

การลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยกระบวนการตัดสินใจแบบ
หลายหลักเกณฑ์ ภาคพลังงาน กรณีศึกษาเทศบาลนครปากเกร็ด



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา) สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัด

การพลังงาน

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE PRIORITIZATION OF GREENHOUSE GAS EMISSION MITIGATION MEASURES IN THE
ENERGY SECTOR USING MULTI-CRITERIA DECISION MAKING PROCESS : CASE STUDY OF
PAKKRET MUNUCIPALITY



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Energy Technology and Management
(Interdisciplinary Program)

Inter-Department of Energy Technology and Management

GRADUATE SCHOOL

Chulalongkorn University

Academic Year 2022

Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|----------------------|--|
| หัวข้อสารนิพนธ์ | การลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยกระบวนการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ภาคพลังงาน กรณีศึกษาเทศบาลนครปากเกร็ด |
| โดย | น.ส.ชญาณัฐ สง่าสงเคราะห์ |
| สาขาวิชา | เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา) |
| อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก | ดร.วีรินทร์ หวังจิรินันตร์ |

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

----- ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์)

----- อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.วีรินทร์ หวังจิรินันตร์)

----- กรรมการ
(ดร.สิริภา จุลกาญจน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6480092120 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT (INTERDISCIPLINARY PROGRAM)

KEYWORD: greenhouse gas, measurement, multi-criteria analysis, climate change

Chayanut Sangasongkore : THE PRIORITIZATION OF GREENHOUSE GAS EMISSION MITIGATION MEASURES IN THE ENERGY SECTOR USING MULTI-CRITERIA DECISION MAKING PROCESS : CASE STUDY OF PAKKRET MUNICIPALITY. Advisor: WEERIN WANGJIRANIRAN, Ph.D.

This paper presents the priorities of measures to reduce greenhouse gas emissions in the energy sector for a case study of Pak Kret Municipality by using an integrated multi-criteria decision analysis method. Many research literature as alternatives to GHG reduction has been reviewed and a multi-criteria decision-making process was then undertaken using a six-criteria decision-making approach consists of policy and regulatory readiness criteria (Political), cost-benefit readiness criteria (Economic), social readiness criteria (Social), economic value-added impact criteria for impact on employment and income generation Environmental Impact Criteria and alternative measures that are possible, which can be divided into 3 groups: alternative energy measures, measure of increase energy efficiency and transportation measures. The weights for each criterion and the scores for the measures were assigned by experts and stakeholders. Then, the priorities of all 3 measures groups were assessed and the priority method was applied by sub-groups. The study results of this paper can prioritize appropriate measures for Pak Kret Municipality. It can also be useful in prioritizing policy actions to better cope with future climate change.

Field of Study: Energy Technology and
Management
(Interdisciplinary Program)

Student's Signature

Academic Year: 2022

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.วีรินทร์ หวังจิรินรินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และชี้แนะแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้อย่างดียิ่งจนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์ ในฐานะประธานการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.สิริภา จุลกาญจน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ที่ช่วยให้วิทยานิพนธ์ได้รับการแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้องค์ความรู้ ทฤษฎี แนวคิด ประสบการณ์ต่างๆในการทำงานและให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง ขอขอบพระคุณ นางสาวนารีรัตน์ ณะเกษม ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาศักยภาพและเผยแพร่องค์ความรู้ องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และ ดร.จักรพงษ์ พงศ์ธโนยศวรชัย จากสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี รวมถึงสนับสนุนข้อมูลที่ใช้การวิจัย ขอขอบพระคุณ ผู้แทนจากเทศบาลนครปากเกร็ด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ สามารถทำวิจัยจนแล้วเสร็จและมีความสมบูรณ์ของเนื้อหาครบถ้วน สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนการเรียน ครั้งนี้อย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจ ศึกษา และ ค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว หากมีข้อบกพร่องประการใดผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชญาณัฐ สง่าสงเคราะห์

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
|ค | ค |
| บทคัดย่อภาษาไทย.....ค | ค |
|ง | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง | ง |
| กิตติกรรมประกาศ.....จ | จ |
| สารบัญ.....ฉ | ฉ |
| สารบัญตาราง.....ฉ | ฉ |
| สารบัญภาพ.....ญ | ญ |
| บทที่ 1.....1 | 1 |
| บทนำ.....1 | 1 |
| 1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้น ความเป็นมา และมูลเหตุจูงใจ.....1 | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย.....2 | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....2 | 2 |
| 1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่.....2 | 2 |
| 1.3.2 ขอบเขตด้านกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก.....3 | 3 |
| 1.3.3 ขอบเขตด้านชนิดก๊าซเรือนกระจก.....4 | 4 |
| 1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับของการวิจัย.....4 | 4 |
| บทที่ 2.....5 | 5 |
| ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....5 | 5 |
| 2.1 ก๊าซเรือนกระจก.....5 | 5 |
| 2.2 GPC (Global Protocol for community-scale Greenhouse Gas Emission Inventories)5 | 5 |

| | |
|---|----|
| 2.3 Multi-Criteria Analysis (MCA) | 8 |
| 2.4 เทคโนโลยีในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก..... | 9 |
| 2.4.1 พลังงานทดแทนและการจัดการของเสีย..... | 9 |
| 2.4.1.1 พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์..... | 9 |
| 2.4.1.2 พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลม..... | 12 |
| 2.4.1.3 พลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลและขยะ..... | 14 |
| 2.4.2 การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน..... | 16 |
| 2.4.2.1 เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็น..... | 16 |
| 2.4.2.2 เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตความร้อน..... | 17 |
| 2.4.2.3 เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง..... | 19 |
| 2.4.3 ขนส่ง..... | 21 |
| 2.4.3.1 เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า..... | 21 |
| 2.4.3.2 เทคโนโลยีระบบรางเพื่อการขนส่ง..... | 24 |
| 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 28 |
| บทที่ 3..... | 34 |
| วิธีดำเนินการวิจัย..... | 34 |
| 3.1 การรวบรวมข้อมูล..... | 34 |
| 3.2 การศึกษามาตรการเพื่อการส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก..... | 34 |
| 3.3 สำรวจการจัดลำดับความสำคัญโดยให้ค่าคะแนนของแต่ละมาตรการ..... | 35 |
| 3.4 การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการ โดยการให้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์..... | 38 |
| 3.5 การวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของแต่ละมาตรการ การจัดลำดับความสำคัญให้ค่าถ่วง น้ำหนักของแต่ละเกณฑ์..... | 40 |
| 3.6 การประเมินลำดับความสำคัญของแต่ละมาตรการเพื่อส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซเรือน กระจกลำดับความสำคัญของแต่ละมาตรการ..... | 40 |

| | |
|--|----|
| 3.7 สรุปผลการวิจัยคัดเลือกมาตรการเพื่อพัฒนาสภาพเมืองเพื่อเสนอ นโยบายที่เหมาะสมกับพื้นที่ในเขตเทศบาลนครปากเกร็ด | 40 |
| บทที่ 4 | 41 |
| ผลการดำเนินการวิจัย..... | 41 |
| 4.1 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญของภาพรวมมาตรการ | 41 |
| 4.2 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการด้านกลุ่มพลังงานทดแทนและการจัดการของเสีย..... | 42 |
| 4.3 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการด้านกลุ่มเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน | 43 |
| 4.4 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการด้านขนส่ง..... | 43 |
| บทที่ 5 | 44 |
| บทที่ 5 | 45 |
| อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... | 45 |
| 5.1 อภิปรายลำดับความสำคัญของมาตรการ โดยใช้ค่าคะแนนแบบถ่วงน้ำหนักเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก..... | 45 |
| 5.2 อภิปรายค่าคะแนนเฉลี่ยของแต่ละมาตรการเทียบมิติด้านความพร้อมและผลกระทบ..... | 46 |
| 5.3 กราฟค่าคะแนนจากแบบสอบถามของแต่ละมาตรการ | 48 |
| บทที่ 6 | 52 |
| สรุปผลการวิจัย | 52 |
| บรรณานุกรม | 64 |
| ประวัติผู้เขียน | 67 |

สารบัญตาราง

หน้า

| | |
|--|----|
| ตารางที่ 1 เกณฑ์การคัดเลือกและความหมายของค่าคะแนนจากงานวิจัยของวีรินทร์ หวังจิรินันตร์ | 29 |
| ตารางที่ 2 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเทียบเกณฑ์การตัดสินใจ..... | 33 |
| ตารางที่ 3 แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษา เทศบาลนครปากเกร็ด..... | 37 |
| ตารางที่ 4 แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษา เทศบาลนครปากเกร็ด : เจาะจงกลุ่ม พนักงานทดแทนและการจัดการของเสีย | 37 |
| ตารางที่ 5 แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษา เทศบาลนครปากเกร็ด : เจาะจงกลุ่ม การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน..... | 37 |
| ตารางที่ 6 แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษา เทศบาลนครปากเกร็ด : เจาะจงกลุ่ม ขนส่ง..... | 38 |
| ตารางที่ 7 ผลการคำนวณคะแนนถ่วงค่าน้ำหนักภาพรวมของลำดับความสำคัญของมาตรการ..... | 42 |
| ตารางที่ 8 ผลการคำนวณคะแนนถ่วงค่าน้ำหนักลำดับความสำคัญของมาตรการกลุ่มพลังงาน ทดแทนและการจัดการของเสีย | 42 |
| ตารางที่ 9 ผลการคำนวณคะแนนถ่วงค่าน้ำหนักลำดับความสำคัญของมาตรการกลุ่มการเพิ่ม ประสิทธิภาพพลังงาน..... | 43 |
| ตารางที่ 10 ตารางแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยด้านมิติความพร้อมและผลกระทบ | 47 |

สารบัญภาพ

| | หน้า |
|--|------|
| ภาพที่ 1 : แผนที่เทศบาลนครปากเกร็ด | 3 |
| ภาพที่ 2 : สาขาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก..... | 6 |
| ภาพที่ 3 : การจัดกลุ่มขอบเขตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมือง..... | 8 |
| ภาพที่ 4 : เกณฑ์การตัดสินใจของ Haase | 32 |
| ภาพที่ 5 : บรรยากาศงานนวัตกรรมรักษ์โลก จัดโดยเรือนชั้น | 34 |
| ภาพที่ 6 : บรรยากาศงานศึกษามาตรการลดก๊าซเรือนกระจก..... | 35 |
| ภาพที่ 7 : การสนทนาแบบกลุ่มร่วมกำหนดเกณฑ์ค่าคะแนนที่ใช้ในการพิจารณา..... | 38 |
| ภาพที่ 8 : กราฟแสดงลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก | 46 |
| ภาพที่ 9 : กราฟแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความมิดิพร้อมและผลกระทบ | 47 |
| ภาพที่ 10 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ..... | 48 |
| ภาพที่ 11 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ..... | 48 |
| ภาพที่ 12 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ..... | 49 |
| ภาพที่ 13 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ..... | 49 |
| ภาพที่ 14 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ..... | 50 |
| ภาพที่ 15 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ..... | 50 |
| ภาพที่ 16 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ..... | 51 |
| ภาพที่ 17 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ..... | 51 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้น ความเป็นมา และมูลเหตุจูงใจ

ประเทศไทยกำลังเผชิญกับความท้าทายสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม มีความจำเป็นต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อลดปัญหาที่เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศแต่ละจังหวัดในประเทศไทยจึงเป็นกลไกสำคัญที่ต้องมีมาตรการเพื่อส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อให้บรรลุไปสู่เป้าหมายของการสร้างสังคมคาร์บอนต่ำเพื่อให้สอดคล้องกับข้อตกลงคำมั่นสัญญาในระดับภาคโลกที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ปี ค.ศ. 2030 และ 2050 ตามลำดับ ทั้งนี้ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (องค์การมหาชน) หรือ อบก. ได้ส่งเสริมการสร้างรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองตามระเบียบสากลว่าด้วยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับชุมชน (GPC) และอ้างอิงถึงวิธีการคำนวณภาวะเรือนกระจก ข้อมูลก๊าซตามคู่มือ IPCC ปี 2549 ทำให้มีความจำเป็นต้องพัฒนากลยุทธ์เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมือง (1)

ทั้งนี้เทศบาลนครปากเกร็ดเป็นเทศบาลหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี ซึ่งเป็นเขตปริมณฑลติดต่อกับเมืองหลวงอย่างกรุงเทพมหานครจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีมาตรการเพื่อส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อให้บรรลุไปสู่เป้าหมายของประชาคมโลก เพื่อนำไปสู่การสร้างสังคมคาร์บอนต่ำ เนื่องจากปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดขึ้นจากขอบเขตพลังงานที่อยู่กับที่และภาคขนส่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (2) เทศบาลจึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดลำดับความสำคัญของมาตรการส่งเสริมศักยภาพเมืองผ่านการพัฒนาอย่างยั่งยืนเพื่อรองรับการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคม โดยเน้นที่ให้มีการส่งเสริมมาตรการเพื่อส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อย่างมีนัยสำคัญ (3) สังคมคาร์บอนต่ำจึงเป็นหนึ่งในสิ่งจำเป็นที่จะต้องสร้างความคิดริเริ่มที่ศึกษาแนวทางเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อจุดประกายให้เมืองอื่นพัฒนาสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำและขับเคลื่อนประเทศไทยสู่การบรรลุความมุ่งมั่นในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับประเทศ โดยสอดคล้องกับกรอบแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 -2570) ที่ได้กำหนดหมุดหมายที่ 10 ให้ประเทศไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนละสังคมคาร์บอนต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

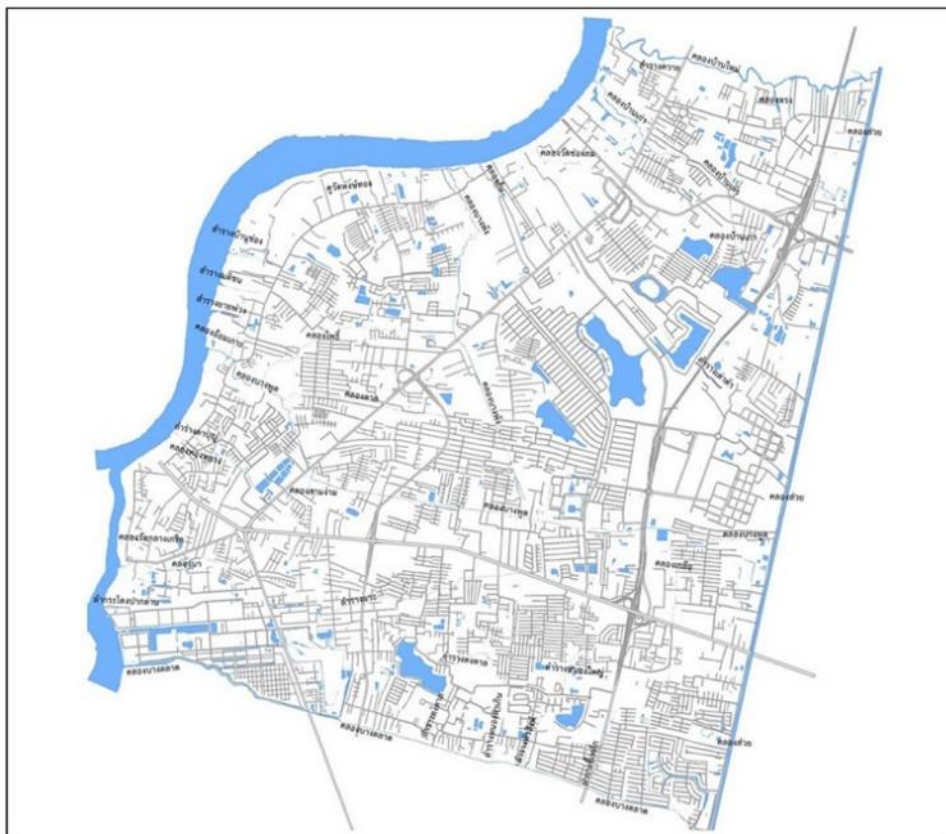
เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกสำหรับการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ด้วยกระบวนการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ในเขตเทศบาลนครปากเกร็ด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

เทศบาลนครปากเกร็ด ตั้งอยู่ในอำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ด้านฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยาระยะทางห่างจากจังหวัดนนทบุรี ประมาณ 10 กิโลเมตร ทำเลที่ตั้งเป็นปริมณฑลติดกับกรุงเทพมหานคร เทศบาลนครปากเกร็ดมีพื้นที่ปกครอง 36.04 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 5 ตำบล 34 หมู่บ้าน ปัจจุบันในเขตเทศบาลนครปากเกร็ดมีประชากรตามข้อมูลของสำนักทะเบียนราษฎรเทศบาลนครปากเกร็ดจำนวนทั้งสิ้น 189,356 คน แยกเป็น เพศชาย จำนวน 87,574 คน เพศหญิง จำนวน 101,782 คน ความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ยต่อพื้นที่เท่ากับ 5,254 คนต่อตารางกิโลเมตร ด้วยพื้นที่ภายในเขตเทศบาลนครปากเกร็ด ตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นที่ราบลุ่มสามเหลี่ยมแม่น้ำเจ้าพระยาที่เรียกว่าที่ราบกรุงเทพ การตั้งถิ่นฐานในบริเวณนี้มีมาตั้งแต่สมัยอยุธยา เนื่องจากพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านเกษตรกรรม จึงได้มีการขุดคลองเพื่อส่งน้ำเข้าพื้นที่สวนไร่นา ด้วยสภาพพื้นที่ในปัจจุบัน กลายเป็นพื้นที่รองรับการเจริญเติบโตของกรุงเทพมหานครฯ ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาพื้นที่เป็นที่อยู่อาศัย หน่วยงานราชการ แหล่งธุรกิจ เขตอุตสาหกรรม ศาสนสถาน และ โรงเรียน จนกลายเป็นพื้นที่ชุมชนหนาแน่นแล้ว คลองแหล่งน้ำธรรมชาติ เดิมเป็นพื้นที่ในการส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่สวนไร่นา แต่ปัจจุบันกลายเป็นที่รองรับการระบายน้ำลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา จากการสำรวจข้อมูลจากสำนักงานที่ดิน อำเภอปากเกร็ด พบว่าพื้นที่ในเขตเทศบาลปากเกร็ด มีคลองแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

แผนที่แสดงคู คลอง ลำกระโดง และลำรางสาธารณประโยชน์
ภายในเขตเทศบาลนครปากเกร็ด



ภาพที่ 1 : แผนที่เทศบาลนครปากเกร็ด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.3.2 ขอบเขตด้านกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาภายใต้สาขาพลังงานอยู่กับที่และกลุ่มภาคขนส่ง อ้างอิงโดยใช้ขอบเขตกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามคู่มือการจัดทำข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories: GPC) เนื่องจากงานวิจัยนี้มีพื้นที่ศึกษาบริเวณเขตเมืองเทศบาลนครปากเกร็ดซึ่งมีความหนาแน่นของประชากรเป็นรูปแบบเมืองที่ทำให้สามารถศึกษามาตรการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าและภาคขนส่งของเมืองได้ มิได้มีพฤติกรรมของโรงงานอุตสาหกรรม ภาคการเกษตรหรือการจัดการของเสียภายในเขตเทศบาลที่ศึกษา

