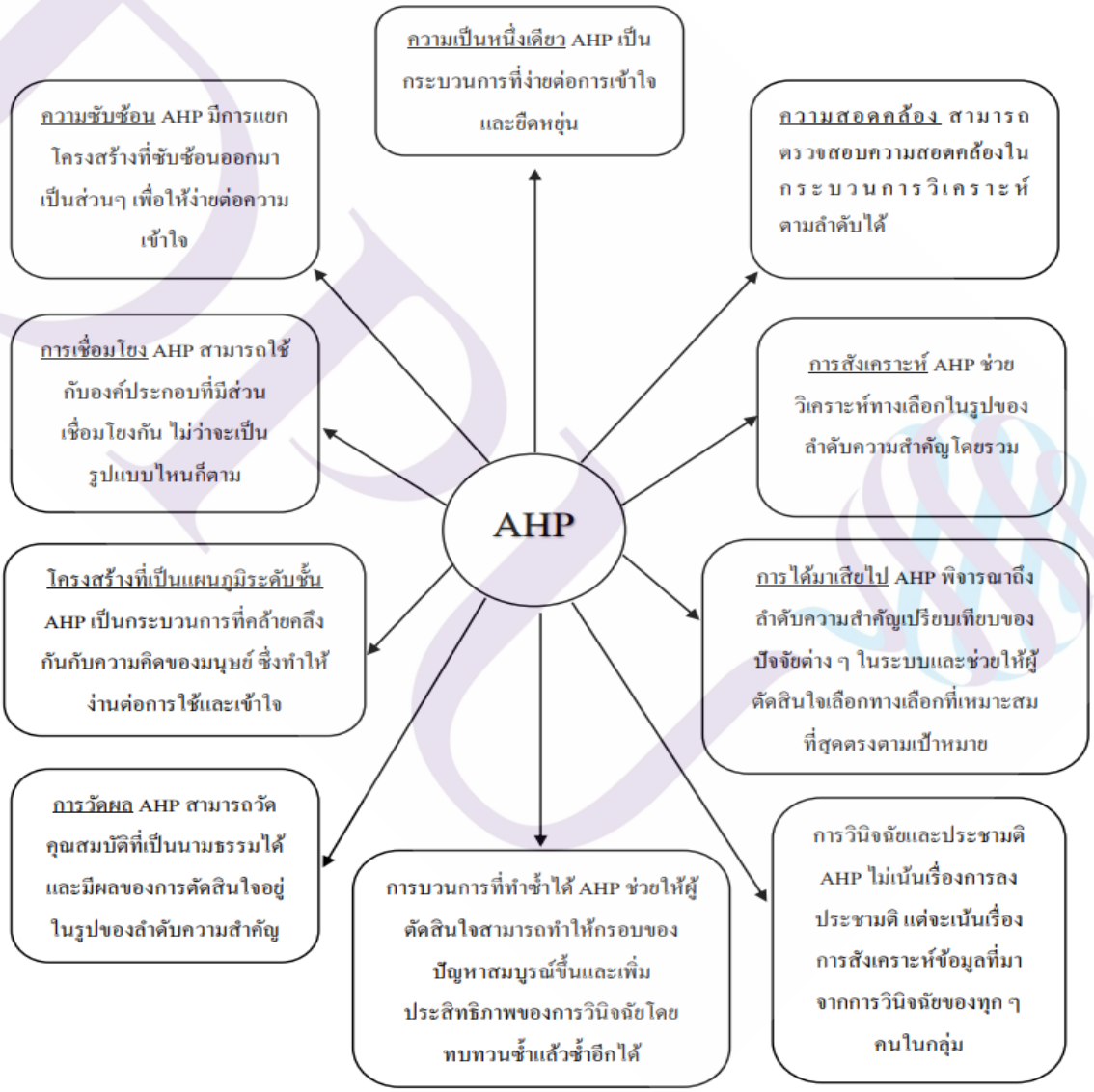
ในแถวตั้ง A_1 มีค่าผลรวม = (1+2+4 = 7), ในแถวตั้ง A_2 มีค่าผลรวม = (1/2+1+2 = 3.5), ในแถวตั้ง A_3 มีค่าผลรวม = (1/4+1/2+1 = 1.75)

นำตัวเลขแต่ละช่องของแถวตั้ง แต่ละแถวหารด้วยผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งนั้น เพื่อให้ได้ตารางเมทริกซ์ของค่าเฉลี่ยซึ่งจะเป็นนัยสำคัญที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่างๆ ตัวอย่าง เช่น ในแถวตั้ง A_1 = 1/7, 2/7, 4/7 ในแถวตั้ง A_2 = (1/2)/3.5, 1/3.5, 2/3.5 ในแถวตั้ง A_3 = (1/4)/1.75, (1/2)/1.75,1/1.75

การหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแถวนอนแต่ละแถว โดยนำเอาผลรวมของตัวเลขทั้งหมดในแต่ละแถวนำมาหารด้วยจำนวนตัวเลขที่มีอยู่ในแต่ละแถวนอนนั้น ตัวอย่างเช่น ในตารางที่ 2.4 แถวนอน A_1 มีค่าเฉลี่ย = [(1/7)+0.1428+0.1428]/3 = 0.143 ฯลฯ

ตารางที่ 2.4 แสดงตารางเมทริกซ์ที่แสดงถึงเป้าหมายการตัดสินใจภายใต้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบ

เป้าหมายในการตัดสินใจ	A_1	A_2	A_3	ลำดับความสำคัญ
A_1	1	1/2	1/4	0.143
A_2	2	1	1/2	0.286
A_3	4	2	1	0.571
Σ	7	3.5	1.75	



ภาพที่ 2.4 ประโยชน์ของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ AHP

2.1.2 กระบวนการตัดสินใจโดยเรียงความสำคัญจากหลายปัจจัยซึ่งเป็นวิธีที่อาศัยเกณฑ์หลายๆ เกณฑ์ Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงการคัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับใช้ในชุมสายสาขาย่อยเพื่อการบริการโครงข่ายการติดต่อสื่อสารของบริษัท ยูไนเต็ด อินฟอร์เมชั่น ไฮเวย์ จำกัด (UIH) โดยประเด็นนั้นได้นำกระบวนการตัดสินใจที่มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาหลายหลักเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making; MCDM) คือ TOPSIS ซึ่งเป็นการจัดลำดับความสำคัญสิ่งที่เราสนใจ โดยการเปรียบเทียบทั้งลักษณะที่เพิ่มขึ้นและลดลง โดยผลลัพธ์ที่ต้องการให้มีลักษณะที่มีค่าเพิ่มขึ้นและผลลัพธ์ที่ได้ต้องการให้มีลักษณะที่มีค่าลดลง เพื่อส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกผลลัพธ์ TOPSIS จะช่วยในการพิจารณาว่าสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบนั้นเข้าใกล้ข้อดี ข้อเสียมากน้อยกว่ากันเท่าไร โดยนำมาคำนวณต่อจาก AHP ซึ่งเริ่มต้นโดยการใช้ AHP ช่วยในการได้มาซึ่งความสัมพันธ์ที่สำคัญของทางเลือก ซึ่งมีหลักเกณฑ์ที่สำคัญการนำ TOPSIS มาประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจนั้นมีความเหมาะสมดีซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งของกระบวนการตัดสินใจหลายหลักเกณฑ์ โดยผลที่ออกมานั้นจะอยู่ในรูปของการจัดอันดับสิ่งที่พิจารณาที่มีข้อดีมากที่สุด และข้อเสียน้อยที่สุด ดังนั้น TOPSIS จึงเหมาะกับการนำมาช่วยในการตัดสินใจเช่นกัน

วิธีการ TOPSIS รู้จักกันในนามของวิธีการที่มีความน่าเชื่อถือวิธีการหนึ่ง โดยวิธีการนี้มีหลักการคือ จะทำการสมมติว่าแต่ละหลักเกณฑ์ที่เป็นได้ทั้งลักษณะที่เพิ่มขึ้นและลดลง กล่าวคือ ผลลัพธ์ที่มีลักษณะที่มีค่าเพิ่มขึ้น เพื่อส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกผลลัพธ์ เช่น หลักเกณฑ์ด้านผลตอบแทน และผลลัพธ์ที่ได้ต้องการให้มีลักษณะที่มีค่าลดลง เพื่อส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกผลลัพธ์ เช่น หลักเกณฑ์ด้านต้นทุน เป็นต้น และสาหรับหลักเกณฑ์ที่มีความคลุมเครือในการให้ข้อมูล หรือ หลักเกณฑ์ที่เป็นข้อมูลเชิงความรู้สึกนั้น จะสามารถนาไปข้อมูลวิเคราะห์ได้ภัชรี นิ่มศรีกุล (2552)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ของวิธีการ TOPSIS

วิธีการนี้ได้มีขั้นตอนในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาคะแนนเชิงตัวเลขเพื่อความเป็นมาตรฐานและเป็นรูปแบบเดียวกัน

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum x_{ij}^2}} \qquad \text{.....สมการที่ 2.3}$$

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่าน้ำหนักของคะแนนเชิงตัวเลขที่ผ่านการปรับให้เป็นค่ามาตรฐานแล้ว

$$V_{ij} = w_{ij} r_{ij}$$ .....สมการที่ 2.4

ขั้นตอนที่ 3 ระบุวิธีการที่เป็นเชิงบวกและเชิงลบ โดยการคำนวณหาค่า A- และ A* ของค่าคะแนนเชิงตัวเลขที่ผ่านการพิจารณาค่าน้ำหนักแล้ว จากสูตรคำนวณ

$A^* = \{v_1^*, v_2^*, v_3^*, \dots, v_j^*, \dots v_n^*\}$ .....สมการที่ 2.5

$= \{(\max_i V_{ij} | j \in J_1), (\min_i V_{ij} | j \in J_2) | i = 1,2,3, \dots m\}$

$A^- = \{v_1^-, v_2^-, v_3^-, \dots, v_j^-, \dots v_n^-\}$ .....สมการที่ 2.6

$= \{(\max_i V_{ij} | j \in J_1), (\min_i V_{ij} | j \in J_2) | i = 1,2,3, \dots m\}$

โดยที่ A* คือ ค่าคะแนนเชิงตัวเลขที่ผ่านการพิจารณาค่าน้ำหนักแล้วที่มีค่ามากที่สุดของแต่ละ หลักเกณฑ์ A^- คือ ค่าคะแนนเชิงตัวเลขที่ผ่านการพิจารณาค่าน้ำหนักแล้วที่มีค่าน้อยที่สุดของแต่ละหลักเกณฑ์ j_1คือ กลุ่มของหลักเกณฑ์ที่ค่าเพิ่มขึ้นแล้วส่งผลเพื่อการตัดสินใจทางเลือก เช่น หลักเกณฑ์ด้านผลตอบแทน J_2 คือ กลุ่มของหลักเกณฑ์ที่ค่าเพิ่มขึ้นแล้วส่งผลเพื่อการตัดสินใจทางเลือก

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณเพื่อวัดแบบแบ่งแยก โดยการหาระยะห่างของค่าคะแนนเชิงตัวเลขของแต่ละ

หลักเกณฑ์แต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับค่าที่หาได้จากขั้นตอนที่ 3 โดยแยกคำนวณเป็นในส่วนของ

คะแนนเชิงบวก (A*) และเชิงลบ (A^-) ด้วยสูตรการคำนวณ คือ

$S^* = \sqrt{\sum (V_{Aj} - A_j^*)^2}$, I = 1,2,3,... m .....สมการที่ 2.7

$S^- = \sqrt{\sum (V_{Aj} - A_j^-)^2}$, I = 1,2,3,... m .....สมการที่ 2.8

โดยที่ S* คือ ระยะห่างของค่าคะแนนเชิงตัวเลขของแต่ละหลักเกณฑ์แต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงบวก (A*) S- คือ ระยะห่างของค่าคะแนนเชิงตัวเลขของแต่ละหลักเกณฑ์แต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงลบ (A-)

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณหาความสอดคล้องกัน เพื่อให้เป็นค่าเชิงบวก โดยหาได้จากสมการ

$C_i^* = S_i^- / (S_i^* + S_i^-)$, i = 1,2,3,... m .....สมการที่ 2.9

โดยที่ C* คือ ค่าที่ได้รับการปรับให้เป็นค่าเชิงบวก

หมายเหตุ. ค่า C* มีค่าเท่ากับ $0 \le C_i^* \le 1$ โดยที่

$C_i^* = 0$ เมื่อ $A_i = A^-$

และเมื่อ $C_i^* = 1$ เมื่อ $A_i = A^*$

ขั้นตอนที่ 6 จัดอันดับจากคะแนน C* โดยทางเลือกที่มีค่าคะแนน C* มากที่สุด จะได้รับการจัดให้เป็นอันดับที่ 1 (K. Paul Yoon and Ching-Lai HWANG, 1995)

2.1.3 การนำเอา AHP และ TOPSIS มาใช้ร่วมกัน

พยุงศักดิ์ แก้วมณี (2556) ได้กล่าวว่าสิ่งที่เหมือนกันของ AHP และ TOPSIS คือ ทั้งสองวิธีเป็นวิธีที่เลือกอาศัยหลักการความเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกัน และกันของปัจจัยที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันและสามารถใช้กับภาษาพูดหรือข้อมูลเชิงคุณภาพได้ AHP และ TOPSIS ใช้วิธีการจัดลำดับ หรือ Ranking ที่เหมือนกัน และการให้ผู้ตัดสินใจให้ค่าน้ำหนักที่มีลักษณะการตัดสินใจที่คงที่ ผลที่ได้ทั้งสองวิธีจึงให้ผลที่เหมือนกัน และยังกล่าวอีกว่าสิ่งที่แตกต่างกันระหว่าง AHP และ TOPSIS ดังนี้ AHP ให้ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลที่จับต้องได้และในเชิงนามธรรม โดยเฉพาะในการตัดสินในเรื่องสำคัญที่เป็นลักษณะที่ต้องใช้ความรู้สึกตัดสินแต่ TOPSIS ให้ประสิทธิผลในการวิเคราะห์ข้อมูลที่จับต้องได้หรือตัวเลขได้ดีกว่า AHP และ TOPSIS ต้องการรูปแบบที่แน่นอนกว่า AHP เพื่อหาความสัมพันธ์ที่สำคัญของความแตกต่างและคุณสมบัติของปัจจัย ทั้งนี้ AHP ยังให้การตัดสินใจที่มีความยืดหยุ่นและการลำดับปัจจัยมากกว่า TOPSIS และAHP มีการคำนวณความซับซ้อนมากกว่า TOPSIS AHP มีการเปรียบเทียบปัจจัยและทางเลือกเป็นคู่ ขณะที่ TOPSIS ไม่มีการเปรียบเทียบเป็นคู่ TOPSIS เป็นวิธีการเลือกวิธีที่ดีที่สุดจากข้อมูลแต่อาจไม่เหมาะสมที่สุดก็เป็นได้ TOPSIS ใช้วิธีแผนผังต้นไม้แต่ AHP ใช้ผังความสัมพันธ์ลำดับขั้นTOPSIS จะไม่คิดเมื่อค่าน้ำหนักเป็นศูนย์ซึ่งเป็นข้อเสียของ TOPSIS จากความเหมือนและความแตกต่างกันดังกล่าวจึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง โดยการนำทั้ง 2 ทฤษฎีมารวมกัน ซึ่งเป็นการนำข้อได้เปรียบทั้งสองวิธีมารวมกัน และลดข้อเสียเนื่องจากการสนันสนุนของแต่ละเทคนิค ซึ่งก็จะได้ทางเลือกที่เหมาะสมในที่สุด

พยุงศักดิ์ แก้วมณี (2556) ยังกล่าวถึงขั้นตอนการบูรณาการAHP และ TOPSIS โดยมีทั้งหมด 10 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์และประเมินปัจจัยให้ตรงกับปัญหา และจึงทำแผนภูมิลำดับชั้น

ขั้นที่ตอนที่ 2 ทำการสร้างตารางเมตริกซ์การตัดสินใจ โดยแถวเป็นจำนวนทางเลือกและคอลัมน์ คือ ปัจจัย หรือเกณฑ์ที่กำหนดโดยค่าในเมตริกซ์คือค่าความสัมพันธ์ และการให้คะแนนในส่วนของข้อมูลเชิงคุณภาพ

ขั้นตอนที่ 3 ทำการหาค่า Normalized โดยนำค่าในตารางเมตริกซ์ไปคำนวณแบบ Linear

ขั้นตอนที่ 4 ทำการคำนวณหาความสัมพันธ์ โดยใช้ทฤษฎี AHP ในการวิเคราะห์ โดยในขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 นี่เองจะเหมือนกันกับการทำ AHP จนได้ค่าความสัมพันธ์ของทางเลือกและเกณฑ์ก่อนจะทำการหาค่าผลรวมของแต่ละทางเลือก และจะนำค่าดังกล่าวใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 ทำการหาค่าน้ำหนักคูณกับ Normalized ที่ได้จากการคำนวณแบบ Vector

ขั้นตอนที่ 6 ทำการหาค่าอุดมคติเชิงบวกและเชิงลบ การหาค่าอุดมคติเชิงบวก(Positive ideal solution, PIS or A+ และค่าอุดมคติเชิงลบ Negative ideal solution, NIS or A-)

ขั้นตอนที่ 7 ทำการคำนวณค่า ระยะห่างจากค่าอุดมคติเชิงบวก S_i^+ และเชิงลบ S_i^-

ขั้นตอนที่ 8 ทำการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้ค่าอุดมคติที่สุด (Closeness Coefficient weight: ccw_i^*)

ขั้นตอนที่ 9 ทำการจัดลำดับทางเลือก

ขั้นตอนที่ 10 ทำการเลือกทางเลือก

ซึ่งขั้นตอนที่ดังกล่าวจะเป็นขั้นตอนย่อยที่นำไปประยุกต์ใช้ ในการทำวิจัยต่อยอดต่อไป ซึ่งจากผลวิจัยจากหลายๆ งานวิจัยทำให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้เทคนิค AHP และ TOPSIS สามารถนำมาใช้อย่างได้ผลจริงในการแก้ปัญหาการเลือกที่มีข้อมูลทั้งในลักษณะเชิงคุณภาพและปริมาณอย่างมีประสิทธิภาพ

เหตุผลที่การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการ TOPSIS

1. เนื่องด้วยข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นข้อมูลเชิงปริมาณตัวเลขจึงเหมาะแก่การวิเคราะห์แบบ TOPSIS
2. TOPSIS มีรูปแบบที่แน่นอน
3. TOPSIS ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเหมือนวิธีการอื่น

2.1.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Expert Choice

โปรแกรม Expert Choice เครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ที่อยู่บนพื้นฐานของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกที่ Wharton ของมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย โดย Thomas L.Saaty สำหรับ AHP เป็นวิธีที่มีความสามารถเข้าใจง่ายในการตัดสินใจที่ใช้ทั้งข้อมูลที่วัดได้และการตันสินใจจากผู้ตัดสินใจ AHP จะช่วยในกระบวนการตัดสินใจโดยให้ผู้ตัดสินใจโดยผ่านกระบวนการของการสร้างการตัดสินใจในรูปแบบลำดับชั้น จากนั้นทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆของวัตถุประสงค์และทางเลือกต่างๆ ทำให้สามารถพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุด Expert Choice ยังให้ผู้ตัดสินใจทำ What-if

Analysis และวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เพื่อความรวดเร็วในการพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงของความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์จะมีผลอย่างไรต่อทางเลือกต่างๆ

โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice มาช่วยในการตัดสินใจโดยใช้ในการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแต่ละทางเลือก

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุวัฒน์ จันมะโน (2559) การประยุกต์ใช้เทคนิค TOPSIS ในการคัดเลือกตำแหน่งที่ตั้งชุมสายกรณีศึกษา ชุมสายสาขาย่อย เกตเวย์หนองคาย ของบริษัท ยูไนเต็ด อินฟอร์เมชั่นไฮเวย์ จำกัด โดยการประยุกต์ใช้เทคนิค TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution) และได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจการเลือกทำเลที่ตั้งด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ร่วมกับเทคนิคการเปรียบเทียบน้ำหนักเป็นคู่ เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบทำเลทางเลือกที่ดีที่สุดในการเป็นที่ตั้งชุมสาย ผลพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งชุมสายสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่มได้แก่ 1. ด้านวิศวกรรม 2. ด้านกายภาพ 3. ด้านเศรษฐศาสตร์ เมื่อนำปัจจัยและข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TOPSIS พบว่า CAN C เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด คือมีคะแนนอยู่ที่ 0.606 ส่วน CAN B มีคะแนนต่ำสุดอยู่ที่ 0.207 นอกจากนี้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TOPSIS ยังสามารถตอบสนองการให้บริการลูกค้าและมีความมั่นคงของโครงข่ายได้ดีกว่าวิธีการพิจารณาโดยให้ผู้บริหารและผู้เชี่ยวชาญเลือกจากผลการสำรวจแบบเดิม

วิริยาภรณ์ พิชัยโชคและจันทร์จิรา (2556) พยัคฆ์เพศ นำเอาเทคนิคกระบวนการลาดับชั้นเชิงวิเคราะห์(Analytical Hierarchy Process : AHP) มาประยุกต์ใช้ในการพิจารณาทุนการศึกษาสำหรับนักเรียนโรงเรียนหัวดงราชพรหมาภรณ์จังหวัดนครสวรรค์โดยมีการคานวณค่าน้าหนักคะแนนตามกระบวนการลาดับชั้นเชิงวิเคราะห์ซึ่งแยกตามเกณฑ์การพิจารณาหลักเกณฑ์ที่ใช้ได้มีด้วยกันจานวน4 เกณฑ์คือเกณฑ์ด้านผลการเรียนเกณฑ์ด้านความประ พฤติเกณฑ์ด้านฐานะ/เศรษฐกิจและเกณฑ์ด้านชั้นปีในแต่ละครั้งของการพิจารณาทุนค่าน้าหนักที่กาหนดให้ในแต่ละเกณฑ์จะแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของทุนการศึกษานั้นๆเกณฑ์ที่เลือกพิจารณานั้นจัดได้ว่ามีความถูกต้องและน่าเชื่อถือเนื่องจากค่าConcurrency Reasonable(CR) ของ AHP ที่จ านวนเกณฑ์ 4 เกณฑ์นั้นจะต้องมีค่าไม่เกิน9% จึงจะจัดว่าเกณฑ์ที่ได้มีความเหมาะสมค่าที่คานวณได้จากเกณฑ์เหล่านี้คือ5.75% 5.61% 4.40% และ 5.52% นอกจากนี้ผลการทดสอบเทคนิคดังกล่าวกับทุนที่ทางโรงเรียนมีอยู่เป็นประจายังแสดงให้เห็นว่าการใช้เทคนิคAHP นั้นเหมาะสมกับการประยุกต์กับการพิจารณาทุนการศึกษาของโรงเรียน

