การจัดการพลังงานชุมชนที่ยั่งยืน กรณีศึกษา เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

น.ส.ฉัตรแก้ว เพ็ญศิริ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา) สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SUSTAINABLE COMMUNITY ENERGY MANAGEMENT: A CASE STUDY OF BANDU MUNICIPALITY, CHIANG RAI

Miss Chatkaew Phensiri

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

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	การจัดการพลังงานชุมชนที่ยั่งยืน กรณีศึกษา เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
โดย	น.ส.ฉัตรแก้ว เพ็ญศิริ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา)
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ คูชลธารา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ฉัตรแก้ว เพ็ญศิริ : การจัดการพลังงานชุมชนที่ยั่งยืน กรณีศึกษา เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. (SUSTAINABLE COMMUNITY ENERGY MANAGEMENT: A CASE STUDY OF BANDU MUNICIPALITY, CHIANG RAI) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการของชุมชน ปริมาณการใช้พลังงานและการจัดหาพลังงานสำหรับชุมชน รวมถึงเสนอแนวทางการจัดการพลังงานในชุมชน โดยใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์เชิงสถิติ ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า เทศบาลตำบลบ้านดู่ เป็นเทศบาลที่ประสบปัญหาการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทั้งจากจำนวนประชากรในท้องถิ่นที่เพิ่มมากขึ้น และประชากรแฝง โดยมีแนวโน้มที่จะมีการขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่องในอนาคต ส่งผลกระทบต่อการจัดการพลังงานในอนาคต ซึ่งความต้องการของชุมชนด้านพลังงาน คือ เพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทน ลดการนำเข้าพลังงานจากภายนอกชุมชนผ่านการคัดเลือกเทคโนโลยีและมาตรการด้านพลังงาน โดยในปัจจุบันชุมชนมีการบริโภคพลังงานทั้งหมด 21,180.42 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี และพลังงานที่ต้องจัดหาสำหรับชุมชน 22,166.92 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี พึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากภายนอกชุมชน ร้อยละ 98 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 103,254.52 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และภายใต้สถานการณ์แบบเป็นไปตามปกติ (BAU) ปี พ.ศ. 2570 ปริมาณการบริโภคพลังงานจะเพิ่มขึ้นเป็น 23,697.97 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ จะต้องจัดหาพลังงานทั้งสิ้น 24,801.73 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และจะส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 115,527.56 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งมีแนวทางการจัดการพลังงานในชุมชนผ่านการคัดเลือกเทคโนโลยีและมาตรการที่มีความคุ้มค่าในการลงทุน และตามความต้องการของชุมชน ได้ทั้งหมด 7 รายการ จะสามารถลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 9.62 ของการใช้พลังงานทั้งหมด กรณีปกติ ในปี พ.ศ. 2570 ลดการนำเข้าพลังงานจากภายนอกชุมชนได้ร้อยละ 18.20 และลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 11.38 ของกรณีปกติ ปี พ.ศ. 2570 เกิดการจ้างงานในชุมชน สาขาการก่อสร้างหรือติดตั้งระบบได้ 25,304,999.29 บาท และสาขาดำเนินงานและบำรุงรักษา 1,236,393.17 บาทต่อปี

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา) ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6480091520 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT
(INTERDISCIPLINARY PROGRAM)
KEYWORD: community energy management, energy demand, energy technology assessment

Chatkaew Phensiri : SUSTAINABLE COMMUNITY ENERGY MANAGEMENT: A CASE STUDY OF BANDU MUNICIPALITY, CHIANG RAI. Advisor: WEERIN WANGJIRANIRAN, Ph.D.

The purposes of this study are aim to problem analysis and investigate needs of community, energy consumption and energy supply to the community, including to propose community energy management by collecting data and statistical analysis methods through the workshop. The result shows that Bandu municipality dramatically increased the number of populations and non-registered population, trend to expand city area which may affect energy management in the future. The needs of the community are considering to increase renewable energy proportion and decrease energy import by technologies and measures selection. Currently, energy consumption for the community totaled at 21,180.42 toe per year. Energy supply is 22,166.92 toe per year which 98% energy import. Greenhouse gas emission is 103,254.52-ton $CO_{2eq.}$ The business as usual (BAU) scenario in 2027 is estimated to increase in energy consumption to 23,697.97 toe and energy supply is 24,801.73 toe. Greenhouse gas emission is projected to 115,527.56 -ton $CO_{2eq.}$ The technologies and measures selection totaled 7 items declined by 9.62% of BAU energy consumption in 2027. Energy import to community is decreased to 18.20%. Greenhouse gas emission decreased by 11.38 % of BAU scenario. The wages and salaries local employment are generated 25,304,999.29 baht for construction and 1,236,393.17 baht per year for operation and maintenance.

Field of Study:	Energy Technology and Management (Interdisciplinary Program)	Student's Signature .....
Academic Year:	2022	Advisor's Signature .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และชี้แนะแนวทางในการจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้อย่างดียิ่ง จนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ประพันธ์ คูชลธารา และ รศ.ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์ ในฐานะ ประธานการสอบสารนิพนธ์ และกรรมการสอบสารนิพนธ์ที่ได้ให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ที่ช่วยให้สารนิพนธ์ได้รับการแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้องค์ความรู้ ทฤษฎี แนวคิด ประสบการณ์จริงในการทำงาน และให้คำปรึกษา ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำหลักสูตร เจ้าหน้าที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เกี่ยวข้องทุกท่าน

ขอขอบพระคุณ สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) และหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) ที่สนับสนุนการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อเรียนรู้แนวทางพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำของเทศบาลตำบลบ้านดู่ ภายใต้โครงการการจัดการเมืองคาร์บอนต่ำที่น่าอยู่และการพัฒนากลไกการเติบโตสีเขียวเพื่อรับมือกับผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างยั่งยืน สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ กลุ่มเพื่อน ๆ ทุกท่านที่ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนการเรียนครั้งนี้มาโดยตลอด

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า สารนิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับการจัดการพลังงานชุมชนที่ยั่งยืน หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ฉัตรแก้ว เพ็ญศิริ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

.....ค

บทคัดย่อภาษาไทย.....ค

.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง

กิตติกรรมประกาศ.....จ

สารบัญ.....ฉ

สารบัญตาราง.....ฌ

สารบัญรูปภาพ.....ฐ

บทที่ 1 1

บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 5

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....5

1.5 ประโยชน์ที่ได้คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 7

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs).....7

2.2 การพัฒนาแผนพลังงานที่ยั่งยืนสำหรับชุมชนเมือง ตามแนวทางของ UN Habitat (Sustainable Urban Energy Planning).....9

2.3 การวางแผนพลังงานระดับชุมชนของประเทศไทย.....11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 Sustainable Energy Transition Road Map for Chiang Rai Province, Thailand 13
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 15
บทที่ 3 22
วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 22
3.1 กรอบการวิจัย 22
3.2 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานชุมชนที่ยั่งยืน 23
3.3 วิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการของชุมชน และรวบรวมข้อมูลสภาพทั่วไปและประชากร เศรษฐกิจ ทรัพยากร ปริมาณการใช้พลังงานของชุมชน เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 23
3.4 วิเคราะห์สมดุลพลังงานปัจจุบันของเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย..... 26
3.5 การพยากรณ์การใช้พลังงานในระดับตำบล กรณีปกติ (Business as usual: BAU) และวิเคราะห์สมดุลพลังงาน ปี พ.ศ. 2570..... 28
3.6 การคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน และวิเคราะห์สมดุลพลังงานจากการคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการ..... 29
3.7 สรุปผลการศึกษา 33
บทที่ 4 34
ผลการวิจัยและอภิปรายผล 34
4.1 สภาพปัญหาและความต้องการของชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 34
4.2 สถานภาพการใช้และการจัดหาพลังงานในเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ. 2565..... 36
4.3 ผลการคาดการณ์ปริมาณการใช้พลังงาน และสถานการณ์ด้านการจัดหาพลังงานในอนาคต (พ.ศ. 2566-2570) 44
4.4 ผลการคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ 46
4.4.1 ผลการคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน ที่ผ่านเกณฑ์ IRR > WACC..... 46

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.2 ประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (การปล่อยก๊าซเรือนกระจก) และการจ้างงานที่จะเกิดขึ้นภายในชุมชน จากเทคโนโลยีหรือมาตรการทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์ IRR > WACC 66

บทที่ 5 71

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 71

5.1 สรุปผลการวิจัย 71

5.2 ข้อเสนอแนะ 72

บรรณานุกรม 73

ภาคผนวก ก 77

แบบสอบถามเพื่อประเมินการใช้พลังงาน เทศบาลตำบลบ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย 77

ภาคผนวก ข 89

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของชุมชน จำแนกตามรายอุปกรณ์ 89

ภาคผนวก ค 93

การพยากรณ์การใช้พลังงานในอนาคต ปี พ.ศ. 2566-2570 93

ภาคผนวก ง 96

การประเมินความคุ้มค่าเทคโนโลยี และมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน 96

ภาคผนวก จ 113

ปริมาณการใช้ และการจัดหาพลังงานของชุมชน 113

ประวัติผู้เขียน 115

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 20 ลำดับจังหวัดของประเทศไทย ตามจำนวนประชากร ประจำปี พ.ศ. 2564 [4] 3

ตารางที่ 2 20 ลำดับเมืองของจังหวัดเชียงราย ตามจำนวนประชากร ประจำปี พ.ศ. 2564 [4] 4

ตารางที่ 3 ตารางแสดงจำนวนนักท่องเที่ยวในแหล่งท่องเที่ยว ในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ ปี 2560[5] 4

ตารางที่ 4 มาตรการการส่งเสริมการใช้ยานพาหนะไฟฟ้า ภายในปี พ.ศ. 2573 (ดัดแปลงจาก ESCAP) 14

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพของชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่ [6] 23

ตารางที่ 6 ข้อมูลทั่วไปของชุมชน และแหล่งที่มา 25

ตารางที่ 7 ข้อมูลด้านพลังงาน และแหล่งที่มา 25

ตารางที่ 8 ขนาดประชากร และขนาดกลุ่มตัวอย่างรายสาขา ในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ 26

ตารางที่ 9 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) แต่ละชนิดของเชื้อเพลิง 28

ตารางที่ 10 อัตราเงินเฟ้อขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2558 – 2562 31

ตารางที่ 11 ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตของประเทศไทย ปี ค.ศ. 2015 [27] 32

ตารางที่ 12 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในชุมชนรายสาขา 37

ตารางที่ 13 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในชุมชนจำแนกตามอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า 38

ตารางที่ 14 ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง 39

ตารางที่ 15 การใช้พลังงานในชุมชนตามประเภทเชื้อเพลิงและสาขา 41

ตารางที่ 16 สมดุลพลังงานชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่ พ.ศ. 2565 43

ตารางที่ 17 การใช้พลังงานในชุมชนตามประเภทเชื้อเพลิงและสาขา 45

ตารางที่ 18 ผลการคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน 46

ตารางที่ 19 ค่าคงที่ชีวมวล 47

ตารางที่ 20 ราคาชีวมวล [31] 47

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์การผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (Biomass) 48
ตารางที่ 22 ผลการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 50
ตารางที่ 23 ขนาดของระบบผลิตพลังงาน และกำลังการผลิตไฟฟ้า [38] 52
ตารางที่ 24 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศ 54
ตารางที่ 25 การใช้พลังงานต่อเครื่องปรับอากาศ 54
ตารางที่ 26 สมมุติฐานการเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง 55
ตารางที่ 27 สรุปผลมาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง 55
ตารางที่ 28 ข้อมูลด้านสมรรถนะของรถยนต์ 56
ตารางที่ 29 พฤติกรรมบริโภคพลังงานไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างของชุมชน 57
ตารางที่ 30 สมมติฐานการเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟประสิทธิภาพสูง 58
ตารางที่ 31 สรุปผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ 58
ตารางที่ 32 พฤติกรรมใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อการขนส่ง ของชุมชน 59
ตารางที่ 33 ค่าบริการอัดประจุไฟฟ้า 60
ตารางที่ 34 สรุปผลการลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 61
ตารางที่ 35 สมมติฐานปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น 62
ตารางที่ 36 ผลการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 64
ตารางที่ 37 สรุปผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ 66
ตารางที่ 38 สรุปผลการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (การปล่อยก๊าซเรือนกระจก) และการจ้างงานที่จะเกิดขึ้นภายในชุมชน จากเทคโนโลยีหรือมาตรการทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์ IRR > WACC 67
ตารางที่ 39 การใช้พลังงานในชุมชนตามประเภทเชื้อเพลิงและสาขา 69
ตารางที่ 40 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของครัวเรือน จำแนกตามรายอุปกรณ์ 90
ตารางที่ 41 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของร้านค้า จำแนกตามรายอุปกรณ์ 91
ตารางที่ 42 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของหอพัก จำแนกตามรายอุปกรณ์ 92
ตารางที่ 43 การคำนวณจำนวนนักท่องเที่ยว และรายได้จากการท่องเที่ยวระดับตำบล 94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 44 ผลการคำนวณรายได้ระดับตำบล 95
ตารางที่ 45 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) การผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (Biomass) 97
ตารางที่ 46 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table 98
ตารางที่ 47 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) การใช้ก๊าซชีวภาพ มูลสุกร เพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม 99
ตารางที่ 48 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table 100
ตารางที่ 49 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ มูลสุกร (Biogas) 101
ตารางที่ 50 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานขยะ 102
ตารางที่ 51 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง 103
ตารางที่ 52 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table 104
ตารางที่ 53 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน พลังงานไฟฟ้า 104
ตารางที่ 54 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟประสิทธิภาพสูง (LED) 105
ตารางที่ 55 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table 106
ตารางที่ 56 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (EV Bus) แทนการใช้รถยนต์ของคนในชุมชน 108
ตารางที่ 57 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table 108

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 58 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ เปลือกสับปะรด 109

ตารางที่ 59 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table 110

ตารางที่ 60 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar rooftop) 110

ตารางที่ 61 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table 112

ตารางที่ 62 สรุปปริมาณการใช้พลังงานปัจจุบัน และการคาดการณ์การใช้พลังงาน ปี พ.ศ. 2570 114

ตารางที่ 63 สรุปปริมาณการจัดหาพลังงาน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การเปลี่ยนผ่านพลังงานที่เป็นธรรมเพื่อบรรลุเป้าหมาย SDGs 1
ภาพที่ 2 ภาพถ่ายดาวเทียม แสดงการขยายตัวของเทศบาลตำบลบ้านดู่ ปี ค.ศ. 2010 -2020..... 4
ภาพที่ 3 แผนที่เทศบาลตำบลบ้านดู่..... 5
ภาพที่ 4 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน 17 เป้าหมายขององค์การสหประชาชาติ [7] 7
ภาพที่ 5 กระบวนการวางแผนพลังงานชุมชนเมือง 10 ขั้นตอน [8]..... 11
ภาพที่ 6 การจัดทำแผนพลังงานชุมชน 10 ขั้นตอน [10]..... 13
ภาพที่ 7 ขั้นตอนการวิจัย 22
ภาพที่ 8 เส้นทางการไหลของสมดุลพลังงาน [24] 27
ภาพที่ 9 ขั้นตอนการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน 29
ภาพที่ 10 ผลการคัดเลือกเทคโนโลยีและมาตรการ โดยใช้เกณฑ์การตัดสินหลายด้าน..... 36
ภาพที่ 11 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายสาขา 38
ภาพที่ 12 สัดส่วนปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มของชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่..... 39
ภาพที่ 13 ปริมาณการใช้พลังงานตามชนิดเชื้อเพลิง..... 40
ภาพที่ 14 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งตามประเภทการใช้เชื้อเพลิง..... 42
ภาพที่ 15 สรุปการบริโภคพลังงานในชุมชน ปี พ.ศ. 2565..... 42
ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างรายได้ระดับตำบลและการใช้พลังงาน 44
ภาพที่ 17 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งตามประเภทการใช้เชื้อเพลิง..... 45
ภาพที่ 18 ปริมาณการปล่อย GHG แบ่งตามประเภทการใช้เชื้อเพลิง กรณีมาตรการ..... 70
ภาพที่ 19 สรุปการบริโภคพลังงานในชุมชน ปี พ.ศ. 2570 หลังใช้ 7 มาตรการ..... 70
ภาพที่ 20 การคำนวณระยะทางที่รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าวิ่งได้ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง..... 107
ภาพที่ 21 การคำนวณช่วงเวลาค่าบริการใช้ในการชาร์จไฟ 107

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

ปัจจุบัน การพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นประเด็นที่ทั่วโลกต่างให้ความสำคัญ โดยองค์กรสหประชาชาติได้จัดทำเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน หรือ Sustainable Development Goals (SDGs) ให้เป็นแนวทางการพัฒนาของโลก โดยอาศัยกรอบความคิดที่มองการพัฒนาเป็นมิติ (Dimensions) ของเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ให้มีความเชื่อมโยงกัน โดยในปี 2021 องค์กรสหประชาชาติได้เผยแพร่รายงานว่าด้วยการขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนผ่านการเปลี่ยนผ่านพลังงานที่เป็นธรรมอย่างมีส่วนร่วม (Enabling SDGs through Inclusive Just Energy Transitions: Toward the achievement of SDG7 and net-zero emission) ที่เสนอแนะให้นานาประเทศนำ SDGs ทั้ง 15 เป้าหมาย มาเป็นกรอบนำในการวางกระบวนการเปลี่ยนผ่านทางเศรษฐกิจและสังคม (transition pathway) จากการใช้พลังงานฟอสซิลเป็นพลังงานสะอาดและมีความยั่งยืนที่เหมาะสมตามบริบทของแต่ละประเทศ [1] ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การเปลี่ยนผ่านพลังงานที่เป็นธรรมเพื่อบรรลุเป้าหมาย SDGs

จากคำแถลงนโยบายของคณะรัฐมนตรีต่อรัฐสภาเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2562 มีนโยบายด้านพลังงานที่สอดคล้องกับการดำเนินการตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์กรสหประชาชาติ คือการเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ โดยกระจายชนิดของเชื้อเพลิงทั้งจากฟอสซิลและจากพลังงานทดแทนอย่างเหมาะสม สนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนตามศักยภาพของแหล่งเชื้อเพลิงในพื้นที่ เปิดโอกาสให้ชุมชนและประชาชนมีส่วนร่วมในการผลิตและบริหารจัดการพลังงาน [2] กระทรวงพลังงานจึงได้มีแนวนโยบายการพัฒนาด้าน

พลังงานของประเทศ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable) พลังงานต้องมีต้นทุนราคาที่เป็นธรรมสามารถยอมรับได้ ประชาชนสามารถเข้าถึงได้ (Affordable) และส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาเศรษฐกิจด้วยการสร้างกลไกให้ชุมชนให้เข้ามาส่วนร่วมด้านพลังงาน สร้างงาน และสร้างรายได้ให้ชุมชนในระดับฐานรากของประเทศ (Energy for All) โดยการพัฒนาด้านพลังงานไฟฟ้าที่จะมุ่งเน้นให้มีการผลิตไฟฟ้าในชุมชนตามศักยภาพเชื้อเพลิงสะอาดที่หาได้ในพื้นที่ และนำไปใช้ในพื้นที่เป็นหลัก ประชาชนสามารถเข้าถึงพลังงานไฟฟ้าอย่างทั่วถึงและราคาเหมาะสม [3]

เห็นได้ว่าไม่ว่าจะเป็น แผนการพัฒนาที่ยังยืนแห่งสหประชาชาติหรือ Sustainable Development Goals (SDGs) นโยบายการพัฒนาด้านพลังงานของประเทศที่มุ่งเน้นการให้ความสำคัญกับระดับปฏิบัติ (ระดับล่าง) หรือ Bottom-up Approach และการไปสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน เป้าหมายสุดท้ายของแผนต่าง ๆ เหล่านี้ คือมุ่งสู่การสร้าง “คุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน” บนความสมดุลของการพัฒนาทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความท้าทายและต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆ ด้วยแรงขับเคลื่อนเพื่อให้เกิดการพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืนในระดับชุมชน ได้ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงนโยบายการพัฒนาเมือง ทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยี รวมถึงผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทิศทางดังกล่าวส่งผลให้เกิดแนวทางการวางแผนพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืนของประเทศไทยที่เชื่อมโยงกับกับทรัพยากรและความต้องการของคนในพื้นที่ อย่างไรก็ดีด้วยความหลากหลายของเมืองต่าง ๆ ไม่จะเป็นรูปแบบของเมืองหลวงที่มีผู้คนอาศัยและการจราจรคับคั่ง เมืองอุตสาหกรรมที่มีโรงงานอุตสาหกรรมในภาคการผลิตหนาแน่น เมืองที่มีการใช้พื้นที่และประกอบอาชีพด้านเกษตรเป็นหลัก หรือเมืองที่มีรูปแบบการท่องเที่ยวที่ต่างออกไป ต่างมีความน่าสนใจและประเด็นความท้าทายที่แตกต่างกันออกไป

ในการเลือกเมืองหรือชุมชนตัวอย่างในการศึกษานี้ มีเป้าหมายเป็นชุมชนเมืองที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ที่กำลังมีการเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบของการเป็นพื้นที่เกษตรกรรมกลายมาเป็นชุมชนเมืองที่มีกิจกรรมเพิ่มมากขึ้นตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีแนวโน้มการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งได้แก่ เทศบาลตำบลขนาดใหญ่ อีกทั้งยังสามารถนำไปปรับใช้กับชุมชนอื่นที่มีบริบทเหมือนกันได้

เทศบาลตำบลบ้านดู่ ซึ่งตั้งอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เป็นเทศบาลเมืองขนาดใหญ่ซึ่งถูกจัดลำดับอยู่ในลำดับที่ 8 จากจำนวนประชากรของจังหวัดเชียงราย ประจำปี พ.ศ. 2564 [4] ดังตารางที่ 1 และ 2

เทศบาลตำบลบ้านดู่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ดังภาพที่ 2 มีแหล่งท่องเที่ยวหลายแห่ง เช่น น้ำตก และน้ำพุร้อน อีกทั้งยังเป็นที่ตั้งของ สถานที่ราชการ สถานศึกษา ห้างสรรพสินค้า สนามบิน โรงแรม รีสอร์ท อาคารพาณิชย์ และหอพัก เทศบาลตำบลบ้านดู่ถือเป็น

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหนึ่งที่ประสบปัญหาการขยายตัวอย่างรวดเร็ว [5] ทั้งจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น และประชากรแฝงที่เป็นนักเรียน นักศึกษา คนทำงาน และนักท่องเที่ยวอีกกว่า 30,000 คน ดังตารางที่ 3 อีกทั้งยังมีแนวโน้มที่จะมีการขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่องในอนาคต ส่งผลให้มีกิจกรรมที่ใช้พลังงานมากขึ้น ตามอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ จึงมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดการพลังงานชุมชนในพื้นที่เทศบาลตำบลบ้านดู่ เพื่อวางแผนด้านการจัดการพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการตามอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ให้เกิดความยั่งยืน ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองด้านพลังงานได้ ลดความเสี่ยงด้านการพึ่งพาพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลและการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ และมีการใช้พลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

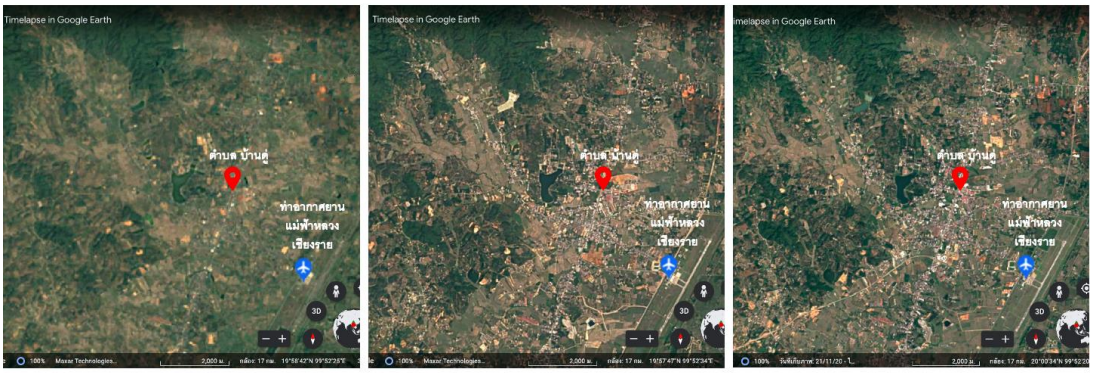
ตารางที่ 1 20 ลำดับจังหวัดของประเทศไทย ตามจำนวนประชากร ประจำปี พ.ศ. 2564 [4]

ลำดับ	ชื่อจังหวัด	จำนวนประชากรชาย	จำนวนประชากรหญิง	จำนวนประชากรทั้งหมด	จำนวนบ้าน (หลังคาเรือน)
1	กรุงเทพมหานคร	2,592,292	2,935,702	5,527,994	3,147,231
2	จังหวัดนครราชสีมา	1,293,783	1,340,371	2,634,154	1,024,002
3	จังหวัดอุบลราชธานี	932,466	936,053	1,868,519	629,504
4	จังหวัดขอนแก่น	879,849	911,014	1,790,863	654,344
5	จังหวัดเชียงใหม่	864,364	925,021	1,789,385	852,520
6	จังหวัดชลบุรี	772,463	811,209	1,583,672	1,092,000
7	จังหวัดบุรีรัมย์	783,531	796,274	1,579,805	483,349
8	จังหวัดอุดรธานี	775,357	791,153	1,566,510	538,277
9	จังหวัดนครศรีธรรมราช	764,471	784,873	1,549,344	590,976
10	จังหวัดศรีสะเกษ	725,426	732,130	1,457,556	405,275
11	จังหวัดสงขลา	697,256	734,280	1,431,536	562,422
12	จังหวัดสุรินทร์	684,354	691,876	1,376,230	410,088
13	จังหวัดสมุทรปราการ	645,884	710,565	1,356,449	733,185
14	จังหวัดเชียงราย	630,868	667,557	1,298,425	569,461
15	จังหวัดร้อยเอ็ด	641,883	654,130	1,296,013	400,811
16	จังหวัดนนทบุรี	599,167	689,470	1,288,637	728,953
17	จังหวัดปทุมธานี	563,851	626,209	1,190,060	660,020
18	จังหวัดสกลนคร	569,364	576,922	1,146,286	396,177
19	จังหวัดชัยภูมิ	554,299	567,966	1,122,265	406,943
20	จังหวัดสุราษฎร์ธานี	527,349	545,115	1,072,464	521,265

ตารางที่ 2 20 ลำดับเมืองของจังหวัดเชียงราย ตามจำนวนประชากร ประจำปี พ.ศ. 2564 [4]

ชื่อจังหวัด	ลำดับ	ชื่อสำนักทะเบียน	ชื่อตำบล	จำนวนประชากรชาย	จำนวนประชากรหญิง	จำนวนประชากรทั้งหมด	จำนวนบ้าน (หลังคาเรือน)
จังหวัดเชียงราย		-	-	630,868	667,557	1,298,425	569,461
จังหวัดเชียงราย	1	ท้องถิ่นเทศบาลนครเชียงราย	ตำบลรอบเวียง	21,056	23,769	44,825	31,256
จังหวัดเชียงราย	2	อำเภอแม่จัน	ตำบลป่าตึง	13,049	13,784	26,833	9,766
จังหวัดเชียงราย	3	อำเภอแม่ฟ้าหลวง	ตำบลแม่สลองใน	12,933	12,865	25,798	8,528
จังหวัดเชียงราย	4	อำเภอแม่สรวย	ตำบลวาวี	13,154	12,590	25,744	8,615
จังหวัดเชียงราย	5	อำเภอแม่ฟ้าหลวง	ตำบลเทอดไทย	11,817	11,832	23,649	6,565
จังหวัดเชียงราย	6	ท้องถิ่นเทศบาลตำบลเวียงพางคำ	ตำบลเวียงพางคำ	10,507	12,042	22,549	9,856
จังหวัดเชียงราย	7	ท้องถิ่นเทศบาลตำบลแม่ยาว	ตำบลแม่ยาว	10,828	11,059	21,887	9,195
จังหวัดเชียงราย	8	ท้องถิ่นเทศบาลตำบลบ้านดู่	ตำบลบ้านดู่	9,747	11,085	20,832	14,323
จังหวัดเชียงราย	9	ท้องถิ่นเทศบาลนครเชียงราย	ตำบลริมกก	9,295	10,421	19,716	11,183
จังหวัดเชียงราย	10	อำเภอแม่สาย	ตำบลโป่งผา	9,041	10,258	19,299	7,238
จังหวัดเชียงราย	11	อำเภอเวียงแก่น	ตำบลปอ	9,599	9,211	18,810	5,773
จังหวัดเชียงราย	12	อำเภอแม่สรวย	ตำบลท่ากัอ	9,208	9,107	18,315	6,633
จังหวัดเชียงราย	13	อำเภอเมืองเชียงราย	ตำบลห้วยสัก	8,452	8,808	17,260	8,479
จังหวัดเชียงราย	14	ท้องถิ่นเทศบาลตำบลแม่สาย	ตำบลแม่สาย	7,341	8,604	15,945	8,533
จังหวัดเชียงราย	15	อำเภอแม่ฟ้าหลวง	ตำบลแม่สลองนอก	7,537	7,713	15,250	5,827
จังหวัดเชียงราย	16	อำเภอเทิง	ตำบลดับเต่า	7,561	7,499	15,060	4,345
จังหวัดเชียงราย	17	อำเภอแม่สาย	ตำบลแม่สาย	6,730	8,057	14,787	6,686
จังหวัดเชียงราย	18	อำเภอเมืองเชียงราย	ตำบลท่าสุด	5,549	7,451	13,000	6,670
จังหวัดเชียงราย	19	อำเภอเวียงป่าเป้า	ตำบลเวียง	6,488	6,470	12,958	4,629
จังหวัดเชียงราย	20	อำเภอแม่ฟ้าหลวง	ตำบลแม่ฟ้าหลวง	6,382	6,576	12,958	4,417

ภาพถ่ายดาวเทียม เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย (ปี ค.ศ. 2010 - 2020)



ปี ค.ศ. 2010 ปี ค.ศ. 2015 ปี ค.ศ. 2020

ภาพที่ 2 ภาพถ่ายดาวเทียม แสดงการขยายตัวของเทศบาลตำบลบ้านดู่ ปี ค.ศ. 2010 -2020

ตารางที่ 3 ตารางแสดงจำนวนนักท่องเที่ยวในแหล่งท่องเที่ยว ในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ ปี 2560[5]

ชื่อแหล่งท่องเที่ยว	สถานที่ตั้ง	จำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ยต่อปี
น้ำพุร้อนโป่งพระบาท	บ้านโป่งพระบาท	10,000
น้ำตกโป่งพระบาท	บ้านหัวฝาย	10,000
วัดป่าดอยพระบาท	บ้านโป่งน้ำตก	5,000
พระธาตุจอมสัก	บ้านเหล่าพัฒนา	20,000
สวนสมเด็จฯ	ม.ราชภัฏเชียงราย	35,000

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการของชุมชน สถานภาพการใช้และการจัดหาพลังงานในเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

1.2.2 เพื่อเสนอแนวทางการจัดการพลังงานในเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ที่มีแนวโน้มการเติบโตของเมือง ให้มีความยั่งยืน สามารถพึ่งพาตนเองได้ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านข้อมูล

(1) ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจการค้า สำนักงานเทศบาล หน่วยงานรัฐ และเอกชน กรณีศึกษา เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เป็นข้อมูลปฐมภูมิซึ่งได้จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ประกอบกับข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งรวบรวมจากสำนักงานพลังงานจังหวัดเชียงราย และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(2) ข้อมูลทั่วไป กรณีศึกษา เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ได้แก่ ข้อมูลที่ตั้งและอาณาเขต ข้อมูลจำนวนประชากร ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ และข้อมูลทรัพยากรเป็นข้อมูลทุติยภูมิซึ่งได้จากการศึกษารวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ เช่น รวบรวมข้อมูลระบบฐานข้อมูลออนไลน์ หน่วยงานราชการ และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.3.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ภาพที่ 3 แผนที่เทศบาลตำบลบ้านดู่

1.3.3 การคาดการณ์สถานการพลังงานในงานวิจัยนี้ จะทำการพยากรณ์ไปอีก 5 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2566 – 2570) สอดคล้องกับแผนพัฒนาจังหวัดเชียงราย พ.ศ. 2566 – 2570 [6]

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานชุมชนที่ยั่งยืน ซึ่งครอบคลุมแนวทางการวางแผนพลังงานชุมชนทั้งในและต่างประเทศ การวิเคราะห์ข้อมูลบนตารางสมดุลพลังงาน รวมถึงศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินมาตรการและเทคโนโลยีต่างๆ ที่เหมาะสมกับชุมชน

1.4.2 วิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการของชุมชน และรวบรวมข้อมูลสภาพทั่วไปและประชากร เศรษฐกิจ ทรัพยากร ปริมาณการใช้พลังงานของภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจการค้า สำนักงานเทศบาล หน่วยงานรัฐ และเอกชน เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

1.4.3 วิเคราะห์สมดุลพลังงานปัจจุบันของเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เพื่ออธิบายภาพรวมของการบริโภคพลังงานในชุมชน ที่คำนึงถึงพลังงานที่สูญเสียไปจากการใช้งาน และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานในมิติด้านเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม

1.4.4 การพยากรณ์การใช้พลังงานในระดับตำบล กรณีปกติ (BAU) และวิเคราะห์สมดุลพลังงานในอนาคต

การพยากรณ์การใช้พลังงานในระดับตำบล กรณีปกติ (Business as usual: BAU) โดยใช้การเติบโตทางด้าน เศรษฐกิจและจำนวนประชากรที่มีและไม่มีชื่อในทะเบียนบ้านรวมถึงนักท่องเที่ยว ใช้ข้อมูลทุติยภูมิในระดับจังหวัดและในระดับประเทศเข้ามาประกอบ เพื่อให้ได้ข้อมูลในระดับตำบลที่เพียงพอต่อการพยากรณ์การใช้พลังงาน

1.4.5 การคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน และวิเคราะห์สมดุลพลังงานจากการคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการ โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการจากทั้งหมด 10 รายการ ที่ผ่านเกณฑ์: IRR > WACC และประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (การปล่อย CO_2) และการจ้างงานที่จะเกิดขึ้นภายในชุมชน จากเทคโนโลยีหรือมาตรการทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์ IRR > WACC

1.4.6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่ได้คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทำให้ทราบถึงเทคโนโลยีหรือมาตรการที่สามารถจัดการพลังงานที่ยั่งยืนในเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

1.5.2 เพื่อใช้นำแนวทางการจัดการพลังงานระดับชุมชนเมือง ไปปรับใช้กับเมืองอื่นที่มีบริบทเหมือนกันได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีสำหรับการจัดการพลังงานระดับชุมชนเพื่อให้เกิดความยั่งยืน โดยผู้วิจัยได้รวบรวมและศึกษาทฤษฎีทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งมิติด้านการบริหารจัดการพลังงานในชุมชน การประเมินศักยภาพพลังงานทดแทนในชุมชน และหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกเทคโนโลยีและมาตราการที่เหมาะสมกับชุมชน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยนี้ กำหนดขอบเขตของงานและเหตุผลความจำเป็นสำหรับงานวิจัยนี้

2.1 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs)

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว ประกอบการย้านถิ่นฐานจากชนบทเข้าสู่เมือง ส่งผลกระทบต่อการจัดการชุมชน อาทิเช่น ปัญหาด้านเศรษฐกิจ พลังงาน และสิ่งแวดล้อม จึงจำเป็นต้องมีแนวทางการจัดการปัญหาดังกล่าวอย่างยั่งยืน โดยองค์การสหประชาชาติได้มีการตั้งเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนทั้ง 17 เป้าหมายขึ้น [7] ดังภาพที่ 4 เพื่อให้เป็นแนวทางในการพัฒนาของโลก ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวจะสอดคล้องกับเป้าหมายที่ 7 พลังงานสะอาดที่เข้าถึงได้ และเป้าหมายที่ 11 เมืองและชุมชนที่ยั่งยืน

ภาพที่ 4 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน 17 เป้าหมายขององค์การสหประชาชาติ [7]

<u>เป้าหมายที่ 7</u> พลังงานสะอาดที่เข้าถึงได้ (Affordable and clean energy) ที่มีเป้าหมายสร้างหลักประกันว่าทุกคนเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ในราคาที่สามารถซื้อหาได้ เชื่อถือได้ และยั่งยืน โดยมีเป้าประสงค์ ดังนี้

1. สร้างหลักประกันว่ามีการเข้าถึงการบริการพลังงานสมัยใหม่ในราคาที่สามารถซื้อหาได้และเชื่อถือได้ภายในปี 2573

2. เพิ่มสัดส่วนของพลังงานทดแทนในการผสมผสานการใช้พลังงานของโลก ภายในปี 2573

3. เพิ่มอัตราการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังานของโลกให้เพิ่มขึ้น 2 เท่า ภายในปี 2573

4. ยกระดับความร่วมมือระหว่างประเทศในการอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงการวิจัยและเทคโนโลยีพลังงานที่สะอาด โดยรวมถึงพลังงานทดแทน ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และเทคโนโลยีเชื้อเพลิงฟอสซิลชั้นสูงและสะอาด และสนับสนุนการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานและเทคโนโลยีพลังงานที่สะอาด ภายในปี 2573

5. ขยายโครงสร้างพื้นฐานและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการจัดส่งบริการพลังงานสที่เป็นสมัยใหม่และยั่งยืนให้โดยถ้วนหน้าในประเทศกำลังพัฒนา เฉพาะอย่างยิ่งในประเทศพัฒนาน้อยที่สุดและรัฐกำลังพัฒนาที่เป็นเกาะขนาดเล็ก ภายในปี 2573

เป้าหมายที่ 11 เมืองและชุมชนที่ยั่งยืน (Sustainable cities and communities) ที่มีเป้าหมายทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความปลอดภัย ทั่วถึง พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงและยั่งยืน โดยมีเป้าประสงค์ ดังนี้

1. ประชาชนมีที่อยู่อาศัย และเข้าถึงบริการพื้นฐานที่ปลอดภัย ในราคาที่สามารถยอมรับได้ และมีการยกระดับชุมชนแออัด ภายในปี 2573

2. จัดให้มีการเข้าถึงระบบคมนาคมขนส่งที่ยั่งยืน เข้าถึงได้ ปลอดภัย ในราคาที่สามารถจ่ายได้ สำหรับทุกคน พัฒนาความปลอดภัยทางถนน โดยการขยายการขนส่งสาธารณะ และคำนึงเป็นพิเศษถึงกลุ่มคนที่อยู่ในสถานการณ์ที่เปราะบาง ผู้หญิง เด็ก ผู้มีความบกพร่องทางร่างกาย และผู้สูงอายุ ภายในปี 2573