1.3.3 ขอบเขตด้านชนิดก๊าซเรือนกระจก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับของการวิจัย

- 1) เป็นข้อมูลให้หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนสามารถนำไปเป็นทางเลือกในการกำหนดนโยบายในการออกมาตรการด้านการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนในเขตเทศบาลนครปากเกร็ด
- 2) สามารถจัดลำดับความสำคัญเพื่อกำหนดมาตรการสำหรับการใช้เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนเพื่อสร้างสังคมคาร์บอนต่ำในเขตเทศบาลนครปากเกร็ด



บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) คือ ก๊าซที่ดูดซับและปล่อยพลังงานรังสีในช่วงอินฟราเรดความร้อน ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในชั้นบรรยากาศ(4) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งมีผลกระทบในทางลบทั้งทางธรรมชาติและระบบเศรษฐกิจสังคม เมื่อก๊าซเหล่านี้เข้าสู่ชั้นบรรยากาศมากขึ้น จะทำให้ชั้นบรรยากาศกักเก็บรังสีความร้อนไว้มากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศสูงขึ้นและทำให้ร้อนขึ้น(5) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อการทำลายสิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา(6) การประเมินปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอน หรือที่เรียกว่า City Carbon Footprint: CCF ได้ถูกนำมาใช้ในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมืองที่ประเมินตามตามปริมาณที่อ้างอิงจาก Global Protocol for Community-scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC)

2.2 GPC (Global Protocol for community-scale Greenhouse Gas Emission Inventories)

GPC คือ คู่มือรายงานผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองที่เป็นสากล (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories: GPC) ซึ่งเป็นแนวทางการมาตรฐานในการรวบรวมบันทึกและรายงานผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองที่ได้รับการยอมรับและนำไปใช้ทั่วโลก Global Protocol for community-scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) ได้จัดพิมพ์โดย ICLEI, World Resources Institute (WRI) และ C40 (เครือข่ายของโลกมหานครที่มุ่งมั่นที่จะจัดการกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก) ริเริ่มจัดทำขึ้นในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 โดยร่วมกับสถาบันทรัพยากรโลก (World Resources Institute) และองค์กรรัฐบาลท้องถิ่นเพื่อความยั่งยืนและร่วมลงนามอนุมัติโดยธนาคารโลก (World Bank), โครงการตั้งถิ่นฐานมนุษย์แห่งสหประชาชาติ (United Nations Human Settlement Programme: UN-HABITAT) และโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme: UNEP) สร้างขึ้นจากคู่มือ IPCC ที่ใช้กันทั่วโลก(7) ที่เป็นคำแนะนำโดยละเอียดเกี่ยวกับการรวบรวมข้อมูลและการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก GPC แสดงถึงวิธีการจัดทำกรอบการรวบรวมข้อมูลของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามแหล่งที่มา โดยโปรโตคอลนี้มีชุดแนวทางที่แม่นยำ ทำให้ GPC เป็นกรอบแนวทางใช้ทั่วโลกในการวิเคราะห์ศักยภาพเมืองคาร์บอนต่ำ(8) โดยข้อกำหนดของ Global Protocol for Community – Scale

Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) ได้ให้เกณฑ์ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะมีค่า ศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนที่แตกต่างกัน สามารถประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกใน ระดับเมือง โดยการหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของที่ถูกปล่อยออกมาจากการดำเนินงาน กิจกรรมของเมืองที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาข้อมูล โดยค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะมีค่าศักยภาพใน การก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนที่แตกต่างกัน และค่าการเกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละ ชนิดแสดงในหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งจะใช้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลก ร้อนในรอบ 100 ปี

GPC เป็นมาตรฐานในการจัดการรูปแบบรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมือง ซึ่ง ไม่มีกรอบระเบียบวิธีวิจัย (methodology) วิธีใดวิธีหนึ่งในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือน กระจก แต่ได้ให้กรอบการปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานในการ รายงานข้อมูลให้มีความต่อเนื่องและ โปร่งใส ข้อกำหนดของ GPC ได้จัดให้แยกรูปแบบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 5 สาขา ดังนี้



CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 2 : สาขาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

1) สาขาพลังงานอยู่กับที่ (Stationary energy) หมายถึง การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในการให้ความร้อน และการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อกระจาย ตามระบบกระจายไฟ อีกทั้งแหล่งอื่นๆ ได้แก่ การปล่อยก๊าซที่เกี่ยวกับการหลุดรอดของ พลังงาน เช่น ก๊าซธรรมชาติที่รั่วไหลออกจากระบบจ่ายก๊าซ เป็นต้น

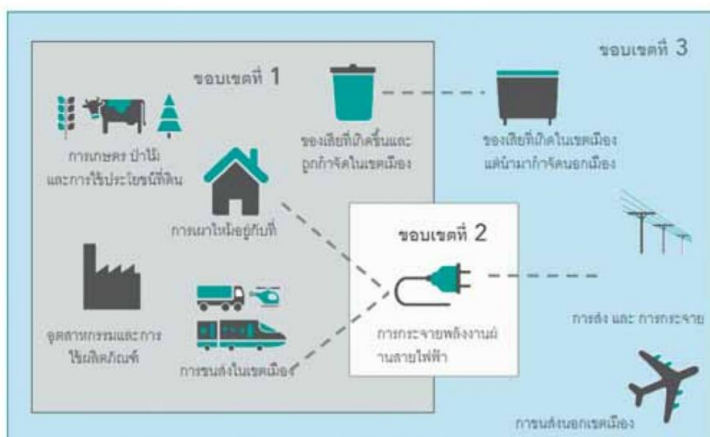
2) สาขาการขนส่ง (Transportation) หมายถึง ภาคการขนส่ง ครอบคลุมการ เดินทางทั้งหมดทางถนน ทางระบบราง ทางน้ำและทางอากาศ รวมถึงการเดินทางระหว่าง เมืองและระหว่างประเทศ

3) สาขาของเสีย (Waste) หมายถึง การผลิตขยะและน้ำเสียนับเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นมากในเขตเมือง ทั้งขยะและน้ำเสีย เรียกรวมๆว่า “ของเสีย” ซึ่งจะถูกล่อย และ/หรือ จัดการในอาณาเขตเมือง หรือถูกขนส่งไปบริเวณอื่นเพื่อการบำบัดหรือกำจัดทิ้งจากเมืองนั้น ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ และปฏิกิริยาการย่อยสลาย ทั้งแบบใช้ออกซิเจนและ ไม่ใช้ออกซิเจน (aerobic or anaerobic)

4) สาขากระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process & Product Use: IPPU) หมายถึง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรม อุตสาหกรรมและใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับ การผลิตและใช้พลังงาน และรวมถึงการใช้เชื้อเพลิง ฟอสซิลที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตและใช้พลังงาน ภายในอาณาเขตเมือง

5) สาขาเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry & Land Use: AFOLU) หมายถึง ครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้อง กับภาคการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งรวมถึงการปล่อยก๊าซมีเทนที่เกิดในกระบวนการย่อยอาหารของภาคปศุสัตว์ และการปล่อยก๊าซ เรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ ประโยชน์ที่ดิน

กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเมืองสามารถก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้นได้ทั้งในเขตเมืองและนอกเขตเมือง เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างกลุ่มเหล่านี้ ข้อกำหนด ของ GPC จะเป็นตัวช่วยในการจัดกลุ่มของการปล่อยก๊าซ ออกเป็น 3 ขอบเขตตามแหล่งที่เกิดขึ้น ได้แก่ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดในขอบเขตเมือง ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการ ใช้ไฟฟ้าจากระบบ โคร่งข่ายไฟฟ้า พลังงานความร้อนและขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบอื่นๆที่เกิดขึ้นนอกเขตเมืองอันเป็นผลพวงมาจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในเขตเมืองดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : การจัดกลุ่มขอบเขตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมือง

2.3 Multi-Criteria Analysis (MCA)

Multi-Criteria Analysis (MCA) เป็นเครื่องมือที่สามารถนำไปใช้กับการตัดสินใจที่ซับซ้อนหลายอย่างได้เหมาะสมที่สุดสำหรับการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเป็นทางเลือกระหว่างทางเลือก(9) เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจที่มีประโยชน์ช่วยให้เรามุ่งเน้นไปที่สิ่งที่สำคัญและมีเหตุผลที่สอดคล้องกัน สามารถช่วยจัดลำดับความสำคัญเชิงคุณภาพผ่านการให้ค่าคะแนน โดยมีการกำหนดเกณฑ์การพิจารณาและลำดับ ข้อดีของการ วิเคราะห์ด้วย MCA คือ “ความยืดหยุ่น” และ “ความหลากหลาย”(10)ในการเลือกเกณฑ์การพิจารณาโดยเฉพาะในกรณีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ยังมีเกณฑ์อื่นในการตัดสินใจ โดยอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีความสำคัญมากกว่า เช่น การยอมรับของสังคม ข้อจำกัดด้านกฎระเบียบ เป็นต้น ทั้งนี้ยังสามารถกำหนด “ค่าน้ำหนักความสำคัญ” ของแต่ละเกณฑ์พิจารณาได้ โดยเฉพาะในกรณีการตัดสินใจ ต้องอยู่บนเงื่อนไขที่มีหลายเกณฑ์ในการพิจารณา(11)

2.4 เทคโนโลยีในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน อ้างอิงจาก องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกที่นำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้ มีอยู่ 8 เทคโนโลยีโดยแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

2.4.1 พลังงานทดแทนและการจัดการของเสีย

- 1) พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์
- 2) พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลม
- 3) พลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลและขยะ

2.4.1.1 พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการใช้เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) เป็นหลัก โดยขั้นตอนเกี่ยวกับวิธีแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้ามีดังนี้ :

แผงเซลล์แสงอาทิตย์: แผงเซลล์แสงอาทิตย์หรือที่เรียกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วยเซลล์แสงอาทิตย์หลายเซลล์ โดยทั่วไปแล้วเซลล์เหล่านี้ทำจากวัสดุเซมิคอนดักเตอร์ เช่น ซิลิกอน ซึ่งมีความสามารถในการเปลี่ยนแสงแดดเป็นไฟฟ้าผ่านเอฟเฟกต์เซลล์แสงอาทิตย์

ผลกระทบของไฟฟ้าโซลาร์เซลล์: เมื่อแสงแดดซึ่งประกอบด้วยอนุภาคที่เรียกว่าโฟตอนกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ มันจะกระตุ้นอิเล็กตรอนภายในวัสดุเซมิคอนดักเตอร์ สิ่งนี้สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์ ทำให้อิเล็กตรอนไหลและสร้างไฟฟ้ากระแสตรง (DC)

อินเวอร์เตอร์: ไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตโดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องถูกแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ซึ่งเป็นประเภทของไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านและธุรกิจส่วนใหญ่ อินเวอร์เตอร์ใช้ในการแปลงนี้ นอกจากนี้ยังช่วยให้แน่ใจว่าไฟฟ้าจะซิงโครไนซ์กับความถี่ของกริด

การเชื่อมต่อโหลดไฟฟ้าหรือกริด: ไฟฟ้ากระแสสลับที่ผลิตโดยอินเวอร์เตอร์สามารถใช้จ่ายไฟให้กับโหลดไฟฟ้าโดยตรงภายในอาคารหรือที่บ้าน นอกจากนี้ยังสามารถป้อนเข้าสู่กริดไฟฟ้าได้หากเชื่อมต่อกับระบบสุริยะ ในระบบที่เชื่อมต่อกับกริด ไฟฟ้าส่วนเกินที่ผลิตโดยแผงโซลาร์เซลล์สามารถส่งกลับไปยังกริดได้ และในบางกรณี เจ้าของอาจได้รับเครดิตหรือค่าชดเชยสำหรับพลังงานส่วนเกิน

การตรวจสอบและควบคุม: ระบบพลังงานแสงอาทิตย์มักจะมีกลไกการตรวจสอบและควบคุมเพื่อติดตามประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ ข้อมูลนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบและระบุปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคครัวเรือนและภาคเอกชนมีขนาดและความซับซ้อนแตกต่างกันไป มีตั้งแต่การติดตั้งขนาดเล็กบนหลังคาอาคารที่พักอาศัยไปจนถึงฟาร์มพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์หลายพันแผง การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยรวมขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ความเอียง และการวางแนวของแผง ปริมาณแสงแดดที่ได้รับ และประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์

มาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

1. **สิ่งจูงใจจากรัฐบาล:** รัฐบาลสามารถให้สิ่งจูงใจทางการเงิน เช่น เครดิตภาษี เงินช่วยเหลือ และเงินอุดหนุนแก่บุคคลและธุรกิจที่ลงทุนในระบบพลังงานแสงอาทิตย์ สิ่งจูงใจเหล่านี้สามารถช่วยลดต้นทุนการติดตั้งเบื้องต้นและทำให้พลังงานแสงอาทิตย์มีราคาไม่แพงมาก
2. **การวัดแสงสุทธิ:** การใช้นโยบายการวัดแสงสุทธิสามารถสนับสนุนการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ การวัดปริมาณสุทธิช่วยให้เจ้าของระบบพลังงานแสงอาทิตย์สามารถขายไฟฟ้าส่วนเกินคืนให้กับกริด ช่วยลดค่าไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ นี่เป็นแรงจูงใจให้แต่ละคนลงทุนในระบบพลังงานแสงอาทิตย์
3. **แคมเปญการรับรู้สาธารณะ:** การให้ความรู้แก่สาธารณชนเกี่ยวกับประโยชน์ของพลังงานแสงอาทิตย์สามารถช่วยส่งเสริมการใช้งานได้ แคมเปญการรับรู้สาธารณะสามารถเน้นถึงข้อดีด้านสิ่งแวดล้อม การประหยัดต้นทุน และประโยชน์ระยะยาวของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สิ่งนี้สามารถกระตุ้นให้ผู้คนจำนวนมากขึ้นพิจารณาติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ในบ้านหรือธุรกิจของพวกเขา
4. **กระบวนการอนุญาตที่คล่องตัว:** การลดความซับซ้อนและเร่งรัดกระบวนการอนุญาตสำหรับการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์สามารถช่วยให้บุคคลและธุรกิจนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ได้ง่ายขึ้นและประหยัดต้นทุนมากขึ้น ด้วย

การลดอุปสรรคของระบบราชการและการบริหาร ผู้คนจำนวนมากจะยินดีลงทุนในระบบพลังงานแสงอาทิตย์

5. การทำงานร่วมกันกับบริษัทสาธารณูปโภค: การทำงานร่วมกันระหว่างผู้ให้บริการพลังงานแสงอาทิตย์และบริษัทสาธารณูปโภคสามารถช่วยรวมพลังงานแสงอาทิตย์เข้ากับโครงข่ายไฟฟ้าที่มีอยู่ ความร่วมมือนี้สามารถนำไปสู่โซลูชันที่เป็นนวัตกรรม เช่น โรงไฟฟ้าเสมือนจริงและโครงการพลังงานแสงอาทิตย์ชุมชน ทำให้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถเข้าถึงได้และเชื่อถือได้มากขึ้น

ประโยชน์จากมาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติและไม่ก่อให้เกิดการปล่อยมลพิษที่เป็นอันตราย เช่น เชื้อเพลิงฟอสซิล การส่งเสริมการใช้งานช่วยให้เราลดการพึ่งพาแหล่งพลังงานที่ไม่หมุนเวียนและช่วยให้สภาพแวดล้อมสะอาดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยไม่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น คาร์บอน ไดออกไซด์ ซึ่งช่วยลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและลดมลพิษทางอากาศ ส่งผลให้คุณภาพอากาศดีขึ้นและผลลัพธ์ด้านสุขภาพดีขึ้น

อุตสาหกรรมพลังงานแสงอาทิตย์มีศักยภาพในการสร้างโอกาสในการทำงานมากมาย ตั้งแต่การผลิตแผงโซลาร์เซลล์ไปจนถึงการติดตั้งและบำรุงรักษา ภาคส่วนนี้มอบโอกาสการจ้างงานในระดับทักษะต่างๆ ซึ่งมีส่วนสนับสนุนการเติบโตและเสถียรภาพทางเศรษฐกิจในท้องถิ่น เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งแผงโซลาร์จึงลดลงอย่างมาก การส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ช่วยให้บุคคลและธุรกิจประหยัดค่าไฟฟ้าได้ในระยะยาว เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นทรัพยากรฟรีและมีอยู่มากมาย พลังงานแสงอาทิตย์สามารถลดภาระของสายส่งไฟฟ้าและบรรเทาผลกระทบจากไฟฟ้าดับหรือภัยพิบัติทางธรรมชาติได้

การใช้มาตรการเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ทำให้เราได้รับประโยชน์เหล่านี้ และก้าวไปสู่อนาคตที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

2.4.1.2 พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลม

หลักการของพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมประกอบไปด้วยขั้นตอนและอุปกรณ์ดังนี้

1. กังหันลม: กังหันลมเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจลน์ของลมเป็นพลังงานกล ประกอบด้วยหอคอยขนาดใหญ่ที่มีใบพัดติดอยู่กับโรเตอร์ที่ด้านบน

2. การแปลงพลังงานลม: เมื่อลมพัดจะทำให้ใบพัดของกังหันลมหมุน ใบพัดที่หมุนจะเปลี่ยนพลังงานจลน์ของลมให้เป็นพลังงานกลของโรเตอร์

3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า: โรเตอร์เชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งมีหน้าที่แปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประกอบด้วยเพลาหมุนที่ล้อมรอบด้วยสนามแม่เหล็ก ขณะที่โรเตอร์หมุน จะเหนี่ยวนำการไหลของอิเล็กตรอนในสายไฟของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า

4. การจ่ายไฟฟ้า: พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะถูกส่งไปยังระบบจำหน่ายไฟฟ้า ระบบนี้ประกอบด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าและสายไฟที่ส่งไฟฟ้าไปยังบ้านเรือน ธุรกิจ และอุตสาหกรรมเพื่อการอุปโภคบริโภค

5. การรวมกริด: โดยทั่วไปแล้วกังหันลมจะเชื่อมต่อกับกริดไฟฟ้า ซึ่งช่วยให้สามารถรวมพลังงานลมเข้ากับแหล่งไฟฟ้าอื่นได้อย่างราบรื่น โครงข่ายไฟฟ้าช่วยให้มั่นใจได้ถึงการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่เสถียรโดยสร้างสมดุลระหว่างการผลิตและการใช้ไฟฟ้า

มาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลม

1. สิ่งจูงใจจากรัฐบาล: รัฐบาลสามารถให้เครดิตภาษี เงินช่วยเหลือ และเงินอุดหนุนแก่บุคคลและธุรกิจที่ลงทุนในโครงการพลังงานลม สิ่งจูงใจเหล่านี้สามารถช่วยชดเชยต้นทุนเริ่มต้นและทำให้พลังงานลมน่าสนใจยิ่งขึ้น

2. Feed-in Tariffs: รัฐบาลสามารถใช้โปรแกรม feed-in tariff ซึ่งผู้ผลิตพลังงานลมจะได้รับการรับประกันราคาพรีเมียมคงที่สำหรับการผลิตไฟฟ้าที่พวกเขาผลิต ซึ่งทำให้เกิดกระแสรายได้ที่มั่นคงและส่งเสริมการลงทุนในพลังงานลม