ภัชรี นิ่มศรีกุล (2552) ได้เริ่มจากการคัดเลือกหลักเกณฑ์ ซึ่งได้จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวข้องและทำการออกแบบสอบถาม เพื่อสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง ทำให้สามารถสรุปรูปแบบโครงสร้างหลักเกณฑ์ที่ประกอบด้วย 5 หลักเกณฑ์หลัก คือ หลักเกณฑ์ด้านภูมิศาสตร์ ด้านปริมาณสินค้าที่ขนส่งด้วยรูปแบบการขนส่งต่าง ๆ ด้านโครงสร้างพื้นฐาน ด้านธุรกิจโลจิสติกส์ และด้านการให้การสนับสนุนจากภาครัฐและองค์กรส่วนส่วนท้องถิ่น โดยหลักเกณฑ์ที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดได้แก่ หลักเกณฑ์ด้านปริมาณสินค้าที่ขนส่งด้วยรูปแบบการขนส่งต่าง ๆ รองลงมาคือ ด้านธุรกิจการให้บริการโลจิสติกส์ ด้านโครงสร้างพื้นฐาน ด้านภูมิศาสตร์ และด้านการให้การสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐและองค์กรส่วนท้องถิ่น ตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดในมุมมองเชิงวิศวกรรม จึงได้ประยุกต์ใช้การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์(Multiple Criteria Decision Making; MCDM) ด้วยวิธีการที่มีหลักการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน 4 วิธีการได้แก่ วิธีการ TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE และวิธีการ AHP มาเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ ร่วมกับแนวทางของทฤษฎีฟัซซี่เซต รวมทั้งได้วิเคราะห์ความอ่อนไหวของหลักเกณฑ์ที่มีผลต่อการคัดเลือกอีกด้วย โดยกลุ่มจังหวัดทางเลือกบนแนวระเบียงเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ ประกอบด้วย 8จังหวัด และแนวระเบียงเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก ประกอบด้วย 4 จังหวัด ซึ่งทุกวิธีการให้ค่าคะแนนความเหมาะสมและการจัดอันดับแตกต่างกันเล็กน้อย แต่มีแนวโน้มของค่าคะแนนไม่แตกต่างกัน ทำให้ทราบว่าการคัดเลือกศูนย์กลางโลจิสติกส์ด้านการขนส่งสินค้าด้วยวิธีการต่าง ๆ ผลที่ได้คือ จังหวัดที่มีความเหมาะสมในการเป็นศูนย์กลางโลจิสติกส์ด้านการขนส่งสินค้าบนแนวระเบียงเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ และบนแนวระเบียงเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น

รัฐรุจน์ฐิติ ชาติธนวงศ์ (2557) ประยุกต์ใช้ TOPSIS เพื่อจัดลำดับปัจจัยสำคัญในการค yดเลือกเครื่องจักรกรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องประดับเพื่อการตัดสินใจเลือกเครื่องจักรย้ายไปติดตั้งที่โรงงานแห่งใหม่ทั้งสิ้น 7 กลุ่มได้แก่เครื่องอัดโมลด์เตาหลอมเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์เครื่องเขย่าขัดผิวเครื่องขัดเครื่องอุลตราโซนิคและเครื่องเชื่ อมเลเซอร์ขั้นตอนการดำเนินงานวิจั ยประกอบด้วยการเก็บรวบรวมความคิดเห็นของผู้บริหาร โดยใช้แบบสอบถามตามหลักการของเทคนิคกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นโดยมี 3 ปั จจัยหลักได้แก่คุ ณภาพเวลาและต้นทุนและปัจจัยรอง 8 ปั จจัยได้แก่ประสิทธิภาพการผลิตปริมาณของเสียจำนวนครั้งการซ่อมอายุการใช้งานเครื่องจักรระยะเวลาการเคลื่อนย้ายและติดตั้งมูลค่าเครื่องจักรค่าซ่อมบำรุงและค่าใช้จ่ายการเคลื่อน ย้ายและติดตั้งจากนั้นวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญแต่ละปัจจัยและกำหนดค่าระดับคะแนนของแต่ละกลุ่มเครื่องจักรเพื่อนำมาตัดสินใจเลือกกลุ่มเครื่องจักรที่ เหมาะสมผลการศึกษาพบว่าปัจจัยหลักสำคัญที่มีอิ ทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกเครื่องจักร เรียงลำดับจากคุณภาพ(0.7722) ตามด้วยเวลา

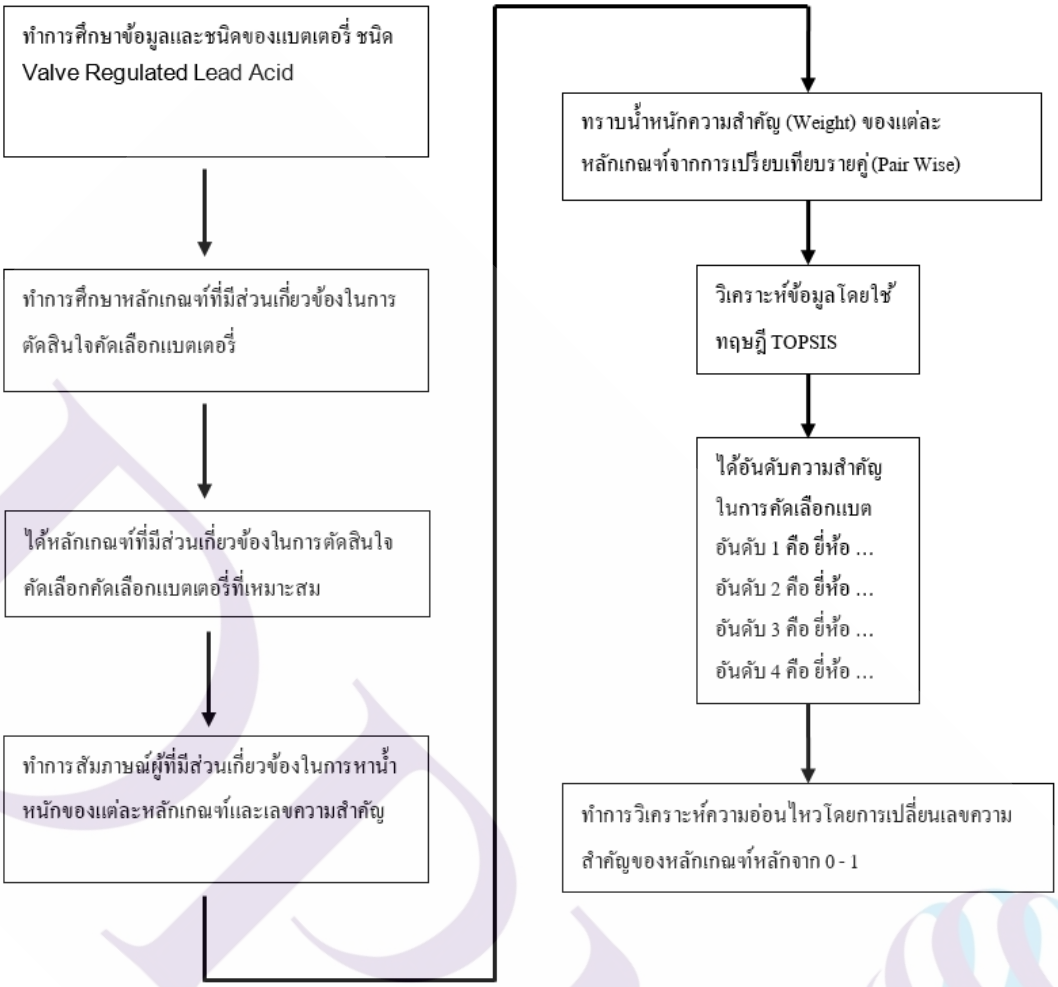
(0.1268) และต้นทุน(0.1009) สำหรับปัจจัยรองเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อยสามอันดับแรกได้แก่ปริมาณของเสีย(0.3714) ประสิทธิภาพ(0.3520) และอายุเครื่องจักร(0.1093)เมื่อนำค่าน้ำหนักความสำคัญแต่ละปัจจัยมาพิจารณาร่วมกับค่าระดับคะแนนแต่ละกลุ่มเครื่องจักรทำให้ทราบว่ากลุ่มเครื่องเชื่อมเลเซอร์ควรถูกเลือกพิจารณาเป็นอันดับแรกในการย้ายไปติดตั้งที่โรงงานใหม่ตามด้วยกลุ่มเครื่องอุลตราโซนิคและกลุ่มเครื่องอัดโมลด์จากผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้องค์กรมีเครื่องมือช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจอย่างเป็นระบบคำสำคัญ: การคัดเลือกเครื่องจักรกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

ธนวันต์ วงศ์พันธุ์เที่ยง (2554) จากการประยุกต์ใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาทำการคัดเลือกที่ตั้งคลังสินค้าโดยการเปรียบเทียบความสำสัญเป็นคู่ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice ทำให้ค่า Inconsistency Index ตามค่าที่กำหนดต้องไม่เกิน 0.1 หรือ 10% ซึ่งตามความคิดของผู้บริหารระดับสูงของบริษัทฯ สามารถเรียงลำดับความสำสัญของปัจจัยได้ดังนี้ 1) ต้นทุนค่าขนส่งที่มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.208 หรือ 20.8% 2) ต้นทุนการดำเนินการที่มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.207 หรือ 20.7% 3) ความพร้อมของระบบสาธารณูปโภคมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.146 หรือ 14.6% 4) การเข้าถึงลูกค้ามีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.140 หรือ 14% 5) สภาพภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.099 หรือ 9.9% 6) แรงงานมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.075 หรือ 7.5% 7) ต้นทุนด้านที่ดินมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.060 หรือ 6% 8) โอกาสในการขยายธุรกิจมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.036 หรือ 3.6% และ 9) ความใกล้ไกลแหล่งชุมชนมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.033 หรือ 3.3% ส่วนผลสรุปของทางเลือกเรียงน้ำหนักความสำคัญได้ดังนี้ 1) อ.วังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.341 หรือ 34.1% 2) อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.241 หรือ 24.1% 3) ถนนกิ่งแก้ว จ.สมุทรปราการ มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.202 หรือ 20.2% 4) อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.117 หรือ 11.7% และ 5) อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ 0.099 หรือ 9.9% ตามลำดับ

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยได้อยู่ในส่วนงานฝ่าย Network Design : Site Facility บริษัท ยูไนเต็ด อินฟอร์เมชั่น ไฮเวย์ จำกัด (UIH) เป็นกลุ่มบริษัทที่ให้บริการ ทางด้านสื่อสารโทรคมนาคม และเป็นผู้ดูแลเครือข่ายขององค์การขนาดใหญ่ ที่ครอบคลุมทั้งประเทศ และมีหน้าที่ที่จะต้องออกแบบระบบ Facility รองรับการตั้งชุมสายสาขา ย่อยต่างๆทั่วประเทศเพื่อให้บริการแก่ลูกค้าภูมิภาคต่างๆ หัวใจหลักของการให้บริการลูกค้าเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในการให้บริการคือ ชุมสายสาขาต่างๆต้องมีช่วงเวลาดาวน์ไทม์ ที่น้อยหรือไม่เกิดขึ้นเลย ดังนั้น การคัดเลือกแบตเตอรี่เพื่อนำมาใช้ในระบบสำรองไฟฟ้าเพื่อให้บริการแก่ลูกค้าจึงเป็นสิ่งสำคัญ จึงทำการศึกษาและทำงานวิจัยนี้ขึ้นมาโดยผู้วิจัยทำการวางแผนวิธีการดำเนินงานวิจัยอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ผลการทดลองที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้

3 วิธีการศึกษาและขั้นตอนการคัดเลือกแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับ ชุมสายให้บริการด้านโครงข่าย



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนในการทำวิจัย

3.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล

ทำการศึกษาสำรวจพื้นที่และข้อมูลการคัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับชุมสายสาขาย่อยในการบริการโครงข่ายการติดต่อสื่อสารจากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวพบว่าแบตเตอรี่ที่เหมาะสมจากการกำหนดเงื่อนไขเบื้องต้นได้ 4 ยี่ห้อ ดังนี้

3.1.1 Battery ยี่ห้อ Narada Model AG12V100F 3800B

3.1.2 Battery ยี่ห้อ ABT Model EFTB12-100

3.1.3 Battery ยี่ห้อ Sacred Sun Model FTB12-100 12V100Ah

3.1.4 Battery ยี่ห้อ Genesis Model 12TD100F4

3.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลโดยวิธีการใช้แบบสอบถามกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจ ซึ่งแบบสอบถามมี 2 ชุด คือ ชุดแรกจะถามเกี่ยวกับการพิจารณาน้ำหนักในแต่ละหลักเกณฑ์โดยการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์เป็นรายคู่ ส่วนชุดที่สองจะถามเกี่ยวกับการพิจารณาระดับความสำคัญในแต่ละหลักเกณฑ์

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 ประสิทธิภาพ จะพิจารณาจากระยะค่า เอนด์โวลต์เทจ จากการ แบ็คอัพโหลดเทส ที่โหลด 50 แอมป์ ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ว่ายี่ห้อใดมีระสิทธิภาพดีที่สุดในการจ่ายกระแสไฟฟ้า จึงมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของประสิทธิภาพของแบต

ระดับความเหมาะสม	ค่าคะแนน	ผลการทดสอบ End Voltage ที่ 120 นาที
มีความเหมาะสมมากที่สุด	9	มากกว่าหรือเท่ากับ 11.00 V
มีความเหมาะสมมาก	7	มากกว่าหรือเท่ากับ 10.00 V
มีความเหมาะสมปานกลาง	5	มากกว่าหรือเท่ากับ 9.30 V
มีความเหมาะสมน้อย	3	มากกว่าหรือเท่ากับ 9.00 V
มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	1	ต่ำกว่า 9.00 V

3.3.2 อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ การเลือกใช้หลักเกณฑ์นี้เนื่องจาก อายุการใช้งานของแบตเตอรี่เป็นส่วนสำคัญในการเลือกใช้งานเนื่องจากแบตเตอรี่ที่มีอายุการใช้งานที่ต่ำหรือเสื่อมประสิทธิภาพไวกว่าเวลา ทำให้ต้องมีการเปลี่ยนบ่อยครั้งจะมีค่าใช้จ่ายที่ในการบำรุงรักษาและต้นทุนที่มากขึ้น จึงมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของอายุการใช้งานแบตเตอรี่

ระดับความเหมาะสม	ค่าคะแนน	อายุตลอดการใช้งานของแบตเตอรี่
มีความเหมาะสมมากที่สุด	9	4 ปี
มีความเหมาะสมมาก	7	มากกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี
มีความเหมาะสมปานกลาง	5	มากกว่าหรือเท่ากับ 2 ปี
มีความเหมาะสมน้อย	3	มากกว่าหรือเท่ากับ 1 ปี
มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	1	น้อยกว่า 1 ปี

3.3.3 ราคาของแบตเตอรี่ ราคาของวัสดุที่สูงทำให้มีค่าบำรุงรักษาที่เพิ่มขึ้น หากสามารถเลือกวัสดุที่มีคุณภาพและมีราคาที่ย่อมเยาว์จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาขององค์กรลดลง โดยให้เกณฑ์มีดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญราคาของแบตเตอรี่

ระดับความเหมาะสม	ค่าคะแนน	ขนาดของแบตเตอรี่
มีความเหมาะสมมากที่สุด	9	ราคาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6,000 บาท
มีความเหมาะสมมาก	7	ราคาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6,500 บาท
มีความเหมาะสมปานกลาง	5	ราคาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 7,000 บาท
มีความเหมาะสมน้อย	3	ราคาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 7,500 บาท
มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	1	ราคามากกว่า 8,000 บาท

3.3.4 ขนาดของแบตเตอรี่ ขนาดของแบตเตอรี่ส่งผลต่อการติดตั้งในตู้อุปกรณ์ ที่มีขนาดจำกัด หากแบตเตอรี่มีขนาดที่ กว้างXยาวXสูง เกินกว่าขนาดมาตรฐานของช่องติดตั้ง จะทำให้การบำรุงรักษาและการติดตั้งเป็นไปด้วยความยากลำบาก โดยให้เกณฑ์ความสำคัญของขนาดดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของขนาด

ระดับความเหมาะสม	ค่าคะแนน	ขนาดของแบตเตอรี่
มีความเหมาะสมมากที่สุด	9	ขนาดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 400L x 100W x 300H
มีความเหมาะสมมาก	7	ขนาดไม่เกิน 410L x 110W x 310H
มีความเหมาะสมปานกลาง	5	ขนาดไม่เกิน 420L x 120W x 320H
มีความเหมาะสมน้อย	3	ขนาดไม่เกิน 430L x 130W x 330H
มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	1	ขนาดมากกว่า 440L x 140W x 340H

3.3.5 ระยะเวลาในการขนส่งเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งในการเลือกซื้อ ถึงแม้จะมีการประเมิณและวางแผนยอดในการสร้างสถานีย่อยในปีนั้นๆแล้วก็ตาม ก็ยังมีเหตุผลบางอย่างที่ทำให้ต้องใช้แบตเตอรี่เร่งด่วนอยู่เสมอๆดังนั้น จึงได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 3.5 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของระยะเวลาในการขนส่ง

ระดับความเหมาะสม	ค่าคะแนน	ระยะเวลาในการขนส่ง
มีความเหมาะสมมากที่สุด	9	มีของ Stock สามารถส่งไปทันที
มีความเหมาะสมมาก	7	ส่งของภายใน 30 วัน
มีความเหมาะสมปานกลาง	5	ส่งของภายใน 60 วัน
มีความเหมาะสมน้อย	3	ส่งของภายใน 90 วัน
มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	1	มากกว่า 90 วัน

3.3.6 การบำรุงรักษา สืบเนื่องจากแบตเตอรี่ที่ถูกติดตั้งในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากความร้อนของอุปกรณ์และอุณหภูมิภายนอก ส่งผลให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เกิดการเสื่อมสภาพ ทำให้ต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ เซลล์นั้นๆออกหรืออาจจะต้องเปลี่ยนยกชุด ดังนั้นจึงกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสำคัญของการบำรุงรักษาดังนี้

ตารางที่ 3.6 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของการบำรุงรักษา

ระดับความเหมาะสม	ค่าคะแนน	จำนวนแบตเตอรี่ที่ทำการเปลี่ยนในการบำรุงรักษา / ปี
มีความเหมาะสมมากที่สุด	9	ไม่มีการเปลี่ยนแบตเตอรี่
มีความเหมาะสมมาก	7	เปลี่ยนแบตเตอรี่อย่างน้อย 1 ลูก
มีความเหมาะสมปานกลาง	5	เปลี่ยนแบตเตอรี่อย่างน้อย 2 ลูก
มีความเหมาะสมน้อย	3	เปลี่ยนแบตเตอรี่อย่างน้อย 3 ลูก
มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	1	เปลี่ยนแบตเตอรี่ยกชุด

3.3.7 น้ำหนักของแบตเตอรี่ เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากการติดตั้งแบตเตอรี่ที่มีน้ำหนักน้อย บนอาคารพานิชย์ ที่สามารถรองรับน้ำหนักได้จำกัด จะทำให้ติดตั้งแบตเตอรี่ได้มาก กว่าแบตเตอรี่ที่มีน้ำหนักเยอะกว่า ซึ่งมีเกณฑ์การให้ค่าคะแนนความเหมาะสมดังนี้

ตารางที่ 3.7 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของน้ำหนักแบตเตอรี่

ระดับความเหมาะสม	ค่าคะแนน	น้ำหนักของแบตเตอรี่
มีความเหมาะสมมากที่สุด	9	น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 30 กิโลกรัม
มีความเหมาะสมมาก	7	น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 32 กิโลกรัม
มีความเหมาะสมปานกลาง	5	น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 34 กิโลกรัม
มีความเหมาะสมน้อย	3	น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 36 กิโลกรัม
มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	1	มากกว่า 36 กิโลกรัม

3.3.8 ความสะดวกในการติดตั้งแบตเตอรี่ที่สามารถติดตั้งได้อย่างง่ายและสะดวกปลอดภัยจะลดขั้นตอนและเวลาในการดำเนินการของผู้ที่ออกไปปฏิบัติงานอีกทั้งยังมีความปลอดภัยในการให้บริการสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ลูกค้า

ตารางที่ 3.8 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญของขนาดความสะดวกในการติดตั้ง

ระดับความเหมาะสม	ค่าคะแนน	ความสะดวกในการติดตั้ง
มีความเหมาะสมมากที่สุด	9	สามารถติดตั้งได้ง่าย มีแผ่นเพลตให้ สำหรับต่อพ่วงระหว่างแบตเตอรี่ ในแนวนอน และมีฝาปิดที่ขั้วแบตเตอรี่
มีความเหมาะสมมาก	7	สามารถติดตั้งได้ง่าย มีสายไฟให้ สำหรับต่อพ่วงระหว่างแบตเตอรี่ ในแนวนอน มีฝาปิดที่ขั้วแบตเตอรี่
มีความเหมาะสมปานกลาง	5	มีแผ่นเพลตให้ สำหรับต่อพ่วงระหว่างแบตเตอรี่ ในแนวนอน และไม่มีฝาปิดที่ขั้วแบตเตอรี่
มีความเหมาะสมน้อย	3	ไม่มีสายไฟให้ สำหรับต่อพ่วงระหว่างแบตเตอรี่ มีฝาปิดที่ขั้วแบตเตอรี่
มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	1	ไม่มีอุปกรณ์ต่อพ่วงระหว่างแบตเตอรี่มาให้ และไม่มีฝาสำหรับปิดที่ขั้วแบตเตอรี่

ปัจจัยที่จะนำมาเปรียบเทียบระหว่างทางเลือกต่างๆ

สำหรับในการศึกษานี้ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการตัดสินใจคัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับติดตั้งสำรองไฟในแต่ชุมสาย สาขาย่อย ในการบริการให้บริการโครงข่าย จากแบบสอบถามผู้บริหารและผู้เชี่ยวชาญของบริษัทมีทั้งหมด 8 ปัจจัยดังที่กล่างข้างต้น

ตารางที่ 3.9 ตารางที่จะนำมาเปรียบเทียบวิเคราะห์น้ำหนักความสัมพันธ์แบบที่ละคู่ผ่านแบบสอบถาม

ปัจจัยสำคัญ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ																ปัจจัยสำคัญ
	มากที่สุด				เล็กน้อย				เท่ากัน	มากที่สุด				เล็กน้อย			
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Life Cycle
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ปัจจัยสำคัญ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ																	ปัจจัยสำคัญ
	มากที่สุด				เล็กน้อย				เท่ากัน	มากที่สุด				เล็กน้อย				
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Maintenance	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Maintenance	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Weight	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation

ตารางที่ 3.10 แสดงปัจจัยที่นำมาพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละยี่ห้อ

No.	ปัจจัย	ยี่ห้อ				
		Unit	ABT	Sacred Sun	Narada	Genesis
1	ประสิทธิภาพ	คะแนน				
2	อายุการใช้งาน	คะแนน				
3	ราคาของแบตเตอรี่	คะแนน				
4	ขนาดของแบตเตอรี่	คะแนน				
5	ระยะเวลาในการสั่งซื้อ	คะแนน				
6	การบำรุงรักษา	คะแนน				
7	น้ำหนัก	คะแนน				
8	ความสะดวกในการติดตั้ง	คะแนน				

คะแนนเต็ม 9

3.4 ขั้นตอนการสรุปผลการวิจัย

3.4.1 สรุปผลการวิจัยทำการสรุปผลการวิจัย ลำดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ และทางเลือก

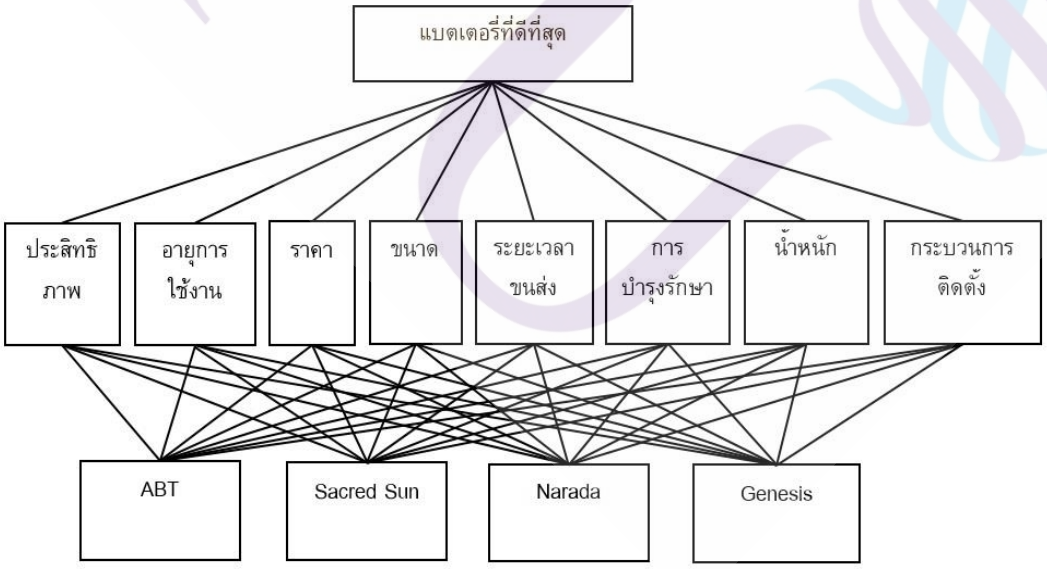
3.4.2 รวบรวมปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะเสนอปัญหา อุปสรรค ที่พบระหว่างการทำวิจัย พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากตัวเลือกแบตเตอรี่ทั้ง 4 ยี่ห้อ นำมาพิจารณาคัดเลือกแบตเตอรี่ที่เหมาะสมและดีที่สุดที่จะนำมาใช้ในการบริการโครงข่ายการติดต่อสื่อสารทั่วประเทศ ของบริษัท กรณีศึกษาและปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจ ดังที่กล่าวมาในบทที่ 3 ที่ผ่านมา ในขั้นตอนต่อไปคือ การเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละปัจจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการหาค่าลำดับความสำคัญของปัจจัย และการหาค่าลำดับความสำคัญของแบตแต่ละยี่ห้อ โดยนำคะแนนจากแบบสอบถามมา ทำการคำนวณวิเคราะค่าความสำคัญโดยใช้โปรแกรม Expert Choice

4.1 โครงสร้างเชิงลำดับชั้นของเกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ในการคัดเลือกยี่ห้อแบตเตอรี่ที่ดีที่สุด

จากข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่ทาง ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่าย Facility และ ฝ่ายซ่อมบำรุง ของบริษัทฯ ได้รับ สามารถสร้างโครงสร้างลำดับชั้นในการประเมินผลิตภัณฑ์แต่ละยี่ห้อได้ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 โครงสร้างลำดับชั้นของเกณฑ์การจัดสินใจที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของแบตเตอรี่แต่ละยี่ห้อ

4.2 รายละเอียดของปัจจัยในโครงสร้างลำดับชั้น

4.2.1 ปัจจัยด้านประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ ถือเป็นปัจจัยที่ค่อนข้างสำคัญในการพิจารณาตัดสินใจเลือกผู้ผลิตแต่ละยี่ห้อเนื่องจาก ปัจจุบันได้มี การแข่งขันอย่างสูงระหว่าง ผู้ผลิตกันเอง ทำให้ แบตเตอรี่มีประสิทธิภาพ เทียบเท่ากันในทุกด้าน แม้ในด้านเทคนิคจะมีคุณสมบัติที่ เทียบเท่ากันก็ตาม ก็ยังต้องผ่านการทดสอบการใช้งาน ด้วยเงื่อนไขเดียวกันทุกยี่ห้อ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ว่าแบตเตอรี่ยี่ห้อนั้นๆ มีประสิทธิภาพตามที่ได้ระบุไว้หรือไม่

4.2.2 ปัจจัยด้านอายุการใช้งาน

อายุการใช้งาน เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญในการพิจารณา เนื่องจากแบตเตอรี่ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน จะให้ง่ายต่อการวางแผนบำรุงรักษา อีกทั้งยังประหยัดงบประมาณด้านการบำรุงรักษา แต่ถ้าหากแบตเตอรี่ มีอายุการใช้งานต่ำ ไม่สามารถใช้งานได้ถึงระยะเวลาที่กำหนดไว้ จะทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าสำรองให้กับชุมสายสาขาย่อยนั้นๆได้ ส่งผลให้อุปกรณ์หยุดทำงาน สร้างความเสียหายต่อลูกค้าที่ได้รับผลกระทบ และต่อบริษัทซึ่งเป็นผู้ให้บริการ

4.2.3 ปัจจัยด้านราคาของแบตเตอรี่

ราคาของแบตเตอรี่ เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ เนื่องจากสภาเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมด้านการตลาดของโลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ส่งผลกระทบในด่านการตัดสินใจและกำลังซื้อ กล่าวคือ ก่อนหน้านี้ทางผู้วิจัย สามารถตัดสินใจและสั่งซื้อ แบตเตอรี่ที่มีคุณภาพได้ โดยทันที แต่เมื่อสิ่งแวดล้อมด้านการตลาดและเศรษฐกิจ ทำให้ต้องมีการตัดสินใจร่วมโดยผู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้น เพื่อเลือกแบตเตอรี่ที่ มีคุณสมบัติเดียวเหมือนกัน แต่ราคาแตกต่างกัน เพื่อให้ได้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพและ โปร่งใสมากที่สุด ตามนโยบายของบริษัท

4.2.4 ปัจจัยด้านขนาดของแบตเตอรี่

ขนาด เป็นปัจจัยหนึ่งอย่างในด้านวิศกรรม ที่ตีกรอบให้การเลือกใช้ แบตเตอรี่ ที่มีขนาด กว้างxยาวxสูง ไม่เกินจากท่กำหนดไว้ สาเหตุมาจาก การติดตั้งในตู้อุปกรณ์ที่ เป็น Node ประเภท Out Door ที่มีพื้นที่ภายในจำกัด หากจะเปลี่ยนที่ขนาดตู้อุปกรณ์ก็จะสัมพันธ์ไปถึง พื้นที่เช่า ค่าวัสดุสั่งทำที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักในการแขวนเสา จึงต้องเลือกแบตเตอรี่ที่มีขนาดเหมาะสมกับพื้นที่ในการติดตั้ง

4.2.5 ปัจจัยด้านเวลาในการรอคอยสินค้า

เวลาในการรอคอยสินค้าในที่นี้ คือผู้แทนจำหน่าย มีสินค้าอยู่ในสต๊อกและพร้อมส่งหรือไม่ หากไม่มีการสต๊อกสินค้าในประเทศ จะต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศเข้ามาทำให้มี Lead time ในการขนส่งลำเลียงสินค้าเข้ามา ดังนั้นจึงต้องคัดเลือกผู้แทน หรือผู้ผลิตที่ สามารถส่งสินค้า

ได้อย่างเที่ยงตรงต่อระยะเวลาที่กำหนดไว้ หากมีผู้ผลิตที่ไม่สามารถส่งของได้ตามระยะเวลาที่กำหนด จะทำให้แผนในการติดตั้งล่าช้า และประสบปัญหาขาดแคลนแบตเตอรี่ในการ ซ้อมบำรุงรักษา ที่จะก่อให้เกิดปัญหาในการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพกับลูกค้า

4.2.6 ปัจจัยด้านการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษา ถือเป็นการดำเนินงานที่มีต้นทุน การเลือกใช้แบตเตอรี่ที่ มีคุณภาพจะทำให้ลดการเสื่อมประสิทธิภาพในการจ่ายกระแสไฟฟ้า ทั้งด้าน End Voltage และ ค่า IR ของแบตเตอรี่ อันเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้องซ่อมบำรุงอยู่บ่อยครั้ง ดังนั้นการเลือกแบตเตอรี่ที่มีคุณภาพ จะทำให้ประหยัดต้นทุนในการสั่งซื้อ แบตเตอรี่ มาเป็น Spare Part สำหรับการซ่อมบำรุง

4.2.7 ปัจจัยด้านน้ำหนัก

น้ำหนัก เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ถูกนำมาวิเคราะห์ เนื่องจาก การติดตั้งแบตเตอรี่ จำนวนมากเพื่อเพิ่มระยะเวลาในการสำรองไฟฟ้าให้กับ ชุมสายสาขาย่อย กรณีที่เกิดไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งการติดตั้งแบตเตอรี่จำนวนมากขนาดนั้นจะส่งผลต่อตัวอาคารที่เป็นที่ตั้งของชุมสาย ดังนั้น การเลือกแบตเตอรี่ที่มีน้ำหนักเบาและคุณภาพดี จะทำให้การให้บริการมีประสิทธิภาพและมั่นคงสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า

4.2.8 ปัจจัยด้านการติดตั้ง

การติดตั้งที่มีความถูกต้องและปลอดภัย จะทำให้การทำงานของแบตเตอรี่และชุมสายมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้แบตเตอรี่ที่อำนวยความสะดวกต่อการติดตั้งไปจนถึงการบำรุงรักษาจะทำให้สามารถควบคุมงบประมาณในการติดตั้งไปจนถึงการบำรุงรักษาได้

4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 เก็บข้อมูลน้ำหนักของปัจจัยและเปรียบเทียบ แบตเตอรี่แต่ละยี่ห้อ จากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในงานติดตั้ง บำรุงรักษา และการจัดซื้อของบริษัทฯ ที่เป็นกรณีศึกษา

4.3.1.1 เก็บข้อมูลของน้ำหนักแต่ละปัจจัย เป็นการเป็นข้อมูลในด้านน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกแบตเตอรี่

4.3.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice

4.3.2.1 วิเคราะห์น้ำหนักแต่ละปัจจัย

การวิเคราะห์หาน้ำหนักของแต่ละปัจจัย จากข้อมูลที่ได้จากการ ตอบแบบสอบถามของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเนินงานติดตั้ง บำรุงรักษา และฝ่ายจัดซื้อของบริษัทฯ ที่เป็นกรณีศึกษา ถึงการเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละปัจจัยเป็นคู่ๆ แล้ววิเคราะห์หาน้ำหนักของแต่ละปัจจัย โดย

ทฤษฎีไอเกนเวคเตอร์ รวมทั้งตรวจสอบอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง จะได้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

4.3.4 การวิเคราะห์หาแบตเตอรี่ที่เหมาะสม

ในการวิเคราะห์จะทำการหาคะแนนจากผลรวมนอง ผลคูณของความสำคัญของแต่ละยี่ห้อ และน้ำหนักของปัจจัยนั้นๆ จากระดับล่างสุดไปจนถึงสูงสุดของโครงสร้างลำดับชั้นและสามารถเลือกแบตเตอรี่ที่เหมาะสมที่สุดได้จากยี่ห้อที่ได้คะแนนสูงสุด

4.4 รายละเอียดของผู้ตอบแบบสอบถาม

A หมายถึงผู้ตอบแบบสอบถามท่านที่ 1 ตำแหน่ง Manager (Site Facility)

B หมายถึงผู้ตอบแบบสอบถามท่านที่ 2 ตำแหน่งSenior Engineer (Site Facility)

C หมายถึงผู้ตอบแบบสอบถามท่านที่ 3 ตำแหน่ง Manager (ฝ่ายซ่อมบำรุง)

D หมายถึงผู้ตอบแบบสอบถามท่านที่ 4 ตำแหน่ง Engineer (ฝ่ายซ่อมบำรุง)

E หมายถึงผู้ตอบแบบสอบถามท่านที่ 5 ตำแหน่ง Manager (ฝ่ายจัดซื้อ)

E หมายถึงผู้ตอบแบบสอบถามท่านที่ 5 ตำแหน่ง Officer (ฝ่ายจัดซื้อ)

4.5 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่นำ มาพิจารณา

จากปัจจัยทั้ง 8 ปัจจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านในการประเมินเลือกแบตเตอรี่ที่เหมาะสมและดีที่สุดที่จะนำมาใช้ในการบริการโครงข่ายการติดต่อสื่อสารทั่วประเทศของบริษัทฯกรณีศึกษาแล้วขั้นตอนต่อไปคือการหาค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยเพื่อแจกแจงความสำคัญของแต่ละปัจจัย สำหรับการหาค่าถ่วงน้ำหนักนั้นการศึกษาได้นำเอาเทคนิคการเปรียบเทียบน้ำหนักเป็นคู่ มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละปัจจัยหรือเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อหาน้ำหนักของแต่ละปัจจัยโดยค่าน้ำหนักที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค การเปรียบเทียบเป็นคู่จะนำไปใช้ในกระบวนการวิเคราะห์หาทางเลือกที่เหมาะสมด้วยเทคนิค TOPSIS ต่อไป

ตัวอย่างแบบสอบถาม

จากแบบสอบถามที่แสดงไว้เป็นตัวอย่างข้างล่าง ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องพิจารณาให้ ค่าความสำคัญของปัจจัยเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยตัวอื่นในแต่ละแถวของตาราง ตัวอย่างเช่น ในการเปรียบเทียบปัจจัย A กับ B ถ้าท่านมีความเห็นว่า A “มีความสำคัญมากกว่าอย่าง เด่นชัด” มากกว่า B แล้วคำตอบของท่านจะเป็น “7” ทางด้านมากกว่า ในการเปรียบเทียบปัจจัย A กับ C ถ้า

ท่านมีความเห็นว่า A “ มีความสำคัญน้อยกว่าอย่างเด่นชัด ” มากกว่า C แล้วค าตอบของท่าน จะเป็น “5” ทางด้านน้อยกว่า

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบระดับความสำคัญของปัจจัยแต่ละคู่

ปัจจัยสำคัญ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ																ปัจจัยสำคัญ
	มากที่สุด				เล็กน้อย				เท่ากัน	เล็กน้อย				มากที่สุด			
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C

4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับบริษัทที่เป็นกรณีศึกษา

หลังจากที่ได้ส่งแบบสอบถามไปยังพนักงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อแบตเตอรี่ เพื่อเก็บข้อมูลให้ ได้ตามวัตถุประสงค์แล้ว ในการประมวลผลข้อมูลให้เกิดความรวดเร็วแม่นยาและง่ายต่อการ ตัดสินใจจึงได้นำเครื่องมือและวิธีการช่วยสนับสนุนการตัดสินใจมาประยุกต์ใช้ โดยนำโปรแกรม สำเร็จรูป Expert Choice ซึ่งเป็นระบบวิเคราะห์การตัดสินใจสำหรับผู้ตัดสินใจหลายท่าน ที่มี พื้นฐานมาจากเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตจากข้อมูล แบบสอบถามเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประมวลผล และการตัดสินใจ ซึ่งนอกจากการวิเคราะห์ เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันแล้ว ยังสามารถตรวจสอบความ สอดคล้องของข้อมูลที่จะใช้สำหรับการตัดสินใจด้วย ผู้ตัดสินใจจะท าการให้คะแนนโดยใช้ ประสบการณ์จากการทำงานและแนวความคิดที่เป็นอิสระของผู้ตัดสินใจแต่ละท่าน ซึ่งมี ประสบการณ์การทำงานในแผนกควบคุมคุณภาพไม่ต่ำกว่า 2ปี และผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้ทราบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจ ซึ่งกระบวนการคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญนั้นอาศัยหลักคณิตศาสตร์ เรียกว่าไอเกนและเมตริกซ์ของไอเกนเวคเตอร์ที่จะแสดงการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ๆ ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถเปรียบเทียบได้ง่ายและจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำ

เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสำคัญปัจจัย

ระดับความสำคัญ 1 หมายถึง ระดับความสำคัญเท่ากัน (ทั้ง 2 ปัจจัยส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่าๆ กัน)

ระดับความสำคัญ 3 หมายถึง สำคัญกว่าปานกลาง (ปัจจัยหนึ่งมากกว่าปัจจัยหนึ่ง ปานกลาง)

ระดับความสำคัญ 5 หมายถึง สำคัญกว่ามาก(ความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก) ระดับความสำคัญ 7 หมายถึง สำคัญกว่ามากที่สุด (ปัจจัยหนึ่งได้รับความพึงพอใจมาก ที่สุดอย่างเห็นได้ชัด)

ระดับความสำคัญ 9 หมายถึง สำคัญกว่าสูงสุด (ปัจจัยหนึ่งมากกว่าปัจจัยหนึ่งในระดับที่สูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้)

ระดับความสำคัญ 2, 4, 6, 8 หมายถึง การลดช่องว่างระหว่างความรู้สึก (ผลการพิจารณาที่ก้ำกึ่งกันของสเกลหลัก)

ตารางที่ 4.2 ผลคะแนนการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยเป็นคู่ โดยผู้ตอบแบบสอบถามทั้ง 6 ท่าน จากปัจจัยที่คัดเลือกจำนวน 8 ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักมากกว่า

ปัจจัย	ผู้ทำการประเมิณ						ปัจจัย	Total	ค่าเฉลี่ย
	A	B	C	D	E	F			
Efficiency	1	1	1	1	1	1	Life Cycle	6	1.0
Efficiency	7	7	5	7	2	2	Price	30	5.0
Efficiency	5	4	3	3	2	1	Size	18	3.0
Efficiency	5	5	5	5	5	5	Lead Time	30	5.0
Efficiency	5	3	-3	-3	3	1	Maintenance	6	1.0
Efficiency	9	7	7	6	7	5	Weight	41	6.8
Efficiency	7	7	5	6	3	2	Installation	30	5.0
Life Cycle	7	6	5	6	3	3	Price	30	5.0
Life Cycle	3	3	5	4	2	1	Size	18	3.0
Life Cycle	9	7	7	6	7	5	Lead Time	41	6.8
Life Cycle	3	3	5	4	2	1	Maintenance	18	3.0
Life Cycle	5	4	5	5	3	2	Weight	24	4.0
Life Cycle	4	4	4	4	1	1	Installation	18	3.0
Price	-3	-3	-3	-3	1	1	Size	-10	-1.7
Price	5	5	5	5	7	5	Lead Time	32	5.3
Price	-3	-5	-9	-7	1	1	Maintenance	-22	-3.7
Price	-6	-4	-5	-3	5	3	Weight	-10	-1.7

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ปัจจัย	ผู้ทำการประเมิณ						ปัจจัย	Total	ค่าเฉลี่ย
	A	B	C	D	E	F			
Price	-9	-8	-9	-8	3	1	Installation	-30	-5.0
Size	7	7	5	5	-3	-3	Lead Time	18	3.0
Size	-5	-5	-5	-5	-5	-5	Maintenance	-30	-5.0
Size	5	5	3	3	1	1	Weight	18	3.0
Size	1	1	1	1	1	1	Installation	6	1.0
Lead Time	-5	-5	-5	-5	-5	-5	Maintenance	-30	-5.0
Lead Time	-5	-5	-6	-5	1	1	Weight	-19	-3.2
Lead Time	-5	-5	-5	-5	1	1	Installation	-18	-3.0
Maintenance	5	4	4	5	4	3	Weight	25	4.2
Maintenance	5	5	5	5	5	5	Installation	30	5.0
Weight	1	1	1	1	1	1	Installation	6	1.0

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามจำนวน 6 ชุด จากผู้ประเมิณทั้ง 6 ท่าน และได้ผลคะแนนการ เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยเป็นคู่ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 โดยมีความเห็นในการให้คะแนนแต่ละปัจจัยดังนี้

การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย

ระหว่าง Efficiency และ Life Cycle ผู้ประเมิณทั้ง 6 ท่านให้ความเห็นว่า ทั้งสองปัจจัยมีความสำคัญเท่ากัน

ระหว่าง Efficiency และ Price ผู้ประเมิณทั้ง A B C D ให้ความเห็นว่า Efficiency มีความสำคัญมากกว่าที่สุด ผู้ประเมิณ E F ให้ความเห็นว่า Efficiency สำคัญมากกว่าเพียงเล็กน้อย

ระหว่าง Efficiency และ Size ผู้ประเมิณทั้ง A และ B ให้ความเห็นว่า Efficiency มีความสำคัญกว่ามาก ผู้ประเมิณทั้ง C D E และ Fให้ความเห็นว่า Efficiency มีความสำคัญมากกว่าพียงเล็กน้อย

ระหว่าง Efficiency และ Lead Time ผู้ประเมิณทั้ง 6 ท่านให้ความเห็นว่า ให้ความเห็นว่า Efficiency มีความสำคัญกว่ามาก เนื่องจาก Lead Time แต่ละยี่ห้อ ใช้ระยะเวลาในการส่งใกล้เคียงกัน แต่ Efficiency แต่ละยี่ห้อ มีประสิทธิภาพหลังใช้จริง ไม่เท่ากัน

ระหว่าง Efficiency และ Maintenance ผู้ประเมิณทั้ง 6 ท่านให้ความเห็นว่า ทั้งสองปัจจัยมีความสำคัญเท่ากัน

ระหว่าง Efficiency และ Weight ผู้ประเมิณทั้ง A และ B ให้ความเห็นว่า Efficiency มีความสำคัญมากที่สุดผู้ประเมิณทั้ง C และ D ให้ความเห็นว่า Efficiency มีความสำคัญสูงสุด และผู้ประเมิณทั้ง E และ Fให้ความเห็นว่า Efficiency มีความสำคัญมาก

ระหว่าง Efficiency และ Installation ผู้ประเมิณทั้ง 6 ท่านให้ความเห็นว่า ให้ความเห็นว่า Efficiency มีความสำคัญกว่ามาก เนื่องจาก Installation เป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ ด้วยผู้ติดตั้งที่มีความสามารถแต่ ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ไม่สามารถควบคุมได้ และ ส่งผลต่อการให้บริการ

ระหว่าง Life Cycle และ Price ผู้ประเมิณทั้ง 6 ท่านให้ความเห็นว่า ให้ความเห็นว่า Life Cycle มีความสำคัญกว่ามาก เนื่องจาก Price อายุการใช้งานที่ยาวนาน จะทำให้ประหยัดต้นทุนในการบำรุงรักษาได้มากว่า การซื้อแบตเตอรี่ในราคาที่ถูก กว่ากันไม่มาก

ระหว่าง Life Cycle และ Size ผู้ประเมิณทั้ง 5 ท่านให้ความเห็นว่า ให้ความเห็นว่า Life Cycle มีความสำคัญกว่ามากกว่า Size ฯ

ระหว่าง Life Cycle และ Lead Time ผู้ประเมิณทั้ง 6 ท่านให้ความเห็นว่า ให้ความเห็นว่า Life Cycle มีความสำคัญกว่ามาก เนื่องจาก Lead Time แบตทั้ง 4 ยี่ห้อมีระยะเวลาขนส่งที่ไม่ต่างกัน

ระหว่าง Life Cycle และ Maintenance ผู้ประเมิณ A B C D Eให้ความเห็นว่า ให้ความเห็นว่า Life Cycle มีความสำคัญกว่ามากกว่า Maintenance เพราะ แบตเตอรี่ที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน จะทำให้ไม่ต้องซ่อมบำรุงทุกๆปี

ระหว่าง Life Cycle และ Weight ผู้ประเมิณทั้ง 6 ท่านให้ความเห็นว่า ให้ความเห็นว่า Life Cycle มีความสำคัญกว่ามากกว่า Weight

ระหว่าง Life Cycle และ Installation ผู้ประเมิณทั้ง A B C D ให้ความเห็นว่า Efficiency มีความสำคัญมากกว่า Installation ผู้ประเมิณ E F ให้ความเห็นว่า ทั้งสองปัจจัยมีความสำคัญเท่าๆกัน

ระหว่าง Price และ Size ผู้ประเมิณ A B C Dให้ความเห็นว่า Size มีความสำคัญมากกว่า Price และ ผู้ประเมิณ E F ให้ความเห็นว่าทั้งสองปัจจัยมีความสำคัญเท่ากัน

ระหว่าง Price และ Size ผู้ประเมิณ A B C Dให้ความเห็นว่า ทั้งสองปัจจัยมีความสำคัญเท่าๆกัน และ ผู้ประเมิณ E F ให้ความเห็นว่า Price สำคัญมากที่สุด

ระหว่าง Price และ Maintenance ผู้ประเมิณ A B C D ให้ความเห็นว่า Maintenance มีความสำคัญสูงสุด เนื่องจากมีผลกระทบต่อการให้บริการ และ ผู้ประเมิณ E F ให้ความเห็นว่า Price

สำคัญกว่า Maintenance ประมาณนึง เนื่องจากมีความเห็นว่า ราคาเป็นตัว กำหนดต้นทุนในการ Maintenance

ระหว่าง Price และ Weight ผู้ประเมิณ A B C D ให้ความเห็นว่า Weight มีความสำคัญปานกลาง เนื่องจากมีผลกระทบต่อการติดตั้งในพื้นที่อาคารพานิชย์ และ ผู้ประเมิณ E F ให้ความเห็นว่า Price สำคัญกว่า Weight ประมาณนึง เนื่องจากมีความเห็นว่า น้ำหนักของแต่ละยี่ห้อแตกต่างกันเพียง 0.5-1 กิโลกรัม แต่ราคาหลังต่อรองอาจแตกต่างกันมาก

ระหว่าง Price และ Installation ผู้ประเมิณ A B C D ให้ความเห็นว่า Installation มีความสำคัญมากสูงสุด เนื่องจากมองในเรื่องของการติดตั้งที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัย และ ผู้ประเมิณ E F ให้ความเห็นว่า Price สำคัญกว่า Installation ประมาณนึง เนื่องจากมีความเห็นว่า ราคาส่วนต่างของแบตเตอรี่ มียอดที่มากกว่าค่าแรงติดตั้งในการ Installation

ระหว่าง Size และ Lead Time ผู้ประเมิณ A B ให้ความเห็นว่า Size สำคัญมากกว่า และ ผู้ประเมิณ C D ให้ความเห็นว่า Size มีความสำคัญมากกว่าปานกลาง และ ผู้ประเมิณ E F ให้ความเห็นว่า ให้ความเห็นว่า Lead Time มีความสำคัญกว่ามากกว่า Size

ระหว่าง Size และ Maintenance ผู้ประเมิณทั้ง 5 ท่านให้ความเห็นว่า Maintenance มีความสำคัญกว่ามากกว่า Size

ระหว่าง Size และ Weight ผู้ประเมิณทั้ง 5 ท่านได้ให้ความเห็นว่า Size มีความสำคัญกว่ามากกว่า Weight เนื่องจากขนาดมีผลต่อการติดตั้งใน พื้นที่และตู้ อุปกรณ์ที่จำกัด แต่น้ำหนักสามารถกำหนดได้ว่า พื้นที่ดังกล่าวควรติดตั้งแบตเตอรี่ในปริมาณเท่าใด ให้ไม่กระทบต่อการรับน้ำหนัก

ระหว่าง Size และ Installation ผู้ประเมิณทั้ง 6 ท่านให้ความเห็นว่า ทั้งสองปัจจัย มีความสำคัญเท่าๆกัน

ระหว่าง Lead Time และ Maintenance ผู้ประเมิณทั้ง 6 ท่านให้ความเห็นว่า Maintenance มีความสำคัญมากกว่า Lead Time เนื่องจาก Maintenance ส่งผลต่องบในการซ่อมบำรุงประจำปี

ระหว่าง Lead Time และ Weight ผู้ประเมิณ A B C D ได้ให้ความเห็นว่า Weight มีความสำคัญมากกว่าในด้านเทคนิคทางวิศวกรรมการติดตั้ง Lead Time ในขณะที่ ผู้ประเมิณ E F ให้ความเห็นว่า Lead Time สำคัญกว่าด้วยสาเหตุจากกระบวนการจัดซื้อจัดจ้าง

ระหว่าง Lead Time และ Installation ผู้ประเมิณ A B C D ได้ให้ความเห็นว่า Installation มีความสำคัญมากกว่าในด้านเทคนิคทางวิศวกรรมการติดตั้ง Lead Time ในขณะที่ ผู้ประเมิณ E F ให้ความเห็นว่า Lead Time สำคัญกว่าด้วยสาเหตุจากกระบวนการจัดซื้อจัดจ้าง

ระหว่าง Maintenance และ Weight ผู้ประเมิณ A B C D ได้ให้ความเห็นว่า Weight มีความสำคัญมากกว่า Lead Time ในขณะที่ ผู้ประเมิณ E F ให้ความเห็นว่า Lead Time สำคัญกว่า ด้วยสาเหตุจากกระบวนการจัดซื้อจัดจ้าง

ระหว่าง Maintenance และ Installation ผู้ประเมิณทั้ง 6 ท่านให้ความเห็นว่า ทั้งสองปัจจัย มีความสำคัญเท่าๆกัน

หลังจากได้ข้อสรุปผู้วิจัยได้ทำการหาคะแนนเฉลี่ยของ เพื่อนำมาแจงแจงในตารางการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ซึ่งผลของการประมวลผลจะเห็นได้จากตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงถึงคะแนนเฉลี่ยการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่

ปัจจัย	ค่ามาตรฐานการเปรียบเทียบ			ปัจจัย
	มากกว่า	เท่ากัน	น้อยกว่า	
Efficiency		1		Life Cycle
Efficiency	5			Price
Efficiency	3			Size
Efficiency	5			Lead Time
Efficiency		1		Maintenance
Efficiency	7			Weight
Efficiency	5			Installation
Life Cycle	5			Price
Life Cycle	3			Size
Life Cycle	5			Lead Time
Life Cycle	3			Maintenance
Life Cycle	4			Weight

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ปัจจัย	ค่ามาตรฐานการเปรียบเทียบ			ปัจจัย
	มากกว่า	เท่ากัน	น้อยกว่า	
Life Cycle	3			Installation
Price			2	Size
Price	3			Lead Time
Price			4	Maintenance
Price			2	Weight
Price			5	Installation
Size	3			Lead Time
Size			5	Maintenance
Size	3			Weight
Size		1		Installation
Lead Time			5	Maintenance
Lead Time			3	Weight
Lead Time			3	Installation
Maintenance	4			Weight
Maintenance	5			Installation
Weight		1		Installation

การประมวลผลในตารางที่ 4.3 เป็นการนำเอาคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากตารางที่ 4.2 มาแสดงค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ๆ ซึ่งผลอธิบายผลของการเปรียบเทียบที่ได้ดังนี้

ปัจจัยด้าน Efficiency มีความสำคัญมากกว่า ปัจจัยด้าน Weight (7 คะแนน), ปัจจัยด้าน Price (5 คะแนน), ปัจจัยด้าน Lead Time (5 คะแนน) ปัจจัยด้าน Installation (5 คะแนน) และ ปัจจัยด้าน Size (3 คะแนน) ตามลำดับ แต่มีความสำคัญเท่ากับปัจจัยด้าน Life Cycle (1 คะแนน) และปัจจัยด้าน Maintenance (1 คะแนน)

ปัจจัยด้าน Life Cycle มีความสำคัญมากกว่า ปัจจัยด้าน Price (5 คะแนน), ปัจจัยด้าน Lead Time (5 คะแนน), ปัจจัยด้าน ปัจจัยด้าน Size (5 คะแนน) ตามลำดับ และ มีความสำคัญ

มากกว่า ปัจจัยด้าน Size (3 คะแนน) Installation (3 คะแนน), ปัจจัยด้าน Maintenance (3 คะแนน) เพียงเล็กน้อย

ปัจจัยด้าน Price มีความสำคัญมากกว่า ปัจจัยด้าน Lead Time (3 คะแนน) เพียงเล็กน้อย และ มีความสำคัญน้อยกว่า ปัจจัยด้าน Maintenance (-5 คะแนน), Installation (-5 คะแนน),ปัจจัยด้าน Size (-3 คะแนน), ปัจจัยด้าน Weight (-3 คะแนน) ตามลำดับ

ปัจจัยด้าน Size มีความสำคัญมากกว่า ปัจจัยด้าน Lead Time (3 คะแนน) และ ปัจจัยด้าน Weight (3 คะแนน), เพียงเล็กน้อย แต่ มีความสำคัญน้อยกว่า ปัจจัยด้าน Maintenance (1/5 คะแนน) และมีความสำคัญเท่ากันกับปัจจัยด้าน Installation (1 คะแนน)

ปัจจัยด้าน Lead Time มีความสำคัญน้อยกว่า ปัจจัยด้าน Maintenance (1/5 คะแนน), ปัจจัยด้าน Weight (1/3 คะแนน), และ ปัจจัยด้าน Installation (1/3 คะแนน)

ปัจจัยด้าน Maintenance มีความสำคัญมากกว่า ปัจจัยด้าน Weight (5 คะแนน), และ ปัจจัยด้าน Installation (5 คะแนน)

ด้าน Weight มีความสำคัญเท่ากับ ปัจจัยด้าน Installation (1 คะแนน)

ตารางที่ 4.4 แสดงถึงเมตริกซ์การเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่

ปัจจัย	Efficiency	Life Cycle	Price	Size	Lead Time	Maintenance	Weight	Installation
Efficiency	1	1	5	3	5	1	7	5
Life Cycle	1	1	5	3	7	3	4	3
Price	1/5	1/5	1	1/2	5	1/4	1/2	1/5
Size	1/3	1/3	2	1	3	1/5	3	1
Lead Time	1/5	1/7	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1/3
Maintenance	1	1/3	4	5	5	1	4	5
Weight	1/7	1/4	2	1/3	3	1/4	1	1
Installation	1/5	1/3	5	1	3	1/5	1	1

จากตารางที่ 4.4 ในพื้นที่สีขาว เป็นค่าตัวเลขที่มาจากผู้เชี่ยวชาญ สำหรับช่องสีเทาเป็นส่วนที่ผู้วิจัยเป็นคนระบุเอง โดยจะเป็นค่าส่วนกลับของเกณฑ์ที่จับคู่เหมือนกัน เช่นในแถวที่ 2 (Efficiency) คอลัมน์ที่ 3 (Price) มีค่าเป็น 5 (ในพื้นที่ช่องสีขาว) ส่วนในแถวที่ 4 (Price) กับคอลัมน์ที่ 1 (Efficiency) จะมีค่าเป็น 1/5 (ในพื้นที่ช่องสีเทา) เป็นต้น

โดยค่าตัวเลขต่างๆที่อยู่ในตาราง ประกอบไปด้วย

1. ตัวเลข 1 ในเส้นทแยงมุม คือค่าเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ในปัจจัยเดียวกัน มีค่าเท่ากับ 1 เสมอ

2. พื้นที่ ที่อยู่เหนือเส้นทแยงมุม (พื้นที่สีเหลืองและสีขาว) จะเป็นตัวเปรียบเทียบระหว่างปัจจัยสำคัญ 2 ปัจจัย เช่น

- แถวที่ 2 (Efficiency) คอลัมน์ที่ 3 (Price) มีค่าเป็น 5 หมายความว่า ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมิณให้น้ำหนักความสำคัญกับ Efficiency มากกว่า Price

ผู้วิจัยได้ทำการแสดงค่าเฉลี่ยเรขาคณิตการเปรียบเทียบน้ำหนักของแต่ละปัจจัยเป็นตารางเมตริกซ์ซึ่งจะเห็นได้จากตารางที่ 4.4 และนำไปทำการวิเคราะห์หาค่า CI และ CR ดังตารางที่ 4.5 - 4.9

ตารางที่ 4.5 คะแนนผลรวมในแนวตั้ง

ปัจจัย	Efficiency	Life Cycle	Price	Size	Lead Time	Maintenance	Weight	Installation
Efficiency	1	1	5	3	5	1	7	5
Life Cycle	1	1	5	3	7	3	4	3
Price	0.20	0.20	1	0.50	5	0.25	0.50	0.20
Size	0.33	0.33	2	1	3	0.20	3	1
Lead Time	0.20	0.14	0.20	0.33	1	0.20	0.33	0.33
Maintenance	1	0.33	4	5	5	1	4	5
Weight	0.14	0.25	2	0.33	3	0.25	1	1
Installation	0.20	0.33	5	1	3	0.20	1	1
ผลรวมแนวตั้ง	4.08	3.59	24.20	14.17	32.00	6.10	20.83	16.53

ตารางที่ 4.6 ค่าน้ำหนัก หรือ ค่าลำดับความสำคัญ โดยที่ผลรวมในแนวตั้ง จะเท่า 1

ปัจจัย	Efficiency	Life Cycle	Price	Size	Lead Time	Maintenance	Weight	Installation	น้ำหนัก (เฉลี่ย)
Efficiency	0.25	0.28	0.21	0.21	0.16	0.16	0.34	0.30	0.2376
Life Cycle	0.25	0.28	0.21	0.21	0.22	0.49	0.19	0.18	0.2533
Price	0.05	0.06	0.04	0.04	0.16	0.04	0.02	0.01	0.0518
Size	0.08	0.09	0.08	0.07	0.09	0.03	0.14	0.06	0.0824
Lead Time	0.05	0.04	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.0276
Maintenance	0.25	0.09	0.17	0.35	0.16	0.16	0.19	0.30	0.2089
Weight	0.04	0.07	0.08	0.02	0.09	0.04	0.05	0.06	0.0568
Installation	0.05	0.09	0.21	0.07	0.09	0.03	0.05	0.06	0.0818
ผลรวมแนวตั้ง	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ คูณกับคะแนนที่ได้รับจากแบบสอบถาม

ปัจจัย	Efficiency	Life Cycle	Price	Size	Lead Time	Maintenance	Weight	Installation
Efficiency	1*0.2368	1*0.2547	5*0.0447	3*0.0828	5*0.0276	1*0.2089	7*0.0568	5*0.0818
Life Cycle	1*0.2368	1*0.2547	5*0.0447	3*0.0828	7*0.0276	3*0.2089	4*0.0568	3*0.0818
Price	1/5*0.2368	1/5*0.2547	1*0.0447	1/2*0.0828	3*0.0276	1/4*0.2089	1/2*0.0568	1/5*0.0818
Size	1/3*0.2368	1/3*0.2547	2*0.0447	1*0.0828	3*0.0276	1/5*0.2089	3*0.0568	1*0.0818
Lead Time	1/5*0.2368	1/5*0.2547	1/3*0.0447	1/3*0.0828	1*0.0276	1/5*0.2089	1/3*0.0568	1/5*0.0818
Maintenance	1*0.2368	1/3*0.2547	4*0.0447	5*0.0828	5*0.0276	1*0.2089	4*0.0568	5*0.0818
Weight	1/7*0.2368	1/4*0.2547	2*0.0447	1/3*0.0828	3*0.0276	1/4*0.2089	1*0.0568	1*0.0818
Installation	1/5*0.2368	1/3*0.2547	5*0.0447	1*0.0828	3*0.0276	1/5*0.2089	1*0.0568	1*0.0818

ตารางที่ 4.8 แสดงถึงผลลัพท์การคำนวณจากตารางที่ 4.7 แต่ละเกณฑ์ เพื่อหาผลรวมในแนวนอน

ปัจจัย	Efficiency	Life Cycle	Price	Size	Lead Time	Maintenance	Weight	Installation	ผลรวมแนวนอน
Efficiency	0.24	0.25	0.26	0.25	0.14	0.21	0.40	0.41	2.15
Life Cycle	0.24	0.25	0.26	0.25	0.19	0.63	0.23	0.25	2.29
Price	0.05	0.05	0.05	0.04	0.14	0.05	0.03	0.02	0.43
Size	0.03	0.08	0.10	0.08	0.08	0.04	0.17	0.08	0.67
Lead Time	0.05	0.04	0.01	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.24
Maintenance	0.24	0.08	0.21	0.41	0.14	0.21	0.23	0.41	1.92
Weight	0.01	0.06	0.10	0.03	0.08	0.05	0.06	0.08	0.48
Installation	0.05	0.08	0.26	0.08	0.08	0.04	0.06	0.08	0.74

นำผลรวมในแนวนอนจากตารางที่ 4.8 มาหารด้วยค่าน้ำหนัก หรือ ลำดับความสำคัญ จากตารางที่ 4.6 ผลลัพท์ที่ได้แสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงถึงผลลัพท์การคำนวณระหว่างผลรวมในแนวนอนและค่าลำดับความสำคัญ

เกณฑ์	Efficiency	Life Cycle	Price	Size	Lead Time	Maintenance	Weight	Installation
ผลรวมแนวนอน	2.15	2.29	0.43	0.67	0.24	1.92	0.48	0.74
ลำดับความสำคัญ	0.24	0.25	0.05	0.08	0.03	0.21	0.06	0.08
ผลหาร	9.05	9.04	8.22	8.19	8.59	9.21	8.39	9.01

นำผลลัพท์ที่ได้มาคำนวณ์หาค่า

λ_{max} = (*ผลรวมของผลหาร*) / จำนวนทางเลือก

= (9.05+9.04+8.22+8.19+8.59+9.21+8.39+9.01) / 8

= 8.712

คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index) ดังสมการ

$$\mathrm{CI} = (\lambda_{max} - n)/n - 1$$

= (8.712-8) 7

= 0.1017196

คำนวณหาอัตตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio) ดังสมการข้างล่าง

กำหนดให้ ค่า RI = 1.41 จากตาราง สุ่มตัวอย่างจากตารางเมทริกซ์ ของ Tomas Saaty (1980)

CR = (CI / RI)*100

= (8.712 / 1.41)*100

= 7.2141 %

ค่า CR ที่ได้จะมีเกณฑ์ในการวินิจฉัยว่ามีความสอดคล้องของเหตุผล โดยดูจากจำนวนปัจจัยดังนี้

จำนวนปัจจัย	3	ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน 5%
จำนวนปัจจัย	4	ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน 9%
จำนวนปัจจัยเกินกว่า	5	ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน 10%

ถ้าค่า CR เกินกว่ามาตรฐานดังกล่าวแสดงว่าความสอดคล้องกันของเหตุผลไม่มีความสอดคล้องกัน ผู้วินิจฉัยต้องทบทวนการวินิจฉัยที่ได้ทำไปแล้วใหม่ ซึ่งแนวทางในการแก้ไขปัญหาของความไม่สอดคล้องกันก็คือ เรียงลำดับปัจจัยตามน้ำหนักที่ได้จากการวินิจฉัยในครั้งแรก ต่อจากนั้นก็สร้างตารางเมทริกซ์เพื่อวินิจฉัยหาลำดับความสำคัญใหม่โดยดูว่าอันดับเปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่ ซึ่งถ้าเปลี่ยนไปในทางที่เป็นเหตุผลและตรงกับสถานการณ์ของปัญหาก็ย่อมหมายถึงความสอดคล้องกันของเหตุผลก็จะสูงขึ้น

4.7 วิธีการประเมินโดยวิธีการ TOPSIS

เมื่อได้ข้อมูลจากการสอบถามเรียบร้อยแล้วก็นำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าน้ำหนัก ตามขั้นตอนการวิเคราะห์ตามวิธีการของ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ดังต่อไปนี้

(1) ทำการหาค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละปัจจัย โดยใช้โปรแกรม Expert Choice 11

(2) ทำการประเมินค่าให้คะแนนแต่ละปัจจัย สำหรับแบตเตอรี่แต่ละยี่ห้อ

(3) ประมวลผลข้อมูลที่ได้ตามวิธีขั้นตอนของ TOPSIS

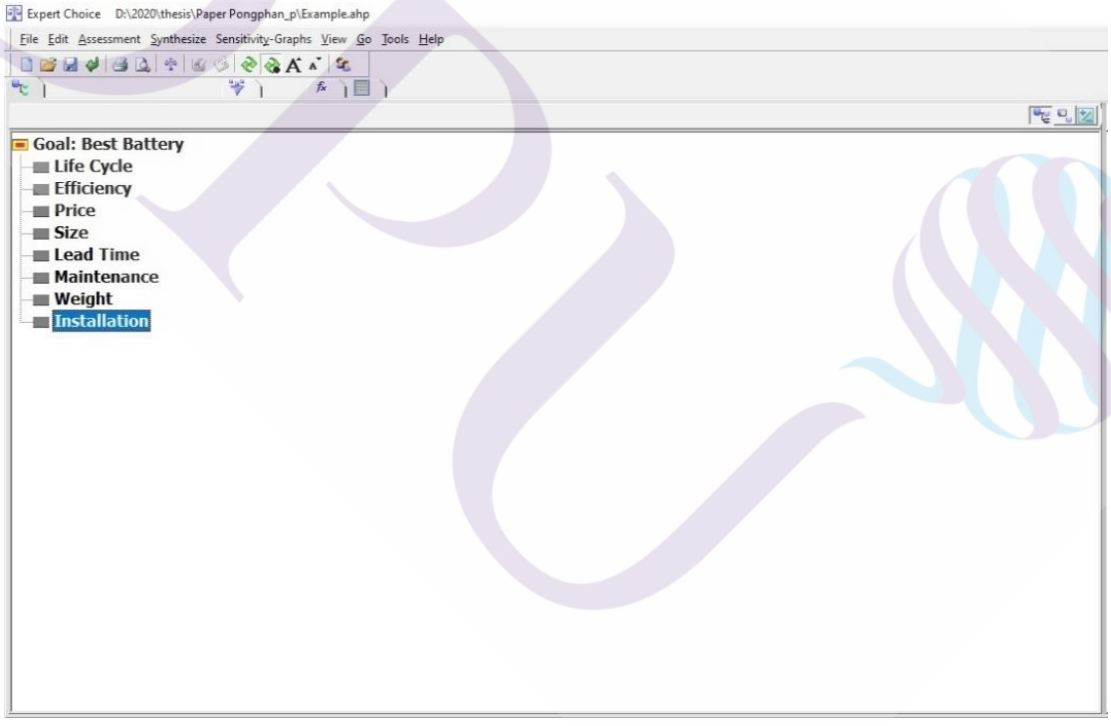
(4) เปรียบเทียบผลที่ได้จากการประมวลผลตามวิธี TOPSIS

4.7.1 การเริ่มกระบวนการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Expert Choice 11

4.7.1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ หรือ Goal จากนั้นนำเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกแบตเตอรี่มาใส่ให้ครบถ้วน ก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ด้วยการเปรียบเทียบเป็นคู่ โดยในภาพที่ 4.3 ระบุให้

กำหนด Goal = แบตเตอรี่ที่เหมาะสมที่สุด ประกอบไปด้วย เกรณ์การตัดสินใจ 8 ปัจจัย

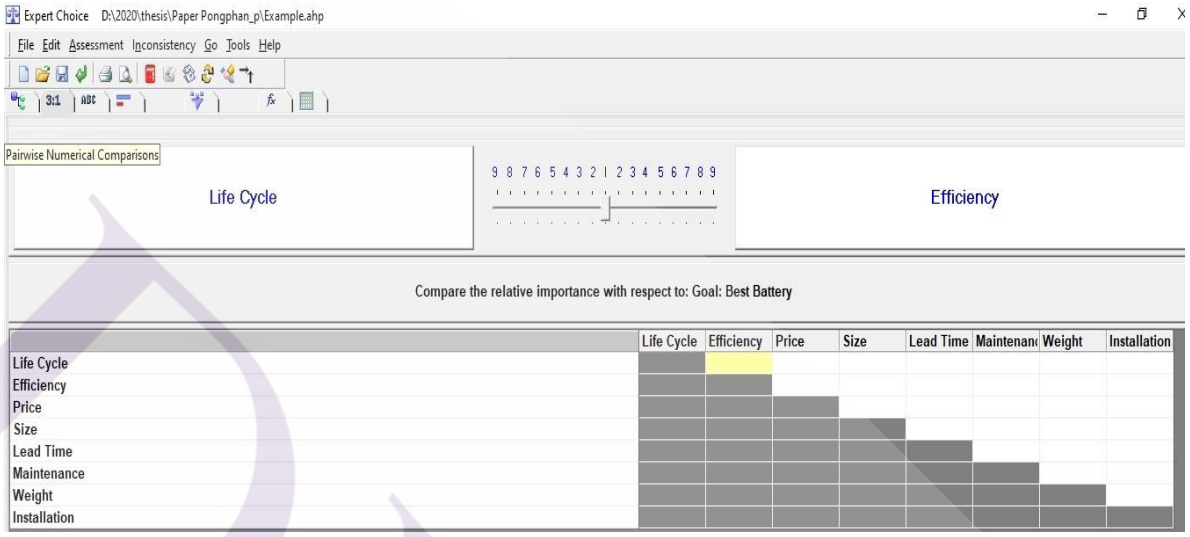
1. Efficiency = ค่าประสิทธิภาพ
2. Life Cycle = วงจรชีวิตของแบตเตอรี่
3. Price = ราคาแบตเตอรี่
4. Size = ขนาดแบตเตอรี่
5. Lead Time = ระยะเวลาขนส่ง
6. Maintenance = การบำรุงรักษา
7. Weight = น้ำหนักของแบตเตอรี่
8. Installation = กระบวนการติดตั้ง



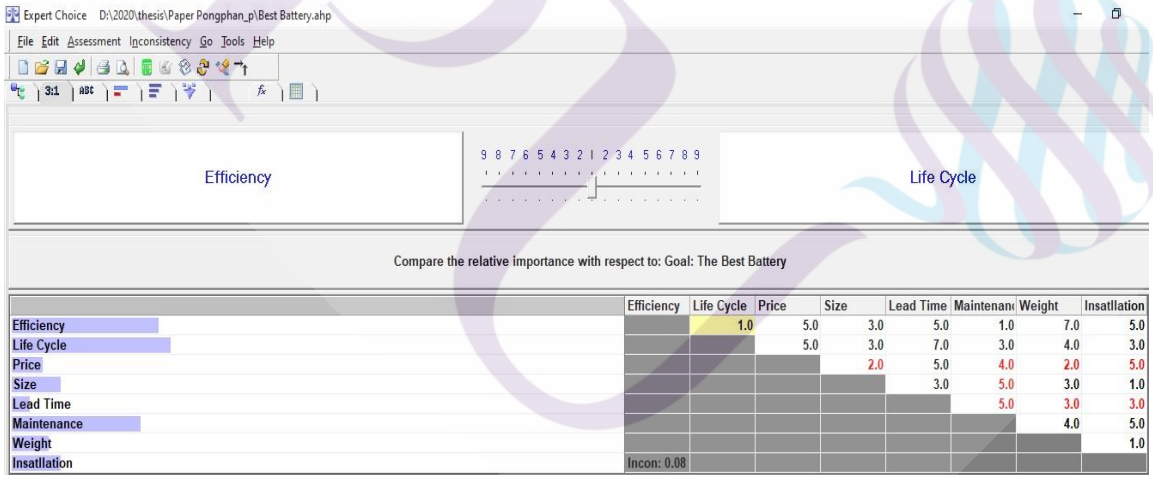
ภาพที่ 4.2 ภาพแสดงการกำหนดวัตถุประสงค์ หรือ Goal และเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือก

4.7.1.2 หลังจากกำหนด Goal และ ปัจจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ให้เลือก Pairwise Numerical Comparisons จะพบว่าตัวโปรแกรมจะมีหน้าตาคล้ายกับตารางที่ 4.4 จากนั้นให้นำผลค่า

น้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ด้วยการเปรียบเทียบเป็นคู่จากแบบสอบถาม ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านจากตารางที่ 4.4 มากรอกใส่ ตามภาพที่ 4.4

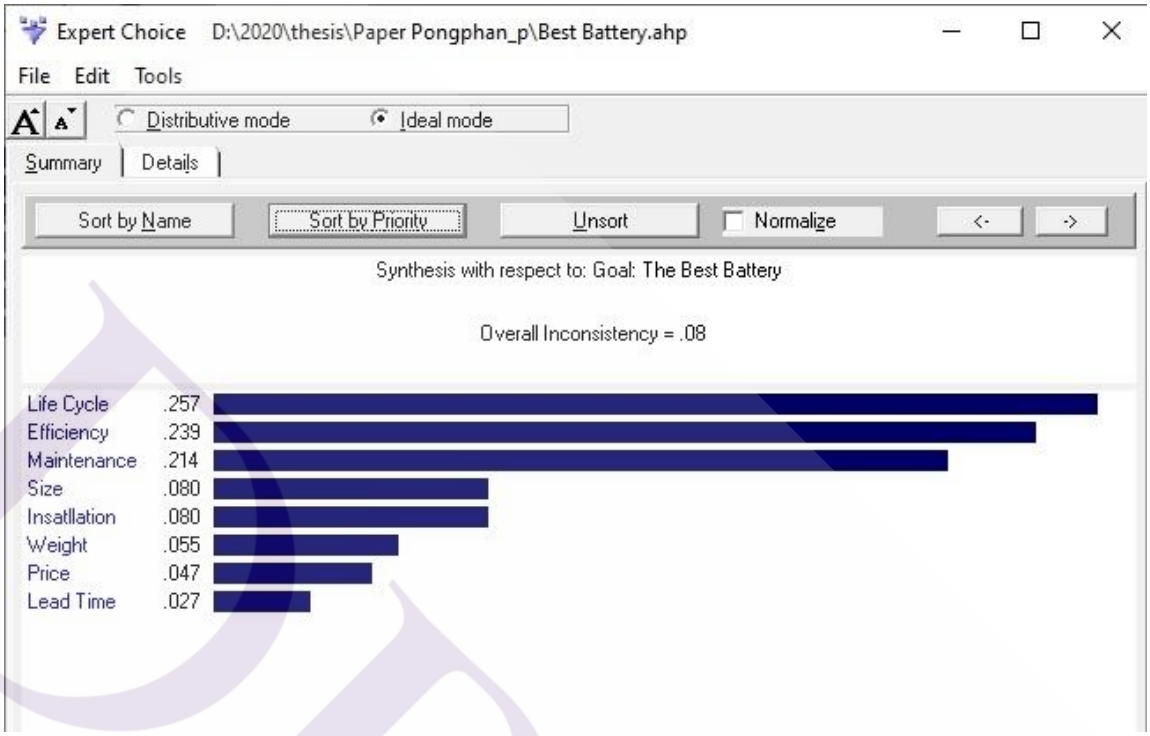


ภาพที่ 4.3 ภาพแสดงการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ด้วยการเปรียบเทียบเป็นคู่



ภาพที่ 4.4 ภาพแสดงการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ด้วยการเปรียบเทียบเป็นคู่จากแบบสอบถามที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านเป็นผู้ลงความเห็น

4.7.1.3 ทำการตรวจสอบดัชชีความไม่สอดคล้องของค่าน้ำหนักความสำคัญ



ภาพที่ 4.5 ภาพแสดงดัชชีความสอดคล้องของค่าน้ำหนักความสำคัญ

จากภาพที่ 4.8 และ 4.9 แสดงให้เห็นว่าเชี่ยวชาญได้ให้ค่าน้ำหนักความสำคัญแต่ละเกณฑ์ ดังนี้

อันดับที่ 1 “ Life Cycle ” หรือ อายุการใช้งาน โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 25.7 %

อันดับที่ 2 “ Efficiency ” หรือ ประสิทธิภาพ โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 23.9 %

อันดับที่ 3 “ Maintenance ” หรือ การบำรุงรักษา โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 21.2 %

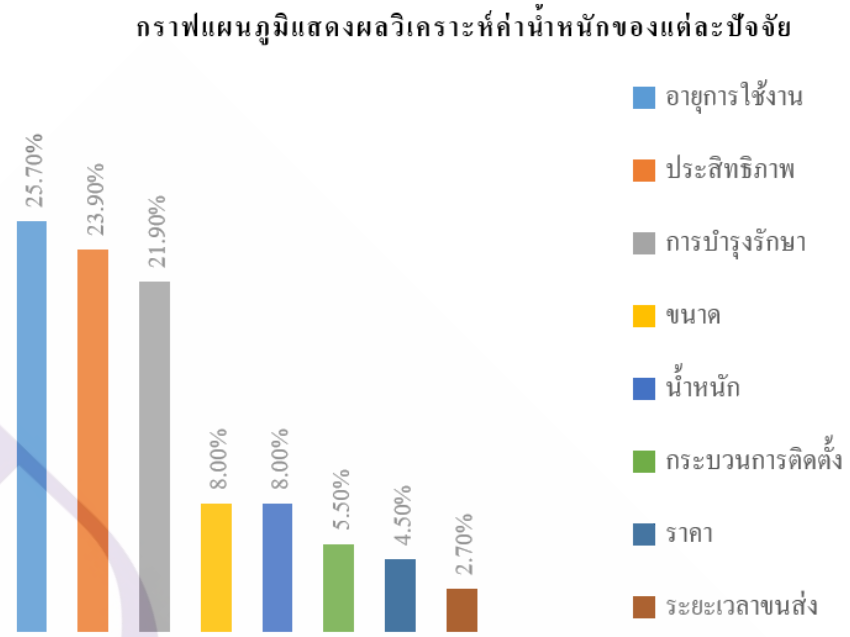
อันดับที่ 4 “ Size ” หรือ ขนาดของแบตเตอรี่ โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 8.0 %

อันดับที่ 5 “ Weight ” หรือ น้ำหนักของแบตเตอรี่ โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 8.0 %

อันดับที่ 6 “ Installation ” หรือ กระบวนการติดตั้ง โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 5.5 %

อันดับที่ 7 “ Price ” หรือ ราคาของแบตเตอรี่ โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 4.7 %

อันดับที่ 8 “ Lead Time ” หรือ ระยะเวลาขนส่ง โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 2.7 %



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ของค่าน้ำหนักความสำคัญ

จากข้อมูลการวิเคราะห์ของโปรแกรม Expert Choice 11 สามารถสรุปผลค่าน้ำหนักเกณฑ์ของปัจจัยในการเลือกแบตเตอรี่พบว่าการวิเคราะห์มีอัตราส่วนของดัชนีความไม่สอดคล้องหรือ ค่า (Inconsistency Ratio) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10% แสดงว่าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าน้ำหนักของการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ในการเลือกแบตเตอรี่

เกณฑ์ปัจจัยการเลือก	น้ำหนักเกณฑ์	อัตราความไม่สอดคล้อง
ประสิทธิภาพ	0.239	0.08
อายุการใช้งาน	0.257	
การบำรุงรักษา	0.219	
ขนาดของแบตเตอรี่	0.080	
น้ำหนักของแบตเตอรี่	0.080	
กระบวนการติดตั้ง	0.055	
ราคาของแบตเตอรี่	0.045	
ระยะเวลาขนส่ง	0.027	

4.7.2 ทำการประเมินค่าให้คะแนนแต่ละปัจจัย สำหรับแบตเตอรี่แต่ละยี่ห้อ

คะแนนในแต่ละปัจจัยจะถูกกำหนดไว้ด้วยความสามารถตารางแต่ละเกณฑ์ความสำคัญที่แบตเตอรี่สามารถทำได้ ผู้ประเมิณ A ตำแหน่ง Manager (Site Facility) จะเป็นผู้ดำเนินการประเมิณ แต่เพียงผู้เดียว โดยข้อกำหนดความสามารถแต่ละข้อนั้นได้ผ่านการเห็นชอบโดยผู้ประเมิณท่านอื่นเป็นที่เรียบแล้ว โดยจะเริ่มประเมิณจาก ราคา, ผลการ RPM ย้อนหลังแต่ละปี และระยะเวลาในการส่งของผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่าย และให้คะแนน 1 ถึง 9 จากแบบสอบถาม ดังตารางที่ ตารางที่ 4.11

ตัวอย่าง ตารางคะแนน

ตารางที่ 4.11 แสดงความหมายของตัวเลขระดับความสำคัญปัจจัย “ ประสิทธิภาพ ” ของแบต

ระดับความเหมาะสม	**ค่าคะแนน**	**ผลการทดสอบ End Voltage ที่ 120 นาที**
มีความเหมาะสมมากที่สุด	9	มากกว่าหรือเท่ากับ 11.00 V
มีความเหมาะสมมาก	7	มากกว่าหรือเท่ากับ 10.00 V
มีความเหมาะสมปานกลาง	5	มากกว่าหรือเท่ากับ 9.30 V
มีความเหมาะสมน้อย	3	มากกว่าหรือเท่ากับ 9.00 V
มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	1	ต่ำกว่า 9.00 V

ตารางที่ 4.12 ผลตารางเปรียบเทียบคะแนนของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตัดสินใจ ระหว่างแบตเตอรี่จากปัจจัยที่นำมาพิจารณา ทั้งหมด 8 ปัจจัย ที่ถูกกำหนดขอบเขตไว้ในบทที่ 3

No.	**ปัจจัย**	**ยี่ห้อ**				
		Unit	**ABT**	**Sacred Sun**	**Narada**	**Genesis**
1	ประสิทธิภาพ	คะแนน	9	9	7	7
2	อายุการใช้งาน	คะแนน	7	5	3	3
3	ราคาของแบตเตอรี่	คะแนน	5	5	9	9
4	ขนาดของแบตเตอรี่	คะแนน	9	7	7	9
5	ระยะเวลาในการสั่งซื้อ	คะแนน	5	5	5	3
6	การบำรุงรักษา	คะแนน	7	5	3	1

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

No.	ปัจจัย	ยี่ห้อ				
		Unit	ABT	Sacred Sun	Narada	Genesis
7	น้ำหนัก	คะแนน	7	7	5	5
8	กระบวนการติดตั้ง	คะแนน	7	9	3	1

หมายเหตุ. คะแนนเต็ม 9

4.7.3 ประมวลผลข้อมูลที่ได้ตามวิธีขั้นตอนของ TOPSIS

จากข้อมูลปัจจัยที่ได้จากการศึกษาและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญของบริษัทฯกรณีศึกษาที่นำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบที่ละคู่ ดังภาพที่ 4.5 และ แบตเตอรี่ที่นำมาพิจารณาค่าคะแนนทั้ง 4 ยี่ห้อในแต่ละปัจจัยที่จากการสอบถาม ดังตารางที่ 4.6 มาทำการวิเคราะห์หาค่าถ่วงน้ำหนักแล้วนั้นสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ตารางสรุปข้อมูลปัจจัยและค่าถ่วงน้ำหนักของแบตเตอรี่แต่ละชนิด

ค่าน้ำหนัก	0.239	0.257	0.045	0.08	0.027	0.219	0.08	0.055
ยี่ห้อ/เกณฑ์ปัจจัย	ประสิทธิภาพ	อายุการใช้งาน	ราคาของแบตเตอรี่	ขนาดของแบตเตอรี่	ระยะเวลาขนส่ง	การบำรุงรักษา	น้ำหนัก	กระบวนการติดตั้ง
ABT	9	7	5	9	5	7	7	7
Sacred Sun	9	5	5	7	5	5	7	9
Narada	7	3	9	7	5	3	5	3
Genesis	7	3	9	9	3	1	5	1

ทำการคำนวณด้วยเทคนิค TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution) โดยโปรแกรม Microsoft Excel

ขั้นตอนที่ 1: สร้างเมทริกซ์การตัดสินใจ เมทริกซ์ D_{mxn} มีขนาด mxn โดยที่สมาชิกของ เมตริกซ์ X_{ij} หมายถึงคะแนนประเมินของแต่ละทางเลือก i ตามมุมมองของแต่ละเกณฑ์ j โดยกำหนดให้ i = 1,..., m และ j= 1,..., n เมตริกซ์การตัดสินใจ (จากวิธีการ AHP)

ขั้นตอนที่ 2 สร้าง Normalized Decision Matrix การตัดสินใจ ทำการปรับข้อมูลของแต่ละเกณฑ์จากหน่วยที่แตกต่างกันให้เป็นหน่วยหรือมาตรฐานเดียวกันโดยกำหนดให้ r เป็นนอร์มอลไลซ์เมทริกซ์ หรือเมทริกซ์การปรับข้อมูลปกติและ r_{ij} เป็นสมาชิกของเมทริกซ์ซึ่งนอร์มอลไลซ์เมทริกซ์สามารถคำนวณ ได้จากสูตร

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum X_{ij}^2}} \quad \text{.....สมการที่ 4.1}$$

โดย x หมายถึง ผลของแต่ละเกณฑ์

i หมายถึง ยี่ห้อที่ตั้งที่นำมาพิจารณา

j หมายถึง เกณฑ์ปัจจัยในการพิจารณา

คำนวณหาผลของสมการ $\frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum X_{ij}^2}}$ .....สมการที่ 4.2

โดย นำค่า x มายกกำลัง 2

1.1) หาผลรวมในแต่ละแถว

1.2) นำผลรวมที่ได้ในแต่ละแถวมาหาค่าสแควร์รูท

จะได้ผลการ normalize ข้อมูลต่างๆ ตามตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลการคำนวณตามสมการที่ 4.2

ยี่ห้อ/เกณฑ์ปัจจัย	ประสิทธิภาพ	อายุการใช้งาน	ราคาของแบตเตอรี่	ขนาดของแบตเตอรี่	ระยะเวลาขนส่ง	การบำรุงรักษา	น้ำหนัก	กระบวนการติดตั้ง
	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน
ABT	81	49	25	81	25	49	49	49
Sacred Sun	81	25	25	49	25	25	49	81
Narada	49	9	81	49	25	9	25	9
Genesis	49	9	81	81	9	1	25	1
$\sum x^2$	260	92	212	260	84	84	148	140
SQRT $\sum x^2$	16.12	9.6	14.56	16.12	9.16	9.16	12.16	11.83

จากนั้นนำค่า Xij ของแต่ละยี่ห้อมาทำการ หารด้วยค่าที่หาได้จากสมการในแถวนั้น ผลที่ได้จะเป็นค่าNormalize decision matrix

หรือค่า r_{ij} ตัวอย่างเช่น $r_{11} = \frac{9}{\sqrt{260}} = 0.558$ แสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.15 ผลการคำนวณหาค่า r_{ij} ตามสมการที่ 4.1

ยี่ห้อ/เกณฑ์ปัจจัย	ประสิทธิภาพ	อายุการใช้งาน	ราคาของแบตเตอรี่	ขนาดของแบตเตอรี่	ระยะเวลาขนส่ง	การบำรุงรักษา	น้ำหนัก	กระบวนการติดตั้ง
	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน
ABT	0.558	0.729	0.343	0.558	0.546	0.764	0.576	0.592
Sacred Sun	0.558	0.521	0.343	0.434	0.546	0.546	0.576	0.761
Narada	0.434	0.313	0.618	0.434	0.546	0.328	0.411	0.254
Genesis	0.434	0.313	0.618	0.558	0.328	0.109	0.411	0.085

ขั้นตอนที่ 3: สร้างเมทริกซ์การตัดสินใจถ่วงน้ำหนัก กำหนดให้ w_j เป็นน้ำหนักความสำคัญของแต่ละ เกณฑ์ j จากนั้นนำน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์คูณกับข้อมูลในแต่ละสดมภ์ดังนั้นเมทริกซ์การ ตัดสินใจถ่วงน้ำหนัก V และสมาชิกของเมทริกซ์ V_{ij} สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$V_{11} = 0.257 * 0.558 = 0.143$$ .....สมการที่ 4.2

ได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ตารางผลการคำนวณหาค่า V

ยี่ห้อ/เกณฑ์ปัจจัย	ประสิทธิภาพ	อายุการใช้งาน	ราคาของแบตเตอรี่	ขนาดของแบตเตอรี่	ระยะเวลาขนส่ง	การบำรุงรักษา	น้ำหนัก	กระบวนการติดตั้ง
	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน
ABT	0.133	0.187	0.016	0.045	0.015	0.164	0.046	0.033
Sacred Sun	0.133	0.134	0.016	0.035	0.015	0.117	0.046	0.042
Narada	0.104	0.080	0.029	0.035	0.015	0.070	0.033	0.014
Genesis	0.104	0.080	0.029	0.045	0.009	0.023	0.033	0.005

ขั้นตอนที่ 4: กำหนดค่าอุดมคติเชิงบวกและเชิงลบ การหาค่าอุดมคติเชิงบวก (positive ideal solution, PIS or A+) และค่าอุดมคติเชิงลบ (negative ideal solution, NIS or A-) สามารถกำหนดได้ดังสมการ

$$A^+ = (V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+)$$ .....สมการที่ 4.4

$$A^- = (V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-)$$ .....สมการที่ 4.5

ตารางที่ 4.17 ตารางค่าเชิงอุดมคติเชิงบวกและเชิงลบ หรือ A*, A-

ยี่ห้อ/เกณฑ์ปัจจัย	ประสิทธิภาพ	อายุการใช้งาน	ราคาของแบตเตอรี่	ขนาดของแบตเตอรี่	ระยะเวลาขนส่ง	การบำรุงรักษา	น้ำหนัก	กระบวนการติดตั้ง
	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน
A*	0.133	0.187	0.029	0.045	0.015	0.164	0.046	0.042
A-	0.104	0.080	0.016	0.035	0.009	0.023	0.033	0.005

ขั้นตอนที่ 5: คำนวณระยะห่างจากค่าอุดมคติเชิง บวกและเชิงลบของแต่ละทางเลือก ระยะห่างจากค่าอุดมคติเชิงบวกและค่าอุดมคติเชิงบวกสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$S_i^+ \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(v_j^+ - v_{ij}\right)^2}\ ,\ \ i = 1,2,3, \dots, m$$ .....สมการที่ 4.6

$$S_i^- \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(v_j^- - v_{ij}\right)^2} \ , \ i = 1,2,3, \dots, m$$ .....สมการที่ 4.7

ทำการหาค่า S* โดยขั้นตอนดังนี้

1) นำค่า V ของแต่ละทำเลลบด้วย A+ ในแต่ละ Column มายกกำลังสอง

ตัวอย่างแทนค่า $(V_{A1} - A_1^+)^2$ $(0.133\text{-}0.133)^2$ = 0.00000 ดังตารางที่ 4.17(1)

2) หาค่าผลรวมของแต่ละแถว ดังตารางที่ 4.17(2)

3) หาค่าสแควร์รูทของแต่ละแถว ดังตารางที่ 4.17(3)

4) จะได้ค่า S- ดังตารางที่ 4.17(3)

ตารางที่ 4.18 ผลการคำนวณหาค่า แยกแยะเชิงบวก หรือ S*

ยี่ห้อ/เกณฑ์ปัจจัย	(1) (V- A*) ^{2}								(2) $\sum$	(3) SQRT
	ประสิทธิภาพ	อายุการใช้งาน	ราคาของแบตเตอรี่	ขนาดของแบตเตอรี่	ระยะเวลาขนส่ง	การบำรุงรักษา	น้ำหนัก	กระบวนการติดตั้ง	ผลรวม	S*
	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน		
ABT	0.00000	0.00000	0.00017	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00009	0.00026	0.01612
Sacred Sun	0.00000	0.00282	0.00017	0.00011	0.00000	0.00223	0.00000	0.00000	0.00532	0.07293
Narada	0.00085	0.01138	0.00000	0.00011	0.00000	0.00882	0.00017	0.00079	0.02212	0.14872
Genesis	0.00085	0.01138	0.00000	0.00000	0.00004	0.01978	0.00017	0.00140	0.03362	0.18335

ทำการหาค่า S- โดยขั้นตอนดังนี้

1) นำค่า V ของแต่ละทำเลลบด้วย A- ในแต่ละ Column มายกกำลังสอง

ตัวอย่างแทนค่า $(V_{A1} - A_1^-)^2$ (0.133-0.104) ^{2} = 0.00089 ดังตารางที่ 4.18(1)

2) หาค่าผลรวมของแต่ละแถว ดังตารางที่ 4.18(2)

3) หาค่าสแควร์รูทของแต่ละแถว ดังตารางที่ 4.18(3)

4) จะได้ค่า S- ดังตารางที่ 4.18(3)

ตารางที่ 4.19 ผลการคำนวณหาค่า S-

ยี่ห้อ/เกณฑ์ปัจจัย	(1) (V- A-) ^{2}								(2) $\sum$	(3) SQRT
	ประสิทธิภาพ	อายุการใช้งาน	ราคาของแบตเตอรี่	ขนาดของแบตเตอรี่	ระยะเวลาขนส่ง	การบำรุงรักษา	น้ำหนัก	กระบวนการติดตั้ง	ผลรวม	S-
	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน		
ABT	0.00087	0.01153	0.00000	0.00009	0.00003	0.01975	0.00017	0.00076	0.03321	0.18223
Sacred Sun	0.00087	0.00290	0.00000	0.00000	0.00003	0.00880	0.00017	0.00136	0.01413	0.11886
Narada	0.00000	0.00000	0.00017	0.00000	0.00003	0.00222	0.00000	0.00008	0.00250	0.05059
Genesis	0.00000	0.00000	0.00017	0.00009	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00026	0.01612

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้ค่าอุดมคติที่สุด เป็นการคำนวณหาระยะทางของแต่ละทางเลือกจาก PIS และ NIS เพื่อหาระยะความใกล้ หรือ (Closeness Coefficient weight: ccw_i^*) กับคำตอบแนวคิดเชิงบวกและแนวคิดเชิงลบโดยคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$ccw_i = \frac{S_i^-}{(S_i^- + S_i^+)} \, , 0 \leq ccw_i \leq 1 \qquad \text{.....สมการที่ 4.8}$$

โดยที่ C* คือ ค่าที่ได้รับการปรับให้เป็นค่าเชิงบวก

หมายเหตุ. ค่า C* มีค่าเท่ากับ $0 \leq C_i^* \leq 1$ โดยที่

$C_i^* = 0$ เมื่อ $A_i = A^-$

และเมื่อ $C_i^* = 1$ เมื่อ $A_i = A^*$

นำผล S* และ S- จากตารางที่ 4.12 และ ตารางที่ 4.13 มาหาค่า C ตามสมการที่ 4.5 ซึ่งตัวอย่างแทนค่า เพื่อหาค่า C_1^*

$$ccw_i = \frac{S_i^-}{(S_i^- + S_i^+)} = 0.18223 / (0.01612 + 0.18223) = 0.918729519$$

จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงตามตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.20 ผลการคำนวณหาเพื่อหาค่า C

ยี่ห้อ/เกณฑ์ปัจจัย	C
ABT	0.918729519
Sacred Sun	0.619740341
Narada	0.253825699
Genesis	0.080814158

ขั้นตอนที่ 6 นำผลจากการเปรียบเทียบค่า C ที่ได้มาจัดลำดับทางเลือกทั้งหมดโดยถ้าทางเลือกใดมีค่า C น้อยแสดงว่ามีความสำคัญน้อยและถ้าค่า C มากแสดงว่ามีความสำคัญมากในที่นี้คือแบตเตอรี่เหมาะสมที่จะนำมาพิจารณาใช้ในชุมสายสาขาย่อยในการบริการโครงข่ายการติดต่อสื่อสาร ผลการเรียงลำดับความสำคัญแสดง ดังตารางที่ 4.15

4.7.4 เปรียบเทียบผลที่ได้จากการประมวลผลตามวิธี TOPSIS

ตารางที่ 4.21 การจัดลำดับความสำคัญของแบตเตอรี่

ยี่ห้อ/เกณฑ์ปัจจัย	C	ลำดับที่	
ABT	0.918729519	1	ดีที่สุด
Sacred Sun	0.619740341	2	
Narada	0.253825699	3	
Genesis	0.080814158	4	แย่ที่สุด

ผลจากการคำนวณตามวิธีการ TOPSIS ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel จะได้ผลว่า ABT เป็นแบตเตอรี่ที่เหมาะสมในกลุ่มตัวเลือกในการพิจารณาในการติดตั้งใช้งานในชุมสายสาขาย่อยในการบริการโครงข่ายการติดต่อสื่อสาร โดยมีค่าเท่ากับ 0.919312034 และ Genesis เป็นตัวเลือกที่มีคะแนนต่ำสุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.081587205 ผู้วิจัยจะนำผลการคำนวณที่ได้ ไปอภิปรายเพื่อชี้แจง คณะกรรมการจัดซื้อและผู้บริหาร ถึงเหตุผลว่าทำไม แบตเตอรี่ ABT ที่มีราคาแพงกว่าถึงเป็นแบตเตอรี่ที่ ควรนำมาใช้ในการติดตั้งชุมสายและสาขาย่อยทั่วประเทศ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลค่าน้ำหนักแต่ละเกณฑ์หลังใช้ Program Expert Choice

เกณฑ์ ปัจจัย “ อายุการใช้งาน ” มีความสำคัญมาเป็นอันดับที่ 1 คือ 25.7 % มากกว่า“ ประสิทธิภาพ ” เพียง 1.8% ที่เป็นอันดับที่ 2 และ มากกว่า “ การบำรุงรักษา ” ที่เป็นอันดับที่ 3 เพียง 3.8 %เท่านั้น โดยทั้งที่ 3 ปัจจัยมีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีนัยยะ แบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพดี และ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ทำการบำรุงรักษาได้ง่ายกว่าประหยัดค่าบำรุงรักษาได้มากกว่า และการบำรุงรักษาที่ดีก็จะทำให้อายุการใช้งานแบตเตอรี่ยืนยาวมากขึ้นโดยทั่วไป แบตเตอรี่ Valve-regulated Lead Acid (VTLA) จะมีอายุการใช้งานยาวนานประมาณ 3-4 ปี โดยประมาณ หากมีติดตั้งในพื้นที่ที่มีอุหภูมิห้องปกติ มีการถ่ายเทของอากาศที่ดี มีการบำรุงรักษาอยู่สม่ำเสมอ

ปัจจัยที่กระทบต่ออายุของแบตเตอรี่

1. อุณภูมิแวดล้อม เนื่องจากพิกัดขนาดแบตเตอรี่อ้างอิงที่อุแณภูมิ 25 องศา เซลเซียส อุณหภูมิที่แปรปรวนจะส่งผลกระทบกับสมรรถนะและอายุของแบตเตอรี่อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้เฉลี่ยต่อปีของทุกๆ 8.3 องศาเซลเซียส จากอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีผลทำให้อายุของแบตเตอรี่ลดลงถึง 50%

2. สภาวะทางเคมีของแบตเตอรี่ แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ชนิดไฟฟ้าเคมี (Electro-Chemical Device) โดยความสามารถในการเก็บและส่งพลังงานไฟฟ้าจะลดลงอย่างช้าๆ ตลอดเวลา ถึงแม้ว่าจะปฏิบัติตามคำแนะนำในการจัดเก็บ, บำรุงรักษา และใช้งานอย่างดีแค่ไหนก็ตาม ก็ต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่เมื่อถึงเวลา

3. วัฏจักรการชาร์จและดิสชาร์จ (Cycling) แบตเตอรี่ในกรณีที่ไฟฟ้าปกติดับลง อุปกรณ์สำรองไฟจะรับไฟจากแบตเตอรี่ หลังจากที่ใช้ไฟไปจนหมด แบตเตอรี่ต้องประไฟฟ้าใหม่ (Recharge) เพื่อที่จะสามารถจ่ายไฟได้ในครั้งต่อไป วัฏจักรนี้เรียกว่า Discharge Cycle ในการจ่ายไฟและประจุไฟใหม่ จะทำให้พิกัดขนาดของแบตเตอรี่ลดลงอย่างช้าๆ จนกระทั่งคุณสมบัติทางเคมีของแบตเตอรี่เสื่อมสภาพลง แบตเตอรี่แต่ละเซลเสื่อมคุณภาพจนเสียไปในที่สุด เมื่อถึงเวลานั้นก็ต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่

4. การบำรุงรักษา สำหรับการดูแลบำรุงรักษาแบตเตอรี่เป็นสิ่งจำเป็นต่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้าสำรอง การบำรุงรักษาเชิงป้องกันอย่างสม่ำเสมอไม่เพียงแต่ทำให้อายุของแบตเตอรี่ยืนยาวขึ้นจากการป้องกันข้อต่อของแบตเตอรี่หลวมและขจัดการกัดกร่อน และยังช่วยให้สามารถพบแบตเตอรี่ที่เสื่อมสภาพก่อนที่แบตเตอรี่ดังกล่าวจะเสียอีกด้วย

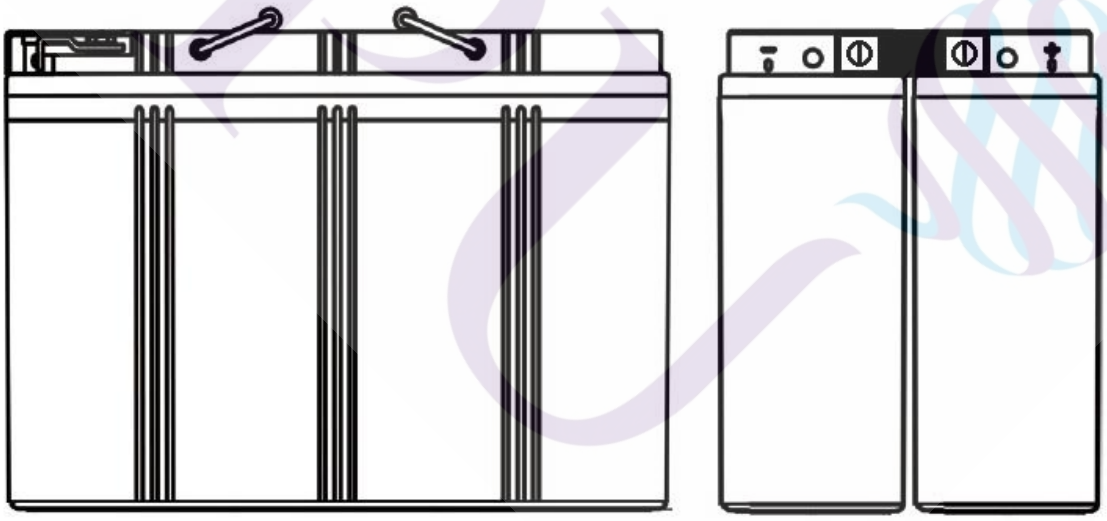
เกณฑ์ปัจจัยลำดับที่ 4 และ 5 คือ “ ขนาด ” และ “ น้ำหนัก ” ที่ได้ค่าน้ำหนักของปัจจัยเท่าๆกันที่ 8% “ ขนาด ” ขนาดของแบตเตอรี่จะส่งผลต่อการติดตั้งในพื้นที่จำกัด อาทิเช่น ติดตั้งในตู้ที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งกลางแจ้ง ถูกออกแบบมาให้ มีพื้นที่ช่องสำหรับใส่แบตจำกัดความกว้างและความสูง เพื่อไม่ให้ตัวตู้มีขนาดใหญ่เทอะทะจนขนย้ายลำบาก และลดขนาดพื้นที่เช่าเนื่องจากจะต้องเทพื้นคอนกรีตเป็นแพลตฟอร์มสำหรับ ตั้งตู้ การเลือกแบตเตอรี่ที่มีขนาดเล็กกว่าแบตเตอรี่รุ่นเดียวกัน ที่ประสิทธิภาพเท่ากัน จะทำให้ภายในช่องใส่แบตไม่หนาแน่นเกินไปจนทำการ Preventive Maintenance ได้ยาก มีการกาศถ่ายเทได้ดี ส่งไปผลไปถึงเรื่องน้ำหนักโดยรวมอีกด้วย ผู้วิจัยมองว่า “ ขนาด ” ยังไม่ใช่ปัจจัยที่สำคัญสูงสุด เพราะปัจจัยเรื่องขนาด สามารถแก้ไขได้ด้วยการ ดีไซน์ออกแบบตู้ Type Out Door ให้มีขนาดช่องใส่แบตที่เพิ่มขึ้น โดยที่ไม่กระทบในเรื่องของการเช่าพื้นที่ หรือขนาดโดยรวมของตู้ ได้ในภายภาคหน้า ทำให้ปัจจัยด้าน “ ขนาด ” ยังอยู่ในความสำคัญกลางๆ

“ น้ำหนัก ” หรือน้ำหนักของแบตเตอรี่ โดยน้ำหนักนั้นจะส่งผลมากกับ Node ที่ติดตั้งภายตัวอาคารพานิชย์ ที่มีการออกแบบโครงสร้าง ในการรับน้ำหนักต่อตารางเมตร 200 กิโลกรัม หรือ 300 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ถึงแม้ว่าน้ำหนักของแต่ละยี่ห้อ อาจจะแตกต่างกัน 0.5-1 กิโลกรัม แต่เมื่อต้องติดตั้งใช้งาน 1 System หรือเท่ากับติดตั้งแบตเตอรี่ 4 ลูก หากสมมุติ ว่าแบตเตอรี่หนักลูกละ 20 กิโลกรัม เท่ากับ 1 System จะมีน้ำหนักแบตเตอรี่ ถึง 80 กิโลกรัม ที่ส่งไปผลกดทับลงไปใน

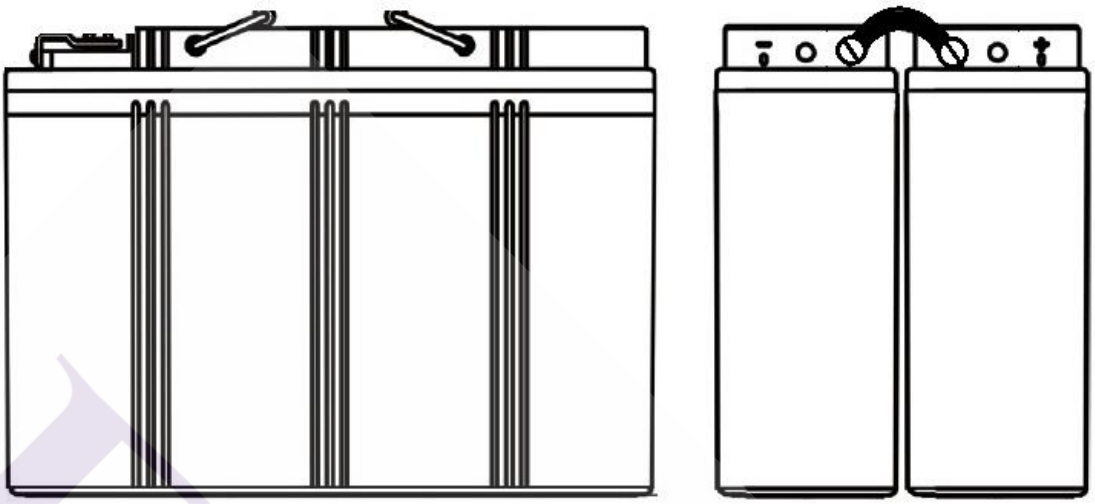
พื้นที่ 1 ตารางเมตร หาก Node ดังกล่าวเป็น Node หลัก หรือเป็น เกตเวย์ ที่มีความสำคัญสูง แบตเตอรี่จะต้องมีความสามารถในการ สำรองไฟได้ถึง 8 ชม. เป็นอย่างน้อยกรณีที่ไฟฟ้าเกิดเหตุขัดข้อง แบตเตอรี่จะถูกติดตั้งเป็นจำนวนมาก ตาม Load ที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน Node เพื่อให้เพียงพอต่อการสำรองจ่ายไฟเป็นระยะเวลานาน ดังนั้นการเลือกแบตเตอร์รี่ที่มีน้ำหนักเบากว่า จะทำให้ติดตั้งได้มากกว่าและปลอดภัยกับโครงสร้าอาคารมากกว่า

ถึงจะเป็นอย่างที่กล่าวมาข้างต้นนั้น “ น้ำหนัก ” ก็ยังเป็นปัจจัยที่สามารถออกแบบและควบคุมได้ หาก Node ดังกล่าวนั้นการ การสำรองจ่ายไฟฟ้าที่ยาวนาน ทาง Facility ก็จะติดตั้งแบตเตอรี่เพียง 1-2 System เพื่อให้เพียงพอต่อการนำรถ Mobile Generator ไปเชื่อมต่อที่ตัว Node ทำให้ไม่เกิดการ Shut Down ของอุปกรณ์ ทำให้ “ น้ำหนัก ” มีความสำคัญและน้ำหนัก อยู่ในเกณฑ์กลางๆ

เกณฑ์ปัจจัยลำดับที่ 6 “ ความสะดวกในการติดตั้ง ” จัดเป็นปัจจัยในกลุ่มเดียวกับขนาด และ น้ำหนัก ในปัจจัยนี่ ผู้วิจัยและ ผู้เชี่ยวชาญได้เลือก วัสดุเชื่อมต่อระหว่างแบตเตอรี่ มาเป็นข้อกำหนดในการให้คะแนนแบตเตอรี่ยี่ห้อต่างๆ เนื่องจาก แบตเตอรี่แต่ละยี่ห้อมี วัสดุเชื่อมต่อแบตให้แตกต่างกัน บางราย ไม่ได้ให้วัสดุสำหรับเชื่อมต่อมาให้ ทำให้ต้องจัดจ้างผู้รับเหมาให้จัดเตรียมวัสดุไปสำหรับติดตั้งยกตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างแบตเตอรี่สองแบบได้ดังภาพที่ 4.7 และ 4.8



ภาพที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่ามีวัสดุแผ่นโลหะเชื่อมต่อระหว่างแบตเตอรี่ ระหว่างด้านบวกและด้านลบโดยที่แผ่นโลหะ มีวัสดุฉนวนหุ้มระหว่างกลางขั้วเพื่อป้องกันการช๊อต แล้วยังทนทาน สามารถปิดฝาครอบขั้วแบตเตอรี่ได้อีกด้วย ติดตั้งง่าย ปลอดภัย แต่มีต้นทุนเพิ่ม ทำให้บางยี่ห้อไม่ได้แถมในส่วนนี้มาให้ต้องซื้อเพิ่มต่างหาก



ภาพที่ 4.8 ภาพนี้แสดงการเชื่อมต่อที่ขั้วแบตเตอรี่ด้วยสายไฟที่สวมปลอกหางปลาทั้งสองด้าน สามารถทดแทนการใช้แผ่นโลหะหุ้มฉนวนได้ ซึ่งมีต้นทุนถูกกว่า แต่การใช้สายไฟมีข้อเสีย สายไฟอาจมีการขาดชำรุดหรือข้อต่อระหว่างหางปลากับตัวสายหลุดออกจากกันเนื่องจากใช้คีมหนีบย้ำไม่แน่นพอ และด้วยความโค้งของสายไฟ ทำให้ไม่สามารถใส่ฝาครอบปิดระหว่างขั้วบวกและลบได้ ทำให้เกิดการช๊อตวงจรระหว่างขั้วได้

ปัจจัยลำดับที่ 7 “ ราคา “ ราคาเป็นปัจจัยการช่วยการตัดสินซื้อแบตเตอรี่อย่างหนึ่ง ที่ทางผู้บริหารและฝ่ายจัดซื้อให้ความสนใจเป็นอันดับต้นๆ เนื่องจากยุคปัจจุบันอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ มีการแข่งขันค่อนข้างสูง แบตเตอรี่ทุกยี่ห้อมีผลเทสจากโรงงาน ที่ประสิทธิภาพเทียบเท่ากัน ต่างกันที่ราคา

ทำให้ทางฝ่านจัดซื้อมักมีคำถามว่า ทำไมถึงไม่ใช้แบตเตอรี่ที่ถูกที่สุด ในเมื่อผลการเทสจากโรงงานก็ได้ค่าที่เท่าๆกัน ทางผู้วิจัย และฝ่ายซ่อมบำรุงจึงได้ให้เหตุผลว่า แบตเตอรี่ที่มีผลเทสจากโรงงานเท่าๆกันนั้น เมื่อนำมาติดตั้งใช้จริง จะพบว่า แบตเตอรี่ที่มีราคาถูกกว่าสามารถจ่ายโหลดที่ กระแสเท่ากัน ได้น้อยกว่า หรือประมาณ 80% discharge และยังมีอายุการใช้งานที่น้อยกว่าใน 1 ปี จะมีแบตที่เสื่อมสภาพ หรือเมื่อวัดค่า IR ของแบตเตอรี่ลูกนั้นๆ เหลือต่ำกว่าเกณฑ์ อย่างน้อย 1-2 ลูก ใน 4 ลูกที่ติดตั้งในหนึ่ง Node

ผู้วิจัยได้ลองประเมิณค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบราคาในการ จัดซื้อและซ่อมบำรุงแบตเตอรี่นามสมมุติ A, B 2 ยี่ห้อ โดยกำหนดให้

แบตเตอรี่ A มีราคา 4,000 บาท ต่อลูก และมีการเสื่อมสภาพเริ่มต้นปีแรกที่ 0% ของแบตเตอรี่ที่ติดตั้ง และเพิ่มขึ้นปีละ 10% (ค่าสมมุติ)

แบตเตอรี่ B มีราคา 3,500 บาท ต่อลูก และมีการเสื่อมสภาพเริ่มต้นปีแรกที่ 10% ของแบตเตอรี่ที่ติดตั้ง และเพิ่มขึ้นปีละ 10% (ค่าสมมุติ) ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 แสดงถึงการติดตั้งแบตเตอรี่ทั้งสองยี่ห้อและการเสื่อมสภาพ

ยี่ห้อ		เสื่อมสภาพ / ปี	ยอดติดตั้ง/ปี	คงเหลือSpare	สั่งซื้อระหว่างปี
		ลูก	ลูก	ลูก	ลูก
A	ปีที่ 1	0	400	400	0
B		40	400	360	0
A	ปีที่ 2	40	80	280	0
B		88	80	192	0
A	ปีที่ 3	88	80	112	0
B		144	80	-32	150
A	Total	128	560		0
B		272	560		0

จากตารางที่ 4.22 จะพบว่าแบตเตอรี่ยี่ห้อ A และ B ติดตั้งในปีแรก จำนวน 400 ลูก และมี Spare สำหรับงานติดตั้งเพิ่มและซ่อมบำรุง จำนวน 400 ลูก เท่าๆกัน

แบตเตอรี่ A ในปีแรก ไม่พบปัญหาการเสื่อมสภาพจากจำนวนแบตเตอรี่ที่ติดตั้งทั้งหมดในขณะที่ แบตเตอรี่ B มีแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ/เสีย จากการใช้งาน 40 ลูก จาก 400 ลูก ทำให้มีการซ่อมบำรุงดึงแบตเตอรี่ที่เป็น Spare มาใช้ 40 ลูก คงเหลือ 360 ลูก

ในช่วงปีที่สอง มีการตั้ง Node เพิ่ม 20 Site ติดตั้งแบตเตอรี่ 4 ลูกต่อ Node คิดเป็น 80 ลูก รวมแบตเตอรี่ทั้งหมดที่ติดตั้งเป็นจำนวน 480 ลูก

แบตเตอรี่ A มีแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ/เสีย 40 ลูก คิดเป็น 10% จากยอดติดตั้งเดิม 400 ลูก ทำให้มีการซ่อมบำรุง 40 ลูก และ ติดตั้งใหม่ 80 ลูก คงเหลือแบต 280 ลูก

แบตเตอรี่ B มีแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ/เสีย 88 ลูก คิดเป็น (400 ลูกx20%)+(80 ลูกx10%) ทำให้มีการซ่อมบำรุงในปีที่สอง 88 ลูก และติดตั้งใหม่ 80 คงเหลือแบต 192 ลูก

ในช่วงปีที่สาม มีการตั้ง Node เพิ่ม 20 Site ติดตั้งแบตเตอรี่ 4 ลูกต่อ Node คิดเป็น 80 ลูก รวมแบตเตอรี่ทั้งหมดที่ติดตั้งเป็นจำนวน 560 ลูก

แบตเตอรี่ A มีแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ/เสีย 88 ลูก คิดเป็น (400 ลูกx20%)+(80 ลูกx10%)+(80ลูกx0%) ทำให้มีการซ่อมบำรุง 88 ลูก และ ติดตั้งใหม่ 80 ลูก คงเหลือแบต 112 ลูก

แบตเตอรี่ B มีแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ/เสีย 144 ลูก คิดเป็น (400 ลูกx30%)+(80 ลูกx20%)+(80ลูก x10%) ทำให้มีการซ่อมบำรุงในปีที่สอง 144 ลูก และติดตั้งใหม่ 80 คงเหลือแบต -32 ลูก ต้องมีการสั่งซื้อระหว่างปีจำนวน 150 ลูก จึงจะมีคงเหลือใกล้เคียงกับ แบตเตอรี่ A

ตารางที่ 4.23 แสดงตารางราคาการสั่งซื้อแบตเตอรี่เปรียบเทียบแบตเตอรี่ยี่ห้อ A และ B

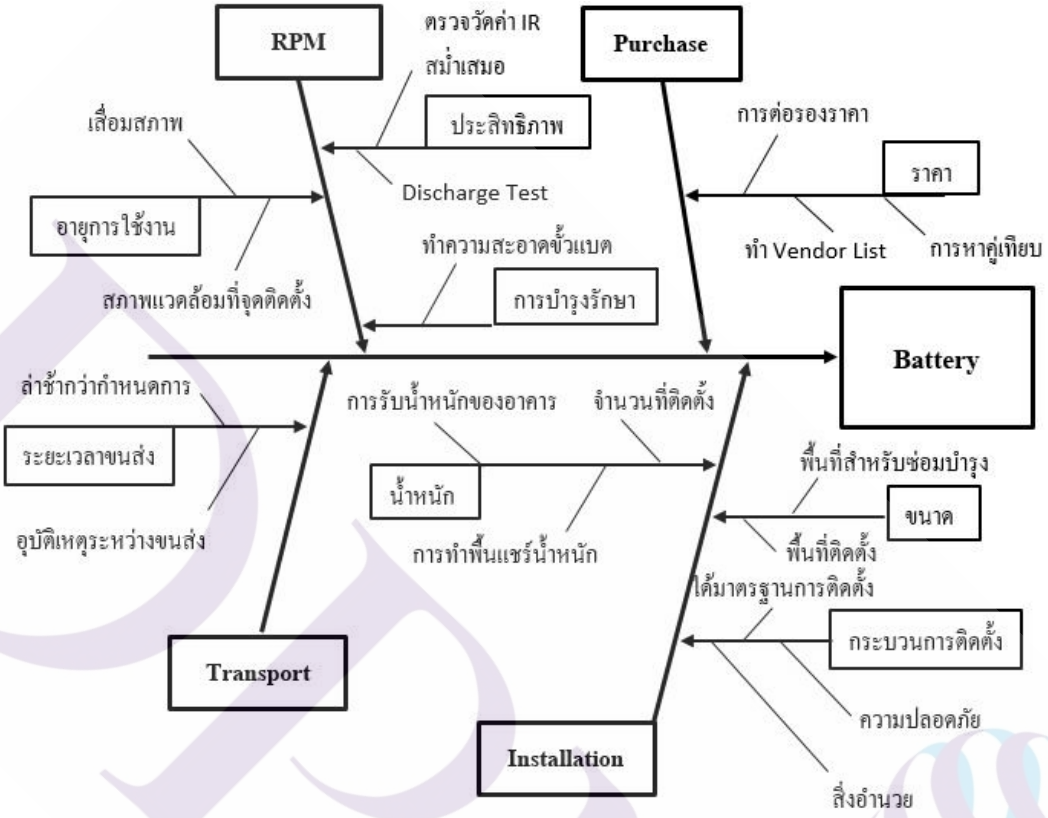
	ยี่ห้อ	ราคา	ยอดสั่งซื้อ	Spare / ปี	สั่งซื้อระหว่างปี	ยอดรวม	Vat
		บาท	ลูก	ลูก	ลูก		
ปีที่ 1	A	4000	400	400	0	฿ 3,200,000.000	฿ 224,000.00
	B	3500	400	400	0	฿ 2,800,000.000	฿ 196,000.00
ปีที่ 2	A	4000	0	0	0	฿ -	฿ -
	B	3500	0	0	0	฿ -	฿ -
ปีที่ 3	A	4000	0	0	0	฿ -	฿ -
	B	3500	0	0	150	฿ 525,000.000	฿ 36,750.00
				ลูก		Total	
	A			800		฿ 3,424,000	
	B			950		฿ 3,557,750	

จากตารางที่ 4.23 ยอดรวมของแบตเตอรี่ A มีราคา สั่งซื้อสำหรับติดตั้ง 400ลูก และ Spare 400 ลูก เป็นเงิน 3,424,000 บาท ยอดรวมของแบตเตอรี่ B มีราคา สั่งซื้อสำหรับติดตั้ง 400ลูก และ Spare 400 ลูก เป็นเงิน 2,996,000 บาท แต่มีการสั่งซื้อ แบตเตอรี่เพิ่มระหว่างปีที่ 3 สำหรับติดตั้งและซ่อมบำรุง เป็นยอด 150 ลูกจำนวนเงิน 561,750 บาท ทำให้ยอดรวมของการสั่งซื้อแบตเตอรี่ B มีราคา 3,557,750 บาท

สรุปได้ว่า แบตเตอรี่ B มีราคาถูกกว่า แบตเตอรี่ A ถึง 428,000 บาท ในปีแรก ที่ยอดสั่งซื้อ 400/400 เท่ากับแบตเตอรี่ A แต่เมื่อมีการสั่งซื้อแบตเตอรี่ระหว่างปีเพิ่มเติม จะมียอดรวม 3,557,750 บาท สูงกว่า แบตเตอรี่ A เพียง 133,750 บาท ผู้วิจัยและผู้ประเมินฝ่ายซ่อมบำรุง มองว่าแม้แบตเตอรี่จะมีราคาถูกกว่า แต่การเสื่อมสภาพรายปี ประกอบกับการตั้ง Node ใหม่รายปี จะทำให้แบตเตอรี่ Spare ถูกใช้อย่างต่อเนื่อง จึงต้องมีการสั่งซื้อ แบตเตอรี่มาเติม Stock เรื่อยๆ และในระหว่างการสั่งซื้อ ก็มีในเรื่องของระยะเวลาในการส่งของ 2-3 เดือน ซึ่งเป็นจุดอ่อนที่ทำให้ ไม่มีแบตเตอรี่ในการตั้ง Node ใหม่ หรือ นำไปใช้ซ่อมบำรุง Node ที่แบตเตอรี่มีการเสื่อมสภาพ/เสีย

ปัจจัยที่ลำดับที่ 8 “ ระยะเวลาขนส่ง ” เป็นเกณฑ์ลำดับท้ายสุดเนื่องจาก แบตเตอรี่ยี่ห้อต่างๆผลิตจากต่างประเทศ เพื่อนำส่งให้ผู้ซื้อ ผ่านการขนส่งทางเรือซึ่ง ส่วนใหญ่จะใช้เวลา 2-3 เดือนในการนำเข้า เท่าๆกัน จึงเป็นเกณฑ์ที่ผู้ประเมินให้ค่าน้ำหนักน้อยที่สุด

เมื่อนำเกณฑ์ปัจจัยทั้งหมดมาแบ่งหมวดหมู่ในอยู่ในรูปแบบของแผนภูมิก้างปลาที่มีปัจจัยหลักและปัจจัยรองประกอบ จะได้ดังภาพที่ 4.9



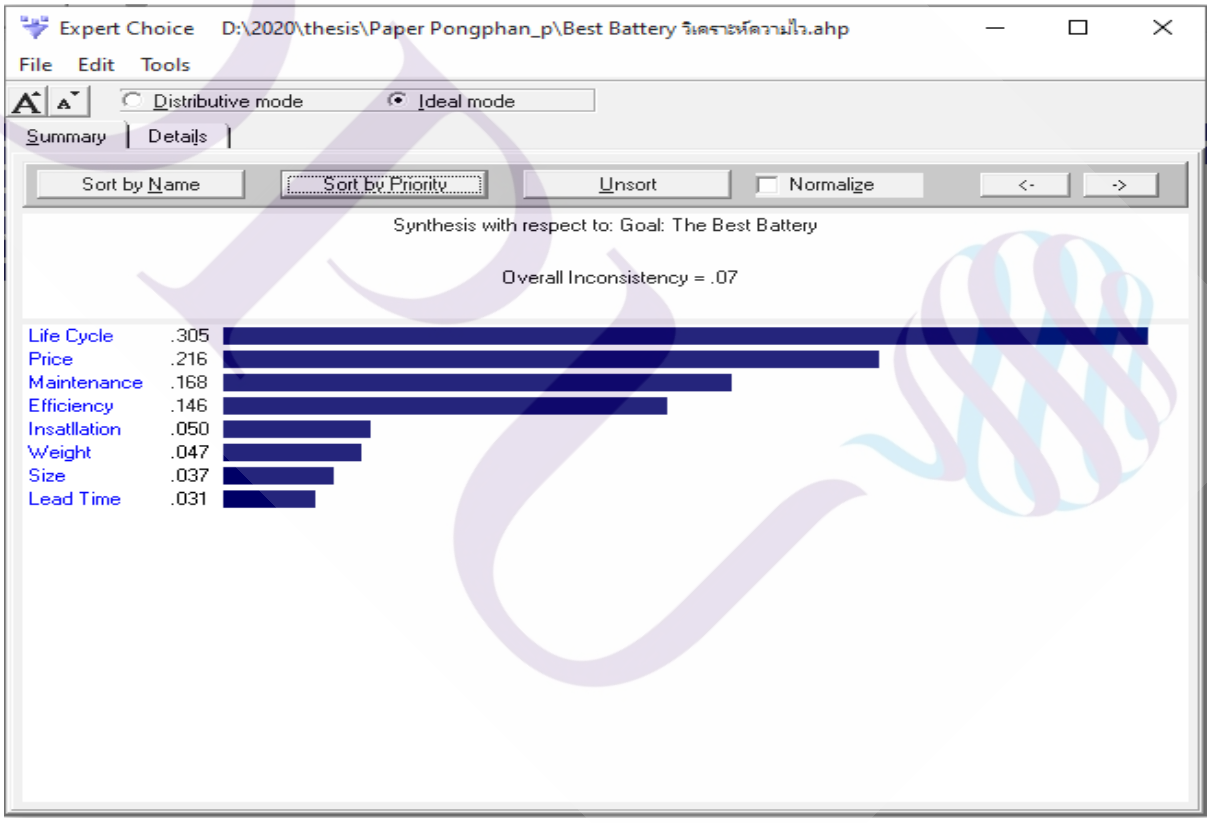
ภาพที่ 4.9 ภาพแผนภูมิก้างปลาแสดงถึงกลุ่มความสัมพันธ์ของเกณฑ์ปัจจัยทั้ง 8 ปัจจัยหลัก

4.8 การวิเคราะห์ความไวของเกณฑ์ปัจจัย

ผู้วิจัยได้ลองประเมิณให้ปัจจัยความสำคัญในด้าน “ ราคา ” มีความสำคัญเป็นลำดับที่ 2 กรณีที่มีผู้บริหารหรือฝ่ายจัดซื้อ ลงความเห็นในด้านราคามีความสำคัญสูง

ตารางที่ 4.24 แสดงถึงเมตริกซ์การเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ แบบวิเคราะห์ความไว

ปัจจัย	Efficiency	Life Cycle	Price	Size	Lead Time	Maintenance	Weight	Installation
Efficiency	1	1/5	1/3	5	5	1	5	5
Life Cycle	5	1	2	5	5	3	4	3
Price	3	1/2	1	7	5	1	5	1
Size	1/5	1/5	1/7	1	1	1/5	1	1
Lead Time	1/5	1/5	1/5	1	1	1/5	1/3	1/3
Maintenance	1	1/3	1	5	5	1	5	5
Weight	1/5	1/4	1/5	1	3	1/5	1	1
Installation	1/5	1/3	1/5	1	3	1/5	1	1



ภาพที่ 4.10 ภาพแสดงดัชชีความสอดคล้องของค่าน้ำหนักความสำคัญวิเคราะห์ความไว ได้ = 0.07

อันดับที่ 1 “ Life Cycle ” หรือ อายุการใช้งาน โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 30.5 %
อันดับที่ 2 “ Price ” หรือ ราคาของแบตเตอรี่ โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 21.6 %
อันดับที่ 3 “ Maintenance ” หรือ การบำรุงรักษา โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 16.8 %
อันดับที่ 4 “ Efficiency ” หรือ ประสิทธิภาพ โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 14.6 %
อันดับที่ 5 “ Installation ” หรือ กระบวนการติดตั้ง โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 5.0 %
อันดับที่ 6 “ Weight ” หรือ น้ำหนักของแบตเตอรี่ โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 4.7 %
อันดับที่ 7 “ Size ” หรือ ขนาดของแบตเตอรี่ โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 3.7 %
อันดับที่ 8 “ Lead Time ” หรือ ระยะเวลาขนส่ง โดยค่าน้ำหนักอยู่ที่ 3.1 %

ตารางที่ 4.25 ผลการคำนวณหาเพื่อหาค่า C วิเคราะห์ความไว ปัจจัย “ ราคา ”

ทำเล/เกณฑ์ปัจจัย	C
ABT	0.730648313
Sacred Sun	0.523047977
Narada	0.318774713
Genesis	0.254209410

บทที่ 5
สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการประยุกต์ใช้เทคนิค AHP และ TOPSIS ในการเป็นเครื่องมือเพื่อตัดสินใจเลือกใช้แบตเตอรี่สำหรับชุมสายสาขาหลักและสาขาย่อยทั่วประเทศ ด้วยการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญของบริษัทกรณีศึกษา จากปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวเพื่อความถูกต้องของข้อมูลผู้ทำการศึกษา ได้ทำการสอบถามความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญของบริษัทกรณีศึกษาเกี่ยวกับค่าน้ำหนักของปัจจัยซึ่งจากความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจะพบว่าส่วนใหญ่จะให้น้ำหนักความสำคัญในหัวข้อ การบำรุงรักษาและอายุการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักของการหาแบตเตอรี่ที่ดีที่สุดเพื่อใช้สำหรับชุมสายสาขาหลักและย่อยทั่วประเทศ ของบริษัทกรณีศึกษา ก็เพื่อตอบสนองการให้บริการลูกค้าและโครงข่ายที่มีประสิทธิภาพ

เมื่อนำข้อมูลปัจจัยสำคัญต่างๆที่เกี่ยวข้อง ไปทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ AHP โดยสร้างโครงสร้างลำดับชั้นแสดงถึง เป้าหมาย ปัจจัยหลัก และทางเลือก เพื่อวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักแต่จะเกณฑ์ปัจจัย จากนั้นตรวจเช็คความสอดคล้องของปัจจัยด้วยการ คำนวณ ผลที่ได้ คือ ทั้ง 8 ปัจจัยหลักมีค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล หรือ CR ที่ 7.2 % จากการคำนวณด้วยสูตร และ นำเมตริกซ์การตัดสินใจไปเข้าโปร Expert Choice เพื่อหาค่าน้ำหนักแต่ละเกณฑ์ ผลจากการคำนวณด้วยโปรแกรม ค่า CR ที่ได้เท่ากับ 8% ทั้งสองวิธีได้ค่าอัตตราส่วนความสอดคล้อง ไม่เกิน 10% ถือว่าการให้ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามมีความน่าเชื่อ

ผู้วิจัยได้ต่อยอดในการคำนวณเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมด้วยเทคนิค TOPSIS โดยใช้ค่าน้ำหนักที่ได้ จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี AHP มาคำนวณร่วมกับ เกณฑ์คะแนนของแบตเตอรี่แต่ละยี่ห้อจากแบบสอบถามชุดที่ 2 เพื่อหาลำดับความสำคัญของน้ำหนักของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกแบตเตอรี่สำหรับชุมสาย ซึ่งได้ผลลัพธ์จากทางเลือกทั้ง 4 ยี่ห้อ เป็นยี่ห้อที่มีคะแนนใกล้เคียง 1 มากที่สุดซึ่งเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมที่จะนำมาพิจารณาใช้สำหรับชุมสายสาขาหลักและย่อยทั่วประเทศ ซึ่ง แบตเตอรี่ ยี่ห้อ ABT ได้คะแนนใกล้เคียง 1 มากที่สุด

ยี่ห้อ	C	ลำดับที่	
ABT	0.918729519	1	ดีที่สุด
Genesis	0.080814158	4	แย่ที่สุด

ประโยชน์อื่นๆ ของการประยุกต์ใช้เทคนิคกระบวนการ AHP และ TOPSIS จะช่วยให้บริษัทกรณีศึกษาสามารถหาคำตอบที่เหมาะสมดังกล่าวมาแล้วยังมีประโยชน์อื่นๆ ที่บริษัทกรณีศึกษาได้รับจากการนำเทคนิคกระบวนการ AHP และ TOPSIS มาใช้ดังต่อไปนี้

5.1.1 สามารถลดระยะเวลาของกระบวนการพิจารณาสั่งซื้อแบตเตอรี่ลงได้ จากกระบวนการพิจารณาแบบเดิมที่จะต้องทำการอภิปรายและนำเสนอแผนการที่ตั้งพร้อมทั้งเหตุผลประกอบในการเลือกใช้ยี่ห้อนั้นๆ บริษัทต้องเสียเวลาประชุม นำเสนอ กับทางจัดซื้อ รวมทั้งยังมีขั้นตอนการนำเสนอต่อผู้บริหารและการขออนุมัติซึ่งเกินเวลามากกว่า 1 เดือนอันก่อให้เกิดความล่าช้าในการตัดสินใจและกระบวนการอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เมื่อนำเทคนิคAHP และ TOPSIS มาใช้โดยทำแบบสอบถามและสัมภาษณ์ การหาข้อมูลประมวลผลข้อมูลสามารถทำเสร็จกระบวนการทั้งหมดไม่เกิน 1 สัปดาห์

5.1.2 ลดความขัดแย้งระหว่างกลุ่มผู้พิจารณาเลือกซื้อ ด้วยการประยุกต์นำเทคนิควิธี AHP และ TOPSIS มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือกต่างๆนั้น ข้อมูลที่ปรากฏออกมาเป็นตัวเลข จากการเปรียบเทียบน้ำหนักความสัมพันธ์ ที่ทางผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้ลงความเห็นทำให้ดูเป็นรูปธรรม มากกว่าความรู้สึกส่วนบุคคลทำให้มีเหตุมีผลอย่างชัดเจน ทำให้ไม่เกิดความขัดแย้งระหว่างผู้พิจารณ และสามารถลดข้อครหาและเกิดความโปร่งใสใน การพิจารณาเลือกซื้อ สร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริหาร

5.1.3 สามารถนำไปต่อยอดในการวิเคราะห์เปรียบเทียบในหลายปัจจัยนอกจากการพิจารณาเลือกซื้อแบตเตอรี่แล้วยังประยุกต์นำไปใช้ในกระบวนการอื่นๆ ของบริษัทได้เช่น การคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างชุมสาย การคัดเลือกอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า AC DC เป็นต้น เพื่อให้ได้สิ่งที่กล่าวมาข้างต้นที่มีคุณภาพที่เหมาะสมและค่าใช้จ่ายที่สมเหตุสมผล

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลที่ได้จากการประยุกต์นำเอาเทคนิควิธี AHP และ TOPSIS มาใช้เพื่อทำการวิเคราะห์คัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับชุมสาย ของบริษัทกรณีศึกษานี้เป็นเพียงแนวทางในการให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจทำการพิจารณาเท่านั้น ในการตัดสินใจจริงๆ อาจมีปัจจัยอื่นๆ

นอกเหนือจากที่ได้ทำการทดลอง และเก็บข้อมูลซึ่งมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของผู้เกี่ยวข้องหรือผู้บริหารได้เช่น นโยบายของบริษัทในอนาคต งบประมาณแต่ละปี และสถานะการเงินของบริษัทในขณะนั้นเป็นต้น ซึ่งการจะนำเอาผลการศึกษาไปเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาสั่งซื้อ นั้นขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้บริหารและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจ

สำหรับการนำเทคนิควิธี AHP และ TOPSIS ไปต่อยอดใช้ในกระบวนการตัดสินใจอื่นๆ ควรมีการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดปัจจัยสำคัญและเกณฑ์น้ำหนักของปัจจัยของทิ่งที่เราจะนำมาประเมิณ โดยการสอบถามกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจ เพื่อถูกต้องของข้อมูลควรจะมีการเจาะรายละเอียดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น เพราะค่าน้ำหนักและปัจจัยสำคัญ จะเป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของสิ่งที่เราได้นำมาทำการประเมิณนั้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

อนุวัฒน์ จันมะโน .(2559).*การประยุกต์ใช้เทคนิค TOPSIS ในการคัดเลือกตำแหน่งที่ตั้งชุมสาย กรณีศึกษา ชุมสายสาขาย่อย เกตเวย์หนองคาย ของบริษัท ยูไนเต็ด อินฟอร์เมชั่น ไฮเวย์ จำกัด โดยการประยุกต์ใช้เทคนิค TOPSIS* .(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย ธุรกิจบัณฑิตย์.

ธนวันต์ วงศ์พันธุ์เที่ยง. (2555*). การศึกษาการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าโดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

รัฐรุจน์ฐิติ ชาติธนวงศ์.(2557).*ประยุกต์ใช้ TOPSIS เพื่อจัดลำดับปัจจัยสำคัญในการคัดเลือกเครื่องจักรกรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องประดับเพื่อการตัดสินใจเลือกเครื่องจักรย้ายไปติดตั้งที่โรงงานแห่งใหม่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.*

ภัชรี นิ่มศรีกุล. (2552). *การประยุกต์ใช้การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์เพื่อคัดเลือกศูนย์กลางโลจิสติกส์ด้านการขนส่งสินค้าในประเทศไทยบนแนวระเบียงเศรษฐกิจ.*(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิฑูรย์ ตันศิริคงคล. (2542).*AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก. กรุงเทพฯ: กราฟฟิค แอนด์ ปริ้นติ้ง.*

วิริยาภรณ์ พิชัยโชคและจันทร์จิรา พยัคฆ์เพศ.(2556). *นำเอาเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์(AHP) มาประยุกต์ใช้ในการพิจารณาทุนการศึกษา สำหรับนักเรียนโรงเรียนหัวดงราชพรหมาภรณ์จังหวัดนครสวรรค์.*ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

พยุงศักดิ์ แก้วมณี.(2556).*การประยุกต์ใช้เทคนิค TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution) สำหรับการเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า.*(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ภาษาต่างประเทศ

Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process. Newyork: McGraw-Hill*.

Hwang, C.L.; Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. New York: Springer-Verlag*

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามสำหรับหาน้ำหนักของปัจจัย

แบบสอบถามสำหรับการทำสารนิพนธ์เรื่องการประยุกต์ใช้ AHP และ TOPSIS ในการคัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับชุมสาย : กรณีศึกษา ชุมสายบริษัทผู้ให้บริการด้านโครงข่ายแบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของสารนิพนธ์มหาบัณฑิต ของหลักสูตวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาถึง ความสำคัญของปัจจัยในการพิจารณาตัดสินใจเลือกใช้แบตเตอรี่สำหรับชุมสายของบริษัทฯผู้ให้บริการด้านโครงข่าย ที่ เป็นกรณีศึกษา โดยที่จุดมุ่งหมายของแบบสอบถาม เพื่อสำรวจความคิดเห็นของ ผู้จัดการและวิศวกรฝ่ายซ่อมบำรุง, ผู้จัดการและวิศวกรฝ่ายออกแบบ และ ผู้จัดการและเจ้าหน้าที่ฝ่ายจัดซื้อ ซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์และมีอายุงานไม่น้อยกว่า 3 ปี สามารถพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกซื้อแบตเตอรี่ และนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นมาวิเคราะห์ศึกษาเพื่อหาคำตอบของ MCDM ในการเลือกแบตเตอรี่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชุมสาย ตามขั้นตอนวิจัย

ขั้นตอนในการตอบแบบสอบถาม

1. อ่านความหมายของปัจจัยต่าง ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ เพื่อทำความเข้าใจก่อนดำเนินการตอบแบบสอบถาม

2. การตอบแบบสอบถาม ผู้ดำเนินการทำแบบสอบจะต้องแสดงความคิดเห็นของตนเองในการให้ความสำคัญของปัจจัยแต่ละข้อภายหลังการอ่านและทำความเข้าใจความหมายของปัจจัยต่างๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพท์ที่เที่ยงตรงจากวิธิการพิจารณาเปรียบเทียบเป็นคู่ทุกปัจจัย

3. เพื่อให้เป็นแนวทางเดียวกัน ผู้วิจัยได้กำหนดค่ามาตรญานที่ใช้ในการเปรียบเทียบให้ลำดับความสำคัญของปัจจัย

4. ในการพิจารณาเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยตามตางรางแบบสอบถาม ให้พิจารณาค่าความสำคัญของปัจจัยที่อยู่ทางด้านซ้ายของตารางเปรียบเทียบกับปัจจัยทางด้านขวาของตารางในบรรทัดเดียวกัน

ข้อเสนอแนะในการตอบแบบสอบถาม

ความสำคัญและความหมายเกี่ยวกับปัจจัยแต่ละตัวที่นำมาพิจารณาเปรียบเทียบความสำคัญที่ใช้คัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับชุมสาย คือ

1. ปัจจัยด้านประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ ถือเป็นปัจจัยที่ค่อนข้างสำคัญในการพิจารณาตัดสินใจเลือกผู้ผลิตแต่ละยี่ห้อเนื่องจาก ปัจจุบันได้มี การแข่งขันอย่างสูงระหว่าง ผู้ผลิตกันเอง ทำให้ แบตเตอรี่ม ประสิทธิภาพ เทียบเท่ากันในทุกด้าน แม้ในด้านเทคนิคจะมีคุณสมบัติที่ เทียบเท่ากันก็ตาม ก็ยังต้อง

ผ่านการทดสอบการใช้งาน ด้วยเงื่อนไขเดียวกันทุกยี่ห้อ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ว่าแบตเตอรี่ยี่ห้อนั้นๆ มีประสิทธิภาพตามที่ได้ระบุไว้หรือไม่

2. ปัจจัยด้านอายุการใช้งาน

อายุการใช้งาน เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญในการพิจารณา เนื่องจากแบตเตอรี่ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน จะให้ง่ายต่อการวางแผนบำรุงรักษา อีกทั้งยังประหยัดงบประมาณด้านการบำรุงรักษา แต่ถ้าหากแบตเตอรี่ มีอายุการใช้งานต่ำ ไม่สามารถใช้งานได้ถึงระยะเวลาที่กำหนดไว้ จะทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าสำรองให้กับชุมสายสาขาย่อยนั้นๆได้ ส่งผลให้อุปกรณ์หยุดทำงาน สร้างความเสียหายต่อลูกค้าที่ได้รับผลกระทบ และต่อบริษัทซึ่งเป็นผู้ให้บริการ

3. ปัจจัยด้านราคาของแบตเตอรี่

ราคาของแบตเตอรี่ เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ เนื่องจากสภาเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมด้านการตลาดของโลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ส่งผลกระทบในด่านการตัดสินใจและกำลังซื้อ กล่าวคือ ก่อนหน้านี้ทางผู้วิจัย สามารถตัดสินใจและสั่งซื้อ แบตเตอรี่ที่มีคุณภาพได้ โดยทันที แต่เมื่อสิ่งแวดล้อมด้านการตลาดและเศรษฐกิจ ทำให้ต้องมีการตัดสินใจร่วมโดยผู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้น เพื่อเลือกแบตเตอรี่ที่ มีคุณสมบัติเดียวเหมือนกัน แต่ราคาแตกต่างกัน เพื่อให้ได้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพและ โปร่งใสมากที่สุด ตามนโยบายของบริษัท

4. ปัจจัยด้านขนาดของแบตเตอรี่

ขนาด เป็นปัจจัยหนึ่งอย่างในด้านวิศกรรม ที่ตีกรอบให้การเลือกใช้ แบตเตอรี่ ที่มีขนาดกว้างxยาวxสูง ไม่เกินจากท่กำหนดไว้ สาเหตุมาจาก การติดตั้งในตู้อุปกรณ์ที่ เป็น Node ประเภท Out Door ที่มีพื้นที่ภายในจำกัด หากจะเปลี่ยนที่ขนาดตู้อุปกรณ์ก็จะสัมพันธ์ไปถึง พื้นที่เช่า ค่าวัสดุสั่งทำที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักในการแขวนเสา จึงต้องเลือกแบตเตอรี่ที่มีขนาดเหมาะสมกับ พื้นที่ในการติดตั้ง

5. ปัจจัยด้านเวลาในการรอคอยสินค้า

เวลาในการรอคอยสินค้าในที่นี้ คือผู้แทนจำหน่าย มีสินค้าอยู่ในสต๊อกและพร้อมส่งหรือไม่ หากไม่มีการสต๊อกสินค้าในประเทศ จะต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศเข้ามาทำให้มี Lead time ในการขนส่งลำเลียงสินค้าเข้ามา ดังนั้นจึงต้องคัดเลือกผู้แทน หรือผู้ผลิตที่ สามารถส่งสินค้าได้อย่างเที่ยงตรงต่อระยะเวลาที่กำหนดไว้ หากมีผู้ผลิตที่ไม่สามารถส่งของได้ตามระยะเวลาที่กำหนด จะทำให้แผนในการติดตั้งล่าช้า และประสบปัญหาขาดแคลนแบตเตอรี่ในการ ซ้อมบำรุงรักษา ที่จะก่อให้เกิดปัญหาในการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพกับลูกค้า

6. ปัจจัยด้านการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษา ถือเป็นการดำเนินงานที่มีต้นทุน การเลือกใช้แบตเตอรี่ที่ มีคุณภาพจะทำให้ลดการเสื่อมประสิทธิภาพในการจ่ายกระแสไฟฟ้า ทั้งด้าน End Voltage และ ค่า IR ของแบตเตอรี่ อันเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้องซ่อมบำรุงอยู่บ่อยครั้ง ดังนั้นการเลือกแบตเตอรี่ที่มีคุณภาพ จะทำให้ประหยัดต้นทุนในการสั่งซื้อ แบตเตอรี่ มาเป็น Spare Part สำหรับการซ่อมบำรุง

7. ปัจจัยด้านน้ำหนัก

น้ำหนัก เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ถูกนำมาวิเคราะห์ เนื่องจาก การติดตั้งแบตเตอรี่ จำนวนมากเพื่อเพิ่มระยะเวลาในการสำรองไฟฟ้าให้กับ ชุมสายสาขาย่อย กรณีที่เกิดไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งการติดตั้งแบตเตอรี่จำนวนมากขนาดนั้นจะส่งผลต่อตัวอาคารที่เป็นที่ตั้งของชุมสาย ดังนั้น การเลือกแบตเตอรี่ที่มีน้ำหนักเบาและคุณภาพดี จะทำให้การให้บริการมีประสิทธิภาพและมั่นคงสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า

8.ปัจจัยด้านกระบวนการติดตั้ง

การติดตั้งที่มีความถูกต้องและปลอดภัย จะทำให้การทำงานของแบตเตอรี่และชุมสายมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้แบตเตอรี่ที่อำนวยความสะดวกต่อการติดตั้งไปจนถึงการบำรุงรักษาจะทำให้สามารถควบคุมงบประมาณในการติดตั้งไปจนถึงการบำรุงรักษาได้

ตารางเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสำคัญ

ระดับของความสำคัญ	นิยาม
1	มีความสำคัญเท่ากัน
3	มีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ
5	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด
7	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดมาก
9	มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง
2,4,6,8	เป็นค่าความสำคัญระดับกลางๆ

ตัวอย่างแบบสอบถาม

ปัจจัยสำคัญ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ																ปัจจัยสำคัญ
	มากที่สุด				เล็กน้อย				เท่ากัน	เล็กน้อย				มากที่สุด			
A	9	8	(7)	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	C

จากแบบสอบถามที่แสดงไว้เป็นตัวอย่างข้างล่าง ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องพิจารณาให้ ค่าความสำคัญของปัจจัยเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยตัวอื่นในแต่ละแถวของตาราง ตัวอย่างเช่น

ในการเปรียบเทียบปัจจัย A กับ B ถ้าท่านมีความเห็นว่า A “มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด” มากกว่า B แล้วคำตอบของท่านจะเป็น “7” ทางด้านมากกว่า

ในการเปรียบเทียบปัจจัย A กับ C ถ้าท่านมีความเห็นว่า A “ มีความสำคัญน้อยกว่าอย่างเด่นชัด ” มากกว่า C แล้วคำตอบของท่าน จะเป็น “5” ทางด้านน้อยกว่า

การพิจารณาเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกแบตเตอรี่สำหรับชุมสาย

ปัจจัยสำคัญ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ																ปัจจัยสำคัญ
	มากที่สุด				เล็กน้อย				เท่ากัน	มากที่สุด				เล็กน้อย			
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Life Cycle
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size

ปัจจัยสำคัญ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ																	ปัจจัยสำคัญ
	มากที่สุด				เล็กน้อย				เท่ากัน	มากที่สุด				เล็กน้อย				
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Maintenance	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Maintenance	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Weight	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย โดย ผู้ตอบแบบสอบถาม A

ปัจจัยสำคัญ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ																ปัจจัยสำคัญ
	มากที่สุด				เล็กน้อย				เท่ากัน	มากที่สุด				เล็กน้อย			
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	**1**	2	3	4	5	6	7	8	9	Life Cycle
Efficiency	9	8	**7**	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Efficiency	9	8	7	6	**5**	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Efficiency	9	8	7	6	**5**	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Efficiency	9	8	7	6	**5**	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Efficiency	**9**	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Efficiency	9	8	**7**	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Life Cycle	9	8	**7**	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	**3**	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Life Cycle	**9**	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	**3**	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Life Cycle	9	8	7	6	**5**	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Life Cycle	9	8	7	6	5	**4**	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	**3**	4	5	6	7	8	9	Size
Price	9	8	7	6	**5**	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	**3**	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	**6**	7	8	9	Weight
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	**9**	Installation
Size	9	8	**7**	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	**5**	6	7	8	9	Maintenance
Size	9	8	7	6	**5**	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	**1**	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	**5**	6	7	8	9	Maintenance
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	**5**	6	7	8	9	Weight
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	**5**	6	7	8	9	Installation
Maintenance	9	8	7	6	**5**	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Maintenance	9	8	7	6	**5**	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Weight	9	8	7	6	5	4	3	2	**1**	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation

แบบสอบถามปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย โดย ผู้ตอบแบบสอบถาม B

ปัจจัยสำคัญ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ																ปัจจัยสำคัญ
	มากที่สุด				เล็กน้อย				เท่ากัน	มากที่สุด				เล็กน้อย			
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Life Cycle
Efficiency	9	8	(7)	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Efficiency	9	8	7	6	5	(4)	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Efficiency	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Efficiency	9	8	7	6	5	4	(3)	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Efficiency	9	8	(7)	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Efficiency	9	8	(7)	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Life Cycle	9	8	7	(6)	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	(3)	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Life Cycle	9	8	(7)	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	(3)	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Life Cycle	9	8	7	6	5	(4)	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Life Cycle	9	8	7	6	5	(4)	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	(3)	4	5	6	7	8	9	Size
Price	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	Maintenance
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	(4)	5	6	7	8	9	Weight
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	(8)	9	Installation
Size	9	8	(7)	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	Maintenance
Size	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	Maintenance
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	Weight
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	Installation
Maintenance	9	8	7	6	5	(4)	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Maintenance	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Weight	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation

แบบสอบถามปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย โดย ผู้ตอบแบบสอบถาม

ปัจจัยสำคัญ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ																ปัจจัยสำคัญ
	มากที่สุด				เล็กน้อย				เท่ากัน	มากที่สุด				เล็กน้อย			
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Life Cycle
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Maintenance	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Maintenance	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Weight	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation

แบบสอบถามปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย โดย ผู้ตอบแบบสอบถาม D

ปัจจัยสำคัญ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ																ปัจจัยสำคัญ
	มากที่สุด				เล็กน้อย				เท่ากัน	มากที่สุด				เล็กน้อย			
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Life Cycle
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Maintenance	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Maintenance	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Weight	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation

แบบสอบถามปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย โดย ผู้ตอบแบบสอบถาม E

ปัจจัยสำคัญ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ																ปัจจัยสำคัญ
	มากที่สุด				เล็กน้อย				เท่ากัน	มากที่สุด				เล็กน้อย			
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Life Cycle
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Efficiency	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Efficiency	9	8	7	6	5	4	(3)	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Efficiency	9	8	(7)	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Efficiency	9	8	7	6	5	4	(3)	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	(3)	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Life Cycle	9	8	(7)	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	(3)	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Life Cycle	9	8	7	6	5	(4)	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Price	9	8	(7)	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Price	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Price	9	8	7	6	5	4	(3)	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	(3)	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	Maintenance
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	Maintenance
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Maintenance	9	8	7	6	5	(4)	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Maintenance	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Weight	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation

แบบสอบถามปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย โดย ผู้ตอบแบบสอบถาม F

ปัจจัยสำคัญ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ																ปัจจัยสำคัญ
	มากที่สุด				เล็กน้อย				เท่ากัน	มากที่สุด				เล็กน้อย			
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Life Cycle
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Efficiency	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Efficiency	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Efficiency	9	8	7	6	5	4	3	(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	(3)	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Price
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Life Cycle	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Life Cycle	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Size
Price	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Maintenance
Price	9	8	7	6	5	4	(3)	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Price	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	(3)	4	5	6	7	8	9	Lead Time
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	Maintenance
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Size	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	Maintenance
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Lead Time	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Maintenance	9	8	7	6	5	4	(3)	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Weight
Maintenance	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation
Weight	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	Installation

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	พงษ์พันธุ์ พันธุมจินดา
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556 ปริญญาตรี คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์กำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิศวกรออกแบบ บริษัท ยูไนเต็ด อินฟอร์เมชั่น ไฮเวย์ จำกัด
ผลงานทางวิชาการ	พงษ์พันธุ์ พันธุมจินดา และศุภรัชชัย วรรัตน์ (2564) การประยุกต์ใช้ AHP และ TOPSIS ในการคัดเลือกแบตเตอรี่สำหรับชุมสาย : กรณีศึกษา ชุมสายบริษัทผู้ให้บริการด้านโครงข่าย