3. ยกระดับการพัฒนาเมืองและขีดความสามารถให้ครอบคลุมและยั่งยืน เพื่อการวางแผนและการบริหาร จัดการการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์อย่างมีส่วนร่วม บูรณาการและยั่งยืนในทุกประเทศ ภายในปี 2573

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. เสริมความพยายามที่จะปกป้องและคุ้มครองมรดกทางวัฒนธรรมและทางธรรมชาติของโลก

5. ลดจำนวนการตายและจำนวนคนที่ได้รับผลกระทบและลดการสูญเสียโดยตรงทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศของโลกที่เกิดจากภัยพิบัติ ซึ่งรวมถึงภัยพิบัติที่เกี่ยวกับน้ำ โดยมุ่งเป้าปกป้องคนจนและคนที่อยู่ในสถานการณ์ที่เปราะบาง ภายในปี 2573

6. ลดผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อมต่อหัวประชากรในเขตเมือง รวมถึงการให้ความสนใจเป็นพิเศษต่อคุณภาพอากาศ และการจัดการของเสียของเทศบาล และการจัดการของเสียอื่นๆ ภายในปี 2573

7. จัดให้มีการเข้าถึงพื้นที่สาธารณะสีเขียว ที่ปลอดภัยครอบคลุมและเข้าถึงได้ โดยถ้วนหน้า โดยเฉพาะผู้หญิง เด็ก คนชรา และผู้มีความบกพร่องทางร่างกาย ภายในปี 2573

8. สนับสนุนการเชื่อมโยงทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมในทางกระบวนการระหว่างพื้นที่เมือง รอบเมือง และชนบท โดยการเสริมความแข็งแกร่งของการวางแผนการพัฒนาในระดับชาติและระดับภูมิภาค

9. ภายในปี 2573 เพิ่มจำนวนเมืองและกระบวนการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ที่เลือกใช้และดำเนินการตามนโยบายและแผนที่บูรณาการ เพื่อนำไปสู่ความครอบคลุม ความมีประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร การลดผลกระทบและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีภูมิต้านทานต่อภัยพิบัติ และให้พัฒนาและดำเนินการตามการบริหารความเสี่ยงจากภัยพิบัติแบบองค์รวมในทุกระดับ ให้เป็นไปตามกรอบการดำเนินงานเซนได (Sendai Framework) เพื่อการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ พ.ศ.2558-2573

10. สนับสนุนประเทศพัฒนาน้อยที่สุด รวมถึงผ่านทางความช่วยเหลือทางการเงินและวิชาการในการสร้างอาคารที่ยั่งยืนและทนทานโดยใช้วัสดุท้องถิ่น

2.2 การพัฒนาแผนพลังงานที่ยั่งยืนสำหรับชุมชนเมือง ตามแนวทางของ UN Habitat (Sustainable Urban Energy Planning)

จุดมุ่งหมายของการวางแผนพลังงานที่ยั่งยืนสำหรับชุมชนเมือง ตามแนวทางของ UN Habitat [8] คือ การใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยการใช้พลังงานนั้นมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำที่สุด หรือไม่มีการปล่อยเลย รวมถึงมีการจัดหาพลังงานเพียงพอต่อความต้องการ เข้าถึงได้ เท่าเทียม และเหมาะสมกับประชาชนในพื้นที่

การวางแผนพลังงานขึ้นอยู่กับการพิจารณาปัจจัยด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม (โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก) และสังคม ซึ่งไม่ใช่แค่การมุ่งเน้นที่ “ต้นทุนทางการเงินน้อยที่สุด”

ลักษณะสำคัญของการวางแผนพลังงานและสภาพอากาศที่ยั่งยืน ดังนี้

1. แหล่งพลังงานและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทั้งหมดถือถูกพิจารณารวมอยู่ระบบทั้งหมด
2. การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาแผนและทางเลือกของโครงการ
3. ปริมาณความต้องการที่มากกว่าการจัดการพลังงาน เป็นพื้นฐานสำหรับการวางแผนพลังงาน
4. การอนุรักษ์พลังงาน ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และการจัดการด้านความต้องการการใช้พลังงาน ได้รับการพิจารณาก่อนการแก้ปัญหาด้านการจัดหาพลังงาน
5. มีการพิจารณาด้านต้นทุนสิ่งแวดล้อมและสังคมที่ชัดเจน
6. การรวมภาคพลังงานที่มีความเชื่อมโยงกับเศรษฐกิจ
7. แผนจะต้องมีความยืดหยุ่น สามารถคาดการณ์ได้และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้

กระบวนการวางแผนพลังงานชุมชนเมือง ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ซึ่งจะไม่ได้ดำเนินการเป็นเส้นตรง ดังภาพที่ 5 ขั้นตอนที่ 6 และ 10 (กระบวนการมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการประชาสัมพันธ์ เผยแพร่) เป็นขั้นตอนที่จะดำเนินการอยู่ตลอดกระบวนการ ซึ่งทั้ง 10 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. กำหนดหน่วยงานที่เป็นตัวหลักในการขับเคลื่อน และเชิญหน่วยงานหรือองค์กรที่เกี่ยวข้องเข้ามาร่วม และอาจสร้างทีมทำงานร่วมกัน โดยสิ่งที่สำคัญคือ ต้องมีผู้นำที่อาจประกอบด้วย ผู้นำย่อยจากหลายภาคส่วนสำคัญ และผู้เข้าร่วมที่มีความมุ่งมั่นและมีเป้าหมายเดียวกันในการขับเคลื่อนในการเข้ามาทำงานร่วมกัน สามารถโน้มน้าวใจคนในชุมชนให้เปลี่ยนวิธีคิด รับแนวความคิดใหม่เกี่ยวกับปัญหาและแนวทางแก้ไขใหม่ ๆ

2. การสร้างพันธมิตร หรือเครือข่ายความร่วมมือ คือ ทีมความร่วมมือ นำมาซึ่งความเชี่ยวชาญ ทรัพยากร การสนับสนุน และข้อมูลที่สามารถนำมาแลกเปลี่ยนกัน

3. หาจุดเด่นและความเชื่อมโยงกับแนวคิดนโยบาย ค้นหาจุดเด่นที่จะใช้ดึงความสนใจของคนที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการทบทวน และเชื่อมโยงวิสัยทัศน์ เป้าหมาย นโยบาย และโครงการทั้งในระดับเมืองและประเทศ และต้องคำนึงถึงความเข้าใจสิ่งที่ประชาคมโลกกำลังต้องการแก้ไขในประเด็นด้านพลังงานและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

4. จัดทำสถานภาพและสมดุลพลังงานและสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานตามประเภทเชื้อเพลิง การปล่อยคาร์บอนตามประเภทเชื้อเพลิง การใช้พลังงานตามภาคส่วนต่างๆ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHGs) จากภาคส่วนต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลการจัดการขยะและของเสียที่เกิดขึ้นในพื้นที่

5. วิเคราะห์ข้อมูล มาตราการและพัฒนาร่างแผนฯ ซึ่งร่างแผนฯ จะพัฒนาจากการวิเคราะห์ข้อมูลสมดุลพลังงานและสิ่งแวดล้อม และกระบวนการให้คะแนนและจัดลำดับความสำคัญของมาตราการ ซึ่งควรมีข้อมูล ดังต่อไปนี้ วิสัยทัศน์ด้านพลังงานที่เติบโตจากวิสัยทัศน์ของเมือง เป้าหมายด้านพลังงานที่มีความเชื่อมโยงกับแต่ละเป้าหมาย เป้าหมายที่เชื่อมโยงกับแต่ละเป้าหมาย มาตรการหรือสิ่งที่สามารถทำได้เพื่อบรรลุเป้าหมายเหล่านี้ และมีโครงการตามศักยภาพของพื้นที่

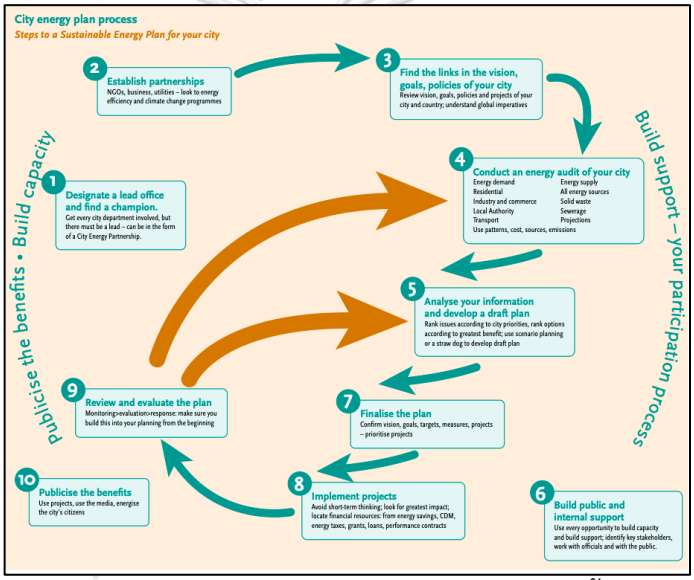
6. สื่อสารกับสาธารณะ สร้างกระบวนการมีส่วนร่วม โดยใช้ทุกโอกาสในการสื่อสารเพื่อสร้างการสนับสนุนจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่สำคัญ สร้างการทำงานร่วมกับเจ้าหน้าที่และประชาชน คืนข้อมูลและรับฟังความคิดเห็นต่อ ร่างแผนจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และนำข้อมูลความคิดเห็นที่ได้มาปรับปรุงร่างแผน

7. ทำแผนฉบับสมบูรณ์ พร้อมดำเนินงาน ยืนยันวิสัยทัศน์ เป้าหมาย จุดมุ่งหมาย มาตรการ โครงการ และจัดลำดับความสำคัญของโครงการต่าง ๆ ที่มี

8. ดำเนินการโครงการ วิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นที่มีนัยสำคัญจากการดำเนินการจัดกิจกรรมต่าง ในโครงการ และประเมินผลประหยัดทางเศรษฐศาสตร์จากใช้ประหยัดพลังงาน

9. การติดตามและประเมินผล เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานสามารถนำมาปรับกลยุทธ์ แผนปฏิบัติการให้เหมาะสมกับสถานการณ์ และนำไปปรับปรุงในอนาคตต่อไป

10. ประชาสัมพันธ์ ผลลัพธ์ ผลประโยชน์สู่สาธารณะ เผยแพร่ข้อมูลโครงการกับบุคคลทั่วไปที่สนใจ เพื่อสร้างการสนับสนุน เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของคน สร้างความภาคภูมิใจ ความกระตือรือร้น ความรู้สึกเป็นเจ้าของ และเพิ่มเติมแรงขับเคลื่อนในการสร้างอนาคตอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ การรับรู้และเข้าใจข้อมูลร่วมกันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จะนำมาซึ่งการแลกเปลี่ยนอย่างสร้างสรรค์ เป็นส่วนสำคัญในการสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชน



ภาพที่ 5 กระบวนการวางแผนพลังงานชุมชนเมือง 10 ขั้นตอน [8]

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.3 การวางแผนพลังงานระดับชุมชนของประเทศไทย

กระบวนการวางแผนพลังงานชุมชนของประเทศไทย ได้เริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2543 ภายใต้โครงการพลังงานที่ยั่งยืน จากความร่วมมือของสมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสมและรัฐบาลเดนมาร์ก โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มการใช้งานของพลังงานทางเลือกและก่อให้เกิดความยั่งยืนต่อชุมชน ซึ่งดำเนินในการพื้นที่ 5 จังหวัด คือ นครราชสีมา สุรินทร์ อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด และขอนแก่น จากการดำเนินโครงการดังกล่าว พบว่า ประชาชนเกิดความตระหนักและปรับเปลี่ยนทัศนคติใหม่เกี่ยวกับเรื่องพลังงานว่าเป็นเรื่องใกล้ตัวและสามารถกำหนดทิศทางการจัดการเองได้

ต่อมา กระทรวงพลังงาน โดยสำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน [9] ได้เล็งเห็นความสำคัญของการวางแผนพลังงานชุมชน จึงได้ดำเนินการจัดทำโครงการด้านแผนพลังงานชุมชนขึ้น ที่มุ่งเน้นการสร้างศักยภาพเจ้าหน้าที่ภาครัฐระดับท้องถิ่นให้สามารถจัดทำแผนพลังงานในระดับชุมชน ระดับ

จังหวัด และระดับภูมิภาคได้ โดยมีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นกลไกประสานงานหลัก ซึ่งกระทรวงพลังงานได้ให้ความหมายและกระบวนการวางแผนพลังงานชุมชนไว้ ดังนี้

การวางแผนพลังงานชุมชน คือ กระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนเพื่อการจัดการด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม และแผนงบประมาณในท้องถิ่นของตนเอง ให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต โดยเน้นตามศักยภาพในพื้นที่ และบนพื้นฐานแห่งความพอเพียงและความเหมาะสมของท้องถิ่นนั้นๆ

การวางแผนพลังงานชุมชนเป็นการวางแผนพลังงานที่เกิดจากระดับรากหญ้า หรือท้องถิ่น (Bottom-Up) ซึ่งรวมถึงระดับจังหวัด อำเภอ เทศบาลตำบล ชุมชนเล็ก ๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาในการเรียนรู้ของชุมชนในด้านพลังงาน พร้อมๆ กับการปลูกฝังและปรับเปลี่ยนทัศนคติของบุคคลให้ใช้พลังงานอย่างรู้คุณค่า โดยในการวางแผนพลังงานชุมชนนี้ จะสามารถแสดงมูลค่าเงินที่เป็นค่าใช้จ่ายพลังงาน ที่ไหลออกนอกชุมชน และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศจากแต่ละกิจกรรมของการใช้พลังงาน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะช่วยกระตุ้นให้ชุมชนร่วมกันจัดการพลังงานให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

โดยมี 6 ประเด็นสำคัญ ที่ต้องคำนึงถึงในการวางแผนพลังงานชุมชน [10] คือ

1. เข้าใจแนวคิดการจัดการพลังงาน ซึ่งมีแนวคิดพื้นฐาน “เศรษฐกิจพอเพียง” เป็นตัวชี้นำผ่านการมีส่วนร่วมของประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มีนโยบายกระทรวงพลังงาน ยุทธศาสตร์จังหวัด องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นปัจจัยสนับสนุน เชื่อมโยงงานพลังงานกับมิติอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็น ด้านเศรษฐกิจ อาชีพ รายได้ สิ่งแวดล้อม สังคม สุขภาพ เป็นต้น

2. เข้าใจสถานการณ์พลังงานในชุมชน ผลกระทบที่เกิดจากการใช้พลังงานทั้งด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม สุขภาพ

3. ทราบการบริโภคพลังงานในชุมชน หรือสถานภาพพลังงานชุมชน มีสัดส่วนค่าใช้จ่ายพลังงานประเภทไฟฟ้า แก๊ส น้ำมัน ฟืน ถ่าน

4. ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคพลังงานชุมชน

5. รู้ศักยภาพของชุมชนที่จะใช้เป็นทรัพยากรในการจัดการพลังงานได้ เช่น มูลสัตว์ เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เป็นต้น หรือทรัพยากรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ความพร้อมด้านบุคลากร ต้นทุนทางสังคม ภูมิปัญญาท้องถิ่น เป็นต้น

6. รู้จักเทคโนโลยีพลังงาน การใช้งาน ประสิทธิภาพการใช้งาน ซึ่งจะนำไปสู่การคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการพลังงานชุมชน

กระบวนการวางแผนพลังงานชุมชน ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ดังภาพที่ 6 ประกอบไปด้วย

1. สร้างความเข้าใจร่วมกันกับชุมชน เพื่อให้ชุมชนเข้าใจและยอมรับโครงการวางแผนพลังงานชุมชน รวมทั้งมีความเข้าใจเรื่องพลังงานเบื้องต้นและเกิดความตระหนักที่จะแก้ไขปัญหาร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. สร้างทีมคณะทำงานพลังงานชุมชน โดยเป็นการสร้างคณะทำงานโครงการวางแผนพลังงานชุมชนในพื้นที่ ซึ่งจะมีตัวแทนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และอาสาสมัครพลังงานชุมชน (อสพน.) ในการเป็นตัวแทนเพื่อผลักดันให้โครงการวางแผนพลังงานชุมชนประสบผลสำเร็จ

3. จัดเก็บข้อมูลพลังงานในพื้นที่ โดยการสำรวจข้อมูลด้านพลังงานในระดับชุมชน

4. ประมวลผลข้อมูลจัดทำสถานภาพพลังงาน เพื่อนำผลจากสถานการณ์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดแผนพลังงานชุมชน

5. สะท้อนข้อมูลคืนสู่ชุมชน เพื่อให้ชุมชนรับรู้ถึงข้อมูลในการบริโภคพลังงานของตนเอง ทั้งในด้านปริมาณ มูลค่าที่ใช้ และสูญเสียเงินไปกับการบริโภคพลังงานประเภทต่าง ๆ เป็นมูลค่าเท่าใด ซึ่งขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเพราะเป็นขั้นตอนที่ทำให้คนในชุมชนได้คิดทบทวนถึงสาเหตุของการใช้พลังงาน และก่อให้เกิดความตระหนักว่ามีค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานเป็นจำนวนเท่าไหร่ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นสิ่งกระตุ้นให้ประชาชนตระหนักถึงวิธีการในการลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานเป็นอย่างดี

6. ศึกษาดูงานเทคโนโลยีพลังงานที่ยั่งยืน เพื่อสร้างแรงบันดาลใจในการเลือกใช้พลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

7. ประชุมระดมความคิดเห็น เพื่อจัดทำร่างแผนพลังงานของท้องถิ่น

8. รับฟังความคิดเห็นร่างแผนพลังงานกับประชาชนเพื่อจัดทำแผนพลังงานฉบับสมบูรณ์

9. ปฏิบัติตามแผนพลังงานนำร่องวางไว้

10. สรุปบทเรียนการทำงานร่วมกัน เพื่อร่วมกันประเมินเรื่องปัญหาอุปสรรค ผลที่เกิดขึ้น ผลกระทบและผลที่ได้รับ พร้อมวางแนวทางการทำงาน หรือแก้ไข ในปีต่อไป

ภาพที่ 6 การจัดทำแผนพลังงานชุมชน 10 ขั้นตอน [10]

2.4 Sustainable Energy Transition Road Map for Chiang Rai Province, Thailand

ESCAP, United Nations (2022), [11] ได้พัฒนาเครื่องมือ National Expert SDG7 Tool for Energy Planning (NEXTSTEP) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์สำหรับ

ประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายด้านพลังงานของประเทศให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนในข้อที่ 7 ซึ่งได้นำมาใช้ในการพัฒนาแผนงานการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงานอย่างยั่งยืนสำหรับจังหวัดเชียงราย ร่วมกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน โดยได้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Scenario) ทั้งหมด 4 แบบจำลองภายใต้แนวทางการปรับเปลี่ยนสู่การใช้พลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน (Sustainable Energy Transition : SET) ดังนี้

1. แบบจำลองสถานการณ์สำหรับนโยบายปัจจุบัน (Current Policy Scenario: CPS) พัฒนาขึ้นตามนโยบายที่มีอยู่ในปัจจุบัน และนำมาวิเคราะห์ช่องว่างนโยบายที่มีอยู่ โดยสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนในข้อที่ 7 และเป้าหมายการพัฒนาประเทศ

2. แบบจำลองสถานการณ์การปรับเปลี่ยนสู่การใช้พลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน (Sustainable Energy Transition: SET) นำเสนอเทคโนโลยีและมาตรการต่างๆ ที่มีส่วนช่วยจังหวัดเชียงรายได้รับการพัฒนาตามเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนในข้อที่ 7 และเป้าหมายการพัฒนาประเทศ

สัดส่วนการใช้พลังงานทดแทน ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายภายใต้แบบจำลองสถานการณ์นี้ จะลดลงร้อยละ 12.2 เนื่องจากการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลที่ลดลงสำหรับประกอบอาหารในเขตเมือง

การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy Efficiency) ภายใต้แบบจำลองสถานการณ์นี้ เสนอให้มีการประยุกต์การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคที่มีความต้องการพลังงาน ซึ่งสามารถลดความเข้มข้นในการใช้พลังงานลดลงเหลือ 4.55 ktoe/พันล้านบาท ภายในปี พ.ศ. 2573 จากแบบจำลองสถานการณ์แบบเป็นไปตามปกติ (BAU) ความเข้มข้นพลังงานถูกประเมินอยู่ที่ 5.83 ktoe/พันล้านบาท ภายในปี พ.ศ. 2573

3. แบบจำลองสถานการณ์การพัฒนาระบบขนส่งอย่างยั่งยืน (Sustainable Transport Strategies: STS) ได้เสนอให้มีการส่งเสริมการใช้ยานพาหนะไฟฟ้าในประเภทยานพาหนะต่าง ๆ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 มาตรการการส่งเสริมการใช้ยานพาหนะไฟฟ้า ภายในปี พ.ศ. 2573 (ดัดแปลงจาก ESCAP)

ประเภทพาหนะ	มาตรการ
รถยนต์ส่วนบุคคล	ส่วนแบ่งของรถยนต์ส่วนบุคคลไฟฟ้า เพิ่มขึ้น ร้อยละ 50 ภายในปีพ.ศ. 2573
รถโดยสารสาธารณะและรถโดยสารขนาดเล็ก	ส่วนแบ่งของรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้า เพิ่มขึ้น ร้อยละ 50 ภายในปีพ.ศ. 2573
รถจักรยานยนต์	ส่วนแบ่งของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เพิ่มขึ้น ร้อยละ 25 ภายในปีพ.ศ. 2573
ยานพาหนะขนส่งสินค้า	ส่วนแบ่งของยานพาหนะขนส่งสินค้าไฟฟ้า เพิ่มขึ้น ร้อยละ 25 ภายในปีพ.ศ. 2573

4. แบบจำลองสถานการณ์ที่มุ่งสู่การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ (Toward Net Zero: TNZ) เป็นสถานการณ์ที่มีความท้าทายมากที่สุด มุ่งเน้นการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า การทดแทนเชื้อเพลิง และมุ่งมั่นในการใช้พลังงานในรูปแบบของพลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้น (Electrification)

จากทฤษฎีกระบวนการพัฒนาแผนพลังงานที่ยั่งยืนทั้งในและต่างประเทศนั้น พบว่า แนวคิดสำคัญที่จะนำไปสู่การวางแผนที่ยั่งยืน คือเข้าใจสถานการณ์พลังงานในชุมชน ผลกระทบที่เกิดจากการใช้พลังงานทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถศึกษาได้โดยการจัดทำสถานภาพพลังงาน วิเคราะห์ข้อมูลการบริโภคพลังงานของชุมชน และการกำหนดมาตรการและจัดลำดับความสำคัญของมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำมาเป็นวิธีการศึกษาในงานวิจัยนี้ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดการพลังงานชุมชนที่ยั่งยืน ทั้งในด้านการเข้าใจสถานภาพพลังงานในชุมชน อันจะนำไปสู่การวางแผนการจัดหา ปริมาณพลังงาน (Energy Supplies) ให้เหมาะสมกับปริมาณความต้องการพลังงาน (Energy Demand) ในอนาคต

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิสาขา ภู่จินดา (2555: 75-78) ได้ศึกษาแนวทางการวางแผนพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืนในประเทศไทย ซึ่งได้ศึกษาแนวทางการวางแผนพลังงานชุมชนของประเทศไทย ที่พัฒนาร่วมกันระหว่างกระทรวงพลังงานและรัฐบาลประเทศเดนมาร์ก รวมถึงศึกษาทิศทางการวางแผนพลังงานชุมชนของต่างประเทศ พบว่า การวางแผนพลังงานชุมชนของประเทศไทย ประสบความสำเร็จในระดับปานกลาง หมายถึง ชุมชนบางแห่งเท่านั้นที่สามารถลดใช้พลังงาน ลดรายจ่ายด้านพลังงาน และเพิ่มรายได้จากการวางแผนพลังงานชุมชนได้ แต่ยังเกิดความต่อเนื่องและไม่ยั่งยืนของบางชุมชน เนื่องจากการไม่ให้ความสำคัญของผู้นำชุมชน และชาวบ้านในพื้นที่ ภาครัฐให้การสนับสนุนไม่ตรงตามความต้องการของชุมชน เป็นต้น ผู้วิจัยได้ให้ข้อสรุปและเสนอแนะในการจัดการพลังงานชุมชนเพื่อให้เกิดความยั่งยืน คือ จะต้องการวิเคราะห์ความต้องการที่แท้จริงของชุมชน วางแผนพลังงานตามศักยภาพทรัพยากรที่มีในชุมชน และคำนึงถึงความสามารถในการบริการจัดการพลังงานภายในชุมชนเพื่อผลิตพลังงานใช้ในชุมชน และการประหยัดพลังงานที่เหมาะสมกับสภาพของชุมชน ซึ่งก็สอดคล้องกับทิศทางการวางแผนพลังงานชุมชนของต่างประเทศ ที่เน้นส่งเสริมให้เกิดการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนเพื่อให้เกิดจากความต้องการที่แท้จริงของชุมชน [12]

สุลีกร สุปัน (2561) ได้ศึกษาการจัดการพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน กรณีศึกษาชุมชนนาเหลือง อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ด้วยวิธีการศึกษา การสัมภาษณ์กับผู้ให้ข้อมูล การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม และการประชุมกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการจัดการจัดการพลังงานชุมชนที่นำไปสู่ความยั่งยืน สามารถพัฒนาผ่าน 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การวางแผน เป็นเครื่องมือที่ชี้ให้เห็นถึงเป้าหมาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และวิธีบรรลุเป้าหมายขององค์กร 2) การจัดองค์กร เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพตามความสามารถของคนในองค์กร 3) การชี้นำ (ภาวะผู้นำและการจูงใจ) พบว่า การนำองค์กรหรือการให้ความสำคัญในเรื่องที่ดำเนินการอยู่ของผู้นำ มีผลต่อการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมาย และ 4) การควบคุมองค์กร เป็นการติดตามผลการดำเนินงาน เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของงานต่างๆ ตั้งแต่เริ่มกระบวนการจนจบกระบวนการ โดยพัฒนาร่วมกับองค์ประกอบภายนอก ได้แก่ การสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอก/องค์กรต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สำนักงานพลังงานจังหวัด นอกจากทั้ง 4 ขั้นตอนหลักแล้ว ยังมีองค์ประกอบภายนอก ที่ช่วยสนับสนุนให้กระบวนการจัดการพลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จนสามารถลดค่าใช้จ่ายภาคพลังงานในครัวเรือน และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ร่วมกับเกษตรในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ บ่อก๊าซชีวภาพขนาดครัวเรือน ลดการเกิดก๊าซมีเทน นำมูลหรือเศษที่ได้จากการหมักก๊าซชีวภาพมาใช้ทำปุ๋ยชีวภาพ เกิดอาสาสมัครพลังงาน เป็นต้น จึงทำให้พื้นที่ชุมชนตำบลนาเหลือง ได้เป็นต้นแบบของการนำพลังงานดังกล่าวมาใช้ในการดำรงชีวิตและต่อยอดด้านพลังงานชุมชนให้เกิดความยั่งยืนในอนาคต อย่างไรก็ตาม การบริหารจัดการพลังงานในชุมชนยังไม่ได้รับความสำคัญจากคนในชุมชน ขาดการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน ไม่มีการประเมินผลอย่างต่อเนื่อง และการคัดเลือกเทคโนโลยีพลังงานทดแทนไม่มีความเหมาะสมกับชุมชน มีความซับซ้อน ทำให้เกิดการใช้งานเทคโนโลยีไม่ต่อเนื่อง[13]

สมศักดิ์ มีนคร (2555) ได้ทำการศึกษารูปแบบการจัดการพลังงานที่เหมาะสมในพื้นที่อำเภออัมพวา ด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกสำหรับนักวิชาการ และสำหรับผู้นำชุมชน ในชุมชนตำบลอัมพวาและชุมชนตำบลบางนางลี่ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม โดยพบว่า สถานการณ์ด้านพลังงานในชุมชนทั้ง 2 แห่ง พบว่า เป็นชุมชนที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการใช้ไฟฟ้าส่วนกลาง (National Grid) เป็นหลักควบคู่กับการใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนเพื่อการจัดการพลังงานที่ยั่งยืน ซึ่งชุมชนตำบลบางนางลี่ ได้มีใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทน เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ อาทิ เช่น เตาซุปเปอร์อั่งโล่ ลูกหมุนระบายอากาศและชุดอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน แต่ประสบปัญหาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนและอุปกรณ์ดังกล่าวมีเพียงพอต่อความต้องการของชุมชน ขณะที่ชุมชนตำบลอัมพวาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชเพื่อใช้ในการเกษตรกรรม แต่ปริมาณวัตถุดิบไม่เพียงพอส่งผลให้การใช้งานไบโอดีเซลไม่ต่อเนื่องและแพร่หลาย หลังการประเมินการจัดการพลังงานในชุมชนดังกล่าวพบว่า ชุมชนมีค่าใช้จ่ายพลังงานเท่าเดิม เนื่องมาจากการใช้พลังงานทดแทนไม่มีความต่อเนื่อง ซึ่งเกิดจากวัตถุดิบไม่เพียงพอ และการคัดเลือกอุปกรณ์และเทคโนโลยีพลังงานไม่สอดคล้องกับศักยภาพและความต้องการของชุมชน ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการพลังงานชุมชนที่จะนำไปสู่ความยั่งยืน คือ การลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานและการมีพลังงาน

เพียงพอต่อความต้องการพื้นฐานของชุมชน รวมไปถึงการจัดการพลังงานชุมชน ควรเกิดจากความต้องการของชุมชนเป็นหลัก [14]

เย็นใจ พันธ์วงค์ (2556) ได้ศึกษาการจัดการพลังงานชุมชน กรณีศึกษา ตำบลน้ำปลีก อำเภอเมือง และตำบลไม้กลอน อำเภอพนา จังหวัดอำนาจเจริญ ซึ่งเป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้พลังงานในครัวเรือนกับการใช้พลังงานในครัวเรือน ในกลุ่มตัวอย่างด้วยการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม และนำมาทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient : r) ในตำบลน้ำปลีก อำเภอเมือง และตำบลไม้กลอน อำเภอพนา พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้พลังงานในระดับครัวเรือน ได้แก่ ปัจจัยด้านเทคโนโลยีที่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐมีความสัมพันธ์ กับการใช้พลังงานประเภทต่าง ๆ เป็นเพราะเทคโนโลยีที่ภาครัฐสนับสนุนเป็นเทคโนโลยีพลังงานทดแทน ซึ่งสามารถช่วยเหลือให้ครัวเรือนในชุมชนใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ อีกทั้งทรัพยากรพลังงานในชุมชนมีอยู่จำนวนจำกัดและมีปริมาณน้อย ไม่ว่าจะเป็นชุมชนเมือง หรือชุมชนชนบทถือว่ามีความแตกต่างกันไม่มากนัก และพบว่าพฤติกรรมการใช้พลังงานของชุมชนยังต้องปรับปรุงเพื่อก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้วิจัยยังให้ข้อเสนอแนะว่า หากไม่มีการวางแผนพลังงานที่ดีหรือไม่มีการจัดเตรียม หรือการจัดการพลังงานจะส่งผลให้มีอัตราการใช้เพิ่ม พลังงานสูงขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น จึงต้องมีการจัดการพลังงานชุมชนควรมีการจัดการตามบริบทหรือรูปแบบ ของชุมชน โดยต้องมีการวิเคราะห์ความต้องการที่แท้จริงของชุมชน รวมถึงทรัพยากรที่มีในชุมชน [15]

วิลานี ศรีสุวรรณ และคณะ (2557:789 – 793) ได้ศึกษาการสำรวจศักยภาพพลังงานทดแทนของชุมชนบ้านร่องปลายนา ตำบลบัวสลี อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา เพื่อศึกษาสภาพการใช้พลังงานในปัจจุบัน สำรวจศักยภาพพลังงานทดแทนของชุมชน และหารูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการพลังงานทดแทนของชุมชนโดยวิธีการสำรวจ สัมภาษณ์ และสังเกต ผลการศึกษาพบว่ามีจำนวน 58 ครัวเรือน และเป็นแหล่งเกษตรกรรมที่คอยป้อนผลผลิตให้แก่ภาคอุตสาหกรรม มีมูลค่าการใช้พลังงานจากน้ำมันมากที่สุด มีปริมาณการใช้ที่ 41,696 ลิตรต่อปี มูลค่า 1,346,064 บาท/ปี รองลงมาเป็น การใช้พลังงานความร้อนจากก๊าซ LPG มีปริมาณการใช้ที่ 2,760 kg/ปี มูลค่า 772,800 บาท/ปี และการใช้พลังงานไฟฟ้า มีปริมาณการใช้ที่ 58,527 kWh/ปี มูลค่า 207,421 บาท/ปี ซึ่งชุมชนบ้านร่องปลายนา ไม่มีการใช้พลังงานน้ำ แสงอาทิตย์ และลม เสริมจากการใช้พลังงานข้างต้น โดยเมื่อสำรวจศักยภาพพลังงานทดแทน พบว่า ชุมชนมีศักยภาพทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ วัดความเข้มแสงเฉลี่ยได้ค่าเฉลี่ยที่ 829 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งสามารถจัดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการผลิตไฟฟ้าได้ พลังงานลม ค่าเฉลี่ยที่วัดได้ 1.38 เมตร/วินาที มีน้อยมากหากเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานลมในประเทศไทย และพลังงานน้ำของชุมชนมีแม่น้ำ 2 สายไหลผ่าน อัตราการไหลอยู่ที่ 7.95 ลบ.ม./วินาที และ 3.57 ลบ.ม./วินาที ตามลำดับ ซึ่งอัตราการไหลนี้สามารถ

ผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยใช้กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กได้ ด้านศักยภาพชีวมวล ขยะมูลฝอย เชื้อเพลิงเหลือใช้จากการเกษตร พบว่า ชุมชนมีศักยภาพชีวมวลและเชื้อเพลิงเหลือใช้จากการเกษตร ประเภทซังข้าวมากที่สุด จำนวน 1,702 kg รองลงมาเป็น ขยะมูลฝอย จำนวน 1,010 kg ซึ่งศักยภาพชีวมวล ขยะมูลฝอย เชื้อเพลิงเหลือใช้จากการเกษตร สามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งชีวมวลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงต่อไปได้ นอกจากนี้แนวทางการจัดการพลังงานชุมชน คือ มีการส่งเสริมให้ชุมชนมีความรู้ความเข้าใจเพื่อให้เกิดความตระหนักในเรื่องการใช้พลังงานทดแทน จะส่งผลให้การจัดการพลังงานทดแทนของชุมชนเกิดขึ้นแบบมีส่วนร่วมในการเลือก วางแผน และนำพลังงานทดแทนไปใช้ร่วมกัน จะทำให้ชุมชนสามารถดำเนินงานด้านพลังงานทดแทนชุมชนได้อย่างยั่งยืนและดำเนินงานให้สอดคล้องตามหลักของการเป็นหมู่บ้านต้นแบบเศรษฐกิจพอเพียงในระดับที่สูงต่อไปได้ [16]

ดวงกมล อิศรางพร (2560) ได้ศึกษาแนวทางการผลิตพลังงานหมุนเวียนเพื่อความยั่งยืนของชุมชนในจังหวัดสุรินทร์ ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ และการสังเกตการณ์เป็นเครื่องมือ จากสองกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มเจ้าหน้าที่รัฐ และกลุ่มผู้นำชุมชนหรือประชาชนจากชุมชน ที่มีการเลือกใช้พลังงานทดแทนแตกต่างกัน ได้แก่ ชุมชนเกษตรสมบูรณ์ ชุมชนเทศบาลตำบลนิคมปราสาท มูลนิธิพัฒนาอิสาน โดยผลการศึกษาพบว่า ด้านกายภาพ จังหวัดสุรินทร์มีศักยภาพพลังงานหมุนเวียนแสงอาทิตย์สูงสุด โดยมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยอยู่ที่ 17.0-18.5 เมกะจูล/ตารางเมตร/วัน ในแต่ละปี ซึ่งสามารถเทียบเป็นปริมาณพลังงานได้มากกว่า 11,000 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ พลังงานลมมีค่าเฉลี่ยความเร็วลมอยู่ที่ 4.07 เมตร/วินาที ในแต่ละปี และพลังงานชีวมวลซึ่งได้จากผลผลิตทางการเกษตร ได้แก่ ใบอ้อย ชานอ้อย ฟาง ข้าว แกลบ และเหง้ามันสำปะหลัง โดยใบอ้อยสามารถแปลงเป็นปริมาณพลังงานได้ต่ำสุด อยู่ที่ 2.0-4.7 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ในด้านสังคมและการบริหารจัดการประชาชนและผู้นำชุมชนในหมู่บ้านหรือตำบลต่าง ๆ ให้ความร่วมมือ และมีความสนใจในการอบรมจัดกิจกรรมพลังงานหมุนเวียนของทางภาครัฐเป็นอย่างดี และส่วนใหญ่พร้อมที่จะนำพลังงานหมุนเวียนมาประยุกต์ใช้กับชุมชนตนเอง อีกทั้งในด้านเศรษฐกิจ เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนสามารถส่งเสริมการทำเกษตรในชุมชนซึ่งยังผลให้ประชาชนมีรายได้เพิ่ม และลดค่าใช้จ่ายภายในครัวเรือน รวมถึงสร้างอาชีพให้แก่คนว่างงาน ช่วยเสริมสร้างครอบครัวเข้มแข็งและความสุขภายในชุมชน และด้านสิ่งแวดล้อม พบว่าการใช้พลังงานหมุนเวียนไม่ก่อให้เกิดความเสียใด ๆ ต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากจังหวัดสุรินทร์มีการบริหารงานในรูปแบบไตรภาคี ส่งผลให้เกิดความรวดเร็วในการดำเนินงาน แต่ยังพบอุปสรรคหลักในการพัฒนาพลังงานหมุนเวียน คือ ประชาชนขาดความรู้ความเข้าใจ ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนดำเนินไปอย่างล่าช้า และไม่สมบูรณ์ในบางพื้นที่ ดังนั้นการอบรมให้ความรู้ การจัดกิจกรรมส่งเสริมด้านพลังงานหมุนเวียน พัฒนาการฝึกทักษะให้แก่ประชาชน การจัดสรรงบประมาณและบุคลากรที่เหมาะสม เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้จังหวัดสุรินทร์มีการใช้พลังงานหมุนเวียนได้อย่างสมบูรณ์และยั่งยืน [17]

อภิชาต คงแป้น (2557: 736 - 742) ได้ศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและสังคมจากการลงทุนระบบก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกร กรณีศึกษา : ตำบลท่ามะนาว อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลตอบแทนด้านเศรษฐกิจและสังคมในการลงทุนระบบก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกรที่ตำบลท่ามะนาว อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี โดยมีการวิเคราะห์ผลตอบแทน และค่าใช้จ่ายทั้งทางตรง และทางอ้อมของกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ผลจากการวิจัยพบว่า โครงการนี้คุ้มค่าต่อการลงทุน เรียงลำดับผลตอบแทนจากมากไปน้อย ได้แก่ 1) ด้านเกษตรกรรม คือผลผลิตต่อไร่ที่สูงขึ้นจากการใช้ปุ๋ยชีวภาพ รายได้จากการขายปุ๋ยชีวภาพ และลดการซื้อปุ๋ยเคมี 2) ด้านพลังงาน คือ ลดการซื้อก๊าซหุงต้ม และน้ำมันดีเซลเพื่อผลิตไฟฟ้า 3) ด้านแรงงาน คือ การเพิ่มการจ้างงานภายในชุมชน 4) ด้านสิ่งแวดล้อม คือ การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก เมื่อคิดอายุโครงการ 5 ปี สรุปการวิเคราะห์ประสิทธิภาพรายจ่าย หากคิดผลตอบแทนรวมทางตรงและทางอ้อมโครงการนี้จะคุ้มค่าต่อการลงทุน ที่ให้อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 2.48 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 32.61% ระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 1 ปี 10 เดือน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 1,067,030 บาท โดยผลลัพธ์จากงานวิจัยนี้จะเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการลงทุนด้านพลังงานหมุนเวียนของภาครัฐ หรืองานกิจการเพื่อสังคมต่อไป [18]

ปิยะวัฒน์ จิรเทียนธรรม (2560) ได้ศึกษาชุดคำสั่งสำเร็จการวิเคราะห์สถานภาพพลังงานเพื่อวางแผนพลังงานระดับชุมชน ในการจัดทำชุดคำสั่งสำเร็จการวิเคราะห์สถานภาพพลังงานเพื่อวางแผนพลังงานระดับชุมชนได้ใช้หลักการของสมดุลพลังงาน ซึ่งสมดุลพลังงานเป็นเครื่องมือที่สามารถบริหารจัดการข้อมูลได้อย่างเหมาะสมเพื่อการวิเคราะห์ระบบพลังงาน โดยหลักการของสมดุลพลังงานได้ถูกออกแบบมาให้ไม่ซับซ้อนและง่ายต่อการนำไปใช้งาน การวิเคราะห์ระบบพลังงานโดยใช้สมดุลพลังงานทำให้เห็นภาพรวมของระบบการใช้พลังงานทั้งหมด จึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยทำให้เข้าใจสถานการณ์ด้านพลังงานทั้งในปัจจุบัน และอนาคต ชุดคำสั่งสำเร็จฯ นี้ ได้ถูกพัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้สเปรดชีต (Spreadsheet) หรือตารางคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อคำนวณและเก็บบันทึกข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ ของสถานภาพพลังงานแล้ว และมีการใช้ Visual Basic for Application (VBA) คือการใช้ภาษา Visual Basic ในการเขียนโค้ดควบคุมโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกและคล่องตัวในการใช้งาน ซึ่งชุดคำสั่งสำเร็จฯ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ส่วนการบันทึกข้อมูล ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูล และส่วนการแสดงผล ผลการทดสอบใช้งานพบว่าชุดคำสั่งสำเร็จสามารถใช้ในการนำเข้าข้อมูลจากการสำรวจโดยแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน ประเมินศักยภาพทางด้านพลังงาน ทดแทน พยากรณ์การใช้พลังงาน สำหรับจัดทำมาตรการทางด้านพลังงานได้อย่างถูกต้อง ในระยะเวลาที่สั้นและมีความเหมาะสมในการใช้งาน โดยผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าชุดคำสั่งสำเร็จฯ สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก ประมวลผล และแสดงผลได้อย่างรวดเร็ว และสามารถทำงานได้ครบถ้วนตามกระบวนการจัดทำแผนพลังงานระดับชุมชน [19]

สมบัติ นพจนสุภา (2560) ได้ศึกษาการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อลดค่าไฟฟ้า สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี โดยได้มีการคำนวณกำลังการผลิตติดตั้ง คำนวณขนาดอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ เช่น ขนาดอินเวอร์เตอร์ จำนวนแผงโซลาร์เซลล์ ขนาดสายไฟ เป็นต้น และได้คำนวณผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เป็นระบบติดตั้งบนหลังคา ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 200 วัตต์ จำนวน 80 แผ่น สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ประมาณ 57.6 กิโลวัตต์ต่อวัน หรือ 20,736 หน่วยต่อปี สามารถการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสายส่งในช่วงเวลากลางวันได้ คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ลดได้ประมาณ 288 บาทต่อวัน หรือ103,680 บาทต่อปี โดยที่ระบบดังกล่าวมีมีต้นทุนในการติดตั้ง 624,000 บาท ซึ่งสามารถคืนทุนภายใน 7.3 ปี [20]

กรีฑา สุขทั่ง และคณะ (2561) ได้ศึกษาศักยภาพเชิงพื้นที่สำหรับการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าและการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทย จากการดำเนินการเก็บข้อมูลผลผลิตทางการเษตรในระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล เพื่อตรวจสอบและเก็บข้อมูลสภาวะการใช้ประโยชน์ชีวมวลในปัจจุบัน เพื่อระบุสัดส่วนความสามารถในการนำชีวมวลที่เหลือมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิง โดยพบว่าจังหวัดเชียงราย มีฟางข้าว ชีวมวลคงเหลือ 198,636.84 ตันต่อปี อันดับสองรองจากชีวมวลซังข้าวโพด มีค่าศักยภาพพลังงานที่ไม่มีการใช้ประโยชน์เฉลี่ย 2,449,192,298.16 MJ ต่อปี หรือ 57,977.28 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และจากงานวิจัย พบว่า พื้นที่ในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ ถูกจัดให้เป็นพื้นที่สำรองหรือส่งเสริมโรงไฟฟ้าชีวมวลชุมชน และการใช้เทคโนโลยีผลิตความร้อนร่วมกระแสไฟฟ้า ขนาดไม่เกิน 1 MW [21]

ดวงตา สราญรมย์ (2560) ได้ศึกษาการประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานจากขยะ กรณีศึกษา เทศบาลนนทบุรี โดยใช้องค์ประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอยชุมชนชนของกระทรวงพลังงานในการคำนวณหาค่าความร้อนของขยะ และนำไปเทียบค่าความร้อนและปริมาณขยะเข้าสู่เตาเผา ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เพื่อคำนวณหาขนาดของระบบผลิตพลังงาน และกำลังการผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสมกับปริมาณขยะของชุมชน รวมถึงคำนวณต้นทุนและรายได้ต่าง ๆ พบว่า โรงไฟฟ้าพลังงานจากขยะ กรณีศึกษา เทศบาลนนทบุรี ขนาด 7.35 เมกะวัตต์ กำลังการผลิต 31 ตันต่อชั่วโมง สามารถลดค่าใช้จ่ายในการฝังกลบได้ 56 ล้านบาทต่อปี และมีรายได้เข้าเทศบาลนนทบุรี 2,962 ล้านบาท ซึ่งผู้วิจัยได้ประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ไว้ดังนี้ มูลค่าปัจจุบันของโครงการ (NPV) เท่ากับ 680 ล้านบาท มีอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) เท่ากับ 25.33 เท่า และมีระยะเวลาคืนทุน เท่ากับ 5 ปี 2 เดือน ดังนั้น โรงไฟฟ้าพลังงานขยะนี้ มีความคุ้มค่าในการลงทุน [22]

สรุปจากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แนวการจัดการพลังงานชุมชนที่ยั่งยืน จะต้องมีการศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการใช้งาน และมีการบริหารจัดการ

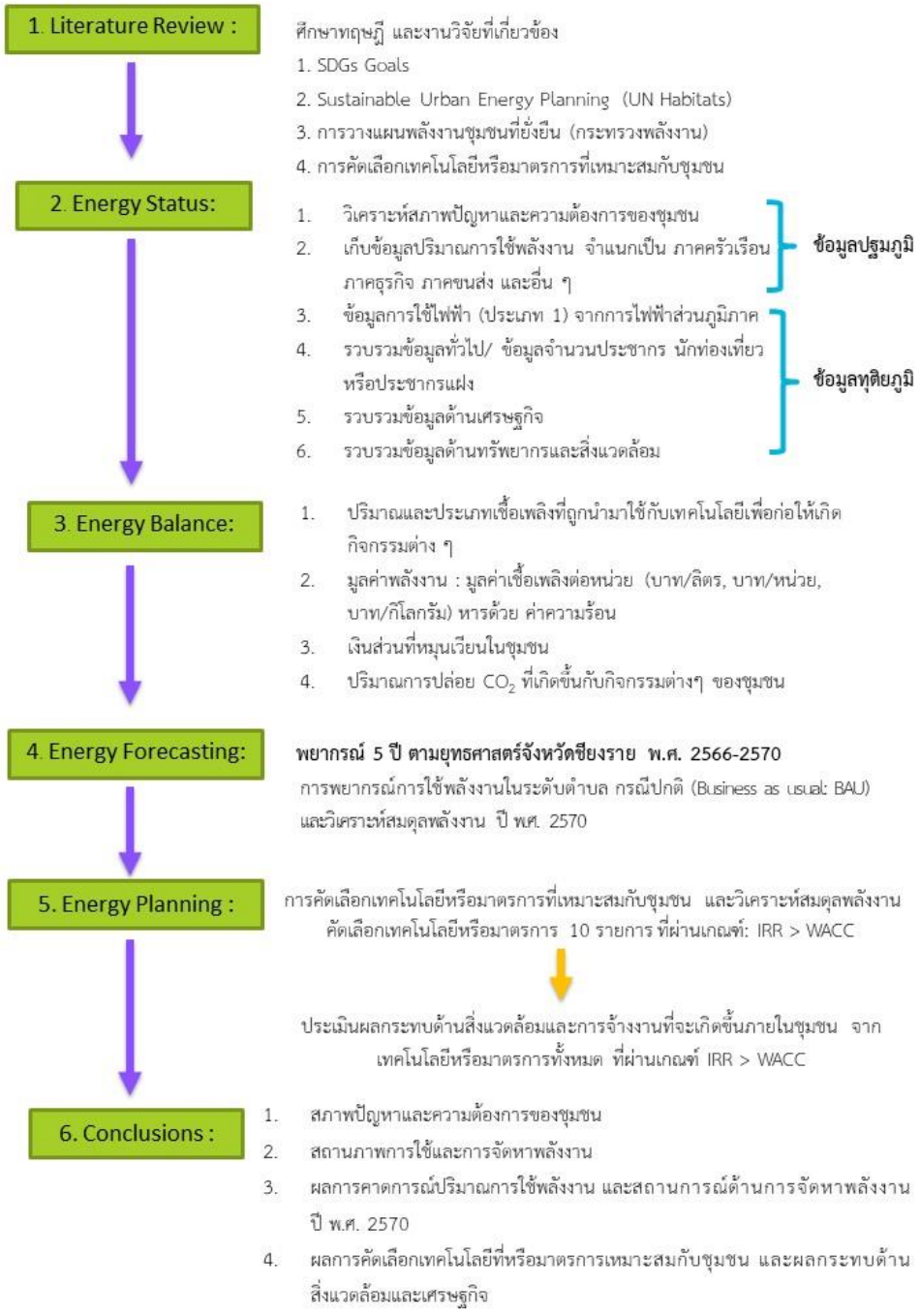
ตามบริบทหรือรูปแบบของชุมชน โดยต้องมีการวิเคราะห์ความต้องการที่แท้จริง รวมถึงเลือกใช้ทรัพยากรที่มีศักยภาพในชุมชนและใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะนำขั้นตอนการศึกษาสถานภาพพลังงานในชุมชน และพฤติกรรมการใช้พลังงานในชุมชนมาใช้เป็นแนวทาง โดยจะเน้นไปที่การศึกษาสถานภาพพลังงานในชุมชนเชิงตัวเลข กล่าวคือ วิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงาน (Energy Consumption) ที่เชื่อมโยงกับปริมาณการจัดหาพลังงาน (Energy Supplies) และคาดการณ์ปริมาณความต้องการใช้พลังงานในอนาคตเพื่อวิเคราะห์ปริมาณการจัดหาพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการ ผ่านเครื่องมือสมดุลพลังงาน และคัดเลือกมาตรการที่คำนึงถึงด้านเศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ที่เหมาะสมกับชุมชนเพื่อการจัดการพลังงานที่ยั่งยืนในชุมชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 กรอบการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการจัดการพลังงานชุมชนที่ยั่งยืนของชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานวิจัยเป็นลำดับขั้นตอน ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการวิจัย

3.2 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานชุมชนที่ยั่งยืน

ผู้วิจัยได้ศึกษาเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน หรือ Sustainable Development Goals (SDGs) ขององค์การสหประชาชาติ และแนวทางการจัดการพลังงานอย่างยั่งยืนทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงศึกษาการประเมินศักยภาพการใช้เทคโนโลยีพลังงานที่เหมาะสมกับชุมชน

3.3 วิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการของชุมชน และรวบรวมข้อมูลสภาพทั่วไปและประชากร เศรษฐกิจ ทรัพยากร ปริมาณการใช้พลังงานของชุมชน เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

3.3.1 การวิเคราะห์สภาพปัญหาของชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่ งานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการรวบรวมจากบทวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพของชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่ เพื่อการจัดทำกรอบยุทธศาสตร์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เทศบาลตำบลบ้านดู่ แสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพของชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่ [6]

การวิเคราะห์จุดแข็ง (STRENGTH:S)	**การวิเคราะห์จุดอ่อน (WEAKNESS:W)**
1. เทศบาลตำบลบ้านดู่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ มีความหลากหลายทางกายภาพ เหมาะสมในการประกอบอาชีพด้านการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และพาณิชยกรรมและอีกหลาย ๆ ด้าน 2. สถานที่ท่องเที่ยวมีความน่าสนใจและหลายแห่งที่สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวได้ 3. เป็นพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกสับปะรดภูแล 4. ตลาดสดเทศบาลขนาดใหญ่ตั้งอยู่ใกล้กับเส้นทางคมนาคมที่สำคัญ ซึ่งสามารถอำนวยความสะดวกสบายให้แก่ประชาชน รวมทั้งสร้างรายได้ 5. สถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา (มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย) ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่เทศบาลซึ่งเป็นผลดีที่ก่อให้เกิดการประกอบการด้านธุรกิจและการบริการต่างๆ	1. มีปัญหาด้านการจัดการขยะมูลฝอย การระบายน้ำ และการบำบัดน้ำเสียในชุมชน 2. งบประมาณของเทศบาลมีจำกัด ไม่เพียงพอต่อการแก้ไขปัญหาความต้องการของประชาชน 3. ปัญหาความยากจน ประชาชนขาดอาชีพและรายได้ และการส่งเสริมอาชีพยังไม่ทั่วถึง 4. ทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลาย เช่น การปล่อยน้ำเสียลงในแม่น้ำ การรุกล้ำที่สาธารณะ 5. ปัญหาคนว่างงาน และถูกเลิกจ้าง 6. น้ำอุปโภคและบริโภคไม่เพียงพอ ตลอดจนแหล่งน้ำสำหรับการเกษตรกรรมมีไม่ทั่วถึง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เพื่อรองรับนักศึกษาซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถกระตุ้นเศรษฐกิจของตำบลได้ 6. มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรป่าไม้ที่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร	
การวิเคราะห์โอกาส (OPPORTUNITY:O)	**การวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรค (THREAT:T)**
1. มีสนามบินนานาชาติที่เป็นศูนย์กลางการคมนาคมทางอากาศของจังหวัดเชียงราย 2. สถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาอยู่ในเขตพื้นที่ ทำให้เกิดเศรษฐกิจการค้าและการลงทุนจากสถานประกอบการ 3. จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดเศรษฐกิจในชุมชน เกิดการสร้างงานสร้างอาชีพให้แก่ประชาชน	1. ประชากรแฝงเพิ่มขึ้น 2. มีหอพักและสถานประกอบการเพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดปัญหาด้านการจัดการสุขาภิบาล 3.ประชากรขาดจิตสำนึกเนื่องจากเทศบาลตำบลบ้านดู่ในพื้นที่บางส่วนกำลังพัฒนากลายเป็นสังคมเมือง แต่อีกส่วนหนึ่งยังเป็นสังคมชนบทแบบพื้นบ้าน 4. สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลายจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น

3.2.2 ความต้องการของชุมชน งานวิจัยนี้ได้รวบรวมและวิเคราะห์จากการอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อเรียนรู้แนวทางพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำของเทศบาลตำบลบ้านดู่ เมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2566 โดยได้มีการวิเคราะห์มาตรการโดยใช้หลักเกณฑ์การตัดสินหลายด้าน (multi-criteria analysis) เพื่อคัดเลือกมาตรการการลดใช้พลังงาน และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้พลังงานตามศักยภาพของชุมชน โดยหลักเกณฑ์การตัดสินหลายด้าน (multi-criteria analysis) ดังนี้

1) การสนับสนุนทางนโยบาย (Policy Support)

2) ผลประโยชน์และต้นทุน (Benefit and Cost)

3) ความเป็นไปได้ในการพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ (Possibility of domestically based production)

4) การยอมรับจากภาคประชาชน (Public Acceptance)

5) ขีดความสามารถการแข่งขันและมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ (Competitiveness and Value creation)

6) ผลประโยชน์ร่วม (Co-Benefit)

7) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental impact)

8) ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก (GHG reduction potential)

3.2.3 การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของชุมชนที่เป็นข้อมูลทุติยภูมิ และข้อมูลการใช้พลังงานของชุมชนเป็นข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ประกอบการใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และสำนักงานพลังงานจังหวัดเชียงราย แสดงรายละเอียดที่มาของข้อมูลดังตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 ข้อมูลทั่วไปของชุมชน และแหล่งที่มา

ข้อมูลทั่วไปของชุมชน	แหล่งข้อมูล
ข้อมูลทั่วไป เช่น ลักษณะที่ตั้ง อาณาเขตติดต่อ ขนาดพื้นที่ และลักษณะการใช้งานของพื้นที่ (การใช้ประโยชน์ของที่ดิน) การคมนาคม ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศ เป็นต้น	เว็บไซต์เทศบาลตำบลบ้านดู่ และแผนพัฒนาท้องถิ่น พ.ศ. 2566-2570 เทศบาลตำบลบ้านดู่
ข้อมูลจำนวนประชากร นักท่องเที่ยว หรือประชากรแฝง	สถิติประชากรทางการทะเบียนราษฎร (กรมการปกครอง) และสำนักงานสถิติจังหวัดเชียงราย
ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ เช่น อาชีพด้านเกษตรกรรม(กสิกรรม ประมง ปศุสัตว์) การพาณิชยกรรม/การบริการ การอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว เป็นต้น	แผนพัฒนาท้องถิ่น พ.ศ. 2566-2570 เทศบาลตำบลบ้านดู่ และสำนักงานสถิติจังหวัดเชียงราย
ข้อมูลด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เช่น พื้นที่การเกษตร แหล่งน้ำธรรมชาติ แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น และอื่น ๆ เป็นต้น	เว็บไซต์เทศบาลตำบลบ้านดู่ แผนพัฒนาท้องถิ่น พ.ศ. 2566-2570 เทศบาลตำบลบ้านดู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 7 ข้อมูลด้านพลังงาน และแหล่งที่มา

ข้อมูลด้านพลังงาน	แหล่งข้อมูล
ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	1. แบบสอบถามการใช้พลังงาน จำแนกเป็นบ้านอยู่อาศัย ภาคธุรกิจ และอื่น ๆ (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบล, สำนักงานหน่วยงานรัฐ) 2. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย)

ข้อมูลด้านพลังงาน	แหล่งข้อมูล
ข้อมูลการใช้พลังงานเชื้อเพลิงเพื่อหุงต้ม เช่น ก๊าซหุงต้ม (LPG) ถ่าน ฟืน เป็นต้น	1. ก๊าซหุงต้ม (LPG): ข้อมูลปริมาณการจำหน่ายก๊าซหุงต้ม (LPG) ของสถานประกอบการในชุมชน จากสำนักงานพลังงานจังหวัดเชียงราย 2. ถ่าน ฟืน: แบบสอบถามการใช้พลังงาน จำแนกเป็น บ้านอยู่อาศัย และภาคธุรกิจ
ข้อมูลการใช้พลังงานเชื้อเพลิงเพื่อการขนส่ง	ข้อมูลปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ของสถานประกอบการในชุมชน จากสำนักงานพลังงานจังหวัดเชียงราย และจากการเก็บข้อมูล
ราคาพลังงาน	สถานประกอบการในชุมชน และสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

การเก็บข้อมูลปริมาณการใช้พลังงาน ด้วยการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Taro Yamane [23] ซึ่งมีรายละเอียดขนาดประชากร และขนาดกลุ่มตัวอย่าง ดังตารางที่ 8 ตารางที่ 8 ขนาดประชากร และขนาดกลุ่มตัวอย่างรายสาขา ในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่

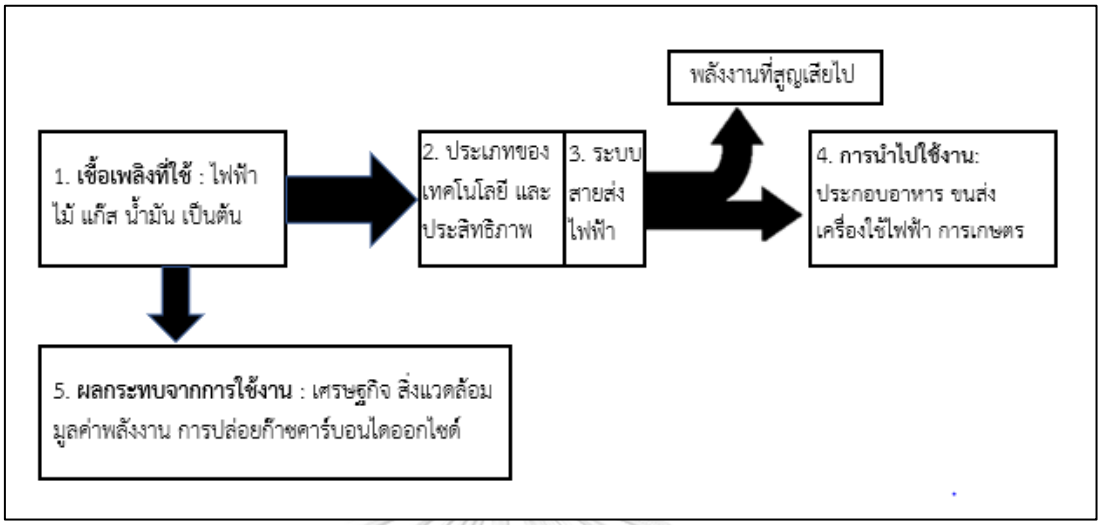
สาขา	ขนาดประชากร	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง (95%)
ครัวเรือน	18,463	400
ร้านค้า	400	29
หอพัก	400	40
โรงแรม	8	3
ห้างสรรพสินค้า	1	1
โรงเรียน	6	2
โรงพยาบาล	2	1
สถาบันการเงิน	6	2
สถานีบริการน้ำมัน	3	3
สำนักงานเทศบาลตำบลบ้านดู่	1	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.4 วิเคราะห์สมดุลพลังงานปัจจุบันของเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

งานวิจัยนี้ใช้ตารางสมดุลพลังงานของสำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน [24] มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์การใช้พลังงานของชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่ เพื่ออธิบายภาพรวมของการบริโภคพลังงานในชุมชน ที่คำนึงถึงพลังงานที่สูญเสียไปจากการใช้งาน ผ่านประสิทธิภาพของเทคโนโลยี หรือ

อุปกรณ์ต่าง ๆ และระบบสายส่งไฟฟ้า รวมถึงวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานในมิติด้านเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 เส้นทางการไหลของสมดุลพลังงาน [24]

จากภาพที่ 8 แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของตารางสมดุลพลังงาน ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

1. เชื้อเพลิงที่ใช้ เป็นส่วนที่แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต้นทาง เช่น ไฟฟ้า น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน ก๊าซปิโตรเลียมเหลว ถ่าน เป็นต้น

2. ประเภทของเทคโนโลยีและประสิทธิภาพ ส่วนนี้จะแสดงต่อจากองค์ประกอบส่วนที่ 1 ที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ต้นทาง ได้ถูกใช้งานผ่านเทคโนโลยีประเภทใด โดยในแต่ละเทคโนโลยีมีค่าประสิทธิภาพที่แตกต่างกันออกไป

3. ระบบสายส่งไฟฟ้า เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องเฉพาะพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น ซึ่งแบ่งออกเป็นส่วนของสถานีจ่าย (power production station: ex. st.) ที่จะคำนวณจากปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ถูกส่งไปตามสายส่งจากสถานีจ่ายไปยังผู้บริโภค ซึ่งจะคิดค่าประสิทธิภาพของสายส่ง ดังนั้น จึงมีค่าสูงกว่าปริมาณไฟฟ้าที่ใช้จริง และส่วนที่ 2 การใช้งานของผู้บริโภค (At consumer: At con.) จะเป็นค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าตามที่เกิดขึ้นจริง

4. การนำไปใช้งาน เป็นข้อมูลปลายทางที่แสดงปริมาณพลังงานที่ถูกนำไปใช้จริง ผ่านกิจกรรมต่างๆ เช่น แสงสว่าง ปรับอากาศ หุงต้ม ขนส่ง เป็นต้น ซึ่งแสดงค่าปริมาณพลังงานที่ถูกนำไปใช้จริงผ่านการคำนวณประสิทธิภาพเทคโนโลยีตามองค์ประกอบที่ 2 และ 3 แล้ว โดยผลต่างของปริมาณพลังงานเชื้อเพลิงต้นทาง ในองค์ประกอบที่ 1 และปริมาณพลังงานที่ถูกนำไปใช้จริง หมายถึง การสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้นจากระบบ

5. ผลกระทบจากการใช้พลังงาน แสดงผลรวมปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด รวมถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมากจาก

การบริโภคพลังงาน รวมทั้งผลกระทบเชิงเศรษฐกิจ ได้แก่ ราคาเชื้อเพลิงที่ใช้ทั้งหมดและราคาค่าเชื้อเพลิงที่หมุนเวียนอยู่ในชุมชน

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) แต่ละชนิดของเชื้อเพลิง ผู้วิจัยได้รวบรวมจากข้อมูลทุติยภูมิ รายละเอียดดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) แต่ละชนิดของเชื้อเพลิง

ที่	ชนิดของเชื้อเพลิง	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ ($kg\ CO_{2eg}$/ หน่วย)	แหล่งอ้างอิงข้อมูล
การใช้ไฟฟ้า				
1	ไฟฟ้า	kWh	0.5821	Thailand Grid Mix Electricity LCI Database 2557 (2014)
การเผาไหม้แบบอยู่กับที่สำหรับบ้านพักที่อยู่อาศัย ธุรกิจการค้าและอุตสาหกรรมการผลิต				
2	ก๊าซหุงต้ม(LPG)	liter	1.6812	IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE
3	ก๊าซหุงต้ม(LPG)	kg	3.1133	LPG 1 liter = 0.54 kg (DEDE)
4	ถ่านหุงต้ม	kg	3.409	DEDE
การเผาไหม้แบบเคลื่อนที่ สำหรับการขนส่งทางถนน				
5	น้ำมันดีเซล	liter	2.7446	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, PTT
6	น้ำมันเบนซิน	liter	2.2376	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE
7	น้ำมันไบโอดีเซล	liter	2.6265	U.S. Energy
8	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	kg	3.1899	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, LPG 1 liter = 0.54 kg (DEDE)

3.5 การพยากรณ์การใช้พลังงานในระดับตำบล กรณีปกติ (Business as usual: BAU) และวิเคราะห์สมดุลพลังงาน ปี พ.ศ. 2570

การพยากรณ์การใช้พลังงานในระดับตำบล กรณีปกติ (Business as usual: BAU) โดยใช้การเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและประชากร ได้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิในระดับจังหวัดและในระดับประเทศเข้ามาประกอบ เพื่อให้ได้ข้อมูลในระดับตำบลที่เพียงพอต่อการพยากรณ์การใช้พลังงาน ดังนี้

3.5.1 พยากรณ์จำนวนประชากรระดับตำบล โดยใช้สัดส่วนประชากรระดับตำบลต่อจังหวัดเทียบกับข้อมูลการพยากรณ์จำนวนประชากรระดับจังหวัด ของสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.5.2 พยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวระดับตำบล โดยใช้อัตราการเติบโตของนักท่องเที่ยวระดับจังหวัด

3.5.3 ปรับข้อมูลรายได้ของประชากรในตำบล โดยเทียบการอัตราการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด ซึ่งจะทำให้ได้ค่ารายได้ต่อประชากรย้อนหลัง และเนื่องจากผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดไม่มีการพยากรณ์ไปข้างหน้า จึงใช้อัตราการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ และนำไปหาค่าร่วมกับจำนวนประชากรในปีอนาคต

3.5.4 รายได้จากการท่องเที่ยวภายในพื้นที่ ใช้รายได้เฉลี่ยต่อนักท่องเที่ยวระดับจังหวัดเทียบกับจำนวนนักท่องเที่ยวภายในพื้นที่ ซึ่งจะทำให้ได้รายได้จากการท่องเที่ยวระดับตำบลย้อนหลัง และใช้อัตราการเติบโตของรายได้จากการท่องเที่ยวระดับจังหวัด เพื่อนำไปหารายได้จากการท่องเที่ยวระดับตำบลในปีอนาคต

3.5.5 ปรับข้อมูลการใช้พลังงาน โดยคำนวณเป็นการใช้พลังงานต่อคน (Energy per Capita) และนำไปคำนวณกับจำนวนประชากรเพื่อหาค่าการใช้พลังงานย้อนหลัง

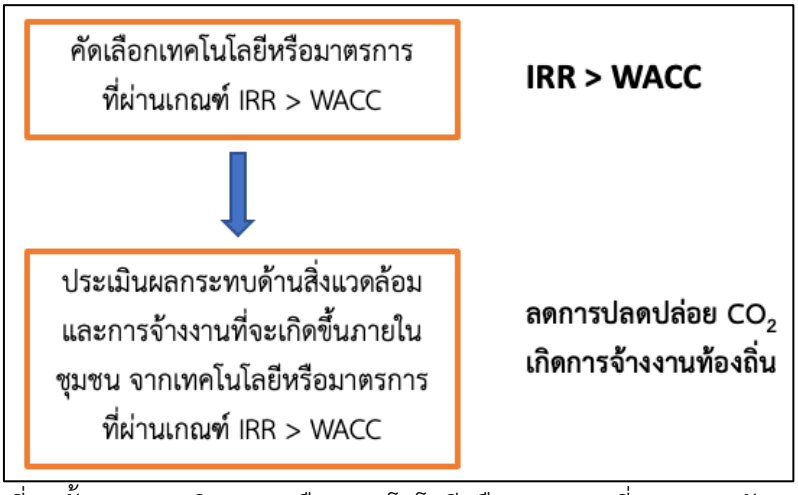
3.5.6 ใช้การหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างรายได้ระดับตำบลและการใช้พลังงานจากกราฟ โดยให้รายได้เป็นแกน X และการใช้พลังงานเป็นแกน Y และเลือกรูปแบบของสมการที่เหมาะสมเพื่อใช้คำนวณหาการใช้พลังงานในอนาคตแต่ละปี

3.6 การคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน และวิเคราะห์สมดุลพลังงานจากการคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการ

ขั้นตอนการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน จะพิจารณา ดังนี้

3.6.1 คัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการทั้งหมด 10 รายการ ที่ผ่านเกณฑ์: IRR > WACC

3.6.2 ประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (การปล่อยก๊าซเรือนกระจก) และการจ้างงานที่จะเกิดขึ้นภายในชุมชน จากเทคโนโลยีหรือมาตรการทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์ IRR > WACC



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ คือ แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) โดยพิจารณาคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชนจากรายการเทคโนโลยีพลังงาน (Single Technology Spreadsheet) [19] ที่รวบรวมและพัฒนาขึ้นโดย Danish Organization for Renewable Energy (OVE) ซึ่งเป็นองค์กรพัฒนาเอกชนในประเทศเดนมาร์ก และในปี 2543 ได้เริ่มนำมาใช้ในประเทศไทย โดย OVE ร่วมมือกับสมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสมภายใต้โครงการพลังงานยั่งยืนไทย - เดนมาร์ก (Thai-Danish Cooperation on Sustainable Energy) และนำมาพิจารณาความเป็นไปได้ในเบื้องต้นของเทคโนโลยีนั้นๆ ทั้งเชิงเทคนิค และผลกระทบด้านอื่นๆ

เทคโนโลยีแต่ละประเภท เป็นได้ทั้งเทคโนโลยีที่ประหยัดพลังงานและเทคโนโลยีการผลิตพลังงาน งานวิจัยนี้จะพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ เพื่อคัดเลือกเป็นเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน

1. ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ (economic feasibility)
2. ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (environmental consequences)
3. การจ้างงานท้องถิ่น (local employment)

<u>ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ (economic feasibility)</u>

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ จะพิจารณาว่าเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายที่ลงไปในโครงการมีความคุ้มค่าการกับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดรับเข้าในแต่ละปีที่จะเกิดขึ้นในอนาคตหรือไม่ ดัชนีที่ใช้วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชนของงานวิจัยนี้ คือ

อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราร้อยละที่จะทำให้ผลตอบแทน และค่าใช้จ่ายที่ได้คิดลดเป็นมูลค่าในปัจจุบันเท่ากัน หรืออัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นศูนย์ ดังสมการที่ 1

$$0 = \sum_{i=0}^{T}\left[\frac{CF_i}{(1+IRR)^i}\right] \quad (1)$$

เมื่อ CF_i คือ กระแสเงินสดสุทธิของโครงการในปีที่ i = กระแสเงินสดเข้า - กระแสเงินสดออก

IRR คือ อัตราผลตอบแทน หรืออัตราคิดลดในปีที่ i

i คือ ปี

T คือ ระยะเวลาของโครงการ

การตัดสินใจลงทุน IRR ควรมีค่ามากกว่าอัตราคิดลด (Discount Rate) ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ต้นทุนเงินทุนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average Cost of Capital : WACC) เพื่อหาอัตราคิดลด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากโครงสร้างเงินทุน ที่คำนึงถึงต้นทุนของหนี้สิน ต้นทุนของส่วนผู้ถือหุ้น อัตราเงินเฟ้อ และอัตราภาษี ดังสมการที่ 2

$$WACC = \frac{E}{V} \times R_e + \frac{D}{V} \times R_d \times (1 - T_C) \quad (2)$$

โดยที่ R_e คือ ต้นทุนของส่วนเจ้าของ

R_d คือ ต้นทุนเงินกู้

E คือ ส่วนของเจ้าของ

D คือ หนี้สิน

V คือ สินทรัพย์ทั้งหมด

T_C คือ อัตราภาษีนิติบุคคล

อัตราเงินเฟ้อ ที่ใช้คำนวณในแบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด ในงานวิจัยนี้ ได้รวบรวมจากธนาคารแห่งประเทศไทย[25] โดยใช้ดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน[26] ย้อนหลัง 2558-2562 ดังตารางที่ 10 เพื่อหาค่าเฉลี่ย ซึ่งได้เท่ากับ 0.63 โดยใช้สมการที่ 3

ตารางที่ 10 อัตราเงินเฟ้อขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2558 – 2562

อัตราเงินเฟ้อ	**2562**	**2561**	**2560**	**2559**	**2558**
ดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน (2562=100)	100	98.48	98.78	98.23	97.52
% การเปลี่ยนแปลง	0.52	0.71	0.56	0.73	1.06

$$CAGR = \left(\frac{V_{final}}{V_{begin}}\right)^{\frac{1}{t}} - 1 \quad (3)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยที่ $CAGR$ คือ อัตราการเติบโตรายปีแบบผสม

V_{final} คือ ค่าสุดท้าย

V_{begin} คือ ค่าเริ่มต้น

t คือ ระยะเวลา

ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (environmental consequences)

ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการใช้เทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน สามารถคำนวณได้จากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การจ้างงานท้องถิ่น (local employment)

ผู้ที่ถูกจ้างเข้ามาทำงานในส่วนของเทคโนโลยีจะได้รับส่วนแบ่งเงินเดือนที่เป็นตัวเลขของประเทศ (National salary share) ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ซึ่งแบ่งการจ้างงานออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การจ้างงานในการก่อสร้างจะได้รับเปอร์เซ็นต์ส่วนนึงจากค่าใช้จ่ายในการลงทุน (investment cost)
2. การจ้างเข้ามาทำงานในส่วนของการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา (operation and maintenance) เทคโนโลยี จะได้รับเปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายนั้นในแต่ละปี (Annual cost)
3. ผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดหาเชื้อเพลิงจะได้รับเปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง

สัดส่วนการจ้างงาน ใช้สัมประสิทธิ์ค่าจ้างและเงินเดือนของแต่ละสาขาการผลิต จากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตของประเทศไทย ปี ค.ศ. 2015 สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ [27] เทียบกับค่าใช้จ่ายในการลงทุน (investment cost) ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา (operation and maintenance) และหากมีการจัดหาเชื้อเพลิงก็จะรวมค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงด้วย ผู้วิจัยได้รวบรวมสัมประสิทธิ์ค่าจ้างและเงินเดือนของแต่ละสาขาการผลิตที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ไว้ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตของประเทศไทย ปี ค.ศ. 2015 [27]

รหัสสาขาการผลิต	**คำนิยาม**	**ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน (%)**
001 การทำนา	การทำนาทั้งข้าวเหนียว ข้าวจ้าว รวมทั้งผลพลอยได้ ซึ่งได้แก่ ฟางข้าว	17.31
19 การเลี้ยงสุกร	การเลี้ยงสุกรเพื่อส่งโรงฆ่าสัตว์ เพื่อส่งออก เพื่อทำพันธุ์ และผลพลอยได้ต่าง ๆ	8.63
127 การซ่อมแซมยานพาหนะทุกชนิด	การซ่อมแซมและบำรุงรักษายานพาหนะ	12.66
135 การไฟฟ้า	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานต่าง ๆ การส่งและการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ตามครัวเรือน สถานประกอบการอุตสาหกรรม พาณิชยกรรม กิจการสาธารณประโยชน์ รวมทั้งโรงผลิตไฟฟ้าที่อุตสาหกรรมปั่นเอง	16.01
138 การก่อสร้างที่อยู่อาศัย	การก่อสร้างอาคารใหม่สำหรับเป็นที่อยู่อาศัย การต่อเติม การซ่อม การตกแต่งอาคาร รวมทั้งการเดินสายไฟ ระบบเครื่องทำความเย็น	6.61