3 มาตรฐานพอร์ตโพลีโหมนเวียน: รัฐบาลสามารถกำหนดมาตรฐาน พอร์ตโพลีโหมนเวียนได้ ซึ่งกำหนดให้ใช้ไฟฟ้าเป็นเปอร์เซ็นต์จากแหล่ง พลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานลม สิ่งนี้สร้างความต้องการพลังงานลมและ กระตุ้นให้บริษัทสาธารณูปโภคลงทุนในโครงการพลังงานลม

4. ทุนวิจัยและพัฒนา: รัฐบาลสามารถจัดสรรทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยีพลังงานลม สิ่งนี้สามารถนำไปสู่ความก้าวหน้าในด้านประสิทธิภาพ ความคุ้มค่า และความน่าเชื่อถือ ทำให้พลังงานลมสามารถแข่งขันได้มากขึ้น ใน ตลาด

5. การรณรงค์สร้างความตระหนักแก่สาธารณชน: การให้ความรู้แก่ สาธารณชนเกี่ยวกับประโยชน์ของพลังงานลมและบทบาทในการลดการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกสามารถช่วยเพิ่มการยอมรับและการสนับสนุน แคมเปญการรับรู้ สาธารณะอาจรวมถึงเอกสารข้อมูล เวิร์กช็อป และกิจกรรมชุมชน

6. ปรับปรุงกระบวนการอนุญาต: การลดความซับซ้อนและเร่งรัด กระบวนการอนุญาตสำหรับ โครงการพลังงานลมสามารถลดอุปสรรคและ ส่งเสริมการลงทุน สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับการสร้างแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจน ขั้นตอนที่เป็นมาตรฐาน และการประสานงานที่มีประสิทธิภาพระหว่างหน่วยงานรัฐบาล ต่างๆ

7. การร่วมมือกับภาคเอกชน: รัฐบาลสามารถร่วมมือกับบริษัทเอกชนเพื่อ พัฒนาและดำเนิน โครงการพลังงานลม ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน สามารถใช้ประโยชน์จากความเชี่ยวชาญและทรัพยากรของทั้งสองภาคส่วนเพื่อ เร่งการใช้พลังงานลม

ประโยชน์จากมาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลม

การใช้พลังงานลมมีประโยชน์หลายประการทำให้ได้ใช้พลังงาน หมุนเวียนและสะอาด โดยที่พลังงานลมเป็นแหล่งพลังงานทดแทนเนื่องจากลม เป็นทรัพยากรที่มีอยู่มากมายและเกิดขึ้นตามธรรมชาติ พลังงานลมไม่ก่อให้เกิด การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นอันตรายหรือก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่ง แตกต่างจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้เป็นทางเลือกพลังงานสะอาด เมื่อติดตั้งกังหัน ลมแล้ว ต้นทุนการดำเนินงานจะค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับพลังงานรูปแบบอื่น ต้นทุนของพลังงานลมลดลงอย่างมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ทำให้ประหยัด

ต้นทุนมากขึ้นและสามารถแข่งขันกับแหล่งพลังงานแบบดั้งเดิมได้ สามารถสร้างงาน ก่อให้เกิดการสร้างงานในภาคส่วนต่างๆ รวมถึงการผลิต การก่อสร้าง การดำเนินงาน และการบำรุงรักษา การพัฒนาและบำรุงรักษาฟาร์มกังหันลมกระตุ้นเศรษฐกิจในท้องถิ่นและมอบโอกาสการจ้างงาน พลังงานลมมีส่วนช่วยในการพัฒนาที่ยั่งยืนโดยการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนและลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับความพยายามทั่วโลกในการเปลี่ยนไปสู่แหล่งพลังงานที่สะอาดและยั่งยืนมากขึ้น โครงการพลังงานลมมักก่อให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจแก่ชุมชนท้องถิ่น พวกเขาสามารถสร้างรายได้ให้กับเจ้าของที่ดินผ่านสัญญาเช่าและมีส่วนช่วยในการพัฒนาภูมิภาคโดยรวม

2.4.1.3 พลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลและขยะ

พลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลและขยะ หมายถึง กระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้วัสดุอินทรีย์และของเสีย ชีวมวลรวมถึงเศษพืช เศษเหลือจากการเกษตร ไม้ และพืชพลังงานโดยเฉพาะ ในขณะที่ของเสียอาจรวมถึงขยะมูลฝอยในชุมชน กากตะกอนน้ำเสีย และก๊าซฝังกลบ กระบวนการโดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับการเผาไหม้ของชีวมวลหรือของเสียในสภาพแวดล้อมที่มีการควบคุม เช่น โรงไฟฟ้าหรือสิ่งอำนวยความสะดวกเฉพาะ ในระหว่างการเผาไหม้ ความร้อนจะถูกผลิตขึ้น ซึ่งจากนั้นจะใช้เพื่อสร้างไอน้ำ ไอน้ำขับเคลื่อนกังหัน ซึ่งจะขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

อีกทางหนึ่ง ชีวมวลและของเสียสามารถเปลี่ยนเป็นก๊าซหรือเชื้อเพลิงเหลวผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น แก๊สซิฟิเคชันหรือไพโรไลซิส เชื้อเพลิงเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในเครื่องยนต์หรือกังหันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า วิธีนี้เรียกว่าพลังงานชีวภาพหรือพลังงานจากขยะ

มาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลและขยะ

1. การรณรงค์ให้ความรู้: ดำเนินการรณรงค์ให้ความรู้แก่ประชาชนเกี่ยวกับประโยชน์ของการใช้ชีวมวลและของเสียในการผลิตไฟฟ้า เน้นข้อดีด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการจัดการของเสีย

2. สิ่งจูงใจและเงินอุดหนุน: เสนอสิ่งจูงใจทางการเงินและเงินอุดหนุนสำหรับบุคคล ธุรกิจ และองค์กรที่ลงทุนใน โครงการชีวมวลและขยะเป็นพลังงาน ซึ่งอาจรวมถึงเครดิตภาษี เงินให้เปล่า หรือเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำเพื่อสนับสนุนการนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้

3. การสนับสนุนด้านกฎระเบียบ: พัฒนานโยบายและกฎระเบียบสนับสนุนที่อำนวยความสะดวกในการรวมระบบชีวมวลและระบบพลังงานจากของเสียเข้ากับ โครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานที่มีอยู่ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับ การปรับปรุงกระบวนการอนุญาตและการเสนออัตราค่าไฟฟ้าป้อนเข้าเพื่อให้แน่ใจว่า ไฟฟ้าที่ผลิตได้มีราคายุติธรรม

4. การวิจัยและพัฒนา: ลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุง ประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของเทคโนโลยีชีวมวลและของเสียเป็นพลังงาน ซึ่ง อาจรวมถึงความก้าวหน้าในการแปรสภาพเป็นแก๊ส การย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจน และวิธีการแปลงอื่นๆ

5. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน: สร้างโครงสร้างพื้นฐานที่แข็งแกร่ง สำหรับการรวบรวมชีวมวลและของเสีย การขนส่ง และการแปรรูป ซึ่งรวมถึงการจัดตั้งศูนย์รวบรวม โดยเฉพาะหรือร่วมมือกับบริษัทจัดการขยะเพื่อให้แน่ใจว่ามี วัตถุประสงค์ในการผลิตไฟฟ้าที่สม่ำเสมอ

6. ความร่วมมือและการเป็นหุ้นส่วน: ส่งเสริมความร่วมมือระหว่าง รัฐบาล หน่วยงานภาคเอกชน และสถาบันวิจัยเพื่อแบ่งปันความรู้ ความเชี่ยวชาญ และทรัพยากร ซึ่งจะช่วยให้การปรับใช้ชีวมวลและ โครงการเปลี่ยนจากขยะเป็น พลังงาน และสนับสนุนให้เกิดนวัตกรรมในด้านนี้

ประโยชน์จากมาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลและขยะ

ข้อดีของการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลและของเสียถือเป็นแหล่งพลังงาน หมุนเวียนที่ ยั่งยืน ช่วยลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล ลดของเสีย และช่วยลดการ ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้ยังสามารถสนับสนุนเศรษฐกิจท้องถิ่นด้วยการ สร้างงานในการรวบรวม การแปรรูป และการเปลี่ยนวัสดุชีวมวลและวัสดุเหลือใช้

2.4.2 การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

- 1) เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็น
- 2) เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตความร้อน
- 3) เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง

2.4.2.1 เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็น

เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพเทคโนโลยีการทำความเย็นได้มีการพัฒนาวิธีการและความก้าวหน้าหลายประการ ประเด็นสำคัญบางประการมีดังนี้

มาตรการส่งเสริมเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็น

1. คอมเพรสเซอร์ประหยัดพลังงาน: หัวใจของระบบทำความเย็นคือคอมเพรสเซอร์ คอมเพรสเซอร์ประหยัดพลังงานได้รับการออกแบบให้ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลงในขณะที่ให้ความเย็นในระดับเดียวกันหรือประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น คอมเพรสเซอร์เหล่านี้ได้รับการออกแบบด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น โครฟิแบบปรับความเร็วได้ ซึ่งปรับการทำงานของคอมเพรสเซอร์ให้เหมาะสมที่สุดตามความต้องการในการทำความเย็น ส่งผลให้ประหยัดพลังงานได้อย่างมาก
2. ปรับปรุงฉนวน: ฉนวนมีบทบาทสำคัญในการรักษาอุณหภูมิที่ต้องการภายในตู้เย็น ความก้าวหน้าของวัสดุฉนวนได้นำไปสู่การพัฒนาฉนวนคุณภาพสูงและประหยัดพลังงานที่ลดการถ่ายเทความร้อน ซึ่งช่วยลดภาระงานในระบบทำความเย็น ลดการใช้พลังงานและปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวม
3. การควบคุมและเซ็นเซอร์อัจฉริยะ: เทคโนโลยีอัจฉริยะ เช่น เซ็นเซอร์และระบบควบคุม รวมอยู่ในระบบทำความเย็นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบเหล่านี้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ปรับระดับความเย็นให้เหมาะสม และลดการสูญเสียพลังงาน การควบคุมอัจฉริยะยังเปิดใช้ฟีเจอร์ต่างๆ เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพการละลายน้ำแข็ง การทำความเย็นแบบปรับได้ และการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ เพื่อให้มั่นใจถึงการทำงานที่มีประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงาน

4. ระบบนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่: ระบบทำความเย็นจะสร้างความร้อนระหว่างการทำงาน ระบบนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น การทำความร้อนในอาคารหรือการทำความร้อน การใช้ความร้อนทิ้งนี้ ประสิทธิภาพพลังงานโดยรวมของระบบดีขึ้น ส่งผลให้การใช้พลังงานลดลงและประหยัดค่าใช้จ่าย

5. สารทำความเย็นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม: สารทำความเย็นแบบดั้งเดิม เช่น CFCs และ HCFCs มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม การพัฒนาและการใช้สารทำความเย็นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) และ ไฮโดรฟลูออโรโอเลฟินส์ (HFOs) ได้ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของระบบทำความเย็นลงอย่างมาก สารทำความเย็นเหล่านี้มีศักยภาพในการทำให้โลกร้อนและศักยภาพในการทำลายชั้นโอโซนต่ำ ทำให้มีความยั่งยืนและประหยัดพลังงานมากขึ้น

ประโยชน์จากมาตรการส่งเสริมเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็น

เมื่อรวมความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการทำความเย็นใช้ร่วมกันจะทำให้เกิดประสิทธิภาพด้านพลังงานมากขึ้น เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และประหยัดต้นทุน การปรับปรุงเหล่านี้นำไปสู่การลดการใช้พลังงาน ลดรอยเท้าคาร์บอนให้เหลือน้อยที่สุด และเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมในระบบทำความเย็นให้สูงสุด

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4.2.2 เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตความร้อน

มาตรการส่งเสริมเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตความร้อน

- อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน: เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง เตาเผา และปั๊มความร้อน ได้รับการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดของเสีย ระบบเหล่านี้ใช้คุณสมบัติที่เป็นนวัตกรรมใหม่ เช่น เทคโนโลยีควบแน่น มอเตอร์ปรับความเร็วได้ และการควบคุมอัจฉริยะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุดและลดการปล่อยมลพิษ
- เทอร์โมสแตทอัจฉริยะ: เทอร์โมสแตทที่เชื่อมต่อช่วยให้เจ้าของบ้านสามารถควบคุมระบบทำความร้อนได้ดีขึ้น สามารถตั้งโปรแกรมให้ปรับอุณหภูมิ

ตามการเข้าพัก สภาพอากาศ และช่วงเวลาของวัน ทำให้มั่นใจได้ว่าพลังงานจะไม่สูญเสียไปเมื่อไม่ต้องการทำความร้อน การปรับตารางการทำความร้อนให้เหมาะสม และการให้ข้อมูลแบบเรียลไทม์ ตัวควบคุมอุณหภูมิอัจฉริยะสามารถลดการใช้พลังงานและการปล่อยมลพิษได้อย่างมาก

3. การรวมพลังงานหมุนเวียน: การรวมแหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น ระบบความร้อนจากแสงอาทิตย์และปั๊มความร้อนใต้พิภพเข้ากับระบบทำความร้อนสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมาก เทคโนโลยีเหล่านี้ใช้ประโยชน์จากพลังงานที่สะอาดและยั่งยืน ลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลและลดรอยเท้าคาร์บอน

4. ระบบการจัดการพลังงาน: ระบบการจัดการพลังงานขั้นสูงช่วยให้สามารถตรวจสอบและควบคุมระบบทำความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ พวกเขารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงาน ประสิทธิภาพของระบบ และสภาพอากาศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ระบบเหล่านี้สามารถระบุจุดที่ต้องปรับปรุง ตรวจสอบข้อผิดพลาด และแนะนำมาตรการประหยัดพลังงาน ส่งผลให้การปล่อยมลพิษลดลง

5. การออกแบบฉนวนและอาคาร: ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของวัสดุฉนวนและการออกแบบอาคารช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระบบทำความร้อน ฉนวนที่เหมาะสมช่วยลดการสูญเสียความร้อน ทำให้ระบบทำความร้อนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ การออกแบบอาคารอัจฉริยะสามารถเพิ่มความร้อนและความเย็นตามธรรมชาติได้สูงสุด ลดการพึ่งพาระบบกลไกและลดการปล่อยมลพิษให้เหลือน้อยที่สุด

ประโยชน์จากมาตรการส่งเสริมเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตความ

ร้อน

การใช้ประโยชน์จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเหล่านี้จะทำให้ระบบทำความร้อนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดการใช้พลังงาน และมีบทบาทสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.4.2.3 เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง

เทคโนโลยีการปรับแสงสว่างให้เหมาะสมหมายถึง การใช้เทคนิค และเครื่องมือขั้นสูงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของระบบแสงสว่าง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรแสงสว่าง เช่น พลังงานไฟฟ้าและแสงธรรมชาติ เพื่อให้แสงสว่างดีขึ้น ในขณะที่ลดการใช้พลังงานและลดค่าใช้จ่าย

มาตรการส่งเสริมเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง

1. การเปลี่ยนไปใช้หลอดไฟ LED: หลอดไฟ LED ประหยัดพลังงานสูง และมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าหลอดไส้แบบดั้งเดิม การส่งเสริมการใช้ไฟ LED อย่างแพร่หลายช่วยลดการใช้พลังงานได้อย่างมาก
2. ระบบไฟอัจฉริยะ: การใช้ระบบไฟอัจฉริยะที่ใช้เซ็นเซอร์จับการเคลื่อนไหวและตัวจับเวลาสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้ ระบบเหล่านี้จะปรับระดับแสงโดยอัตโนมัติตามจำนวนผู้เข้าพักและความพร้อมของแสงธรรมชาติ ซึ่งนำไปสู่การประหยัดพลังงาน
3. การเก็บเกี่ยวในเวลากลางวัน: การรวมเทคนิคการเก็บเกี่ยวในเวลากลางวันเกี่ยวข้องกับการใช้เซ็นเซอร์เพื่อตรวจจับระดับแสงธรรมชาติและปรับแสงประดิษฐ์ตามนั้น ซึ่งช่วยลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน
4. Occupancy Sensors: การติดตั้ง Occupancy Sensors ในห้องและทางเดินช่วยให้มั่นใจได้ว่าไฟจะเปิดเมื่อจำเป็นเท่านั้น ซึ่งจะช่วยป้องกันการใช้พลังงานโดยไม่จำเป็นในพื้นที่ว่าง
5. การควบคุมแสงและระบบอัตโนมัติ: การใช้การควบคุมแสง เช่น ดิมเมอร์และตัวจับเวลา ช่วยให้ผู้ใช้สามารถปรับระดับแสงได้ตามความต้องการ เฉพาะ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ระบบอัตโนมัติเพื่อจัดตารางเวลาการทำงานของระบบแสงสว่าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
6. โคมไฟประหยัดพลังงาน: การส่งเสริมการใช้โคมไฟประหยัดพลังงาน เช่น โคมไฟที่ได้รับการจัดอันดับ ENERGY STAR สามารถช่วยส่งเสริมความยั่งยืนและลดการใช้ไฟฟ้าได้

ประโยชน์จากมาตรการส่งเสริมเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง

1. การส่งเสริมเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าให้ประโยชน์หลายประการ ประการแรกนำไปสู่การประหยัดพลังงานอย่างมาก เทคโนโลยีแสงสว่างที่ประหยัดพลังงาน เช่น ไฟ LED กินไฟน้อยกว่าเมื่อเทียบกับตัวเลือกแสงสว่างแบบดั้งเดิม เช่น หลอดไส้ ซึ่งส่งผลให้ค่าพลังงานลดลงและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ส่งผลให้สิ่งแวดล้อมยั่งยืนมากขึ้น

2. ระบบไฟส่องสว่างที่มีประสิทธิภาพมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น ตัวอย่างเช่น ไฟ LED มีอายุการใช้งานยาวนานกว่าหลอดไฟแบบดั้งเดิมอย่างมาก ซึ่งช่วยลดความถี่ในการเปลี่ยนและค่าบำรุงรักษา นอกจากนี้ยังหมายถึงขยะที่เกิดจากหลอดไฟที่ทิ้งแล้วน้อยลงด้วย

3. ระบบไฟส่องสว่างที่มีประสิทธิภาพยังให้คุณภาพแสงที่ดีขึ้นอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งไฟ LED ให้การแสดงสีที่ดีขึ้น ทำให้ได้แสงที่แม่นยำและสดใสมากขึ้นในสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น บ้าน สำนักงาน และพื้นที่กลางแจ้ง สิ่งนี้ช่วยเพิ่มทัศนวิสัย ประสิทธิภาพการทำงาน และความสะดวกสบายโดยรวม

4. การส่งเสริมเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบบแสงสว่างยังขับเคลื่อนนวัตกรรมและการเติบโตทางเศรษฐกิจ สร้างโอกาสในการวิจัยและพัฒนา การผลิต และติดตั้งโซลูชันแสงสว่างประหยัดพลังงาน สิ่งนี้จะช่วยกระตุ้นการสร้างงานและการลงทุนในอุตสาหกรรมแสงสว่าง เอื้อต่อความเจริญรุ่งเรืองทางเศรษฐกิจ

5. ระบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสามารถเพิ่มความปลอดภัยและความมั่นคงได้ พื้นที่ที่มีแสงสว่างเหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการป้องกันอุบัติเหตุ ยับยั้งกิจกรรมทางอาญา และสร้างความรู้สึกรับประกันในพื้นที่สาธารณะ

โดยรวมแล้ว มาตรการส่งเสริมเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบบแสงสว่างนำมาซึ่งการประหยัดพลังงาน อายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น และแสงสว่างที่ดีขึ้น คุณภาพ การเติบโตทางเศรษฐกิจ และความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น

2.4.3 ขนส่ง

- 1) เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า
- 2) รถไฟฟ้าระบบรางเพื่อการขนส่ง

2.4.3.1 เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าหมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้ในยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบดั้งเดิมที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล รถยนต์ไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า EV ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่เพื่อขับเคลื่อนรถไปข้างหน้า

ส่วนประกอบและคุณลักษณะที่สำคัญของเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้ามีดังนี้

1. มอเตอร์ไฟฟ้า: EVs ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ซึ่งให้พลังงานที่จำเป็นในการเคลื่อนรถ มอเตอร์ไฟฟ้าขึ้นชื่อในด้านประสิทธิภาพสูงและแรงบิดที่รวดเร็ว ช่วยให้การเร่งความเร็วราบรื่นและการขับขี่ที่เงียบ
2. ชุดแบตเตอรี่: ชุดแบตเตอรี่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของรถยนต์ไฟฟ้า เก็บพลังงานไฟฟ้าและจ่ายพลังงานให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า EVs ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเป็นหลัก ซึ่งมีความหนาแน่นของพลังงานสูง ระยะทางไกลกว่า และเวลาในการชาร์จที่เร็วกว่า ขนาดและความจุของแบตเตอรี่เป็นตัวกำหนดระยะของรถ
3. Regenerative Braking: รถยนต์ไฟฟ้าใช้ Regenerative Braking ซึ่งดักจับและแปลงพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเบรกหรือการเคลื่อนตัวเป็นพลังงานไฟฟ้า จากนั้นพลังงานนี้จะถูกเก็บสำรองไว้ในแบตเตอรี่ เพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของรถและขยายระยะทาง
4. โครงสร้างพื้นฐานการชาร์จ: รถยนต์ไฟฟ้าต้องการ โครงสร้างพื้นฐานการชาร์จเพื่อชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งรวมถึงสถานีชาร์จที่บ้าน สถานีชาร์จสาธารณะ และสถานีชาร์จเร็ว เวลาในการชาร์จจะแตกต่างกันไป

ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ชาร์จที่ใช้ แต่ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการชาร์จเร็ว ทำให้เวลาในการชาร์จลดลงอย่างมาก

5. ระยะทางและประสิทธิภาพ: EV มีระยะการขับขี่ที่แตกต่างกันไปตามปัจจัยต่างๆ เช่น ความจุของแบตเตอรี่ สภาพการขับขี่ และความเร็ว ความก้าวหน้าในเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทำให้รถยนต์ไฟฟ้ามีระยะทางมากขึ้น ทำให้เดินทางได้นานขึ้น นอกจากนี้ รถยนต์ไฟฟ้ายังประหยัดพลังงานมากกว่ารถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน เนื่องจากจะเปลี่ยนพลังงานจากแบตเตอรี่เป็นพลังงานให้กับล้อในเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่า

6. การเชื่อมต่อและคุณสมบัติอัจฉริยะ: รถยนต์ไฟฟ้าจำนวนมากมาพร้อมกับคุณสมบัติการเชื่อมต่อขั้นสูง ช่วยให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบและควบคุมส่วนต่างๆ ของยานพาหนะได้จากระยะไกล ซึ่งรวมถึงฟีเจอร์ต่างๆ เช่น การปรับอุณหภูมิภายในรถล่วงหน้า การตรวจสอบระดับประจุแบตเตอรี่ และการค้นหาสถานีชาร์จในบริเวณใกล้เคียงผ่านแอปพลิเคชันหรือแดชบอร์ดของรถยนต์

มาตรการส่งเสริมเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

1. สิ่งจูงใจจากรัฐบาล: รัฐบาลสามารถเสนอสิ่งจูงใจทางการเงิน เช่น เครดิตภาษี เงินคืน และเงินอุดหนุนสำหรับการซื้อ EV สิ่งจูงใจเหล่านี้สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายล่วงหน้าของ EV และทำให้ผู้บริโภคสามารถซื้อได้ง่ายขึ้น

2. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการชาร์จ: การสร้างโครงสร้างพื้นฐานการชาร์จที่แข็งแกร่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการส่งเสริมการนำ EV มาใช้ รัฐบาลและบริษัทเอกชนสามารถร่วมมือกันติดตั้งสถานีชาร์จไฟฟ้าในที่สาธารณะ ที่อยู่อาศัย และสถานที่ทำงานได้ วิธีนี้จะช่วยแก้ปัญหาความกังวลเรื่องระยะทาง และทำให้การชาร์จ EV สะดวกยิ่งขึ้นสำหรับผู้ใช้

3. การวิจัยและพัฒนา: การลงทุนในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี EV สามารถเร่งความก้าวหน้าได้ รัฐบาลสามารถจัดสรรเงินทุนสำหรับโครงการวิจัยที่มุ่งปรับปรุงเทคโนโลยีแบตเตอรี่ ประสิทธิภาพการชาร์จ และ

ประสิทธิภาพโดยรวมของ EV การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาและผู้เล่นในอุตสาหกรรมสามารถขับเคลื่อนนวัตกรรมในด้านนี้ได้เช่นกัน

4. แคมเปญการรับรู้สาธารณะ: การให้ความรู้แก่สาธารณชนเกี่ยวกับประโยชน์ของ EV และการจัดความเชื่อผิดๆ ทัวไปและความเข้าใจผิดสามารถช่วยสร้างการรับรู้ในเชิงบวกเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า รัฐบาลสามารถรณรงค์สร้างการรับรู้ผ่านช่องทางสื่อต่างๆ โดยเน้นข้อดีด้านสิ่งแวดล้อม การประหยัดต้นทุน และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของรถยนต์ไฟฟ้า

5. การใช้พลังงานไฟฟ้าของยานพาหนะ: การสนับสนุนให้หน่วยงานขนส่งมวลชน บริษัทร่วมโดยสาร และยานพาหนะขององค์กรเปลี่ยนไปใช้รถยนต์ไฟฟ้าอาจส่งผลกระทบต่ออย่างมาก การให้สิ่งจูงใจและเงินช่วยเหลือแก่หน่วยงานเหล่านี้สำหรับการนำรถยนต์ไฟฟ้ามาใช้สามารถส่งเสริมเทคโนโลยีและนำไปสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมาก

6. การร่วมมือกับผู้ผลิตรถยนต์: รัฐบาลสามารถทำงานอย่างใกล้ชิดกับผู้ผลิตรถยนต์เพื่อกำหนดมาตรฐานการปล่อยมลพิษและสนับสนุนการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า การเสนอสิ่งจูงใจให้ผู้ผลิตรถยนต์ผลิต EV มากขึ้นและขยายกลุ่มผลิตภัณฑ์รถยนต์ไฟฟ้าสามารถช่วยเร่งการนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ได้

การนำมาตรการเหล่านี้ไปใช้ รัฐบาลและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถร่วมกันส่งเสริมการยอมรับและการเติบโตของเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า

ประโยชน์จากมาตรการส่งเสริมเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

1. มาตรการส่งเสริมเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างมาก รถยนต์ไฟฟ้าปล่อยมลพิษจากท่อไอเสียเป็นศูนย์ หมายความว่าไม่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือมลพิษที่เป็นอันตรายอื่นๆ ในขณะที่ขับขี่

2. การเปลี่ยนจากรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงธรรมดาเป็นรถยนต์ไฟฟ้า เราสามารถลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมของภาคการขนส่งได้ นอกจากนี้ เมื่อใช้แหล่ง

พลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์หรือพลังงานลมเพื่อชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตกระแสไฟฟ้าก็จะลดลงไปอีก

3. การส่งเสริมเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้ายังส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งที่ยั่งยืนมากขึ้น ซึ่งรวมถึง การขยายเครือข่ายการชาร์จและการนำเทคโนโลยีสมาร์ตกริดมาใช้ ความก้าวหน้าเหล่านี้ช่วยอำนวยความสะดวกในการรวมแหล่งพลังงานหมุนเวียนเข้ากับโครงข่ายไฟฟ้า และทำให้ระบบขนส่งมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

โดยรวมแล้ว ประโยชน์ของการส่งเสริมเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง คุณภาพอากาศที่ดีขึ้น ลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล และศักยภาพสำหรับอนาคตที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

2.4.3.2 เทคโนโลยีระบบรางเพื่อการขนส่ง

ระบบรถไฟฟ้าประกอบด้วยองค์ประกอบหลายอย่าง ประการแรก มีสายไฟเหนือศีรษะหรือรางที่สามที่ใช้ไฟฟ้าซึ่งส่งไฟฟ้าไปยังรถไฟฟ้า แหล่งพลังงานเหล่านี้เชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟ เช่น โรงไฟฟ้าหรือโครงข่ายไฟฟ้า

ตัวรถไฟมีมอเตอร์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ซึ่งจะขับเคลื่อนรถไฟไปข้างหน้า มอเตอร์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าจากสายไฟเหนือศีรษะหรือรางที่สาม

ระบบรถไฟฟ้ามีข้อดีหลายประการ ประการแรก ปล่อยมลพิษต่ำกว่าเมื่อเทียบกับรถไฟที่ใช้น้ำมันดีเซล ทำให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น นอกจากนี้ รถไฟยังเงียบกว่าและให้ผู้ใช้โดยสารนั่งได้นุ่มนวลกว่า

ยิ่งไปกว่านั้น รถไฟยังขึ้นชื่อเรื่องประสิทธิภาพและความเร็ว สามารถเร่งความเร็วได้อย่างรวดเร็วและรักษาระดับความเร็วให้สม่ำเสมอตลอดการเดินทาง ทำให้เหมาะสำหรับการเดินทางระยะสั้นและระยะไกล

ในด้านความปลอดภัย รถไฟฟ้ามีการติดตั้งคุณลักษณะด้านความปลอดภัยต่างๆ รวมถึงระบบอาณัติสัญญาณและการควบคุมรถไฟอัตโนมัติ ระบบเหล่านี้ช่วยให้แน่ใจว่ารถไฟจะรักษาระยะห่างที่ปลอดภัยจากกันและปฏิบัติตามขีดจำกัดความเร็ว

วิธีการทำงานของระบบรถไฟฟ้า:

1. แหล่งจ่ายไฟ: ระบบรถไฟฟ้าต้องการแหล่งจ่ายไฟที่เชื่อถือได้ โดยทั่วไปจะมีให้ผ่านกริดไฟฟ้าภายนอกหรือสถานีไฟฟ้าเฉพาะ จากนั้น พลังงานจะถูกส่งไปยังรถไฟผ่านสายไฟเหนือศีรษะหรือรางที่สาม

2. ตัวนำไฟฟ้า: รถไฟฟ้ารับไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟผ่านตัวนำไฟฟ้า ในกรณีของสายไฟเหนือศีรษะ ภาพคัดลอกที่ติดตั้งอยู่ด้านบนของขบวนรถจะสัมผัสกับสายไฟเพื่อสร้างการเชื่อมต่อ ในระบบรางที่สาม มีการติดตั้งรางตัวนำไว้ข้างราง และรถไฟจะรวบรวมพลังงานผ่านแท่นสัมผัสหรืออุปกรณ์ที่คล้ายกัน

3. มอเตอร์ลากไฟฟ้า: รถไฟฟ้าติดตั้งมอเตอร์ลากที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มอเตอร์เหล่านี้ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าที่ได้รับจากแหล่งจ่ายไฟ มอเตอร์จะขับเคลื่อนล้อของรถไฟ ขับเคลื่อนไปข้างหน้าหรือข้างหลัง

4. ระบบควบคุม: รถไฟฟ้ามีระบบควบคุมที่ซับซ้อนซึ่งจัดการความเร็ว การเร่งความเร็ว และการเบรกของรถไฟ ระบบเหล่านี้รับประกันการทำงานที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ พวกเขาสามารถรวมการควบคุมด้วยตนเองโดยพนักงานควบคุมรถไฟและระบบอัตโนมัติผ่านระบบอาณัติสัญญาณขั้นสูง

5. สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้โดยสาร: รถไฟฟ้าได้รับการออกแบบเพื่อให้การเดินทางสะดวกสบายสำหรับผู้โดยสาร โดยทั่วไปแล้วจะมีการจัดที่นั่ง พื้นที่ยืน และบางครั้งมีการกำหนดพื้นที่สำหรับผู้โดยสารที่มีความต้องการพิเศษ นอกจากนี้ รถไฟฟ้าสมัยใหม่อาจมีสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น

เครื่องปรับอากาศ Wi-Fi บนเครื่องบิน และระบบข้อมูล

ผู้โดยสาร

6. การบำรุงรักษาและโครงสร้างพื้นฐาน: เพื่อให้ระบบรถไฟฟ้าทำงานได้อย่างราบรื่น จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาเป็นประจำ ซึ่งรวมถึงการตรวจสอบและซ่อมแซมราง สายไฟเหนือศีรษะ อุปกรณ์ส่งสัญญาณ และขบวนรถ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เช่น การสร้างรางรถไฟใหม่หรือการขยายรางรถไฟที่มีอยู่ อาจจำเป็นเพื่อตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้น

มาตรการส่งเสริมเทคโนโลยีระบบรางเพื่อการขนส่ง

1. ส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน: ลงทุนในการพัฒนาและขยายโครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ ซึ่งรวมถึงราง สถานี และระบบอาณัติสัญญาณ เพื่อรองรับรถไฟจำนวนมากขึ้นและปรับปรุงประสิทธิภาพ
 2. การอัปเดตเทคโนโลยี: การนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้ เช่น ระบบรถไฟความเร็วสูง ระบบควบคุมรถไฟอัตโนมัติ และหัวรถจักรประหยัดพลังงาน เพื่อเพิ่มความเร็ว ความปลอดภัย และความยั่งยืนของการขนส่งทางรถไฟ
 3. การบูรณาการระหว่างการขนส่ง: การบูรณาการเครือข่ายรถไฟกับรูปแบบการขนส่งอื่นๆ เช่น ท่าเรือ สนามบิน และถนน การสัญจรเชื่อมต่อในชอยเพื่อสร้างการเชื่อมต่อระหว่างรูปแบบที่ราบรื่นและมีประสิทธิภาพสำหรับผู้โดยสารและสินค้า
 4. รมรูงค้ำให้สาธารณชนรับรู้: เปิดตัวแคมเปญเพื่อสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของการขนส่งทางราง เช่น การลดความแออัด การปล่อยคาร์บอนที่ลดลง และความน่าเชื่อถือที่เพิ่มขึ้น เพื่อกระตุ้นให้ผู้คนจำนวนมากขึ้นเลือกรถไฟเป็นวิธีการเดินทางที่พวกเขาต้องการ
 5. การร่วมมือกับภาคเอกชน: การร่วมมือกับบริษัทเอกชนเพื่อพัฒนาโซลูชันที่เป็นนวัตกรรมใหม่ เช่น ระบบตั๋วอัจฉริยะ แอปข้อมูลผู้โดยสาร และตัวเลือกการเชื่อมต่อระยะทางสุดท้าย เพื่อยกระดับประสบการณ์ผู้โดยสารโดยรวม
- ด้วยการใช้มาตรการเหล่านี้ เราสามารถส่งเสริมระบบราง เทคโนโลยีเพื่อการขนส่งและนำไปสู่ระบบการขนส่งที่ยั่งยืนและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ประโยชน์จากมาตรการส่งเสริมเทคโนโลยีระบบรางเพื่อการขนส่ง

ระบบรถไฟฟ้าเป็นรูปแบบการขนส่งที่ยั่งยืน มีประสิทธิภาพ และเชื่อถือได้ ซึ่งให้ประโยชน์มากมายสำหรับทั้งผู้โดยสารและสิ่งแวดล้อมอันได้แก่

1. ความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม: การขนส่งทางรางถือเป็นหนึ่งในรูปแบบการขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำกว่าอย่างมากเมื่อเทียบกับโหมดอื่นๆ เช่น ถนนหรืออากาศ การส่งเสริมเทคโนโลยีรถไฟฟ้าสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และช่วยให้สภาพแวดล้อมสะอาดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

2. ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน: การขนส่งทางรถไฟขึ้นชื่อเรื่องประสิทธิภาพการใช้พลังงาน รถไฟฟ้าสามารถบรรทุกผู้โดยสารหรือสินค้าจำนวนมากในเที่ยวเดียว ทำให้เป็นการใช้ทรัพยากรพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับยานพาหนะแต่ละคัน การส่งเสริมเทคโนโลยีระบบรางทำให้เราสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลได้

3. ความแออัดของการจราจรที่ลดลง: การขนส่งทางรถไฟเป็นทางออกในการบรรเทาความแออัดของการจราจรในเขตเมือง การจัดหาโหมดการขนส่งทางเลือกจะช่วยลดจำนวนยานพาหนะส่วนตัวบนท้องถนน ทำให้การจราจรคล่องตัวขึ้นและใช้เวลาเดินทางสั้นลง

4. ปรับปรุงความปลอดภัย: โดยทั่วไปแล้วการขนส่งทางรถไฟถือว่าปลอดภัยกว่าการขนส่งรูปแบบอื่นๆ รถไฟถูกสร้างขึ้นด้วยมาตรฐานความปลอดภัยที่เข้มงวดและมีแนวโน้มที่จะเกิดอุบัติเหตุน้อยกว่าเมื่อเทียบกับรถยนต์หรือเครื่องบิน การส่งเสริมเทคโนโลยีระบบรางสามารถช่วยให้ระบบขนส่งปลอดภัยขึ้น ลดความเสี่ยงของอุบัติเหตุและการเสียชีวิต

5. การพัฒนาเศรษฐกิจ: การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานระบบรางสามารถกระตุ้นการเติบโตและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ มันสร้างโอกาสในการทำงานทั้งในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างและในการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง การขนส่งทางรถไฟยังสามารถปรับปรุงการเชื่อมต่อระหว่างภูมิภาค อำนวยความสะดวกด้านการค้าและการพาณิชย์

6. การเชื่อมต่อที่ดีขึ้น: เครือข่ายรถไฟสามารถเชื่อมต่อเมือง เมือง และพื้นที่ชนบท ทำให้เข้าถึงผู้คนและสินค้าได้ดีขึ้น การส่งเสริมเทคโนโลยีระบบรางช่วยให้เราสามารถเพิ่มความเชื่อมโยงภายในประเทศหรือระหว่างประเทศ ส่งเสริมการบูรณาการทางสังคมและเศรษฐกิจ

7. ความยั่งยืนในระยะยาว: โครงสร้างพื้นฐานระบบรางมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าเมื่อเทียบกับการขนส่งรูปแบบอื่นๆ เมื่อก่อตั้งขึ้นแล้ว สามารถให้บริการชุมชนได้หลายทศวรรษ โดยมอบตัวเลือกการขนส่งที่เชื่อถือได้และยั่งยืนสำหรับคนรุ่นอนาคต

การส่งเสริมเทคโนโลยีระบบรางสำหรับการขนส่งมีประโยชน์มากมาย ตั้งแต่ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมและประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ไปจนถึงการพัฒนาความปลอดภัยและเศรษฐกิจที่ดีขึ้น เป็นการลงทุนในระบบการขนส่งที่ยั่งยืนและครอบคลุมมากขึ้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรินทร์ หวังจิรนิรันดร์ และคณะ ได้ทำการศึกษาความพร้อมของเทคโนโลยีและผลกระทบของเทคโนโลยีในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับภาคพลังงานและกระบวนการทางอุตสาหกรรมในประเทศไทยโดยใช้วิธีการวิเคราะห์หลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Analysis) การใช้เทคนิคนี้ช่วยให้สามารถระบุและจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดสำหรับประเทศไทย โดยใช้วิธีการให้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์และทำการเปรียบเทียบ จัดลำดับความสำคัญ เพื่อชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของแต่ละเทคโนโลยี การวิจัยได้ใช้กลุ่มประชากรเฉพาะร่วมทำการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์ความพร้อมของเทคโนโลยี และผลกระทบของเทคโนโลยี การวิเคราะห์ความพร้อมครอบคลุม 4 เกณฑ์ คือ เกณฑ์ด้านการเมือง เกณฑ์ด้านเศรษฐกิจ เกณฑ์ด้านสังคม และ เกณฑ์ด้านเทคโนโลยี ในส่วนของผลกระทบด้านเทคโนโลยีได้แบ่งออกเป็น 4 ประเด็น คือด้านการเพิ่มมูลค่า ด้านการจ้างงานกระจายรายได้ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยได้แบ่งสัดส่วนความสำคัญของหลักเกณฑ์ และความพร้อมในสัดส่วน 60:40 งานวิจัยยังคงได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่ระบุถึงมาตรการและเทคโนโลยีที่ส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแง่มุมตารางโดยแบ่งเป็นด้านพลังงาน ภาคขนส่ง อุตสาหกรรมการผลิต ที่อยู่อาศัย การผลิตซีเมนต์ น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ และการ

การจัดของเสียตามลำดับ โดยที่ผลการศึกษาโดยวิธีการวิเคราะห์หลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Analysis) การจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อนได้สรุปไว้ว่า เทคโนโลยีที่เหมาะสมที่สุด 5 อันดับแรกคือ การใช้ biogas โรงไฟฟ้าขยะ โรงไฟฟ้าชีวมวล โรงไฟฟ้าความร้อนร่วม และ โรงไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเกณฑ์ที่เป็นปัจจัยพิจารณาหลักคือด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ การเพิ่มมูลค่า และบริหารต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่เทคโนโลยีอย่างเช่น สมาร์ทกริด แหล่งกักเก็บพลังงานนั้น ประเทศไทยยังขาดความพร้อมจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาในลำดับต่อไป นอกจากนี้ยังมีการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านขนส่ง โดยได้มีการให้ความสำคัญกับการขนส่งระบบรางมากที่สุด ในขณะที่ระบบรถไฟฟ้า EV ยังคงขาดการสนับสนุนจากภาครัฐจึงขาดความพร้อม

ตารางที่ 1 เกณฑ์การคัดเลือกและความหมายของค่าคะแนนจากงานวิจัยของวีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์

| เกณฑ์การคัดเลือก | | น้ำหนัก ความสำคัญ | คะแนน 5 | คะแนน 4 | คะแนน 3 | คะแนน 2 | คะแนน 1 |
|------------------|---------------------------------------|----------------------|---|---|--|---|---|
| ความพร้อม | นโยบายและ กฎระเบียบ (Politic) | ปานกลาง | เป็นวาระแห่งชาติ และมีกฎระเบียบ ต่างๆรองรับอยู่ แล้ว | ถูกบรรจุในแผน ฯ และมี กฎระเบียบ ต่างๆรองรับ อยู่แล้ว | เป็นไปตาม นโยบาย และ กำลังอยู่ ระหว่างการพัฒนา กฎระเบียบ | เป็นไปตาม นโยบาย แต่ ยังไม่มี กฎระเบียบ รองรับ | ไม่สอดคล้อง กับนโยบายใน ปัจจุบัน |
| | ต้นทุนและ ผลประโยชน์ (Economic) | สูง | มีผลตอบแทน การลงทุนที่ดี โดยไม่จำเป็นต้อง ได้รับสิทธิพิเศษ | มีผลตอบแทน การลงทุนที่ดี ภายใต้การ สนับสนุน บางส่วน | มี ผลตอบแทน การลงทุนที่ อยู่ในระดับ แข่งขันได้ ภายใต้การ สนับสนุน บางส่วน | มี ผลตอบแทน การลงทุนที่ อยู่ในระดับ ต่ำภายใต้ การ สนับสนุน บางส่วน | มีผลตอบแทน การลงทุนที่อยู่ในระดับต่ำ ไม่ได้รับการ สนับสนุนอย่าง เต็มที่ |
| | ปานกลาง (Social) | ปานกลาง | ได้รับการยอมรับ เป็นอย่างดีจาก ทุกภาคส่วน | ได้รับการ ยอมรับเป็น ส่วนใหญ่ (ภาครัฐ เอกชน และประชาชน) | ได้รับการ ยอมรับเป็น ส่วนใหญ่ แต่ อาจมีขัดแย้ง จากบางกลุ่ม | ได้รับการ ยอมรับจาก เพียงบาง กลุ่ม ส่วน ใหญ่ยังไม่ ยอมรับ | ไม่ได้รับการ ยอมรับจากทุก ภาคส่วน |

| เกณฑ์การคัดเลือก | | น้ำหนัก ความสำคัญ | คะแนน 5 | คะแนน 4 | คะแนน 3 | คะแนน 2 | คะแนน 1 |
|------------------|-----------------------------------|----------------------|--|--|---|--|---|
| พหุ ประสิทธิภาพ | การสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ | ปานกลาง | สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับระบบเศรษฐกิจอย่างมาก | สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศรษฐกิจได้มากกว่าผลกระทบที่เกิดขึ้น | มีทั้งผลกระทบเชิงบวกและลบต่อภาคเศรษฐกิจ ไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจน | ทำให้การจ้างงานลดลง | ส่งผลกระทบต่อการทำงานลดลงอย่างมีนัยสำคัญ |
| | การสร้างการจ้างงานและกระจายรายได้ | ปานกลาง | สร้างการจ้างงานได้อย่างมีนัยสำคัญ | ทำให้การจ้างงานเพิ่มขึ้น | ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการจ้างงานสนับสนุนบางส่วน | มีผลตอบแทนการลงทุนที่อยู่ในระดับต่ำแม้จะได้รับการสนับสนุนบางส่วน | มีผลตอบแทนการลงทุนที่อยู่ในระดับต่ำแม้จะได้รับการสนับสนุนอย่างเต็มที่ |
| | การสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม | สูง | ลดมลพิษด้านสิ่งแวดล้อมได้ในวงกว้าง | ลดมลพิษด้านต่างๆบางส่วน | ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม | ทำให้เกิดมลพิษด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น | ก่อให้เกิดมลพิษเพิ่มขึ้นในวงกว้าง |

นอกจากนี้ยังมี งานวิจัยของ สุนันทาและคณะ (3) พบว่าตัวการที่สำคัญที่สุดของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคือการใช้พลังงานที่มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิล การขยายตัวของเมืองทำให้มีการใช้พลังงานเชื้อเพลิงสูงขึ้นอันเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นก๊าซในโตรเจนออกไซด์จากการใช้ปุ๋ยในโตรเจน ก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าว มีการเติบโตของการใช้พลังงานที่ใช้ในการเกษตร การขยายตัวของอุตสาหกรรม ภาคการขนส่ง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในทางอื่น (อบก., 2558) ทำให้ประเทศไทยเป็นหนึ่งในภูมิภาคที่ได้รับผลกระทบจากการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน

Paphada Yensukho และคณะ (12) ได้ทำการศึกษาแนวทางการลดผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของจังหวัดอยุธยา โดยใช้เทคนิคกระบวนการวิเคราะห์แบบหลายเกณฑ์ตัดสินใจ โดยได้รวบรวมข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทุกภาคส่วนของจังหวัดอยุธยาตามหลักแนวทาง GPC เพื่อนำมาเสนอมาตรการที่เหมาะสมและเป็นไปได้ โดยเทคนิคกระบวนการวิเคราะห์หลายเกณฑ์ตัดสินใจได้มีการนำมาใช้โดย มีการให้ค่าคะแนน และค่าถ่วงน้ำหนักแยกตามเกณฑ์ทางด้านสิ่งแวดล้อม ด้านความคุ้มค่าทางการเงิน และความเป็นไปได้ทางด้านนโยบายการเมือง จากข้อมูลพบว่าการใช้ไฟฟ้าในภาคครัวเรือนเป็นสาเหตุหลักในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทำให้มีการเสนอมาตรการที่เน้นไปที่ด้านการอนุรักษ์พลังงานมีความเหมาะสมมากกว่าเมื่อเทียบกับมาตรการด้านการนำเทคโนโลยีพลังงานทดแทนมาปรับใช้ โดยเกณฑ์ความเป็นไปได้ทางนโยบายการเมืองเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการคัดเลือกมาตรการอื่นในลำดับต่อไป

Jichung Yang (1) ได้ศึกษาแนวทางนโยบายและกลยุทธ์ระดับชาติสำหรับการเติบโตของสังคมคาร์บอนต่ำและการจัดการเมืองในประเทศเกาหลี ได้ทำการศึกษาโดยการไปตรวจสอบมาตรฐานการวางผังเมืองรวมและแผนการจัดการต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากกรณีของกรุงโซล ได้มีการพัฒนาการขนส่ง สร้างระบบโครงสร้างที่เน้นการขนส่งสาธารณะ มีการขยายพื้นที่สีเขียวและพื้นที่ใช้สอยสีเขียวสัมพันธ์กับโครงสร้างของเมือง มีการเสนอมาตรการตอบโต้อย่างเป็นระบบและครอบคลุมเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในด้าน โครงสร้างเชิงพื้นที่ การคมนาคมขนส่ง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การจัดการสิ่งแวดล้อม พลังงานและพื้นที่เปิดโล่ง ได้มีการเสนอย้ายจากอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานเข้มข้นไปสู่เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงโดยเฉลี่ย ความมุ่งไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพและรักษาการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน

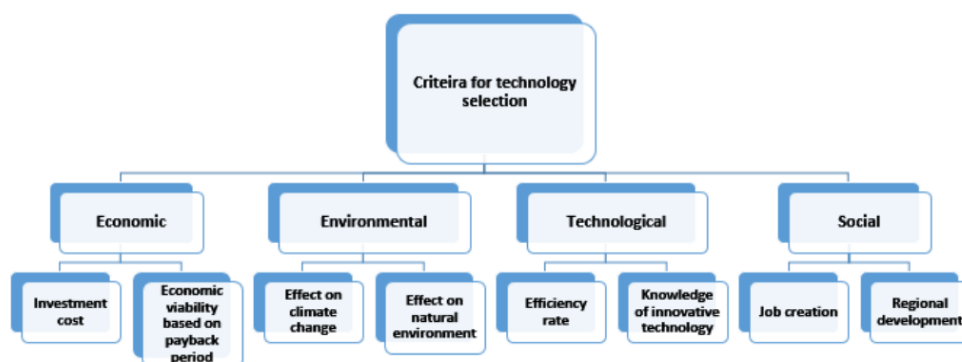
งานวิจัยของ Mads Trolborg (13) ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายเกณฑ์ (MCAs) เพื่อประเมินและเปรียบเทียบเทคโนโลยีพลังงานทดแทนเพื่อจัดอันดับเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน โดยคัดเลือกมาพิจารณาทั้งหมด 11 อย่างที่เป็นไปได้ในประเทศสกอตแลนด์ โดยได้ตั้งเกณฑ์พิจารณา 9 ข้อ จาก 3 มิติ ประกอบไปด้วย เกณฑ์สิ่งแวดล้อม ,เกณฑ์ทางเศรษฐกิจและเกณฑ์ทางสังคม อย่างละ 3 ข้อ มีการวิเคราะห์หลายเกณฑ์ (MCA) โดยทางเลือกพลังงานหมุนเวียนที่จะเปรียบเทียบประกอบไปด้วย พลังงานลม Onshore , พลังงานลม Offshore, พลังงานจากน้ำ, พลังงานจากคลื่น, พลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลง, พลังงานความร้อนใต้พิภพ, พลังงานจากฟาร์มแสงอาทิตย์ (PV), พลังงานจากความร้อนแสงอาทิตย์ (Solar thermal), พลังงานชีวมวล, พลังงานขยะ และ Heat Pump มีการให้ค่าถ่วงน้ำหนักของเกณฑ์พิจารณา และได้มีการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องสำหรับสำหรับแต่ละเกณฑ์และนำมาประเมิน เปรียบเทียบ และจัดอันดับพลังงานทดแทนที่แตกต่างกันได้ตามแต่ละเกณฑ์

CAI Bo-Feng ,(14) ทำการศึกษาภาพรวมของสังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society) ในประเทศจีน งานวิจัยได้มีการวิเคราะห์เปรียบเทียบแนวคิดระหว่างประเทศจีนกับประเทศที่พัฒนาแล้ว มีการประเมินแนวโน้มและลักษณะของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่าประเทศจีนกำลังเผชิญกับความท้าทายอย่างรุนแรงจากความไม่สมดุลของการเติบโตทางเศรษฐกิจและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การสร้างสังคมคาร์บอนต่ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างเร่งด่วนในประเทศจีน การตั้งเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การลดคาร์บอนในระดับชาติโดยเฉพาะนโยบายประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียน รวมไปถึงตลาดซื้อขายคาร์บอนและเทคโนโลยีการ

ดักจับคาร์บอนนั้นจำเป็นต้องถูกดำเนินการโดยรัฐบาลผ่านการออกนโยบายและมาตรการที่เหมาะสม

Skea, Jim & Nishioka, Shuzo.(15) ได้สรุปไว้ว่าสังคมคาร์บอนต่ำจะบรรลุได้จำเป็นต้องมีการดำเนินการในด้านการกำหนดเป้าหมายระยะยาวเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วโลกอย่างน้อย 50% ของระดับปี 1990 ต้องมีนโยบายระยะยาวส่งสัญญาณเพื่อเสริมความแข็งแกร่งในการกำหนดราคาคาร์บอน เช่น ทำผ่านการจัดเก็บภาษีคาร์บอน ซึ่งภาระภาษีอาจถูกเปลี่ยนไปสู่การจ้างงานเพื่อลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ควรเร่งปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยใช้สิ่งจูงใจที่ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม จำเป็นต้องออกแบบนโยบายและกรอบการทำงานอันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมของมนุษย์

ทั้งนี้ มีหลายงานวิจัยที่มีความสอดคล้องกันในการใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลายเกณฑ์ (MCA) และการประเมินเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องตามด้านมิติตามแผนภาพที่ 4 โดยได้มีการเสนอให้คำแนะนำด้านการเลือกมาตรการและเทคโนโลยี โดยวิธีการระบุเกณฑ์และการจัดอันดับเทคโนโลยี และมีวิธีการให้ค่าถ่วงน้ำหนักรวมไปถึงการคำนวณไม่ว่าจะเป็น S. Mander ได้ทำการประเมินหลายเกณฑ์สำหรับเทคโนโลยีพลังงานคาร์บอนต่ำเพื่อจัดหาพลังงานคาร์บอนต่ำในสังคมอนาคตที่ขับเคลื่อนต่อคู่กับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ M. L. Kamari ได้ทำการประยุกต์วิธีการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (MCDM) ในการพัฒนาพลังงานทดแทน และ Haase ทำการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์สำหรับการประเมินความยั่งยืนในอนาคตของเทคโนโลยีทางเลือกและเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่งด้วยเครื่องยนต์ส่วนบุคคล



ภาพที่ 4 : เกณฑ์การตัดสินใจของ Haase

ตารางที่ 2 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การตัดสินใจ

| ตัวอย่างงานวิจัย | Criteria | | | | |
|---|----------|----------|--------|------------|---------------|
| | Politic | Economic | Social | Technology | Environmental |
| Mads Trolborg : Assessing the sustainability of renewable energy technology using multi criteria analysis : Suitability of approach for national-scale assessments and associated uncertainties | | √ | √ | √ | √ |
| Trærup : Evaluating and prioritizing technologies for adaptation to climate change. A hands on guidance to multi criteria analysis (MCA) and the identification and assessment of related criteria | √ | √ | √ | √ | √ |
| S. Mandera : Multi Criteria Evaluation of Low Carbon Energy Technologies | √ | √ | √ | √ | √ |
| M. L. Kamari : Applications of Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) Methods in Renewable Energy Development: A Review | √ | √ | √ | √ | √ |
| M. Haase : Multi-criteria decision analysis for prospective sustainability assessment of alternative technologies and fuels for individual motorized transport | | √ | √ | √ | √ |
| Paphada Yensukho : City-wide greenhouse gas emissions of communities nearby the world heritage site of Ayutthaya, Thailand | √ | √ | √ | √ | √ |
| Weerin : Readiness and Impact of Greenhouse Gas Mitigation Technologies for Energy and Industrial Process in Thailand Using Multi-criteria analysis | √ | √ | √ | √ | √ |

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เน้นไปที่การศึกษารวบรวมข้อมูลนำไปสู่การศึกษามาตรการที่ช่วยในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้มีการกำหนดเกณฑ์ร่วมกันจากผู้เชี่ยวชาญด้วยการสนทนาแบบกลุ่ม ซึ่งได้พูดคุยสอบถามเกี่ยวกับความพร้อมและผลกระทบในมิติต่างๆ จากนั้นได้มีการให้คำถ่วงน้ำหนักของเกณฑ์นั้นๆ และมีการให้คำแนะนำของทางเลือกในแต่ละมาตรการจากผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์เพื่อลำดับความสำคัญของแต่ละมาตรการ ทำให้สามารถประเมินมาตรการเพื่อสรุปผลการวิจัยในการคัดเลือกมาตรการเพื่อพัฒนาศักยภาพเมืองในการสร้างชุมชนนโยบายที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลนครปากเกร็ด

3.1 การรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง รวบรวมข้อมูลทฤษฎี แนวคิดการรับมือกับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง รวมไปถึงศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเมืองเพื่อนำไปสู่การสร้างสังคมคาร์บอนต่ำ กรณีศึกษาเขตเทศบาลนครปากเกร็ด

3.2 การศึกษามาตรการเพื่อการส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก



ภาพที่ 5 : บรรยากาศงานนวัตกรรมรักษ์โลก จัดโดยเครือเอ็นจัน



ภาพที่ 6 : บรรยายงานศึกษามาตรการลดก๊าซเรือนกระจก

3.3 การสำรวจการจัดลำดับความสำคัญโดยให้ค่าคะแนนของแต่ละมาตรการ

จากการสำรวจและศึกษามาตรการร่วมกันจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผู้เชี่ยวชาญทำให้งานวิจัยนี้ได้จัดทำแบบสำรวจจัดลำดับความสำคัญของมาตรการทั้งหมด 8 มาตรการ ดังนี้

1. มาตรการการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์
2. มาตรการการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลม
3. มาตรการการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานจากชีวมวลและขยะ
4. มาตรการการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานด้วยเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็น
5. มาตรการการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานด้วยเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตความร้อน
6. มาตรการการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานด้วยเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพระบบส่องสว่าง
7. มาตรการการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า
8. มาตรการการใช้รถไฟฟ้าระบบรางเพื่อการขนส่ง

มาตรการทั้งหมดนี้ได้ถูกจัดแบ่งเป็น 3 กลุ่มและได้ทำการสำรวจโดยจัดทำขึ้นเป็นตารางแบบสำรวจทั้งหมด 4 ตารางประกอบไปด้วย

- 1) การสำรวจภาพรวมการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการ 3 ด้านอันประกอบไปด้วยด้านกลุ่มพลังงานทดแทนและการจัดการของเสีย กลุ่มเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน และ ภาคขนส่ง

- 2) การสำรวจการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการด้านกลุ่มพลังงานทดแทน และการจัดการของเสีย อันประกอบไปด้วยการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ การใช้พลังงานจากลม และการใช้พลังงานจากชีวมวลและขยะ
- 3) การสำรวจการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการด้านกลุ่มเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน อันประกอบไปด้วย เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็น เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตความร้อน และเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพระบบส่องสว่าง
- 4) การสำรวจการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการด้านขนส่ง อันประกอบไปด้วย การใช้น้ำมันดีเซลไฟฟ้า และ การใช้รถไฟฟ้าระบบรางเพื่อการขนส่ง การทำแบบสำรวจในงานวิจัยนี้ได้ขอความอนุเคราะห์จากเทศบาลปากเกร็ด เพื่อร่วมกำหนดคะแนนที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญ สามารถสรุปได้ดังนี้

| | |
|----------------------------|-------------------------|
| ค่าคะแนน 1 หมายถึง ไม่มี | ค่าคะแนน 2 หมายถึง น้อย |
| ค่าคะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง | ค่าคะแนน 4 หมายถึง มาก |

โดยเกณฑ์คะแนนเหล่านี้ได้รับการเสนอแนะจาก การเข้าร่วม Workshop และทำการสนทนาแบบกลุ่มร่วมกันกับผู้เชี่ยวชาญ จากสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

การทำวิจัยนี้ได้ทำแบบสำรวจจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในเทศบาลนครปากเกร็ด ทั้งหมด 20 คน ซึ่งมีตำแหน่งทางราชการดังนี้ ผู้อำนวยการกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ ผู้ช่วยนักวิเคราะห์นโยบายและแผน พนักงานจ้างทั่วไป ผู้ช่วยนักจัดการงานทั่วไป นักจัดการงานทั่วไปปฏิบัติการ นักวิชาการสุขาภิบาลปฏิบัติการ ผู้ช่วยเจ้าพนักงานธุรการ วิศวกรเครื่องกล นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ นักผังเมืองปฏิบัติการ เจ้าพนักงานธุรการปฏิบัติงาน โดยมีตัวอย่างภาพแบบสำรวจดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3 แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษา
เทศบาลนครปากเกร็ด

| เกณฑ์การพิจารณา | พลังงานทดแทนและการจัดการของเสีย | การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน | ขนส่ง |
|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------|
| | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ | | | |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ | | | |
| ความพร้อมด้านสังคม | | | |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | | |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | | |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | | |

ตารางที่ 4 แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษา
เทศบาลนครปากเกร็ด : เจาะจงกลุ่ม พลังงานทดแทนและการจัดการของเสีย

| เกณฑ์การพิจารณา | พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ | พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลม | พลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลและขยะ |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ | | | |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ | | | |
| ความพร้อมด้านสังคม | | | |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | | |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | | |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | | |

ตารางที่ 5 แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษา
เทศบาลนครปากเกร็ด : เจาะจงกลุ่ม การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

| เกณฑ์การพิจารณา | เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็น | เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตความร้อน | เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง |
|--------------------------------------|---|--|--|
| | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ | | | |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ | | | |
| ความพร้อมด้านสังคม | | | |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | | |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | | |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | | |

ตารางที่ 6 แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษา
เทศบาลนครปากเกร็ด : เจาะจงกลุ่ม ขนส่ง

| เกณฑ์การพิจารณา | ยานยนต์ไฟฟ้า | รถไฟฟ้าระบบรางเพื่อการขนส่ง |
|--------------------------------------|--------------|-----------------------------|
| | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ | | |
| ความพร้อมด้านทุนและผลประโยชน์ | | |
| ความพร้อมด้านสังคม | | |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | |



ภาพที่ 7 : การสนทนาแบบกลุ่มร่วมกำหนดเกณฑ์ค่าคะแนนที่ใช้ในการพิจารณา

3.4 การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการโดยการให้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์

การจัดลำดับความสำคัญในงานวิจัยนี้ได้ทำการสนทนาแบบกลุ่ม Workshop ร่วมกันกับเทศบาลปากเกร็ดและผู้เชี่ยวชาญด้านงานนโยบายจากภาคการเมือง และภาคเอกชน เพื่อร่วมกำหนดเกณฑ์พิจารณาโดยมีนิยามดังนี้

1) ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ

ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบยังเกี่ยวข้องกับการสร้างโครงสร้างและกระบวนการของสถาบันที่เหมาะสมเพื่อดำเนินการและบังคับใช้นโยบายเหล่านี้อย่างมีประสิทธิภาพ และข้อบังคับ ซึ่งรวมถึงการจัดตั้งหน่วยงานกำกับดูแลโดยเฉพาะ เช่น หน่วยงานกำกับดูแลหรือคณะกรรมการ เพื่อดูแลการปฏิบัติตามและการบังคับใช้

2) ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์

ความพร้อมใช้งานของต้นทุนและผลประโยชน์ หมายถึงการมีอยู่ของค่าใช้จ่ายและข้อได้เปรียบที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ การกระทำ หรือโครงการเฉพาะ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการประเมินและทำความเข้าใจข้อเสียที่อาจเกิดขึ้น ค่าใช้จ่าย หรือการเสียสละ (ต้นทุน) ที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการบางอย่าง ตลอดจนข้อได้เปรียบ ผลกำไร หรือรางวัล (ผลประโยชน์) ที่อาจเกิดขึ้น

3) ความพร้อมด้านสังคม

ความพร้อมของแต่ละบุคคลที่จะมีส่วนร่วมในการปฏิสัมพันธ์และมีความสัมพันธ์ทางสังคมอย่างมีประสิทธิภาพต่อมาตรการที่เกี่ยวข้องเพื่อนำทางบริบททางสังคมต่างๆในการสื่อสารกับผู้อื่น ทำให้เกิดการตระหนักรู้ มีความสามารถในการปรับตัว

4) ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

การเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจที่นำไปให้เกิดกระบวนการเพิ่มมูลค่าหรือคุณภาพของสินค้าหรือบริการ ซึ่งส่งผลให้มูลค่าโดยรวมเพิ่มขึ้น

5) ผลกระทบด้านการจ้างงานและการสร้างรายได้

มุ่งเน้นไปที่การฝึกอบรมขึ้นใหม่ของแรงงาน ยกเว้นทักษะเพื่อช่วยให้พนักงานปรับตัวเข้ากับตลาดงานที่เปลี่ยนแปลงได้ สามารถส่งเสริมการเป็นผู้ประกอบการและการพัฒนาธุรกิจขนาดเล็กสามารถกระตุ้นการสร้างรายได้และการสร้างงานได้

6) ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ภัยธรรมชาติ หรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมทั้งผลบวกและลบที่ปัจจัยเหล่านี้มีต่อระบบนิเวศ ทรัพยากรธรรมชาติ และความสมดุลโดยรวมของโลก

| | |
|--|------------------------------|
| ค่าถ่วงน้ำหนัก โดยใช้เกณฑ์พิจารณา 6 ด้าน คือ | |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ | (ค่าถ่วงน้ำหนัก ร้อยละ 30) |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ | (ค่าถ่วงน้ำหนัก ร้อยละ 15) |
| ความพร้อมด้านสังคม | (ค่าถ่วงน้ำหนัก ร้อยละ 15) |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | (ค่าถ่วงน้ำหนัก ร้อยละ 15) |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและการสร้างรายได้ | (ค่าถ่วงน้ำหนัก ร้อยละ 15) |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | (ค่าถ่วงน้ำหนัก ร้อยละ 10) |

3.5 การวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของแต่ละมาตรการ การจัดลำดับความสำคัญให้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์

วิเคราะห์ลำดับความสำคัญของแต่ละมาตรการจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

3.6 การประเมินลำดับความสำคัญของแต่ละมาตรการเพื่อส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลำดับความสำคัญของแต่ละมาตรการ

3.7 สรุปผลการวิจัยคัดเลือกมาตรการเพื่อพัฒนาศักยภาพเมืองเพื่อเสนอนโยบายที่เหมาะสมกับพื้นที่ในเขตเทศบาลนครปากเกร็ด

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

การรวบรวมเอกสารแบบสำรวจทั้งหมด 20 ฉบับจากการทำแบบสำรวจลำดับความสำคัญ ของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษาเทศบาลนครปากเกร็ด ทางผู้วิจัยได้ใช้ กระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์นำไปวิเคราะห์ด้วยหลักการคำนวณค่าคะแนนแบบถ่วง น้ำหนักให้สามารถคำนวณค่าคะแนนประเมินลำดับความสำคัญประเมินมาตรการเพื่อสรุป ผลการวิจัยในการคัดเลือกมาตรการเพื่อพัฒนาศักยภาพเมืองในการสร้างชุดนโยบายที่เหมาะสมกับ พื้นที่เทศบาลนครปากเกร็ด

จากการสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ทำ ร่วมกับการสนทนาแบบกลุ่มซึ่งผู้เข้าร่วมเห็นพ้องต้องกันว่าเกณฑ์ในการพิจารณาลำดับความสำคัญ คือเรื่องความพร้อมและผลกระทบด้านต่างๆ โดยที่ ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Politic) มีค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุด รองลงมาที่ค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญเท่ากันคือความพร้อมด้าน ต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) ความพร้อมด้านสังคม (Social) ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่า ทางเศรษฐกิจ ผลกระทบด้านการจ้างงานและการสร้างรายได้ และเกณฑ์ที่ได้ค่าถ่วงน้ำหนัก ความสำคัญต่ำสุดคือผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

4.1 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญของภาพรวมมาตรการ

มาตรการที่ทำการสำรวจลำดับความสำคัญภาพรวมได้ทำการสอบถาม 3 ด้าน พบว่า คะแนนสูงสุด คือ กลุ่มพลังงานทดแทนและการจัดการของเสีย รองลงมาคือ ภาคขนส่ง และ กลุ่ม เพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน ตามลำดับดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการคำนวณคะแนนถ่วงค่าน้ำหนักภาพรวมของลำดับความสำคัญของมาตรการ

| Purpose: ภาพรวม | | | | | | | |
|--|--------|---|-------------------|------------------------------------|-------------------|--------|-------------------|
| Criteria (clearly spelled out as positive statements) | weight | พลังงานทดแทน และการจัดการของ เสีย | | การเพิ่ม ประสิทธิภาพ พลังงาน | | ขนส่ง | |
| | | rating | weighted score | rating | weighted score | rating | weighted score |
| ความพร้อมด้าน นโยบายและกฎระเบียบ | 30 | 3.30 | 99 | 2.90 | 87 | 3.05 | 91.5 |
| ความพร้อมด้านต้นทุน และผลประโยชน์ | 15 | 3.25 | 48.75 | 3.20 | 48 | 3.05 | 45.75 |
| ความพร้อมด้านสังคม | 15 | 3.00 | 45 | 2.85 | 42.75 | 3.00 | 45 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่ม มูลค่าทางเศรษฐกิจ | 15 | 3.15 | 47.25 | 3.00 | 45 | 3.10 | 46.5 |
| ผลกระทบด้านการจ้าง งานและสร้างรายได้ | 15 | 2.90 | 43.5 | 2.55 | 38.25 | 2.75 | 41.25 |
| ผลกระทบด้าน สิ่งแวดล้อม | 10 | 2.80 | 28 | 2.80 | 28 | 3.00 | 30 |
| Totals | 100 | | 311.5 | | 289 | | 300 |

4.2 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการด้านกลุ่มพลังงานทดแทนและการจัดการของเสีย

มาตรการที่ทำการสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการด้านกลุ่มพลังงานทดแทนและการจัดการของเสีย พบว่า คะแนนสูงสุด คือ กลุ่มพลังงาน ไฟฟ้าจากชีวมวลและขยะ รองลงมาคือ พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และ พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการคำนวณคะแนนถ่วงค่าน้ำหนักลำดับความสำคัญของมาตรการกลุ่มพลังงานทดแทนและการจัดการของเสีย

| Purpose: กลุ่ม พลังงานทดแทนและการจัดการของเสีย | | | | | | | |
|--|--------|--|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|
| Criteria (clearly spelled out as positive statements) | weight | พลังงานไฟฟ้า จากพลังงาน แสงอาทิตย์ | | พลังงานไฟฟ้า จากพลังงานลม | | พลังงานไฟฟ้าจาก ชีวมวลและขยะ | |
| | | rating | weighted score | rating | weighted score | rating | weighted score |
| ความพร้อมด้าน นโยบายและกฎระเบียบ | 30 | 2.80 | 84 | 2.50 | 75 | 2.95 | 88.5 |
| ความพร้อมด้านต้นทุน และผลประโยชน์ | 15 | 2.80 | 42 | 2.75 | 41.25 | 3.00 | 45 |
| ความพร้อมด้านสังคม | 15 | 3.10 | 46.5 | 2.75 | 41.25 | 2.80 | 42 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่ม มูลค่าทางเศรษฐกิจ | 15 | 2.65 | 39.75 | 2.40 | 36 | 2.55 | 38.25 |
| ผลกระทบด้านการจ้าง งานและสร้างรายได้ | 15 | 2.40 | 36 | 2.20 | 33 | 2.40 | 36 |
| ผลกระทบด้าน สิ่งแวดล้อม | 10 | 2.80 | 28 | 2.55 | 25.5 | 2.75 | 27.5 |
| Totals | 100 | | 276.25 | | 252 | | 277.25 |

4.3 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการด้านกลุ่มเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

มาตรการที่ทำการสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการด้านกลุ่มเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน พบว่า คะแนนสูงสุด คือ กลุ่มเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพระบบส่องสว่าง รองลงมาคือ เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็น พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และ เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตความร้อน ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการคำนวณคะแนนถ่วงค่าน้ำหนักลำดับความสำคัญของมาตรการกลุ่มการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

| Purpose: การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน | | | | | | | |
|--|--------|---|-------------------|--|-------------------|--|-------------------|
| Criteria (clearly spelled out as positive statements) | weight | เทคโนโลยีการเพิ่ม ประสิทธิภาพเครื่อง ทำความเย็น | | เทคโนโลยีการเพิ่ม ประสิทธิภาพระบบ ผลิตความร้อน | | เทคโนโลยีการเพิ่ม ประสิทธิภาพระบบ แสงสว่าง | |
| | | rating | weighted score | rating | weighted score | rating | weighted score |
| ความพร้อมด้าน นโยบายและกฎระเบียบ | 30 | 2.60 | 78 | 2.65 | 79.5 | 3.15 | 94.5 |
| ความพร้อมด้านต้นทุน และผลประโยชน์ | 15 | 3.00 | 45 | 2.80 | 42 | 3.15 | 47.25 |
| ความพร้อมด้านสังคม | 15 | 2.75 | 41.25 | 2.65 | 39.75 | 2.90 | 43.5 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่ม มูลค่าทางเศรษฐกิจ | 15 | 2.95 | 44.25 | 2.90 | 43.5 | 3.05 | 45.75 |
| ผลกระทบด้านการจ้าง งานและสร้างรายได้ | 15 | 2.65 | 39.75 | 2.55 | 38.25 | 2.65 | 39.75 |
| ผลกระทบด้าน สิ่งแวดล้อม | 10 | 2.75 | 27.5 | 2.80 | 28 | 3.00 | 30 |
| Totals | 100 | | 275.75 | | 271 | | 300.75 |

CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.4 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการด้านขนส่ง

มาตรการที่ทำการสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการด้านกลุ่มภาคขนส่ง พบว่า คะแนนสูงสุด คือ การใช้รถไฟฟ้าระบบรางเพื่อการขนส่ง รองลงมาคือการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 : ผลการคำนวณคะแนนถ่วงค่าน้ำหนักลำดับความสำคัญของมาตรการกลุ่มการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

| Purpose: ภาคขนส่ง | | | | | |
|--|--------|--------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|
| Criteria (clearly spelled out as positive statements) | weight | ยานยนต์ไฟฟ้า | | รถไฟฟ้าระบบราง เพื่อการขนส่ง | |
| | | rating | weighted score | rating | weighted score |
| ความพร้อมด้าน นโยบายและกฎระเบียบ | 30 | 3.15 | 94.5 | 3.20 | 96.00 |
| ความพร้อมด้านต้นทุน และผลประโยชน์ | 15 | 3.20 | 48 | 3.30 | 49.50 |
| ความพร้อมด้านสังคม | 15 | 3.00 | 45 | 3.20 | 48.00 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่ม มูลค่าทางเศรษฐกิจ | 15 | 3.25 | 48.75 | 3.30 | 49.50 |
| ผลกระทบด้านการจ้าง งานและสร้างรายได้ | 15 | 2.95 | 44.25 | 2.95 | 44.25 |
| ผลกระทบด้าน สิ่งแวดล้อม | 10 | 2.75 | 27.5 | 2.95 | 29.50 |
| Totals | 100 | | 308 | | 316.75 |

บทที่ 5



บทที่ 5

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายลำดับความสำคัญของมาตรการโดยใช้ค่าคะแนนแบบถ่วงน้ำหนักเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

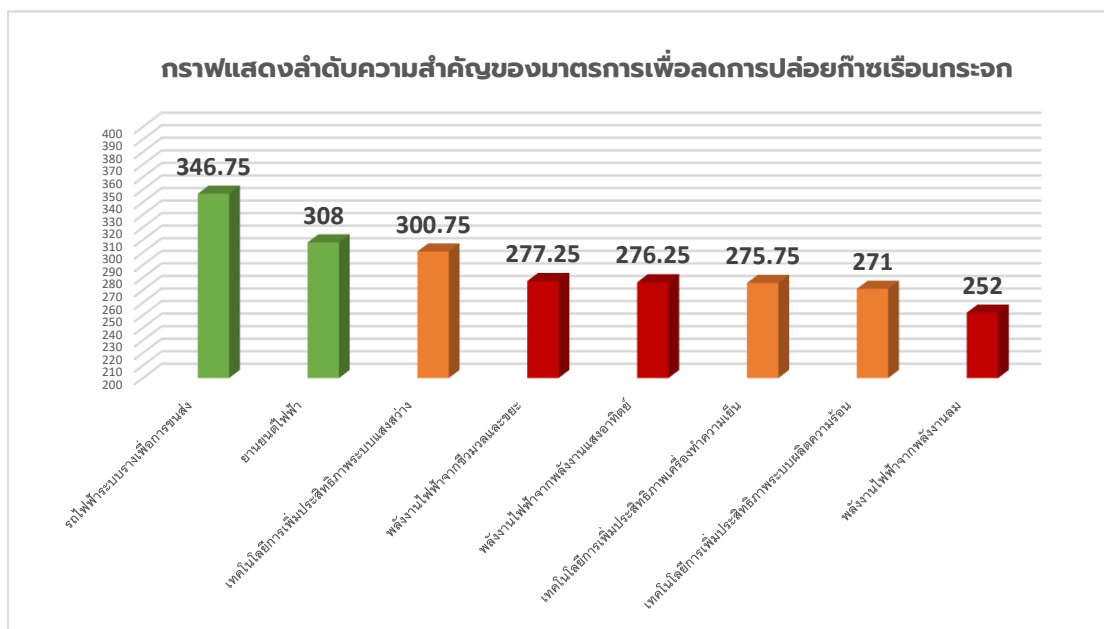
เมื่อการพิจารณาลำดับความสำคัญด้วยเกณฑ์เรื่องความพร้อมและผลกระทบด้านต่างๆ ในลักษณะภาพรวม ทางเลือกด้านมาตรการสนับสนุนพลังงานทดแทน สูงกว่ามาตรการจากภาคขนส่ง และ มาตรการด้านเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน ทั้งนี้เป็นผลมาจากภาวะแห่งชาติที่สังคมมองเห็นไปในภาพเดียวกันในการลดการใช้พลังงานการเชื้อเพลิงฟอสซิลและหันมาใช้พลังงานทดแทน