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รหัสสาขาการผลิต	คำนิยาม	ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน (%)
139 การก่อสร้างอาคารที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย	การก่อสร้างอาคารใหม่ที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย เช่น อาคารที่ทำการ โรงงาน โรงแรม โกดังเก็บสินค้า รวมทั้งกิจการต่อเติมและซ่อมแซมอาคารดังกล่าว	5.91
142 การก่อสร้างโรงงานผลิตไฟฟ้าและสาธารณูปโภค	การก่อสร้างและซ่อมแซมโรงไฟฟ้าและระบบส่งไฟสถานีย่อย	5.47
177 การซ่อมแซม	การซ่อมแซมเครื่องมือ เครื่องใช้ในครัวเรือนและสินค้าอุปโภคอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ที่อื่น เช่น เตาอบ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น	13.32

3.7 สรุปผลการศึกษา

3.7.1 สภาพปัญหาและความต้องการของชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่

3.7.2 สถานภาพการใช้และการจัดหาพลังงานในเทศบาลตำบลบ้านดู่

3.7.3 ผลการคาดการณ์ปริมาณการใช้พลังงาน และสถานการณ์ด้านการจัดหาพลังงานในอนาคต (พ.ศ. 2566-2570)

3.7.4 ผลการคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ ในเทศบาลตำบลบ้านดู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ศึกษาการจัดการพลังงานชุมชนที่ยั่งยืน กรณีศึกษา เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยแสดงให้เห็นถึงสภาพปัญหาและความต้องการของชุมชน ปริมาณการใช้พลังงานและการจัดหาพลังงานสำหรับชุมชน รวมถึงเสนอแนวทางการจัดการพลังงานในชุมชน ให้เกิดความยั่งยืน ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองด้านพลังงานได้ ลดความเสี่ยงด้านการพึ่งพาพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลและการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ และมีการใช้พลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

4.1 สภาพปัญหาและความต้องการของชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของชุมชน [6]

ที่ตั้งของหมู่บ้าน หรือชุมชนตำบล

เทศบาลตำบลบ้านดู่ มีเขตพื้นที่รับผิดชอบประมาณ 72 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 44,375 ไร่ โดยมีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ ต.นางแล อ.เมืองเชียงราย จ.เชียงราย

ทิศใต้ ติดต่อกับ ต.ริมกก อ.เมืองเชียงราย จ.เชียงราย และติดต่อเขตเทศบาลนครเชียงราย

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ ต.ริมกก และตำบลแม่ข้าวต้ม อ.เมืองเชียงราย จ.เชียงราย

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ ต.แม่ยาว อ. เมืองเชียงราย จ.เชียงราย

ข้อมูลเกี่ยวกับประชากร

ประชากรทั้งสิ้น จำนวน 21,334 คน แยกเป็นชาย 9,992 คน หญิง 11,342 คน [4]

ระบบเศรษฐกิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเกษตร

พื้นที่ทำนา 7,113 ไร่	พื้นที่ทำสวน 1,200 ไร่	พื้นที่ทำไร่ 3,800 ไร่	
พืชที่สำคัญ ได้แก่			
สับปะรด 3,400 ไร่	ผักสวนครัว 30 ไร่	ลิ้นจี่ 26 ไร่	กล้วย 320 ไร่
ลำไย 33 ไร่	ข้าวโพด 72 ไร่	มะม่วง 53 ไร่	ยางพารา 38 ไร่

การปศุสัตว์

โค 643 ตัว	กระบือ 45 ตัว	สุกร 2,225 ตัว
เป็ด 974 ตัว	ไก่ 22,620 ตัว	แพะ 27 ตัว

แรงงาน

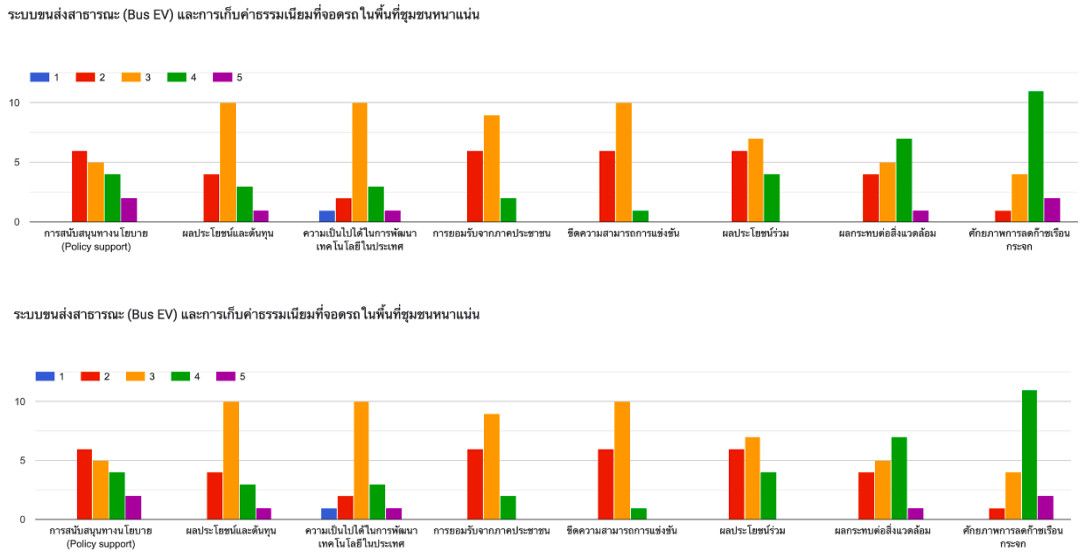
ราษฎรส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 60 ประกอบอาชีพทำการเกษตรกรรม ได้แก่ ทำนา ปลูกข้าว ข้าวโพด ทำสวน ที่เหลือประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไปร้อยละ 16 รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ/เอกชน ร้อยละ 4 และธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย ร้อยละ 20

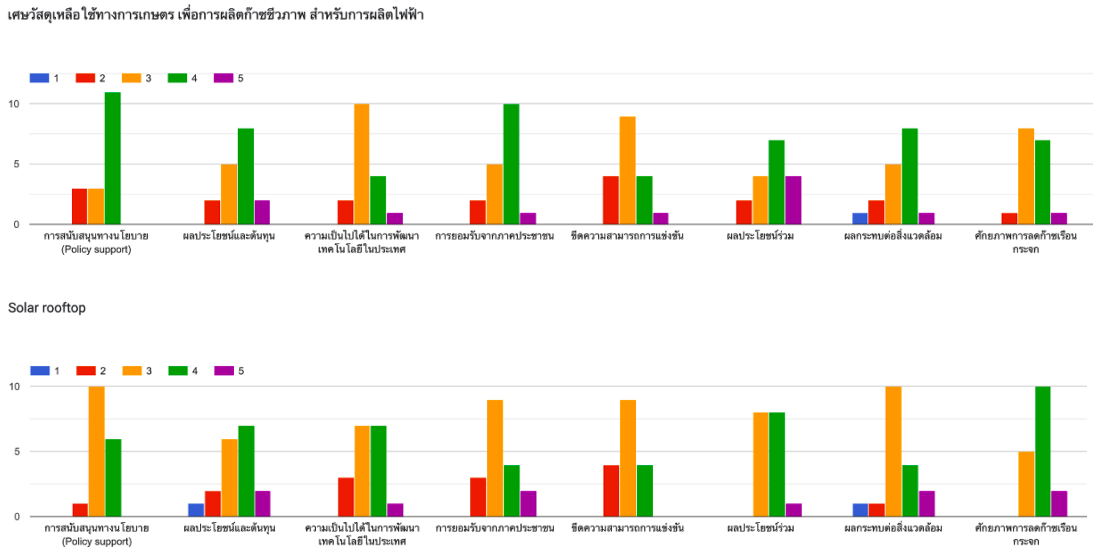
4.1.2 สภาพปัญหาของชุมชน

เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ได้ทำการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพของชุมชน ซึ่งสามารถสรุปสภาพปัญหาได้ดังนี้ เทศบาลตำบลบ้านดู่ เป็นเทศบาลขนาดใหญ่ที่ประสบปัญหาการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทั้งจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ประชากรแฝงที่เป็นนักศึกษา คนทำงาน และนักท่องเที่ยว และมีแนวโน้มที่จะมีการขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่องในอนาคต ส่งผลกระทบต่อการจัดการขยะมูลฝอย การจัดการสุขาภิบาล และการจัดการพลังงานในอนาคต [6]

4.1.3 ความต้องการของชุมชน

ความต้องการของชุมชน ได้มีการรวบรวมและวิเคราะห์จากการอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อเรียนรู้แนวทาง พัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำของของเทศบาลตำบลบ้านดู่ เมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2566 พบว่าชุมชนมีความต้องการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทน ลดการนำเข้าพลังงานจากภายนอกชุมชน และเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านการคัดเลือกเทคโนโลยีและมาตรการการลดใช้พลังงาน และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ตอบสนองความต้องการของชุมชน โดยใช้หลักเกณฑ์การตัดสินหลายด้าน (Multi-criteria analysis) ดังภาพที่ 10





ภาพที่ 10 ผลการคัดเลือกเทคโนโลยีและมาตรการ โดยใช้เกณฑ์การตัดสินหลายด้าน

คะแนนและแถบสี แสดงเทคโนโลยีมีความสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ ดังนี้

คะแนน 5 (สีม่วง) เทคโนโลยีสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ระดับสูงมาก

คะแนน 4 (สีเขียว) เทคโนโลยีสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ระดับสูง

คะแนน 3 (สีเหลือง) เทคโนโลยีสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ระดับปานกลาง

คะแนน 2 (สีแดง) เทคโนโลยีสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ระดับต่ำ

คะแนน 1 (สีน้ำเงิน) เทคโนโลยีไม่สอดคล้องกับหลักเกณฑ์

จากภาพที่ 10 ความสูงของแถบสีในแกนแนวตั้ง แสดงจำนวนคนในชุมชนที่มีความเห็นต่อเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ในระดับต่างๆ และเกณฑ์การคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการในแกนแนวนอน มีทั้งหมด 8 หลักเกณฑ์ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มความพร้อมของเทคโนโลยีในประเทศ (หลักเกณฑ์ที่ 1-4) และผลกระทบจากการใช้เทคโนโลยี (หลักเกณฑ์ที่ 5-8) ซึ่งชุมชนได้คัดเลือกเทคโนโลยีและมาตรการ 4 รายการ ดังนี้

1. มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟประสิทธิภาพสูง (LED)
2. รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (Bus EV) แทนการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลของคนในชุมชน
3. การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ เปลือกสับปะรด
4. ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar rooftop)

4.2 สถานภาพการใช้และการจัดหาพลังงานในเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ. 2565

จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จากสำนักงานพลังงานจังหวัดเชียงราย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สาขาตำบลนางแล ตำบล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บ้านดู่ และการสำรวจข้อมูลด้วยการสุ่มตัวอย่าง พบว่าชุมชนในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่มีสถานภาพการใช้พลังงาน ดังนี้

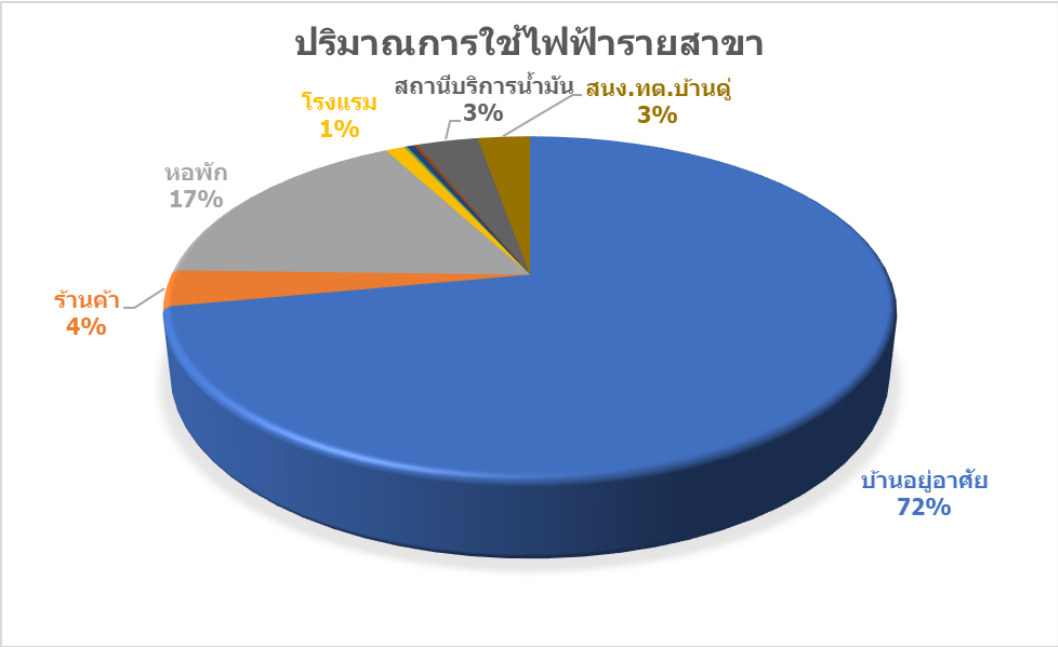
1. ไฟฟ้า

ชุมชนในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ มีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 104,195,418.79 หน่วย ดังตารางที่ 12 คิดเป็นมูลค่า 414,648,794.93 บาท พบว่า บ้านอยู่อาศัยมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 72 ของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในชุมชน โดยที่บ้านอยู่อาศัยส่วนใหญ่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าพื้นฐาน เช่น พัดลม หลอดไฟ ตู้เย็น โทรทัศน์ เป็นต้น รองลงเป็น หอพักมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 17 และร้านค้ามีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 4 ของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในชุมชน ดังภาพที่ 11

ตารางที่ 12 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในชุมชนรายสาขา

ประเภท	จำนวน (แห่ง)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (หน่วย/ปี)
บ้านอยู่อาศัย	14,863	75,013,476.34
ร้านค้า	400	3,569,492.11
หอพัก	400	17,489,386.85
โรงเรียน	6	1,056,046.32
รพ.ส่งเสริมสุขภาพตำบล	2	23,184.00
สถาบันการเงิน	6	147,428.57
สถานีบริการน้ำมัน	3	418,188.65
สำนักงานเทศบาลตำบลบ้านดู่	1	198,073.56
โรงแรม	8	3,374,462.39
ห้างสรรพสินค้า	1	2,905,680.00
รวม		**104,195,418.79**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 11 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายสาขา

บ้านอยู่อาศัย ร้านค้า และหอพัก สามารถจำแนกปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ตามอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าได้ตามตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในชุมชนจำแนกตามอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

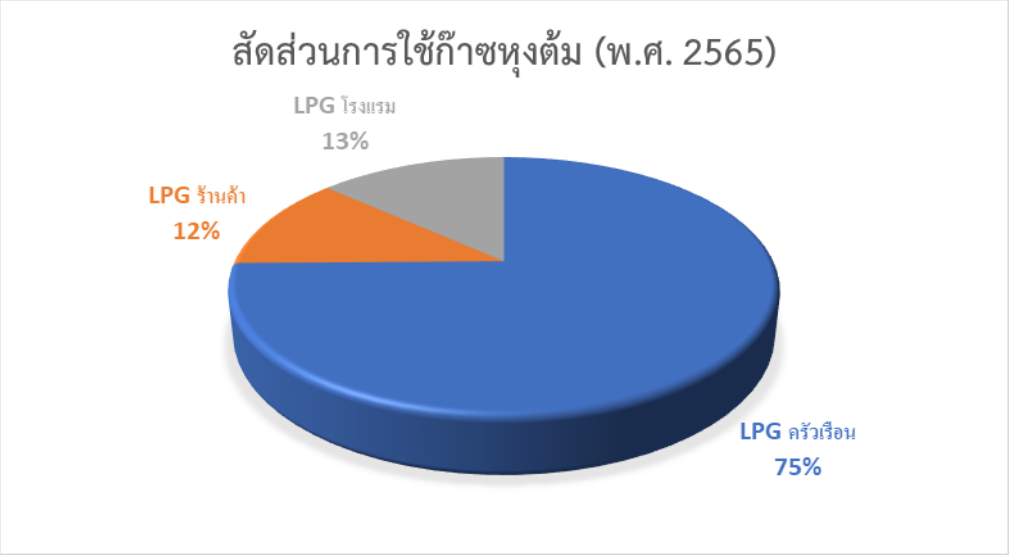
อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (หน่วย/ปี)		
	บ้านอยู่อาศัย	ร้านค้า	หอพัก
โทรทัศน์	5,184,313.44	189,067.71	151,875.00
ตู้เย็น	9,769,103.70	455,520.00	1,175,300.00
ตู้แช่	0.00	741,639.72	0.00
เครื่องปรับอากาศ	12,858,476.11	266,052.41	3,136,212.86
หลอดไฟ	4,940,638.53	144,630.62	1,066,799.41
ไมโครเวฟ	2,073,008.16	138,860.69	0.00
เครื่องซักผ้า	4,330,658.33	375,296.55	486,122.82
พัดลม	6,114,745.44	333,177.27	1,649,493.10
กล้องวงจรปิด	0.00	0.00	301,344.00
เครื่องฟอกอากาศ	63,253.31	620.69	0.00
เครื่องทำน้ำอุ่น	12,424,524.73	385,517.24	6,903,233.44
ปั้มน้ำ	7,893,498.44	272,533.33	2,382,720.00
หม้อหุงข้าว	4,022,798.81	124,603.45	92,552.88

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (หน่วย/ปี)		
	บ้านอยู่อาศัย	ร้านค้า	หอพัก
กาต้มน้ำไฟฟ้า	5,338,457.35	141,972.41	143,733.33
รวม	75,013,476.34	3,569,492.11	17,489,386.85

2. ก๊าซหุงต้ม และถ่าน สำหรับการหุงต้ม

ในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ มีปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) ทั้งปี 517,500.00 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 15,180,000.00 บาท โดยครัวเรือนมีสัดส่วนการใช้มากที่สุด รองลงมาเป็น ร้านค้าและโรงแรม ตามลำดับ ดังภาพที่ 12 และมีปริมาณการใช้ถ่าน ทั้งปี 663,025.66 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 3,564,356.96 บาท โดยแบ่งเป็นครัวเรือนมีการใช้ถ่านร้อยละ 98 และร้านค้ามีสัดส่วนการใช้ถ่านร้อยละ 2 ของปริมาณการใช้ถ่านในชุมชน ปี พ.ศ. 2565



ภาพที่ 12 สัดส่วนปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มของชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่

3. น้ำมันเชื้อเพลิง สำหรับการขนส่ง

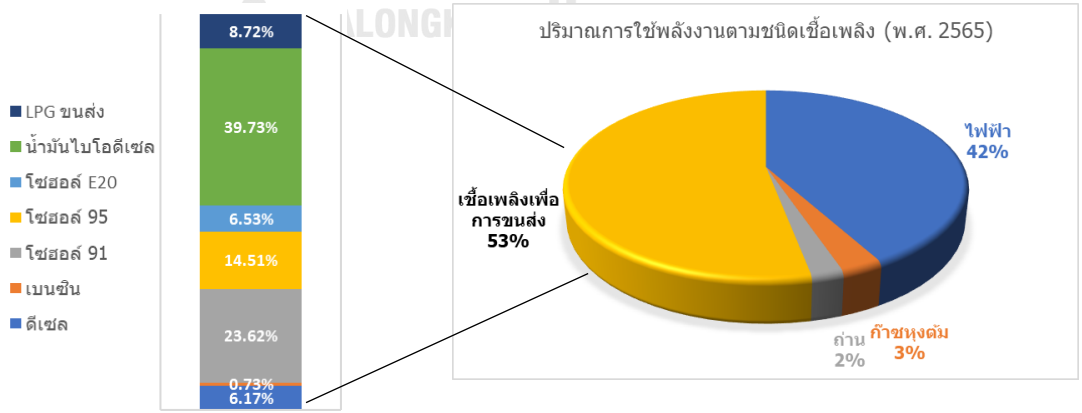
สถานีบริการน้ำมันในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ มีปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเบนซินทุกประเภท รวม 6,843,168.00 ลิตรต่อปี คิดเป็นมูลค่า 247,765,773.35 บาท น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลทุกประเภท 5,981,560.00 ลิตรต่อปี คิดเป็นมูลค่า 214,052,517.22 บาท และก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG 840,000.00 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นมูลค่า 20,890,800.00 บาท ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

ประเภทน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง	หน่วย
น้ำมันดีเซล	803,560.00	ลิตร/ปี

ประเภทน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง	หน่วย
น้ำมันเบนซิน	110,000.00	ลิตร/ปี
แก๊สโซฮอล์ 91	3,561,000.00	ลิตร/ปี
แก๊สโซฮอล์ 95	2,188,000.00	ลิตร/ปี
แก๊สโซฮอล์ E20	984,168.00	ลิตร/ปี
น้ำมันไบโอดีเซล	5,178,000.00	ลิตร/ปี
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG	840,000.00	กิโลกรัม/ปี

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานของชุมชนในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย บนตารางสมดุลพลังงาน ดังตารางที่ 16 เพื่ออธิบายภาพรวมของการบริโภคพลังงานในชุมชน โดยคำนึงถึงพลังงานที่สูญเสียไปจากการใช้งาน และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานในมิติด้านเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม พบว่า ชุมชนมีการใช้พลังงานทั้งหมด 21,180.42 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ โดยภาคขนส่งมีการใช้พลังงานที่สุด 11,234.84 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ หรือ ร้อยละ 53 รองลงมาคือภาคครัวเรือน 7,449.05 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ หรือร้อยละ35 ขณะที่ภาคธุรกิจมีการใช้พลังงานร้อยละ 11 อื่น ๆ ได้แก่ โรงเรียน รพ.ส่งเสริมสุขภาพตำบล และสำนักงาน ทต. บ้านดู่ มีการใช้พลังงานน้อยที่สุด 108.84 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ดังตารางที่15 หากพิจารณาตามประเภทเชื้อเพลิง พบว่า เชื้อเพลิงเพื่อการขนส่งมีการใช้มากที่สุด ร้อยละ 53.04 หรือ 12,824,728.00 ลิตรต่อปี รองลงมาเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้า ร้อยละ 41.91 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดในชุมชน หรือ 104,195,418.79 หน่วยต่อปี ดังภาพที่ 13 โดยจากอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าเกิดการสูญเสียพลังงานจากระบบร้อยละ 30 เหลือเป็นพลังงานที่ถูกนำมาใช้ได้จริงเพียง 14,722.94 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ



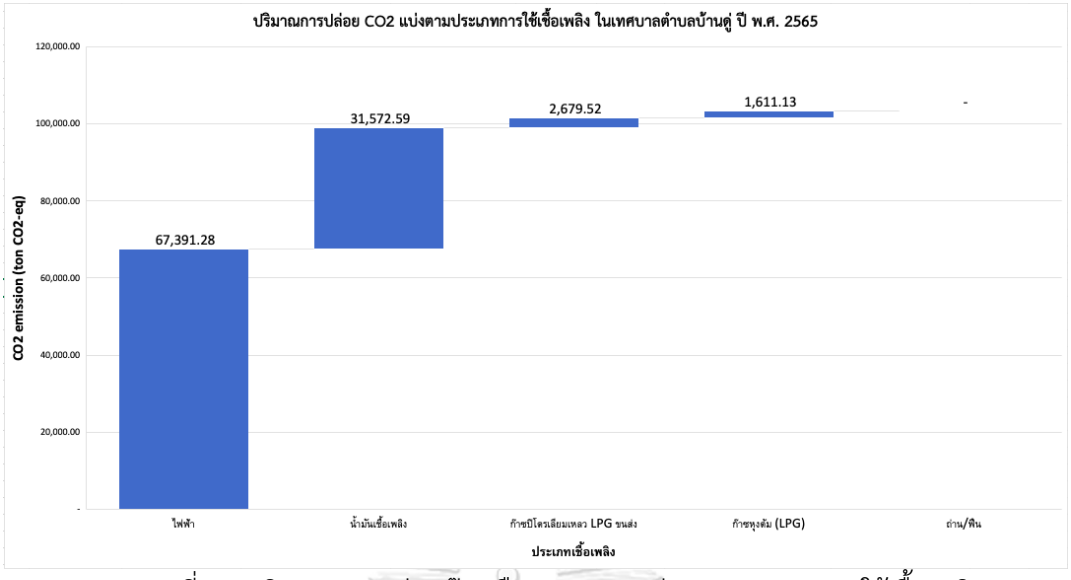
ภาพที่ 13 ปริมาณการใช้พลังงานตามชนิดเชื้อเพลิง

ตารางที่ 15 การใช้พลังงานในชุมชนตามประเภทเชื้อเพลิงและสาขา

ประเภทเชื้อเพลิง	ครัวเรือน (toe)	ธุรกิจ (toe)	ขนส่ง (toe)	อื่นๆ (toe)
ไฟฟ้า	6,391.90	2,377.75	-	108.84
ก๊าซหุงต้ม	451.56	152.32	-	-
ถ่าน	453.27	9.93	-	-
ดีเซล	-	-	692.65	-
เบนซิน	-	-	81.96	-
โซฮอล์ 91	-	-	2,653.19	-
โซฮอล์ 95	-	-	1,630.21	-
โซฮอล์ E20	-	-	733.27	-
น้ำมันไบโอดีเซล	-	-	4,463.33	-
LPG ขนส่ง	-	-	980.22	-
รวม	**7,296.73**	**2,540.01**	**11,234.84**	**108.84**

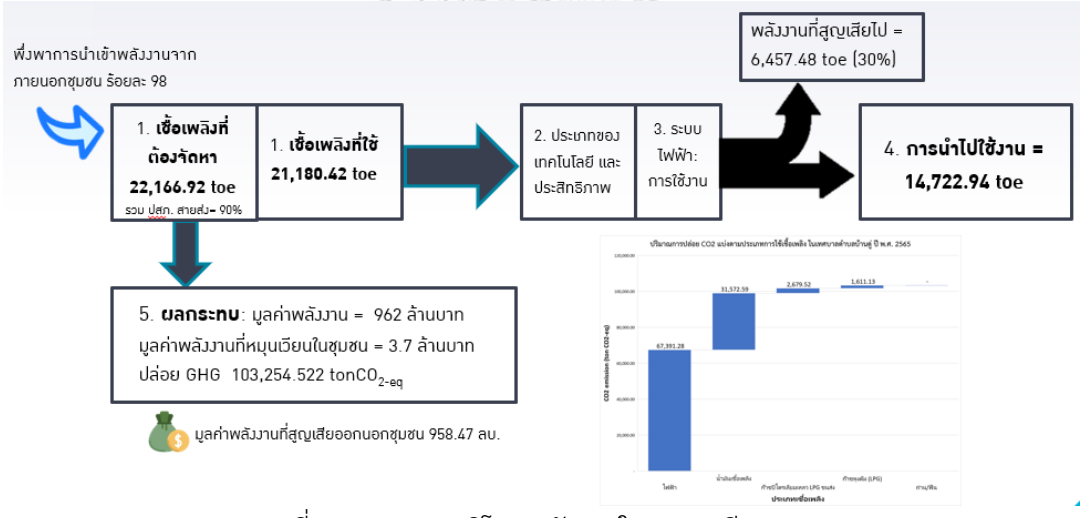
ชุมชนในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ ไม่มีโรงไฟฟ้า หรือแหล่งผลิตพลังงานอื่น ๆ ในพื้นที่ ยกเว้นชุมชนสามารถผลิตถ่าน ฝืน จากไม้เหลือใช้ทางการเกษตรใช้เองในชุมชนได้ ดังนั้น เชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ในชุมชนจะต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากภายนอกชุมชน ร้อยละ 98 ส่งผลให้เกิดมูลค่าพลังงานที่สูญเสียออกนอกชุมชน 958.47 ล้านบาท

ทุกครัวเรือนภายในเทศบาลตำบลบ้านดู่สามารถเข้าถึงพลังงานไฟฟ้าจากสายส่งแล้ว ซึ่งหากพิจารณาการจัดพลังงานไฟฟ้าให้กับชุมชน จากระบบสายส่งจะต้องพิจารณาการสูญเสียพลังงานระหว่างสายส่งจากสถานีจ่ายมาตามสายส่งไฟฟ้า หรือประสิทธิภาพของสายส่ง ซึ่งประสิทธิภาพของสายส่งไฟฟ้าในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ มีค่าร้อยละ 90 [24] ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าที่จะต้องจัดหาสำหรับชุมชนในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ คือ 9,864.99 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ หรือ 115,772,687.54 หน่วยต่อปี รวมเป็นปริมาณพลังงานทั้งหมดที่ต้องจัดหาสำหรับชุมชนในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ คือ 22,166.92 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งสิ้น 103,254.52 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งตามประเภทการใช้เชื้อเพลิง

ดังนั้น สามารถสรุปการบริโภคพลังงานในชุมชน ปี พ.ศ. 2565 ได้ ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 สรุปการบริโภคพลังงานในชุมชน ปี พ.ศ. 2565

ตารางที่ 16 สมดุลพลังงานชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่ พ.ศ. 2565

Energy Balance Model, Bandu

เชื้อเพลิง (toe/yr)											เทคโนโลยี	ประสิทธิภาพ			ระบบไฟฟ้า	
ไฟฟ้า	ดีเซล	เบนซิน	โซฮอล์ 91	โซฮอล์ 95	โซฮอล์ E20	น้ำมันไบโอดีเซล	LPG ขนส่ง	LPG หุงต้ม	ถ่าน/ฟืน	รวม	ประเภท	ทางไฟฟ้า	กระบวนการผลิต	ทำน้ำร้อน	สถานีจ่าย	การใช้งาน
9,864.99										9,864.99	นำเข้าไฟฟ้า	1.00			9,864.99	
										-	เครื่องทำน้ำอุ่นแก๊ส			0.50		
										-	เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า			0.85	(1,866.41)	1,679.77
										-	อุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป		1.00		(769.07)	692.17
										-	โทรทัศน์		0.90		(523.12)	470.81
										-	ไมโครเวฟ		0.59		(209.41)	188.47
										-	เครื่องซักผ้า		0.92		(491.57)	442.42
										-	พัดลม		1.32		(766.65)	689.98
										-	เครื่องฟอกอากาศ		1.00		(6.05)	5.44
										-	ปั๊มน้ำ		0.43		(998.73)	898.86
										-	กาต้มน้ำไฟฟ้า			0.92	(532.48)	479.23
										-	หม้อหุงข้าว		0.87		(401.43)	361.29
										-	ตู้เย็น		1.06		(1,079.32)	971.39
											ตู้แช่		0.35		(70.22)	63.20
										-	เครื่องปรับอากาศ		3.77		(1,539.53)	1,385.58
											กล่องวงจรปิด		1.00		(28.53)	25.68
										-	หลอดตะเกียบ		0.67		-	-
										-	หลอด LED		0.83		-	-
										-	หลอดฟลูออเรสเซนต์		0.77		(582.46)	524.22
									463.20	463.20	เตาถ่าน(ผลิตถ่านจากเตาเผาหลุม)		0.07			
								603.88		603.88	เตาแก๊สหุงต้ม		0.53			
		81.96								81.96	เครื่องเบนซิน		0.20			
			2,653.19							2,653.19	เครื่องยนต์ 91 โซฮอล์		0.20			
				1,630.21						1,630.21	เครื่องยนต์ 95 โซฮอล์		0.20			
					733.27					733.27	เครื่องยนต์ E20 โซฮอล์		0.20			
	692.65									692.65	เครื่องยนต์ดีเซล		0.25			
						4,463.33				4,463.33	รถบรรทุก (ขนส่ง)		0.25			
							980.22			980.22	เครื่องยนต์ LPG		0.25			
9,865	693	82	2,653	1,630	733	4,463	980	604	463	**22,167**	**รวม (toe)**				(0.00)	8,878.49
67,391	2,205	246	9,353	4,406	1,762	13,600	2,680	1,611	-	**103,255**	การปล่อยCO2 (tonCO2eq/yr)				ปสภ.สายสง=	0.90
460,721	28,756	4,808	128,286	80,043	34,628	185,297	20,891	15,180	3,564	**962,174**	ราคาค่าเชื้อเพลิง (1000 บาท)					
-	3.01	1.64	57.83	34.99	14.54	19.39	7.33	3.83	3,564.36	**3,706.91**	ราคาค่าเชื้อเพลิงที่หมุนเวียนในชุมชน (1000 บาท)					

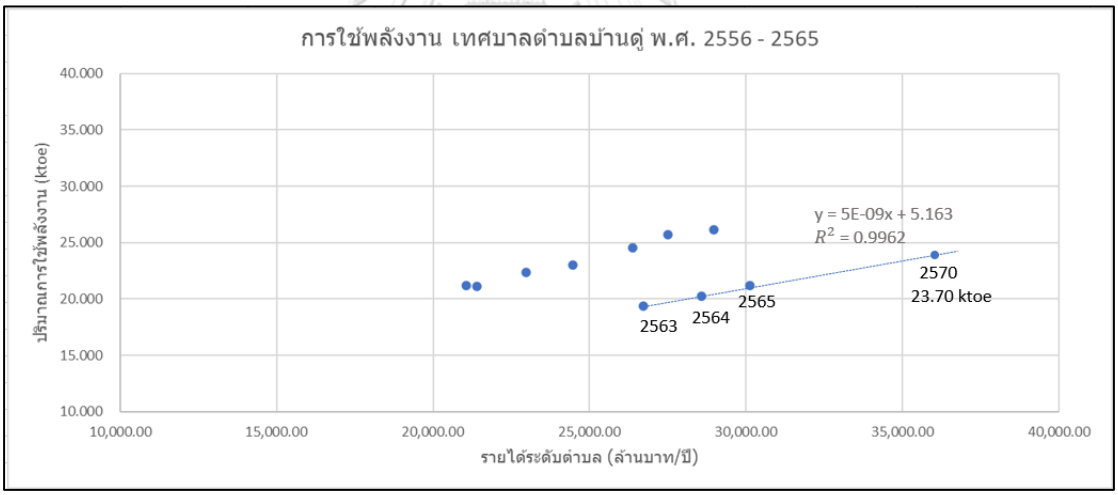
	การนำไปใช้งาน																								
	ครัวเรือน					ร้านค้า					หอพัก					โรงแรม	ห้างสรรพสินค้า	โรงเรียน	รพ.สต.	ปั๊มน้ำมัน	การเงิน	สำนักงาน ทต.บ้านดู่	ถ่าน/ฟืน	หุงต้ม	ขนส่ง
ประเภท	แสงสว่าง	หุงต้ม	อื่นๆ	ปรับอากาศ	ทำน้ำร้อน	แสงสว่าง	หุงต้ม	อื่นๆ	ปรับอากาศ	ทำน้ำร้อน	แสงสว่าง	หุงต้ม	อื่นๆ	ปรับอากาศ	ทำน้ำร้อน	อื่นๆ	อื่นๆ	อื่นๆ	อื่นๆ	อื่นๆ	อื่นๆ	อื่นๆ			
นำเข้าไฟฟ้า																									
เครื่องทำน้ำอุ่นแก๊ส																									
เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า					899.89					27.92					499.99										
อุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป																287.54	247.6	89.99	1.98	35.63	12.56	16.88			
โทรทัศน์			397.58					14.50					11.65												
ไมโครเวฟ			104.24					6.98					-												
เครื่องซักผ้า			339.49					29.42					38.11												
พัดลม			687.77					37.47					185.53												
เครื่องฟอกอากาศ			5.39					0.05					-												
ปั๊มน้ำ			285.86					9.87					86.29												
กาต้มน้ำไฟฟ้า					418.54					11.13					11.27										
หม้อหุงข้าว		298.22					9.24					6.86													
ตู้เย็น			884.04					41.22					106.36												
ตู้แช่								21.99																	
เครื่องปรับอากาศ				4,126.43					85.38					1,006.45											
กล่องวงจรปิด													25.68												
หลอดตะเกียบ	-																								
หลอด LED	-																								
หลอดฟลูออเรสเซนต์	324.16					9.49					69.99														
เตาถ่าน(ผลิตถ่านจากเตาเผาหลุม)																							32.42		
เตาแก๊สหุงต้ม																								320.12	
เครื่องเบนซิน																									16.39
เครื่องยนต์ 91 โซฮอล์																									530.64
เครื่องยนต์ 95 โซฮอล์																									326.04
เครื่องยนต์ E20 โซฮอล์																									146.65
เครื่องยนต์ดีเซล																									173.16
รถบรรทุก (ขนส่ง)																									1,115.83
เครื่องยนต์ LPG																									245.05
รวม (toe)	324.16	298.22	2,704.36	4,126.43	1,318.43	9.49	9.24	161.51	85.38	39.05	69.99	6.86	453.61	1,006.45	511.26	287.54	247.6	89.99	1.98	35.63	12.56	16.88	32.42	320.12	2,553.78
การปล่อยCO2 (tonCO2eq/yr)																									
ราคาค่าเชื้อเพลิง (1000 บาท)	21,846	17,788	156,655	56,856	78,543	640	551	11,084	1,176	2,332	4,717	409	27,180	13,867	31,160	14,921	12,848	4,670	103	1,849	652	876	3,564	15,180	482,709
ราคาค่าเชื้อเพลิงที่หมุนเวียนในชุมชน (1000 บาท)																									

ไฟฟ้า	ดีเซล	เบนซิน	โซฮอล์ 91	โซฮอล์ 95	โซฮอล์ E20	น้ำมันไบโอดีเซล	LPG ขนส่ง	LPG หุงต้ม	ถ่าน/ฟืน	รวม	
6.83	3.18	3.00	3.53	2.70	2.40	3.05	2.73	2.67	-	30.10	อัตราการการปล่อยGHG ในหน่วยของ CO2 (1000 กิโลกรัม/toe)
46.70	41.52	58.66	48.35	49.10	47.22	41.52	21.31	25.14	7.69	387.21	หน่วยราคาค่าเชื้อเพลิง (1000 บาท/ toe)
-	0.0043	0.0200	0.0218	0.0215	0.0198	0.0043	0.0075	0.0063	7.6950	7.8006	ส่วนที่หมุนเวียนในชุมชน (1000 บาท/ toe)

4.3 ผลการคาดการณ์ปริมาณการใช้พลังงาน และสถานการณ์ด้านการจัดหาพลังงานในอนาคต (พ.ศ. 2566-2570)

การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานตามจำนวนประชากรในชุมชน ประชากรแฝง และนักท่องเที่ยว เทียบกับรายได้ระดับตำบลในปี พ.ศ. 2556- 2565 พบว่า การใช้พลังงานเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรและรายได้ แต่ในปีพ.ศ. 2563 เกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ส่งผลให้จำนวนนักท่องเที่ยวและรายได้ระดับตำบลลดลง ซึ่งเป็นผลให้การใช้พลังงานลดลงไปด้วย แต่ในปี พ.ศ. 2564 เป็นต้นมา อัตราการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นใกล้เคียงก่อนสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 แต่เฉลี่ยการใช้พลังงานน้อยลง เมื่อเทียบกับรายได้ที่เพิ่มขึ้น แสดงถึงการเกิดบรรทัดฐานใหม่ของการใช้พลังงาน พฤติกรรมของผู้บริโภคและการใช้ชีวิตประจำวันของผู้คนเปลี่ยนไปหลังจากผ่านสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 [28]

ดังนั้น การพยากรณ์การใช้พลังงานในระดับตำบล กรณีปกติ (Business as usual : BAU) โดยหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างรายได้ระดับตำบลและการใช้พลังงาน จะพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลหลังจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และมีผลการพยากรณ์การใช้พลังงานในระดับตำบล กรณีปกติ (Business as usual : BAU) ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างรายได้ระดับตำบลและการใช้พลังงาน

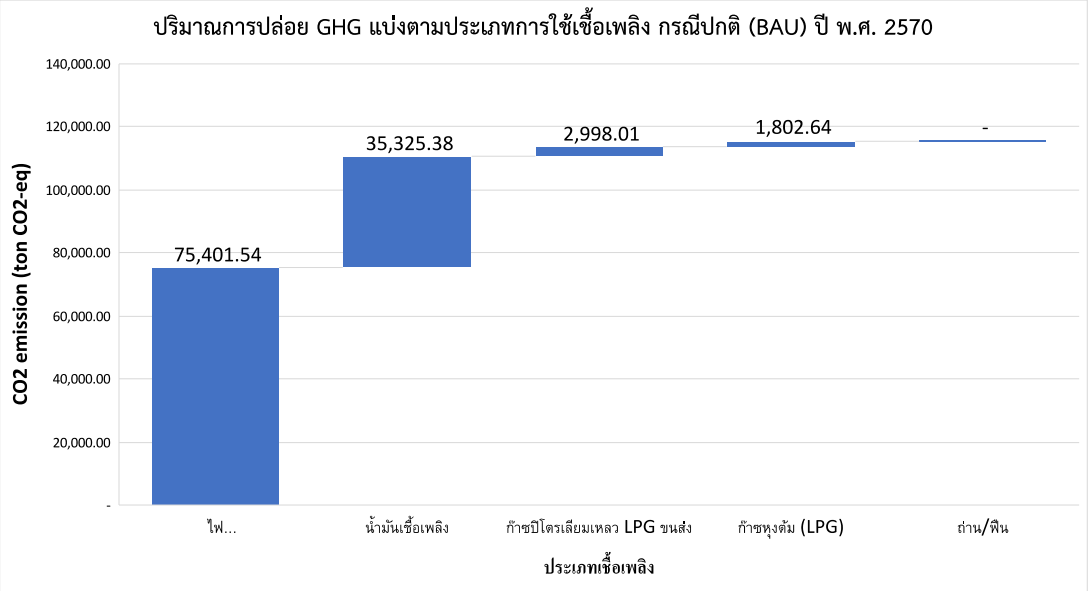
จากการพยากรณ์การใช้พลังงานในระดับตำบล กรณีปกติ (Business as usual : BAU) ปี พ.ศ. 2570 พบว่า คาดการณ์ชุมชนจะมีการใช้พลังงานทั้งหมด 23,697.97 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 11.89 ของการใช้พลังงานในปี พ.ศ. 2565 และจากวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานในอนาคต ปี พ.ศ. 2570 บนตารางสมดุลพลังงาน โดยกำหนดให้ประสิทธิภาพของอุปกรณ์คงเดิม เกิดการสูญเสียพลังงานจากระบบร้อยละ 30 เหลือเป็นพลังงานที่ถูกนำมาใช้ได้จริงเพียง 16,472.93 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ โดยแบ่งเป็น ภาคครัวเรือนคาดการณ์มีการใช้พลังงาน 8,164.04

ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ภาคธุรกิจคาดการณ์มีการใช้พลังงาน 2,841.92 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และภาคขนส่งคาดการณ์มีการใช้พลังงาน 12,570.24 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การใช้พลังงานในชุมชนตามประเภทเชื้อเพลิงและสาขา

ประเภทเชื้อเพลิง	ครัวเรือน (toe)	ธุรกิจ (toe)	ขนส่ง (toe)	อื่นๆ (toe)
ไฟฟ้า	7,151.65	2,660.38	-	121.78
ก๊าซหุงต้ม	505.24	170.42	-	-
ถ่าน	507.15	11.11	-	-
ดีเซล	-	-	774.98	-
เบนซิน	-	-	91.70	-
โซฮอล์ 91	-	-	2,968.56	-
โซฮอล์ 95	-	-	1,823.98	-
โซฮอล์ E20	-	-	820.43	-
น้ำมันไบโอดีเซล	-	-	4,993.85	-
LPG ขนส่ง	-	-	1,096.73	-
รวม	**8,164.04**	**2,841.92**	**12,570.24**	**121.78**

มีปริมาณพลังงานทั้งหมดที่ต้องจัดหา ในปี พ.ศ. 2570 สำหรับชุมชนในเขตเทศบาลตำบลบ้านดู่ คือ 24,801.73 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และจะส่งผลให้เกิดการปล่อยเรือนกระจก ทั้งสิ้น 115,527.56 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งตามประเภทการใช้เชื้อเพลิง

4.4 ผลการคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ

4.4.1 ผลการคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน ที่ผ่านเกณฑ์ IRR > WACC ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน

ลำดับที่	เทคโนโลยี/มาตรการ	ผลการวิเคราะห์	
		WACC	IRR
1	การผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (Biomass)	9.44%	26.43%
2	การใช้ก๊าซชีวภาพ มูลสุกร เพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม	9.09%	13.45%
3	การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ มูลสุกร (Biogas)	9.09%	N/A
4	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานขยะ	9.44%	0.30%
5	มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง	7.86%	17.74%
6	รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน พลังงานไฟฟ้า	9.06%	-4.82%
7	มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟประสิทธิภาพสูง (LED)	7.66%	27.18%
8	รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (EV Bus) แทนการใช้รถยนต์ของคนในชุมชน	9.06%	19.34%
9	การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ เปลือกสับปะรด	9.09%	-8.98%
10	ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar rooftop)	6.95%	13.59%

มาตรการ 7-10 ได้มากจากความต้องการของคนในชุมชนจากการอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อเรียนรู้แนวทางพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำของของเทศบาลตำบลบ้านดู่ จึงผ่านการคัดเลือกเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชุมชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. การผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (Biomass)

ศักยภาพด้านพลังงาน

งานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลศักยภาพชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าของจังหวัดเชียงราย [21] พบว่า ฟางข้าวเป็นชีวมวลที่มีศักยภาพพลังงานที่ไม่มีการใช้ประโยชน์ในจังหวัดเชียงราย รองจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยฟางข้าวมีศักยภาพชีวมวลคงเหลือ 198,636.84 ตันต่อปี และมีค่าศักยภาพพลังงาน 2,449,192,298.16 MJ ต่อปี

ในพื้นที่เทศบาลตำบลบ้านดู่มีการปลูกข้าวมากที่สุด โดยมีการปลูกข้าว 7,113 ไร่ มีผลผลิตต่อไร่ 551 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี [29] คิดเป็นผลผลิต 3,919.26 ตันต่อปี โดยใช้สมการ [30] ที่ 4

ศักยภาพพลังงานของชีวมวลเชิงพื้นที่ = ผลผลิต (ตัน) x อัตราส่วนชีวมวล (ตัน/ตันผลผลิต) x ค่าสัมประสิทธิ์ชีวมวลเหลือใช้ x ค่าความร้อน (เมกะจูล/กิโลกรัม) (4)

ตารางที่ 19 ค่าคงที่ชีวมวล

ผลผลิต (ตัน)	อัตราส่วนชีวมวล (ตัน/ตันผลผลิต)	ค่าสัมประสิทธิ์ชีวมวลเหลือใช้	ค่าความร้อน (เมกะจูล/กิโลกรัม)
3,919.26	1.169	0.583	12.33

จากการศึกษาศักยภาพชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าของจังหวัดเชียงรายและในเทศบาลตำบลบ้านดู่ สามารถสรุปผลการเลือกชีวมวลที่เหมาะสมของโครงการ คือ ฟางข้าว ด้วยฟางข้าวยังมีศักยภาพด้านพลังงานรองเป็นอันดับสองในจังหวัดเชียงราย และในพื้นที่เทศบาลตำบลบ้านดู่มีการทำเกษตรนาข้าวมากที่สุด

<u>สมมุติฐาน</u>

1. ฟางข้าว เป็นชีวมวลที่ได้จากขั้นตอนการนวดข้าว ชีวมวลส่วนนี้จะถูกทิ้งบนผืนนาหรือถูกเก็บไว้โดยเกษตรกร จึงถือว่าฟางข้าวเป็นชีวมวลประเภทกระจายตัว งานวิจัยนี้จึงกำหนดให้สามารถเก็บรวบรวมชีวมวลได้ร้อยละ 20 ของชีวมวลที่เกิดขึ้นต่อปี

2. ขนาดของโครงการ 0.213 MW โดยใช้สมการที่ 5 [30]

$$MW = \frac{(\text{ชีวมวลคงเหลือ (ตัน)}\boldsymbol{x}\ \text{ค่าความร้อน}\left(\frac{MJ}{kg}\right)\boldsymbol{x}\ \mathbf{1000}\ \boldsymbol{x}\ \text{ประสิทธิภาพโรงไฟฟ้า})/\mathbf{3600}}{\text{จำนวนชั่วโมงต่อปี}\ \boldsymbol{x}\ \text{ประสิทธิภาพโรงไฟฟ้า}} \quad (5)$$

กำหนดให้ ประสิทธิภาพโรงไฟฟ้า 0.2

3. ประเมินต้นทุนโครงการ

3.1 เงินลงทุนเริ่มต้น (Capital Expenditure: CAPEX) งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลต้นทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลเชื้อเพลิงฟางข้าวของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [31] ที่กำหนดให้ต้นทุนค่าก่อสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล คือ 50-70 ล้านบาทต่อเมกะวัตต์ ดังนั้น ต้นทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้า ชีวมวลฟางข้าวในพื้นที่ มีค่าเท่ากับ 16,171,522.28 บาท

3.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Expenditure: OPEX) มีค่าเท่ากับ 778,239.75 บาท เมื่อสิ้นสุดปีที่ 1 และมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.63 ทุก ๆ ปี โดยค่าต้นทุนเชื้อเพลิง ใช้ราคาชีวมวลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [31] 700 บาทต่อตัน ดังตารางที่20 และคำนวณค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา ร้อยละ 2.5 ของเงินลงทุน

ตารางที่ 20 ราคาชีวมวล [31]

ชีวมวล	ราคาชีวมวล (บาท/ตัน)	ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท/ตัน)	ต้นทุนการแปรรูป (บาท/ตัน)	ต้นทุนรวม (บาท/ตัน)
ฟางข้าว	350	150-250	100	600-700

4. รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าให้คนในชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่ โดยคิดราคาขายต่ำกว่าร้อยละ 20 ของราคาขายปลีกที่ชุมชนซื้อจากการไฟฟ้า และกำหนดให้ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี มีการใช้ดำเนินงานภายในโครงการร้อยละ 10 มีรายละเอียด ดังนี้

ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	1,829,692.23	kwh/yr
ใช้ในการดำเนินงานภายในโครงการ (10%)	182,969.22	kwh/yr
ปริมาณไฟฟ้าที่ขายได้จริง	1,646,723.01	kwh/yr

ดังนั้น รายได้เฉลี่ยต่อปี มีมูลค่า 6,224,364.34 บาท

5. ระยะเวลาดำเนินโครงการ 20 ปี

6. ค่าเสื่อมราคา โครงการคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง ตลอดอายุโครงการ 20 ปี โดยคิดจากเงินลงทุนเริ่มต้น มีค่าเท่ากับ 808,576.11 บาทต่อปี

7. การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) มีค่าเท่ากับ 9.44%

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์:

นำข้อมูลทั้งหมดจากการตั้งสมมุติฐาน มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีการจำลองการคิดลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow Model : DCF Model) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ได้ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับ 26.43%

ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ : หากมีโครงการไฟฟ้าชีวมวล ฟางข้าว ที่มีกำลังการผลิต 0.23 MW ในชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่ จะสามารถลดการใช้ไฟฟ้าจากสายส่งได้ 1,829,692.23 หน่วยต่อปี คิดเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 1,065.06 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และสามารถเกิดการจ้างงานในสาขาก่อสร้างโรงไฟฟ้าได้ 884,582.27 บาท สาขาจัดหาเชื้อเพลิง 64,731.04 บาทต่อปี และสาขาดำเนินงานและบำรุงรักษา 64,726.52 บาทต่อปี ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์การผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (Biomass)

ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kwh/yr)	ปริมาณ GHG ที่ลดได้ (ton CO_{2eq})	การจ้างงาน		
		ก่อสร้างโรงไฟฟ้า (บาท)	จัดหาเชื้อเพลิง (บาท/ปี)	ดำเนินงานและบำรุงรักษา (บาท/ปี)
1,829,692.23	1,065.06	884,582.27	64,731.04	64,726.52

2. การใช้ก๊าซชีวภาพ มูลสุกร เพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม

ศักยภาพด้านพลังงาน

ชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่มีการเลี้ยง สุกรขุน จำนวนเฉลี่ย 2,225 ตัว

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น (จำนวนสุกรขุน (ตัว) x 24 (ลิตร/ตัว/วัน)/ 1,000 ลิตร) = 53.4 ลบ.ม.ต่อวัน
เลือกใช้ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำที่ 10 วัน

ดังนั้น บ่อหมักจะมีขนาดเท่ากับ ปริมาณน้ำเสีย x ระยะเวลากักเก็บน้ำ =			534 ลบ.ม.
เลือกใช้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ขนาด			500 ลบ.ม.
ปริมาณน้ำเสียที่กักเก็บได้จริง			50 ลบ.ม.ต่อวัน
จำนวนสุกรที่ใช้จริง	(50 x 1000)/24	=	2,084 ตัว
ปริมาณมูลสุกร			1.5 กก. ต่อตัวต่อวัน
คิดเป็นมูลที่ขับถ่ายต่อวัน	2,084 x1.5	=	3,126 กก.ต่อวัน
คิดเป็นปริมาตรก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จริง	3,126 x 0.040	=	125.04 ลบ.ม.ต่อวัน

<u>สมมุติฐาน</u>

1. ประเมินต้นทุนโครงการ

1.1 เงินลงทุนเริ่มต้น (Capital Expenditure: CAPEX) งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลต้นทุนก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสีย กำลังการผลิต ขนาด 100-500 ลบ.ม. ชนิด covered lagoon ตามมาตรฐานราคากลางเทคโนโลยีพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน [32] ที่กำหนดให้ต้นทุนค่าก่อสร้าง 2,000 บาท/ลบ.ม. และต้นทุนการปรับพื้นที่ สาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน ระบบท่อย่อย ชุดดักก๊าซ ชุดความดัน ชุดหัวก๊าซชีวภาพที่ต่อเข้าครัวเรือน ใช้ข้อมูลจากสำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน [33] ดังนั้น ต้นทุนก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสีย ขนาด 500 ลบ.ม. เท่ากับ 1,573,746.58 บาท

1.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Expenditure: OPEX) มีค่าเท่ากับ 78,687.33 บาท กำหนดร้อยละ 5 ของเงินลงทุนเริ่มต้น และมีค่าใช้จ่ายในการรับซื้อมูลสุกรหน้าโรงงาน 1500 บาท/ตัน [34] คิดเป็น 140,670 บาท/ปี รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน มีมูลค่า 219,357.33 บาทในปีที่ 1 โดยมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.63 ทุก ๆ ปี

2. รายได้ ประเมินจากการใช้ก๊าซชีวภาพทดแทนก๊าซหุงต้มในชุมชน ซึ่งปริมาตรก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ 125.04 ลบ.ม.ต่อวัน สามารถทดแทนก๊าซหุงต้มได้ 57.52 กิโลกรัมต่อวัน หรือคิดเป็น 17,255.52 กิโลกรัมต่อปี [35] เดิมชุมชนมีรายจ่ายค่าก๊าซหุงต้ม กิโลละ 29.33 บาท ดังนั้น ชุมชนจะสามารถประหยัดรายจ่ายก๊าซหุงต้มได้ 506,104.40 บาทต่อปี

3. ระยะเวลาดำเนินโครงการ 10 ปี

4. ค่าเสื่อมราคา โครงการคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง ตลอดอายุโครงการ 10 ปี โดยคิดจากเงินลงทุนเริ่มต้น มีค่าเท่ากับ 157,374.66 บาทต่อปี

5. การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) มีค่าเท่ากับ 9.09%

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์:

นำข้อมูลทั้งหมดจากการตั้งสมมุติฐาน มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีการจำลองการคิดลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow Model : DCF Model) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ได้ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับ 13.45%

ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ : ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อวัน เท่ากับ 125.04 ลบ.ม. หรือ 37,512 ลบ.ม. ต่อปี สามารถทดแทนก๊าซหุงต้มได้ 17,255.52 กิโลกรัมต่อปี และสามารถเกิดการจ้างงานในสาขาก่อสร้างระบบ 92,851.05 บาท สาขาดำเนินงานและบำรุงรักษา 18,930.54 บาทต่อปี ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 433.63 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ผลต่างของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการโครงการ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (ลบ.ม.)	**ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในระบบ** (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	**ร้อยละของการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ (ค่า % รวมกันไม่เกิน 100)**					**การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน** ($kgCO_{2eq}$)	**การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการโครงการ** ($kgCO_{2eq}$)	**ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก** ($kgCO_{2eq}$)
		ทดแทนก๊าซหุงต้ม (LPG) (%)	**ทดแทนน้ำมันดีเซล** (%)	**ทดแทนน้ำมันเบนซิน** (%)	**ทดแทนน้ำมันเตา** (%)	**ผลิตไฟฟ้า** (%)			
37,512	-	100	-	-	-	-	475,856.35	42,223.51	433,632.8

โดยที่ 1. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน คำนวณจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการหมักย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศ(CH_4) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อผลิตไฟฟ้า (กรณีที่มีการนำก๊าซชีวภาพไปผลิตความร้อนทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล) (CO_2)

2. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการโครงการ คำนวณจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (CH_4) และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (CO_2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ มูลสุกร (Biogas)

ศักยภาพด้านพลังงาน

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 500 ลบ.ม.

ปริมาตรก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ 3,126 x 0.040 = 125.04 ลบ.ม.ต่อวัน

1. ขนาดของโครงการ ด้วยก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. สามารถทดแทนพลังงานไฟฟ้าได้ 1.4 กิโลวัตต์ชั่วโมง [35] และก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ เท่ากับ 37,512 ลบ.ม. ต่อปี จะสามารถทดแทน

พลังงานไฟฟ้าได้ 57,768.48 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ดังนั้น กำลังการผลิตติดตั้งของโครงการ คือ 0.0073 MW และกำหนดให้ประสิทธิภาพการเดินระบบ (Plant factor) ร้อยละ 85

2. ประเมินต้นทุนโครงการ

2.1 เงินลงทุนเริ่มต้น (Capital Expenditure: CAPEX) ต้นทุนก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสีย ขนาด 500 ลบ.ม. เท่ากับ 1,573,746.58 บาท และต้นทุนระบบผลิตไฟฟ้า ใช้ข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ที่กำหนดให้ต้นทุนระบบผลิตไฟฟ้า คือ 20 ล้านบาทต่อเมกะวัตต์ [36] ดังนั้น ต้นทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในพื้นที่ มีค่าเท่ากับ 1,719,626.58 บาท

2.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Expenditure: OPEX) มีค่าเท่ากับ 85,981.33 บาท กำหนดร้อยละ 5 ของเงินลงทุนเริ่มต้น [32] และมีค่าใช้จ่ายในการรับซื้อมูลสุกรหน้าโรงงาน 1500 บาท/ตัน [34] คิดเป็น 140,670 บาท/ปี รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน มีมูลค่า 226,651.33 บาทในปีที่ 1 โดยมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.63 ทุก ๆ ปี [37]

3. รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าให้คนในชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่ โดยคิดราคาขายต่ำกว่าร้อยละ 20 ของราคาขายปลีกที่ชุมชนซื้อจากการไฟฟ้า และกำหนดให้ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี มีการใช้ดำเนินงานภายในโครงการร้อยละ 10 มีรายละเอียด ดังนี้

ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	49,103.21	kwh/yr
ใช้ในการดำเนินงานภายในโครงการ (10%)	4,910.32	kwh/yr
ปริมาณไฟฟ้าที่ขายได้จริง	44,192.89	kwh/yr

ดังนั้น รายได้เฉลี่ยต่อปี มีมูลค่า 167,042.44 บาท

4. ระยะเวลาดำเนินโครงการ 20 ปี

5. ค่าเสื่อมราคา โครงการคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง ตลอดอายุโครงการ 20 ปี โดยคิดจากเงินลงทุนเริ่มต้น มีค่าเท่ากับ 85,981.33 บาทต่อปี

6. การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) มีค่าเท่ากับ 9.09%

<u>ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์:</u>

นำข้อมูลทั้งหมดจากการตั้งสมมุติฐาน มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีการจำลองการคิดลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow Model : DCF Model) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ไม่สามารถคำนวณค่า IRR ได้ เนื่องจาก โครงการมีต้นทุนและรายจ่ายในการดำเนินงานมากกว่ารายได้

4. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานขยะ

<u>ศักยภาพด้านพลังงาน</u>

ปริมาณขยะมูลฝอยรวมของชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่ ปี 2564 เกิดขึ้น 7,013 ตันต่อปี ประกอบไปด้วย เศษอาหาร 6,490 ตัน กระดาษ 320 ตัน ยาง 42 ตัน ผ้า 160 ตัน

<u>สมมุติฐาน</u>

1. ภายใต้โครงการใช้องค์ประกอบของกระทรวงพลังงาน [38] ในการคำนวณค่าความร้อนของขยะมูลฝอยที่ใช้ในการออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอย โดยสูตรของดูลอง (Dulong's Formula) จะได้คุณสมบัติทางความร้อนโดยเป็นค่ากลาง ดังนี้

ค่าความร้อนสูง (HHV) (kcal/kg) = 2,294.01

ค่าความร้อนต่ำ (LHV) (kcal/kg) = 1,849.41

โดยมีค่าความร้อนต่ำตามสภาพขยะมูลฝอยที่มีความชื้น เท่ากับ 1,849.41 kcal/kg สูงกว่าค่าความร้อนต่ำเฉลี่ยที่สามารถนำไปกำจัดด้วยวิธีเผาได้ ซึ่งหมายความว่า ภาพรวมของขยะมูลฝอยมีค่าความร้อนที่เหมาะสมกับการกำจัดด้วยวิธีเผา

2. ขนาดของระบบผลิตพลังงาน จากข้อมูลปริมาณขยะ จะมีปริมาณ 19.21 ตันต่อวัน เมื่อเทียบกับค่าความร้อนดังตารางที่ 23 [38] มีกำลังการผลิต 500 ตันต่อวัน ขนาดโรงไฟฟ้า 9.75 เมกะวัตต์ ดังนั้น กำลังการผลิตที่เหมาะสมกับศักยภาพขยะของเทศบาลตำบลบ้านดู่ คือ 0.37 เมกะวัตต์ ที่ประสิทธิภาพการเดินระบบ (Plant factor) ร้อยละ 91.45

ตารางที่ 23 ขนาดของระบบผลิตพลังงาน และกำลังการผลิตไฟฟ้า [38]

ค่าความร้อนของขยะเข้าเตาเผา (kcal/kg)	**ปริมาณขยะเข้าสู่เตาเผา (ตันต่อวัน)**	**กำลังการผลิต (MW)**
1700	500	9.35
1800	500	9.75
2300	500	9.75
1700	19.21	0.36
1800	**19.21**	**0.37**
2300	19.21	0.37

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ประเมินต้นทุนโครงการ

3.1 เงินลงทุนเริ่มต้น (Capital Expenditure: CAPEX) งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลต้นทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขยะของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ที่กำหนดให้ต้นทุนค่าก่อสร้างโรงไฟฟ้าขยะที่มีขีดความสามารถในการรองรับขยะ 500 ตันต่อวัน คือ 2,253 ล้านบาท หรือ 231 ล้านบาทต่อเมกะวัตต์ ดังนั้น ต้นทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าขยะในพื้นที่ มีค่าเท่ากับ 86.56 ล้านบาท

3.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Expenditure: OPEX) มีมูลค่า 3,850,971.19 บาท ในปีที่ 1 และมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.63 ทุก ๆ ปี โดยงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเดินระบบโรงไฟฟ้าขยะของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ดังนี้

ค่าใช้จ่ายคงที่สำหรับบุคลากรและการบริหารในปีแรกของการเดินระบบ ประมาณร้อยละ 1.45 ของมูลค่าโครงการ

ค่าใช้จ่ายผันแปรในปีแรกที่เริ่มเดินระบบ ประมาณ ร้อยละ 1 ของมูลค่าโครงการ

ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาประจำปีในปีแรกที่เริ่มเดินระบบ ประมาณ ร้อยละ 1 ของมูลค่าโครงการ

ค่าใช้จ่ายในการซ่อม เปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องจักรทุก 4 ปีสำหรับปีที่ 5 ประมาณ ร้อยละ 2.5 ของมูลค่าโครงการ

ค่าใช้จ่ายในการขนส่งขยะ ในกรณีไม่เกิน 20 ลิตรต่อวัน จัดเก็บค่าขนขยะไม่เกิน 15 บาท/เดือน [37] ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการขนส่งขยะ มีมูลค่า 864,493.15 บาทต่อปี

4. รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าให้คนในชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่ โดยคิดราคาขายต่ำกว่าร้อยละ 20 ของราคาขายปลีกที่ชุมชนซื้อจากการไฟฟ้า และกำหนดให้ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี มีการใช้ดำเนินงานภายในโครงการร้อยละ 10 มีรายละเอียด ดังนี้

ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	2,713,267.08	kwh/yr
ใช้ในการดำเนินงานภายในโครงการ (10%)	271,326.71	kwh/yr
ปริมาณไฟฟ้าที่ขายได้จริง	2,441,940.37	kwh/yr

ดังนั้น รายได้เฉลี่ยต่อปี มีมูลค่า 9,230,165.89 บาท

5. ระยะเวลาดำเนินโครงการ 20 ปี

6. ค่าเสื่อมราคา โครงการคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง ตลอดอายุโครงการ 20 ปี โดยคิดจากเงินลงทุนเริ่มต้น มีค่าเท่ากับ 4,328,229.04 บาทต่อปี

7. การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) มีค่าเท่ากับ 9.44%

<u>ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์:</u>

นำข้อมูลทั้งหมดจากการตั้งสมมุติฐาน มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีการจำลองการคิดลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow Model : DCF Model) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ได้ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับ 0.30%

5. มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง

สถานการณ์ปัจจุบัน : ชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่ มีพฤติกรรมบริโภคพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศ ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศ

สาขา	ชนิด	ขนาด (btu/hr)	ประสิทธิภาพ (btu/hr/watt)	กำลังไฟฟ้า (kw)	ชั่วโมงเปิดใช้ต่อปี (hr/yr)	ปริมาณไฟฟ้า (kwh/yr)
บ้านอยู่อาศัย	Fixed Speed	12,000	12.85	0.93	486.90	12,858,476.11
ร้านค้า	Fixed Speed	12,000	12.85	0.93	423.00	266,052.41
หอพัก	Fixed Speed	18,000	13.55	1.32	775.14	3,136,212.86

สมมุติฐาน

1. ประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนเฉพาะเครื่องปรับอากาศ ขนาด 12,000 btu/hr เนื่องจากมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในชุมชนมากที่สุด โดยมีรายละเอียดการใช้งานเฉลี่ยต่อเครื่อง ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 การใช้พลังงานต่อเครื่องปรับอากาศ

ชนิด	ขนาด (btu/hr)	ประสิทธิภาพ (btu/hr/watt)	กำลังไฟฟ้า (kw)	ชั่วโมงใช้งานต่อปี (hr/yr/เครื่อง)	ปริมาณไฟฟ้า (kwh/yr/เครื่อง)	ค่าไฟ (บาท/yr/เครื่อง)
Fixed Speed	12,000	12.85	0.93	486.90	454.69	2,010.51

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ชุมชนเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศ ชนิด Inverter ขนาด 12,000 btu/hr มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 22.5 btu/hr/watt และมีจำนวนชั่วโมงใช้งานเท่าเดิม

3. ต้นทุนในการลงทุน งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลราคาจากบัญชีราคามาตรฐานครุภัณฑ์ สำนักงบประมาณ ธันวาคม 2565 [39] โดยใช้ราคาเทียบจากเครื่องปรับอากาศแบบเดิมที่มีราคาถูกกว่า ดังนั้น ต้นทุนในการเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงจะมีราคาสูงขึ้น ร้อยละ 22 จากเครื่องปรับอากาศแบบเดิม หรือเท่ากับ 4,016.45 บาทต่อเครื่อง เมื่อเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบเดิม

4. รายได้ ประเมินจากค่าไฟที่ประหยัดได้จากการเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศ ชนิด Inverter

5. กำหนดให้ร้อยละการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง เท่ากับ 28.13 ของจำนวนเครื่องปรับอากาศแบบเดิม [11]

6. อายุการใช้งาน 10 ปี

ตารางที่ 26 สมมุติฐานการเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

ชนิด	ขนาด (btu/hr)	ประสิทธิภาพ (btu/hr/watt)	กำลังไฟฟ้า (kw)	ชั่วโมงใช้งานต่อปี (hr/yr/เครื่อง)	ปริมาณไฟฟ้า (kwh/yr/เครื่อง)	ค่าไฟ (บาท/yr/เครื่อง)	ต้นทุนที่จ่ายเพิ่ม (บาท)	ประหยัดค่าไฟได้ (บาท/yr/เครื่อง)
Inverter	12,000	22.50	0.53	486.90	259.68	1,148.23	4,016.45	862.29

7. การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) มีค่าเท่ากับ 7.86% โดยคำนวณจาก

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์:

นำข้อมูลทั้งหมดจากการตั้งสมมุติฐาน มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีการจำลองการคิดลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow Model : DCF Model) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ได้ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับ 17.74%

ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ: คาดการณ์ในปี พ.ศ. 2570 จะมีการเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง ร้อยละ 28.13 ของเครื่องปรับอากาศแบบเดิมในทุกสาขา ซึ่งจะส่งให้ปริมาณไฟฟ้าที่ลดได้ทั้งหมด เท่ากับ 2,130,288.68 หน่วย เทียบกับปริมาณไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบเดิมในปี พ.ศ. 2570 ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 1,240.04 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และสามารถเกิดการจ้างงานในสาขาติดตั้งระบบ 3,356,335.54 บาท ดังตารางที่ 27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 27 สรุปผลมาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง

	คาดการณ์ พ.ศ. 2570		สมมุติฐาน			ผล		
สาขา	ปริมาณไฟฟ้าที่คาดว่าจะใช้ (kwh/yr)	จำนวน (เครื่อง)	ประสิทธิภาพ (btu/hr/watt)	ขนาด (kw)	ปริมาณไฟฟ้าที่คาดว่าจะใช้ (kwh/yr)	ปริมาณไฟฟ้าที่ลดได้ (kwh/yr)	ปริมาณ GHG ที่ลดได้ (ton CO_{2eq})	การจ้างงาน (บาท)
บ้านอยู่อาศัย	4,030,744	8,901	22.5	0.53	2,311,537.8	1,719,206.3	1,000.75	2,964,194
ร้านค้า	83,554.31	212.40	22.5	0.53	47,916.45	35,637.86	20.74	70,727.74
หอพัก	987,582.47	965.20	22.0	0.82	612,137.89	375,444.57	218.55	321,413.1

6. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน พลังงานไฟฟ้า

สถานการณ์ปัจจุบัน : ชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่ มีพฤติกรรมบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ดังนี้

ปริมาณน้ำมัน (แก๊สโซฮอล์ 95) ที่รถใช้เฉลี่ย	205.60	ลิตรต่อปีต่อคัน
อัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน	15.6	กิโลเมตรต่อลิตร
ระยะทางการใช้งานรถยนต์เฉลี่ย	3,207.36	กิโลเมตรต่อปี
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	7,521.44	บาทต่อปี

สมมุติฐาน

1. งานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ประเภทรถยนต์ไฟฟ้า โดยเลือก model ORA GOOD CAT 400 PRO โดยมีข้อมูลด้านสมรรถนะของรถยนต์ [40] ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ข้อมูลด้านสมรรถนะของรถยนต์

ORA GOOD CAT 400 PRO			
สมรรถนะของเครื่องยนต์	กำลังสูงสุด	105	kw
	แรงบิดสูงสุด	210	Nm
	ระยะทางวิ่งได้สูงสุด	400	km
	ความเร็วสูงสุด	151	km/h
	อัตราสิ้นเปลือง	0.11947	kwh/km
ขนาดและน้ำหนัก	ความยาวทั้งหมด	4,235	mm.
	ความกว้างทั้งหมด	1,825	mm.
	ความสูง	1,596	mm.
ความจุ	แบตเตอรี่	47.788	kwh
ราคาและค่าบำรุงรักษา	ราคาจำหน่ายรถยนต์ (ราคาหลังการสนับสนุน)	828,500	บาท
	ค่าเช็คระยะ	1,200.5	บาท/ปี
	ค่าภาษีประจำปี	2,800.5	บาท/ปี

2. ต้นทุนของโครงการ งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลราคาจำหน่ายรถยนต์ model ORA GOOD CAT 400 PRO โดยใช้ราคาเทียบจากราคาจำหน่ายรถยนต์ Toyota Vios 1.5 Entry ปี 2020 ที่มีราคา 609,000 บาท โดยคิดร้อยละ 40 ของราคาจำหน่ายรถยนต์[41] ดังนั้น ต้นทุนในการวิเคราะห์ เท่ากับ 584,900.00 บาท

3. อายุโครงการที่ใช้ในการศึกษา 10 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. รถยนต์ไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแบตเตอรี่เพียง 1 ครั้ง ตลอดอายุการใช้งาน และรับประกันแบตเตอรี่ 8 ปี หรือ 180,000 ดังนั้น ต้นทุนการเปลี่ยนแบตเตอรี่จึงไม่นำมาวิเคราะห์

5. รายได้ ประเมินจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิงต่อปีที่ประหยัดได้ เทียบกับค่าไฟฟ้าต่อปีที่ต้องจ่ายเพิ่ม

6. รายได้จากการจำหน่ายรถยนต์ปีสุดท้าย กำหนดให้เท่ากับร้อยละ 40 ของราคาจำหน่ายรถยนต์

7. การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) มีค่าเท่ากับ 9.06%

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์:

นำข้อมูลทั้งหมดจากการตั้งสมมุติฐาน มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีการจำลองการคิดลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow Model : DCF Model) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ได้ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับ -4.82%

7. มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟประสิทธิภาพสูง (LED)

สถานการณ์ปัจจุบัน **:** ชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่ มีพฤติกรรมบริโภคพลังงานไฟฟ้าเพื่อแสงสว่าง ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 พฤติกรรมบริโภคพลังงานไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างของชุมชน

สาขา	ประเภท	ขนาด (watt)	จำนวน (หลอด)	ชั่วโมงเปิดไฟต่อปี (hr/yr)	ปริมาณไฟฟ้า (kwh/yr)
บ้านอยู่อาศัย	หลอดฟลูออเรสเซนต์	15	175,627.00	1,875.428	4,940,638.53
ร้านค้า	หลอดฟลูออเรสเซนต์	18	3,669.00	2,190.000	144,630.62
หอพัก	หลอดฟลูออเรสเซนต์	16	32,320.00	2,063.000	1,066,799.41

สมมติฐาน:

1. กำหนดให้ ปี พ.ศ. 2570 ภาคครัวเรือน ร้านค้า และหอพัก มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อแสงสว่าง ตามผลการพยากรณ์ในขั้นตอนที่ 4.3 และมีการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟประสิทธิภาพสูง LED ร้อยละ 100 ของจำนวนหลอดที่ใช้อยู่เดิม ด้วยจำนวนชั่วโมงเปิดไฟต่อปีเท่าเดิม

2. ประเมินต้นทุนโครงการ

2.1 เงินลงทุนเริ่มต้น (Capital Expenditure: CAPEX) งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลราคาหลอดไฟ LED ตามมาตรฐานราคากลางเทคโนโลยีพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน[32] ที่กำหนดให้ราคา LED A60

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

E27 Bulb ขนาด มากกว่า 5 ถึง 7 วัตต์ คือ 180 บาท/ชุด และ มากกว่า 7 ถึง 10 วัตต์ คือ 220 บาท/ชุด ดังนั้น เงินลงทุนสำหรับการเปลี่ยนหลอด LED มีค่าเท่ากับ 42,782,840.00 บาท

2.2 รายได้ ประเมินจากค่าไฟที่ประหยัดได้จากการเปลี่ยนเป็นหลอด LED มีค่าเท่ากับ 16,362,445.95 บาทต่อปี

ตารางที่ 30 สมมติฐานการเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟประสิทธิภาพสูง

คาดการณ์ พ.ศ. 2570				สมมุติฐาน			ผล	
สาขา	ปริมาณไฟฟ้าที่คาดว่าจะใช้ (kwh/yr)	จำนวน (หลอด)	ประเภท	ขนาด (watt)	ปริมาณไฟฟ้าที่คาดว่าจะใช้ (kwh/yr)	เงินลงทุน (บาท)	ปริมาณไฟฟ้าที่ลดได้ (kwh/yr)	ค่าไฟที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)
บ้านอยู่อาศัย	5,527,892	196,502	LED	7	2,579,692	35,370,360	2,948,200	13,036,056
ร้านค้า	161,821	4,106	LED	9	80,929	903,320	80,892	357,682.05
หอพัก	1,193,601	36,162	LED	7	522,206	6,509,160	671,395	2,968,708

3. อายุการใช้งานหลอดไฟ 5 ปี

4. การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) มีค่าเท่ากับ 7.66%

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์:

นำข้อมูลทั้งหมดจากการตั้งสมมุติฐาน มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีการจำลองการคิดลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow Model : DCF Model) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ได้ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับ 27.18%

ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ: คาดการณ์ปี พ.ศ. 2570 จะมีการเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟประสิทธิภาพสูงทั้งหมด ซึ่งจะส่งให้ปริมาณไฟฟ้าที่ลดได้ทั้งหมด เท่ากับ 3,700,487.58 หน่วย เทียบกับปริมาณไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้งานหลอดไฟแบบเดิมในปี พ.ศ. 2570 ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2,154.05 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และสามารถเกิดการจ้างงานในสาขาติดตั้งระบบ 5,699,786.64 บาท ดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 สรุปผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ

คาดการณ์ พ.ศ. 2570				สมมุติฐาน		ผล		
สาขา	ปริมาณไฟฟ้าที่คาดว่าจะใช้ (kwh/yr)	จำนวน (หลอด)	ประเภท	ขนาด (watt)	ปริมาณไฟฟ้าที่คาดว่าจะใช้ (kwh/yr)	ปริมาณไฟฟ้าที่ลดได้ (kwh/yr)	ปริมาณ GHG ที่ลดได้ (ton CO_{2eq})	การจ้างงาน (บาท)
บ้านอยู่อาศัย	5,527,892	196,502	LED	7	2,579,692	2,948,200	1,716.2	4,712,251
ร้านค้า	161,821	4,106	LED	9	80,929	80,892	47.09	120,345

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คาดการณ์ พ.ศ. 2570			สมมุติฐาน			ผล		
สาขา	ปริมาณไฟฟ้าที่คาดว่าจะใช้ (kwh/yr)	จำนวน (หลอด)	ประเภท	ขนาด (watt)	ปริมาณไฟฟ้าที่คาดว่าจะใช้ (kwh/yr)	ปริมาณไฟฟ้าที่ลดได้ (kwh/yr)	ปริมาณ GHG ที่ลดได้ (ton CO_{2eq})	การจ้างงาน (บาท)
หอพัก	1,193,601	36,162	LED	7	522,206	671,395	390.82	867,189

8. รถโดยสารไฟฟ้า (Bus EV) แทนการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล (รถจักรยานยนต์ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน และรถกระบะ) ของคนในชุมชน

สถานการณ์ปัจจุบัน : ชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่ มีพฤติกรรมใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อการขนส่ง ดังนี้

ตารางที่ 32 พฤติกรรมใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อการขนส่ง ของชุมชน

ประเภท	บ้านอยู่อาศัย			ร้านค้า			หอพัก		
	การใช้พลังงานต่อคัน (ลิตร/คัน/ปี)	ระยะทางที่วิ่ง (กิโลเมตร/คัน)	น้ำมันทั้งหมด (ลิตร/ปี)	การใช้พลังงานต่อคัน (ลิตร/คัน/ปี)	ระยะทางที่วิ่ง (กิโลเมตร/คัน)	น้ำมันทั้งหมด (ลิตร/ปี)	การใช้พลังงานต่อคัน (ลิตร/คัน/ปี)	ระยะทางที่วิ่ง (กิโลเมตร/คัน	น้ำมันทั้งหมด (ลิตร/ปี)
รถจักรยานยนต์	158.8	3,811	4,456,087	143.48	3,443	124,828	141	3,384	17,061
รถเก๋ง	205.6	3,208	1,348,736	205.6	3,207	48,316	654	10,203	9,811
รถกระบะ	452.0	6,685	3,963,136	463	6,848	153,716	-	-	-

จากตารางที่ 32 สามารถสรุปได้ว่า รถยนต์ประเภทต่างๆ ในชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่ มีการใช้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. รถจักรยานยนต์ จำนวนทั้งหมด 29,052 คัน ปริมาณน้ำมันที่ใช้ 4,597,975ลิตรต่อปี คิดเป็นร้อยละ 0.67 ของปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในชุมชน

2. รถเก๋ง จำนวนทั้งหมด 6,810 คัน ปริมาณน้ำมันที่ใช้ 1,406,862.45 ลิตรต่อปี คิดเป็นร้อยละ 0.21 ของปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในชุมชน

3. รถกระบะ จำนวนทั้งหมด 9,100 คัน ปริมาณน้ำมันที่ใช้ 4,116,852.00 ลิตรต่อปี คิดเป็นร้อยละ 0.69 ของปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในชุมชน

สมมติฐาน :

1. งานวิจัยนี้กำหนดให้ระยะทางเดินรถโดยสารไฟฟ้าจากสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดเชียงราย แห่งที่ 2 ไปยังท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย รวมระยะทาง ไป-กลับ 29 กิโลเมตร และวิ่ง 11.5 รอบต่อวัน หรือ 11 ชั่วโมง 30 นาที ต่อวัน (ไม่รวมระยะเวลาในการชาร์จประจุไฟฟ้า) รวมระยะทาง 100,050.00 ต่อปี โดยมีข้อมูลด้านสมรรถนะของรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลจำเพาะ	EV bus	หน่วย
จำนวนที่นั่ง	40	ที่นั่ง
อัตราสิ้นเปลือง	1.3	kwh/km
ระยะปฏิบัติการต่อการชาร์จ	250	km
ระยะเวลาในการชาร์จประจุไฟฟ้า	3.5-4	ชั่วโมง

2. ประเมินต้นทุนโครงการ

2.1 การประเมินราคาของรถโดยสารไฟฟ้า อ้างอิงราคาจากการซื้อรถโดยสารไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ในการดำเนินการวิจัยเรื่อง “โครงการศึกษาเปรียบเทียบและแนวทางการส่งเสริมรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเพื่อสังคมคาร์บอนต่ำของประเทศไทย” [42] ซึ่งโครงการดังกล่าวได้ซื้อรถโดยสารไฟฟ้าเข้ามาเพื่อดำเนินการวิจัย เป็นมูลค่า 11,953,760 บาทต่อคัน

2.2 ค่าซ่อมบำรุงรถโดยสารไฟฟ้า อ้างอิงราคาจากการศึกษาแนวทางการประเมินต้นทุนราคารถโดยสารไฟฟ้าและค่าซ่อมบำรุง ภายใต้โครงการศึกษาแนวทางการจัดหารถโดยสารระบบไฟฟ้าของเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นมูลค่า 126,639 บาทต่อปี ต่อคัน [43]มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.63 ทุก ๆ ปี

2.3 อัตราค่าบริการอัดประจุไฟฟ้า อ้างอิงอัตราจาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในช่วง Peak ค่าบริการ 7.5798 บาทต่อหน่วย และในช่วง Off-Peak ค่าบริการ 4.1972 บาทต่อหน่วย [44]ซึ่งรถโดยสารไฟฟ้าเริ่มให้บริการตั้งแต่เวลา 06.20-22.00 น. ดังนั้น สามารถสรุปค่าใช้จ่ายในการอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละช่วง ดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ค่าบริการอัดประจุไฟฟ้า

	ระยะทาง (km/yr)	อัตราสิ้นเปลือง (kwh/km)	ไฟฟ้าที่ใช้ (kwh/yr)	ค่าบริการ (บาท/kwh)	ค่าใช้จ่ายในการชาร์จไฟฟ้า (บาท/ปี)
Peak	69,600	1.3	90,480	7.5798	685,820.30
Off-Peak	75,000	1.3	97,500	4.1972	409,227.00

3. รายได้ประเมินจากอัตราค่าโดยสาร 15 บาท ตลอดเส้นทาง [45]

4. รายได้จากการจำหน่ายรถยนต์ปีสุดท้าย กำหนดให้เท่ากับร้อยละ 40 ของราคาจำหน่ายรถยนต์

5. อายุโครงการที่ใช้ในการศึกษา 10 ปี

6. การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) มีค่าเท่ากับ 9.06%

ผลการวิเคราะห์:

นำข้อมูลทั้งหมดจากการตั้งสมมุติฐาน มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีการจำลองการคิดลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow Model : DCF Model) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ได้ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับ 19.34%

ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ:

1. ลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

หากภายในปี พ.ศ. 2570 ภาคครัวเรือน ร้านค้า และหอพัก มีปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อการขนส่ง ตามผลการพยากรณ์ในขั้นตอนที่ 4.3 โดยมีร้อยละของปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในชุมชนตามสัดส่วนเดิมในปัจจุบัน และมีร้อยละการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า สำหรับรถจักรยานยนต์ รถกระบะ และรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ร้อยละ 10 ภายในปี พ.ศ. 2570 [11] จะสามารถลดการใช้น้ำมันเบนซินลงได้ทั้งหมด 671,858.54 ลิตร คิดเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 1,503.35 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จะสามารถลดการใช้น้ำมันดีเซลลงได้ทั้งหมด 460,618.96 ลิตร คิดเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 1,264.21 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ดังตารางที่ 34

ตารางที่ 34 สรุปผลการลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

	คาดการณ์ พ.ศ. 2570			**สมมุติฐาน**	**ผล**	
ประเภท	**จำนวน (คัน)**	**ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง**	**ปริมาณน้ำมันที่ใช้ (ลิตรต่อปี)**	**ร้อยละการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง**	**ประหยัดน้ำมันได้ (ลิตรต่อปี)**	**ปริมาณ GHG ที่ลดได้ (ton CO_{2eq})**
รถจักรยานยนต์	32,397	เบนซิน	5,144,500.33	0.1	514,450.03	1,151.13
รถเก๋ง	7,657	เบนซิน	1,574,085.05	0.1	157,408.50	352.22
รถกระบะ	10,191	ดีเซล	4,606,189.60	0.1	460,618.96	1,264.21

2. ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เพิ่มขึ้น เมื่อเปลี่ยนมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า [46]

หากผลิตผลของการขนส่งบุคคล (ผู้โดยสาร-กิโลเมตร) สำหรับครัวเรือน ร้านค้า และหอพัก มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ร้อยละ 10 ภายในปี พ.ศ. 2570 และใช้ระยะทางเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าจากสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดเชียงราย แห่งที่ 2 ไปยังท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวงเชียงราย รวมระยะทาง ไป-กลับ 29 กิโลเมตร และวิ่ง 11.5 รอบต่อวัน ดังนั้น ปี พ.ศ. 2570 จะเกิดผลิตผลของการขนส่งบุคคล 365,394,348.58 ผู้โดยสาร-กิโลเมตร โดยกำหนดให้มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ตามสมมุติฐานข้อ 1 คาดการณ์จะมีการเปลี่ยนแปลงผลิตผลของการขนส่งบุคคล 36,539,434.86 ผู้โดยสาร-กิโลเมตร มา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะต้องใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า จำนวน 10 คัน ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 1,300,650.00 หน่วย คิดเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 757.11 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และสามารถเกิดการจ้างงานในสาขาซ่อมบำรุงรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าได้ 160,299.65 บาทต่อปี ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 สมมติฐานปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น

	คาดการณ์ พ.ศ. 2570				**สมมุติฐาน**	
ประเภท	**จำนวนคัน (คัน)**	**เฉลี่ยจำนวนผู้โดยสาร (คนต่อคัน)**	**เฉลี่ยระยะที่วิ่ง (กิโลเมตรต่อคัน)**	**ผลิตผลของการขนส่งบุคคล (ผู้โดยสาร-กิโลเมตร)**	**ร้อยละการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง**	**ผลิตผลของการขนส่งบุคคลที่เปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (ผู้โดยสาร-km)**
รถจักรยานยนต์	32,397	1.2	3,546.24	137,865,044.74	0.10	13,786,504.47
รถเก๋ง	7,657	1.3	5,539.20	55,137,710.90	0.10	5,513,771.09
รถกระบะ	10,191	2.5	6,766.43	172,391,592.94	0.10	17,239,159.29
รวม				365,394,348.58		36,539,434.86

ผลการวิเคราะห์

จำนวนที่นั่ง EV BUS	40	ที่นั่งต่อคัน
ระยะทางที่ EV BUS วิ่งต่อปี	100,050.00	กิโลเมตร ต่อปี ต่อคัน
ผลผลิตของการขนส่งบุคคล	4,002,000.00	ผู้โดยสาร-กิโลเมตรต่อคัน
จะใช้รถ EV BUS	10	คัน
อัตราสิ้นเปลือง	1.3	กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลเมตร
ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้	1,300,650.00	กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี
ปริมาณ GHG ที่ปล่อย	757.11	$tonCO_{2eq}/yr$
การจ้างงานสาขาซ่อมบำรุง	160,299.65	บาทต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9. การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ เปลือกสับปะรด

ศักยภาพด้านพลังงาน: ชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่มีการปลูกสับปะรด 3,400 ไร่ คิดเป็นผลผลิตต่อไร่ 8,262,000 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งเปลือกสับปะรด และส่วนที่เหลือจากการตัดแต่งมีน้ำหนักประมาณ 28.40% ของหัวสับปะรด [5] ดังนั้น จะมีเปลือกสับปะรดจากพื้นที่เพาะปลูกในเทศบาลตำบลบ้านดู่ 2,346,408 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งเก็บรวบรวมเปลือกสับปะรดได้ร้อยละ 5 ของเปลือก

สับปะรดจากพื้นที่เพาะปลูกในชุมชน และอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกสับปะรด 61.24 m^3-BG/ตันสด [36] จะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 7,184.70 ลบ.ม.ต่อปี

สมมุติฐาน

1. ขนาดของโครงการ ด้วยก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. สามารถทดแทนพลังงานไฟฟ้าได้ 1.4 กิโลวัตต์ชั่วโมง และก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ เท่ากับ 7,184.70 ลบ.ม.ต่อปี จะสามารถทดแทนพลังงานไฟฟ้าได้ 10,058.58 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ดังนั้น กำลังการผลิตติดตั้งของโครงการ คือ 0.00127 MW และกำหนดให้ประสิทธิภาพการเดินระบบ (Plant factor) ร้อยละ 85

2 ประเมินต้นทุนโครงการ

2.1 เงินลงทุนเริ่มต้น (Capital Expenditure: CAPEX) ต้นทุนก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสีย ขนาด 100 ลบ.ม. เท่ากับ 314,749.32 บาท และต้นทุนระบบผลิตไฟฟ้า ใช้ข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ที่กำหนดให้ต้นทุนระบบผลิตไฟฟ้า คือ 20 ล้านบาทต่อเมกะวัตต์ ดังนั้น ต้นทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในพื้นที่ เป็นมูลค่าเงินลงทุน 340,149.78 บาท

2.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Expenditure: OPEX) มีค่าเท่ากับ 17,007.49 บาทต่อปี กำหนดร้อยละ 5 ของเงินลงทุนเริ่มต้น และมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งเปลือกสับปะรด 70 บาท/ตัน คิดเป็น 8,212.43 บาท/ปี รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน มีมูลค่า 25,219.92 บาทในปีที่ 1 โดยมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.63 ทุก ๆ ปี

การขนส่งจะใช้รถแทรคเตอร์พ่วงเทรเลอร์ ขนส่งเปลือกสับปะรด น้ำหนัก 5 ตัน มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2 กม./ลิตร ระยะทาง 20 กิโลเมตร [36] ดังนั้น ต้นทุนขนส่ง 70 บาทต่อตัน (0.5 [ลิตร/กม.] x 35 [บาท/ลิตร] x 20 [กม.] / 5 ตัน)

3. รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าให้คนในชุมชนเทศบาลตำบลบ้านดู่ โดยคิดราคาขายต่ำกว่าร้อยละ 20 ของราคาขายปลีกที่ชุมชนซื้อจากการไฟฟ้า และกำหนดให้ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี มีการใช้ดำเนินงานภายในโครงการร้อยละ 10

ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	10,058.58	kwh/yr
ใช้ในการดำเนินงานภายในโครงการ (10%)	1,005.86	kwh/yr
ปริมาณไฟฟ้าที่ขายได้จริง	9,052.72	kwh/yr

ดังนั้น รายได้เฉลี่ยต่อปี มีมูลค่า 34,217.93 บาท

4. ระยะเวลาดำเนินโครงการ 20 ปี

5. ค่าเสื่อมราคา โครงการคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง ตลอดอายุโครงการ 20 ปี โดยคิดจากเงินลงทุนเริ่มต้น มีค่าเท่ากับ 17,007.49 บาทต่อปี

6. การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) มีค่าเท่ากับ 9.09%

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์:

นำข้อมูลทั้งหมดจากการตั้งสมมุติฐาน มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีการจำลองการคิดลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow Model : DCF Model) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ได้ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับ -8.98%

ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ: เปลือกสับปะรดที่รวบรวมได้ 117,320.40 กิโลกรัมต่อปี เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพได้ 7,184.70 ลบ.ม.ต่อปี จะสามารถทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสายส่งได้ 10,058.58 หน่วยต่อปี สามารถเกิดการจ้างงานในสาขาก่อสร้าง 18,606.19 บาท และสาขาดำเนินงานและบำรุงรักษาได้ 4,035.19 บาทต่อปี ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 76.41 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ผลต่างของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการโครงการ [10] ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 ผลการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (ลบ.ม.)	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในระบบ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ร้อยละของการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ (ค่า % รวมกันไม่เกิน 100)					การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ($kgCO_{2eq}$)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการโครงการ ($kgCO_{2eq}$)	ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($kgCO_{2eq}$)
		ทดแทนก๊าซหุงต้ม (LPG) (%)	ทดแทนน้ำมันดีเซล (%)	ทดแทนน้ำมันเบนซิน (%)	ทดแทนน้ำมันเตา (%)	ผลิตไฟฟ้า (%)			
7,185	1006	-	-	-	-	100	84,977	8,566	76,410

โดยที่ 1. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน คำนวณจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการหมักย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศ(CH_4) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อผลิตไฟฟ้า (กรณีที่มีการนำก๊าซชีวภาพไปผลิตไฟฟ้า) (CO_2)

2. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการโครงการ คำนวณจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (CH_4) และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (CO_2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

10. ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar rooftop) เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสายส่ง

สถานการณ์ปัจจุบัน : ชุมชนในเทศบาลตำบลบ้านดู่มีจำนวนทั้งหมด 14,863 ครัวเรือน มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยปีละ 2,896.14 หน่วยต่อหลังคาเรือน

สมมติฐานการวิเคราะห์ :

1. เทศบาลตำบลบ้านดู่ มีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 14,863 ครัวเรือน โดยทุกครัวเรือนสามารถเข้าถึงพลังงานไฟฟ้าจากสายส่งแล้ว [11]

2. กำหนดเป้าหมายการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา 12.2% ของครัวเรือนในเทศบาล ภายในปี พ.ศ. 2570 [11]และพลังงานไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ที่ผลิตได้จะถูกนำมาใช้ทันที ไม่มีการเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่ โดยการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์เข้ากับระบบไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน ทั้งนี้ เพื่อต้องการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสายส่งในช่วงเวลากลางวัน สำหรับครัวเรือนที่มีการใช้ไฟฟ้าในช่วงกลางวัน ซึ่งได้คำนวณกำลังการติดตั้งและระบบโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสม จากข้อกำหนด ดังนี้

ข้อกำหนด	**จำนวน**	**หน่วย**
ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี	2,896.14	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ชั่วโมงเฉลี่ยที่ใช้ไฟฟ้า	4.446	ชั่วโมงต่อวัน
จำนวนวันเฉลี่ยที่ใช้ไฟฟ้า	234.93	วันต่อปี
กำลังการผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสมกับครัวเรือน	2.76	กิโลวัตต์
กำลังการผลิตระบบโซลาร์เซลล์	2.21	กิโลวัตต์
แผงขนาด 320 วัตต์	7	แผง
ประสิทธิภาพระบบ	0.81	ร้อยละ
เฉลี่ยระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้ต่อครัวเรือน	5,298.05	กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี

3. ต้นทุนในการลงทุน

3.1 เงินลงทุนในการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์แบบออนกริด ขนาด 2.21 กิโลวัตต์ มีมูลค่า 127,400.00 บาทต่อระบบ [47]

3.2 ค่าบำรุงรักษารายปี (คิดเป็น 3% ของเงินลงทุน) [20] มีมูลค่า 3,822 บาทต่อปีต่อระบบ และมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.63 ทุก ๆ ปี

4. รายได้ประเมินจากค่าไฟที่ประหยัดได้จากการเปลี่ยนมาใช้ไฟฟ้าจากระบบโซลาร์เซลล์

5. อายุการใช้งาน 15 ปี

6. การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) มีค่าเท่ากับ 6.945% โดยคำนวณมาจาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์:

นำข้อมูลทั้งหมดจากการตั้งสมมุติฐาน มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีการจำลองการคิดลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow Model : DCF Model) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ได้ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับ 13.59%

ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ: ปี พ.ศ. 2570 คาดการณ์จะมีครัวเรือนเปลี่ยนมาใช้ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา 12.2% ของจำนวนครัวเรือนในปัจจุบัน คิดเป็น

1,814 ครัวเรือน ซึ่งจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสายส่งในช่วงเวลากลางวัน 9,610,659.07 หน่วยต่อปี ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 5,594.36 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และสามารถเกิดการจ้างงานในสาขาติดตั้งระบบ 15,252,837.60 บาท และการซ่อมบำรุง ได้ 923,670.25 บาทต่อปี ดังตารางที่ 37

ตารางที่ 37 สรุปผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ

คาดการณ์ พ.ศ. 2570		**สมมุติฐาน**	**ผล**			
ร้อยละครัวเรือนเปลี่ยนมาใช้โซลาร์เซลล์	**จำนวนครัวเรือน (ครัวเรือน)**	**ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ (kwh/yr)**	**ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ (kwh/yr)**	**ปริมาณ CO_2 ที่ลดได้ (ton CO_{2eq})**	**การจ้างงานสาขาติดตั้งระบบ (บาท)**	**การจ้างงานสาขาซ่อมบำรุง (บาทต่อปี)**
0.122	1,814	5,298.05	9,610,659.07	5,594.36	15,252,837.60	923,670.25

4.4.2 ประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (การปล่อยก๊าซเรือนกระจก) และการจ้างงานที่จะเกิดขึ้นภายในชุมชน จากเทคโนโลยีหรือมาตรการทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์ IRR > WACC

มีเทคโนโลยีหรือมาตรการทั้งหมด 7 รายการ ที่ได้รับคัดเลือกจากทั้งหมด 10 รายการ ตามเกณฑ์ IRR > WACC และตามความต้องการของชุมชน ดังตารางที่ 38 ดังนั้น จากทั้งหมด 7 รายการจะสามารถลดการใช้พลังงานได้ 1,989.38 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 9.62 ของการใช้พลังงานทั้งหมด กรณีปกติ ในปี พ.ศ. 2570 ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 12,574.02 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 11.38 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด กรณีปกติ ในปี พ.ศ. 2570 และสามารถเกิดการจ้างงานในสาขาก่อสร้าง หรือติดตั้งระบบได้ 25,304,999.29 บาท และสาขาดำเนินงานและบำรุงรักษาได้ 1,236,393.17 บาทต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 38 สรุปผลการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (การปล่อยก๊าซเรือนกระจก) และการจ้างงานที่จะเกิดขึ้นภายในชุมชน จากเทคโนโลยีหรือมาตรการทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์ IRR > WACC

ลำดับที่	เทคโนโลยี/มาตรการ	พลังงานที่ลดลงได้			พลังงานที่ใช้เพิ่ม			ปริมาณ GHG ที่ลดได้	การจ้างงาน (สาขา)	
		ประเภทเชื้อเพลิง	หน่วยต่อปี	toe/yr	ประเภทเชื้อเพลิง	หน่วยต่อปี	toe/yr	(ton CO_{2eq})	ก่อสร้าง/ติดตั้ง (บาท)	ดำเนินงาน/บำรุงรักษา (บาท/ปี)
1	การผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (Biomass)	ไฟฟ้า (kwh)	1,829,692.23	155.91	-	-	-	1,065.06	884,582.27	129,457.56
2	การใช้ก๊าซชีวภาพมูลสุกร เพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม	ก๊าซหุงต้ม (kg)	17,255.52	20.14	-	-	-	433.63	92,851.05	18,930.54
3	มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง	ไฟฟ้า (kwh)	2,130,288.68	181.52	-	-	-	1,240.04	3,356,335.5	-
4	มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ	ไฟฟ้า (kwh)	3,700,487.58	315.32	-	-	-	2,154.05	5,699,786.64	-

ลำดับที่	เทคโนโลยี/มาตรการ	พลังงานที่ลดลงได้			พลังงานที่ใช้เพิ่ม			ปริมาณ GHG ที่ลดได้	การจ้างงาน (สาขา)	
		ประเภทเชื้อเพลิง	หน่วยต่อปี	toe/yr	ประเภทเชื้อเพลิง	หน่วยต่อปี	toe/yr	(ton CO_{2eq})	ก่อสร้าง/ติดตั้ง (บาท)	ดำเนินงาน/บำรุงรักษา (บาท/ปี)
	ประสิทธิภาพสูง (LED)									
5	รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (EV Bus)	น้ำมันเชื้อเพลิง (liter)	1,132,477.50	897.63	ไฟฟ้า (kwh)	1,300,650.00	400.91	2,010.46	-	160,299.65
6	การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ เปลือกสับปะรด	ไฟฟ้า (kwh)	10,058.58	0.86	-	-	-	76.41	19,802.13	4,035.19
7	ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar rooftop)	ไฟฟ้า (kwh)	9,610,659.07	818.92	-	-	-	5,594.36	15,252,837.60	923,670.25
	รวม	**-**	**-**	**2,390.29**	**-**	**-**	**400.91**	**12,574.02**	**25,304,999.29**	**1,236,393.17**

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานในอนาคต ปี พ.ศ. 2570 เมื่อมีการเลือกใช้เทคโนโลยีและมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชนทั้ง 7 รายการ บนตารางสมดุลพลังงาน พบว่า คาดการณ์ชุมชนจะมีการใช้พลังงาน ทั้งหมด 21,418.51 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 9.62 ของการใช้พลังงานทั้งหมด กรณีปกติ ในปี พ.ศ. 2570 ดังตารางที่ 39 แบ่งเป็น

ภาคครัวเรือน 6,791.47 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 16.81 ของการใช้พลังงานภาคครัวเรือน กรณีปกติ ปี พ.ศ. 2570

ภาคธุรกิจ 2,832.65 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 0.33 ของการใช้พลังงานภาคธุรกิจ กรณีปกติ ปี พ.ศ. 2570

ภาคขนส่ง 11,672.61 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 7.50 ของการใช้พลังงานภาคขนส่ง กรณีปกติ ปี พ.ศ. 2570

การใช้ไฟฟ้าจากสายส่ง มีปริมาณการใช้ลดลงร้อยละ 13.71 น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทเบนซินและแก๊สโซฮอล์ ลดลงร้อยละ 8.77 และไบโอดีเซล ลดลงร้อยละ 7.95 ก๊าซหุงต้ม ลดลงร้อยละ 2.98 ของการใช้พลังงานแต่ละประเภท กรณีปกติ ในปี พ.ศ. 2570 โดยจากการวิเคราะห์การสูญเสียพลังงานจากระบบลดลง อยู่ที่ร้อยละ 13.82 ของปริมาณการใช้พลังงานในระบบ

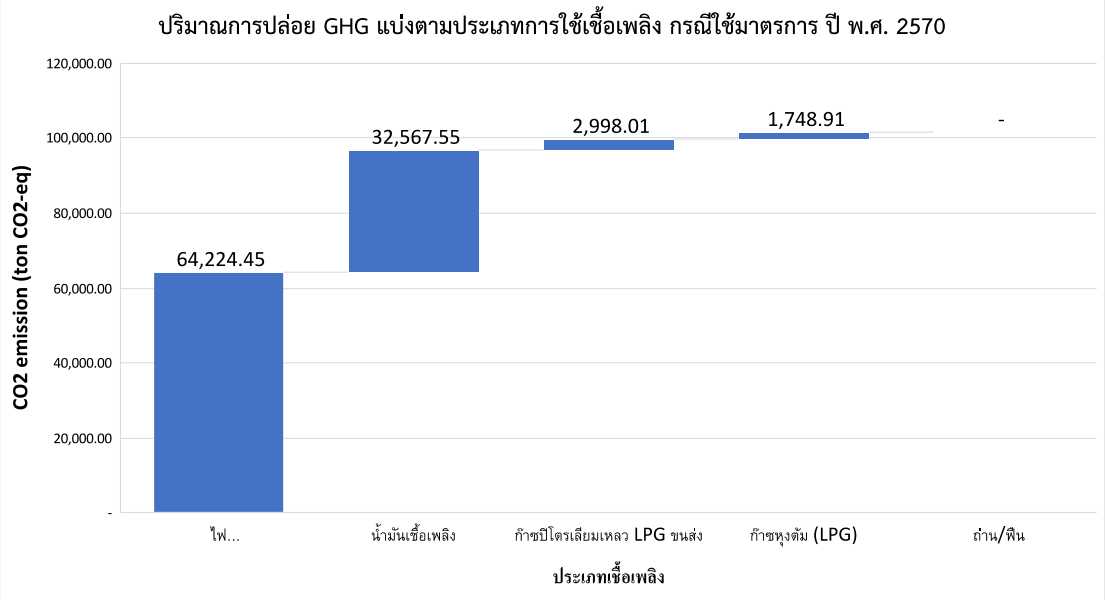
ตารางที่ 39 การใช้พลังงานในชุมชนตามประเภทเชื้อเพลิงและสาขา

ประเภทเชื้อเพลิง	ครัวเรือน (toe)	ธุรกิจ (toe)	ขนส่ง (toe)	อื่นๆ (toe)
ไฟฟ้า	5,794.14	2,656.19	-	121.77
ก๊าซหุงต้ม	490.18	165.35	-	-
ถ่าน	507.15	11.11	-	-
ดีเซล	-	-	774.98	-
เบนซิน	-	-	83.65	-
โซฮอล์ 91	-	-	2,708.07	-
โซฮอล์ 95	-	-	1,663.93	-
โซฮอล์ E20	-	-	748.44	-
น้ำมันไบโอดีเซล	-	-	4,596.81	-
LPG ขนส่ง	-	-	1,096.73	-
รวม	**6,791.47**	**2,832.65**	**11,672.61**	**121.77**

ปริมาณพลังงานทั้งหมดที่ต้องจัดหา ปี พ.ศ. 2570 หลังการใช้เทคโนโลยีและมาตรการที่เหมาะสมสำหรับชุมชน คือ 22,370.96 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 9.80 โดยสามารถลดการ

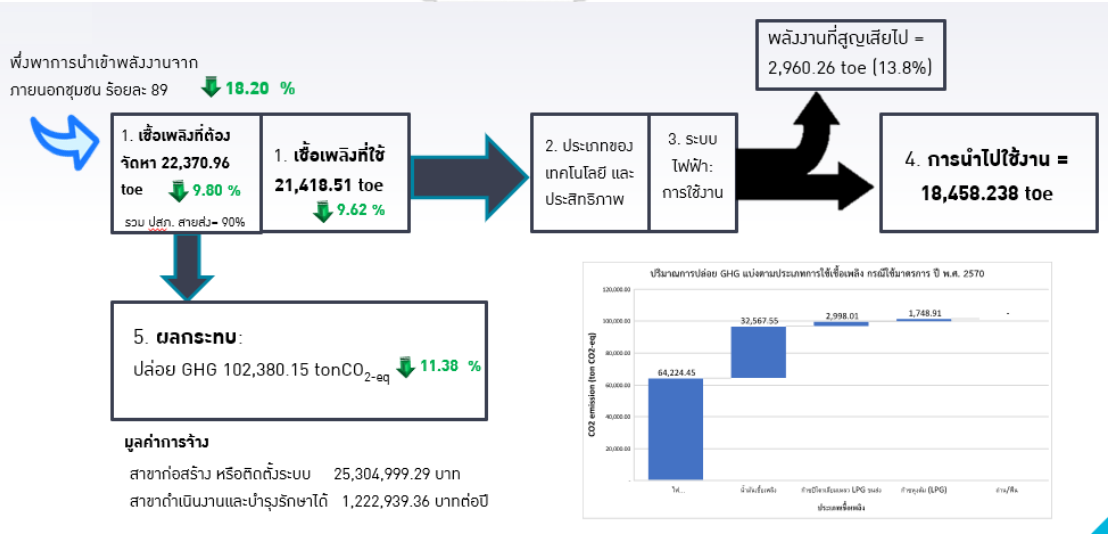
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากนอกชุมชนได้ร้อยละ 18.20 และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 102,380.15 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งลดลงจากเดิมร้อยละ 11.38 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีปกติ ปี พ.ศ. 2570 ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ปริมาณการปล่อย GHG แบ่งตามประเภทการใช้เชื้อเพลิง กรณีมาตรการ

ดังนั้น สามารถสรุปการบริโภคพลังงานในชุมชน ปี พ.ศ. 2570 หลังใช้ 7 มาตรการ ดังภาพที่19



ภาพที่ 19 สรุปการบริโภคพลังงานในชุมชน ปี พ.ศ. 2570 หลังใช้ 7 มาตรการ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์การจัดการพลังงานชุมชนที่ยั่งยืน กรณีศึกษา เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยได้วิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการของชุมชน การวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงาน และการจัดหาพลังงานในปัจจุบัน รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานในมิติด้านเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม จากนั้นทำการพยากรณ์การใช้พลังงานในระดับตำบลกรณีปกติ (Business as usual: BAU) พ.ศ. 2566-2570 เพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาจังหวัดเชียงราย และเสนอแนวทางการจัดการพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการตามอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ในปี พ.ศ. 2570 โดยสามารถสรุปผลวิจัยได้ ดังต่อไปนี้

5.1.1 เทศบาลตำบลบ้านดู่ เป็นเทศบาลขนาดใหญ่ที่ประสบปัญหาการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทั้งจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ประชากรแฝงที่เป็นนักศึกษา คนทำงาน และนักท่องเที่ยว และมีแนวโน้มที่จะมีการขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่องในอนาคต ส่งผลกระทบต่อการจัดการขยะมูลฝอย การจัดการสุขาภิบาล และการจัดการพลังงานในอนาคต

5.1.2 ความต้องการของชุมชนด้านพลังงาน คือ การเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทน ลดการนำเข้าพลังงานจากภายนอกชุมชน และเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านการคัดเลือกเทคโนโลยี และมาตรการการลดใช้พลังงาน และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ตอบสนองความต้องการของชุมชน

5.1.3 ชุมชนมีการใช้พลังงานทั้งหมด 21,180.42 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ใช้เชื้อเพลิงเพื่อการขนส่งมากที่สุด ร้อยละ 53.04 รองลงมาเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้า ร้อยละ 41.91 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดในชุมชน พลังงานที่ต้องจัดหาสำหรับชุมชน 22,166.92 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ พึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากภายนอกชุมชน ร้อยละ 98 และเกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งสิ้น 103,254.522 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

5.1.4 ภายใต้สถานการณ์แบบเป็นไปตามปกติ (BAU) ปี พ.ศ. 2570 คาดการณ์ชุมชนจะมีการใช้พลังงานทั้งหมด 23,697.97 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 11.89 จากปีฐาน พ.ศ. 2565 มีปริมาณพลังงานทั้งหมดที่ต้องจัดหา คือ 24,801.73 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และจะส่งผลให้เกิดการปล่อยเรือนกระจก ทั้งสิ้น 115,527.56 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

5.1.5 แนวทางการจัดการพลังงานที่เหมาะสมกับชุมชน ผ่านการคัดเลือกเทคโนโลยีหรือมาตรการ ที่ผ่านเกณฑ์ IRR > WACC และตามความต้องการของชุมชน 7 รายการ จากทั้งหมด 10 รายการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากทั้งหมด 7 รายการ จะสามารถลดการใช้พลังงานได้ 1,989.38 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 12,574.02 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และสามารถเกิดการจ้างงานในสาขาก่อสร้าง หรือติดตั้งระบบได้ 25,304,999.29 บาท และสาขาดำเนินงานและบำรุงรักษาได้ 1,236,393.17 บาทต่อปี

5.1.6 จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานในอนาคต ปี พ.ศ. 2570 เมื่อมีการเลือกใช้เทคโนโลยีและมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชนทั้ง 7 รายการ พบว่า คาดการณ์ชุมชนจะมีการใช้พลังงาน ทั้งหมด 21,418.51 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 9.62 ของการใช้พลังงานทั้งหมด กรณีปกติ ในปี พ.ศ. 2570 โดยจากการวิเคราะห์การสูญเสียพลังงานจากระบบลดลง อยู่ที่ร้อยละ 13.82 ของปริมาณการใช้พลังงานในระบบ

ปริมาณพลังงานทั้งหมดที่ต้องจัดหา ปี พ.ศ. 2570 หลังการใช้เทคโนโลยีและมาตรการที่เหมาะสม สำหรับชุมชน คือ 22,370.96 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ลดลงร้อยละ 9.80 โดยสามารถลดการพึ่งพาการนำเข้า พลังงานจากนอกชุมชนได้ร้อยละ 18.20 และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 102,380.15 ตันคาร์บอนได ออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งลดลงจากเดิมร้อยละ 11.38 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีปกติ ปี พ.ศ. 2570

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การจัดการพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากภายนอกชุมชน เพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทนตามศักยภาพด้านพลังงานในชุมชน เกิดเศรษฐกิจหมุนเวียนในชุมชน ภาครัฐควรมีนโยบายที่เปิดโอกาสให้คนในชุมชนมีส่วนร่วมในการวางแผนพลังงานชุมชน โดยให้ชุมชนเข้าใจสถานการณ์พลังงานในชุมชนของตนเอง ผลกระทบที่เกิดจากการใช้พลังงานทั้งในด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.2 การตัดสินใจใช้เทคโนโลยี หรือมาตรการทั้ง 7 รายการ อาจใช้ตัวชี้วัดการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์อื่น ๆ เข้ามาร่วมด้วย เพื่อพิจารณาและจัดลำดับความสำคัญในการเปลี่ยนมาใช้เทคโนโลยีดังกล่าว

5.2.3 มาตรการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (EV BUS) แทนการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลของคนในชุมชน ภาครัฐหรือผู้กำหนดนโยบายสามารถดำเนินการเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ โดยการเพิ่มจำนวนสถานีชาร์จสำหรับรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการขนส่งสาธารณะ

5.2.4 การจ้างงานในชุมชนจากการใช้เทคโนโลยี ภาครัฐหรือผู้กำหนดนโยบาย ควรออกนโยบายสร้างงาน สร้างอาชีพ ที่สนับสนุนให้คนในชุมชนมีทักษะ ความรู้ ความสามารถ ที่รองรับความต้องการด้านแรงงานในอนาคต หากมีการใช้เทคโนโลยีและมาตรการดังกล่าวในชุมชน

บรรณานุกรม

1. ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน. *SDGs & Just Energy Transition*. 2565 [cited 2565 25 ตุลาคม]; Available from: https://www.sdgmove.com/2021/10/22/sdg-updates-sdgs-just-energy-transition/.
2. กระทรวงพลังงาน. นโยบายด้านพลังงานที่ปรากฏในคำแถลงนโยบายของคณะรัฐมนตรี พลเอก ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี แถลงต่อรัฐสภา. 2564 [cited 2565 31 ตุลาคม]; Available from: https://www2.energy.go.th/th/government-energy-policy/29875.
3. กระทรวงพลังงาน, แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561 – 2580 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 2563.
4. กระทรวงมหาดไทย, รายงานสถิติจำนวนประชากรระดับตำบล ประจำปี พ.ศ. 2564. 2564, กรมการปกครอง.
5. สำนักงานเทศบาลตำบลบ้านดู่, รายงานการศึกษาตลาดสดเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย ประจำปี พ.ศ. 2560. 2560.
6. สำนักงานเทศบาลตำบลบ้านดู่, แผนพัฒนาท้องถิ่น (พ.ศ.2566-2570). 2564.
7. Nations, U. *Sustainable Development Goals*. [cited 2565 3 พฤศจิกายน]; Available from: https://sdgs.un.org/goals
8. (UN-HABITAT), U.N.H.S.P., *Sustainable Urban Energy Planning: A Handbook for Cities and Towns in Developing Countries*. 2009: UN-Habitat, UNEP and ICLEI-Local Governments for Sustainability.
9. สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน, โครงการการวางแผนพลังงานชุมชน *Local Energy Planning (LEP)*, ศูนย์ประสานงานกลางการวางแผนพลังงานชุมชน, Editor. 2553. p. 9.
10. สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน. การวางแผนพลังงานชุมชนคืออะไร. 2561 [cited 2565 5 พฤศจิกายน]; Available from: https://ppp.energy.go.th/การวางแผนพลังงานชุมชน/.
11. Pacific, E.a.S.C.f.A.a.t., *Energy Transition Pathways for the* 2030 *Agenda Suatainable Energy Transition road map for Chiang Rai Province,Thailand*. ST/ESCAP/3034. 2022: United Nations publication. 72.
12. วิสาขา ภู่จินดา, แนวทางการวางแผนพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืนของประเทศไทย. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม ปีที่ 8, 2555. 2.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

13. สุลีกร สุปัน, การจัดการพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืน : กรณีศึกษาชุมชนนาเหลือง อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน., in คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม. 2561, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
14. สมศักดิ์ มีนคร, การศึกษารูปแบบการจัดการพลังงานที่เหมาะสมในพื้นที่อำเภออัมพวา. 2555.
15. เย็นใจ พันธ์วงค์, การจัดการพลังงานชุมชน กรณีศึกษา ตำบลน้ำปลีก อำเภอเมือง และตำบลไม้กลอน อำเภอพนา จังหวัดอำนาจเจริญ, in คณะบริหารศาสตร์. 2556, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
16. วิลานี ศรีสุวรรณ, ว.เ., ไกรพล ขันฑะบุตร,สิทธิชัย สะสาง. การสำรวจศักยภาพพลังงานทดแทนของชุมชนบ้านร่องปลายนา ตำบลบัวสลี อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย. in การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1. 2557.
17. ดวงกมล อิศรางพร, แนวทางการผลิตพลังงานหมุนเวียนเพื่อความยั่งยืนของชุมชนในจังหวัดสุรินทร์, in คณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อม. 2560, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
18. อภิชาต คงแป้น. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและสังคมจากการลงทุนระบบก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกร กรณีศึกษา: ตำบลท่ามะนาว อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี. in การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1. 2557.
19. ปิยะวัฒน์ จิรเทียนธรรม, ชุดคำสั่งสำเร็จการวิเคราะห์สถานภาพพลังงาน เพื่อวางแผนพลังงานระดับชุมชน, in คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2560, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
20. สมบัติ นพจนสุภาพ, ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อลดค่าไฟฟ้า สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. PULINET, 2017. 4(2): p. 194-205.
21. กรีฑา สุขทั่ง, พ.เ., ชัชวาล พงษ์สมบูรณ์,นาวี นันตะภาพ,ทวีศักดิ์ มหาวรรณ,อัจฉรา จันทร์ผง ,สุรเชษฐ์ บวรเศรษฐนันท์,ยศพงษ์ ลออนวล,วิศนุรักษ์ เวชสถล, ศักยภาพเชิงพื้นที่สำหรับการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าและการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทย. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2018. 25(2): p. 142-169.
22. สราญรมย์, ด., การประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานจากขยะ กรณีศึกษา เทศบาลนครนนทบุรี. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2560. 2: p. 203-215.
23. ภัทรานิษฐ์ เหมาะทอง, ว.ท., สุพรรณี อึ้งปัญสัตวงศ์, การกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตร *Yamane.*
24. สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน, คู่มือการวางแผนพลังงานระดับท้องถิ่น (*Manual for Local Energy Planning in Thailand).* 2552.
25. ธนาคารแห่งประเทศไทย. เครื่องชี้เศรษฐกิจมหภาคของไทย. 2566 31 พฤษภาคม 2566 [cited 2566 25 กุมภาพันธ์]; Available from:

https://app.bot.or.th/BTWS_STAT/statistics/BOTWEBSTAT.aspx?reportID=409&language=TH.

26. กระทรวงพาณิชย์, ส.ส. คำชี้แจง การจัดทำและเผยแพร่ดัชนีราคาผู้บริโภคขั้นพื้นฐาน. [cited 2566 25 กุมภาพันธ์]; Available from: http://www.price.moc.go.th/price/cpi/handbook/desc/handbook11.htm.
27. สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต. 2015.
28. มนูญ ศิริวรรณ ก้าวสู่ *New Normal* หนุนการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้น. 2564.
29. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ข้าวนาปี จำแนกรายพันธุ์ 5 พันธุ์ รายจังหวัด ปีเพาะปลูก 2564/2565. 2564 [cited 2566 1 มีนาคม]; Available from: https://www.oae.go.th/view/1.
30. กระทรวงพลังงาน, ก., การศึกษา สำรวจ ทบทวน พฤติกรรมการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตรเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงค่าคงที่ของอัตราส่วนชีวมวลและค่าสัมประสิทธิ์ชีวมวลเหลือใช้. 2561.
31. กระทรวงพลังงาน, ก., คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงาน ชุดที่ 4 พลังงานชีวมวล. 2554.
32. สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, กรอบมาตรฐานราคากลางเทคโนโลยีด้านอนุรักษ์พลังงานและด้านพลังงานทดแทนที่ให้การสนับสนุน ปี 2564-2565 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และสำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน 2565.
33. ธีศิษฏ์ สองเมือง, โครงการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียจากยางพาราเพื่อผลิตเป็นก๊าซชีวภาพขนาด 500 ลบ.ม. ณ สหกรณ์การเกษตรปฏิรูปที่ดินท่าแซะ จำกัด ต.ท่าเคย อ.ท่าฉาง จ.สุราษฎร์ธานี, สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน, Editor. 2562.
34. สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอเบญจลักษ์ จังหวัดศรีษะเกษ, ราคากลางโครงการจัดซื้อวัสดุสาธิตตามโครงการส่งเสริมการสร้างสัมมาชีพชุมชนในระดับหมู่บ้าน. 2560.
35. กระทรวงพลังงาน, ก., คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 5 พลังงานก๊าซชีวภาพ. 2554.
36. กระทรวงพลังงาน, ก., คู่มือการลงทุนโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน. Vol. 1. 2556, หจก.มิตรภาพการพิมพ์ 1995: ศูนย์บริการข้อมูลโครงการศึกษา วิจัย ต้นแบบวิสาหกิจชุมชนพลังงานสีเขียวจากพืชพลังงาน (ก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน).
37. เทศบาลตำบลบ้านดู่, บัญชีอัตราค่าธรรมเนียม ท้ายเทศบัญญัติเทศบาลตำบลบ้านดู่ เรื่องการเก็บ ขน และการกำจัดสิ่งปฏิกูลและมูลฝอย, ฝ. กองคลัง, Editor. 2550.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

38. กระทรวงพลังงาน, รายงานการศึกษาและจัดทำข้อมูลการลงทุนโครงการพัฒนาการผลิตพลังงานจากขยะ, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, Editor. 2559, ศูนย์สารสนเทศข้อมูลพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน.
39. สำนักงบประมาณ, บัญชีราคามาตรฐานครุภัณฑ์, กองมาตรฐานงบประมาณ, Editor. 2565.
40. Great Wall Motor Manufacturing (Thailand) Co., L. ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิคและอุปกรณ์มาตราฐาน. 2566 [cited 2566 14 มีนาคม]; Available from: https://newretailwebsite.s3.ap-southeast-1.amazonaws.com/public/PDF/Ora_GT_Brochure_TH.pdf.
41. ภูเบศ ตรีราภี, การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของผู้บริโภคทางด้านการเงินและเศรษฐกิจในการเลือกใช้รถยนต์ไฮบริด รถยนต์ปลั๊กอินไฮบริด และรถยนต์ไฟฟ้า.
42. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, โครงการศึกษาเปรียบเทียบและแนวทางการส่งเสริมรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเพื่อสังคมคาร์บอนต่ำของประเทศไทย. 2561.
43. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, โครงการศึกษาแนวทางการจัดหารถโดยสารระบบไฟฟ้า จำนวน 200 คัน.
44. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. *PEA VOLTA* สถานีอัดประจุไฟฟ้าของ *PEA*. 2020; Available from: https://www.pea.co.th/ArtMID/542/ArticleID/147736.
45. องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ. ประเภทของรถที่ให้บริการและอัตราการให้บริการ. 2566 [cited 2566 25 กุมภาพันธ์]; Available from: http://www.bmta.co.th/th/services.
46. ดาราวรรณ วิรุฬหผล, เศรษฐศาสตร์ขนส่งเบื้องต้น. 2553, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: คณะเศรษฐศาสตร์ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์.
47. GURU, S. ค่าอุปกรณ์ติดตั้งระบบออนกริด และออฟกริด. 2566 [cited 2566 1 เมษายน]; Available from: https://solarcellguru.com/solar-cell-system/.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามเพื่อประเมินการใช้พลังงาน เทศบาลตำบลบ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสอบถามเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เทศบาลตำบลบ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย

ข้อมูลทั่วไป ***ประเภทที่พักอาศัย***

พื้นที่พักอาศัยมีพื้นที่ใช้สอยขนาด _____ ตารางเมตร

จำนวนสมาชิกในครัวเรือน _____คน เด็ก_____คน ผู้ใหญ่ _____คน

จำนวนรถ รถยนต์ (คัน) ☐ เก๋ง _____ ☐ กระบะ _____ ☐ อื่นๆ _____

รถจักรยานยนต์ _____ คัน

ข้อมูลการใช้พลังงาน (ทำเครื่องหมาย / หน้าข้อที่มี)

☐ไฟฟ้า _____ หน่วย/เดือน _____ บาท/เดือน

☐ก๊าซหุงต้ม (LPG) _____ กก./เดือน หรือ ขนาดถัง(กก.) _____ ต่อ _____ เดือน

☐ถ่าน ฟืน _____

☐น้ำมันเชื้อเพลิง ดีเซล _____ ลิตร/เดือน _____ บาท/เดือน

แก๊สโซฮอล์ 95/91/E20 _____ ลิตร/เดือน _____ บาท/เดือน

การจัดการขยะ

ปริมาณขยะต่อเดือน _____ กิโลกรัม หรือ _____ ถุง ขนาด _____ นิ้ว

ประเภทขยะ ☐รีไซเคิล ☐อันตราย ☐ติดเชื้อ ☐ทั่วไป

การคัดแยกขยะรีไซเคิล ☐ไม่มี ☐มี

วิธีการกำจัดขยะ ☐รถเก็บขยะทต. ☐เผากลางแจ้ง ☐อื่นๆ (ระบุ) _____

ค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ_____บาท/ปี

การคัดแยกขยะย่อยสลายได้ (เศษอาหาร ใบไม้ วัสดุทางการเกษตร)

☐ไม่มี ☐มี กำจัดโดย _____

การใช้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำ _____ ลิตร/เดือน หรือ บาท/เดือน

แหล่งน้ำ ☐ประปาภูมิภาค ☐บ่อน้ำ

☐ประปาหมู่บ้าน ☐อื่นๆ

ข้อมูลจำนวนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

	ขนาด		จำนวน		กำลังไฟ (kW)	ชั่วโมงใช้งานเฉลี่ยต่อวัน
โทรทัศน์	_____	นิ้ว	_____	เครื่อง	_____	_____
	_____	นิ้ว	_____	เครื่อง	_____	_____
ตู้เย็น	_____	คิว	_____	เครื่อง	_____	_____
	_____	คิว	_____	เครื่อง	_____	_____
พัดลม			_____	เครื่อง	_____	_____
เครื่องทำน้ำอุ่น			_____	เครื่อง	_____	_____
เครื่องปรับอากาศ	_____	บีทียู	_____	เครื่อง	_____	_____
	_____	บีทียู	_____	เครื่อง	_____	_____
หลอดไฟ	_____	วัตต์	_____	หลอด	_____	_____
	_____	วัตต์	_____	หลอด	_____	_____
	_____	วัตต์	_____	หลอด	_____	_____
ไมโครเวฟ			_____	เครื่อง	_____	_____
เครื่องซักผ้า			_____	เครื่อง	_____	_____
เครื่องฟอกอากาศ			_____	เครื่อง	_____	_____
ปั๊มน้ำ			_____	ตัว	_____	_____
กาต้มน้ำไฟฟ้า			_____	เครื่อง	_____	_____
หม้อหุงข้าว			_____	เครื่อง	_____	_____
อื่นๆ โปรดระบุ	_____					
	_____					
	_____					

ลงชื่อผู้ให้ข้อมูล

_____

(_____)

วันที่_____

โทร _____

ลงชื่อผู้เก็บข้อมูล

_____

(_____)

วันที่_____

โทร _____

แบบสอบถามเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เทศบาลตำบลบ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย

ข้อมูลทั่วไป ***ประเภทหน่วยงานราชการ***

ประเภทหน่วยงาน _____โรงเรียน _____ วัด _____ มหาวิทยาลัย _____ เทศบาล

พื้นที่ใช้สอยขนาด _____ ตารางเมตร

จำนวนพนักงานทำงานประจำ _____คน

จำนวนร ถยนต์_____คัน ประเภทรถ_____ รถจักรยานยนต์_____ คัน

(กรณีโรงเรียน)

จำนวนนักเรียน_____คน จำนวนห้องเรียน_____ห้อง

จำนวนอาคารเรียน_____อาคาร จำนวนชั้นต่ออาคาร_____ชั้น

(กรณีวัด)

จำนวนห้องพัก_____ห้อง จำนวนห้องจัดกิจกรรม_____ห้อง

(กรณีมหาวิทยาลัย)

จำนวนนักศึกษา_____คน จำนวนเจ้าหน้าที่และบุคลากร_____คน

จำนวนอาคารเรียน_____อาคาร จำนวนห้องต่ออาคาร_____ห้อง ขนาดพื้นที่ใช้สอย_____ตรม./ห้อง

จำนวนหอพักภายในมหาวิทยาลัย_____อาคาร_____ห้อง/อาคาร จำนวนนักศึกษาในหอพัก____คน____คน/ห้อง

กรณีเทศบาล

จำนวนอาคาร_____อาคาร_____ชั้น/อาคาร_____ห้อง/ชั้น

จำนวนห้องประชุม_____ห้อง

ข้อมูลการใช้พลังงาน (ทำเครื่องหมาย / หน้าข้อที่มี)

_____ ไฟฟ้า _____ หน่วย/เดือน _____ บาท/เดือน

_____ ก๊าซหุงต้ม (LPG) _____ กก./เดือน หร ขนาดถัง(กก.) _____ ต่อ _____ เดือน

_____ ถ่าน ฟืน _____

_____ น้ำมันเชื้อเพลิง ดีเซล _____ ลิตร/เดือน _____ บาท/เดือน

แก๊สโซฮอล์ 95/91/E20 _____ ลิตร/เดือน _____ บาท/เดือน

แบบสอบถามเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เทศบาลตำบลบ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย

ข้อมูลจำนวนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

	ขนาด		จำนวน		กำลังไฟ (kW ชั่วโมงใช้งานเฉลี่ยต่อวัน
โทรทัศน์		นิ้ว		เครื่อง	
		นิ้ว		เครื่อง	
ตู้เย็น		คิว		เครื่อง	
		คิว		เครื่อง	
เครื่องปรับอากาศ		บีทียู		เครื่อง	
		บีทียู		เครื่อง	
		บีทียู		เครื่อง	
คอมพิวเตอร์/โน้ตบุค				เครื่อง	
หลอดไฟ		วัตต์		หลอด	
		วัตต์		หลอด	
		วัตต์		หลอด	
ไมโครเวฟ				เครื่อง	
เครื่องซักผ้า				เครื่อง	
พัดลม				เครื่อง	
เครื่องฟอกอากาศ				เครื่อง	
เครื่องทำน้ำอุ่น				เครื่อง	
ปั๊มน้ำ				ตัว	
กาต้มน้ำไฟฟ้า				เครื่อง	
อื่นๆ โปรดระบุ					

แบบสอบถามเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เทศบาลตำบลบ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย

การจัดการขยะ

ปริมาณขยะต่อเดือน____กิโลกรัม หรือ_____ ถุง

ประเภทขยะ___รีไซเคิล__อันตราย__ติดเชื้อ___ทั่วไป

การคัดแยกขยะ____ มี _____ ไม่มี

การกำจัดขยะ ____ รถเก็บขยะพ_____ เผากลางแจ้ง _____ อื่นๆ (ระบุ)

ค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ_____บาท/เดือน

การคัดแยกขยะย่อยสลายได้ (เศษอาหาร ใบไม้ วัสดุทางการเกษตร)

_____มี _____ ไม่มี

การใช้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำ _____ ลิตร/เดือน หรือ บาท/เดือน

แหล่งน้ำ _____ ประปา _____ บ่อน้ำ _____ อื่นๆ

ลงชื่อผู้ให้ข้อมูล

_____

(_____)

วันที่_____

โทร _____

ลงชื่อผู้เก็บข้อมูล

_____

(_____)

วันที่_____

โทร _____

แบบสอบถามเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เทศบาลตำบลบ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย

ข้อมูลทั่วไป ***ประเภทหอพัก/อพาร์ทเม้น/โรงแรม***

ลักษณะหอพัก มีจำนวน_____ห้อง จำนวนคนพักห้องละ _____ คน อัตราเข้าพัก ร้อยละ_____

พื้นที่ใช้สอยขนาด _____ ตารางเมตร (พื้นที่อาคารทั้งหมด)

จำนวนชั้น_____ชั้น จำนวนห้องต่อชั้น_____ห้องต่อชั้น ขนาดพื้นที่ใช้สอยต่อห้อง_____ตารางเมตรต่อห้อง

จำนวนพนักงานทำงานประจำ _____คน (เช่น ผู้จัดการหอพัก แม่บ้าน คนสวน เป็นต้น)

จำนวนรถของหอพัก (ใช้ในการบริการรับ-ส่ง หรือ สำหรับพนักงานใช้งานช่วงปฏิบัติหน้าที่)

_____ มี

รถยนต์ _____ คัน รถจักรยานยนต์ _____ คัน

_____ ไม่มี

อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในหอพัก

	ขนาด		จำนวน		กำลังไฟ (kW)	ชั่วโมงใช้งานเฉลี่ยต่อวัน
<u>อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในห้องพัก</u>						
โทรทัศน์	_____	นิ้ว	_____	เครื่อง	_____	_____
ตู้เย็น	_____	คิว	_____	เครื่อง	_____	_____
เครื่องปรับอากาศ	_____	บีทียู	_____	เครื่อง	_____	_____
หลอดไฟ	_____	วัตต์	_____	หลอด	_____	_____
ไมโครเวฟ			_____	เครื่อง	_____	_____
พัดลม			_____	เครื่อง	_____	_____
เครื่องทำน้ำอุ่น			_____	เครื่อง	_____	_____
กาต้มน้ำไฟฟ้า			_____	เครื่อง	_____	_____
<u>อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนรวม</u>			_____		_____	_____
เครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ			_____	เครื่อง	_____	_____
ปั๊มน้ำ			_____	ตัว	_____	_____
อื่นๆ โปรดระบุ	_____					
	_____					
	_____					

การใช้พลังงาน (ทำเครื่องหมาย / หน้าข้อที่มี)

____ ไฟฟ้า _____ หน่วย/เดือน หรือ _____ บาท/เดือน

____ ก๊าซหุงต้ม (LPG) _____ กก./เดือน หรือ ขนาดถัง(กก.) _____ ต่อ _____ เดือน

____ น้ำมันเชื้อเพลิง (รถของหอพัก หรือ ใช้ตัดหญ้า)

ดีเซล _____ ลิตร/เดือน หรือ _____ บาท/เดือน

แก๊สโซฮอล์ 95/91/E20 _____ ลิตร/เดือน หรือ _____ บาท/เดือน

การจัดการขยะ

ปริมาณขยะต่อเดือน _____ กิโลกรัม หรือ _____ ถุง โปรดระบุขนาดถุง _____

ประเภทขยะ ___รีไซเคิล___อันตราย___ติดเชื้อ___ทั่วไป

การคัดแยกขยะรีไซเคิล _____ มี _____ ไม่มี

การคัดแยกขยะย่อยสลายได้ (เศษอาหาร ใบไม้ วัสดุทางการเกษตร)

_____ มี _____ ไม่มี

การกำจัดขยะ _____ รถเก็บขยะทต. _____ เผากลางแจ้ง _____ อื่นๆ (ระบุ) _____

ค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ _____ บาท/เดือน

การใช้น้ำ (รวมของทั้งหอพัก)

ปริมาณการใช้น้ำ _____ ลิตร/เดือน หรือ บาท/เดือน

แหล่งน้ำ _____ ประปา _____ บ่อน้ำ _____ อื่นๆ

ระบบบำบัดน้ำเสีย

_____ มี โปรดระบุ _____

_____ ไม่มี

ลงชื่อผู้ให้ข้อมูล

_____

(_____)

วันที่_____

โทร _____

ลงชื่อผู้เก็บข้อมูล

_____

(_____)

วันที่_____

โทร _____

แบบสอบถามเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เทศบาลตำบลบ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย

(ผู้อยู่อาศัย)

ข้อมูลทั่วไป ***ประเภทที่พักม้น/โรงแรม***

พื้นที่พักอาศัยมีพื้นที่ใช้สอยขนาด _____ ตารางเมตร

จำนวนสมาชิกในห้องพัก _____คน

จำนวนรถ รถยนต์ (คัน) ☐ เก๋ง _____ ☐ กระบะ _____ ☐ อื่นๆ _____

รถจักรยานยนต์ _____ คัน

ข้อมูลการใช้พลังงาน (ทำเครื่องหมาย / หน้าข้อที่มี)

☐ไฟฟ้า _____ หน่วย/เดือน _____ บาท/เดือน

☐ก๊าซหุงต้ม (LPG) _____ กก./เดือน หรือ ขนาดถัง(กก.) _____ ต่อ _____ เดือน

☐น้ำมันเชื้อเพลิง ดีเซล _____ ลิตร/เดือน _____ บาท/เดือน

แก๊สโซฮอล์ 95/91/E20 _____ ลิตร/เดือน _____ บาท/เดือน

การจัดการขยะ

ปริมาณขยะต่อเดือน _____ กิโลกรัม หรือ _____ ถุง ขนาด _____ นิ้ว

ประเภทขยะ ☐รีไซเคิล ☐อันตราย ☐ติดเชื้อ ☐ทั่วไป

การคัดแยกขยะรีไซเคิล ☐ไม่มี ☐มี

การคัดแยกขยะย่อยสลายได้ (เศษอาหาร ใบไม้ วัสดุทางการเกษตร)

☐ไม่มี ☐มี กำจัดโดย _____

วิธีการกำจัดขยะ ☐รถเก็บขยะทต. ☐เผากลางแจ้ง ☐อื่นๆ (ระบุ) _____

ค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ_____บาท/ปี

การใช้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำ _____ ลิตร/เดือน หรือ บาท/เดือน

แบบสอบถามเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เทศบาลตำบลบ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย

(ผู้อยู่อาศัย)

ข้อมูลจำนวนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

	ขนาด		จำนวน		กำลังไฟ (kW)	ชั่วโมงใช้งานเฉลี่ยต่อวัน
โทรทัศน์	_____	นิ้ว	_____	เครื่อง	_____	_____
ตู้เย็น	_____	คิว	_____	เครื่อง	_____	_____
พัดลม			_____	เครื่อง	_____	_____
เครื่องทำน้ำอุ่น			_____	เครื่อง	_____	_____
เครื่องปรับอากาศ	_____	บีทียู	_____	เครื่อง	_____	_____
หลอดไฟ	_____	วัตต์	_____	หลอด	_____	_____
	_____	วัตต์	_____	หลอด	_____	_____
ไมโครเวฟ			_____	เครื่อง	_____	_____
เครื่องซักผ้า			_____	เครื่อง	_____	_____
เครื่องฟอกอากาศ			_____	เครื่อง	_____	_____
กาต้มน้ำไฟฟ้า			_____	เครื่อง	_____	_____
หม้อหุงข้าว			_____	เครื่อง	_____	_____
คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ			_____	เครื่อง	_____	_____
คอมพิวเตอร์พกพา (โน้ตบุค)			_____	เครื่อง	_____	_____
แทบเล็ต/ไอแพด			_____	เครื่อง	_____	_____
โทรศัพท์มือถือ			_____	เครื่อง	_____	_____
อื่นๆ โปรดระบุ	_____					
	_____					
	_____					

ลงชื่อผู้ให้ข้อมูล

_____

(_____)

วันที่_____

โทร _____

ลงชื่อผู้เก็บข้อมูล

_____

(_____)

วันที่_____

โทร _____

แบบสอบถามเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เทศบาลตำบลบ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย

ข้อมูลทั่วไป ***ประเภทธุรกิจการค้า***

ประเภทธุรกิจ _____ห้างสรรพสินค้า _____ ตลาดสด _____ ธนาคาร _____ ล้งปอกสับปะรด

พื้นที่ใช้สอยขนาด _____ ตารางเมตร

จำนวนพนักงานทำงานประจำ _____คน

จำนวนรถ รถยนต์_____ คัน ประเภทรถ_____ รถจักรยานยนต์ _____ คัน

การใช้พลังงาน (ทำเครื่องหมาย / หน้าข้อที่มี)

_____ ไฟฟ้า _____ หน่วย/เดือน _____ บาท/เดือน

_____ ก๊าซหุงต้ม (LPG) _____ กก./เดือน ห่อขนาดถัง(กก.) _____ ต่อ _____ เดือน

_____ ถ่าน ฟืน _____

_____ น้ำมันเชื้อเพลิง (กรณีมีบริการรับ-ส่ง)

ดีเซล _____ ลิตร/เดือน _____ บาท/เดือน

แก๊สโซฮอล์ 95/91/E20 _____ ลิตร/เดือน _____ บาท/เดือน

อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในห้องพัก

	ขนาด		จำนวน		กำลังไฟ (kW ชั่วโมงใช้งานเฉลี่ยต่อวัน
โทรทัศน์	_____	นิ้ว*	_____	เครื่อง	_____
ตู้เย็น	_____	คิว*	_____	เครื่อง	_____
เครื่องปรับอากาศ	_____	บีทียู	_____	เครื่อง	_____
เครื่องจักร	_____	แรงม้า	_____	เครื่อง	_____
หลอดไฟ	_____	วัตต์	_____	หลอด	_____
	_____	วัตต์	_____	หลอด	_____
ไมโครเวฟ	_____	ลิตร	_____	เครื่อง	_____
อื่นๆ โปรดระบุ	_____		_____	เครื่อง	_____
	_____		_____	เครื่อง	_____

แบบสอบถามเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เทศบาลตำบลบ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย

การจัดการขยะ

ปริมาณขยะต่อเดือน _____ กิโลกรัม หรือ _____ ถุง

ประเภทขยะ___รีไซเคิล__อันตราย__ติดเชื้อ___ทั่วไป

การคัดแยกขยะรีไซเคิล _____ มี _____ ไม่มี

การกำจัดขยะ _____ รถเก็บขยะทต. _____ เผากลางแจ้ง _____ อื่นๆ (ระบุ) _____

ค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ_____บาท/เดือน

การคัดแยกขยะย่อยสลายได้ (เศษอาหาร ใบไม้ วัสดุทางการเกษตร)

_____ มี _____ ไม่มี

การใช้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำ _____ ลิตร/เดือน หรือ บาท/เดือน

แหล่งน้ำ _____ ประปา _____ บ่อน้ำ _____ อื่นๆ

ลงชื่อผู้ให้ข้อมูล

_____

(_____)

วันที่_____

โทร _____

ลงชื่อผู้เก็บข้อมูล

_____

(_____)

วันที่_____

โทร _____

ภาคผนวก ข
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของชุมชน จำแนกตามรายอุปกรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อมูลจากแบบสอบถาม 400 ครัวเรือน มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,158,454.92 kwh โดยนำไปเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 75,013,476.34 kwh จากทั้งหมด 14,863 ครัวเรือน

ตารางที่ 40 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของครัวเรือน จำแนกตามรายอุปกรณ์

ข้อมูลจากแบบสอบถาม 400 ครัวเรือน											ข้อมูลจาก กฟภ. 14,863 ครัวเรือน	
เครื่องใช้ไฟฟ้า	ร้อยละ	จำนวนครัวเรือนที่ถือครอง (ครัวเรือน)	จำนวนเฉลี่ยอุปกรณ์ที่ถือครอง (เครื่อง)	จำนวนอุปกรณ์ที่ถือครองทั้งหมด (เครื่อง)	ขนาดเครื่องใช้ไฟฟ้า (kw)	จำนวน ชม. เฉลี่ยที่ใช้งานต่อวัน (hr/day)	จำนวนวันที่ใช้งานต่อปี (day/yr)	การใช้พลังงานต่อชิ้น (kwh/yr/ชิ้น)	ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมด (kwh/yr)	สัดส่วน	ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมด ตาม กฟภ	ปริมาณค่าความร้อนของการใช้งาน/yr (toe/yr)
โทรทัศน์	97.3%	389	1.718	677	0.1	4.11	300	123.40	83,538.89	7%	5,184,313.44	441.76
ตู้เย็น	98.5%	394	1.5	599	0.09	8	365	262.80	157,417.20	13%	9,769,103.70	832.43
เครื่องปรับอากาศ	59.8%	239	1.9	448	0.95	5.41	90	462.50	207,198.67	17%	12,858,476.11	1095.67
หลอดไฟ	99.0%	396	7.0	2830	0.015	6.251462	300	28.13	79,612.37	7%	4,940,638.53	420.99
ไมโครเวฟ	57.5%	230	1.1	252	1	0.74	180	132.56	33,404.00	3%	2,073,008.16	176.64
เครื่องซักผ้า	93.5%	374	1.4	509	0.7	1.12	174.19	137.10	69,783.28	6%	4,330,658.33	369.02
พัดลม	99.5%	398	2.9	1174	0.04	6.99	300	83.93	98,531.67	8%	6,114,745.44	521.04
เครื่องฟอกอากาศ	13.5%	54	1.3	72	0.02	7.86	90	14.16	1,019.25	0%	63,253.31	5.39
เครื่องทำน้ำอุ่น	78.3%	313	1.5	463	3	1.20	120	432.41	200,206.07	17%	12,424,524.73	1058.69
ปั๊มน้ำ	65.0%	260	1.2	299	0.15	9.45	300	425.40	127,194.11	11%	7,893,498.44	672.61
หม้อหุงข้าว	94.8%	379	1.1	418	0.45	1.15	300	155.08	64,822.50	5%	4,022,798.81	342.78
กาต้มน้ำไฟฟ้า	79.3%	317	1.1	341	0.7	1.20	300	252.27	86,022.73	7%	5,338,457.35	454.89
รวม									**1,208,750.75**	**100%**	**75,013,476.34**	**6391.90**

ข้อมูลจากแบบสอบถาม 29 ร้านค้า มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,158,454.92 kwh โดยนำไปเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้า จากร้านค้าทั้งหมด 400 แห่ง

ตารางที่ 41 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของร้านค้า จำแนกตามรายอุปกรณ์

ข้อมูลจากแบบสอบถาม 29 ร้านค้า										เทียบ จำนวนร้านค้าทั้งหมด 400 แห่ง	
เครื่องใช้ไฟฟ้า	ร้อยละ	จำนวนครัวเรือนที่ถือครองครัวเรือน)	จำนวนเฉลี่ยอุปกรณ์ที่ถือครอง (เครื่อง)	จำนวนอุปกรณ์ที่ถือครองทั้งหมด (เครื่อง)	ขนาดเครื่องใช้ไฟฟ้า (kw)	จำนวน ชม.เฉลี่ยที่ใช้งานต่อวัน (hr/day)	จำนวนวันที่ใช้งานต่อปี (day/yr)	การใช้พลังงานต่อชิ้น (kwh/yr/ชิ้น)	ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมด (kwh/yr)	จำนวนร้านค้า 400	สัดส่วน
โทรทัศน์	96.6%	28	1.759	51	0.18	4.09	365	268.77	13,707.41	189,067.71	5.30%
ตู้เย็น	100.0%	29	1.8	52	0.145	12	365	635.10	33,025.20	455,520.00	12.76%
ตู้แช่	20.7%	6	3.0	18	0.682	12	365	2987.16	53,768.88	741,639.72	20.78%
เครื่องปรับอากาศ	69.0%	20	2.4	48	0.95	4.70	90	401.85	19,288.80	266,052.41	7.45%
หลอดไฟ	100.0%	29	9.2	266	0.018	6.00	365	39.42	10,485.72	144,630.62	4.05%
ไมโครเวฟ	69.0%	20	1.1	21	1.88	1.42	180	479.40	10,067.40	138,860.69	3.89%
เครื่องซักผ้า	89.7%	26	1.5	39	2.5	1.75	159.47	697.67	27,209.00	375,296.55	10.51%
พัดลม	100.0%	29	3.5	101	0.08	8.19	365	239.16	24,155.35	333,177.27	9.33%
เครื่องฟอกอากาศ	27.6%	8	1.3	10	0.025	2.00	90	4.50	45.00	620.69	0.02%
เครื่องทำน้ำอุ่น	93.1%	27	1.9	52	5	0.90	120	537.50	27,950.00	385,517.24	10.80%
ปั๊มน้ำ	62.1%	18	1.6	29	0.2	9.33	365	681.33	19,758.67	272,533.33	7.64%
หม้อหุงข้าว	93.1%	27	1.2	33	1	0.75	365	273.75	9,033.75	124,603.45	3.49%
กาต้มน้ำไฟฟ้า	72.4%	21	1.1	24	0.7	1.68	365	428.88	10,293.00	141,972.41	3.98%
รวม									**258,788.18**	**3,569,492.11**	**100%**

ข้อมูลจากแบบสอบถาม 40 หอพัก มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,748,938.68 kwh โดยนำไปเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้า จากหอพักทั้งหมด 400 แห่ง

ตารางที่ 42 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของหอพัก จำแนกตามรายอุปกรณ์

ข้อมูลจากแบบสอบถาม 40 หอพัก							เทียบ จำนวนหอพักทั้งหมด 400 แห่ง	
เครื่องใช้ไฟฟ้า	**จำนวนอุปกรณ์ที่ถือครองทั้งหมด (เครื่อง)**	**ขนาดเครื่องใช้ไฟฟ้า (kw)**	**จำนวน ชม. เฉลี่ยที่ใช้งานต่อวัน (hr/day)**	**จำนวน วันที่ใช้งานต่อปี (day/yr)**	**การใช้พลังงานต่อชิ้น (kwh/yr/ชิ้น)**	**ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมด (kwh/yr)**	**หอพัก 400 แห่ง**	**สัดส่วน**
โทรทัศน์	225	0.1	2.25	300	67.50	15,187.50	151,875.00	1%
ตู้เย็น	575	0.07	8	365	204.40	117,530.00	1,175,300.00	7%
เครื่องปรับอากาศ	311	1.3	8.62	90	1008.43	313,621.29	3,136,212.86	18%
หลอดไฟ	3232	0.016	6.88	300	33.01	106,679.94	1,066,799.41	6%
เครื่องซักผ้า	121	2	1.16	173.17	401.75	48,612.28	486,122.82	3%
พัดลม	1006	0.075	7.29	300	163.97	164,949.31	1,649,493.10	9%
กล้องวงจรปิด	570	0.006	24.00	365	52.87	30,134.40	301,344.00	2%
เครื่องทำน้ำอุ่น	1077	4.3	1.24	120	640.97	690,323.34	6,903,233.44	39%
ปั้มน้ำ	68	0.4	24.00	365	3504.00	238,272.00	2,382,720.00	14%
หม้อหุงข้าว	69	0.45	0.99	300	134.13	9,255.29	92,552.88	1%
กาต้มน้ำไฟฟ้า	44	0.7	1.56	300	326.67	14,373.33	143,733.33	1%
รวม						**1,748,938.68**	**17,489,386.85**	**100%**

ภาคผนวก ค
การพยากรณ์การใช้พลังงานในอนาคต ปี พ.ศ. 2566-2570

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การพยากรณ์การใช้พลังงานในระดับตำบล กรณีปกติ (Business as usual : BAU) ปี พ.ศ. 2566-2570 ได้มีการใช้ข้อมูลจำนวนประชากร นักท่องเที่ยว และรายได้ต่อหัวประชากร และรายได้ต่อหัวนักท่องเที่ยว ในปี พ.ศ. 2555-2565 ดังตารางที่ **43 และ44** เพื่อนำมาคำนวณหารายได้ระดับตำบล ซึ่งจะใช้เป็นปัจจัยในการพยากรณ์การใช้พลังงานระดับตำบลในอนาคตต่อไป

ตารางที่ 43 การคำนวณจำนวนนักท่องเที่ยว และรายได้จากการท่องเที่ยวระดับตำบล

ปี	จังหวัด เชียงราย							ทต.บ้านดู่
	นักท่องเที่ยว (คน)	%เติบโต	นักทัศนาจร (คน)	%เติบโต	รายได้จากการท่องเที่ยว (ล้านบาท)	%เติบโต	เฉลี่ยรายได้ต่อหัว (บาท)	นักท่องเที่ยว (คน)
ที่มา	สำนักงานสถิติจังหวัดเชียงราย						คำนวณ	คำนวณ
2554	2,007,591.00		303,779.00		14,485.00			
2555	2,401,776.00	19.60%	350,004.00	15.20%	18,818.00	29.90%	6,838.48	27,914.69
2556	2,549,554.00	6.15%	360,250.00	2.93%	20,728.00	10.15%	7,123.74	29,631.45
2557	2,506,891.00	-1.65%	362,117.00	0.52%	20,424.00	-1.47%	7,118.84	29,142.53
2558	2,686,034.00	7.15%	392,942.00	8.51%	22,848.00	11.87%	7,420.65	31,255.36
2559	2,782,424.00	3.59%	409,686.00	4.26%	23,748.00	3.94%	7,439.60	32,377.43
2560	3,009,183.00	8.10%	432,979.00	5.70%	26,053.00	9.70%	7,569.04	35,000.00
2561	3,206,550.00	6.56%	469,947.00	8.54%	28,617.00	9.84%	7,783.96	37,296.00
2562	3,239,010.00	1.01%	490,138.00	4.30%	29,291.00	2.36%	7,854.80	37,672.69
2563	1,913,733.00	-40.92%	272,449.00	-44.41%	14,901.00	-49.13%	6,816.05	22,257.03
2564	2,034,556.53	ค่าเฉลี่ยปี2555-2562 = 6.31%	289,463.10	ค่าเฉลี่ยปี2555-2562 = 6.24%	16,322.21	ค่าเฉลี่ยปี2555-2562 = 9.54%	7,023.23	23,662.22
2565	2,163,008.26		307,539.71		17,878.61		7,236.70	25,156.14
2566							7,926.80	26,744.37
2567							8,682.71	28,432.88
2568							9,510.71	30,227.98
2569							10,417.66	32,136.43
2570							11,411.10	34,165.36

หมายเหตุ : ปี พ.ศ. 2563 สถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 44 ผลการคำนวณรายได้ระดับตำบล

	จำนวนประชากร					การใช้พลังงาน ระดับตำบล (ktoe)				รายได้ระดับตำบล						ผลการคำนวณรายได้ระดับตำบล	
ปี	จำนวนประชากร จ.เชียงราย สภาพัฒน์ พยากรณ์	จำนวนประชากร ทต.บ้านดู่	จำนวนนักท่องเที่ยว/ประชากรแฝง	สัดส่วนประชากร ทต.บ้านดู่ ต่อประชากรจังหวัด (ร้อยละ)	พยากรณ์จำนวนประชากร ทต.บ้านดู่ ตามสัดส่วนประชากรต่อจังหวัด	จำนวนประชากรทั้งหมดที่ใช้พลังงาน	การใช้พลังงานของ ทต.บ้านดู่ (ktoe)	การใช้พลังงานต่อประชากร ทต.บ้านดู่ (Energy per capitar) (ktoe)	การใช้พลังงาน ทต.บ้านดู่ พยากรณ์ตามจำนวนประชากร (ktoe)	GPP Per Capitar (บาท)	GPP Growth	รายได้จากการท่องเที่ยวต่อหัว	รายได้เฉลี่ยต่อประชากรจังหวัด (บาท/คน/ปี)	รายได้เฉลี่ยต่อประชากร (บาท/คน/ปี) คำนวณย้อนหลัง	รายได้เฉลี่ยต่อประชากร (บาท/คน/ปี) คำนวณล่วงหน้า	คาดการณ์รายได้ต่อตำบล (บาท/ปี) จากจำนวนประชากร	คาดการณ์รายได้ต่อตำบล (บาท/ปี) จากนักท่องเที่ยว
ที่มา	สภาพัฒน์	กรมการปกครอง	สำนักงานสถิติเชียงราย	คำนวณ	คำนวณ	คำนวณ	แบบสอบถาม	คำนวณ	คำนวณ	สภาพัฒน์	คำนวณ/GDP สภาพัฒน์	สำนักงานสถิติเชียงราย		คำนวณ จาก GPP Growth		คำนวณ	คำนวณ
2555	1,166,778.00	16,569.00	27,914.69	1.42%	16,569.00	44,483.69			20.266			6,838.48					
2556	1,164,166.00	16,829.00	29,631.45	1.45%	16,829.00	46,460.45			21.167	79,856.00		7,123.74		112,532.40		1,893,807,783.89	211,086,749.52
2557	1,161,554.00	17,199.00	29,142.53	1.48%	17,199.00	46,341.53			21.113	79,707.00	-0.19%	7,118.84		112,318.59		1,931,767,427.36	207,460,900.68
2558	1,158,943.00	17,886.00	31,255.36	1.54%	17,886.00	49,141.36			22.388	81,971.00	2.84%	7,420.65		115,508.44		2,065,983,919.08	231,935,060.47
2559	1,154,768.00	18,145.00	32,377.43	1.57%	18,145.00	50,522.43			23.017	86,219.00	5.18%	7,439.60		121,491.77		2,204,468,255.79	240,875,099.85
2560	1,159,938.00	18,816.00	35,000.00	1.62%	18,816.00	53,816.00			24.518	89,489.00	3.79%	7,569.04		126,096.31		2,372,628,228.83	264,916,381.04
2561	1,155,590.00	19,171.00	37,296.00	1.66%	19,171.00	56,467.00			25.726	91,045.00	1.74%	7,783.96		128,290.39		2,459,455,048.12	290,310,616.92
2562	1,151,139.00	19,777.00	37,672.69	1.72%	19,777.00	57,449.69			26.173	93,317.00	2.50%	7,854.80		131,497.65		2,600,628,999.47	295,911,424.99
2563	1,146,572.00	20,250.00	22,257.03	1.77%	20,250.00	42,507.03			19.366	88,281.00	-5.40%	6,816.05		124,396.78		2,519,034,708.42	151,705,037.90
2564	1,141,871.00	20,832.00	23,662.22	1.82%	20,832.00	44,494.22			20.271	91,736.00	3.91%	7,023.23		129,260.69		2,692,758,686.90	166,185,188.52
2565	1,137,014.00	21,334.00	25,156.14	1.88%	21,334.00	46,490.14	21.180	0.000456	21.180		2.60%	7,236.70	132,621.47			2,829,346,389.48	182,047,452.16
2566	1,131,976.00		26,744.37		21,240.00	47,984.37					3.60%	7,926.80			137,395.84	2,918,287,650.51	211,997,331.46
2567	1,126,731.00		28,432.88		21,142.00	49,574.88					3.80%	8,682.71			142,616.88	3,015,206,126.75	246,874,471.53
2568	1,121,242.00		30,227.98		21,039.00	51,266.98					3.80%	9,510.71			148,036.32	3,114,536,218.21	287,489,489.96
2569	1,115,482.00		32,136.43		20,930.00	53,066.43					3.70%	10,417.66			153,513.67	3,213,041,068.49	334,786,364.60
2570	1,109,421.00		34,165.36		20,817.00	54,982.36					3.80%	11,411.10			159,347.19	3,317,130,396.93	389,864,373.62

ภาคผนวก ง
การประเมินความคุ้มค่าเทคโนโลยี และมาตรการที่เหมาะสมกับชุมชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. การผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (Biomass)

ตารางที่ 45 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) การผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (Biomass)

YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX	(16,171,522.28)										
Revenue		5,825,052.11	5,898,678.96	5,935,840.64	5,973,236.44	6,010,867.83	6,048,736.29	6,086,843.33	6,125,190.45	6,163,779.15	6,202,610.96
OPEX		(778,239.75)	(788,076.46)	(793,041.35)	(798,037.51)	(803,065.14)	(808,124.45)	(813,215.64)	(818,338.90)	(823,494.43)	(828,682.45)
Depreciation		(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)
Taxable Income(Profit)		4,238,236.24	4,302,026.39	4,334,223.18	4,366,622.82	4,399,226.57	4,432,035.73	4,465,051.58	4,498,275.44	4,531,708.60	4,565,352.40
Tax (20%)		(847,647.25)	(860,405.28)	(866,844.64)	(873,324.56)	(879,845.31)	(886,407.15)	(893,010.32)	(899,655.09)	(906,341.72)	(913,070.48)
Income After Tax		3,390,588.99	3,441,621.11	3,467,378.55	3,493,298.25	3,519,381.26	3,545,628.58	3,572,041.27	3,598,620.35	3,625,366.88	3,652,281.92
Depreciation		808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11
Cash Flow	(16,171,522.28)	4,199,165.11	4,250,197.22	4,275,954.66	4,301,874.37	4,327,957.37	4,354,204.70	4,380,617.38	4,407,196.46	4,433,943.00	4,460,858.03

YEAR	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CAPEX										
Revenue	6,241,687.40	6,281,010.03	6,320,580.40	6,360,400.05	6,400,470.57	6,440,793.54	6,481,370.54	6,522,203.17	6,563,293.05	6,604,641.80
OPEX	(833,903.14)	(839,156.73)	(844,443.42)	(849,763.42)	(855,116.92)	(860,504.16)	(865,925.34)	(871,380.67)	(876,870.37)	(882,394.65)
Depreciation	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)	(808,576.11)
Taxable Income (Profit)	4,599,208.15	4,633,277.19	4,667,560.86	4,702,060.53	4,736,777.54	4,771,713.26	4,806,869.09	4,842,246.39	4,877,846.57	4,913,671.04
Tax (20%)	(919,841.63)	(926,655.44)	(933,512.17)	(940,412.11)	(947,355.51)	(954,342.65)	(961,373.82)	(968,449.28)	(975,569.31)	(982,734.21)
Income After Tax	3,679,366.52	3,706,621.75	3,734,048.69	3,761,648.42	3,789,422.03	3,817,370.61	3,845,495.27	3,873,797.11	3,902,277.26	3,930,936.83
Depreciation	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11	808,576.11
Cash Flow	4,487,942.63	4,515,197.86	4,542,624.80	4,570,224.53	4,597,998.14	4,625,946.73	4,654,071.38	4,682,373.23	4,710,853.37	4,739,512.94

ผลการวิเคราะห์ : WACC = 9.44%

IRR = 26.50%

การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) = 9.44%

ส่วนของเจ้าของ (Equity)	40%
ส่วนของหนี้สิน (Debt)	60%
อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR) (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2566)	7.05%
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	20%
ต้นทุนของส่วนเจ้าของ (Re)	15.15%
Risk Free (ประมาณการจากผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาล)	2.95%
Risk Market (ประมาณการจากผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์)	12.87%
β (อ้างอิงจากบริษัท Absolute Clean Energy PCL)	1.23

ตารางที่ 46 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table

รหัสสาขาการผลิต	**คำนิยาม**	**ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน (%)**	**CAPEX (บาท) & OPEX (บาท/ปี)**	**ค่าจ้างและเงินเดือน (บาท)**
001 การทำนา	การทำนาทั้งข้าวเหนียว ข้าวจ้าว รวมทั้งผลพลอยได้ ซึ่งได้แก่ ฟางข้าว	17.31	373,951.70	64,731.04 บาท/ปี

รหัสสาขาการผลิต	คำนิยาม	ค่าสัมประสิทธิ์ค่าจ้างและเงินเดือน (%)	CAPEX (บาท) & OPEX (บาท/ปี)	ค่าจ้างและเงินเดือน (บาท)
135 การไฟฟ้า	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานต่าง ๆ การส่งและการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ตามครัวเรือน สถานประกอบการอุตสาหกรรม พาณิชยกรรม กิจการสาธารณประโยชน์ รวมทั้งโรงผลิตไฟฟ้าที่อุตสาหกรรมปั่นเอง	16.01	404,288.06	64,726.52 บาท/ปี
142 การก่อสร้างโรงงานผลิตไฟฟ้าและสาธารณูปโภค	การก่อสร้างและซ่อมแซมโรงไฟฟ้าและระบบส่งไฟสถานีย่อย	5.47	16,171,522.28	884,582.27 บาท

2. การใช้ก๊าซชีวภาพ มูลสุกร เพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม

ตารางที่ 47 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) การใช้ก๊าซชีวภาพ มูลสุกร เพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม

YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX	(1,573,746.58)										
Revenue		509,292.86	512,501.40	515,730.16	518,979.26	522,248.83	525,539.00	528,849.90	532,181.65	535,534.39	538,908.26
OPEX		(219,357.33)	(222,129.94)	(223,529.3)	(224,937.59)	(226,354.70)	(227,780.7)	(229,215.8)	(230,659.8)	(232,112.9)	(233,575.3)
Cash Flow	(1,573,746.58)	289,935.53	290,371.47	292,200.81	294,041.67	295,894.13	297,758.27	299,634.14	301,521.84	303,421.43	305,332.98

ผลการวิเคราะห์ : WACC = 9.09%

IRR = 13.45%

การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) = 9.09%

ส่วนของเจ้าของ (Equity)	40%
ส่วนของหนี้สิน (Debt)	60%
อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR) (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2566)	7.05%
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	20%
ต้นทุนของส่วนเจ้าของ (Re)	15.15%
Risk Free (ประมาณการจากผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาล)	2.95%
Risk Market (ประมาณการจากผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์)	12.87%
β (อ้างอิงจากบริษัท ยูเอซี โกลบอล จำกัด (มหาชน))	1.14

ตารางที่ 48 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table

รหัสสาขาการผลิต	**คำนิยาม**	**ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน (%)**	**CAPEX (บาท) & OPEX (บาท/ปี)**	**ค่าจ้างและเงินเดือน (บาท)**
139 การก่อสร้างอาคารที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย	การก่อสร้างอาคารใหม่ที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย เช่น อาคารที่ทำการ โรงงาน โรงแรม โกดังเก็บสินค้า รวมทั้งกิจการต่อเติมและซ่อมแซมอาคารดังกล่าว	5.91	1,573,746.58	92,851.05
19 การเลี้ยงสุกร	การเลี้ยงสุกรเพื่อส่งโรงฆ่าสัตว์ เพื่อส่งออก เพื่อทำพันธุ์ และผลพลอยได้ต่าง ๆ	8.63	78,687.33	6,790.72

3. การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ มูลสุกร (Biogas)

ตารางที่ 49 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ มูลสุกร (Biogas)

YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX	(1,719,626.8)										
Revenue		156,326.15	158,302.07	159,299.37	160,302.95	161,312.86	162,329.13	163,351.81	164,380.92	165,416.52	166,458.65
OPEX		(226,651.33)	(229,516.13)	(230,962.08)	(232,417.14)	(233,881.37)	(235,354.82)	(236,837.56)	(238,329.64)	(239,831.11)	(241,342.05)
Depreciation		(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)
Income(Profit)		(156,306.51)	(157,195.39)	(157,644.04)	(158,095.52)	(158,549.84)	(159,007.02)	(159,467.08)	(159,930.04)	(160,395.92)	(160,864.73)
Tax (20%)		(31,261.30)	(31,439.08)	(31,528.81)	(31,619.10)	(31,709.97)	(31,801.40)	(31,893.42)	(31,986.01)	(32,079.18)	(32,172.95)
Income After Tax		(187,567.81)	(188,634.47)	(189,172.85)	(189,714.62)	(190,259.81)	(190,808.42)	(191,360.50)	(191,916.05)	(192,475.10)	(193,037.68)
Depreciation		85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33
Cash Flow	(1,719,626.8)	(101,586.48)	(102,653.14)	(103,191.52)	(103,733.29)	(104,278.48)	(104,827.09)	(105,379.17)	(105,934.72)	(106,493.77)	(107,056.35)

YEAR	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CAPEX										
Revenue	167,507.34	168,562.63	169,624.58	170,693.21	171,768.58	172,850.72	173,939.68	175,035.50	176,138.23	177,247.90
OPEX	(242,862.50)	(244,392.54)	(245,932.21)	(247,481.58)	(249,040.72)	(250,609.67)	(252,188.52)	(253,777.30)	(255,376.10)	(256,984.97)
Depreciation	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)	(85,981.33)
Income(Profit)	(161,336.50)	(161,811.23)	(162,288.96)	(162,769.70)	(163,253.47)	(163,740.28)	(164,230.16)	(164,723.13)	(165,219.20)	(165,718.40)
Tax (20%)	(32,267.30)	(32,362.25)	(32,457.79)	(32,553.94)	(32,650.69)	(32,748.06)	(32,846.03)	(32,944.63)	(33,043.84)	(33,143.68)
Income After Tax	(193,603.80)	(194,173.48)	(194,746.75)	(195,323.64)	(195,904.16)	(196,488.34)	(197,076.20)	(197,667.76)	(198,263.04)	(198,862.08)
Depreciation	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33	85,981.33
Cash Flow	(107,622.47)	(108,192.15)	(108,765.43)	(109,342.31)	(109,922.83)	(110,507.01)	(111,094.87)	(111,686.43)	(112,281.72)	(112,880.75)

ผลการวิเคราะห์ : WACC = 9.09%

IRR = N\A

หมายเหตุ WACC ใช้ค่าเดียวกับการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ มูลสุกร (Biogas) เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีประเภทเดียวกัน

4. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานขยะ

ตารางที่ 50 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานขยะ

YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CAPEX	(86,564,580.82)									
Revenue		8,638,022.20	8,747,204.12	8,802,311.51	8,857,766.07	8,913,569.99	8,969,725.49	9,026,234.76	9,083,100.04	9,140,323.57
OPEX		(3,850,971.19)	(3,899,646.27)	(3,924,214.04)	(3,948,936.59)	(6,206,963.38)	(3,998,849.93)	(4,024,042.68)	(4,049,394.15)	(6,364,863.21)
Depreciation		(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)
Taxable Income(Profit)		458,821.97	519,328.81	549,868.42	580,600.44	(1,621,622.43)	642,646.52	673,963.04	705,476.85	(1,552,768.68)
Tax (20%)		(91,764.39)	(103,865.76)	(109,973.68)	(116,120.09)	(324,324.49)	(128,529.30)	(134,792.61)	(141,095.37)	(310,553.74)
Income After Tax		367,057.57	415,463.05	439,894.74	464,480.35	(1,945,946.92)	514,117.22	539,170.43	564,381.48	(1,863,322.42)
Depreciation		4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04
Cash Flow	(86,564,580.82)	4,695,286.61	4,743,692.09	4,768,123.78	4,792,709.39	2,382,282.12	4,842,346.26	4,867,399.47	4,892,610.52	2,464,906.62

YEAR	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CAPEX											
Revenue	9,197,907.60	9,255,854.42	9,314,166.30	9,372,845.55	9,431,894.48	9,491,315.41	9,551,110.70	9,611,282.70	9,671,833.78	9,732,766.33	9,794,082.76
OPEX	(4,100,577.24)	(4,126,410.87)	(4,152,407.26)	(6,526,779.86)	(4,204,892.40)	(4,231,383.22)	(4,258,040.94)	(6,692,815.54)	(4,311,861.26)	(4,339,025.98)	(4,366,361.84)
Depreciation	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)	(4,328,229.04)

YEAR	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Taxable Income(Profit)	769,101.33	801,214.51	833,530.00	(1,482,163.35)	898,773.04	931,703.15	964,840.72	(1,409,761.88)	1,031,743.48	1,065,511.31	1,099,491.88
Tax (20%)	(153,820.27)	(160,242.90)	(166,706.00)	(296,432.67)	(179,754.61)	(186,340.63)	(192,968.14)	(281,952.38)	(206,348.70)	(213,102.26)	(219,898.38)
Income After Tax	615,281.06	640,971.61	666,824.00	(1,778,596.02)	719,018.43	745,362.52	771,872.58	(1,691,714.26)	825,394.79	852,409.05	879,593.50
Depreciation	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04	4,328,229.04
Cash Flow	4,943,510.10	4,969,200.65	4,995,053.04	2,549,633.02	5,047,247.47	5,073,591.56	5,100,101.62	2,636,514.78	5,153,623.83	5,180,638.09	5,207,822.54

ผลการวิเคราะห์ : WACC = 9.44%

IRR = 0.30%

หมายเหตุ ค่า WACC ใช้ค่าเดียวกับเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (Biomass) เนื่องจากอ้างอิงค่า เบต้าจากบริษัทเดียวกัน

5. มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง

ตารางที่ 51 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง

YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX	(4,016.45)										
Revenue		867.72	873.19	878.69	884.22	889.79	895.40	901.04	906.72	912.43	918.18
Cash Flow	(4,016.45)	867.72	873.19	878.69	884.22	889.79	895.40	901.04	906.72	912.43	918.18

ผลการวิเคราะห์ : WACC = 7.86%

IRR = 17.74%

การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) = 7.86%

ส่วนของเจ้าของ (Equity) 40%

ส่วนของหนี้สิน (Debt) 60%

อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR) (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2566)	7.05%
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	20%
ต้นทุนของส่วนเจ้าของ (Re)	15.15%
Risk Free (ประมาณการจากผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาล)	2.95%
Risk Market (ประมาณการจากผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์)	12.87%
β (อ้างอิงจาก บริษัท เอส เอ็น ซี ฟอร์เมอร์ จำกัด (มหาชน)	0.83

ตารางที่ 52 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table

รหัสสาขาการผลิต	**คำนิยาม**	**ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน (%)**	**ค่าติดตั้ง (บาท)**	**ค่าจ้างติดตั้ง (บาท)**
177 การซ่อมแซม	การซ่อมแซมเครื่องมือ เครื่องใช้ในครัวเรือน และสินค้าอุปโภคอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ที่อื่น เช่น เตาอบ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น	13.32	25,197,714.29	3,356,335.54

หมายเหตุ : การจ้างงานคิดสัดส่วนจากค่าติดตั้ง เครื่องละ 2,500 บาท

6. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน พลังงานไฟฟ้า

ตารางที่ 53 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน พลังงานไฟฟ้า

YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX	(584,900.00)										
Revenue		5,863.83	5,900.78	5,937.95	5,975.36	6,013.00	6,050.89	6,089.01	6,127.37	6,165.97	337,604.82
OPEX		(2,818.14)	(2,835.90)	(2,853.76)	(2,871.74)	(2,889.83)	(2,908.04)	(2,926.36)	(2,944.80)	(2,963.35)	(2,982.02)

YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cash Flow	(584,900.00)	3,045.69	3,064.88	3,084.19	3,103.62	3,123.17	3,142.85	3,162.65	3,182.57	3,202.62	334,622.80

ผลการวิเคราะห์ : WACC = 9.06%

IRR = -4.82%

การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) = 9.06%

ส่วนของเจ้าของ (Equity)	40%
ส่วนของหนี้สิน (Debt)	60%
อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR) (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2566)	7.05%
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	20%
ต้นทุนของส่วนเจ้าของ (Re)	15.15%
Risk Free (ประมาณการจากผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาล)	2.95%
Risk Market (ประมาณการจากผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์)	12.87%
β (อ้างอิงจาก บริษัท เอส เอ็น ซี ฟอร์เมอร์ จำกัด (มหาชน)	1.132

7. มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟประสิทธิภาพสูง (LED)

ตารางที่ 54 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟประสิทธิภาพสูง (LED)

	0	1	2	3	4	5
Capex	(42,782,840.00)					
Revenue		16,465,529.36	16,569,262.20	16,673,648.55	16,778,692.54	16,884,398.30
Cash Flow	(42,782,840.00)	16,465,529.36	16,569,262.20	16,673,648.55	16,778,692.54	16,884,398.30

ผลการวิเคราะห์ : WACC = 7.66%

IRR = 27.18%

การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) = 7.66%

ส่วนของเจ้าของ (Equity)	40%
ส่วนของหนี้สิน (Debt)	60%
อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR) (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2566)	7.05%
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	20%
ต้นทุนของส่วนเจ้าของ (Re)	15.15%
Risk Free (ประมาณการจากผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาล)	2.95%
Risk Market (ประมาณการจากผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์)	12.87%
β (อ้างอิงจากบริษัท ไลท์ติ้ง แอนด์ อีควิปเมนท์ จำกัด มหาชน)	0.78

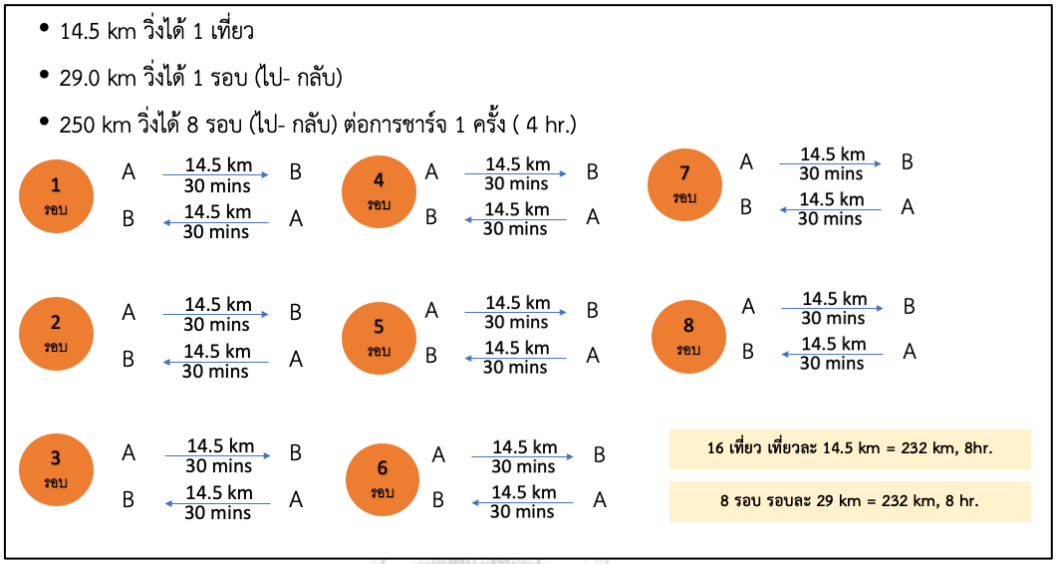
ตารางที่ 55 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table

รหัสสาขาการผลิต	คำนิยาม	ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน (%)	ค่าติดตั้ง (บาท)	ค่าจ้างติดตั้ง (บาท)
177 การซ่อมแซม	การซ่อมแซมเครื่องมือ เครื่องใช้ในครัวเรือน และสินค้าอุปโภคอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ที่อื่น เช่น เตาอบ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น	13.32	42,782,840.00	5,699,786.64

8. รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (EV Bus) แทนการใช้รถยนต์ของคนในชุมชน

1. ระยะทางเดินรถโดยสารไฟฟ้าจากสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดเชียงราย แห่งที่ 2 ไปยังท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย รวมระยะทาง ไป-กลับ 29 กิโลเมตร

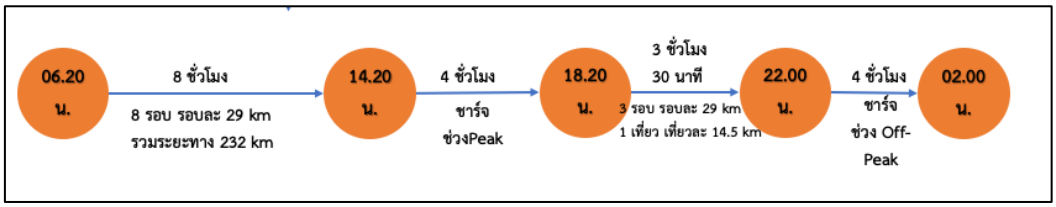
2. ระยะปฏิบัติการต่อการชาร์จ 250 กิโลเมตร ซึ่งใช้เวลาชาร์จ 4 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียด ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 การคำนวณระยะทางที่รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าวิ่งได้ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง

การคำนวณช่วงเวลาค่าบริการใช้ในการชาร์จไฟ

อัตราค่าบริการอัดประจุไฟฟ้า จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในช่วง Peak ค่าบริการ 7.5798 บาทต่อหน่วย และในช่วง Off-Peak ค่าบริการ 4.1972 บาทต่อหน่วย ซึ่งรถโดยสารไฟฟ้าเริ่มให้บริการตั้งแต่เวลา 06.20-22.00 น. ดังนั้น สามารถสรุปช่วงเวลาค่าบริการในการอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละช่วง ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 การคำนวณช่วงเวลาค่าบริการใช้ในการชาร์จไฟ

ตารางที่ 56 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) รถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (EV Bus) แทนการใช้รถยนต์ของคนในชุมชน

YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX	(11,953,760.00)										
Revenue		4,166,082.00	4,192,328.32	4,218,739.98	4,245,318.05	4,272,063.55	4,298,977.55	4,326,061.11	4,353,315.29	4,380,741.18	9,189,843.85
OPEX		(1,229,382.93)	(1,237,128.04)	(1,244,921.95)	(1,252,764.96)	(1,260,657.37)	(1,268,599.52)	(1,276,591.69)	(1,284,634.22)	(1,292,727.42)	(1,300,871.60)
Depreciation		(1,195,376.00)	(1,195,376.00)	(1,195,376.00)	(1,195,376.00)	(1,195,376.00)	(1,195,376.00)	(1,195,376.00)	(1,195,376.00)	(1,195,376.00)	(1,195,376.00)
Taxable Income(Profit)		1,741,323.07	1,759,824.28	1,778,442.04	1,797,177.09	1,816,030.18	1,835,002.04	1,854,093.42	1,873,305.07	1,892,637.76	6,693,596.25
Tax (20%)		(348,264.61)	(351,964.86)	(355,688.41)	(359,435.42)	(363,206.04)	(367,000.41)	(370,818.68)	(374,661.01)	(378,527.55)	(1,338,719.25)
Income After Tax		1,393,058.46	1,407,859.42	1,422,753.63	1,437,741.67	1,452,824.14	1,468,001.63	1,483,274.73	1,498,644.06	1,514,110.21	5,354,877.00
Depreciation		1,195,376.00	1,195,376.00	1,195,376.00	1,195,376.00	1,195,376.00	1,195,376.00	1,195,376.00	1,195,376.00	1,195,376.00	1,195,376.00
Cash Flow	(11,953,760.00)	2,588,434.46	2,603,235.42	2,618,129.63	2,633,117.67	2,648,200.14	2,663,377.63	2,678,650.73	2,694,020.06	2,709,486.21	6,550,253.00

ผลการวิเคราะห์ : WACC = 9.06%

IRR = 19.34%

หมายเหตุ ค่า WACC ใช้ค่าเดียวกับ มาตรการรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน พลังงานไฟฟ้า เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีประเภทเดียวกัน

ตารางที่ 57 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table

รหัสสาขาการผลิต	**คำนิยาม**	**ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน (%)**	**ค่าบำรุงรักษา (บาท/ปี)**	**ค่าจ้าง (บาท/ปี)**
127 การซ่อมแซมยานพาหนะทุกชนิด	การซ่อมแซมและบำรุงรักษายานพาหนะ	12.66	1,266,390.00	160,299.65

หมายเหตุ : การจ้างงานคิดสัดส่วนจากค่าบำรุงรักษา คันละ 126,639.00 บาท

9. การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ เปลือกสับปะรด

ตารางที่ 58 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ เปลือกสับปะรด

YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX	(340,149.78)										
Revenue		32,022.74	32,427.50	32,631.79	32,837.37	33,044.25	33,252.43	33,461.92	33,672.73	33,884.87	34,098.34
OPEX		(25,219.92)	(25,538.69)	(25,699.58)	(25,861.49)	(26,024.42)	(26,188.37)	(26,353.36)	(26,519.38)	(26,686.46)	(26,854.58)
Depreciation		(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)
Taxable Income(Profit)		(10,204.66)	(10,118.68)	(10,075.28)	(10,031.60)	(9,987.66)	(9,943.43)	(9,898.93)	(9,854.14)	(9,809.08)	(9,763.73)
Tax (20%)		(2,040.93)	(2,023.74)	(2,015.06)	(2,006.32)	(1,997.53)	(1,988.69)	(1,979.79)	(1,970.83)	(1,961.82)	(1,952.75)
Income After Tax		(12,245.60)	(12,142.41)	(12,090.33)	(12,037.93)	(11,985.19)	(11,932.12)	(11,878.71)	(11,824.97)	(11,770.89)	(11,716.47)
Depreciation		17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49
Cash Flow	(340,149.78)	4,761.89	4,865.08	4,917.16	4,969.56	5,022.30	5,075.37	5,128.77	5,182.52	5,236.59	5,291.01

YEAR	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CAPEX										
Revenue	34,313.16	34,529.33	34,746.87	34,965.77	35,186.06	35,407.73	35,630.80	35,855.27	36,081.16	36,308.47
OPEX	(27,023.76)	(27,194.01)	(27,365.34)	(27,537.74)	(27,711.23)	(27,885.81)	(28,061.49)	(28,238.27)	(28,416.18)	(28,595.20)
Depreciation	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)	(17,007.49)
Taxable Income(Profit)	(9,718.09)	(9,672.17)	(9,625.96)	(9,579.45)	(9,532.66)	(9,485.57)	(9,438.18)	(9,390.49)	(9,342.50)	(9,294.21)
Tax (20%)	(1,943.62)	(1,934.43)	(1,925.19)	(1,915.89)	(1,906.53)	(1,897.11)	(1,887.64)	(1,878.10)	(1,868.50)	(1,858.84)
Income After Tax	(11,661.71)	(11,606.60)	(11,551.15)	(11,495.34)	(11,439.19)	(11,382.68)	(11,325.81)	(11,268.59)	(11,211.00)	(11,153.06)
Depreciation	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49	17,007.49
Cash Flow	16,096.36	16,236.74	16,378.14	16,520.55	16,663.99	16,808.46	16,953.97	17,100.53	17,248.15	17,396.82

ผลการวิเคราะห์ : WACC = 9.09%

IRR = -8.98%

หมายเหตุ ค่า WACC ใช้ค่าเดียวกับการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ มูลสุกร (Biogas) เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีประเภทเดียวกัน

ตารางที่ 59 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table

รหัสสาขาการผลิต	**คำนิยาม**	**ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน (%)**	**CAPEX (บาท) & OPEX (บาท/ปี)**	**ค่าจ้างและ เงินเดือน (บาท)**
135 การไฟฟ้า	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานต่าง ๆ การส่งและการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ตามครัวเรือน สถานประกอบการ อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม กิจการสาธารณประโยชน์ รวมทั้งโรงผลิตไฟฟ้าที่อุตสาหกรรมปั่นเอง	16.01	17,007.49	2,721.20 บาท/ปี
142 การก่อสร้างโรงงานผลิตไฟฟ้าและสาธารณูปโภค	การก่อสร้างและซ่อมแซมโรงไฟฟ้าและระบบส่งไฟสถานีย่อย	5.47	340,149.78	18,606.19 บาท

10. ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar rooftop)

ตารางที่ 60 แบบจำลองกระแสเงินสดคิดลด (Discounted cash flow model: DCF) ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar rooftop)

YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7
CAPEX	(127,400)							
Revenue		23,426.38	23,722.48	23,871.93	24,022.33	24,173.67	24,325.96	24,479.21
OPEX		(3,822.00)	(3,870.31)	(3,894.69)	(3,919.23)	(3,943.92)	(3,968.77)	(3,993.77)
Cash Flow		19,604.38	19,852.17	19,977.24	20,103.10	20,229.75	20,357.19	20,485.44

YEAR	8	9	10	11	12	13	14	15
CAPEX								
Revenue	24,633.43	24,788.62	24,944.79	25,101.94	25,260.09	25,419.23	25,579.37	25,740.52
OPEX	(4,018.93)	(4,044.25)	(4,069.73)	(4,095.37)	(4,121.17)	(4,147.13)	(4,173.26)	(4,199.55)
Cash Flow	20,614.50	20,744.37	20,875.06	21,006.58	21,138.92	21,272.09	21,406.11	21,540.97

ผลการวิเคราะห์ : WACC = 6.94%

IRR = 13.59%

การคำนวณอัตราคิดลดที่ใช้มาจากต้นทุนทางการเงิน ใช้วิธีต้นทุนทางการเงินเฉลี่ย (Weighted Average Cost of Capital: WACC) = 6.94%

ส่วนของเจ้าของ (Equity)	40%
ส่วนของหนี้สิน (Debt)	60%
อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR) (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2566)	7.05%
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	20%
ต้นทุนของส่วนเจ้าของ (Re)	15.15%
Risk Free (ประมาณการจากผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาล)	2.95%
Risk Market (ประมาณการจากผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์)	12.87%
β (อ้างอิงจากบริษัท เอสพีจีซี จำกัด มหาชน)	0.6

ตารางที่ 61 การคำนวณรายได้จากการจ้างงาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน จากตาราง IO Table

รหัสสาขาการผลิต	**คำนิยาม**	**ค่าสัมประสิทธิ์ ค่าจ้างและเงินเดือน (%)**	**CAPEX (บาท) & OPEX (บาท/ปี)**	**ค่าจ้างและเงินเดือน (บาท)**
138 การก่อสร้างที่อยู่อาศัย	การก่อสร้างอาคารใหม่สำหรับเป็นที่อยู่อาศัย การต่อเติม การซ่อม การตกแต่งอาคาร รวมทั้ง การเดินสายไฟระบบเครื่องทำความเย็น	6.61	231,103,600.00	15,252,837.60 บาท
177 การซ่อมแซม	การซ่อมแซมเครื่องมือ เครื่องใช้ในครัวเรือน และสินค้าอุปโภคอื่น ๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ที่อื่น เช่น เตาอบ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น	13.32	6,933,108.00	923,670.25 บาท/ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก จ
ปริมาณการใช้ และการจัดหาพลังงานของชุมชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 62 สรุปปริมาณการใช้พลังงานปัจจุบัน และการคาดการณ์การใช้พลังงาน ปี พ.ศ. 2570

เชื้อเพลิง	ปัจจุบัน พ.ศ. 2565		ปี พ.ศ. 2570 (BAU)		ปี พ.ศ. 2570 (มาตรการ)	
	หน่วยต่อปี	toe/yr	หน่วยต่อปี	toe/yr	หน่วยต่อปี	toe/yr
ไฟฟ้า	104,195,418.8	8,878.49	116,580,281	9,933.81	100,599,745.49	8,572.10
ดีเซล	803,560.00	692.65	899,072.81	774.98	899,072.81	774.98
เบนซิน	110,000.00	81.96	123,074.83	91.70	112,275.09	83.65
โซฮอล์ 91	3,561,000.00	2,653.19	3,984,267.87	2,968.56	3,634,650.81	2,708.07
โซฮอล์ 95	2,188,000.00	1,630.21	2,448,070.23	1,823.98	2,233,253.58	1,663.93
โซฮอล์ E20	984,168.00	733.27	1,101,148.26	820.43	1,004,523.17	748.44
ไบโอดีเซล	5,178,000.00	4,463.33	5,793,467.86	4,993.85	5,332,848.90	4,596.81
LPG ขนส่ง	840,000.00	980.22	939,844.15	1,096.73	939,844.15	1,096.73
LPG หุงต้ม	517,500.00	603.88	579,011.13	675.66	561,755.61	655.53
ถ่าน	677,556.69	463.20	758,092.49	518.26	758,092.49	518.26
รวม		**21,180.42**		**23,697.97**		**21,418.51**

ตารางที่ 63 สรุปปริมาณการจัดหาพลังงาน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปัจจุบัน พ.ศ. 2565		ปี พ.ศ. 2570 (BAU)		ปี พ.ศ. 2570 (มาตรการ)	
ปริมาณการจัดหา (toe/yr)	การปล่อย GHG (ton CO_{2eq})	ปริมาณการจัดหา (toe/yr)	การปล่อย GHG (ton CO_{2eq})	ปริมาณการจัดหา (toe/yr)	การปล่อย GHG (ton CO_{2eq})
22,166.92	103,254.52	24,801.73	115,527.56	22,370.96	102,380.15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ฉัตรแก้ว เพ็ญศิริ
วัน เดือน ปี เกิด	12 สิงหาคม 2532
สถานที่เกิด	ประเทศไทย
ที่อยู่ปัจจุบัน	99/5 หมู่ 4 ตำบลพิมลราช อำเภอบางบัวทอง นนทบุรี 11110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University