เมื่อพิจารณาย่อยลงไปในแต่ละกลุ่มมาตรการ ในส่วนของมาตรการด้านพลังงานทดแทน และการจัดการของเสีย มาตรการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลและขยะได้รับค่าคะแนนสูงสุด รองลงมาคือการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ และ อันดับท้ายสุดคือการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลม ผู้วิจัยได้รับข้อคิดเห็นที่ตรงกันจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นปัญหาขยะล้นเมืองทำให้คนเริ่มมีความสนใจในการนำของเสียมาแปลงเป็นพลังงานซึ่งสามารถช่วยลดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้

ในกลุ่มมาตรการด้านการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพระบบส่องสว่าง ได้รับค่าคะแนนสูงสุดเนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถทำได้ในต้นทุนที่ราคาต่ำที่สุดและสร้างผลลัพธ์ในการประหยัดพลังงานได้ดี ในขณะที่มาตรการด้านการเพิ่มประสิทธิภาพทำความเย็น ได้รับค่าคะแนนรองลงมา เมื่อพิจารณาแล้ว การเปลี่ยนเครื่องทำความเย็นมีต้นทุนที่สูงกว่าการเปลี่ยนหลอดไฟ LED ทำให้มาตรการการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็นได้คะแนนความสำคัญต่ำกว่า และมาตรการด้านการเพิ่มประสิทธิภาพระบบความร้อนมีค่าคะแนนต่ำสุด นอกจากนี้การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานเป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจมาเป็นเวลานานในประเทศไทยและค่อนข้างมีความพร้อมในทุกมิติ

สำหรับภาคขนส่ง มาตรการด้านระบบไฟฟ้ารางเพื่อการขนส่งได้รับคะแนนความพร้อมสูงกว่ามาตรการด้านยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งนี้เป็นผลมาจากประเทศไทยยังขาดความพร้อมด้านยานยนต์ไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นเรื่องสถานีจ่ายไฟ และการผลิตแบตเตอรี่ภายในประเทศ แม้ว่าประเทศไทยได้มีมาตรการและเทคโนโลยีใหม่ๆ มากมายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปัจจุบัน แต่ยังไม่ได้มีการจัดลำดับความสำคัญของแต่ละเทคโนโลยีในมิติต่างๆ อย่างเหมาะสมและแพร่หลาย การที่บริบททางสังคมและเศรษฐกิจของแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ทำให้ความพร้อมและผลกระทบของแต่ละพื้นที่อาจมีความแตกต่างกันในการนำมาตรการมาใช้เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การสร้างสังคมคาร์บอนต่ำจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาความพร้อมและผลกระทบโดยผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่เป็นประการสำคัญ



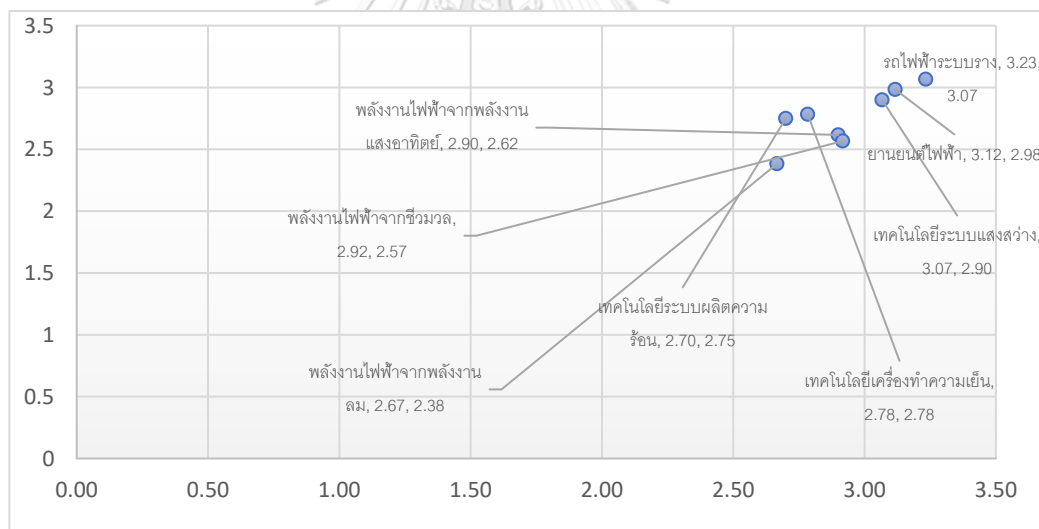
ภาพที่ 8 : กราฟแสดงลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

5.2 อภิปรายค่าคะแนนเฉลี่ยของแต่ละมาตรการเทียบมิติด้านความพร้อมและผลกระทบ

งานวิจัยนี้ได้อภิปรายผลเพื่อแสดงค่าคะแนนของแต่ละมาตรการด้านความพร้อมและผลกระทบ โดยค่าคะแนนความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Political) คะแนนความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) คะแนนความพร้อมด้านสังคม (Social) ได้ถูกนำมา รวมกันเป็นมิติด้านพร้อมของแต่ละมาตรการนำเสนอออกมาเป็นค่าเฉลี่ย และค่าคะแนนผลกระทบ ด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ ผลกระทบด้านการจ้างงานและการสร้างรายได้ ถูกนำมารวมกัน เป็นมิติด้านผลกระทบของแต่ละมาตรการนำเสนอออกมาเป็นค่าเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 10 และ ภาพที่ 9 ตามลำดับ

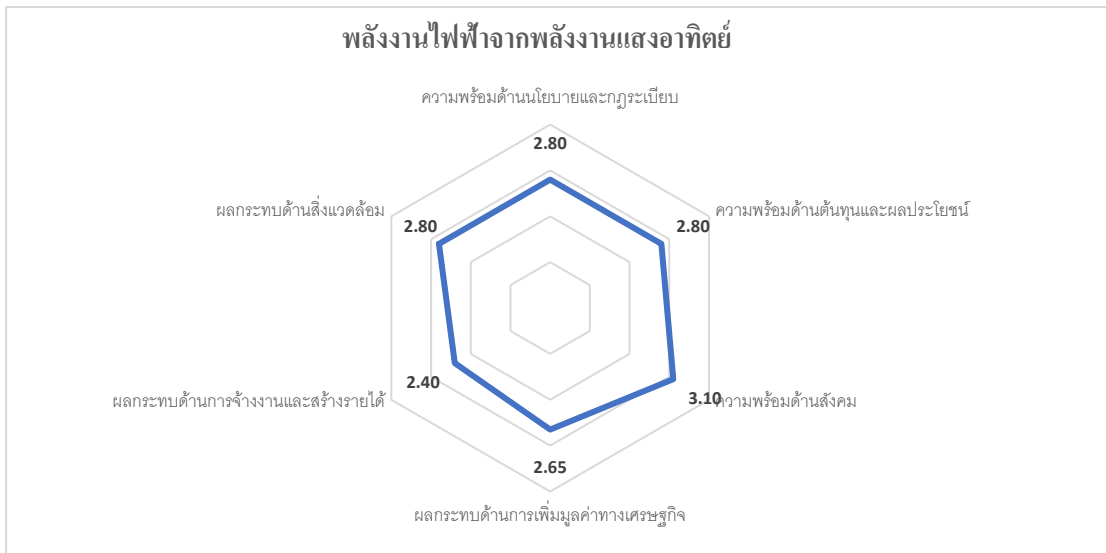
ตารางที่ 10 ตารางแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยด้านมิติความพร้อมและผลกระทบ

| มาตรการ | ความพร้อม | ผลกระทบ |
|----------------------------------|-----------|---------|
| พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ | 2.90 | 2.62 |
| พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลม | 2.67 | 2.38 |
| พลังงานไฟฟ้าจากชีวมวล | 2.92 | 2.57 |
| เทคโนโลยีเครื่องทำความเย็น | 2.78 | 2.78 |
| เทคโนโลยีระบบผลิตความร้อน | 2.70 | 2.75 |
| เทคโนโลยีระบบแสงสว่าง | 3.07 | 2.90 |
| ยานยนต์ไฟฟ้า | 3.12 | 2.98 |
| รถไฟฟ้าระบบราง | 3.90 | 3.07 |

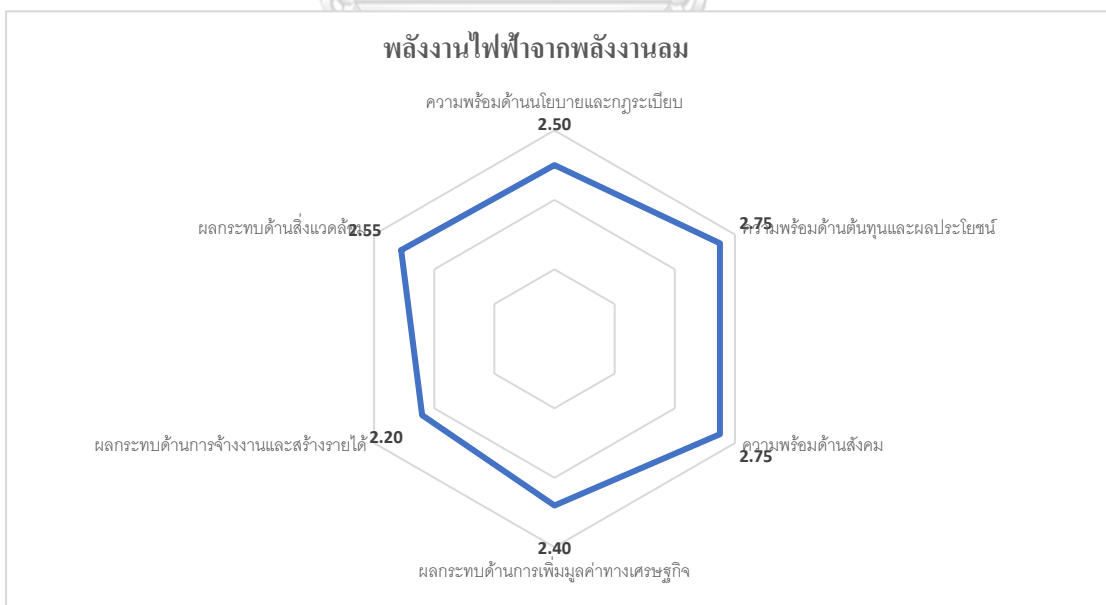


ภาพที่ 9 : กราฟแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยด้านมิติความพร้อมและผลกระทบ

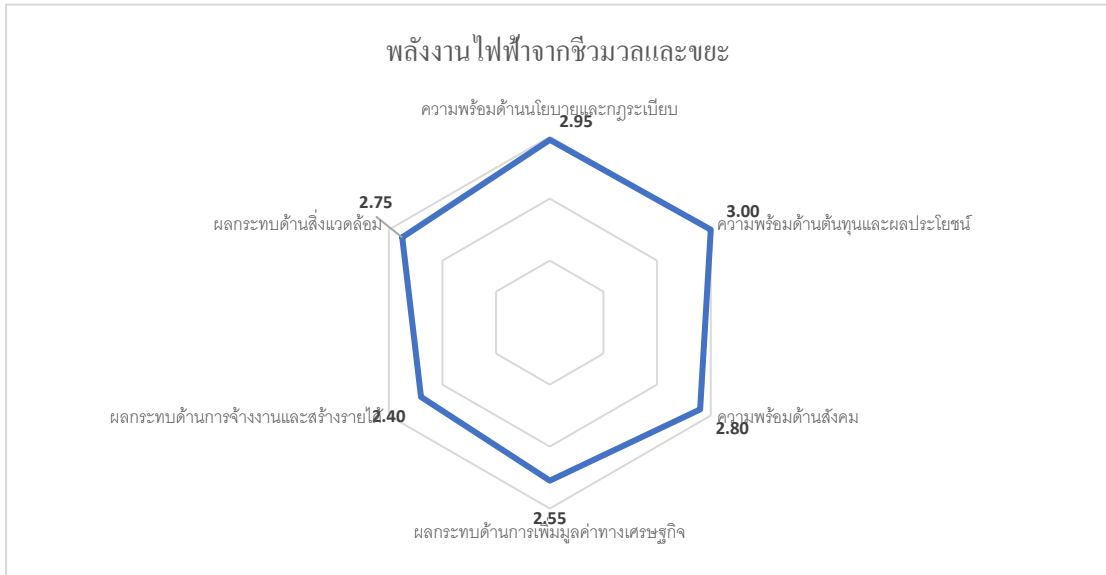
5.3 กราฟค่าคะแนนจากแบบสอบถามของแต่ละมาตรการ



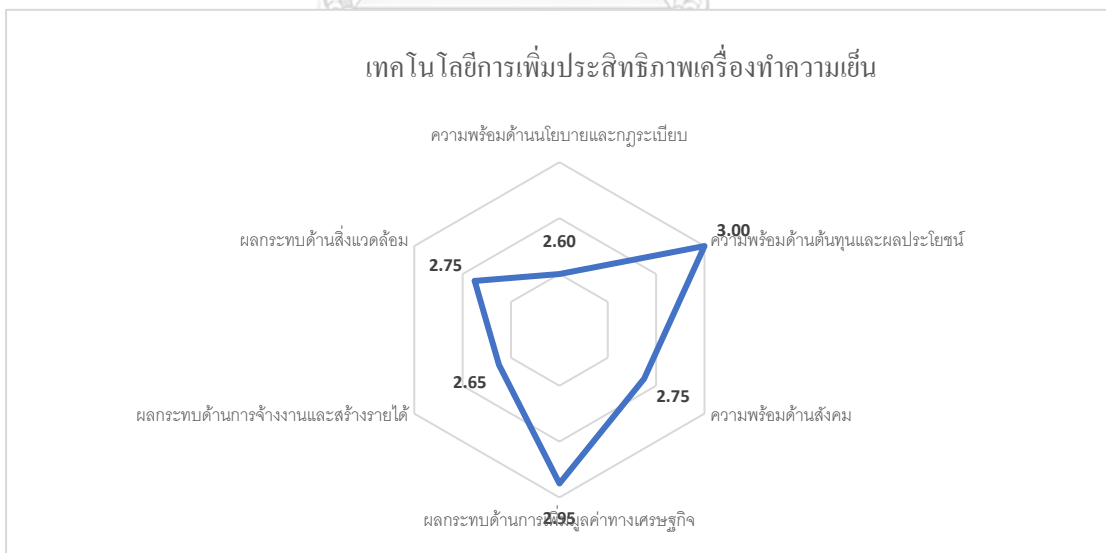
ภาพที่ 10 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ
การใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์



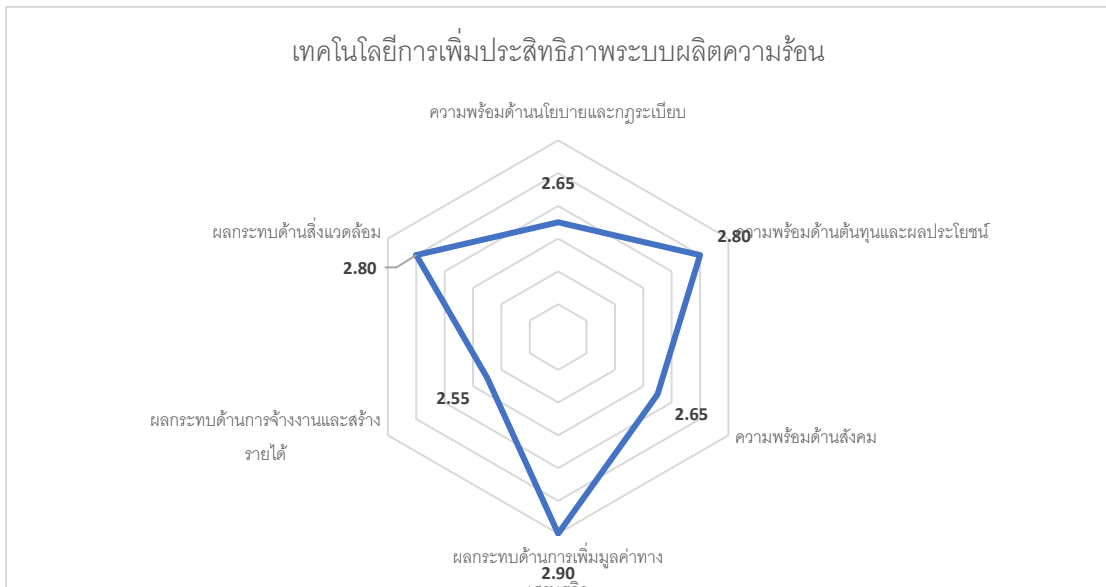
ภาพที่ 11 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ
การใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลม



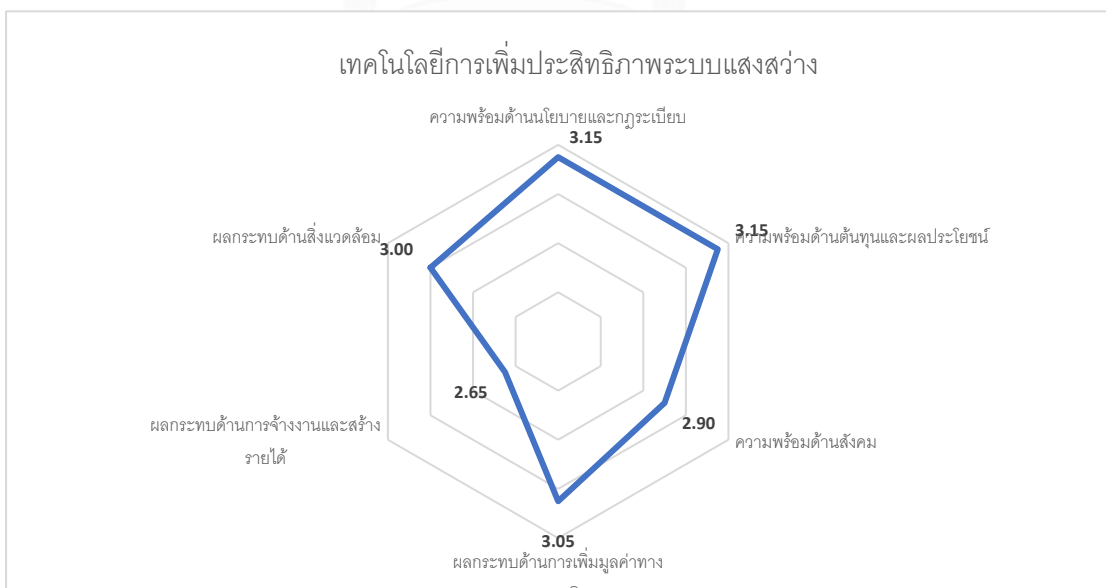
ภาพที่ 12 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ
การใช้พลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลและขยะ



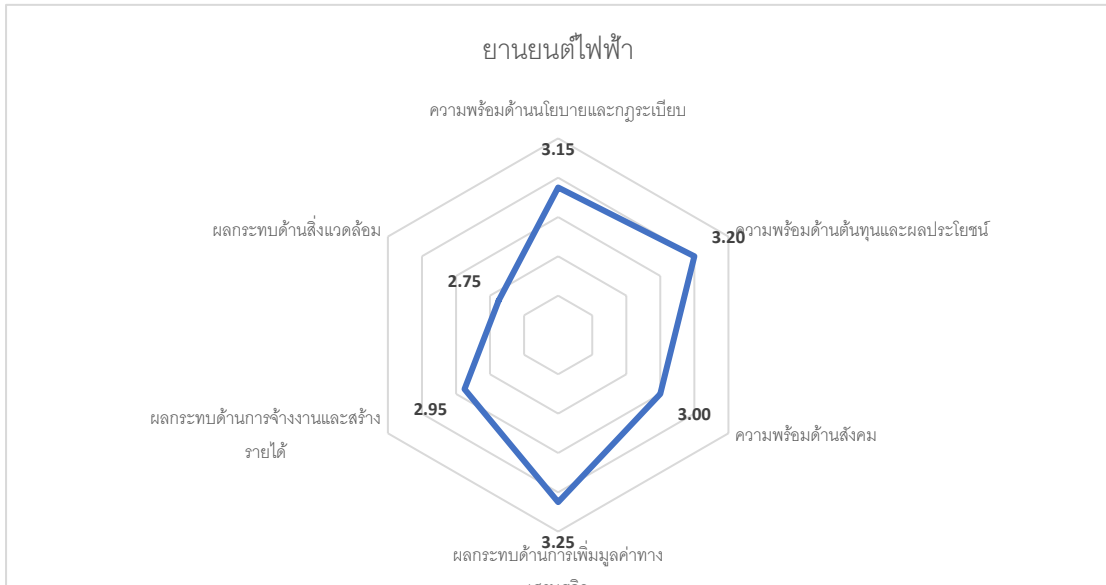
ภาพที่ 13 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ
การใช้เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็น



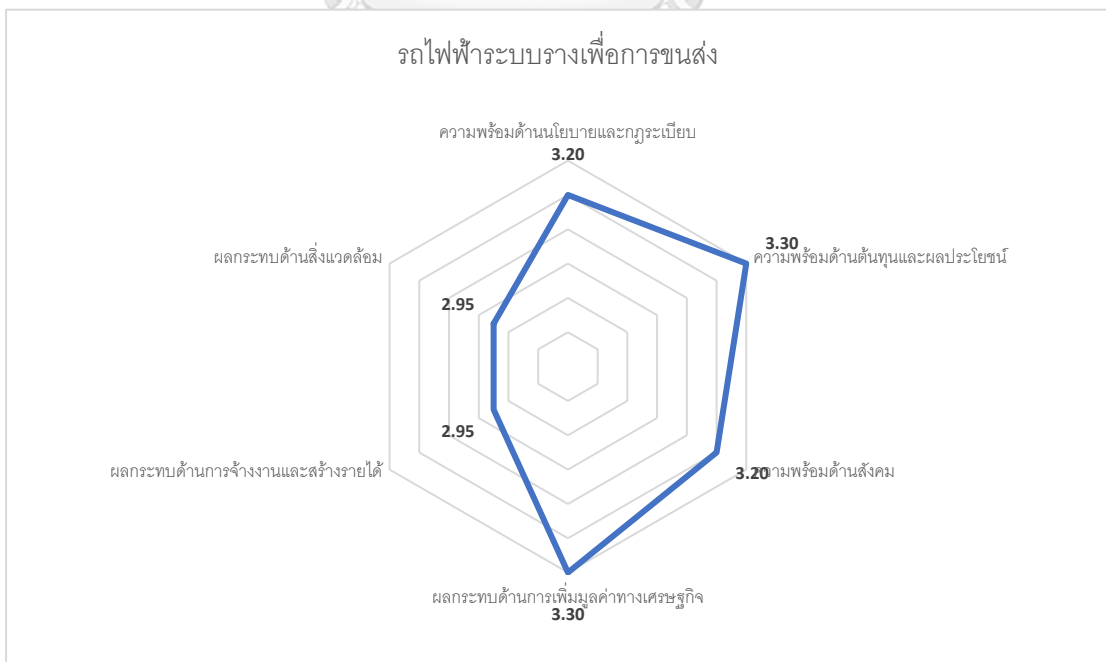
ภาพที่ 14 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ
การใช้เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตความร้อน



ภาพที่ 15 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ
การใช้เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง



**ภาพที่ 16 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ
การใช้เทคโนโลยีด้านยานยนต์ไฟฟ้า**



ภาพที่ 17 : ค่าคะแนนจากการสำรวจความสำคัญจากมาตรการ

การใช้รถไฟฟ้าระบบรางเพื่อการขนส่ง

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้สังเกตเห็นความสำคัญของการรับมือกับสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก การสร้างสังคมคาร์บอนต่ำจึงเป็นสิ่งที่ต้องทำร่วมกันเพื่อหามาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในภาคพลังงานและภาคขนส่ง ผู้วิจัยได้จัดลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน กรณีศึกษาเทศบาลนครปากเกร็ดโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์แบบบูรณาการ โดยได้ศึกษาและพิจารณาเกณฑ์ในการตัดสินใจ ทั้งหมด 6 เกณฑ์ อันประกอบไปด้วย เกณฑ์ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ เกณฑ์ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ เกณฑ์ความพร้อมความพร้อมด้านสังคม เกณฑ์ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ เกณฑ์ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ เกณฑ์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม และทางเลือกของมาตรการที่เป็นไปได้โดยได้แบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ มาตรการด้านพลังงานทดแทน มาตรการด้านการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานและ มาตรการด้านขนส่ง ผลการศึกษาของบทความนี้สามารถจัดลำดับความสำคัญของมาตรการที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลนครปากเกร็ดเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการจัดลำดับความสำคัญของการดำเนินออกมาตรการ โดยความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ มีค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุดเป็นผลมาจากการที่จะเกิดนโยบายใดเกิดขึ้นในการออกมาตรการ จำเป็นต้องมีกรอบกฎหมายที่จำเป็น รวมไปถึงทรัพยากรที่มีอยู่เพื่อจัดการกับปัญหาหรือความท้าทายเฉพาะถิ่น มาตรการด้านการขนส่งได้รับความสำคัญสูงสุดทั้งในมิติความพร้อมและผลกระทบอันมาจากการความพร้อมของการเชื่อมต่อบรรยากาศภาครัฐและความตื่นตัวจากภาคครัวเรือนในการให้ความสนใจรถไฟฟ้าระบบราง และยานยนต์ไฟฟ้าตามลำดับ นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการเลือกใช้พลังงานที่สะอาดและหมุนเวียนที่จะลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล ในส่วนของชีวมวลมีค่าคะแนนน้อยในเทศบาลปากเกร็ดเป็นผลมาจากพื้นที่ศึกษามีความเป็นเมืองมากกว่าภาคเกษตรกรรม หากมีการศึกษาในเทศบาลอื่น ความสำคัญของการถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนของการจัดลำดับความสำคัญก็จะมีค่าแตกต่างกันไปตามบริบทของลักษณะทางกายภาพของพื้นที่นั้นและการมีอยู่แล้วของนโยบายท้องถิ่นนั้น เมื่อมีการ

จัดลำดับความสำคัญของมาตรการแล้วจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันนำไปสู่การลดผลกระทบจากเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตให้ดียิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก

แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษาเทศบาลนครปากเกร็ด

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. ข้อมูลส่วนตัว

1.1 ชื่อ-สกุล

1.2 ตำแหน่ง.....

1.3 ที่ทำงาน (ชื่อหน่วยงาน).....

2. คำถามแบบมีคำตอบให้เลือก 2 ข้อ

2.1 คุณคิดว่ามีความจำเป็นหรือไม่ที่ควรมีการดำเนินการทางด้านนโยบายเกี่ยวกับก๊าซเรือนกระจกเพื่อเตรียมความพร้อมของ

ท้องถิ่นเพื่อลดปัญหาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จำเป็น

ไม่จำเป็น

2.2 คุณคิดว่าเป็นเรื่องจำเป็นเร่งด่วนหรือไม่ต่อการสรรสร้างมาตรการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของประเทศไทยในการบรรลุเป้าหมายการปล่อยมลพิษสุทธิเป็นศูนย์

จำเป็น

ไม่จำเป็น

3. คำถามแบบสำรวจลำดับความสำคัญแบบบับให้ค่าคะแนน 1-4

หมายเหตุ: ค่าคะแนน 1 หมายถึง ไม่มี

ค่าคะแนน 2 หมายถึง น้อย

ค่าคะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง

ค่าคะแนน 4 หมายถึง มาก

| แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษาเทศบาลนครปากเกร็ด | | | |
|---|---------------------------------|----------------------------|----------|
| เกณฑ์การพิจารณา | พลังงานทดแทนและการจัดการของเสีย | การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน | ขนส่ง |
| | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ | | | |
| ความพร้อมด้านทุนและผลประโยชน์ | | | |
| ความพร้อมด้านสังคม | | | |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | | |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | | |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | | |

| แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษาเทศบาลนครปากเกร็ด : เจาะจงกลุ่ม พนักงานทดแทนและการจัดการของเสีย | | | |
|---|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| เกณฑ์การพิจารณา | พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ | พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลม | พลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลและขยะ |
| | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ | | | |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ | | | |
| ความพร้อมด้านสังคม | | | |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | | |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | | |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | | |

| แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษาเทศบาลนครปากเกร็ด : เจาะจงกลุ่ม การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน | | | |
|--|---|--|--|
| เกณฑ์การพิจารณา | เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็น | เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตความร้อน | เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง |
| | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ | | | |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ | | | |
| ความพร้อมด้านสังคม | | | |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | | |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | | |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | | |

| แบบสำรวจลำดับความสำคัญของมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษาเทศบาลนครปากเกร็ด : เจาะจงกลุ่ม ขนส่ง | | |
|---|--------------|-----------------------------|
| เกณฑ์การพิจารณา | ยานยนต์ไฟฟ้า | รถไฟฟ้าระบบรางเพื่อการขนส่ง |
| | ค่าคะแนน | ค่าคะแนน |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ | | |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ | | |
| ความพร้อมด้านสังคม | | |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | |

ภาคผนวก ข

ผลการสำรวจคะแนนการจัดลำดับสำคัญของมาตรการ

| | | RE | EE | T | Sun | Wind | Biomass | Cooling | Heating | Lighting | EV | Rail |
|---|--------|----|----|---|-----|------|---------|---------|---------|----------|----|------|
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Politic) | คนที่1 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) | | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านสังคม (Social) | | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Politic) | คนที่2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) | | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| ความพร้อมด้านสังคม (Social) | | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 |

| | | RE | EE | T | Sun | Wind | Biomass | Cooling | Heating | Lighting | EV | Rail |
|---|--------|--------|----|---|-----|------|---------|---------|---------|----------|----|------|
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Political) | คนที่3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) | | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านสังคม (Social) | | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Political) | | คนที่4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) | 3 | | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| ความพร้อมด้านสังคม (Social) | 2 | | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | 3 | | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | 3 | | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | 2 | | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Political) | คนที่5 | | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ | | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 |

| | | RE | EE | T | Sun | Wind | Biomass | Cooling | Heating | Lighting | EV | Rail |
|---|--------|----|----|---|-----|------|---------|---------|---------|----------|----|------|
| (Economic) | | | | | | | | | | | | |
| ความพร้อมด้านสังคม (Social) | | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ผลกระทบต่อด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ผลกระทบต่อด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| ผลกระทบต่อด้านสิ่งแวดล้อม | | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Politic) | | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) | | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| ความพร้อมด้านสังคม (Social) | คนที่6 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| ผลกระทบต่อด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| ผลกระทบต่อด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| ผลกระทบต่อด้านสิ่งแวดล้อม | | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Politic) | | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) | คนที่7 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านสังคม (Social) | | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| ผลกระทบต่อด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |

| | | RE | EE | T | Sun | Wind | Biomass | Cooling | Heating | Lighting | EV | Rail | |
|--|-------------|------------|----|---|-----|------|---------|---------|---------|----------|----|------|---|
| ผลกระทบด้าน การจ้างงานและ สร้างรายได้ | | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | |
| ผลกระทบด้าน สิ่งแวดล้อม | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | |
| ความพร้อมด้าน นโยบายและ กฎระเบียบ (Political) | คน ที่8 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| ความพร้อมด้าน ต้นทุนและ ผลประโยชน์ (Economic) | | 4 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | |
| ความพร้อมด้าน สังคม (Social) | | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | |
| ผลกระทบด้าน การเพิ่มมูลค่าทาง เศรษฐกิจ | | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | |
| ผลกระทบด้าน การจ้างงานและ สร้างรายได้ | | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | |
| ผลกระทบด้าน สิ่งแวดล้อม | | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| ความพร้อมด้าน นโยบายและ กฎระเบียบ (Political) | | คน ที่9 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ความพร้อมด้าน ต้นทุนและ ผลประโยชน์ (Economic) | | | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้าน สังคม (Social) | 2 | | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| ผลกระทบด้าน การเพิ่มมูลค่าทาง เศรษฐกิจ | 1 | | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| ผลกระทบด้าน การจ้างงานและ สร้างรายได้ | 1 | | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| ผลกระทบด้าน สิ่งแวดล้อม | 2 | | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | |
| ความพร้อมด้าน นโยบายและ กฎระเบียบ (Political) | คน ที่10 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | |

| | | RE | EE | T | Sun | Wind | Biomass | Cooling | Heating | Lighting | EV | Rail |
|---|----------|----|----|---|-----|------|---------|---------|---------|----------|----|------|
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Political) | คนที่ 15 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) | | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| ความพร้อมด้านสังคม (Social) | | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Political) | คนที่ 16 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) | | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| ความพร้อมด้านสังคม (Social) | | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Political) | คนที่ 17 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) | | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |

| | | RE | EE | T | Sun | Wind | Biomass | Cooling | Heating | Lighting | EV | Rail |
|---|----------|----------|----|---|-----|------|---------|---------|---------|----------|----|------|
| ความพร้อมด้านสังคม (Social) | | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Politic) | คนที่ 18 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) | | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| ความพร้อมด้านสังคม (Social) | | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| ความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบ (Politic) | | คนที่ 19 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์ (Economic) | 2 | | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้านสังคม (Social) | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ | 4 | | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้านการจ้างงานและสร้างรายได้ | 3 | | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 |

| | | RE | EE | T | Sun | Wind | Biomass | Cooling | Heating | Lighting | EV | Rail |
|--|-------------|----|----|---|-----|------|---------|---------|---------|----------|----|------|
| ผลกระทบด้าน สิ่งแวดล้อม | | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 |
| ความพร้อมด้าน นโยบายและ กฎระเบียบ (Political) | คน ที่20 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ความพร้อมด้าน ต้นทุนและ ผลประโยชน์ (Economic) | | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| ความพร้อมด้าน สังคม (Social) | | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| ผลกระทบด้าน การเพิ่มมูลค่าทาง เศรษฐกิจ | | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ผลกระทบด้าน การจ้างงานและ สร้างรายได้ | | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| ผลกระทบด้าน สิ่งแวดล้อม | | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 |

บรรณานุกรม

1. Yang J. Strategies for Low-Carbon Green Growth and Urban Management in Korea. *Journal of Urban Management*. 2013;2(1):85-101.
2. Sampattagul S, Khomyan C. City Carbon Footprint Evaluation and GHG Mitigation Options Planning Survey for Low Carbon City 2016.
3. Sununta N, Kongboon R, Jareansuk L, Sampattagul S. City Carbon Footprint Evaluation and Forecasting Case Study: Dan Sai Municipality, Loei Province of northeastern Thailand 2017.
4. Jia J, Gong Z, Chen C, Jian H, Xie D. Urban carbon dioxide equivalent (CO₂e) accounting based on the GPC framework: A case of the underdeveloped city of Nanchang, China. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*. 2018;10.
5. Ren F-R, Tian Z, Shen Y-T, Chiu Y-H, Lin T-Y. Energy, CO₂, and AQI Efficiency and Improvement of the Yangtze River Economic Belt. *Energies* [Internet]. 2019; 12(4).
6. Andrade J, Dameno A, Perez J, de Andrés Almeida JM, Lumbreras J. Comparing Madrid and Salvador GHG Emission Inventories: Implications for Future Researches. *Journal of Operations and Supply Chain Management*. 2017;10:17.
7. Kongboon R, Gheewala S, Sampattagul S. Greenhouse gas emissions inventory data acquisition and analytics for low carbon cities. *Journal of Cleaner Production*. 2022;343:130711.
8. Wilmsen F, Gesing F. The Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) – A New Passage Point on an Old Road? *ZenTra Working Papers in Transnational Studies*. 2016.
9. Haase M, Wulf C, Baumann M, Ersoy H, Koj JC, Harzendorf F, et al. Multi-criteria decision analysis for prospective sustainability assessment of alternative technologies and fuels for individual motorized transport. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 2022;24(10):3171-97.
10. Marzouk M, Mohammed Abdelkader E. On the use of multi-criteria decision making methods for minimizing environmental emissions in construction projects.

Decision Science Letters. 2019;8.

11. Pająk L, Sowiżdział A, Gladysz P, Tomaszewska B, Miecznik M, Andresen T, et al. Multi-Criteria Studies and Assessment Supporting the Selection of Locations and Technologies Used in CO₂-EGS Systems. *Energies*. 2021;14:7683.
12. Yensukho P, Sugsaisakon S, Kittipongvises S. City-wide greenhouse gas emissions of communities nearby the world heritage site of Ayutthaya, Thailand. *Scientific Reports*. 2022;12:9787.
13. Trolborg M, Heslop S, Hough RL. Assessing the sustainability of renewable energy technologies using multi-criteria analysis: Suitability of approach for national-scale assessments and associated uncertainties. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014;39:1173-84.
14. Bo-Feng C, Jin-Nan W, Wei-Shan Y, Lan-Cui L, Dong C. Low Carbon Society in China: Research and Practice. *Advances in Climate Change Research*. 2012;3(2):106-20.
15. Skea JIM, Nishioka S. Policies and practices for a low-carbon society. *Climate Policy*. 2008;8(sup1):S5-S16.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

| | |
|-------------------|---|
| ชื่อ-สกุล | นางสาวชญานัฐ สง่าสงเคราะห์ |
| วัน เดือน ปี เกิด | 7 ธันวาคม 2536 |
| สถานที่เกิด | กรุงเทพมหานคร |
| ที่อยู่ปัจจุบัน | 161/2 ซอยลาดพร้าว 34 แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กทม. 10310 |



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY