การเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกรณี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลาง กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

นายทรงกิต การีซอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Increasing Sustainability Efficiency Energy and Climate Changeof Rajabhat University Central Geographic RegionCase study of Phranakhon si Ayutthaya Rajabhat University

Mr. Songkit Kareesor

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture in Architecture
Department of Architecture
FACULTY OF ARCHITECTURE
Chulalongkorn University
Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกรณี:มหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลาง กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
โดย	นายทรงกิต การีซอ
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์พรรณชลัท สุริโยธิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิกานต์ ยิ้มประยูร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทรงกิต การีซอ : การเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกรณี:มหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลาง กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. (Increasing Sustainability Efficiency Energy and Climate Changeof Rajabhat University Central Geographic RegionCase study of Phranakhon si Ayutthaya Rajabhat University) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะประเมินประสิทธิภาพทางความยั่งยืน และเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืน ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาโดยทำการศึกษาด้วยวิธีการประเมินมหาวิทยาลัยตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World Ranking) เน้นการประเมินในหัวข้อที่ 2 ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ อันได้แก่ 1.อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน 2.อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย 3.พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย 4.ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด 5.อัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี 6.องค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินการตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด 7.การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และ 8.ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด โดยรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ การประเมิน ข้อที่ 2 และแสดงแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านความยั่งยืนโดยคำนึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจุบันมหาวิทยาลัยมีผลการประเมิน อยู่ที่ 500 คะแนน และหากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาต้องการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะต้องใช้งบประมาณในการลงทุนประมาณ 35,321,906 บาท และ มีระยะเวลาในการคุ้มทุนประมาณ 6-7 ปี หลังจากดำเนินการ ท้ายที่สุดนั้นในงานวิจัยนี้สรุปได้ว่าการเพิ่มพื้นที่อาคารอัจฉริยะและเพิ่มจำนวนแหล่งที่มาของพลังงานทดแทนอื่นนอกจากพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นหัวข้อที่ดำเนินการได้ยากที่สุด ในส่วนของการดำเนินการที่มหาวิทยาลัยควรเริ่มดำเนินการคือการลดการใช้พลังงาน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ช่วยส่งเสริมการประหยัดพลังงานจะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดีกว่าเดิมและต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ที่คุ้มค่าต่อการลงทุนในอนาคต

สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2563	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6173559325 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORD: Sustainability University, Energy and Climate Change, Energy Performance, Green University

Songkit Kareesor : Increasing Sustainability Efficiency Energy and Climate Changeof Rajabhat University Central Geographic RegionCase study of Phranakhon si Ayutthaya Rajabhat University. Advisor: Asst. Prof. VORAPAT INKAROJRIT, Ph.D.

The objective of this research are to assess the sustainability efficiency and to provide guidance for the increasing sustainability efficiency energy and climate change of Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat Universities. This study uses UI Green Metric World Ranking as assessment method, focusing on the issue of energy and climate change including 1. Energy- saving equipment, 2. All intelligent buildings of the university, 3. Renewable energy produced in university, 4. Total electricity consumption divided by the total population, 5. The ratio of renewable energy production divided by total energy consumption per year, 6. Green building components that comply with all construction and renovation policies, 7. Reducing greenhouse gas emissions and 8. The total carbon footprint divided by the total number of citizens. Operation data were collected the simple economic analysis was performed.

The results showed that the university currently has an assessment of 500 points. The investment budget must be approximately 35,321,906 Baht and the break-even period is 6-7 years after the operation. After all, this research concludes that increasing smart building space and increasing the number of renewable energy sources other than solar energy are the most difficult to implement. As part of the action the university should begin to implement is to reduce energy consumption. Reduce greenhouse gas emissions and use energy- saving equipment to improve energy efficiency and climate change, taking into account the economic possibilities that are worth the investment in the future.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Architecture	Student's Signature .....
Academic Year:	2020	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ ที่คอยให้ความรู้และคำปรึกษาแนะนำ ส่งผลให้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณ รศ.พรรณชลัท สุริโยธิน และ รศ.ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร ที่ให้ความรู้จากการศึกษาวิชาต่างๆ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ชนิกานต์ ยิ้มประยูร ที่สละเวลามาเป็นคณะกรรมการในการสอบครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลสัมภาษณ์ที่เป็นประโยชน์สำหรับการศึกษานี้ รวมถึงขอบคุณคณะผู้ดำเนินการโครงการเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการที่ใช้ในการศึกษาของวิทยานิพนธ์นี้

สุดท้าย ขอขอบคุณครอบครัว และเพื่อนนิสิตที่คอยสนับสนุนและช่วยเหลือตลอดมา

ทรงกิต การีซอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง 1

สารบัญภาพ 3

บทที่ 1 บทนำ 1

1. เนื้อหา 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 9

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 9

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา 9

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 10

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

2.1 การศึกษาทฤษฎี นิยาม และแนวคิดด้านความยั่งยืนที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัย 12

2.1.1 การศึกษานิยามทางความยั่งยืน 12

2.1.2 ความหมายของมหาวิทยาลัยยั่งยืน 18

2.1.3 การดำเนินการมหาวิทยาลัยยั่งยืนในประเทศไทย 19

2.1.4 การดำเนินการมหาวิทยาลัยยั่งยืนในต่างประเทศ 22

2.2 การศึกษาหลักเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียว 26

2.2.1 การประเมินตัวชี้วัดของหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก 26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 ข้อมูลหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกของประเทศไทย 28
2.3 การศึกษาหลักเกณฑ์การให้คะแนนในหัวข้อพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 29
2.3.1 การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม 29
2.3.2 พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย 30
2.3.3 พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย 30
2.3.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากร 30
2.3.5 อัตราส่วนการผลิตพลังงานทดแทนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี 30
2.3.6 องค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด....30
2.3.7 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 31
2.3.8 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชาการทั้งหมด.....31
2.4 การศึกษาหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย.....31
2.4.1 มาตรฐานอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน.....31
2.4.1.1 ฉลากประหยัดพลังงานในต่างประเทศ.....32
2.4.1.2 ฉลากประหยัดพลังงานในประเทศไทย 34
2.4.2 อาคารอัจฉริยะ (Smart Building).....35
2) ระบบอาคาร (Building System).....36
2.4.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทางพลังงาน.....36
2.4.3.1 พลังงานชีวภาพ.....37
2.4.3.2 พลังงานความร้อนใต้พิภพ 37
2.4.3.3 พลังงานน้ำ.....38
2.4.3.4 พลังงานมหาสมุทร.....40
2.4.3.5 พลังงานแสงอาทิตย์.....41
2.4.3.6 พลังงานลม.....45
2.4.4 มาตรฐานอาคารสีเขียว 47

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 การศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ....54
2.5.1 ภารกิจทางความคาดหวังของสังคมต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏ....57
2.5.2 ทิศทางการตอบสนองต่อภารกิจ....58
2.5.3 ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏ....61
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย....66
3.1 การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง....66
3.2 ขั้นตอนการศึกษาเบื้องต้น....66
3.3 การศึกษาหลักเกณฑ์การประเมินที่เกี่ยวข้องในการวิจัย....67
3.3.1 การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม....67
3.3.2 พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย....68
3.3.3 พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย....68
3.3.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด....69
3.3.5 อัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี....70
3.3.6 องค์ประกอบของอาคารเขียวที่ดำเนินการตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด....71
3.3.7 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก....71
3.3.8 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชาการทั้งหมด....72
3.4 การสำรวจและเก็บข้อมูล ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา....73
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายในมหาวิทยาลัย....74
3.6 การสังเคราะห์ข้อมูลด้านการใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายในมหาวิทยาลัย....74
3.7 สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในมหาวิทยาลัย....77
บทที่ 4 รายละเอียดการศึกษา การประเมินและผลการศึกษา....78
4.1 การสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้น....78

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.1 ข้อมูลพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา....79
4.1.2 ข้อมูลจำนวนประชากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา....80
4.1.3 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา....82
4.2 การประเมินกรณีศึกษา....83
4.2.1 EC1 การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม....83
4.2.2 EC2 พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย....85
4.2.3 EC3 พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย....85
4.2.4 EC4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด....86
4.2.5 EC5 อัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี....87
4.2.6 EC6 องค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด....88
4.2.7 EC7 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก....89
4.2.8 EC8 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด....89
4.3 ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ....91
4.3.1 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม....91
4.3.2 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อพื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย....95
4.3.3 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อพลังงานหมุนเวียนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย....96
4.3.4 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด....97
4.3.5 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้ออัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี....98
4.3.6 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อองค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด....99

4.3.7 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก..... 100
4.3.8 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด 101
4.4 ผลการศึกษา 102
4.4.1 ผลการศึกษาการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม 102
4.4.2 ผลการศึกษาพื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย 103
4.4.3 ผลการศึกษาพลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย 104
4.4.4 ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากร 104
4.4.5 ผลการศึกษาอัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงาน 105
4.4.6 ผลการศึกษาองค์ประกอบของอาคารสีเขียว 105
4.4.7 ผลการศึกษาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 106
4.4.8 ผลการศึกษาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด 106
4.6 วิเคราะห์ผลการศึกษา 107
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ 108
5.1 สรุปผลการศึกษาหลักเกณฑ์การประเมิน 108
5.2 สรุปผลการศึกษาโดยการตั้งเป้าหมาย 110
5.3 สรุปผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ 113
5.2 ข้อเสนอแนะ 116
บรรณานุกรม 118
ภาคผนวก ก การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ UI Green Metric World Ranking 123
ภาคผนวก ข รายการและข้อกำหนดอาคารอัจฉริยะจาก UI Green Metric World Ranking 126
ภาคผนวก ค องค์ประกอบอาคารอัจฉริยะจากเอกสารการสอนอาคารอัจฉริยะ 128
ประวัติผู้เขียน 134

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1.1 เกณฑ์การให้คะแนน ของ UI Green Metric World 2019 5
ตารางที่ 1.2 สัดส่วนการให้คะแนน หัวข้อที่ 2 การใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ 8
ตารางที่ 2.1 การให้น้ำหนักคะแนนตามตัวชี้วัดของหลักเกณฑ์ 27
ตารางที่ 2.2 การจัดอันดับ 10 มหาวิทยาลัยในประเทศไทยที่เข้าร่วมโครงการมหาวิทยาลัยสีเขียว 29
ตารางที่ 2.3 การแบ่งเขตภูมิศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏในประเทศไทย 61
ตารางที่ 3.1 การคิดคะแนนการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม 67
ตารางที่ 3.2 การคิดคะแนนพื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย 68
ตารางที่ 3.3 การคิดคะแนนพลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย 69
ตารางที่ 3.4 การคิดคะแนนปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด 70
ตารางที่ 3.5 การคิดคะแนนอัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี 70
ตารางที่ 3.6 การคิดคะแนนองค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด 71
ตารางที่ 3.7 การคิดคะแนนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 72
ตารางที่ 3.8 การคิดคะแนนปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชาการทั้งหมด 73
ตารางที่ 4.1 จำนวนอาคารและพื้นที่อาคารที่ใช้ในการประเมินมหาวิทยาลัย 80
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลจำนวนอาจารย์และเจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา 81
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลจำนวนนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา 82
ตารางที่ 4.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา 82
ตารางที่ 4.5 อุปกรณ์ไฟฟ้าส่องสว่างและเครื่องปรับอากาศทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัย 84
ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงผลคะแนนการประเมินพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 91
ตารางที่ 4.7 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม 92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.8 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อพื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย 96

ตารางที่ 4.9 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อพลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย....97

ตารางที่ 4.10 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด.....98

ตารางที่ 4.11 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้ออัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนต่อการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี.....99

ตารางที่ 4.12 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อองค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด 100

ตารางที่ 4.13 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก..... 101

ตารางที่ 4.14 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด..... 101

ตารางที่ 5.1 สรุปคะแนนจากการดำเนินการตามเป้าหมายที่เหมาะสมต่อมหาวิทยาลัย.....111

ตารางที่ 5.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 1.1 แผนภูมิกลุ่มช่วงคะแนนมหาวิทยาลัยไทยหัวข้อพลังงานและ 6
ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของการพัฒนาที่ยั่งยืน 15
ภาพที่ 2.2 ฉลากประหยัดพลังงาน Energy Star 33
ภาพที่ 2.3 ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 35
ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำตกโดยเขื่อนขุนด่านปราการชล 40
ภาพที่ 2.5 แผงโซล่เซลล์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ 41
ภาพที่ 2.6 แผนผังระบบเชื่อมต่อแบบกริด 42
ภาพที่ 2.7 ส่วนประกอบของระบบอิสระ 43
ภาพที่ 2.8 ผังวงจรระบบ Off-grid ที่ไม่มีแบตเตอรี่แต่มีโหลด DC 44
ภาพที่ 2.9 ผังวงจรระบบ Off-grid ที่มีแบตเตอรี่และโหลด DC 44
ภาพที่ 2.10 ผังวงจรระบบ Off-grid ที่มีโหลด 45
ภาพที่ 2.11 ผังวงจรระบบไฮบริด 45
ภาพที่ 2.12 กังหันลมหมุนแนวแกนตั้ง (ก) กังหันลมแกนหมุนแนวนอน (ข) 46
ภาพที่ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย 66
ภาพที่ 4.1 ผังบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา 79
ภาพที่ 4.2 เครื่องปรับอากาศประหยัดไฟเบอร์ 5 (ก) หลอดประหยัดไฟแอลอีดี (ข) 83
ภาพที่ 4.3 บริเวณพื้นที่ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ (ก) และ แผงโซล่าเซลล์ (ข) 86
ภาพที่ 4.4 โถงอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ก) โถงอาคารบ้านพลูหลวง (ข) 89
ภาพที่ 5.1 แผนภูมิแสดงกลุ่มช่วงคะแนนของมหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา 110
ภาพที่ 5.2 แผนภูมิอันตราการเพิ่มขึ้นของคะแนนจากการตั้งเป้าหมาย 111
ภาพที่ 5.3 แผนภูมิช่วงคะแนนของมหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลางที่เพิ่มขึ้น 112
ภาพที่ 5.4 แผนภูมิการจัดอันดับคะแนนในหัวข้อพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 113

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1. เนื้อหา

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตสถาบันอุดมศึกษามีเป้าหมายที่จะสร้างบัณฑิต ส่งออกสู่ตลาดแรงงานเพื่อตอบสนองต่อการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ ถ้าหากสถาบันการศึกษายังผลิตบัณฑิตในกรอบความคิดแบบเดิม ๆ ก็ไม่สามารถข้ามผ่านปัญหาวิกฤตการณ์ด้านสิ่งแวดล้อม พลังงานและมลภาวะได้ (Shriberg, 2002) ดังนั้นสถาบันอุดมศึกษาจึงควรผลักดันแนวความคิดเพื่อสิ่งแวดล้อมให้เกิดขึ้นภายในสถาบัน และมหาวิทยาลัยก็ไม่ควรยึดติดอยู่กับการบริการมหาวิทยาลัยแบบวิถีเดิม ๆ ที่ขัดต่อความยั่งยืนด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (Cortese, 2001) สถาบันอุดมศึกษานั้นเป็นองค์กรหนึ่งที่มีการใช้พลังงานเป็นจำนวนมหาศาล ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและปัญหาอุณหภูมิโลกที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยจึงแก้ปัญหาสภาพอากาศที่ร้อนขึ้นด้วยกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศในส่วนของสำนักงานและห้องเรียนเพื่อให้เกิดความสบายในระหว่าง การทำงานและการเรียนการสอน กว่าร้อยละ 60 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยจะใช้ไปกับเครื่องปรับอากาศ และกว่าร้อยละ 15-20 ใช้ไปกับระบบไฟฟ้าส่องสว่าง ซึ่งในกรณีนี้สถาบันอุดมศึกษาหลายแห่งทั่วโลกมีปัญหาการใช้พลังงานที่เกินกว่ากฎหมายควบคุมอาคารกำหนด (พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม, 2538) เพราะสถาบันอุดมศึกษานั้นถูกกำหนดให้เป็นอาคารควบคุม ซึ่งมหาวิทยาลัยจะต้องเร่งดำเนินการจัดการด้านพลังงานทั้งหมดภายในสถาบัน เพื่อให้การใช้พลังงานภายในสถาบันนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ลดการนำเข้าพลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในแต่ละปี โดยงานวิจัยนี้ต้องการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานและลดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยวิทยาลัยราชภัฏ เขตภูมิศาสตร์ภาคกลาง โดยวัดจากการให้คะแนนของเกณฑ์มาตรฐานที่มหาวิทยาลัยต่างๆใช้ในการประเมิน และนำเสนอต่อผู้บริหารสถาบันเพื่อดำเนินการจัดตั้งนโยบายในการบริหารมหาวิทยาลัยตามแนวทางของมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) และมหาวิทยาลัยยั่งยืน (Sustainable University)

การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมนั้นเป็นส่วนหนึ่งของแนวความคิดมหาวิทยาลัยยั่งยืน (Sustainable University) หรือ มหาวิทยาลัยสีเขียว ซึ่งเป็นแนวความคิดที่ต้องบูรณาการทางความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Sustainability) และการอนุรักษ์พลังงาน (Energy conservation) ผนวกเข้ากับมหาวิทยาลัย โดยการพัฒนามหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืน (Sustainable Green University) นั้น ยังสอดคล้องกับเป้าหมายของการพัฒนาความยั่งยืนแห่งสหประชาชาติ (Sustainable Development Golds : SDGs) ที่ได้ประกาศว่าเป็นศตวรรษแห่งการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยมีข้อเสนอว่า มหาวิทยาลัยนั้นจะต้องมีบทบาทเป็นแหล่งเรียนรู้ ค้นคว้างานวิจัย ในเรื่องของการพัฒนาที่ยั่งยืน และมหาวิทยาลัยควรเป็นผู้นำด้านการบูรณาการ แก้ไขปัญหา และแนวทางในการปฏิบัติที่ดีด้านสิ่งแวดล้อม (Madre, 2005)

โดยแนวความคิดมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืนนั้น เกิดขึ้นเพื่อสร้างจิตสำนึกให้แก่ อาจารย์ นักศึกษาและบุคลากร ให้หันมาใส่ใจสภาพแวดล้อมและพลังงาน มีส่วนช่วยลดปริมาณของเสียและขยะเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยอันจะนำไปสู่การจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน บวกกับกระแสการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นแนวโน้มที่หลายประเทศได้ให้ความสำคัญและมีแนวโน้มที่จะศึกษาหลักการของการพัฒนาอย่างยั่งยืนเพิ่มมากขึ้น โดยเริ่มจากการปลูกฝังจิตสำนึกให้มีความรับผิดชอบต่อสังคม (นิเทศ สนั่นนารี และคณะ, 2561)

ในประเทศไทยมีผู้ให้ความหมายของมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) เอาไว้ว่า มหาวิทยาลัยสีเขียว หมายถึงมหาวิทยาลัยที่มีการบริหารจัดการที่ดี เพื่อให้มีประสิทธิภาพ ภายใต้แนวความคิดการมีส่วนร่วม ในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมและการประหยัดพลังงาน มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า รวมถึงส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนที่มีการบูรณาการด้านการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมเข้าไปในการเรียน การสอน งานวิจัย และในทุกๆกิจกรรมของมหาวิทยาลัย เพื่อเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ อันจะทำให้เกิดผลดีต่อชุมชนและสังคมภายนอกได้ (คุณธรรม สันติธรรม, 2548)

จากการศึกษางานวิจัยนั้นพบว่า ในต่างประเทศมีการดำเนินการด้านการพัฒนามหาวิทยาลัยสีเขียวกันอย่างแพร่หลาย ดังเช่นในประเทศสหรัฐอเมริกา มหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงในระดับโลก ที่ได้ดำเนินการตามแนวคิดมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืน เช่น มหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด (Harvard University) ได้ดำเนินการด้านมหาวิทยาลัยสีเขียวมาเป็นเวลามากกว่า 10 ปี โดยมี

เป้าหมายที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศโลกที่เกิดจากภายในมหาวิทยาลัยได้ถึงร้อยละ 30 ในช่วงปี ค.ศ. 2006-2016 โดยมีแนวทางที่นำมาใช้ก็คือ การวางระบบในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักศึกษาและบุคลากร ให้มีจิตสำนึกในสิ่งแวดล้อมและพลังงานเพิ่มมากขึ้น ผ่านกิจกรรมและหลักสูตรการเรียน ตลอดจนจัดกิจกรรมพิเศษเพื่อสร้างจิตสำนึกในทุกภาคเรียน โดยการควบคุมของสำนักงานเพื่อความยั่งยืนของฮาร์วาร์ด (The Harvard Office for Sustainability หรือ OFS) ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่เป็นตัวกลางในการผลักดันด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน โดยที่ผ่านมามหาวิทยาลัยนั้น ได้ถูกการจัดอันดับให้เป็นมหาวิทยาลัยที่ได้คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในประเทศสหรัฐอเมริกา (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศักดิ์, 2554) ในงานวิจัยของภูมิภาคเอเชียที่มีการดำเนินการด้านมหาวิทยาลัยสีเขียว อย่างมหาวิทยาลัยโตเกียว (The University of Tokyo) โดยงานวิจัยของโยชิดะ (2017) ได้กล่าวถึงการจัดการด้านพลังงานนั้น ว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดำเนินการมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยพิจารณาในหลายปัจจัยเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพของพลังงาน เช่น ค่าไฟฟ้า การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน และกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัย โดยดำเนินการวิจัยด้วยแบบสอบถามวัดระดับความรู้ของนักศึกษาในมหาวิทยาลัย ว่ามีความรู้ด้านการใช้พลังงานและประสิทธิภาพการใช้พลังงานมากเพียงใด ซึ่งภายในมหาวิทาลัยนั้นมีอาคารที่มีการใช้งานที่หลากหลายประเภท ผลของการวิจัยทำให้ทราบว่าความรู้ของนักศึกษาด้านการใช้พลังงานไม่ได้ถูกผลักดันให้เกิดผลกระทบต่อการประหยัดพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งการใช้พลังงานนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่จะเสริมสร้างกลยุทธ์ที่เพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนในมหาวิทยาลัยได้

จากแนวความคิดด้านมหาวิทยาลัยยั่งยืนและแนวคิดของการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวที่มหาวิทยาลัยในต่างประเทศได้ดำเนินการไปแล้วนั้น สถาบันอุดมศึกษาหลายแห่งในประเทศไทยเริ่มมีการรณรงค์ให้อาจารย์ นักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัยนั้นตระหนักถึงการรักษาสิ่งแวดล้อมและลดการใช้พลังงานให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งมีเป้าหมายที่จะพัฒนา เพื่อส่งเสริมให้อาจารย์ นักศึกษาและบุคลากร รักษาสิ่งแวดล้อมและลดการใช้พลังงาน โดยการมีส่วนร่วมกับโครงการมหาวิทยาลัยสีเขียว ตลอดจนการสร้างจิตสำนึกกับสิ่งแวดล้อมและการลดใช้พลังงาน เพื่อคุณภาพที่ดีของนิสิตนักศึกษา บุคลากร รวมไปถึงชุมชน สังคม และประเทศชาติ โดยมุ่งเน้นการจัดการสิ่งแวดล้อมทั้งในด้านทรัพยากร ด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้านของเสียและมลพิษ และด้านของ

มนุษย์และสังคม เพื่อเป็นแบบอย่างของสถาบันอุดมศึกษาที่ดีต่อสังคมที่มีความใส่ใจด้านสิ่งแวดล้อม และได้รับการยอมรับในระดับประเทศและนานาชาติ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2555)

ปัจจุบันการจัดอันดับมหาวิทยาลัยลัยสีเขียว ที่มีการแข่งขันเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน ก่อตั้งโดยมหาวิทยาลัยอินโดนีเซีย ที่ริเริ่มการจัดอันดับขึ้นในปี ค.ศ.2010 โดยการจัดอันดับของสถาบันอุดมศึกษามีองค์กรที่จัดทำหลักเกณฑ์ของการประเมินความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว ใช้ชื่อองค์กรที่รู้จักกันในนาม หลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World) จัดทำโดย University Indonesia (UI) ประเทศอินโดนีเซีย ทำการจัดอันดับเพื่อให้คะแนนของประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน จากการหาข้อมูลของการให้คะแนนในปี 2018 พบว่า มีมหาวิทยาลัยเข้าร่วมถึง 780 แห่งทั่วโลกและมีมหาวิทยาลัยในประเทศไทยที่เข้าร่วม 37 แห่งทั่วประเทศ โดยมหาวิทยาลัยในประเทศไทยส่วนใหญ่จะมีคะแนนระหว่าง 901 ถึง 1200 คะแนน ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับกลางของคะแนนในเกณฑ์นี้ (UI Green metric World Ranking, 2019)

หลักเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพทางความยั่งยืนของมหาวิทยาลัย โดยมีหลักในการประเมินมหาวิทยาลัยใน 6 ด้านคือ 1) ด้านที่ตั้งและโครงสร้างพื้นฐาน (Setting and Infrastructure) หมายถึงพื้นที่ตั้งภายในมหาวิทยาลัย การเพิ่มพื้นที่สีเขียว และสภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย 2) ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Energy and Climate Change) ประเมินจากกิจกรรมหรือโครงการที่ลดการใช้พลังงาน เลือกใช้พลังงานทดแทน และลดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ 3) การจัดการของเสีย (Waste) ประเมินด้านการจัดการขยะและการแยกขยะตามประเภท 4) การจัดการน้ำ (Water) มีเป้าหมายเพื่อการอนุรักษ์น้ำและการบำบัดน้ำให้นำกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 5) ระบบขนส่ง (Transportation) คือความพยายามในการลดใช้ยานพาหนะที่ปล่อยมลพิษ สนับสนุนให้ใช้การเดินทางโดยจักรยานและการเดินเท้า และข้อสุดท้าย 6) การศึกษาและงานวิจัย (Education and Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มหาวิทยาลัยมีการจัดการเรียนการสอนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม (คุณธรรม สันติธรรม ,2005)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

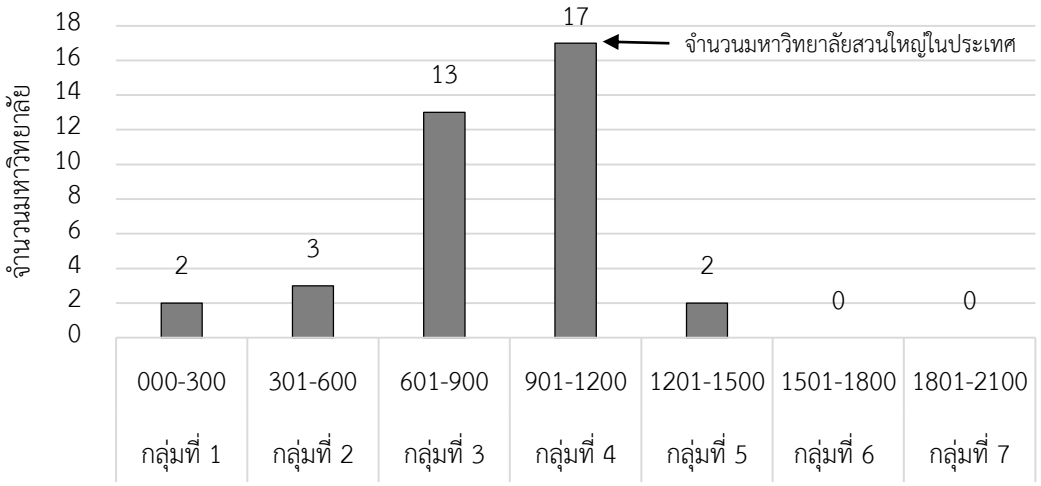
ตารางที่ 1.1 เกณฑ์การให้คะแนน ของ UI Green Metric World 2019

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	ร้อยละ
1	ที่ตั้งและโครงสร้างพื้นฐาน (SI)	1500	15%
2	พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (EC)	2100	21%
3	การจัดการของเสีย (WC)	1800	18%
4	การจัดการน้ำ (WR)	1000	10%
5	ระบบขนส่ง (TR)	1800	18%
6	การศึกษาและงานวิจัย (ED)	1800	18%

(ที่มา : UI Green Metric World Ranking, 2019)

การให้คะแนนหัวข้อต่าง ๆ จะมีการให้คะแนนที่แตกต่างกันไป โดยหัวข้อที่มีการให้ค่าน้ำหนักคะแนนมากที่สุดคือ หัวข้อที่ 2 การใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Energy and Climate Change) โดยมีค่าน้ำหนักคะแนนอยู่ที่ 2,100 คะแนน ซึ่งในหัวข้อนี้องค์การจัดอันดับจะให้ความสำคัญต่อค่าคะแนนมากที่สุด เนื่องจากพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศเป็นส่วนหนึ่งของปัญหาของภาวะโลกร้อนภายในมหาวิทยาลัย อันเกิดจากการใช้พลังงานภายในอาคารที่มีการใช้พลังงานในหลากหลายรูปแบบของการเรียนการสอน การใช้พลังงานต่างๆเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานนั้น นอกเหนือจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและช่วยลดภาระการนำเข้าเชื้อเพลิงด้านพลังงานจากต่างประเทศเป็นจำนวนมหาศาลต่อปีแล้ว ยังสามารถลดภาระค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานภายในมหาวิทยาลัยได้ โดยประโยชน์ของการดำเนินการมหาวิทยาลัยสีเขียวนั้น สามารถช่วยเหลือสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากการใช้พลังงาน ดังเช่น การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ส่งผลกระทบรุนแรงกับสภาพแวดล้อมและธรรมชาติของโลก โดยปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศนี้ก็ยังส่งผลต่อคุณภาพด้านสุขภาพของประชาชน ดังนั้นแล้วการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ถือเป็นภารกิจที่มหาวิทยาลัยต่างๆควรดำเนินการเพื่อเป็นตัวอย่างในการขับเคลื่อนเพื่อสังคมที่ดีได้ (ภาคภูมิ วินิจสอน, 2561) โดยมหาวิทยาลัยในประเทศไทยส่วนใหญ่จะมีจะอยู่ในกลุ่มที่ 4 ระหว่าง 901 ถึง 1200 คะแนน ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงระดับกลางของคะแนนในเกณฑ์นี้ดังที่แสดงในภาพที่ 1.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 1.1 แผนภูมิกลุ่มช่วงคะแนนมหาวิทยาลัยไทยหัวข้อพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของหลักเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียว (ที่มา : http://greenmetric.ui.ac.id, 2019)

ประเด็นในการจัดการด้านการใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศนั้น เป็นหัวข้อที่มีการให้น้ำหนักคะแนนมากที่สุดในเกณฑ์การจัดอันดับนี้ ซึ่งในหัวข้อที่สองนี้ได้นิยามตัวชี้วัดการให้คะแนนไว้หลายประการและตระหนักในเรื่องการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน การดำเนินการด้านอาคารอัจฉริยะ นโยบายการใช้พลังงานทดแทน การใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของมหาวิทยาลัย โครงการอนุรักษ์พลังงาน องค์ประกอบของอาคารสีเขียว และโครงการเพื่อการลดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เช่น นโยบายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากตัวชี้วัดเหล่านี้องค์กรการจัดอันดับเกณฑ์การประเมิน มีความคาดหวังว่ามหาวิทยาลัยจะเพิ่มความพยายามและประสิทธิภาพในการใช้พลังงานและใส่ใจเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศมากขึ้น โดยในด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศนี้ มีการให้คะแนนในหัวข้อย่อยต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม (Energy efficient appliances usage) คือ การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน อุปกรณ์ส่องสว่าง และเครื่องปรับอากาศประหยัดไฟซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐานจากองค์กรที่มีความหน้าเชื่อถือทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2) พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย (Smart building implementation) โดยอาคารอัจฉริยะในที่นี้หมายถึง การใช้เทคโนโลยีเครือข่ายในระบบประมวลผลที่ติดตั้งภายใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อาคารเพื่อดูแลและควบคุมองค์ประกอบต่างๆในอาคาร เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับงานระบบอาคารกับผู้ดูแลอาคาร

3) พลังงานหมุนเวียนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย (Number of renewable energy sources in campus) ประเมินจากพลังงานหมุนเวียนที่มีในมหาวิทยาลัย เพื่อระบุความสามารถในการผลิตไฟฟ้า

4) ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด (The total electric usage divided by total campus population) โดยการระบุพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในช่วงระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh)

5) อัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี (The ratio of renewable energy production divided by total energy usage per year) โดยให้คิดจากสัดส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนต่อการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี

6) องค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด (Element of green building implementation as reflected in all construction and renovation policies) เป็นการระบุข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของการดำเนินงานอาคารสีเขียว ซึ่งแสดงให้เป็นนโยบายของการก่อสร้างและปรับปรุงอาคารในมหาวิทยาลัย

7) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emission reduce program) มีความมุ่งหมายเพื่อประเมิน สถานะภาพปัจจุบันของมหาวิทยาลัยในการดำเนินงานในโครงการที่ช่วยลดก๊าซเรือนกระจก

8) ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด (The total carbon footprint divided by total campus population) ในหัวข้อนี้หลักเกณฑ์การประเมินมีความพยายามที่จะลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ อาจารย์ นักศึกษา และเจ้าหน้าที่จากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนภายในมหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 สัดส่วนการให้คะแนน หัวข้อที่ 2 การใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

ลำดับ	เกณฑ์การประเมินด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาภูมิอากาศ	คะแนน	ร้อยละ
EC 1	การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม	200	9.52%
EC 2	พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย	300	14.28%
EC 3	พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย	300	14.28%
EC 4	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด	300	14.28%
EC 5	อัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี	200	9.25%
EC 6	องค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด	300	14.28%
EC 7	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	200	9.52%
EC 8	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชาการทั้งหมด	300	14.28%

(ที่มา : UI Green Metric World Ranking, 2019)

ปัจจุบันสถาบันระดับอุดมศึกษาหลายแห่งของประเทศไทย กำลังดำเนินการด้านการจัดการผลกระทบจากปัญหาพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ดังเช่นในมหาวิทยาลัยใหญ่ ๆ หลายมหาวิทยาลัย ได้เริ่มจัดตั้งโครงการมหาวิทยาลัยสีเขียวอย่างยั่งยืนโดยการจัดทำกิจกรรมเพื่อรณรงค์ต่อการเกิดภาวะโลกร้อนและสนับสนุนให้ผู้บริหารมีนโยบายในการจัดการด้านมหาวิทยาลัยสีเขียวเพิ่มมากขึ้น อาทิเช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นต้น แต่ ณ ปัจจุบันมหาวิทยาลัยขนาดเล็กอื่น ๆ ก็ได้กำลังดำเนินการด้านการพัฒนามหาวิทยาลัยสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว แต่ในการพัฒนานั้นยังไม่เป็นรูปธรรมเท่าที่ควร ตามแต่นโยบายของมหาวิทยาลัยจะผลักดันในด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืน โดยงานวิจัยฉบับนี้นั้นมุ่งเน้นไปที่ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ อันเนื่องมาจากผลกระทบของการใช้พลังงานที่ส่งผลต่อสภาพอากาศเป็นหัวข้อที่มีการให้คะแนนมากที่สุดของหลักเกณฑ์การประเมิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากปัญหาด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศนั้นก็ยังคงเป็นปัญหาใหญ่ต่อสถาบันอุดมศึกษา เมื่อมีการใช้พลังงานที่มากขึ้นจึงส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้น งานวิจัยนี่จึงต้องการจะเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา เพราะมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาเป็นมหาวิทยาลัยขนาดเล็กที่กำลังเริ่มดำเนินการโครงการมหาวิทยาลัยสีเขียว แต่ยังหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้านพลังงานยังไม่ถูกต้องและชัดเจน ดังนั้นเพื่อเป็นตัวอย่างในการเพิ่มประสิทธิภาพทางทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลง

สภาพอากาศของมหาวิทยาลัยที่กำลังเริ่มดำเนินการสำหรับมหาวิทยาลัยอื่น ๆ โดยเก็บข้อมูลตามหลักเกณฑ์ในการประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียวเพื่อนำไปสู่การจัดตั้งงบประมาณในการดำเนินงานด้านความยั่งยืนทางพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศให้เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุน รวมถึงประเมินประสิทธิภาพก่อนการดำเนินการและหลังดำเนินการว่ามีคะแนนตามหลักเกณฑ์ประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World Ranking) เพิ่มขึ้นเพียงใด และสามารถนำวิธีการและแนวทางดังกล่าวนี้ไปประยุกต์ใช้ต่อมหาวิทยาลัยอื่นๆที่ต้องการจะเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อประเมินประสิทธิภาพทางความยั่งยืน ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Energy and Climate change) ต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

1.2.2 เพื่อศึกษาผลที่ได้รับจากการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืน ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Energy and Climate change) ต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

1.2.3 เพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Energy and Climate change) ต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียวจาก เกณฑ์มหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World University Ranking) ในหัวข้อที่ 2 ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เท่านั้น

1.3.2 ศึกษากรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา เท่านั้น

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1.4.2 ศึกษาบริบทและสำรวจ เก็บข้อมูลการใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และอื่นๆ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

1.4.3 ศึกษาวิจัยนำร่อง (Pilot Study)

1.4.4 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

1.4.5 สังเคราะห์ข้อมูล สรุปผลและเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Energy and Climate change) ต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

1.5.2 ทราบถึงงบประมาณและความคุ้มค่าในการดำเนินการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืน ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Energy and Climate change) ต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

1.5.3 ทราบถึงการเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพทางความยั่งยืน ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Energy and Climate change) ต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา โดยวัดค่าจากค่าคะแนนที่สูงขึ้นตาม หลักเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World University Rankings)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกรณี มหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลาง กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการศึกษาในงานวิจัยดังนี้

2.1 การศึกษาทฤษฎี นิยาม และแนวความคิดด้านความยั่งยืน ที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัย

2.1.1 การศึกษานิยามทางความยั่งยืน

2.1.2 การศึกษานิยามมหาวิทยาลัยยั่งยืน สีเขียว

2.1.3 การดำเนินการมหาวิทยาลัยยั่งยืนในประเทศไทย

2.1.4 การดำเนินการมหาวิทยาลัยยั่งยืนในต่างประเทศ

2.2 การศึกษาหลักเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ใช้ในการประเมินมหาวิทยาลัย

2.2.1 การประเมินตัวชี้วัดของหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World Ranking)

2.2.2 ข้อมูลหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวในประเทศไทย

2.3 การศึกษาหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

2.3.1 การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม

2.3.2 พื้นที่อาคารอัจฉริยะ

2.3.3 พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย

2.3.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากร

2.3.5 อัตราส่วนพลังงานหมุนเวียนหารด้วยพลังงานทั้งหมดต่อปี

2.3.6 องค์ประกอบของคารเขียวที่ดำเนินการตามนโยบายของการก่อสร้างและการปรับปรุง

2.3.7 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.3.8 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4 การศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ

2.4.1 ภารกิจและความคาดหวังของสังคมต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏ

2.4.2 ทิศทางการตอบสนองต่อภารกิจ

2.4.3 ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏ

2.1 การศึกษาทฤษฎี นิยาม และแนวคิดด้านความยั่งยืนที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัย

2.1.1 การศึกษานิยามทางความยั่งยืน

ในอดีตองค์การสหประชาชาติให้ความสนใจเรื่องการพัฒนาอย่างยั่งยืนมาตั้งแต่ ช่วงปี พ.ศ. 2515 โดยมีการจัดการประชุมเรื่องสิ่งแวดล้อมในระดับโลกขึ้นเป็นครั้งแรก ที่กรุงสต๊อกโฮมประเทศสวีเดน และในปี พ.ศ.2526 ได้จัดตั้งคณะกรรมาธิการโลกในเรื่อง สิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (World Commission on Environment and Development) เพื่อทำการศึกษาเรื่อง การสร้างความสมดุลระหว่างสิ่งแวดล้อมกับการพัฒนา และต่อมาได้เผยแพร่เอกสารชื่อ Our Common Future เรียกร้องให้ชาวโลกเปลี่ยนแปลงวิธีการดำเนินชีวิตที่ฟุ่มเฟือย เพื่อให้มีการพัฒนาที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม เอกสารฉบับนี้มีส่วนสำคัญต่อการประชุมสุดยอดของโลก หรือ Earth Summit ที่กรุงริโอเดอะจาเนโร ประเทศบราซิล เมื่อปี พ.ศ. 2535 ซึ่งในการประชุมมีเอกสารประกอบการประชุมคือ Bruntland Report ที่ได้ให้ความหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืน

คณะกรรมาธิการโลกว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (The World Commission on Environment and Development) ได้ให้ความหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) ไว้ในหนังสือ Our Common future (Bruntland, 1987) ไว้ว่า การพัฒนาอย่างยั่งยืนคือการพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการในปัจจุบันโดยไม่ริดรอนความสามารถในการตอบสนองความต้องการของผู้คนในรุ่นหลัง

คอร์สัน (Corson, 1990) ได้กล่าวไว้ในคู่มือนิเวศวิทยาของโลกว่า การพัฒนาเพื่อความยั่งยืนคือแนวคิดที่ตอบสนองต่อความต้องการของประชากรในปัจจุบัน โดยจะต้องไม่ทำร้ายสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรทางธรรมชาติในอนาคต ดังนั้น การพัฒนาที่ยั่งยืนคือองค์รวมของการบูรณาการ โดยมีองค์ประกอบที่สัมพันธ์กันอย่างสมดุล อาทิเช่น กิจกรรมทางด้านเศรษฐกิจที่จะต้องสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม

ในประเทศไทยได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ที่บอกถึงนิยามและความหมายของความยั่งยืนอาทิเช่น ดร.ปิยะพันธ์ ทยานิธิ ได้ให้ความหมายของความยั่งยืนหมายถึง ความสามารถในการดำรงสภาพอยู่ได้ต่อไปยังอนาคต ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัด ตามวงจรการเปลี่ยนแปลงทั้งหลายทั้งภายในและภายนอก โดยมี 3 องค์ประกอบเป็นเงื่อนไขที่สำคัญและจำเป็น ซึ่งต่างเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ เกี่ยวโยง และวนเวียนกันเป็นกลไกควบผสมเรียกว่า วงจรความยั่งยืน เรื่อยไปเป็นเวลายาวนาน ด้วยความขยันหมั่นเพียร วิริยะอุตสาหะ อดทนอดกลั้น (ปิยะพันธ์ ทยานิธิ, 2559)

ในส่วนองค์กรต่าง ๆ ในประเทศไทยได้ให้ความหมายของความยั่งยืน ดังเช่น องค์กรตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ได้ให้ความหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืนคือ สิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงบทบาทที่สำคัญของธุรกิจว่านอกจากจะสร้างสรรค์การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจแล้ว ยังสามารถเกื้อหนุนสังคมและสิ่งแวดล้อมให้พัฒนาและเติบโต ควบคู่กันอย่างสมดุลไปพร้อมๆกัน (อนันตชัย ยูรประถม, 2558)

และยังมีกลุ่มเคลือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืน ได้ให้ความหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืนเอาไว้ว่าการพัฒนายั่งยืนนั้น หมายถึง การพัฒนาอย่างสมดุล โดยพยายามให้เกิดการพัฒนาอย่างบูรณาการขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม เกิดการประสานกันจนครบองค์ประกอบ และมีดุลยภาพ ซึ่งทำให้เกิดสภาพที่เรียกได้ว่า สภาวะยั่งยืน ซึ่งปัจจุบันทุกภาคส่วนให้ความสำคัญต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้วยกับพื้นฐานด้านความคิดที่มีความต้องการให้เกิดภาวะอันยั่งยืน ในแง่ของ ทรัพยากรธรรมชาติ การพัฒนาเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน และภาวะคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของมนุษย์ ซึ่งจะส่งผลดีต่อมวลมนุษยชาติในรุ่นต่อไปในอนาคตได้ (SUNThailand, 2017)

ในทุกๆคำนิยามและความหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืนนั้น มีเป้าหมายเดียวกันก็คือการปรับปรุงคุณภาพชีวิตมนุษย์ภายใต้ศักยภาพของระบบนิเวศวิทยาของโลก โดยการพัฒนาที่ยั่งยืนจึงมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ อันได้แก่ องค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ส่วนประกอบทั้งสามนี้จะมีความเชื่อมโยงและมีความสัมพันธ์กัน โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาเพื่อความยั่งยืน ดังแนวคิดของ Edward Barbier (2019) ที่กล่าวว่า การพัฒนาที่ยั่งยืนคือ การบรรลุเป้าหมายทั้ง 3 องค์ประกอบให้ได้ดีที่สุด และโดยที่สังคมไม่สามารถบรรลุเป้าหมายที่สูงสุดในทุกส่วนประกอบได้ จึงจำเป็นที่จะต้องยอมลดเป้าหมายในบางองค์ประกอบ เพื่อให้เป้าหมายในองค์ประกอบอื่นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดลำดับความสำคัญระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ว่าจะให้

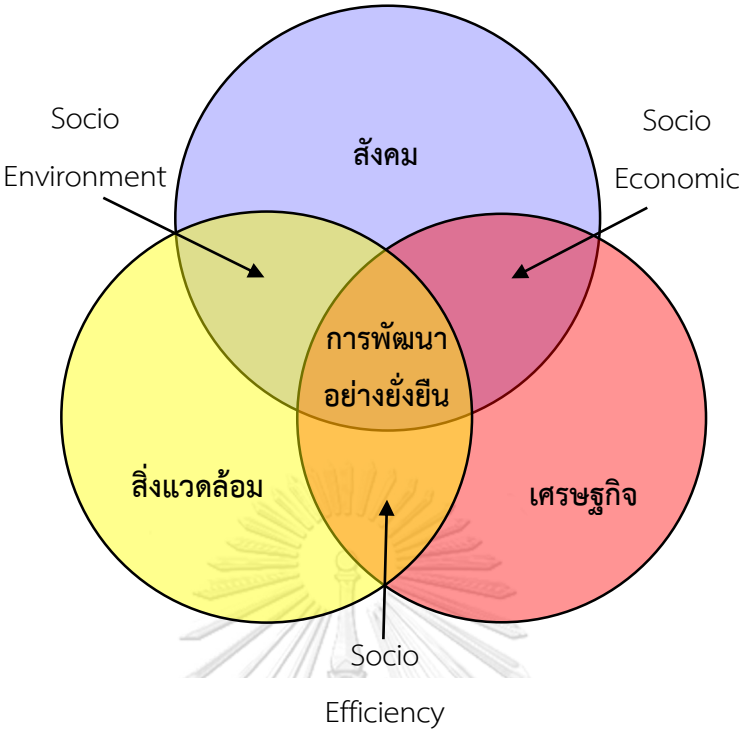
องค์ประกอบใด มีลำดับความสำคัญที่สูงกว่าองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ถ้าให้ลำดับความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจเป็นอันดับแรก ก็อาจจะต้องลดความสำดัญด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม (Barbier, 2019) โดยได้อธิบายถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบดังนี้

1) องค์ประกอบด้านเศรษฐกิจ คือ สังคมจะต้องสร้างความเจริญเติบโตและสามารถทำให้มีกระแสรายได้ที่เหมาะสม ในขณะที่ยังคงรักษาไว้ซึ่งต้นทุนที่มนุษย์สร้างขึ้นมา โดยมีเป้าหมายขั้นพื้นฐานของระบบเศรษฐกิจ 3 ประการคือ 1.การเพิ่มขึ้นในการผลิตสินค้าและบริการ 2.การตอบสนองความจำเป็นขั้นพื้นฐานของประชาชน หรือการลดปัญหาจากความยากจน และ 3.การกระจายรายได้ที่เป็นธรรม

2) องค์ประกอบด้านสังคม คือ การพัฒนาที่ยั่งยืนต่อสังคมจะต้องวางรากฐาน อยู่บนหลักการ 2 ข้อ คือ หลักความยุติธรรมและหลักความเท่าเทียมกัน เช่น การได้รับอาหาร การบริการสาธารณะสุข การได้รับการศึกษา การมีที่อยู่อาศัย และการได้รับโอกาส โดยยุติธรรมและเท่าเทียมกันในสังคม

3) องค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม คือ การใช้ทรัพยากรที่ยั่งยืน การรักษาไว้ซึ่งต้นทุนของธรรมชาติ เช่น ป่าไม้ แม่น้ำ แร่ธาติ และพลังงาน อันเป็นสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ ที่ควรดำรงอยู่ และส่งผลให้ส่วนประกอบทางเศรษฐกิจ และสังคม สามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีความเสถียรภาพของระบบนิเวศน์ภายในโลกอย่างดุลยภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของการพัฒนาที่ยั่งยืน

(ที่มา : การพัฒนาที่ยั่งยืน https://www.stou.ac.th/stouonline, 2019)

ในส่วนขององค์การสหประชาชาติมีการกำหนดเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ โดยเริ่มต้นจากการประชุมสหประชาชาติ ครั้งที่ 2 ณ กรุงริโอเดอจาเนโร ประเทศบราซิล ในปี 1992 มีประเทศต่าง ๆ ร่วมกันประชุมในหัวข้อที่ว่าด้วยเรื่องสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา โดยเห็นชอบให้ประกาศหลักการด้านสิ่งแวดล้อม และแผนปฏิบัติการ 21 (Agenda 21) สำหรับศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นแผนแม่บทของโลกในการดำเนินการพัฒนาอย่างยั่งยืน ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งในเวลาต่อมาได้มีการจัดทำเป้าหมายการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ (Millennium Development Goals: MDGs) จำนวน 8 เป้าหมาย โดยใช้ระยะเวลา 15 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2543 – 2558 (คศ.2000 – 2015) ได้แก่

เป้าหมายที่ 1 ขจัดความยากจนและความหิวโหย

เป้าหมายที่ 2 ให้เด็กทุกคนได้รับการศึกษาในระดับประถมศึกษา

เป้าหมายที่ 3 ส่งเสริมบทบาทสตรีและความเท่าเทียมกันทางเพศ

เป้าหมายที่ 4 ลดอัตราการตายของเด็ก

เป้าหมายที่ 5 พัฒนาสุขภาพสตรีมีครรภ์

เป้าหมายที่ 6 ต่อสู้โรคเอดส์ มาลาเรีย และโรคสำคัญอื่นๆ

เป้าหมายที่ 7 รักษาและจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

เป้าหมายที่ 8 ส่งเสริมการเป็นหุ่นส่วนเพื่อการพัฒนาในประชาคมโลก

ในปัจจุบัน MDGs ได้สิ้นสุดการดำเนินการลงแล้ว และประสบความสำเร็จทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ และเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของการพัฒนาอย่างยั่งยืน องค์การสหประชาชาติจึงได้กำหนดเป้าหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืนขึ้นใหม่โดยใช้การพัฒนาภายใต้กรอบความคิดในมิติใหม่ ได้แก่ มิติทางด้านเศรษฐกิจ มิติทางด้านสังคม และมิติทางด้านสิ่งแวดล้อมให้มีความเชื่อมโยงกัน โดยเรียกว่า เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน หรือ Sustainable Development Goals (SDGs) โดยการประชุมดังกล่าว เกิดขึ้นเมื่อเดือนกันยายน พ.ศ.2558 โดยมีผู้นำต่างๆจากประเทศสมาชิก 193 ประเทศ รวมถึงผู้นำจากประเทศไทยพร้อมทั้งคณะ เข้าร่วมการประชุมสมัชชาสหประชาชาติสมัยสามัญ ครั้งที่ 70 นี้ ซึ่งหัวข้อของการประชุมในครั้งนั้นคือ การพัฒนาที่ยั่งยืน รวมทั้งผู้นำจากประเทศต่างๆได้ลงนาม เอกสารเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนหลังปี พ.ศ.2558 (2015)

เป้าหมายสำหรับการพัฒนาที่ยั่งยืนของโลกในอีก 15 ปี ข้างหน้า โดยเริ่มตั้งแต่ เดือนกันยายน ปี พ.ศ.2558 (2015) ไปจนถึง เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ.2573 (2030) โดยใช้ระยะเวลาในการดำเนินการ 15 ปี ซึ่งประกอบไปด้วย 17 เป้าหมาย 169 จุดประสงค์ ซึ่งมีเป้าหมายที่ตั้งไว้ดังต่อไปนี้

เป้าหมายที่ 1 ขจัดความจนในทุกรูปแบบและทุกที่

เป้าหมายที่ 2 ขจัดความหิวโหย บรรลุเป้าหมายความมั่นคงทางอาหาร ปรับปรุงโภชนาการและสนับสนุนการทำเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน

เป้าหมายที่ 3 สร้างหลักประกันให้คนมีชีวิตที่มีคุณภาพ และส่งเสริมสุขภาวะที่ดีของคนทุกเพศ ทุกวัย

เป้าหมายที่ 4 สร้างหลักประกันให้การศึกษามีคุณภาพอย่างเท่าเทียมและครอบคลุม รวมถึงการส่งเสริมโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิตสำหรับทุกคน

เป้าหมายที่ 5 บรรลุความเท่าเทียมกันระหว่างเพศ และส่งเสริมความเข้มแข็งให้แก่เด็กและสตรี

เป้าหมายที่ 6 สร้างหลักประกันการมีน้ำใช้ มีการบริหารจัดการน้ำ และสุขาภิบาลอย่างยั่งยืนสำหรับทุกคน

เป้าหมายที่ 7 สร้างหลักประกันให้ทุกคนสามารถเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ในราคาที่ย่อมเยา และยั่งยืน

เป้าหมายที่ 8 ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่ยั่งยืน และครอบคลุม และการจ้างงานเต็มอัตรา และงานที่มีคุณค่าสำหรับทุกคน

เป้าหมายที่ 9 สร้างโครงสร้างพื้นฐานที่มีความต้านทานและยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ครอบคลุมและยั่งยืน และส่งเสริมนวัตกรรม

เป้าหมายที่ 10 ลดความเหลื่อมล้ำ และความไม่เท่าเทียม

เป้าหมายที่ 11 ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความปลอดภัยโดยมีความต้านทานและความยืดหยุ่น ต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างครอบคลุมและยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป้าหมายที่ 12 สร้างหลักประกันให้มีแบบแผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน

เป้าหมายที่ 13 ดำเนินการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบ

เป้าหมายที่ 14 อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเล มหาสมุทร และทรัพยากรทางทะเลอื่นๆ อย่างยั่งยืน

เป้าหมายที่ 15 ปกป้องฟื้นฟูและส่งเสริมการใช้ระบบนิเวศทางบกอย่างยั่งยืน การบริหารจัดการป่าไม้ที่ยั่งยืน และต่อต้านการแปรสภาพการเป็นทะเลทราย หยุดยั้งการเสื่อมโทรมของดินและฟื้นฟูสภาพดินและรวมถึงการหยุดยั้งการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

เป้าหมายที่ 16 สนับสนุนสังคมที่สงบสุขที่ครอบคลุมถึงการพัฒนาที่ยั่งยืน จัดให้มีการเข้าถึงความยุติธรรมสำหรับทุกคน และสร้างสถาบันที่มีประสิทธิภาพ มีความรับผิดชอบ และมีความครอบคลุมในทุกระดับ

เป้าหมายที่ 17 เสริมสร้างความแข็งแกร่งของกลไกการดำเนินงานและฟื้นฟูหุ้นส่วนความร่วมมือระดับโลกเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

2.1.2 ความหมายของมหาวิทยาลัยยั่งยืน

มหาวิทยาลัยยั่งยืน (Sustainable University) เริ่มจากการบริหารและการจัดการขึ้นภายในสถาบันอุดมศึกษาเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภายในศตวรรษที่ 21 โดยมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) มีเป้าหมายที่จะสร้างดุลยภาพให้เกิดขึ้นภายในองค์กรซึ่งประกอบกันด้วย 3 มิติ อันได้แก่ มิติเชิงเศรษฐกิจ (Economic) มิติด้านสิ่งแวดล้อม (Ecology) และด้านสังคม (Social) โดยมีความคาดหวังว่าจะก่อให้เกิดความเท่าเทียมกันภายในสังคม (Equity) ประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร (Efficient) และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น (Quality of Life) (กิติกร จามรดุสิต, 2563)

ด้านศาสตราจารย์ ดร.ตรึงใจ บูรณสมภพ ได้ให้ความหมายของมหาวิทยาลัยสีเขียวไว้ว่า มหาวิทยาลัยสีเขียวคือมหาวิทยาลัยที่มีการบริหารจัดการที่ดีมีส่วนร่วมในการใช้ประโยชน์ของพื้นที่สีเขียว หรือการใช้ที่ดินอย่างคุ้มค่า การดูแลรักษาสภาพแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรและพลังงาน การใช้พลังงานทดแทน การส่งเสริมคุณภาพชีวิตของนักศึกษา อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ การสร้างความปลอดภัยของนักศึกบุคลากรของสถาบันอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถที่จะส่งเสริมสภาพเศรษฐกิจของสถาบันการศึกษาและบริบทของชุมชนโดยรอบ (ตรึงใจ บูรณสมภพ, 2546) โดยนิยามของความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวนั้นเป็นส่วนหนึ่งของความเป็นมหาวิทยาลัยแห่งความยั่งยืน (Sustainability University) ซึ่งหมายถึง มหาวิทยาลัยที่มีสภาพแวดล้อมและเป็นมหาวิทยาลัยที่ประสบผลสำเร็จในด้านเศรษฐกิจ และการบริหารงบประมาณจากการอนุรักษ์พลังงานและทรัพยากร การลดปริมาณขยะและของเสียที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย การจัดการสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อที่จะคำนึงถึงสังคมที่มีความยั่งยืนไปสู่ชุมชนอื่น ในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ และระดับนานาชาติ

2.1.3 การดำเนินการมหาวิทยาลัยยั่งยืนในประเทศไทย

การศึกษาด้านแนวคิดของมหาวิทยาลัยยั่งยืนหรือมหาวิทยาลัยสีเขียว ในปัจจุบันได้มีสถาบันอุดมศึกษาหลายแห่งได้ดำเนินการและรณรงค์ให้ อาจารย์ บุคลากรเจ้าหน้าที่ และนักศึกษาร่วมกันรักษาสภาพแวดล้อมที่เป็นมิตรต่อธรรมชาติ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2555) อาทิเช่น ได้ดำเนินการด้านนโยบายสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย โดยมุ่งมั่นที่จะพัฒนา ส่งเสริม คุณภาพสิ่งแวดล้อม และการมีส่วนร่วมของประชากรภายในมหาวิทยาลัย ตลอดจนการสร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของนิสิตและนักศึกษา ตลอดจนบุคลากรและชุมชนโดยรอบของมหาวิทยาลัย โดยมุ่งเน้นการจัดการสิ่งแวดล้อมโดยมุ่งเน้นในมิติทางด้านทรัพยากร มิติทางด้านเทคโนโลยีของสิ่งแวดล้อม มิติของเสียและมลพิษ และมิติของมนุษย์และสังคม เพื่อให้เป็นแบบอย่างของสถาบันชั้นนำในประเทศไทยที่มีความใส่ใจด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งการดำเนินการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีนโยบายในการดำเนินการดังนี้

2.1.3.1 การปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพ รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เพื่อเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.1.3.2 การส่งเสริมเพื่อลดการใช้พลังงานและการใช้พลังงานทดแทนภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.3.3 การสนับสนุนการป้องกันและการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกจากสภาวะเรือนกระจกของอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนิสิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.3.4 สนับสนุนและส่งเสริมการจัดการเพื่อลดปัญหาขยะ หรือของเสีย ด้วยการลดการใช้และการแปรสภาพขยะเพื่อนำมาใช้ใหม่ รวมถึงการเร่งรัดเพื่อการลดมลพิษภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.3.5 การส่งเสริมการลดการใช้ทรัพยากรน้ำและการสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2.1.3.6 การปรับปรุง และสนับสนุนระบบขนส่งมวลชนให้มีประสิทธิภาพและส่งเสริมการใช้ขนส่งมวลชน และบริการระบบขนส่งมวลชน รถจักรยาน และเส้นทางเดินภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.3.7 การสนับสนุนการจัดการศึกษา และการวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.3.8 สนับสนุนและส่งเสริมให้มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นต้นแบบและแหล่งเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมสู่ชุมชน

2.1.3.9 การสนับสนุนและส่งเสริมการสร้างความร่วมมือด้านวิชาการ การจัดการ การพัฒนา การสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านสิ่งแวดล้อม ระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กับองค์กรทั้งในระดับชาติและนานาชาติ

ในด้านมหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา ได้ทำการศึกษาการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยศึกษาภายใต้แนวคิด มหาวิทยาลัยเมืองในฝัน เมืองน่าอยู่และเสริมสร้างสุขภาวะ โดยเริ่มดำเนินการไปแล้วตั้งแต่ ปี พ.ศ.2551 และสามารถประสบความสำเร็จโดยการได้รับรางวัลสถาบันอุดมศึกษาสีเขียว จากสถาบันอุดมศึกษา 301 แห่ง ทั่วโลก โดยผลสำรวจจาก หลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World Ranking) จากประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งเป็นต้นแบบของสถาบันอุดมศึกษาที่ได้เอาการดำเนินการมหาวิทยาลัยสีเขียวเข้ามาใช้ในมหาวิทยาลัย โดยดำเนินการตามหลักเกณฑ์ต่างๆอย่างเป็นรูปธรรม ดังเช่น การเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับพื้นที่รกร้างภายในมหาวิทยาลัยและลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย ลดภาระการจัดการขยะมูลฝอยและปัญหามลพิษจากขยะโดยการทำปุ๋ยหมักชีวภาพ ลดการใช้รถยนต์และรถจักรยานยนต์ภายในมหาวิทยาลัย หันมาให้บริการรถไฟฟ้าสาธารณะภายในมหาวิทยาลัย และสุดท้ายดำเนินการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยได้รับการร่วมมือกันระหว่างองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก เพื่อดำเนินการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก (โพสต์ทูเดย์, 2558)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในส่วนของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงได้ดำเนินการโครงการจัดตั้งธนาคารขยะ ซึ่งขยะเป็นปัญหาหนึ่งที่ก่อให้เกิดมลพิษและมลภาวะ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงจึงจัดตั้งธนาคารขยะจากหอพักมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง (MFU Dormitory Waste) เพื่อรองรับขยะภายในหอพักนักศึกษา ภายใต้โครงการตามนโยบายจัดสรรสภาพแวดล้อม ให้เหมาะสมต่อความเป็นอยู่ ของอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษา โดยมีเป้าหมายไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวอย่างยั่งยืน นอกจากการจัดการขยะเพื่อไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวแล้วนั้น ยังได้ปลูกจิตสำนึกในการรักษสิ่งแวดล้อมให้กับนักศึกษาด้วยกับการสร้างนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม (มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2562)

ด้านของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์นั้น มีแนวคิดในการดำเนินงานที่แสดงให้เห็นถึงความรับผิดชอบต่อสังคม โดยการจัดตั้งโครงการนำร่องมหาวิทยาลัยสีเขียว โดย อธิการบดีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้ประกาศนโยบายว่า มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์มีความมุ่งมั่นที่จะมีส่วนร่วมในทุกมิติในการจัดการด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยได้เริ่มพัฒนาสวนสาธารณะในชื่อ สวน 80 ปี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (Solar Park) โดยนำแนวคิดเทคโนโลยีด้านพลังงานหมุนเวียน และการอนุรักษ์พลังงานมาประยุคต์ใช้พื้นที่สาธารณะ เพื่อให้สวน 80 ปี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เป็นต้นแบบในการใช้พลังงานหมุนเวียนของสวนสาธารณะในเขตเมือง โดยจะใช้พลังงานหมุนเวียนจากแสงอาทิตย์ทั้งหมด เพื่อให้พลังงานกับสวนสาธารณะดังกล่าว โดยได้แนวคิดในการออกแบบสวนสาธารณะมาจากรูปแบบการจัดกิจกรรมภายในมหาวิทยาลัยและสื่อการเรียนต่างๆต่อนิสิต โดยผสานรวมกันระหว่างหลักการทางสถาปัตยกรรมและระบบพลังงานหมุนเวียนจากแสงอาทิตย์ อาทิ การออกแบบหลังคาของชานพักริมน้ำ โดยติดแผงโซล่าเซลล์ไว้ด้านบนของหลังคาซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าสูงสุดต่อวันได้ 5,000 วัตต์ เพื่อนำพลังงานที่ได้มาใช้กับแสงสว่างตามทางเดินในสวนสาธารณะและห้องเรียนธรรมชาติ ที่อยู่ภายในสวน 80 ปี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2562)

ประเทศไทยมีกลุ่มสถาบันอุดมศึกษาไทยที่ให้ความสนใจทางด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนต่อสถาบันอุดมศึกษา อย่างเช่น ภาคีเครือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืนแห่งประเทศไทย หรือ SUN Thailand (Sustainable University Network of Thailand) โดยจัดตั้งขึ้นเพื่อกำหนดกรอบแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน ภายใต้บริบทของสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย โดยมีการสร้างภาคีเครือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืนภายในประเทศไทยและขยายผลสู่ระบบการศึกษาไทยในทุกระดับ เพื่อเชื่อมโยงกับเคลือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืนในระดับภูมิภาคและในระดับโลก โดยมีแนวทางให้สถาบันอุดมศึกษาทุกแห่งร่วมกันเป็นเครือข่ายและรวมไปถึงนิสิตนักศึกษาของทุกสถาบัน เพื่อยกระดับคุณภาพและมาตรฐานการพัฒนาสร้างความร่วมมือเพื่อส่งเสริมการแลกเปลี่ยนและการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความร่วมมือกันระหว่างมหาวิทยาลัยต่าง และยกระดับการศึกษาของประเทศให้เป็นต้นแบบการพัฒนาอย่างยั่งยืนแก่ภาคส่วนต่างๆของสังคมและของประเทศไทย โดยภาคีเครือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืนแห่งประเทศไทย (SUN Thailand) มีนโยบายในการบริหารจัดการองค์กรของสถาบันอุดมศึกษาเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป้าหมายหลักของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ที่มุ่งสร้างให้เกิดดุลยภาพขององค์ประกอบพื้นฐานใน 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

มิติ ได้แก่เชิงเศรษฐกิจ (Economic) มิติเชิงสิ่งแวดล้อม (Ecology) และมิติเชิงสังคม (Social) โดยมีความคาดหวังที่จะได้ผลลัพธ์ของความเท่าเทียม (Equity) การมีประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร (Efficient) และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น (Quality of Life) เนื่องจากสถาบันอุดมศึกษาไทยนั้น เป็นส่วนหนึ่งของการขับเคลื่อนสังคมสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนที่เป็นรูปธรรม เพราะมหาวิทยาลัยนั้นมีพันธกิจหลักของสถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษาที่ประกอบด้วย ด้านการศึกษา การวิจัย และการบริการวิชาการ การดำเนินการมหาวิทยาลัยให้ยั่งยืนจึงไม่ได้เป็นเฉพาะด้านกายภาพ แต่ยังรวมไปถึงกระบวนทัศน์ ด้านการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 เช่น การปรับฐานความคิดของโจทย์การวิจัยที่มุ่งเน้นที่จะให้เกิดกระบวนการ ทางเทคโนโลยี หรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยให้ความสำคัญกับการนำผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์กับสังคม การเปลี่ยนแปลงแนวคิดของการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การผลักดันให้เกิดการตระหนักต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมมนุษย์ และการหาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการบูรณาการข้ามศาสตร์ (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2557)

2.1.4 การดำเนินการมหาวิทยาลัยยั่งยืนในต่างประเทศ

มหาวิทยาลัยหลายแห่งในต่างประเทศได้เล็งเห็นความสำคัญของการดำเนินการมหาวิทยาลัยยั่งยืน โดยมุ่นเน้นที่จะสร้างความยั่งยืนให้กับสิ่งแวดล้อมและพลังงานเพื่อดำเนินการให้เป็นแบบอย่างที่ดีต่อสังคมและชุมชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในประเทศอังกฤษ มหาวิทยาลัยนอทติ้งแฮม มีความมุ่งมั่นที่จะจัดการกับสภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย โดยได้ดำเนินการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย กำหนดหลักสูตรด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษา จัดตั้งชมรมรักสิ่งแวดล้อมให้แก่นักศึกษาโดยมีอาสาสมัครจากนักศึกษาที่ดูแลสภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย (Nottingham University, 2016)

การศึกษาแนวทางในการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยมีแนวคิดที่หลากหลาย เช่น University of northern British Colombia มีการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยสีเขียวโดยการจัดตั้งคณะกรรมการ และประชุมเพื่อการวางแผนด้านการจัดการพลังงาน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และบรรจุโครงการด้านสิ่งแวดล้อมเข้าลงไปในหลักสูตร การเรียนการสอน โดยมหาวิทยาลัยได้ดำเนินการทางด้านพลังงานจากก๊าซชีวภาพ โดยการใช้การเผาไหม้เศษไม้จากโรงไม้เข้ามาใช้เพื่อผลิตพลังงานใหม่ และเป็นผลให้มหาวิทยาลัยได้รับการรับรองมาตรฐานจาก สถาบัน LEED ด้วยกับการใช้

พลังงานจากซากพืชซากสัตว์ และสามารถลดการใช้พลังงานหลักได้ถึงร้อยละ 70 จากพลังงานทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัย (UNBC, 2015)

ด้านเครือข่าย ISCN (International Campus Sustainable Network) ซึ่งเป็นเวทีเครือข่ายระดับโลกที่สนับสนุนสถาบันอุดมศึกษาด้านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแนวทางในการดำเนินการของมหาวิทยาลัยยั่งยืนและบูรณาการความยั่งยืนในการวิจัยและการสอน ซึ่งก่อตั้งขึ้นเมื่อเดือนมกราคม ค.ศ.2007 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความรู้ต่างๆ ของมหาวิทยาลัยทั่วโลก เพื่อให้เกิดรูปแบบของการพัฒนาและการบริหารของมหาวิทยาลัยอย่างยั่งยืน โดยเน้นในเรื่องการเรียนการสอนและการวิจัยร่วมกันในระดับเคลือข่าย ISCN โดยจะพิจารณาในเรื่องการก่อสร้างอาคาร การวางแผน รวมถึงผังแม่บทของมหาวิทยาลัย และรวมไปถึงการบูรณาการการจัดการและการบริหารของหน่วยงานต่างๆภายในมหาวิทยาลัย นากจากนี้ยังมีการประชุมร่วมกันในระดับนานาชาติ โดยการลงนามและทำรายงานในทุกๆปี เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านความยั่งยืนภายในมหาวิทยาลัยซึ่งกันและกัน โดยมีรางวัลให้กับมหาวิทยาลัยที่ได้ดำเนินการที่แสดงถึงความยั่งยืน โดยแบ่งเกณฑ์การให้รางวัลเป็น 4 รายการดังนี้ (International Campus Sustainable Network, 2017)

1) การให้รางวัลอาคารที่เกี่ยวกับการออกแบบอาคารและการบริหารจัดการที่ดีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการลดใช้พลังงานต่างๆ

2) ให้รางวัลกับมหาวิทยาลัยที่ดำเนินการด้านความยั่งยืนของภาพรวมในทักษะที่กว้างขวาง และใช้มหาวิทยาลัยเป็นเหมือนห้องทดลอง หรือ Living Factory ในการที่จะเรียนและค้นคว้าวิจัย

3) การให้รางวัลกับมหาวิทยาลัยที่สามารถบูรณาการทุกๆด้าน ตามที่ ISCN ได้ตั้งกฎเกณฑ์ไว้

4) การให้รางวัลด้าน Student Leader Ship ให้กับโครงการภายในมหาวิทยาลัยที่ริเริ่มโครงการโดยนักศึกษา และดำเนินโครงการโดยนักศึกษาเองเท่านั้นโดยการพัฒนามหาวิทยาลัยตามหลักเกณฑ์ ISCN

โดย ISCN มีเป้าหมาย 3 ประการคือ เป้าหมายด้านสังคม เป้าหมายด้านเศรษฐกิจ และเป้าหมายทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งไม่ได้จำกัดเพียงแค่การดำเนินการด้านการประหยัดพลังงาน หรือการกำจัดของเสียเท่านั้น แต่ครอบคุลมไปถึงทุกๆด้านที่จะลดผลกระทบต่อมหาวิทยาลัยและ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สิ่งแวดล้อมให้ได้มากที่สุด นอกจากนี้ยังมีเป้าหมายที่พยายายามทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง กับสังคมประเทศและโลก ตามแนวทางที่ ISCN ได้กำหนดไว้ 3 ระดับซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ความยั่งยืนระดับมหาวิทยาลัย พิจารณาจากความพยายามในการลดการใช้ทรัพยากร มีการจัดการขยะและของเสียที่ส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม และมีสิ่งอำนวยความสะดวกทางด้านเทคโนโลยีต่อความยั่งยืนมีการจัดการควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร และมีการออกแบบที่คำนึงถึงความยั่งยืน

2) การวางผังแม่บทและเป้าหมายในระดับมหาวิทยาลัยซึ่งพิจารณาจากการลดคาร์บอนไดออกไซด์และลดการปล่อยมลพิษ การวางผังแม่บทที่มีความยั่งยืน การวางแนวทางการขนส่งและการสัญจรภายในมหาวิทยาลัยอย่างยั่งยืน การควบคุมคุณภาพอาหารและปริมาณที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ การสร้างสุขภาวะความปลอดภัยและคุณภาพชีวิตในการทำงานของบุคลากร การใช้ประโยชน์ที่ดินและผลกระทบทางความหลากหลายทางชีวภาพ

3) การบูรณาการความรู้ การศึกษาและการวิจัย ซึ่งพิจารณาจากการบูรณาการความรู้เพื่อนำมาเชื่อมโยงกับการศึกษาและงานวิจัยด้านหลักสูตรและรายวิชา บูรณาการทางด้านสังคมสร้างการมีส่วนร่วมระหว่างนักศึกษาและสิ่งอำนวยความสะดวกด้านเทคโนโลยี การวางนโยบายเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

นอกจากเครือข่าย ISCN (International Campus Sustainable Network) แล้วยังมีองค์กรที่ประเมินสภาพความยั่งยืนของการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวคือ หลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World Ranking) จากประเทศอินโดนีเซีย หลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ที่ได้เริ่มดำเนินการโดย University of Indonesia จากประเทศอินโดนีเซีย โดยมีแนวความคิดที่จะผลิตบัณฑิตรุ่นใหม่ที่จะต้องมีความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมโดยมีความคาดหวังว่า ผลคะแนนการจัดอันดับ จะมีส่วนช่วยให้สังคมเกิดการพัฒนาด้านอื่นๆควบคู่ไปกับการพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน และช่วยเปลี่ยนการดำเนินชีวิตของผู้คนให้มีส่วนร่วมในการใช้พลังงานและทรัพยากรทางธรรมชาติอย่างรู้คุณค่า โดย University of Indonesia เริ่มการจัดอันดับความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 เพื่อประเมินและให้คะแนนแก่มหาวิทยาลัย ในการรักษาสภาพแวดล้อมอย่างยั่งยืนภายในมหาวิทยาลัย ทั้งการบูรณาการไปกับการ

เรียนการสอนในหลักสูตร การพัฒนาพื้นที่ของมหาวิทยาลัยให้เป็นสีเขียว โดยยึดถือหลัก 3E's อันได้แก่ Environment Economics และ Education ซึ่งการจัดอันดับนั้นเป็นไปโดยอย่างสมัครใจของมหาวิทยาลัยที่จะเข้าร่วม โดยการจัดอันดับนั้นจะต้องส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไปยัง University of Indonesia โดยมีเกณฑ์ที่ใช้เป็นตัวชี้วัดแบ่งออกเป็น 6 หมวดใหญ่ๆดังต่อไปนี้ (UI Green metric World Ranking, 2019)

1) ที่ตั้งและโครงสร้างพื้นฐาน โดยพิจารณาจากข้อมูลด้านสถานที่และโครงสร้างพื้นฐานของมหาวิทยาลัย ตามแนวคิดของมหาวิทยาลัยด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อกระตุ้นให้มหาวิทยาลัยมีพื้นที่สีเขียวเพิ่มมากขึ้น รวมถึงปกป้องสิ่งแวดล้อมและมีการพัฒนาที่ยั่งยืน

2) พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยพิจารณาจากการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานการดำเนินงานของอาคารอัจฉริยะ นโยบายของการใช้พลังงานทดแทน โครงการอนุรักษ์พลังงาน องค์ประกอบของอาคารเขียว การปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและโครงการเพื่อช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงนโยบายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระ จกและคาร์บอนฟุตพริ้นท์

3) ขยะและของเสีย โดยพิจารณาจากการจัดการของเสียและกิจกรรมการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่เป็นปัจจัยหลักในการสร้างสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน กิจกรรมของเจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัยและนักศึกษาในวิทยาเขตที่ทำให้เกิดของเสียจำนวนมาก

4) การบริหารจัดการน้ำ โดยพิจารณาจากการกระตุ้นให้มหาวิทยาลัยลดการใช้น้ำ ตั้งโครงการอนุรักษ์น้ำ โครงการบำบัดน้ำเสียเพื่อน้ำกลับมาใช้หมุนเวียน การใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ และการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

5) การสัญจรและระบบขนส่ง โดยพิจารณาเรื่องการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และระดับมลพิษทางอากาศภายในมหวิทยาลัย มีนโยบายการบริการขนส่งสาธารณะเพื่อจำกัดจำนวนรถยนต์และรถจักรยานยนต์ในวิทยาเขต โดยใช้รถจากพลังงานไฟฟ้าและรถจักรยาน

6) การศึกษาและงานวิจัย โดยพิจารณาจากจำนวนรายวิชาหรือหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและความยังยืน และมหาวิทยาลัยมีการจัดสรรงบประมาณเพื่อให้ทุนวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน จำนวนการจัดงานด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน จำนวนองค์กรนักศึกษาที่เกี่ยวข้อง

กับสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน รวมไปถึงการมีเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืนที่ดำเนินการโดยมหาวิทยาลัย

2.2 การศึกษาหลักเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียว

จากการศึกษาเกณฑ์มหาวิทยาลัยยั่งยืนข้างต้น ผู้วิจัยได้นำหลักเกณฑ์การประเมินของเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Metric World Ranking) ที่มีการวิเคราะห์ทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านที่ตั้งและโครงสร้างพื้นฐาน 2) ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3) ด้านการจัดการของเสีย 4) ด้านการจัดการน้ำ 5) ด้านการขนส่ง และ 6) ด้านการศึกษา เพื่อศึกษาถึงการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนของมหาวิทยาลัย ซึ่งหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกนั้นถือเป็นเหล็กเกณฑ์ในการประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียวที่มหาวิทยาลัยทั่วโลกใช้ในการประเมินประสิทธิภาพทางความยั่งยืนของมหาวิทยาลัย โดยมีการจัดอันดับมหาวิทยาลัย ที่สอดคล้องกับพื้นฐานของการพัฒนาอย่างยั่งยืนในสถาบันอุดมศึกษาและมีระบบการให้คะแนนที่สามารถเป็นแนวทางเพื่อให้เกิดความยั่งยืนสำหรับสถาบันอุดมศึกษาได้

ในงานวิจัยของ รณชัยและคณะ (2016) ได้กล่าวว่า มหาวิทยาลัยควรใช้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ในการจัดอันดับมหาวิทยาลัย UI Green Metric World Ranking เพื่อให้เกิดความยั่งยืนที่ดีขึ้นในมหาวิทยาลัยและปรับปรุงคุณภาพชีวิต อาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษา เนื่องจากเป็นเกณฑ์การประเมินสภาพทางความยั่งยืนทั้ง 6 ด้าน อีกทั้งยังมีมหาวิทยาลัยเข้าร่วมการจัดอันดับ 780 แห่งทั่วโลกในปี ค.ศ.2019 จึงนับได้ว่า UI Green Metric World Ranking เป็นเกณฑ์การประเมินที่มีมาตฐานสำหรับมหาวิทยาลัยทั่วโลก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2.1 การประเมินตัวชี้วัดของหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก

การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกมีสัดส่วนการให้คะแนนของแต่ละหัวข้อที่แตกต่างกันและมีรายละเอียดของแต่ละหัวข้อนั้นแตกต่างกัน โดยให้ความสำคัญกับค่าคะแนนของหัวข้อ พลังงานและการเปลี่ยนแปงสภาพภูมิอากาศมากที่สุดซึ่ง ในหัวข้อนี้จะมีคะแนน การประเมินอยู่ที่ 2,100 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 21 ของคะแนนทั้งหมด ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การให้น้ำหนักคะแนนตามตัวชี้วัดของหลักเกณฑ์

	หมวดหมู่และตัวชี้วัด	คะแนน	ร้อยละ
1	ที่ตั้งและโครงสร้างพื้นฐาน (Setting and Infrastructure)	1,500	15%
SI 1	สัดส่วนของพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ทั้งหมด	300	
SI 2	สัดส่วนของพื้นที่เปิดโล่งต่อจำนวนประชากรของวิทยาเขต	300	
SI 3	พื้นที่ในมหาวิทยาลัยที่มีลักษณะเป็นป่า	200	
SI 4	พื้นที่ในวิทยาเขตที่ใช้ปลูกต้นไม้	200	
SI 5	พื้นที่ในวิทยาเขตที่ใช้เป็นพื้นที่ซับน้ำ	300	
SI 6	งบประมาณของมหาวิทยาลัยในส่วนความพยายามเพื่อความยั่งยืน	200	
2	พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Energy and Climate Change)	2,100	21%
EC 1	การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม	200	
EC 2	พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย	300	
EC 3	พลังงานหมุนเวียนซึ่งผลิตได้ในวิทยาเขต	300	
EC 4	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด	300	
EC 5	อัตตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยพลังงานทั้งหมดต่อปี	200	
EC 6	องค์ประกอบของของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด	300	
EC 7	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	200	
EC 8	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด	300	
3	ของเสียและขยะ (Waste)	1,800	18%
WS 1	โครงการลดการใช้กระดาษและพลาสติกในวิทยาเขต	300	
WS 2	โครงการนำของเสียภายในมหาวิทยาลัยกลับมาใช้ใหม่	300	
WS 3	การจัดการของเสียเป็นพิษ	300	
WS 4	การบำบัดของเสียอินทรีย์	300	
WS 5	การบำบัดของเสียอนินทรีย์	300	
WS 6	การบำบัดน้ำเสีย	300	
4	การจัดการน้ำ (Water)	1,000	10%
WR 1	โครงการอนุรักษ์น้ำ	300	
WR 2	โครงการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่	300	
WR 3	การใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ	200	
WR 4	การใช้น้ำที่ทำการบำบัดแล้ว	200	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.1 การให้น้ำหนักคะแนนตามตัวชี้วัดของหลักเกณฑ์ (ต่อ)

	หมวดหมู่และตัวชี้วัด	คะแนน	ร้อยละ
5	การขนส่ง (Transportation)	1,800	18%
TR 1	สัดส่วนของยานพาหนะ (รถยนต์และรถจักรยานยนต์) ต่อประชากร	200	
TR 2	สัดส่วนของการบริการรถรับส่งสาธารณะต่อจำนวนประชากรของวิทยาเขต	200	
TR 3	สัดส่วนของจักรยานต่อจำนวนประชากรของวิทยาเขต	200	
TR 4	ประเภทที่จอดรถ	200	
TR 5	โครงการริเริ่มด้านการขนส่งเพื่อลดจำนวนรถส่วนบุคคลในวิทยาเขต	200	
TR 6	การลดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคลในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา	200	
TR 7	บริการรถรับส่งสาธารณะ	300	
TR 8	นโยบายเกี่ยวกับรถจักรยานและการเดินเท้าภายในวิทยาเขต	300	
6	งานวิจัยการศึกษา (Education)	1,800	18%
ED 1	สัดส่นของรายวิชาที่เกี่ยวกับความยั่งยืนต่อรายวิชา/หลักสูตรทั้งหมด	300	
ED 2	สัดส่วนของทุนวิจัยด้านความยั่งยืนกับทุนวิจัยทั้งหมด	300	
ED 3	การตีพิมพ์ด้านความยั่งยืน	300	
ED 4	กิจกรรมด้านความยั่งยืน	300	
ED 5	องค์กรนักศึกษาที่เกี่ยวกับความยั่งยืน	300	
ED 6	เว็บไซต์ที่เกี่ยวกับความยั่งยืนของมหาวิทยาลัย	300	
	รวมทั้งหมด	**10,000**	

(ที่มา : http://greenmetric.ui.ac.id/, 2019)

2.2.2 ข้อมูลหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกของประเทศไทย

จากการศึกษาการดำเนินงานมหาวิทยาลัยสีเขียวในประเทศไทย พบว่า มหาวิทยาลัยในประเทศไทยมีการดำเนินการด้านมหาวิทยาลัยสีเขียว ที่ดำเนินการตามหลักเกณฑ์ ของ UI Green Metric World Ranking และมีการเข้าร่วมการจัดอันดับมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 และมีมหาวิทยาลัยเข้าร่วมการจัดอันดับเพิ่มมากขึ้นในปีต่อมา ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามหาวิทยาลัยมีความสนใจและให้ความสำคัญกับการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม พลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติ ของเสีย และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์

การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกนั้น ได้ชี้ให้เห็นถึงการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยสีเขียวที่สถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทยได้ดำเนินการในแต่ละปีตามหลักเกณฑ์การประเมินของ หลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว ใน

ปี ค.ศ.2019 มีมหาวิทยาลัยเข้าร่วมโครงการถึง 37 แห่งทั่วประเทศ (UI Green Metric World Ranking, 2019) ซึ่งงานวิจัยนี้ขอยกตัวอย่างของมหาวิทยาลัยในประเทศไทยที่ได้เข้าร่วมโครงการมหาวิทยาลัยสีเขียวพร้อมลำดับคะแนน จำนวน 10 มหาวิทยาลัยใน 3 ปีหลังดังที่ได้แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การจัดอันดับ 10 มหาวิทยาลัยในประเทศไทยที่เข้าร่วมโครงการมหาวิทยาลัยสีเขียว

ปี	ค.ศ. 2017		ค.ศ. 2018		ค.ศ. 2019	
อันดับ	มหาวิทยาลัย	คะแนน	มหาวิทยาลัย	คะแนน	มหาวิทยาลัย	คะแนน
1	มหาวิทยาลัยมหิดล	5872	มหาวิทยาลัยมหิดล	6850	มหาวิทยาลัยมหิดล	7350
2	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	5754	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	6850	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	7275
3	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	5706	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	6750	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	7250
4	มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี	5472	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	6125	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	6475
5	มหาวิทยาลัยนเรศวร	5309	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	6075	มหาวิทยาลัยนเรศวร	6425
6	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	5230	มหาวิทยาลัยนเรศวร	6075	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	6350
7	มหาวิทยาลัยสยาม	5171	มหาวิทยาลัยสยาม	5850	มหาวิทยาลัยสยาม	6350
8	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	5153	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	5775	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	6350
9	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	5113	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	5675	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	6300
10	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	5032	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	5550	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	6175

(ที่มา : http://greenmetric.ui.ac.id/, 2019)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 การศึกษาหลักเกณฑ์การให้คะแนนในหัวข้อพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การประเมินด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หมายถึง การประเมิณการใช้พลังงาน การใช้พลังงานทดแทน พลังงานสะอาด นโยบายและโครงการที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงาน อาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อาคารอัจฉริยะ นโยบายการลดการปลอยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานโดยมีรายละเอียดการเประเมินและการให้คะแนนดังนี้

2.3.1 การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม

การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม(Energy efficient appliances usage) หมายถึง การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม ซึ่งรวมไปถึงการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน อุปกรณ์ส่องสว่าง และเครื่องปรับอากาศประหยัดไฟ เป็นต้น ซึ่ง

คิดจากจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานที่ใช้ในมหาวิทยาลัยจากอุปกรณ์ไฟฟ้าเดิม เช่น การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดไฟเบอร์ 5 หลอดไฟประเภท LED และอุปกรณ์ไฟฟ้า มาตรฐาน ENERGY STAR

2.3.2 พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

การคิดคะแนนในหัวข้อนี้จะคิดคะแนนจากขั้นตอนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับอาคารอัจฉริยะ โดยวิเคราะห์จากการดำเนินการตั้งแต่การก่อสร้างและการปรับปรุงอาคารที่เข้าข่ายตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ซึ่งสามารถดูรายละเอียดของอาคารอัจฉริยะได้จากภาคผนวก ค

2.3.3 พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย

ในข้อนี้พิจารณาจากแหล่งพลังงานทดแทน ที่ผลิตได้ในมหาวิทยาลัย โดยระบุการผลิตพลังงานเป็นกิโลวัตต์ เลือกจากแหล่งพลังงานทดแทน คือ ไบโอดีเซล ชีวมวลสะอาด พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานลม และพลังงานน้ำ โดยระบุแหล่งที่มา

2.3.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากร

คิดคะแนนจากปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดของมหาวิทยาลัย ว่าอยู่ในปริมาณใดของหลักเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งคิดจากระยะเวลาตลอด 1 ปี

2.3.5 อัตราส่วนการผลิตพลังงานทดแทนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี

คิดคะแนนจากสัดส่วนของพลังงานทั้งหมดตลอดทั้งปีและพลังงานทดแทนที่ได้ โดยคิดคะแนนของพลังงานทดแทนว่าเป็นร้อยละเท่าไหร่จากการใช้พลังงานทั้งหมด

2.3.6 องค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด

องค์ประกอบของหัวข้อนี้ จะแสดงในรูปของการก่อสร้างและการปรับปรุงอาคาร โดยพิจารณาจากตัวเลือกดังนี้

1) ไม่มีการดำเนินงานเรื่องอาคารเขียวภายในมหาวิทยาลัย

2) การระบายอากาศของอาคารที่คำนึงถึงการหมุนเวียนอากาศภายในอาคาร

3) มีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารในช่วงเวลากลางวัน

4) การจัดการพลังงานภายในอาคารที่ช่วยลดการใช้พลังงาน

5) การมีอาคารเขียวหากมหาวิทยาลัยมีการดำเนินงานเพื่อให้เกิดอาคารเขียว โดยให้ผู้ดำเนินโครงการเลือกองค์ประกอบในข้อใดก็ได้เพื่อให้คะแนน

2.3.7 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การให้คะแนนของหัวข้อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนในการเตรียมงาน ต่อมาในช่วงของขั้นการเริ่มต้นโครงการ และโครงการที่ดำเนินการแล้ว โดยมีการให้คะแนนตามขอบเขตที่กำหนด เช่นการดำเนินการหนึ่งในสามขอบเขต สองในสามขอบเขต และสามขอบเขต ซึ่งมีขอบเขตดังนี้

ขอบเขตที่ 1 การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (Direct Emission)

ขอบเขตที่ 2 การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect Emissions)

ขอบเขตที่ 3 การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect Emissions)

2.3.8 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชาการทั้งหมด

การให้คะแนนในหัวข้อนี้ตรวจสอบจากการคำนวณและองค์ประกอบที่ทำให้เกิดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ที่ www.carbonfootprint.com

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 การศึกษาหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

การใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นตัวชี้วัดที่มีน้ำหนักที่สุดในการจัดอันดับ ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษานิยามตัวชี้วัดหลายประการเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวไว้เป็นการเฉพาะ เช่น การใช้งานอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน การดำเนินงานของอาคารอัจฉริยะ นโยบายการใช้พลังงานทดแทนการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด โครงการอนุรักษ์พลังงาน องค์ประกอบของอาคารสีเขียว การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยมีการศึกษาคุณลักษณะ ประเภท และคำนิยาม ดังต่อไปนี้

2.4.1 มาตรฐานอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน

จากการใช้พลังงานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ในหลายๆประเทศได้คำนึงถึงผลลัพธ์ของพลังงานที่จะหมดไปในอนาคต กระทรวงต่างๆที่เกี่ยวข้องกับพลังงานจึงมีการรับรองมาตรฐาน

การประหยัดพลังงานเพื่อการลดใช้พลังงานจึงจัดทำเกณฑ์มาตรฐานหรือฉลากที่บ่งบอกถึงการประหยัดพลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆให้ผู้บริโภคได้เลือกใช้โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

(ที่มา : https://www.electronic-school.com/, 2019)

1) เพื่อการรณรงค์ส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างตระหนักรู้ถึงคุณค่า อย่างมีประสิทธิภาพ

2) รณรงค์ให้ทั้งผู้ผลิตและผู้นำเข้า ผลิตและนำเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งมีประสิทธิภาพดีมีราคาเหมาะสม

3) เสริมสร้างการประหยัดไฟฟ้าให้แก่ประชาชน มีการให้ความรู้ ความเข้าใจอย่างถูกต้องเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างถูกวิธีและทรงประสิทธิภาพมากที่สุด

4) เสนอทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคได้ซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูง แถมช่วยประหยัดเงินในระยะยาว

5) สนับสนุนเทคโนโลยีการประหยัดไฟฟ้า

6) บริหารการใช้ไฟฟ้าอย่างถูกวิธี เพื่อนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.4.1.1 ฉลากประหยัดพลังงานในต่างประเทศ

ในต่างประเทศอย่างสหรัฐอเมริกามีฉลากที่รับรองคุณภาพการประหยัดพลังงานคือ ฉลาก Energy Star ที่เกิดขึ้นจากความร่วมมือระหว่างหน่วยงานพิทักษ์สิ่งแวดล้อมและกระทรวงพลังงานของสหรัฐอเมริกา (EPA) เพื่อช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ช่วยให้ผู้บริโภคประหยัดพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่าย การเลือกใช้สินค้าที่มีสัญลักษณ์ Energy Star ทำให้เรามั่นใจว่าสินค้านั้นผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตสินค้า ที่ช่วยประหยัดพลังงานได้ถึง 30% และหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุอันตรายหรือใช้ให้น้อยที่สุด และส่งผลให้ช่วยลดโลกร้อนได้

ในปี 1992 หน่วยงานรักษาสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency-EPA) ได้จัดตั้งโครงการ Energy Star ขึ้น ซึ่งเริ่มแรกนั้นจะเป็นมาตรฐาน Energy Star เวอร์ชั่น 1.0 และได้มีการพัฒนามาโดยตลอดจนกระทั่งเวอร์ชั่น 5.0 ในปัจจุบัน เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถเลือกซื้อสินค้าที่ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่ง 7 ผลิตภัณฑ์จาก Energy Star จะช่วยประหยัดพลังงานได้กว่า 55 % แม้ในขณะที่เปิดเครื่องค้างไว้ไม่ได้ใช้งาน (Thai next step, 2552) ซึ่งผลิตภัณฑ์ Energy Star นี้ถูกกำหนดขึ้นมาให้ใช้ กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ รวมถึงสินค้าอิเล็กทรอนิกส์และในขณะนี้มีสินค้ามากกว่า 50 ประเภทที่ได้

รับรองมาตรฐานของ Energy Star ซึ่งสามารถเข้าไปเช็คข้อมูลของสินค้าได้ที่เว็บไซต์ http://www.energystar.gov เพื่อที่จะเปรียบเทียบการใช้พลังงานของอุปกรณ์ที่หลากหลายที่ได้รับมาตรฐานจาก Energy Star ว่าสินค้าใดที่สามารถประหยัดพลังงานได้มากที่สุดและสามารถหาซื้อผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้จากที่ใด

จากที่กล่าวมาข้างต้นโครงการ Energy Star ทำให้ผู้บริโภคมีทางเลือกเพิ่มขึ้น ที่จะเลือกซื้อสินค้าต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นการลดการใชพลังงานไฟฟ้าในองกรณ์ อีกทั้งสินค้าดังกล่าวหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่เป็นอันตราย หรือมีการใช้น้อยที่สุด และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งในเว็บไซต์ของโครงการ Energy Star ได้มีผลิตภัณฑ์หลากหลายหมวดหมู่ ยกตัวอย่างเช่น 1) หมวดเครื่องใช้ไฟฟ้าประกอบไปด้วย เครื่องซักผ้า เครื่องล้างจาน อุปกรณ์ลดความชื้น ตู้แช่แข็ง ตู้เย็น เครื่องฟอกอากาศ เครื่องทำน้ำเย็น 2) หมวดคอมพิวเตอร์จะประกอบไปด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์พีซี โน้ตบุ๊ค จอแสดงผล, พาวเวอร์ซัพพลาย และ เมนบอร์ด 3) เครื่องทำความร้อนและเครื่องทำความเย็น 4) โคมไฟและพัดลม 5) เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น

ภาพที่ 2.2 ฉลากประหยัดพลังงาน Energy Star

(ที่มา : http://phezeronix.com/blog/energy-star-5.html 2563)

ผลิตภัณฑ์ที่จะได้รับฉลาก Energy Star จะต้องดำเนินการ การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเฉพาะของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ตามที่ EPA (U.S. Environmental Protection Agency-EPA) ได้ระบุไว้ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) เป็นหมวดหมู่สินค้าที่มีความสำคัญในการร่วมประหยัดพลังงาน
2) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ มีคุณสมบัติและประสิทธิภาพตามความต้องการของผู้บริโภค นอกจากนั้นยังต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้วย

3) หากราคาสินค้าสูงกว่าสินค้าประเภทเดียวกัน แต่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าผู้บริโภคจะต้องสามารถได้รับความคุ้มค่าของผลิตภัณฑ์ โดยผ่านการประหยัดค่าสาธารณูปโภคในระยะเวลาที่เหมาะสมของประเภทสินค้า
4) แนวทางการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสามารถพัฒนาใช้เทคโนโลยีร่วมกันได้ในหลายผู้ผลิต โดยไม่ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ผลิตรายใดรายหนึ่ง
5) การใช้พลังงานและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ต้องสามารถวัดและตรวจสอบได้
6) การติดฉลาก Energy Star จะแยกความแตกต่างของสินค้าและจะต้องติดในที่ที่ผู้บริโภคสามารถมองเห็นได้

2.4.1.2 ฉลากประหยัดพลังงานในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีวิธีการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ช่วยประหยัดพลังงานสำหรับมหาวิทยาลัยและหน่วยงานต่างๆ โดยดูได้จากอุปกรณ์ที่มีลัญลักษณ์ประหยัดไฟเบอร์ 5 ที่เป็นฉลากในการรับรองคุณภาพการประหยัดพลังงาน

นับตั้งแต่ได้มีการติดฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพเครื่องใช้ไฟฟ้าบนตู้เย็นเป็นอุปกรณ์แรกเมื่อปี 2537 ฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 ได้ถูกใช้เป็นสัญลักษณ์ของประสิทธิภาพ และมาตรฐานการประหยัดไฟอย่างแพร่หลายเรื่อยมา อีกทั้งยังก่อให้เกิดการพัฒนา เครื่องใช้ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงภายใต้สัญลักษณ์ฉลากเบอร์ 5 ปัจจุบันมีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านการทดสอบและรับรองมาตรฐานประหยัดไฟติดฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 รวม 14 ผลิตภัณฑ์ได้แก่ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ หลอดตะเกียบบัลลาสต์นิรภัย พัดลมไฟฟ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้า โคมไฟฟ้า บัสลาสต์อิเล็กทรอนิกส์T5 พัดลมส่ายรอบตัว หลอดผอมเบอร์5 กระติกน้ำ ร้อนไฟฟ้า โคมไฟฟ้าหลอดผอมเบอร์ 5 และ Standby Power 1 Watt ของเครื่องรับโทรทัศน์และจอคอมพิวเตอร์ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2554)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 2.3 ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

(ที่มา: https://www.energynewscenter.com, 2554)

2.4.2 อาคารอัจฉริยะ (Smart Building)

อาคารอัจฉริยะ (Smart Building) มีการเรียกอาคารเหล่านี้ได้หลากหลายชื่อ ตั้งแต่ อาคารเทคโนโลยีชั้นสูง (Hight Tech Building, Hight Tech Real Estate) และ Intelligent Building ซึ่งมีความหมาย เป็นอาคารอัจฉริยะและรู้จักคิดของการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ภายในอาคาร (อิทธิพล มีผล, 2560)

ความหมายของอาคารอัจฉริยะ มีคำจำกัดความของอาคาร คือ อาคารที่มี คอมพิวเตอร์เป็นสมองส่วนกลาง มีการดำเนินการผ่านสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ พร้อมอุปกรณ์ตรวจจับอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Sensors) ที่ติดตั้งทั่วอาคาร โดยเชื่อมต่อเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถตรวจสอบ รายงาน และควบคุมอุปกรณ์ภายในอาคารได้ตลอดเวลา โดยผู้ดูแลอาคาร และผู้ดูแลอาคารสามารถควบคุมและตรวจสอบสังการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ได้จากศูนย์ควบคุมจากส่วนกลางโดยคอมพิวเตอร์

คำจำกัดความของอาคารอัจฉริยะอื่นๆ เช่น อาคารอัจฉริยะคืออาคารที่ได้รับการอกกแบบโดยใช้เทคนิคการก่อสร้างที่นำสมัย ซึ่งแตกต่างจากอาคารธรรมดา ในแง่ของการติดตั้งอุปกรณ์ที่ให้ข้อมูล วิเคราะห์การทำงาน สั่งการ โดยผู้ดูแลอาคาร จะได้รับประโยชน์และความสะดวกสบายได้สูงสุด ซึ่งอาคารอัจฉริยะสามารถทำงานคล้ายกับสิ่งมีชีวิตที่สามารถรับรู้และตอบสนองงามต้องการทั้งจากภายในและภายนอกอาคารจากผู้ดูแล และสามารถปรับตัวให้เข้ากับการใช้งานภายในอาคาร

เพื่อให้ผู้ใช้อาคารใช้งานได้อย่างปกติสุข (วิทยา ยงเจริญ,2558) โดยอาคารอัจฉริยะนั้นมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ส่วนได้แก่

1) ระบบบริหารอาคาร (Building Management System)

2) ระบบอาคาร (Building System)

3) ระบบโครงสร้างอาคาร (Building Structure)

4) ส่วนบริการผู้ใช้งานอาคาร (tenant Service)

5) ระดับอาคารอัจฉริยะ

โดยสามารถดูรายละเอียดข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ค

2.4.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทางพลังงาน

พลังงาน หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่มาได้ 2 ประเภท คือ พลังงานจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป หรือเรียกว่าพลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น พลังงานทดแทน เป็นพลังงานที่สะอาด ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น พลังงานลม แสงอาทิตย์ ชีวมวล และอื่นๆ เพื่อให้มีการผลิต และการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย มีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิค เศรษฐกิจ และสังคม เป็นต้น (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

โดยงานวิจัยนี้จะพิจารณาจากแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก ปัจจุบันสามารถจำแนกพลังงานทดแทนเพื่อใช้ในการประเมินได้ 6 ประเภท ได้แก่ 1) พลังงานชีวภาพ (bioenergy) 2)พลังงานความร้อนใต้พิภพ (geothermal energy) 3) พลังงานน้ำ (hydropower) 4) พลังงานมหาสมุทร (ocean energy) และรวมถึงพลังงานน้ำขึ้นน้ำลง (tidal energy) พลังงานคลื่น (wave energy) และ พลังงานความร้อนมหาสมุทร (ocean thermal energy) 5) พลังงานแสงอาทิตย์ (solar energy) และ 6) พลังงานลม (wind energy) ซึ่งแต่ละประเภทนั้นมีวิธีการผลิตได้ดังนี้

2.4.3.1 พลังงานชีวภาพ

พลังงานชีวภาพ หมายถึง พลังงานที่เกิดจากกระบวนการทางชีวภาพทุกชนิด ตั้งแต่มูลสัตว์ เผาหรือโรงไฟฟ้าชีวมวล จนถึงรถที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากเอทานอล พลังงานชีวภาพหรือทรัพยากรมวลชีวภาพเป็นทรัพยากรอินทรีย์ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากพืชซึ่งถือเป็นหนึ่งในพลังงานทดแทน เนื่องจากถูกผลิตขึ้นโดยพืชและสัตว์ที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างง่ายดาย ในการเปลี่ยนมวลชีวภาพให้เป็นพลังงานก็ต้องการเทคโนโลยีหลาหลายรูปแบบ เช่น การหมักเพื่อผลิตก๊าซมีเทน การหมักเพื่อผลิตแอลกอฮอล์ และในอนาคตก็อาจจะมีกระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจน โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ ส่วนในปัจจุบัน พลังงานชีวภาพถือเป็นพลังงานทดแทนที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลกเนื่องจากมีผลดีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะเชื้อเพลิงชีวภาพที่ถูกผลิตขึ้นจากผลผลิตทางการเกษตร เช่น น้ำมันปาล์ม ข้าวโพด และน้ำตาล

2.4.3.2 พลังงานความร้อนใต้พิภพ

พลังงานความร้อนใต้พิภพ หมายถึง พลังงานธรรมชาติที่เกิดจากความร้อนที่ถูกกักเก็บอยู่ภายใต้ผิวโลก โดยปกติแล้วอุณหภูมิภายใต้ผิวโลกจะเพิ่มขึ้นตามความลึก กล่าวคือ ยิ่งลึกลงไปอุณหภูมิจะยิ่งสูงขึ้นและในบริเวณส่วนล่างของชั้นเปลือกโลก (Continental Crust) หรือที่ความลึกประมาณ 25 – 30 กิโลเมตร อุณหภูมิจะมีค่าอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยประมาณ 250 – 1,000 องศาเซลเซียส ในขณะที่ตรงจุดศูนย์กลางของโลกอุณหภูมิสูงถึง 3,500 – 4,500 องศาเซลเซียส แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพที่พบในโลกแบ่งเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้ 3 ลักษณะ คือ

1) <u>แหล่งที่เป็นไอน้ำส่วนใหญ่</u> (Steam Dominated) เป็นแหล่งกักเก็บความร้อนที่ประกอบด้วยไอน้ำมากกว่า 95% โดยทั่วไปมักจะเป็นแหล่งที่ใกล้กับหินหลอมเหลวร้อนที่อยู่ตื้น ๆ อุณหภูมิของไอน้ำร้อนจะสูงกว่า 240 องศาเซลเซียสขึ้นไป แหล่งที่เป็นไอน้ำส่วนใหญ่นี้จะพบน้อยมากในโลกเรา แต่สามารถนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุด เช่น The Geyser Field ในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา และ Larderello ในประเทศอิตาลี เป็นต้น

2) <u>แหล่งที่เป็นน้ำร้อนส่วนใหญ่</u> (Hot Water Dominated) เป็นแหล่งกักเก็บสะสมความร้อนที่ประกอบไปด้วย น้ำร้อนเป็นส่วนใหญ่ อุณหภูมิน้ำร้อนจะมีตั้งแต่ 100 องศาเซลเซียสขึ้นไป ระบบนี้จะพบมากที่สุดในโลก เช่นที่ Cerro Prieto ในประเทศเม็กซิโก และ Hatchobaru ในประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

3) แหล่งหินร้อนแห้ง (Hot Dry Rock) เป็นแหล่งสะสมความร้อนที่เป็นหินเนื้อแน่นแต่ไม่มีน้ำร้อนหรือไอน้ำไหลหมุนเวียนอยู่ ดังนั้น ถ้าจะนำมาใช้จำเป็นต้องอัดน้ำเย็นลงไปทางหลุมเจาะให้น้ำได้รับความร้อนจากหินร้อนโดยไหลหมุนเวียนภายในรอยแตกที่กระทำขึ้นจากนั้นก็ทำการสูบน้ำร้อนนี้ขึ้นมาทางหลุมเจาะอีกหลุมหนึ่ง ซึ่งเจาะลงไปให้ตัดกับรอยแตกดังกล่าว แหล่งหินร้อนแห้งนี้กำลังทดลองผลิตไฟฟ้าที่ มลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา และที่ Oita Prefecture ประเทศญี่ปุ่น การใช้พลังงานความร้อนใต้พิภพสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระบบ คือ

3.1) ระบบไอน้ำ (Vapor – dominate system) เป็นระบบที่แหล่งพลังงานความร้อนอยู่ในรูปของไอน้ำที่ร้อนจัดมากกว่าร้อยละ 95 โดยน้ำหนักอุณหภูมิไอน้ำสูงประมาณ 200 องศาเซลเซียสขึ้นไป

3.2) ระบบน้ำร้อน (Water – dominate system) เป็นระบบที่แหล่งพลังงานความร้อนอยู่ในรูปน้ำร้อน มีไอน้ำเป็นส่วนน้อย ประมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนักอุณหภูมิของน้ำร้อนตั้งแต่ 100 องศาเซลเซียสขึ้นไป

3.3) ระบบหินร้อนแห้ง (Hot dry rock system) เป็นระบบที่แหล่งพลังงานความร้อนเป็นหินเนื้อแน่นใต้ผิวโลกที่มีอุณหภูมิสูง ไม่มีน้ำใต้ดินไหลซึมผ่านบริเวณน้ำ การนำมาใช้ประโยชน์โดยการเจาะบ่อให้ลึกถึงชั้นหินร้อนแล้วทำให้เกิดรอยแตกในหินเมื่ออัดน้ำจากผิวดินลงไปสัมผัสกับหินร้อนและมีความดันเพิ่มขึ้นได้

3.4) ระบบความดันธรณี (Geopressure system) เป็นระบบที่แหล่งพลังงานความร้อนอยู่ในรูปของน้ำที่มีความดันและอุณหภูมิสูงอันเนื่องมาจากการถูกบังคับให้อยู่ในที่อันจำกัดและถูกกดทับด้วยน้ำหนักของหินที่อยู่ข้างบน

2.4.3.3 พลังงานน้ำ

พลังงานน้ำหมายถึง พลังงานรูปแบบหนึ่งโดยการอาศัยพลังงานของน้ำที่เคลื่อนที่ ปัจจุบันนี้พลังงานน้ำส่วนมากจะถูกใช้เพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้พลังงานน้ำยังถูกนำไปใช้ในกรมชลประทาน การสี การทอผ้า และใช้ในโรงเลื่อย

พลังงานน้ำเกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ให้ความร้อนแก่น้ำและทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำลอยตัวสูงขึ้น มวลน้ำที่อยู่สูงขึ้นจากจุดเดิม (พลังงานศักย์) เมื่อมวลไอน้ำกระทบความเย็นก็จะเปลี่ยนเป็นของเหลวอีกครั้งและตกลงมาเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (พลังงานจลน์) การนำเอาพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์ทำได้โดยการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำที่ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำให้เป็น

กระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนนี้คือกังหันน้ำ (Turbines) น้ำที่มีความเร็วสูงจะผ่านเข้าท่อแล้วถ่ายทอดพลังงานจลน์เข้าสู่กังหันน้ำซึ่งจะไปหมุนขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกทอดหนึ่ง ในปัจจุบันพลังงานที่ได้จากแหล่งน้ำที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือพลังงานน้ำตกพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงพลังงานคลื่น ประเภทของพลังงานน้ำสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1) พลังงานน้ำตก การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ ทำได้โดยอาศัยพลังงานของน้ำตกออกจากน้ำตามธรรมชาติหรือน้ำตกที่เกิดจากการดัดแปลงสภาพธรรมชาติ เช่น น้ำตกที่เกิดจากการสร้างเขื่อนกั้นน้ำ น้ำตกจากทะเลสาบบนเทือกเขาสู่หุบเขา กระแสน้ำในแม่น้ำไหลตกหน้าผา เป็นต้น การสร้างเขื่อนกั้นน้ำและให้น้ำตกไหลผ่านกังหันน้ำซึ่งติดอยู่บนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากำลังงานน้ำที่ได้จะขึ้นอยู่กับความสูงของน้ำและอัตราการไหลของน้ำที่ปล่อยลงมา ดังนั้นการผลิตพลังงานจากพลังงานนี้จำเป็นต้องมีบริเวณที่เหมาะสมและการสร้างเขื่อนนั้นจะต้องลงทุนอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจคาดว่าทั่วโลกสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าจากกำลังน้ำมากกว่าพลังงานทดแทนประเภทอื่น

2) พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง มีพื้นฐานมาจากพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของระบบที่ประกอบด้วยดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ จึงจัดเป็นแหล่งพลังงานประเภทใช้แล้วไม่หมดไป สำหรับในการเปลี่ยนพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า คือเลือกแม่น้ำหรืออ่าวที่มีพื้นที่เก็บน้ำได้มากและพิสัยของน้ำขึ้นน้ำลงมีค่าสูงแล้วสร้างเขื่อนที่ปากแม่น้ำหรือปากอ่าว เพื่อให้เกิดเป็นอ่างเก็บน้ำขึ้นมาเมื่อน้ำขึ้นจะไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ และเมื่อน้ำลง น้ำจะไหลออกจากอ่างเก็บน้ำการไหลเข้าออกจากอ่างของน้ำต้องควบคุมให้ไหลผ่านกังหันน้ำที่ต่อเชื่อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อกังหันน้ำหมุนก็จะได้ไฟฟ้าออกมาใช้งานหลักการผลิตไฟฟ้าจากน้ำขึ้นน้ำลงมีหลักการเช่นเดียวกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำตกแต่กำลังที่ได้จากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงจะไม่ค่อยสม่ำเสมอเปลี่ยนแปลงไปมากในช่วงขึ้นลงของน้ำ แต่อาจจัดให้มีพื้นที่กักน้ำเป็นสองบริเวณหรือบริเวณพื้นที่เดียว โดยการจัดระบบการไหลของน้ำระหว่างบริเวณบ่อสูงและบ่อต่ำและกักบริเวณภายนอกในช่วงที่มีการขึ้นลงของน้ำอย่างเหมาะสมจะทำให้กำลังงานพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงสม่ำเสมอดีขึ้น

3) พลังงานคลื่น เป็นการเก็บเกี่ยวเอาพลังงานที่ลมถ่ายทอดให้กับผิวน้ำในมหาสมุทรเกิดเป็นคลื่นวิ่งเข้าสู่ชายฝั่งและเกาะแก่งต่าง ๆเครื่องผลิตไฟฟ้าพลังงานคลื่นจะถูกออกแบบให้ลอยตัวอยู่บนผิวน้ำบริเวณหน้าอ่าวด้านหน้าที่หันเข้าหาคลื่นการใช้คลื่นเพื่อผลิตไฟฟ้านั้นถ้าจะให้ได้ผลจะต้องอยู่ในโซนที่มียอดคลื่นเฉลี่ยอยู่ที่ 8 เมตร ซึ่งบริเวณนั้นต้องมีแรงลมด้วยแต่จากการวัดความสูงของยอดคลื่น

สูงสุดในประเทศไทยที่จังหวัดระนองพบว่ายอดคลื่นสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 4 เมตรเท่านั้น ซึ่งก็แน่นอนว่าด้วยเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานคลื่นในปัจจุบันนั้นยังคงไม่สามารถใช้กับประเทศไทยได้อย่างจริงจัง

ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำตกโดยเขื่อนขุนด่านปราการชล
(ที่มา : https://ww2.nakhonnayok.go.th/travel/detail/9, 2563)

2.4.3.4 พลังงานมหาสมุทร

พื้นผิวโลกประกอบดวยพื้นดิน 1 สวน พื้นน้ำ 3 สวน พื้นน้ำประกอบไปดวยแหลงทะเลมหาสมุทร ความแตกตางของอุณหภูมิและการถายเทความรอนจะทำใหเกิดลม ลมที่พัดผานผิวน้ำในโมเลกุลของอากาศจะจับเอาโมเลกุลของน้ำจนกลายเปนคลื่น ขนาดของคลื่นจะใหญหรือเล็กจะขึ้นอยูกับปจจัยของความเร็วลม เมื่อคลื่นเคลื่อนตัวและโมเลกุลของน้ำก็สะสมมากขึ้นจะกอใหเกิดคลื่นใหญขึ้น องคประกอบของคลื่น ไดแก ยอดคลื่น (Crest) ตำแหนงสูงสุดบนคลื่น ทองคลื่น (Trough) ตำแหนงที่ต่ำสุดของคลื่น ความยาวคลื่น (Wavelength) เสนคลื่นหรือทองคลื่นที่อยูติดกัน ความถี่ (Frequency) จำนวนคลื่นที่ผานจุดใด ๆ ในหนึ่งหนวยเวลา คาบ (Period) หรือชวงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ผานจุด ๆ หนึ่ง ครบหนึ่งลูกคลื่น และอัตราเร็วคลื่น (Wave Speed) เปนผลคูณระหวางความยาวคลื่นและความถี่ โดยทั่วไปคลื่นในทะเลเกิดการเคลื่อนที่ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง การแปลงคลื่นเปนพลังงานจะอาศัยการเคลื่อนไหวในแนวตั้งของกระแสคลื่นและการพองตัวเปนแรงกดอากาศแลวผลักใหเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน ซึ่งปริมาณของพลังงานขึ้นอยูกับขนาด ความสูงและกวางของคลื่น

2.4.3.5 พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ หมายถึงการเปลี่ยนแสงอาทิตย์โดยตรงมากกว่าเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้าสำหรับใช้งาน ประเภทพื้นฐานของพลังงานแสงอาทิตย์ คือ “พลังความร้อนแสงอาทิตย์” และ “เซลล์แสงอาทิตย์” มีศักยภาพในการผลิตพลังงานมากกว่าการบริโภคพลังงานของโลกในปัจจุบันหลายเท่าหากใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม พลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้โดยตรงเพื่อผลิตไฟฟ้าหรือสำหรับทำความร้อน หรือแม้แต่ทำความเย็น

ภาพที่ 2.5 แผงโซล่เซลล์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์

(ที่มา : https://www.greenpeace.org/thailand/explore/transform/renewables/solar/, 2563)

กระบวนการของเซลล์แสงอาทิตย์คือการผลิตไฟฟ้าจากแสง ในกระบวนการนี้ คือ การใช้สารกึ่งตัวนำที่สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมเพื่อปล่อยประจุไฟฟ้า ซึ่งเป็นอนุภาคที่ถูกชาร์จที่ขั้วลบ สิ่งนี้เป็นพื้นฐานของไฟฟ้า สารกึ่งตัวนำที่ใช้กันมากที่สุดในเซลล์แสงอาทิตย์คือซิลิกอน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่พบโดยทั่วไปในทราย เซลล์แสงอาทิตย์ทุกชิ้นมีสารกึ่งตัวนำดังกล่าว 2 ชั้น ชั้นหนึ่งถูกชาร์จที่ขั้วบวก อีกชั้นหนึ่งถูกชาร์จที่ขั้วลบ เมื่อแสงส่องมายังสารกึ่งตัวนำ สนามไฟฟ้าที่แล่นผ่านส่วนที่ 2 ชั้นนี้ตัดกันทำให้ไฟฟ้าลื่นไหล ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าสลับ ยิ่งแสงส่องแรงมากเท่าใด ไฟฟ้าก็ลื่นไหลมากขึ้นเท่านั้น

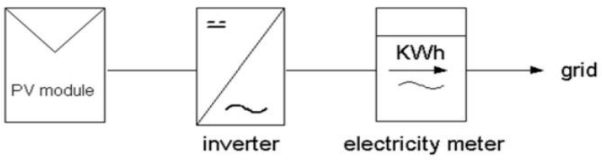
นอกจากนี้ สถาปนิกยังใช้เซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มมากขึ้นโดยใช้เป็นคุณลักษณะสำคัญของการออกแบบ ตัวอย่างเช่น หลังคากระเบื้องหรือหินชนวนติดเซลล์แสงอาทิตย์สามารถใช้แทนวัสดุทำหลังคาที่ใช้กันทั่วไป ฟิล์มแบบบางที่ยืดหยุ่นสามารถนำไปประกอบเข้ากับหลังคารูปโค้งได้ ในขณะที่ฟิล์มกึ่งโปร่งแสงทำให้เกิดการผสมผสานแสงเงาเข้ากับแสงในตอนกลางวัน นอกจากนี้เซลล์แสงอาทิตย์ยังสามารถผลิตพลังงานสูงสุดให้กับอาคารในวันอากาศร้อนในฤดูร้อนเมื่อระบบปรับอากาศต้องใช้พลังงานมากที่สุด ดังนั้นจึงช่วยลดภาวะไฟฟ้าเพิ่มปริมาณขึ้นสูงสุด (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

ระบบเซลล์แสงอาทิตย์นั้น มีรูปแบบในการติดตั้ง 3 รูปแบบได้แก่ ระบบที่เชื่อมต่อกับกริด ระบบอิสระ และ ระบบไฮบริด โดยมีรายละเอียดของรูปแบบดังต่อไปนี้

1) ระบบที่เชื่อมต่อกับกริด (On-Grid System)

ระบบเชื่อมต่อกับกริดเป็นระบบที่ทำงานโดยเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้า ดังที่แสดงในภาพที่ 2.6 โดยมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

- โมดูลแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอาร์เรย์
- อินเวอร์เตอร์
- โหลด (เช่น หลอดไฟ พัดลม ปั๊มน้ำ)
- อุปกรณ์ไฟฟ้า (เช่น สวิตช์ ช็อกเก็ตสายเคเบิล ฯลฯ)
- ระบบโครงข่ายไฟฟ้า



ภาพที่ 2.6 แผนผังระบบเชื่อมต่อแบบกริด

(ที่มา : การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

2) ระบบอิสระ (Stand Alone System)

ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (หรือที่เรียกว่าระบบเซลล์แสงอาททิตย์แบบ Stand Alone) ได้รับการออกแบบให้ทำงานโดยไม่ขึ้นกับโครงข่ายไฟฟ้าและได้รับการออกแบบให้จ่ายพลังงานให้กับโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า DC หรือ AC หรือทั้งสองอย่างพร้อมกัน ดังที่ได้แสดงในรูปภาพที่ 2.7 ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระนั้นมีส่วนประกอบดังนี้

- โมดูลแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอาเรน์
- แบตเตอรี่
- ควบคุมการชาร์จ
- อินเวอร์เตอร์
- โหลด (เช่น หลอดไฟ พัดลม ปั๊มน้ำ)
- อุปกรณ์ไฟฟ้า (เช่นสวิตช์ ซ็อกเก็ตสายเคเบอล ฯลฯ)

ภาพที่ 2.7 ส่วนประกอบของระบบอิสระ

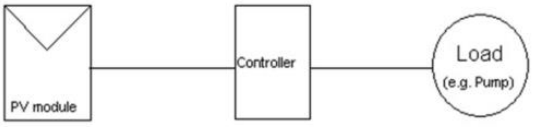
(ที่มา : การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

รูปแบบของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระยังสามารถแบ่งได้อีก 3 ระบบดังนี้

1) ระบบ Off-grid ที่ไม่มีแบตเตอรี่แต่มีโหลด DC ดังที่แสดงในรูปภาพที่ 2.8 ระบบประเภทนี้มักใช้กับระบบที่ไม่สำคัญ ซึ่งไม่จำเป็นที่ต้องใช้ไฟฟ้าในเวลากลางคืน ระบบนี้ตัวควบคุมจะมีฟังก์ชั่นหลากหลาย เช่น

- รักษาแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ ให้ต่ำกว่าค่า ค่าหนึ่ง
- ตัดการเชื่อมต่อโหลดเมื่อแรงดัน ไฟฟ้าต่ำเกินไป (แสงแดดไม่พอ)
- หยุดการทำงานของปั๊มน้ำเมื่อน้ำเต็มถังโดยใช้สวิตช์ลูกลอย
- การแปลง DC เป็น AC สำหรับปั๊ม AC

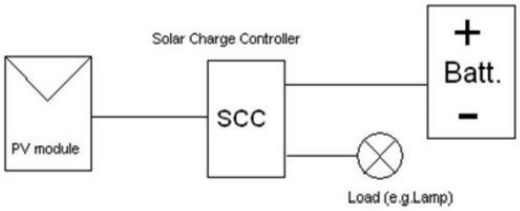
ระบบ Off-grid ประเภทนี้ มีการประยุกต์ใช้งานในการสูบน้ำ โดยน้ำจะถูกสูบตราบเท่าที่ดวงอาทิตย์ส่องแสง โดยน้ำส่วนเกินจะถูกเก็บไว้ในถัง เมื่อน้ำเต็มถังสวิตช์ลอกลอยจะปลดปั๊มน้ำให้หยุดการทำงาน



ภาพที่ 2.8 ผังวงจรระบบ Off-grid ที่ไม่มีแบตเตอรี่แต่มีโหลด DC

(ที่มา : การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

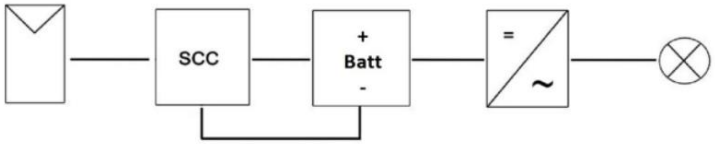
2) ระบบ Off-grid ที่มีแบตเตอรี่และโหลด DC ระบบประเภทนี้มักใช้กับระบบที่ไม่วิกฤตมาก ซึ่งต้องการไฟฟ้าในเวลากลางคืน เป็นระบบที่ง่ายและมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ เป็นระบบที่ไม่จำเป็นต้องมีการแปลงเป็นไฟฟ้า AC ใช้กับโหลดเฉพาะ DC ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 2.9 ส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟ 12 โวลต์ ตู้เย็น DC การชาร์จโทรศัพท์ และอุปกรณ์ที่ใช้แรงดัน ไฟฟ้า 24 โวลต์ ตัวอย่างการใช้ระบบ Off-grid ที่มีแบตเตอรี่ และโหลด DC ไดแก่ การจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่าง



ภาพที่ 2.9 ผังวงจรระบบ Off-grid ที่มีแบตเตอรรี่และโหลด DC

(ที่มา : การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

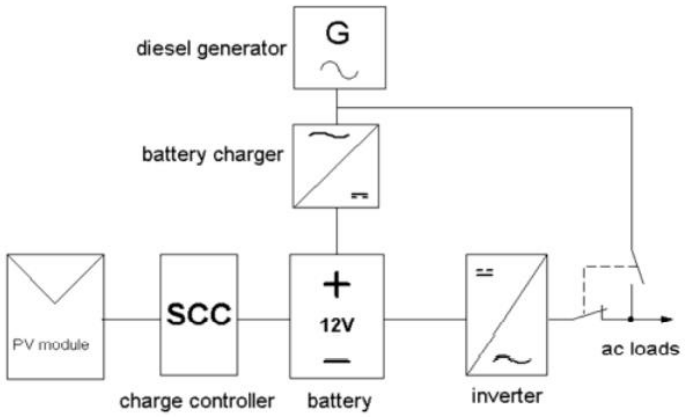
3) ระบบ Off-grid ที่มีโหลด AC ระบบชนิดนี้มักใช้ในสถานการณ์ ที่ต้องการใช้ไฟฟ้าทั้งกลางวันและกลางคืน โดยการที่ใช้โหลด DC ซึ่งรับไฟฟ้าโดยตรงจากแบตเตอรี่หรือตัวควบคุมการชาร์จ ดังที่แสดงในรูปภาพที่ 2.10 ตัวอย่างระบบ Off-grid ที่มีโหลด AC ได้แก่ ระบบผลิตและจ่ายไฟในสถานีโทรคมนาคม



ภาพที่ 2.10 ผังวงจรระบบ Off-grid ที่มีโหลด

(ที่มา : การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

4) ระบบไฮบริด (Hybrid System) ระบบไฮบริดเป็นระบบจ่ายไฟฟ้า ซึ่งมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากกว่าหนึ่งเครื่อง หรือกำเนิดไฟฟ้าสามารถทำงานสลับกันหรือพร้อมกัน มีแหล่งพลังงานอยู่หลายแบบ เช่น การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลหรือเบนซิน ร่วมกับกังหันลมขนาดเล็กมีหลายวิธีที่สามารถเชื่อมต่อเป็นระบบไฮบริด ดังที่แสดงในรูปภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 ผังวงจรระบบไฮบริด

(ที่มา : การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

2.4.3.6 พลังงานลม

พลังงานลมคือพลังงานชนิดหนึ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติที่สามารถใช้ได้อย่างไม่มีหมดสิ้น ปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากขึ้นโดยเฉพาะในแถบยุโยปมีการพัฒนาพลังงานจากลมเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ สำหรับในประเทศไทยการใช้พลังงานจากลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ายังมีข้อนข้างน้อยมาก การศึกษา เรียนรู้ และวิจัยการพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมก็เป็นอีกวิธีหนึ่งของพลังงานทางเลือกที่จะช่วยลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง และการนำเข้าพลังงาน

ไฟฟ้าจากต่างประเทศ และยังสามารถลดสภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่ง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563)

กังหันลมในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยทั่วไปนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามแกนหมุนของกังหันลม ได้แก่ กังหันลมแกนหมุนแนวตั้ง และกังหันลมแกนหมุนแนวนอน ซึ่งทั้ง 2 ชนิดจะประกอบด้วยอุปกรณ์ในการทำงานผลิตไฟฟ้าที่คล้ายกัน เช่น ชุดใบพัดชุดห้องเกียร์ทดกำลัง ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และชุดเสาโดยจะมีความแตกต่างกันตรงการวางชุดแนวแกนหมุนใบพัดดังนี้

1) กังหันลมหมุนแนวแกนตั้ง (Vertical axis wind turbine, VAWT) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนและใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมในทางราบ(ก) ซึ่งทำให้สามารถรับลมในแนวราบ (ก) ได้ทุกทิศทาง มีเพียง 2 แบบดังที่แสดงในภาพที่ 2.12 คือ กังหันลมแดร์เรียส (Darrieus) ซึ่งมีการประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกในประเทศฝรั่งเศส และกังหันลมซาโวเนียส (Savonius) มีการพัฒนาจะอยู่ในวงจำกัด และมีความไม่ต่อเนื่องปัจจุบันมีการใช้กังหันลมแบบแนวตั้งน้อยมาก

2) กังหันลมแกนหมุนแนวนอน (Horizontal axis wind turbine, HAWT) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับทิศทางของลมโดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากรับแรงลม (ข) ทำหน้าที่รับแรงลมที่เคลื่อนตัวมากระทบให้เกิดการหมุนของใบพัดซึ่งมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเป็นกังหันลมที่ได้รับความนิยมใช้งานมากที่สุด

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.12 กังหันลมหมุนแนวแกนตั้ง (ก) กังหันลมแกนหมุนแนวนอน (ข)

(ที่มา : การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

2.4.4 มาตรฐานอาคารสีเขียว

อาคารสีเขียว (Green building) คือ อาคารที่สร้างขึ้นโดยใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ คุ้มค่า มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมตลอดวัฏจักรชีวิต (life cycle) ของตัวอาคาร ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการเลือกพื้นที่ทำเล การออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินการ การดูแล การซ่อมแซมปรับปรุง รวมไปถึงการทำลายตัวอาคารด้วย เพราะเป้าหมายหลักของแนวคิดนี้คือการลดผลกระทบจากอาคารก่อสร้าง หรือ สิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างต่างๆ (built environment) ที่จะมีผลต่อสุขภาพของผู้คน (human health) และสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (natural environment) (ภาคภูมิ โกเมศโสภา, 2557) ฉะนั้นอาคารสีเขียวจึงมุ่งเน้นไปที่ 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

1) ประสิทธิภาพของการใช้น้ำ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ
2) ปกป้องสุขภาพและส่งเสริมความสามารถในการทำงานของผู้คนในอาคาร
3) ลดปัญหาขยะ มลพิษ และการทำลายสิ่งแวดล้อม

การประเมินองค์ประกอบของอาคารเขียวสามารถประเมินได้หลายองค์ประกอบ ซึ่งมหาวิทยาลัยหลายแห่งทั่วโลกที่เข้าร่วมประเมินตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกนั้น ที่ใช้ในการประเมินองค์ประกอบของอาคารเขียวคือ เกณฑ์การประเมินของ LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) โดยในหลักเกณฑ์การประเมินองค์ประกอบของอาคารเขียวของ LEED นั้น เน้นในเรื่องของการพัฒนาเพื่อความยั่งยืน คือการตอบสนองต่อความต้องการของผู้คนในปัจจุบันที่สัมพันธ์กันทางด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นแล้วอาคารเขียวจึงหมายถึง ความรับผิดชอบในการรักษาสิ่งแวดล้อมและใช้ทรัพยากรต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพตลอดอายุการใช้งานของอาคาร

เกณฑ์ LEED ได้ถูกใช้ในการประเมินอาคารต่าง ๆ ทั่วโลกมานานกว่า 10 ปีมีการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยจัดทำเกณฑ์เพื่อใช้ในการประเมินหลายประเภท เช่น

1) LEED for Building Design and Construction ที่ใช้สำหรับการประเมินอาคารที่สร้างใหม่ หรืออาคารขนาดใหญ่โดยออกแบบเพื่อใช้เป็นอาคารสำนักงานเป็นหลัก แต่ก็สามารถใช้กับอาคารประเภทอื่น ๆ ได้ด้วยเช่นกัน เช่น ห้างสรรพสินค้า โรงแรม และโรงงาน ฯลฯ
2) LEED for Operation and Maintenance ใช้สำหรับอาคารที่สร้างเสร็จแล้วที่ต้องการดูแลรักษาอาคารให้เป็นไปตามรูปแบบของอาคารเขียว

3) LEED for Home สำหรับบ้านพักอาศัย

4) LEED for School สำหรับสถานศึกษาต่าง ๆ

5) LEED for Health Care สำหรับสถานพยาบาลต่าง ๆ

6) LEED for Core and Shell สำหรับอาคารที่ผู้ประกอบการที่สร้างเฉพาะ ส่วนที่เป็นแกนสำหรับบริการอาคารและ เปลือกอาคารได้แก่กรอบและผนังภายนอกอาคาร

7) LEED for Interior Design & Construction เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบตกแต่งภายในสำหรับผู้เช่าอาคารและผู้ออกแบบ

8) LEED for Neighborhood Development เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาชุมชน หมู่บ้าน และการใช้ประโยชน์ร่วมกันกับพื้นที่พาณิชยกรรม

โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ประเภทในการประเมินคือ LEED for School ซึ่งจะประกอบด้วยเนื้อหา 6 หมวดได้แก่

1. สถานที่ตั้งและความยั่งยืน (Sustainable Site)
2. การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Water Efficiency)
3. พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)
4. วัสดุและการก่อสร้าง (Meterial and Resources)
5. คุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment Quality)
6. นวัตกรรมในการออกแบบ (Innovation in Design)

เนื่องจากเนื้อหาของ LEED มีรายละเอียดที่มากสำหรับการประเมิน สำหรับผู้ที่สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก website ของ Green Building Certification Institute หรือ GBCI ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่ทำหน้าที่ในการรับรองอาคารที่สามารถผ่านเกณฑ์ของ LEED โดยในงานวิจัยนี้จึงของอธิบายภาพรวมของเนื้อหาที่ใช้ในการประเมินแต่ละหมวดอย่างกว้าง ๆ ดังนี้

1) หมวดที่ตั้งและความยั่งยืน

<u>1.1 เกณฑ์ข้อบังคับ</u>

1.1.1) การป้องกันการศูนย์เสียหน้าดินของการก่อสร้าง โดยกองเก็บรักษาไว้ก่อนเพื่อนำกลับมาใช้ภายหลัง

1.1.2) ป้องกันเศษดินและตะกอนต่างๆไหลลงสู่ท่อระบายน้ำ หรือ คูคลองใกล้เคียง

1.1.3) ป้องกันมลภาวะทางอากาศ ที่เกิดจาผฝุ่นผงในการก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2 เกณฑ์ที่มีคะแนนให้ได้แก่

1.2.1) จะต้องไม่เลือกเอาพื้นที่ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ทางธรรมชาติมาใช้เป็นที่ก่อสร้าง เช่น พื้นที่การเกษตร พื้นที่ป่า หรือที่ใกล้แหล่งน้ำธรรมชาติ เพราะไม่ต้องการให้เกิดผลกระทบทางธรรมชาติ เช่น ที่อยู่อาศัยของสัตว์ ตามธรรมชาติ

1.2.2) เลือกที่ตั้งที่อยู่ในย่านที่ความหนาแน่นสูงและมีสิ่งอำนวยความสะดวกรอบบริเวณที่ตั้ง เพื่อไม่ต้องการให้เมืองนั้นขยายอาณาบริเวณรุกล้ำพื้นที่สีเขียวนอกเมือง และทำให้ต้องขยายระบบสาธารณูปโภคเพื่ออำนวยความสะดวกภายในที่ตั้ง ซึ่งก่อให้เกิดความสิ้นเปลืองพลังงานและทรัพยากร

1.2.3) การนำที่ตั้งที่มีสภาพดินปนเปื้อนสารเคมีหรือเสื่อมสภาพมาพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาพื้นที่ที่ถูกทิ้งร้าง แต่ทั้งเจ้าของที่ดินจะต้องแก้ปัญหาสภาพดินก่อนการดำเนินการ

1.2.4) เลือกที่ตั้งใกล้กับบริเวณขนส่งสาธารณะ เพื่อลดความจำเป็นในการใช้รถยนต์ส่วนตัวในการเดินทางมาทำงาน

1.2.5) ออกแบบให้มีที่จอดรถจักรยาน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกด้วยห้องอาบน้ำ เพื่อส่งเสริมการเดินทางด้วยรถจักรยาน และลดมลพิษจากการใช้รถยนต์

1.2.6) จำกัดจำนวนพื้นที่จอดรถตามที่กฎหมายกำหนดเท่านั้น เพราะไม่ต้องการส่งเสริมการใช้รถยนต์ส่วนตัวเพื่อลดมลภาวะจากการเดินทาง

1.2.7) ออกแบบให้มีพื้นที่ว่างสำหรับปลูกต้นไม้เกินกว่าที่กฎหมายกำหนด เพื่อนำธรรมชาติเข้ามาใกล้ชิดกับประชากรภายในพื้นที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2.8) ลดปริมาณพื้นที่น้ำฝนไหลนอง โดยออกแบบพื้นที่ว่างภายนอกอาคารให้น้ำซึมลงดินได้ และอาจเก้บน้ำฝนไว้ใช้ในการลดน้ำต้นไม้ภายในพื้นที่

1.2.9) ลดผลกระทบจากเกาะความร้อน (Heat Island) ซึ่งเป็นปรากฏการที่อุณหภูมิในเขตเมืองที่มีการก่อสร้างอาคารหนาแน่นจะมีอุณหภูมิที่ร้อนกว่าชานเมือง เพราะเกิดจากการสะสมความร้อนจากผิววัสดุที่โดนแสงแดด ซึ่งแก้ปัญหาโดยการออกแบบ เช่น เพิ่มร่มเงาบริเวณลานจอดรถ เช่นการปลูกต้นไม้ใหญ่ หรือ การสร้างหลังคาคลุมลานจอดรถ

1.2.10) อาคารภายในพื้นที่จะต้องออกแบบเพื่อลดผลกระทบจากเกาะความร้อน โดยเลือกวัสดุหลังคา หรือเปลือกอาคารที่มีค่าสะท้อนความร้อนสูงหรือมีสีอ่อน

1.2.11) ลดภาวะแสงสว่างรบกวนท้องฟ้าในเวลากลางคืน โดยไม่ใช้โคมไฟที่สาดแสงขึ้นสู่ท้องฟ้า เพราะมีผลกระทบต่อสัตว์ที่หากินในเวลากลางคืนและระบบนิเวศน์โดยรอบ

2) หมวดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

2.1) เกณฑ์ข้อบังคับได้แก่

2.1.1) สามารถลดการใช้น้ำภายในอาคารลง 20% เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารทั่วไป ปริมาณน้ำใช้ที่นำมาคำนวณ ได้แก่ น้ำใช้ในโถส้วม โถปัสสาวะชาย อ่างล้างมือ อ่างล้างจาน หรือน้ำใช้อื่น ๆ

2.2) เกณฑ์ที่มีคะแนนให้ได้แก่

2.2.1) น้ำที่ใช้ในงานภูมิสถาปัตย์ โดยลดการใช้น้ำสำหรับดื่มหรือน้ำประปามาใช้ในการรดน้ำต้นไม้ หรือน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

2.2.2) ลดการใช้น้ำประปา สำหรับโถส้วมหรือโถปัสสาวะ โดยใช้น้ำฝน หรือน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วแทนหรือบำบัดน้ำเสียในโครงการอย่างน้อยร้อยละ 50 ให้มีมาตรฐานถึงระดับขั้นที่ 3 ทั้งนี้เพื่อลดการผลิตน้ำประปาจากหน่วยงานอื่นนอกมหาวิทยาลัย

2.2.3) ลดการใช้น้ำภายในอาคาร หรือลดตั้งแต่ ร้อยละ 30 ขึ้นไป โดยน้ำที่จะนำมาคำนวณได้แก่ น้ำจากระบบสุขาภิบาล น้ำจากโรงอาหาร สำหรับการลดการใช้น้ำจากโถส้วมนั้นสามารถทำได้ง่าย โดยเลือกใช้โถส้วมที่แยกปริมาณการใช้น้ำสองปุ่ม ก็สามารถลดการใช้น้ำได้ถึงร้อยละ 67 เมื่อเทียบกับโถส้วมรุ่นเก่า

3) หมวดพลังงานและบรรยากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1) เกณฑ์ข้อบังคับ 3 ข้อดังนี้

3.1.1) มีการทดสอบการทำงานของระบบพลังงานในอาคาร โดยจะต้องคณะกรรมการรับผิดชอบในการทดสอบและมีประสพการณ์ในการทดสอบอย่างน้อย 2 ปี โดยไม่จำเป็นต้องเป็นคนเดียวกับผู้ออกแบบ จะต้องรายงานผลการตรวจสอบให้กับผู้บริหารทราบ โดยอย่างน้อยจะต้องรายงาน ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง และระบบพลังงานทดแทน

3.1.2) อาคารมีสมรรถนะขั้นต่ำด้านการประหยัดพลังงานได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งสามารถทำได้โดยการจำลองค่าพลังงานของอาคารทั้งหมด ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เปรียบเทียบระหว่างอาคารที่ประหยัดพลังงานและอาคารอ้างอิงที่มีขนาดและรูปแบบใกล้เคียงกันทั้งนี้อาคารที่ประหยัดพลังงานจะต้องมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ำกว่าอาคารอ้างอิงอย่างน้อย ร้อยละ 10 จากการเปรียบเทียบ

3.1.3) ต้องไม่ใช้สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่มี CFC

3.2) เกณฑ์ที่มีคะแนนให้

3.2.1) ประหยัดพลังงานได้มากกว่าเกณฑ์ข้อบังคับ 2 โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ตั้งแต่ ร้อยละ 8 ถึง ร้อยละ 44

3.2.2) มีการใช้พลังงานทดแทนในมหาวิทยาลัย

3.2.3) มีการทดสอบการทำงานของระบบมากกว่าเกณฑ์ข้อบังคับโดยตรวจสอบหลังจากรับมอบระบบจากการก่อสร้างแล้ว ภายในระยะเวลา 10 เดือน

3.2.4) การจัดการสารทำความเย็นสูงกว่าเกณฑ์บังคับ โดยไม่ใช้สารทำความเย็นเลย หรือเลือกใช้สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่มีระดับของการทำลายโอโซนน้อยที่สุด

3.2.5) การวัดค่าพลังงานและตรวจสอบความถูกต้อง โดยมีการวัดและตรวจสอบผลการดำเนินการของระบบต่างๆที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการประหยัดพลังงาน โดยต้องมีระยะเวลาในการวัดและการตรวจสอบอย่างน้อย 1 ปี หลังจากสร้างเสร็จเพื่อดูว่าอาคารนั้นประหยัดพลังงานได้จริงตามที่ได้ออกแบบหรือไม่ หากไม่สามารถลดพลังงานได้จะต้องมีวิธีการแก้ไขและแผนในการดำเนินการเพื่อลดการใช้พลังงาน

4) หมวดการใช้วัสดุและทรัพยากร

4.1) เกณฑ์ข้อบังคับ

ต้องมีการออกแบบหรือแยกห้องเพื่อใช้เก็บวัสดุเหลือทิ้ง ได้แก่ เศษกระดาษ แก้ว อลูมิเนียม พลาสติก เพื่อรอการจำหน่ายสำหรับการนำไปรีไซเคิล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2) เกณฑ์ที่มีคะแนนให้

4.2.1) ในการปรับปรุงอาคารเดิมจะต้อง ให้รักษาผนัง พื้นหรือหลังคา ไว้ให้มากกว่าร้อยละ 55 ของอาคารที่ทำการปรับปรุง เพื่อไม่ทุบทำลายให้เป็นเศษขยะ ฝุ่นผง หรือดึงเอาทรัพยากรทางธรรมชาติใหม่เข้ามาใช้ซึ่งเป็นการสิ้นเปลือง

4.2.2) เก็บรักษาส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้าง เช่น ผนัง ฝ้าเพดาน ไว้ให้มากกว่า ร้อยละ 50 ของอาคารที่ทำการปรับปรุง เพื่อลดปริมาณขยะ

4.2.3) มีการจัดการขยะจากการก่อสร้าง โดยการนำไปรีไซเคิลแทนการนำไปทิ้ง หรือบริจาคให้กับองค์กรอื่น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

4.2.4) มีการนำวัสดุใช้แล้วนำมาใช้ใหม่ อย่างน้อยร้อยละ 5 ของอาคารที่ทำการปรับปรุง ซึ่งอาจเป็นวัสดุภายในโครงการ หรือนำมาจากแหล่งอื่น

4.2.5) ในขั้นตอนการออกแบบเลือกวัสดุที่มีส่วนผสมของวัสดุรีไซเคิลเพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากการนำทรัพยากรธรรมชาติเข้ามาใช้เพิ่มขึ้น

4.2.6) เลือกวัสดุที่มีการผลิตภายในประเทศ ซึ่งกำหนดไว้ในเกณฑ์ว่า ไม่เกิน 500 ไมล์ หรือ 804 กิโลเมตร จากที่ตั้งโครงการ เพื่อลดการใช้พลังงานจากการขนส่ง

4.2.7) ใช้วัสดุที่สามารถสร้างขึ้นทดแทนได้ในเวลา 10 ปี เช่น การใช้ไม้ไผ่ หรือไม้อื่นที่สามารถปลูกทดแทนได้ในระยะเวลา 10 ปี

4.2.8) ใช้ไม้ที่ผ่านการรับรองว่า มาจากการปลูกเพื่อเศรษฐกิจ และมีการบริหารจัดการที่ดีเพื่อรับรองการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี

5) หมวดคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร

5.1) เกณฑ์ข้อบังคับ

5.1.1) ต้องออกแบบตามมาตรฐานใน ASHRAE Standard 62. 1-2007 Section 4-7 เรื่องการระบายอากาศที่ใช้ระบบกลช่วย แต่หากเป็นระบบระบายอากาศธรรมชาติต้องผ่านมาตรฐาน ASHARE 62.1-2007 ข้อ 5.1 ทั้งนี้เพื่อไม่ให้การออกแบบอาคารที่ก่อสร้างใหม่หรืออาคารที่ทำการปรับปรุงให้ความสำคัญกับการประหยัดพลังงานจนมากเกินไปจนมองข้ามเรื่องสภาวะน่าสบาย

5.1.2) การควบคุมควัญบุหรี่ในอาคาร และบริเวณนอกอาคารในระยะห่างประตูทางเข้าและช่อรับอากาศของระบบปรับอากาศในระยะ 25 ฟุต หรือ 7.6 เมตร หากจะสูบบุหรี่ภายในอาคารต้องจัดห้องสูบบุหรี่โดยเฉพาะ เพื่อไม่ให้ควันบุหรี่รั่วไหลไปส่วนอื่นของอาคารได้

5.2) เกณฑ์ที่มีคะแนนให้

5.2.1) จัดให้มีระบบเฝ้าระวัง (Monitoring) การทำงานของระบบระบายอากาศโดยต้องส่งสัญญานเตือนให้ทราบเมื่อระดับค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มขึ้นเกินกว่าร้อยละ 10 จากสภาพปกติ

5.2.2) มีการนำอากาศบริสุทธิภายนอกมาระบายอากาศมากกว่าอัตราขั้นต่ำที่กำหนดใน ASHRAE Standard 62. 1-2007 ประมาณร้อยละ 30

5.2.3) มีการจัดทำแผนเพื่อป้องกันปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ในช่วงระหว่างการก่อสร้างและช่วงก่อนเข้าใช้อาคาร

5.2.4 เลือกใช้วัสดุกาว (Adhesive) หรือวัสดุที่ใช้ในการอุดรอยต่อ (Sealant) สีหรือน้ำยาเคลือบผิวต่าง ๆ ที่มีส่วนประกอบของสารระเหย (Volatile Organic Compound, VOC) อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

5.2.5) เลือกใช้วัสดุตกแต่งผิวเช่น พรม พื้นไม้ จะต้องมีค่า VOC จะต้องมีต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.2.6) ไม้ที่ใช้ในวัสดีตกแต่งภายในอาคารจะต้อง ไม่มีส่วนผสมของกาว ยูเรียฟอมัลดิไฮด์ (Urea-Formaldehyde resins)

5.2.7) มีการควบคุมมลพิษในอาคารและสารเคมี โดยบริเวณประตูทางเข้าอาคารต้องทำตะแกรงดักฝุ่นที่ติดมากับรองเท้า และห้องต่างๆที่เก็บสารเคมีมีกลิ่น จะต้อมีเครื่องดูอากาศทิ้งด้านนอกผ่านระบบกรองอากาศ ต้องมีค่า Minimum Efficiency Report Value (MERV) เท่ากับ 13 หรือมากกว่า

5.2.8) การก่อสร้างและปรับปรุงอาคาร ต้องออกแบบอย่างน้อยร้อยละ 90 ของผู้ใช้อาคาร สามารถควบคุมระบบแสงสว่างในอาคารได้ด้วยตนเอง เพื่อสร้างความสบายทางสายตาและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งอาจแยกโดยการใช้โคมไฟตั้งโต๊ะ

5.2.9) ในการก่อสร้างและปรับปรุงอาคารมีการออกแบบให้อย่างน้อยร้อยละ 50 ของผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภูมิ ได้ด้วยตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2.10) การออกแบบให้สภาวะแวดล้อมเชิงอุณหภูมิภายในอาคาร อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย ตามมาตรฐาน ASHRAE Standard 55-2004

5.2.11) มีการประเมินหลังจากการใช้อาคารแล้วประมาณ 6-18 เดือน ว่าผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกสบายหรือไม่ ถ้าผู้อยู่อาศัยมากกว่าร้อยละ 20 ไม่รู้สึกสบายต้องทำแผนในการแก้ไข

5.2.12) การก่อสร้างหรือปรับปรุงอาคาร ต้องออกแบให้ร้อยละ 75 ของพื้นที่วิ่งมีผู้ใช้งาน ได้รับแสงสว่างธรรมชาติและสามารถมองเห็นทิวทัศน์ภายนอกได้ ซึ่งจะต้องแสดงให้เห็นโดยการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ว่าอย่างน้อย ร้อยละ 75 ของพื้นที่ที่ได้รับแสงธรรมชาติอยู่ในช่วง 269 ลักซ์ ถึง 5,381 ลักซ์ ในสภาพที่ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ โดยจำลอง ณ วันที่ 21 กันยายน เวลา 9.00 น. และเวลา 15.00 น. หรือถ้าไม่ใช่วิธีจำลองก็สามารถใช้วิธีปฏิบัติตามเกณฑ์ที่ LEED

กำหนด เช่น ถ้าใช้ Skylight จะต้องมีพื้นที่ระหว่าง ร้อยละ 3 ถึง ร้อยละ 6 ของพื้นที่หลังคา โดยใช้กระจกที่มีค่า Visible Light Transmittance (VLT) ขั้นต่ำ 0.5 หรือสามารถใช้วัดพื้นที่จริงเมื่อสร้างเสร็จก็ได้ ว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่ใช้งานมีค่าความสว่าง 269 ลักซ์

5.2.13) ในการก่อสร้างอาคาร และการปรับปรุงอาคาร มีการออกแบบให้ ร้อยละ 90 ของพื้นที่ทำงาน สามารถมองผ่านกระจกเพื่อให้เห็นทิวทัศน์ภายนอกได้

6 นวัตกรรมการออกแบบ

คะแนนในหมวดนี้จะได้จากส่วนประกอบ 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 คือนวัตกรรมในการออกแบบซึ่งอาจเกิดจากการทำสิ่งใหม่ ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในหัวข้อทั้ง 5 หมวดข้างต้น แต่เป็นผลดีเชิงสิ่งแวดล้อม

ส่วนที่ 2 ได้จากการที่มี LEED AP (LEED Accredited Professional) อย่างน้อย 1 คน อยู่ภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นคุณวุฒิในทางวิชาชีพอย่างหนึ่ง สามารถใช้ต่อท้ายชื่อสถาปนิก หรือวิศวกร เป็นการรับรองว่าบุคคลนั้นมีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง LEED เป็นอย่างดี สามารถช่วยบูรณาการความต้องการของผู้ใช้อาคารเข้ากับการออกแบบอาคาร เพื่อบรรลุเป้าหมายการออกแบบอาคารเพื่อให้เป็นอาคารเขียวได้ง่ายขึ้น

จากข้อมูลที่ได้กล่าวไปข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าขอบเขตของอาคารเขียวภายในมหาวิทยาลัยมีเนื้อหาที่ครอบคลุมอย่างกว้างขวาง มากกว่าการเป็นอาคารประหยัดพลังงานเพียงอย่างเดียว แต่จะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของอาคารและพื้นที่โดยรอบมหาวิทยาลัยด้วยเช่นกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.5 การศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ

จุดเริ่มต้นของมหาวิทยาลัยราชภัฏนั้น เริ่มมาจากการเป็น โรงเรียนฝึกหัดครู โดยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงปฏิรูปประเทศให้ทันสมัยตามแบบตะวันตก โดยการวางรากฐานการศึกษาเพื่อพัฒนาประเทศ เกิดการจัดรูปแบบการศึกษาตามแบบตะวันตก เช่น มีโรงเรียน หลักสูตร แบบเรียน และครู เมื่อปี พ.ศ. 2430 เกิดการจัดตั้ง “กรมการศึกษา” เพื่อรับผิดชอบด้านการศึกษา ต่อมา ได้มีการเปลี่ยนแปลงจากกรมการศึกษาเป็น “กระทรวงธรรมการ” ในปี พ.ศ. 2432 โดยรวบรวมกรมต่าง ๆ เข้าเข้าสังกัดภายในกระทรวง เช่น กรมธรรมการ กรมพยาบาล กรมพิพิธภัณฑ์สถาน และกรมศึกษาธิการ ในเวลานั้นผู้คนนิยมส่งลูกหลายเข้าศึกษา และได้เกิดปัญหาขาดแคลนครู สมเด็จกรมพระยาดำรงราชานุภาพ จึงได้ของบประมาณเพื่อการฝึกหัดครู

เกิดเป็น “โรงเรียนฝึกหัดครู” มีการจัดตั้งโรงเรียนฝึกหัดครูในหัวเมืองต่าง ๆ ในทุกภูมิภาค และเมื่อ พ.ศ. 2518 ยกฐานะเป็น “วิทยาลัยครู” มีทั้งหมด 17 แห่ง และต่อมาเพิ่มอีก 19 แห่ง รวมทั้งหมด 36 แห่ง (มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 2562)

เมื่อในอดีตประชนชาวไทยได้รับการปฏิบัติด้วยความไม่เป็นธรรมจากผู้ที่มีอำนาจในบ้านเมือง ที่พึ่งที่ทุกคนมักจะรำลึกถึงก็คือองค์พระมหากษัตริย์อันเปรียบเสมือนพระบิดาของประชาชน กรณีของวิทยาลัยครูก็เช่นเดียวกัน ด้วยเหตุนี้กรมการฝึกหัดครูจึงได้ดำริที่จะขอพระราชทานนามใหม่แก่วิทยาลัยครูเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง เป็นธรรมและเพื่อประโยชน์ของบัณฑิตจากวิทยาลัยครูเป็นสำคัญเพื่อให้ได้ชื่อที่เหมาะสม กรมการฝึกหัดครูได้มีหนังสือเวียนไปยังวิทยาลัยครูทุกแห่งเพื่อระดมสมองคิดหาชื่อใหม่ของวิทยาลัยครูและกรมจะคัดเลือกชื่อที่เห็นว่าดีที่สุดเพื่อขอพระราชทานทูลเกล้าฯ เพื่อขอให้พระองค์ทรงมีพระบรมราชวินิจฉัย โปรดเกล้าฯ พระราชทานเป็นนามใหม่ของวิทยาลัยครต่อไป

กระบวนการการสรรหาความหวังว่าในที่สุดก็น่าจะได้ชื่อใหม่มาแทนที่คำว่า “วิทยาลัยครู” มีชื่อจำนวนมากเสนอกรมการฝึกหัดครูปรากฏว่าคำว่า “สถาบันราชพัฒนา” เป็นคำที่ถูกใจคณะกรรมการและคนส่วนใหญ่ กรมการฝึกหัดครูจึงทำหนังสือถึงสำนักราชเลขาธิการเพื่อขอให้นำความขึ้นกราบบังคมทูลพระบาทสมเด็จเจ้าอยู่หัวฯ ให้พระองค์ทรงทราบถึงปัญหาความเดือดร้อนของชาววิทยาลัยครู และขอพระราชทานนามใหม่ว่า “สถาบันราชพัฒนา” หรือชื่ออื่นใดสุดแล้วแต่จะทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯพระราชทาน ในที่สุดพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชมหาราช ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯพระราชทานนาม “สถาบันราชภัฏ” แก่วิทยาลัยครูทั่วประเทศเมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2535 นับเป็นอัครมหาสิริมงคลอย่างยิ่งแก่เหล่าข้าราชการ หน่วยงาน และบุคลากรในสังกัดกรมฝึกหัดครู

“ราชภัฏ” เป็นคำที่ไม่คาดคิดมาก่อนว่าจะเป็นนามพระราชทาน เป็นคำศัพท์ที่ไพเราะและแปลกใหม่ที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงใช้พระบรมราชวินิจฉัยและทรงสรรหาด้วยพระองค์เอง แสดงให้เห็นว่าพระองค์ทรงสนพระราชหฤทัยในกิจการของวิทยาลัยครูอย่างลึกซึ้งและทรงตระหนักถึงภารกิจอันสำคัญของวิทยาลัยครูที่มีต่อชาติและประชาชน จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานเกียรติยศอันยิ่งใหญ่แก่วิทยาลัยครู นับเป็นพระมหากรุณาธิคุณล้นพ้นหาที่สุดมิได้ นำมาซึ่งความ

ปลาบปลื้มยินดี ก่อให้เกิดขวัญและกำลังใจอย่างยิ่งใหญ่ให้บังเกิดแก่ปวงพสกนิกรชาวสถาบันราชภัฏทุกคน

คำว่า “ราชภัฏ” เป็นศัพท์โบราณ มีความหมายตามพจนานุกรมว่า ข้าราชการ โดยนัยหมายถึง “ปราชญ์ของพระราชา” เพราะผู้ที่จะสามารถเป็นข้าราชบริพารรับใช้เบื้องพระยุคลบาทพระมหากษัตริย์นั้น จะต้องเป็นผู้รอบรู้ มีสติปัญญาเฉียบคม เป็นนักปราชญ์จึงเห็นได้ว่าพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงมีพระราชประสงค์เลือกสรรหาชื่อพระราชทานว่า “ราชภัฏ” ทีมีความหมายสูงส่ง มิใช่คำธรรมดาสามัญเหมือนคำว่า “ราชพัฒนา”ที่ขอพระราชทานจึงควรแก่ความภูมิใจเป็นอย่างยิ่ง นามพระราชทาน จึงควรแก่ความภูมิใจเป็นอย่างยิ่ง นามพระราชทานนี้ จะเป็นเครื่องเตือนใจให้ระลึกถึงพระมหากรุณาธิคุณล้นเกล้าฯ แห่งองค์พระประมุขที่ทรงมีต่อชาวราชภัฏและการศึกษาของชาติ

ในระหว่างที่รอพระราชบัญญัติสถาบันราชภัฏ กรมการฝึกหัดครูได้ทำหนังสือขอพระราชทาน “สัญลักษณ์ประจำสถาบัน” จากพระบาทสมเด็จเจ้าอยู่หัวฯ และแล้วชาวราชภัฏทั้งปวงก็ได้รับความตื้นตันและยินดี เมื่อได้รับหนังสือสำนักราชเลขาธิการแจ้งเรื่องพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯพระราชทานพระราชลัญจกรประจำพระองค์ ให้เป็นตราสัญลักษณ์ประจำสถาบันราชภัฏและสำนักงานสภาสถาบันราชภัฏตามที่ขอพระราชทานพระมหากรุณา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมีประวัติความเป็นมาที่โดดเด่น ในการปฏิบัติพันธกิจต่าง ๆ ของการเป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มีจุดแข็งที่เป็นศูนย์รวมของคณาจารย์ นักศึกษา และประชาชนทั่วไป มีปณิธานความมุ่งมั่นร่วมกันที่จะสรรค์สร้างและธำรงรักษาเกียรติคุณชื่อเสียงของการเป็นสถาบันอุดมศึกษาชั้นนำของภูมิภาค โดยทั่วไปแล้วมหาวิทยาลัยราชภัฏมีทำเลที่ตั้งอย่างเหมาะสมในพื้นที่ ที่สมบูรณ์ด้วยทรัพยากรธรรมชาติ ศิลปะและวัฒนธรรมท้องถิ่น และมีระบบการบริหาร มีคณาจารย์ที่มีศักยภาพ ทำให้มีโอกาสประสบความสำเร็จสูงในการปรับเปลี่ยนสถานะเป็นมหาวิทยาลัยปฏิบัติพันธกิจต่าง ๆ ตาม พ.ร.บ.ใหม่ และมีความพร้อมสูงต่อการเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่เป็นอิสระในกำกับของรัฐ (มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 2562)

ในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทางเศรษฐกิจ ทางสังคม ทางการเมือง ทางวิทยาการก้าวหน้าและทางเทคโนโลยีของชาติและของโลก สถาบันอุดมศึกษาจำเป็นต้องมีความรู้เท่า

ทันการเปลี่ยนแปลง และมีความพร้อมอยู่เสมอในการปรับเปลี่ยน ทั้งเพื่อการอยู่รอดและเพื่อการรักษาระดับความสำเร็จของการสร้างคุณประโยชน์แก่สังคมตามหน้าที่ภารกิจต่อไป (สงบ ลักษณะ, 2548)

2.5.1 ภารกิจทางความคาดหวังของสังคมต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเป็นส่วนหนึ่งของของการพัฒนาท้องถิ่น จึงจำเป็นต้องรับรู้ความคาดหวังของสังคมที่มีต่อสถาบัน จำเป็นต้องรับรู้ความต้องการ และสภาพการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพื่อจะนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนดำเนินงานให้ตอบสนองต่อสังคมตามพันธกิจของสถาบันอุดมศึกษา ซึ่งมีความคาดหวังและมีสภาพปัญหา ความจำเป็น และความต้องการของสังคม ที่จะกระทบต่อภารกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏ มีอยู่ 5 ประการที่สำคัญคือ

2.5.1.1 สังคมต้องการทรัพยากรมนุษย์ระดับปริญญาที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ อีกมาก เมื่อพิจารณาเชิงปริมาณ สถิติประชากรวัยเรียนของไทยเข้ารับการศึกษาระดับปริญญาเพียง 21% ในขณะที่ต่างประเทศมีถึง 53% ระดับการศึกษาของคนในประเทศถือเป็นปัจจัยชี้ขาดถึงสมรรถนะความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจของชาติ อีกทั้งในประเทศไทยจะมีจำนวนผู้จบการศึกษาขั้นพื้นปีละประมาณ 1 ล้าน โดยภารกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏจะต้องให้โอกาสและรองรับเยาวชนจำนวนมากนั้นได้ทั้งเชิงปริมาณและและเชิงคุณภาพ

2.5.1.2 ความต้องการกำลังคนในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศจำนวนมากขึ้นตามลักษณะของการเปลี่ยนแปลงทางการผลิตและการบริการของประเทศ ภารกิจที่ท้าทายคือสถาบันอุดมศึกษาจะสร้างสมรรถนะความพร้อมในหลักสูตร อาจารจารย์และอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ที่พร้อมรองรับได้

2.5.1.3 ความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคมของชาติจำเป็นต้องอาศัยความเข้มแข็งของชุมชนท้องถิ่น หัวใจสำคัญคือการพัฒนาคนเพื่อไปพัฒนาท้องถิ่น จึงจำเป็นจะต้องมีสถาบันอุดมศึกษาของท้องถิ่น ทำหน้าที่เป็นขุมทรัพย์ทางปัญญา ชี้นำจุดแข็งของท้องถิ่นมาเป็นปัจจัยในการยกระดับความรู้ ความสามารถ ความเชี่ยวชาญของกำลังคนในสาขาที่จำเป็น ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ผ่านกระบวนการวิจัยพัฒนา และได้รับบริการช่วยเหลือในการแก้ปัญหาของท้องถิ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5.1.4 ความจำเป็นในปัจจุบันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการจัดหลักสูตรการเรียนการสอนและการวิจัยให้ก้าวสู่ระดับสากลบนพื้นฐานของความเป็นไทย ที่ต้องส่งเสริม ภูมิปัญญาไทยและรักษาศิลปวัฒนธรรมไทย สิ่งนี้จะทำให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดระหว่างการจัดหลักสูตรที่อิงความเป็นมหาวิทยาลัยตามมาตรฐานสากล กับการจัดหลักสูตรที่มุ่งตรงต่อความจำเป็นและความต้องการของท้องถิ่น

2.5.1.5 กระแสความต้องการของผู้เรียนจะมีอิทธิพลต่อการจัดการศึกษา ในช่วงระยะเวลาหนึ่งคนต้องการวุฒิทางปริญญาเพื่อความก้าวหน้าทางการประกอบอาชีพที่เรียกว่า “สังคมคุณวุฒิ” แต่แก่นแท้ของความอยู่รอดของสังคมคือต้องการ “สังคมคุณภาพ” นั่นคือสถาบันอุดมศึกษาจำเป็นต้องกลั่นกรองการเลือกเปิดสาขาวิชาหรือการให้การฝึก อบรมที่เน้นความรู้ความสามารถและทักษะความเชี่ยวชาญที่ตรงกับความจำเป็นความขาดแคลนของท้องถิ่นในระยะยาว แต่จากความจำเป็นที่มาจากกระแสความต้องการและความสนใจของผู้เรียนอาจทำให้สถาบันอุดมศึกษาจำเป็นต้องละเลยแก่นแท้ของการจัดการศึกษา ผนวกกับการแข่งขันระหว่างสถาบันอุดมศึกษาเพื่อให้มีรายได้เพื่อการอยู่รอดจำเป็นต้องตอบรับกระแสความต้องการ”สังคมคุณวุฒิ”ของคนในท้องถิ่น ทำให้สถาบันอุดมศึกษายินดีต่อการมีนักศึกษาจำนวนมากในโปรแกรมวิชาที่เรียนจบได้โดยไม่ยากนัก

2.5.2 ทิศทางการตอบสนองต่อภารกิจ

การตอบสนองต่อปัจจัยที่กล่าวข้างต้นจำเป็นต้องมาจากการคิดวิเคราะห์อย่างชาญฉลาดเพื่อเป็นกรอบแนวคิด ในทิศทางการตอบสนองต่อภาระกิจของมหาวิทยาลัยเบื้องต้นดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5.2.1 ดำรงรักษาความเป็นมหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น

ประเทศไทยกำลังจะก้าวเข้าสู่การศึกษาเสรีที่เปิดโอกาสกว้างให้มีสถาบันอุดมศึกษาหลากหลาย โดยคาดว่าสถาบันอุดมศึกษามีการแข่งขันกันเป็นมหาวิทยาลัยที่ถอดแบบมาจากมหาวิทยาลัยสากลในนานาชาติทั่วไป แต่มหาวิทยาลัยราชภัฏจะสามารถสร้างความโดดเด่นเฉพาะตัวเหนือกว่ามหาวิทยาลัยอื่นๆ ได้ด้วยการดำรงรักษาความเป็นมหาวิทยาลัยของท้องถิ่น ของภาค หรือของจังหวัด คล้ายกับมหาวิทยาลัยแห่งรัฐในสหรัฐอเมริกา ใช้ต้นทุนภูมิปัญญาไทย ศิลปวัฒนธรรม และทรัพยากรธรรมชาติ มาเป็นต้นทางของการกลั่นกรองกำหนดสาระสำคัญของหลักสูตรการเรียนการสอน มุ่งตอบสนองต่อแนวโน้มความจำเป็นและความต้องการในด้านการพัฒนาทรัพยากรบุคคลทั้งในวัยเรียนและคนที่กำลังทำงาน ในสาขาวิชาที่เป็นจุดแข็งของท้องถิ่น เช่น ศิลปาชีพท้องถิ่น

อุตสาหกรรมอาหาร เทคโนโลยีเกษตรกรรมพืชไร่พืชสวน เทคโนโลยีอุตสาหกรรมพลังงานปิโตรเลียม ศูนย์การศึกษาและธุรกิจการค้ากับประเทศเพื่อนบ้าน เป็นต้น

2.5.2.2 การรักษามาตรฐานคุณภาพการศึกษา

ในขณะที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมีศักยภาพสูงในการเปิดโอกาสให้มวลชนได้รับการศึกษาอบรมอย่างกว้างขวาง คุณภาพของผลผลิตและการบริการจำเป็นจะรักษาไว้อย่างเข้มงวด จนมีคำกล่าวที่ว่า “มหาวิทยาลัยราชภัฏเข้าเรียนได้ง่าย เรียนสนุก แต่จบการศึกษาได้ยากถ้าไม่มีความรู้ความสามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐาน” ในด้านมาตรฐานของผลผลิตมีผู้กล่าวถึง คุณภาพของบัณฑิตที่พึงปรารถนาไว้ 7 ประการ คือ

1) มีองค์ความรู้ในวิชาชีพ ที่มีความลุ่มลึกเพียงพอที่เริ่มปฏิบัติงานระดับมืออาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ

2) มีทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาตนเองและความเป็นเลิศในวิชาชีพ

3) เป็นนักแก้ปัญหา ที่สามารถประยุกต์ทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดเชิงเหตุผล และการคิดเชิงสร้างสรรค์ในการแก้ไขปัญหาที่แตกต่างกัน

4) มีทักษะในการจัดการ สามารถปฏิบัติงานด้วยตนเองโดยอิสระและปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ

5) สามารถติดต่อสื่อสารด้วยภาษาต่างประเทศ โดยเฉพาะภาษาอังกฤษ อย่างมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานวิชาชีพและการสื่อสารกับประชาคมโลก

6) สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและแหล่งความรู้ในการปฏิบัติงานและการพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง

7) ยึดมั่นในหลักคุณธรรมและจรรยาบรรณในวิชาชีพ มีความรับผิดชอบต่อสังคม ยึดมั่นในจริยธรรมและค่านิยมที่ดีงาม เช่น ซื่อสัตย์ โปร่งใส กล้ายืนหยัดทำในสิ่งที่ถูกต้อง ไม่เลือกปฏิบัติ มุ่งผลสัมฤทธิ์ของงาน เป็นต้น

ผู้จบการศึกษาในต่อๆไป จะต้องเป็นบุคคลที่มีปัญญา บุคคลที่มีคุณธรรม และบุคคลที่มีสามารถสร้างการปรับเปลี่ยนทั้งตนเองและสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงที่พึงปรารถนา

2.5.2.3 การส่งเสริมคณาจารย์ที่มีคุณภาพ

อาจารย์ที่มีคุณภาพ คืออาจารย์ที่ตั้งใจทำหน้าที่ครู เป็นผู้กล้ารับประกันว่าศิษย์ทุกคนจะต้องได้รับการพัฒนาให้เรียนรู้ได้ครบถ้วนตามมาตรฐานคุณภาพที่ควรจะได้รับ เป็นอาจารย์ที่มีความสามารถสูงในลักษณะต่าง ๆ เช่น

1) มีความรู้ความเชี่ยวชาญอย่างสูงในสาขาวิชาที่สอน รับผิดชอบพัฒนาความเชี่ยวชาญของตนอยู่ตลอดเวลาให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของวิทยาการในสังคม

2) มีความสามารถในการวิจัย ดำเนินการวิจัยเป็นประจำ และนำผลการวิจัยมาใช้เป็นความรู้ใหม่ประกอบในการสอนเสมอ

3) มีความสามารถในกระบวนการเรียนรู้ สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

บทบาทของการบริหารงานบุคคลในมหาวิทยาลัยคงต้องมุ่งรักษาคณาจารย์ที่รักคุณภาพในทิศทางข้างต้น โดยเพิ่มความพิถีพิถันในการรับคณาจารย์ใหม่ จัดระบบที่ส่งเสริมขวัญกำลังใจคณาจารย์ที่เป็นครูอาชีพ ทั้งในสวัสดิการ ปัจจัยอำนวยความสะดวก ทุนการวิจัย การยกย่องเชิดชูเกียรติ ฯลฯ

2.5.2.4 จัดกลไกให้มีกระบวนการปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์

สถาบันอุดมศึกษาควรมีความสามารถในกระบวนการปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ (Contingency Adaptive Capability) ซึ่งหมายถึงการมีกลไกปรับปรุงการกำหนดนโยบาย การวางแผน การปรับหลักสูตร การปรับกิจกรรมการเรียนการสอน และการบริหารจัดการให้ทันเหตุการณ์ ทันเวลา มีความฉับไวในการปรับตัวเองให้สนองต่อปัญหา ความจำเป็น และความต้องการของสังคมได้อย่างทันท่วงที ไม่ไปผูกติดอยู่กับระเบียบ ข้อบังคับหรือประเพณีการปฏิบัติใด ๆ ที่ฉุดรั้งความว่องไวในการปรับเปลี่ยน

ตัวอย่างของการปรับเปลี่ยนได้ทันสถานการณ์ เช่น การหลีกหนีความหมายของหลักสูตรแบบดั้งเดิมที่เน้นตัวเอกสารสิ่งพิมพ์ มาเป็นการใช้หลักสูตรที่แท้จริงที่หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนจริงในมหาวิทยาลัย ที่อาจารย์สามารถกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้มุ่งเสริมสร้างความรู้ความสามารถที่ตรงกับความต้องการของการใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงปัจจุบันและอนาคต ปรับเนื้อหาสาระ ให้ครอบคลุมสถานการณ์จริงในสังคม ปรับกิจกรรมการเรียนรู้และเงื่อนไขเวลาเรียนให้เอื้อ

ประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ ผ่านทางการวิจัยที่ชี้นำจุดหมายและหลักการของการทำงานอย่างมี ประสิทธิภาพ

2.5.3 ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏ

มหาวิทยาลัยราชภัฏได้น้อมนำพระราโชบายด้านการศึกษาเป็นสถาบันการศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น โดยได้จัดทำยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ระยะ 20 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2579 ต่อมาได้มีการทบทวนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นระยะ 20 ปี พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ.2579 เมื่อวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2561 โดยการมีส่วนร่วมของมหาวิทยาลัยราชภัฏทั้ง 38 แห่ง (ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อพัฒนาท้องถิ่น ระยะ 20 ปี (2560-2579) ฉบับปรับปรุง 11 ตุลาคม 2561

เพื่อให้การขับเคลื่อนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น อยู่บนฐานความรู้ ความเข้าใจร่วมกัน ที่ประชุมอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏ จึงได้จัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏ ให้ตรงตามเจตนารมณ์ ของแผนยุทธศาสตร์ประเทศ บนพื้นฐานศักยภาพและบริบทของแต่ละมหาวิทยาลัย ที่จะนำไปสู่เป้าหมายของยุทธศาสตร์พร้อมทั้งยังอธิบาย และแนวทางการดำเนินการเพื่อบรรลุเป้าหมายของยุทธศาสตร์ (ที่ประชุมอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏ, 2562) โดยมีมหาวิทยาลัยที่เข้าร่วมในการประชุมเพื่อกำหนดเป้าหมายของยุทธศาสตร์ในการพัฒนา 38 แห่ง โดยแบ่งได้ตามภูมิภาค ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 การแบ่งเขตภูมิศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏในประเทศไทย

ภูมิภาค	มหาวิทยาลัย
ภาคเหนือ	1. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร 2. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 4. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ 5. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 6. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 7. มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง 8. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

(ที่มา : ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น, 2561)

ตารางที่ 2.3 การแบ่งเขตภูมิศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏในประเทศไทย (ต่อ)

ภูมิภาค	มหาวิทยาลัย
ภาคเหนือ	1. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร 2. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 4. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ 5. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 6. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 7. มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง 8. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ภาคกลาง	1. มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี 2. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ 4. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี 5. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลอลงกรณ์
ภาคตะวันออกฉียงเหนือ	1. มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ 2. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ 4. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 5. มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ภาคตะวันออกฉียงเหนือ	6. มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย 7. มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 8. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร 9. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 10. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี 11. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

(ที่มา : ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น, 2561)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 2.3 การแบ่งเขตภูมิศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏในประเทศไทย (ต่อ)

ภูมิภาค	มหาวิทยาลัย
กรุงเทพฯ	1. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม 2. มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 4. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร 5. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ภาคตะวันตก	1. มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี 2. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง 4. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
ภาคใต้	1. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี 2. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต 4. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 5. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

(ที่มา : ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น, 2561)

ในการกำหนดแผนยุทธศาสตร์มหาวิทยลัยราชภัฏนั้นเพื่อตอบสนองต่อพันธกิจของมหาวิทยาลัย อันประกอบไปด้วย ผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพ มีทัศนะคติที่ดี เป็นพลเมืองดีในสังคมและมีสมรรถนะตามความต้องการของผู้ใช้บัณฑิต ต่อมาคือวิจัยสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมที่มีคุณภาพและได้รับมาตรฐานเป็นที่ยอมรับมุ่งเน้นการบูรณาการเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรม อันดับต่อมาคือการพัฒนาท้องถิ่นตามศักยภาพ สภาพปัญหาและความต้องการที่แท้จริงของชุมชนโดยการถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยี และน้อมนำแนวพระราชดำริสู่การปฏิบัติ และสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับทุกภาคส่วนเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น และเสริมสร้างความเข้มแข็งของผู้นำชุมชนให้มีคุณธรรมและความสามารถในการบริหารงานเพื่อประโยชน์ต่อส่วนรวม สุดท้ายคือการบริหารจัดการทรัพยากรภายในมหาวิทยาลัยอย่างมีประสิทธิภาพด้วยหลักธรรมาภิบาลพร้อมรองรับบริบทแห่งการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน (ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น, 2561) จะเห็นได้ว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏมีเป้าหมายที่จะต้องการพัฒนาท้องถิ่นเพื่อ

สอดคล้องกับการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยได้ตั้งยุทธศาสตร์เพื่อกำหนดแนวทางในการพัฒนา โดยประกอบไปด้วยทั้งสิ้น 4 ยุทธศาสตร์ ดังต่อไปนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การพัฒนาท้องถิ่น โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาท้องถิ่นใน 4 ด้าน ดังนี้ 1.ด้านเศรษฐกิจ 2.ด้านสังคม 3.ด้านสิ่งแวดล้อม และ 4.ด้านการศึกษา

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การผลิตและพัฒนาครู ซึ่งมีเป้าหมายในการผลิตและพัฒนาครูโดยมี 3 เป้าหมายดังนี้ 1.บัณฑิตรครูมหาวิทยาลัยราชภัฏ จะต้องมีอัตลักษณ์มีสมรรถนะเป็นเลิศและเป็นที่ต้องการของผู้ใช้บัณฑิต 2.บัณฑิตครูของมหาวิทยาลัยราชภัฏสมบูรณ์ด้วย 4 ลักษณะ และถ่ายทอดบ่มเพาะให้ศิษย์แต่ละช่วงวัยได้ และ 3.บัณฑิตครูมหาวิทยาลัยราชภัฏที่เข้าสู่วิชาชีพได้รับการเสริมสมรรถนะเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การยกระดับคุณภาพการศึกษา จะประกอบได้วยกันทั้งสิ้น 3 เป้าหมายโดยมีเป้าหมายดังนี้ 1.มหาวิทยาลัยราชภัฏมีความเป็นเลิศในการส้รางความมั่นคงให้กับประเทศด้วยการบูรณาการองค์ความรู้ สู่นวัตกรรมเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ 2.ยกระดับคุณภาพบัณฑิตให้เป็นที่ต้องการของผู้ใช้บัณฑิต ด้วยอัตลักษณ์ด้านสมรรถนะและ 4 คุณลักษณะพร้อมรับรองบริบทที่เปลี่ยนแปลง และ 3.อาจารย์และบุคลากรทางการศึกษาทุกสาขาวิชาชีพ มีสมรรถนะเป็นที่ยอมรับในระดับชาติและนานาชาติ

ยุทธศาสตร์ที่ 4 การพัฒนาระบบบริหารจัดการ 1.มหาวิทยาลัยราชภัฏได้รับการยอมรับระดับชาติและนานาชาติด้านการเป็นสถาบันการศึกษาเพื่อท้องถิ่นที่สร้างความมั่นคงให้กับประเทศ และ 2.มหาวิทยาลัยราชภัฏมีระบบบริหารที่มีประสิทธิภาพและคล่องตัว มุ่งเน้นการสร้างธรรมาภิบาล ความพร้อมและความสามารถปรับตัวอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลกับสถานะมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ

จะเห็นได้ว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏ มีความคิดที่จะพัฒนามหาวิทยาลัยให้มีความยั่งยืนดังจะเห็นได้ใน ยุทธศาสตร์ที่ 1 เป้าหมายที่ 3 การพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการดำเนินงานการพัฒนาของมหาวิทยาลัยยั่งยืนที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม ซึ่งมหาวิทยาลัยนั้นสามารถดำเนินการได้ด้วยกับการลดการใช้พลังงานและลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งถือเป็นวิธีการที่ง่ายต่อการดำเนินการได้และเห็นผลได้เป็นอย่างดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการที่ได้ทบทวนวรรณกรรมนั้นพบว่าการพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏที่จะนำไปสู่มหาวิทยาลัยที่ยั่งยืน ต้องคำนึงตามหลักการของ 3 องค์ประกอบ ระหว่างการบริหารจัดการทางด้านงบประมาณที่ได้รับ สิ่งแวดล้อม และสภาพสังคมภายในมหาวิทยาลัย การเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นอีกหนึ่งวิธีที่สามารถตอบสนองต่อการบริหารจัดการด้านงบประมาณที่ได้รับและการบริหารทรัพยากรด้านพลังงานภายในมหาวิทยาลัยเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดต่อการใช้พลังงาน แต่การเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายในมหาวิทยาลัยขนาดเล็กของประเทศประเทศไทยยังไม่มีการดำเนินการและเป้าหมายที่เหมาะสมและชัดเจน เนื่องจากมหาวิทยาลัยกลุ่มนี้มีเฉพาะข้อมูลพื้นฐานด้านการใช้พลังงานต่อปี แต่ขาดวิธีการ แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพที่เหมาะสมรวมไปถึงบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในกำกับควบคุมดูแล ดังนั้นมหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลางซึ่งมีจำนวนเครือข่ายมหาวิทยาลัยที่ไม่มากนัก ซึ่งเหมาะสมต่อการเก็บข้อมูล และมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูลที่จำกัด จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยของการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนในด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

อย่างไรก็ตามการดำเนินการของการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของมหาวิทยาลัยนั้นจะช่วยส่งผลต่อการดำเนินงานด้านการบริหารจัดการมหาวิทยาลัยและมีผลต่อการจัดสรรงบประมาณ ที่สามารถส่งผลดีต่อการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนของมหาวิทยาลัย เมื่อได้ศึกษาถึงหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกนั้น พบว่าหลักเกณฑ์ดังกล่าวให้ความสำคัญด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของความยั่งยืน 17 ประการของสหประชาชาติที่คำนึงถึงความยั่งยืนด้านพลังงาน และความยั่งยืนด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งหลักเกณฑ์การจัดอันดับนี้จึงเป็นหลักเกณฑ์ที่น่าสนใจที่จะใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านการใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาประสิทธิภาพทางความยั่งยืนของมหาวิทยาลัยได้ต่อไปในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้มีระเบียบและวิธีการในการดำเนินการวิจัย ที่สามารถแบ่งขั้นตอนต่างๆโดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาในเรื่องทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายในมหาวิทยาลัย รวมศึกษาวิธีการการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยสีเขียวรวมไปถึงความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากงานวิจัยอื่นๆที่ผ่านมา ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อศึกษาถึงวิธีการในการดำเนินการและวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

3.2 ขั้นตอนการศึกษาเบื้องต้น

การศึกษานี้มีกรอบของขั้นตอนในการดำเนินการเบื้องต้น ดังที่แสดงในรูปที่ 3.1 ดังนี้

ภาพที่ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 การศึกษาหลักเกณฑ์การประเมินที่เกี่ยวข้องในการวิจัย

ศึกษาถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในด้านการใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายในมหาวิทยาลัย รวมถึงวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิกาศภายในมหาวิทยาลัยต่างๆที่ผ่านมา เพื่อศึกษาวิธีวิเคราะห์ และสังเคราะห์วิธีการศึกษาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ต่อมหาวิทยาลัย และรวมถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนดำเนินการและหลังดำเนิน

จากการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัยยั่งยืน (Sustainable campus) และมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) โดยศึกษาหลักเกณฑ์การประเมินการคิดคะแนนในของหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World University Rankings) ในหัวข้อที่ 2 EC พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Energy and Climate Change) มีรายละเอียดการคิดคะแนนดังต่อไปนี้

3.3.1 การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม

โดยคิดจากจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานที่ใช้ในมหาวิทยาลัยจากอุปกรณ์ไฟฟ้าเดิม เช่น การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดไฟเบอร์ 5 หลอดไฟประเภท LED และอุปกรณ์ไฟฟ้า มาตรฐาน ENERGY STAR โดยมีวิธีการคิดคะแนนดังตารางที่ 3.1 และการคำนวณดังสมการที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การคิดคะแนนการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม

EC1	หมวดและตัวชี้วัด	การคิดคะแนน	น้ำหนักคะแนน
	การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม		200 คะแนน
	< 1%	0	0 คะแนน
	1% - 25%	0.25x200	50 คะแนน
	> 25% - 50%	0.50x200	100 คะแนน
	> 50% - 75%	0.75x200	150 คะแนน
	> 75%	1.00x200	200 คะแนน

สมการที่ 3.1 การคำนวณปริมาณหลอดไฟประหยัดพลังงานทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

$$\text{ร้อยละหลอดไฟประหยัดพลังงานทั้งหมดของมหาวิทยาลัย} = \frac{\text{หลอดไฟประหยัดพลังงาน}}{\text{หลอดไฟทั้งหมด}} \times 100 \qquad (3.1)$$

3.3.2 พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

การคิดคะแนนในหัวข้อนี้จะคิดคะแนนจากขั้นตอนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับอาคารอัจฉริยะ โดยประมาณการจากสมการคำนวณพื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย ดังที่แสดงใน สมการที่ 3.2 เพื่อหาพื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

สมการที่ 3.2 การคำนวณพื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

$$\text{พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย} = \frac{\text{พื้นที่อาคารอัจฉริยะ } (m^2)}{\text{พื้นที่อาคารทั้งหมดของมหาวิทยาลัย } (m^2)} \times 100 \qquad (3.2)$$

เมื่อทราบปริมาณพื้นที่อาคารอัจฉริยะของมหาวิทยาลัยต่อพื้นที่ของมหาวิทยาลัยแล้ว นำปริมาณที่ได้มาเทียบหลักเกณฑ์การประเมินพื้นที่อาคารอัจฉริยะว่าอยู่ในเกณฑ์ขอใดของคะแนน เพื่อระเมินค่าคะแนนที่ได้จากหัวข้อของพื้นที่อาคารอัจฉริยะ โดยดูจากการคิดคะแนนในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การคิดคะแนนพื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

EC 2	หมวดและตัวชี้วัด	การคิดคะแนน	น้ำหนักคะแนน
	พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย		300 คะแนน
	< 1%	0	0 คะแนน
	1% - 25%	0.25x300	75 คะแนน
	> 25% - 50%	0.50x300	150 คะแนน
	> 50% - 75%	0.75x300	225 คะแนน
	> 75%	1.00x300	300 คะแนน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3.3 พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย

ในข้อนี้เป็นการเลือกแหล่งพลังงานทดแทนที่ผลิตได้ในมหาวิทยาลัย โดยระบุการผลิตพลังงานเป็นปหล่งที่มาของการผลิต เลือกจากแหล่งพลังงานทางเลือก คือ ไบโอดีเซล ชีวมวลสะอาด

พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานลม และพลังงานน้ำ โดยระบุแหล่งที่มา ดังที่แสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การคิดคะแนนพลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย

EC 3	หมวดและตัวชี้วัด	การคิดคะแนน	น้ำหนักคะแนน
	พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย		300 คะแนน
	ไม่มี	0	0 คะแนน
	1 แหล่งที่มา	0.25x300	75 คะแนน
	2 แหล่งที่มา	0.50x300	150 คะแนน
	3 แหล่งที่มา	0.75x300	225 คะแนน
	มากกว่า 3 แหล่งที่มา	1.00x300	300 คะแนน

3.3.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด

โดยคิดจากปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดตลอดระยะเวลา 1 ปีของมหาวิทยาลัย หารด้วยจำนวนประชากรของมหาวิทยาลัยทั้งหมด อาทิเช่น อาจารย์ นักศึกษาในเวลาราชการและนอกเวลาราชการทั้งหมด รวมถึงเจ้าหน้าที่ ว่ามีค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนนั้นอยู่ในปริมาณใดของหลักเกณฑ์การให้คะแนน โดยคำนวณได้จากสมการที่ 3.3

สมการที่ 3.3 การคำนวณปริมาการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากร

$$\text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อปีหารด้วยจำนวนประชากร (kWh/year/คน)} = \frac{\text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อปี (Kwh/year)}}{\text{จำนวนประชากรทั้งหมด (คน)}} \quad (3.3)$$

Chulalongkorn University

จากนั้นนำผลที่ได้จากสมการของการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของจำนวนประชากร เทียบกับหลักเกณฑ์การประเมินว่ามีปริมาณอยู่ในช่วงคะแนนใดของหลักเกณฑ์ ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การคิดคะแนนปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด

EC 4	หมวดและตัวชี้วัด	การคิดคะแนน	น้ำหนักคะแนน
	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด		300 คะแนน
	> = 2424 kWh	0	0 คะแนน
	< 2424 - 1535 kWh	0.25x300	75 คะแนน
	< 1535 - 633 kWh	0.50x300	150 คะแนน
	< 633 - 279 kWh	0.75x300	225 คะแนน
	< 279 kWh	1.00x300	300 คะแนน

3.3.5 อัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี

ในการประเมินอัตราส่วนพลังงานหมุนเวียนหารด้วยพลังงานทั้งหมดนั้นสามารถคิดได้จากปริมาณพลังงานหมุนเวียนทั้งหมดต่อปีที่มีการใช้งานเพื่อทดแทนพลังงานหลักหารด้วยพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดต่อปี จากนั้นนำไปคูณหนึ่งร้อย เพื่อคิดอัตตราร้อยละของปริมาณพลังงานทดแทนที่ได้ ซึ่งสามารถดูวิธีการคำนวณได้จากสมการที่ 3.4

สมการที่ 3.4 การคำนวณอัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยพลังงานทั้งหมดต่อปี

$$\text{การผลิตพลังงานหมุนเวียนหารการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี (\%)} = \frac{\text{อัตราการผลิตพลังงานหมุนเวียนต่อปี (kWh/Y)}}{\text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อปี (kWh/Y)}} \times 100 \quad (3.4)$$

ต่อมานำอัตราร้อยละของการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานทดแทนที่ได้จากพลังงานหลักเทียบเกณฑ์การประเมินว่ามีอัตราร้อยละเท่าใดของการให้คะแนน โดยดูการคิดคะแนนดังที่แสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 การคิดคะแนนอัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี

EC 5	หมวดและตัวชี้วัด	การคิดคะแนน	น้ำหนักคะแนน
	อัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี		200 คะแนน
	<= 0.5%	0	0 คะแนน
	> 0.5% - 1%	0.25x200	50 คะแนน
	> 1% - 2%	0.50x200	100 คะแนน
	> 2% - 25%	0.75x200	150 คะแนน
	> 25%	1.00x200	200 คะแนน

3.3.6 องค์ประกอบของอาคารเขียวที่ดำเนินการตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด

องค์ประกอบของหัวข้อนี้ จะแสดงในรูปของการก่อสร้างและการปรับปรุงอาคาร โดยพิจารณาจากตัวเลือกดังนี้ 1) ไม่มีการดำเนินงานเรื่องอาคารเขียวภายในมหาวิทยาลัย 2) การระบายอากาศของอาคารที่คำนึงถึงการหมุนเวียนอากาศภายในอาคาร 3) มีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารในช่วงเวลากลางวัน 4) การจัดการพลังงานภายในอาคารที่ช่วยลดการใช้พลังงาน 5) การมีอาคารเขียวหากมหาวิทยาลัยมีการดำเนินงานเพื่อให้เกิดอาคารเขียว โดยให้ผู้ดำเนินโครงการพิจารณาองค์ประกอบในข้อใดก็ได้เพื่อให้คะแนน ดังที่แสดงวิธีการคิดคะแนนในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 การคิดคะแนนองค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด

EC 6	หมวดและตัวชี้วัด	การคิดคะแนน	น้ำหนักคะแนน
	องค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด		300 คะแนน
	ไม่มี	0	0 คะแนน
	1 องค์ประกอบ	0.25x300	75 คะแนน
	2 องค์ประกอบ	0.50x300	150 คะแนน
	3 องค์ประกอบ	0.75x300	225 คะแนน
	> 3 องค์ประกอบ	1.00x300	300 คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.7 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จากการศึกษาข้อมูลจากองค์การบริหารการจัดการก๊าซเรือนกระจก (2019) เพื่อทำการประเมินในการหาปริมาณของก๊าซเรือนกระจกนั้นสามารถพิจารณาได้ 4 ประเภท ได้แก่ 1. ประเภทกิจกรรมส่วนบุคคล 2.ประเภทองค์กร 3.ประเภทผลิตภัณฑ์ และ 4.ประเภทการจัดงาน จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า มหาวิทยาลัยอยู่ในประเภทที่ 2 ประเภทองค์กร ซึ่งในการประเมินก๊าซเรือนกระจกนี้ให้ใช้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยประเมินได้จากกิจกรรมในสามขอบเขต ดังนี้

ขอบเขตที่ 1 การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (Direct Emission) ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมภายในองค์กร เช่น เกิดจากการเผาไหม้ที่อยู่

กับที่ การเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ ยกตัวอย่างเช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องจักรที่องค์กรเป็นเจ้าของ

ขอบเขตที่ 2 การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect Emissions) ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า ความร้อน หรือพลังงานภายนอกที่นำเข้ามาใช้ภายในองค์กร ยกตัวอย่างเช่นพลังงานไฟฟ้าที่นำเข้ามาจากภายนอกเพื่อใช้ภายในองค์กร

ขอบเขตที่ 3 การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect Emissions) ที่นอกเหนือจากที่ระบุในขอบเขตที่ 1 และ ขอบเขตที่ 2 เช่น การใช้น้ำประปา การใช้กระดาษ และการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากการเดินทาง เป็นต้น

เมื่อพิจารณาจาก 3 ขอบเขตดังกล่าวนำมาเทียบกับตารางการให้คะแนนเพื่อประเมิณค่าคะแนน โดยมีการให้คะแนนตามขอบเขตที่กำหนดดังที่แสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 การคิดคะแนนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

EC 7	หมวดและตัวชี้วัด	การคิดคะแนน	น้ำหนักคะแนน
	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก		200 คะแนน
	ไม่มี	0	0 คะแนน
	โครงการในการเตรียมงาน	0.25x200	50 คะแนน
	โครงการลดการปล่อยก๊าซของหนึ่งในสามขอบเขต	0.50x200	100 คะแนน
	โครงการลดการปล่อยก๊าซของสองในสามขอบเขต	0.75x200	150 คะแนน
	โครงการลดการปล่อยก๊าซของสามขอบเขต	1.00x200	200 คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.8 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชาการทั้งหมด

การให้คะแนนในหัวข้อนี้สามารถคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากรได้จากนำปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าคูณกับ 0.84 (factor) เพื่อหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี ดังที่แสดงในสมการที่ 3.5 ต่อมานำปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ไปหารด้วยจำนวนอาจารย์ นักศึกษา และเจ้าหน้าที่ ดังที่ได้แสดงใน สมการที่ 3.6

สมการที่ 3.5 การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี

ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี ($kgCO_2e$) = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปี (kWh) X 0.84 (factor) (3.5)

สมการที่ 3.6 การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชาการทั้งหมด

$$\text{ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากร (kgCO2e)} = \frac{\text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปี (kWh) X 0.84 (factor)}}{\text{จำนวนประชากรในมหาวิทยาลัย}} \quad (3.6)$$

เมื่อทราบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เฉลี่ยต่อคน นำปริมาณที่ได้เทียบกับตารางการประเมินว่ามีปริมาณอยู่ในช่วงใดของเกณฑ์การประเมินเพื่อนำมาคิดคะแนนดังในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 การคิดคะแนนปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชาการทั้งหมด

EC 8	หมวดและตัวชี้วัด	การคิดคะแนน	น้ำหนักคะแนน
	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชาการทั้งหมด		300 คะแนน
	>= 2.05 metric tons	0	0 คะแนน
	< 2.05 - 1.11 metric tons	0.25 X 300	75 คะแนน
	< 1.11 - 0.42 metric tons	0.50 X 300	150 คะแนน
	< 0.42 - 0.10 metric tons	0.75 X 300	225 คะแนน
	< 0.10 metric tons	300	300 คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 การสำรวจและเก็บข้อมูล ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ในการวิจัยนี้มีการเก็บข้อมูลที่สำคัญหลากหลายรูปแบบและหลากหลายวิธีการ โดยในเบื้องต้นจะต้องเก็บข้องมูลที่สามารถนำมาวิเคราะห์ตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก โดยทำหนังสือขออนุญาตมหาวิทยาลัยเพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นดังนี้

3.4.1 การเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าโดยเก็บจากใบเสร็จค่าไฟฟ้าที่มีการใช้งานตลอดปี พ.ศ. 2562 และรายงานพลังงานประจำปี พ.ศ.2562 จากงานวิศวกรรมและภูมิสถาปัตย์ เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์การใช้พลังงานต่อจำนวนประชากรและการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

3.4.2 การเก็บข้อมูลจำนวนประชากรภายในมหาวิทยาลัย ได้แก่ จำนวนนักศึกษาทั้งภาคปกติและภาคพิเศษ จากสำนักทะเบียนกองบริการการศึกษา และเก็บข้อมูลจำนวนอาจารย์และเจ้าหน้าที่ จากงานบริหารทรัพยากรบุคคล กองกลาง สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา เพื่อใช้เป็นข้อมูลปริมาณพลังงาน ปริมาณก๊าซเรือนกระจก และปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัย

3.4.3 การเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทไฟฟ้าส่องสว่างและเครื่องปรับอากาศที่ ทำโดยการเก็บโดยการสำรวจ (Survey) และจดบันทึกเป็นสถิติของแต่ละอาคารเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลและคำนวณปริมาณอุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม

3.4.4 การเก็บข้อมูลของพื้นที่อาคารอัจฉริยะและอาคารเขียวนั้น เก็บข้อมูลพื้นที่อาคารอัจฉริยะโดยการถอดแบบทางสถาปัตยกรรมและวัดขนาดพื้นที่อาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Adobe Autocad) ในส่วนของการเก็บข้อมูลอาคารเขียวทำโดยการเก็บข้อมูลจากการสำรวจ (Survey) ภายในมหาวิทยาลัยโดยรอบ ด้วยภาพถ่ายและการจดบันทึกเพื่อใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของอาคารเขียว

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายในมหาวิทยาลัย

นำข้อมูลจากเอกสารรายงานพลังงานและใบเสร็จค่าไฟฟ้าและข้อมูลจากการสำรวจ นำมาประเมินเพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปี ต่อมานำข้อมูลการใช้พลังงานต่อปี (kWh/Year) ของมหาวิทยาลัยวิเคราะห์หาค่าการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนระจกภายในมหาวิทยาลัย นอกจากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าแล้ว ยังต้องวิเคราะห์พื้นที่อาคารอัจฉริยะ และอาคารตามข้อกำหนดของอาคารเขียว เพื่อนำมาคำนวณวิเคราะห์หาค่าคะแนน

3.6 การสังเคราะห์ข้อมูลด้านการใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายในมหาวิทยาลัย

โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ พื้นที่ อุปกรณ์ไฟฟ้า บริบทภายในมหาวิทยาลัย รวมถึงการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ด้านอาคารสถานที่ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานโครงการมหาวิทยาลัยสีเขียว และผู้บริหารของมหาวิทยาลัย โดยจัดทำหนังสือ ขออนุญาตมหาวิทยาลัยเพื่อสัมภาษณ์และ

ติดต่อรับข้อมูลด้านการใช้พลังงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา เพื่อนำมาวิเคราะห์สมการของการใช้พลังงานโดยใช้สมการในการคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้า ตามหลักเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก และคำนึงถึงหลักการความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ที่อ้างอิงจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2554) ดังนี้

การคำนวณพลังงานที่ประหยัดนั้นเก็บข้อมูลจากกำลังวัตต์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อหน่วยของอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบดั้งเดิมและอุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน เพื่อหาค่าความประหยัดพลังงานต่อหน่วยที่ได้จากการเปลี่ยนอุปกรณ์โดยคำนวณได้จากสมการที่ (3.7)

สมการที่ 3.7 การคำนวณพลังงานที่ประหยัดได้ (kW)

$$\text{กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (W)} = \text{กำลังวัตต์เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดไฟ (W)} - \text{กำลังวัตต์เครื่องใช้ไฟฟ้าแบบเดิม (W)} \quad (3.7)$$

การรวบรวมข้อมูลพลังงานที่ประหยัดได้ทั้งหมดนั้น ได้จากข้อมูลของสมการที่ (3.7) คือ กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อหน่วยของอุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน จากนั้นนำมาคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ทั้งหมดจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน ดังที่ได้แสดงในสมการที่ (3.8) เพื่อใช้พิจารณาความประหยัดพลังงานและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน

สมการที่ 3.8 การคำนวณพลังงานที่ประหยัดได้ทั้งหมด (kW)

$$\text{กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ทั้งหมด (kW)} = \frac{\text{ค่ากำลังไฟฟ้าต่อเครื่อง (W)} \times \text{จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการประหยัดพลังงาน (W)}}{1000\ (W)} \quad (3.8)$$

การคำนวณพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปีนั้นจะต้องคำนวณการใช้ไฟฟ้าต่อวันจนถึงตลอดทั้งปีที่มีการเก็บข้อมูลซึ่งการเก็บข้อมูลส่วนนี้จะต้องนำข้อมูลที่ได้จากสมการที่ (3.8) นำมาคำนวณพลังงานที่ประหยัดได้รายปีดังสมการที่ (3.9) เพื่อนำไปหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งปีต่อจำนวนประชากร

สมการที่ 3.9 การคำนวณพลังงานรวมที่ประหยัดได้รายปีของเครื่องใช้ไฟฟ้า (kWh)

พลังงานที่ประหยัดได้รายปี (kWh/Y)	=	พลังงานที่ประหยัดได้ (Kw)	X	จำนวนชั่วโมง/วัน (h)	X	จำนวนวัน/สัปดาห์ (day)	X	จำนวนสัปดาห์/ปี (Week)	(3.9)

การคำนวณค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปีของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น คำนวณโดยนำข้อมูลพลังงานที่ประหยัดได้รายปีนำไปคูณกับค่าไฟฟ้าต่อหน่วยดังสมการที่ (3.10) จากนั้นนำข้อมูลการประหยัดไฟฟ้าที่ได้ไปประเมินความเป็นไปได้และความคุ้มค่าของการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อใช้ในการพิจารณาการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบเดิมเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน

สมการที่ 3.10 การคำนวณค่าไฟที่ประหยัดได้ต่อปีของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Baht/Y)

ค่าไฟที่ประหยัดได้ต่อปีของเครื่องใช้ไฟฟ้า	=	พลังงานที่ประหยัดได้รายปี (kWh/Y)	X	ค่าไฟต่อหน่วย (Baht)	(3.10)

การคำนวณอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน โดยคำนวณจากข้อมูลอายุการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่คิดเป็นชั่วโมงทั้งหมดต่อชั่วโมงทั้งหมดที่ใช้งานรายปีดังสมการการคำนวณที่ (3.11) เพื่อหาอายุการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงานที่จะนำมาทดแทนเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบเดิมนั้นมีอายุการใช้งานกี่ปีและมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

สมการที่ 3.11 การคำนวณอายุการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า (Y)

$$\text{อายุการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า (Y)} = \frac{\text{อายุการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าคิดเป็นชั่วโมง (h)}}{\text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้รายปี}} \qquad (3.11)$$

การคำนวณความประหยัดไฟตลอดอายุการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น เพื่อประมาณการคำนวณค่าไฟที่ประหยัดได้จากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงานโดยมีการคำนวณดังสมการที่ (3.12) เพื่อนำมาใช้ประกอบกับความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ถึงความคุ้มค่าที่ได้จากความประหยัดไฟของการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงานตลอดอายุการใช้งาน

สมการที่ 3.12 การคำนวณความประหยัดไฟตลอดอายุการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า (Baht)

ประหยัดไฟตลอดอายุการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า (Baht)	=	อายุการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า (Y)	X	ค่าไฟที่ประหยัดได้ต่อปี (Baht/Y)	(3.12)

การคำนวณระยะเวลาคุ้มทุนนั้นเพื่อประมาณการคุ้มทุนที่ได้จากการลงทุนของโครงการติดตั้งพลังงานทางเลือกและการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานว่า อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานนั้นมีระยะเวลาในความคุ้มทุนจากการใช้งานกี่ปีดังสมการที่ (3.13)

สมการที่ 3.13 การคำนวณระยะเวลาคุ้มทุนจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน (Y)

$$\text{ระยะเวลาคุ้มทุนจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน} = \frac{\text{ราคาเรื่องใช้ไฟฟ้า (Baht)} \times \text{จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า (เครื่อง)}}{\text{ราคาประหยัดค่าไฟฟ้าต่อปี}} \quad (3.13)$$

3.7 สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในมหาวิทยาลัย

เมื่อทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์แล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการสรุปผลการวิจัยและเสนอแนะแนวทางและเปรียบเปรียบการดำเนินการโดยวัดจากค่าคะแนนก่อนและหลังดำเนินการ เพื่อหาประเด็นสำเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมไปถึงความสามารถในด้านใดบ้างที่มหาวิทยาลัยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนได้และมีวิธีการหรือหลักการใดบ้างที่มหาวิทยาลัยสามารถดำเนินการได้และไม่สามารถดำเนินการได้ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ต่อมหาวิทยาลัยต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
รายละเอียดการศึกษา การประเมินและผลการศึกษา

จากการศึกษาหลักเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยยั่งยืน ของหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World Ranking) ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาวิจัยกับกรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อศึกษาการเก็บข้อมูลและวิธีการสำหรับการวิจัย โดยมีรายละเอียดในการศึกษาวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้น ส่วนที่ 2 ประเมินคะแนนตามหลักเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยวิทยาลัยสีเขียวโลก และส่วนที่ 3 ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนโดยการตั้งเป้าหมาย ซึ่งมีรายละเอียดสำหรับการศึกษาวิจัยดังต่อไปนี้

เบื้องต้นผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการสำรวจพื้นที่อาคาร อุปกรณ์ไฟฟ้า แหล่งที่มาของพลังงานทดแทน จำนวนประชากร และข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจากใบเสร็จค่าไฟ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา เพื่อนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ปริมาณ และประเมินการให้คะแนนตามหลักเกณฑ์กาประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World Ranking) โดยมีรายละเอียดข้อมูลดังนี้

4.1 การสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้น

การเก็บข้อมูลจากการสำรวจและข้อมูลทางเอกสารของมหาวิทยาลัยราชภัฏด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ในปี พ.ศ.2562 โดยใช้ข้อมูลด้านการใช้พลังงานตลอดทั้งปีของมหาวิทยาลัย ข้อมูลการใช้พลังงานหมุนเวียน และจำนวนนักศึกษา ตามรายละเอียดการให้คะแนนของหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกในหัวข้อที่ 2 ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเก็บจากข้อมูลจากเอกสารรายงานพลังงานมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา (2562) และใบเสร็จค่าไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ในการประเมินตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกเพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของมหาวิทยาลัยได้

4.1.1 ข้อมูลพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

จากการสำรวจพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยามีพื้นที่ดินของมหาวิทยาลัยทั้งสิ้น 199,229 ตารางเมตร พื้นที่อาคารคลุมดินทั้งสิ้น 34,247 ตารางเมตร และมีพื้นที่อาคารทั้งสิ้น 75,598 ตารางเมตร โดยมีรายละเอียดของพื้นที่อาคารดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.1 ประกอบไปด้วยอาคารจำนวนทั้งสิ้น 27 อาคาร ดังที่แสดงในภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 ผังบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

(ที่มา : http://www.aru.ac.th, 2019)

ตารางที่ 4.1 จำนวนอาคารและพื้นที่อาคารที่ใช้ในการประเมินมหาวิทยาลัย

ลำดับ	เลขที่อาคาร	ชื่ออาคาร	พื้นที่อาคารคลุมดิน (m^2)	จำนวนชั้น	จำนวนพื้นที่อาคาร (m^2)
1	อาคาร 1	อาคารป่าดินสอ	914	3	2,742
2	อาคาร 2	อาคารป่าตอง	1,173	3	3,519
3	อาคาร 3	อาคารกองนโยบายและแผน	589	3	1,767
4	อาคาร 4	อาคารคณะวิทยาการจัดการ	653	3	1,959
5	อาคาร 5	อาคารคณะวิทยาศาสตร์	814	3	2,442
6	อาคาร 6	อาคารคณะครุศาสตร์	616	3	1,848
7	อาคาร 7	อาคารคณะครุศาสตร์	616	3	1,848
8	อาคาร 12	อาคาร ปฏิบัติการเทคโนโลยี	375	2	750
9	อาคาร 13	อาคารสาขาดนตรี	404	3	1,212
10	อาคาร 15	อาคารสำนักวิทยบริการ	2,907	3	8,721
11	อาคาร 18	อาคารโรงยิม 1	945	1	945
12	อาคาร 19	อาคารโรงยิม 2	763	1	763
13	อาคาร 20	อาคารโรงอาหาร(เก่า)	770	1	770
14	อาคาร 21	อาคารหอประชุม	1,131	1	1,131
15	อาคาร 24	อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์	972	3	2,916
16	อาคาร 30	อาคารบัณฑิตวิทยาลัย	1,055	3	3,165
17	อาคาร 31	อาคารศูนย์ภาษาฯ	5,579	2	11,158
18	อาคาร 35	อาคารท้องฟ้าจำลอง	616	2	1,232
19	อาคาร 36	อาคารศูนย์การศึกษาพิเศษ	903	2	1,806
20	อาคาร 37	อาคารกองพัฒนานักศึกษา	559	2	1,118
21	อาคาร 41	อาคารคณะวิทยาการจัดการ	1,064	2	2,128
22	อาคาร 42	อาคารเทคโนโลยี	1,658	2	3,316
23	อาคาร 43	อาคารคณะมนุษยศาสตร์ฯ	1,896	2	3,792
24	อาคาร 44	อาคารสำนักงานอธิการบดี	947	2	1,894
25	อาคาร 45	อาคารบ้านพลูหลวง	2,688	2	5,376
26	อาคาร 46	อาคารครุศาสตร์	1,551	2	3,102
27	อาคาร 47	อาคารสวนหลวงค้างคาว	2,089	2	4,178
		รวม	**34,247**		**75,598**

(ที่มา : งานอาคารสถานที่และภูมิสถาปัตย์, 2562)

4.1.2 ข้อมูลจำนวนประชากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

จากการสำรวจข้อมูลประชากรภายในมหาวิทยาลัย พบว่า มหาวิทยาลัยเปิดสอนในระดับปริญญาตรี และปริญญาโท ซึ่งประกอบไปด้วย บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันอยุธยาศึกษา สถาบันวิจัยและพัฒนา สำนักงานอธิการบดี สำนักวิทยบริการ ศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ และมีจำนวนคณะที่เปิดสอนในหลักสูตรทั้งระดับปริญญาตรีและปริญญาโท มีคณะที่เปิดสอนทั้งสิ้น 4 คณะ ได้แก่ คณะ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะครุศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ และคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, 2562) โดยมีข้อมูลจำนวน อาจารย์และเจ้าหน้าที่ 613 คน ซึ่งได้ข้อมูลจากงานทรัพยากรบุคคล ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.2 และมีจำนวนนักศึกษาทั้งในเวลาราชการและนอกเวลาราชการ จำนวน 4,738 คน ซึ่งได้ข้อมูลจากกองบริการการศึกษา ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.3 โดยมีจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัยรวมทั้งสิ้น 5,351 คน

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลจำนวนอาจารย์และเจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ลำดับ	ประเภท	ตำแหน่ง	เพศ	จำนวน (คน)	รวม (คน)
1	ข้าราชการ	สายวิชาการ	ชาย	29	98
			หญิง	58	
		สายสนับสนุน	ชาย	-	
			หญิง	11	
2	พนักงานราชการ	สายวิชาการ	ชาย	-	30
			หญิง	-	
		สายสนับสนุน	ชาย	11	
			หญิง	19	
3	พนักงานมหาวิทยาลัย	สายวิชาการ	ชาย	92	375
			หญิง	152	
		สายสนับสนุน	ชาย	44	
			หญิง	87	
4	เจ้าหน้าที่ประจำตามสัญญา	สายวิชาการ	ชาย	-	110
			หญิง	-	
		สายสนับสนุน	ชาย	39	
			หญิง	71	
		รวมทั้งหมด			**613**

(ที่มา : งานทรัพยากรบุคคล มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา)

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลจำนวนนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ลำดับที่	คณะ	เพศ	จำนวน (คน)	รวม (คน)
1	คณะครุศาสตร์	ชาย	355	1,120
		หญิง	765	
2	คณะวิทยาการจัดการ	ชาย	280	1,008
		หญิง	728	
3	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชาย	315	751
		หญิง	436	
4	คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	ชาย	667	1,859
		หญิง	1,192	
		รวมทั้งหมด		**4,738**

(ที่มา : กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา)

4.1.3 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

การเก็บข้อมูลการใช้ปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดต่อปีของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาในปี พ.ศ.2562 โดยเก็บจากข้อมูลด้านเอกสารรายงานพลังงานมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา (2019) จากงานอาคารสถานที่และภูมิสถาปัตย์ และ ใบเสร็จค่าไฟฟ้าที่ได้งานการเงินและบัญชี โดยมีรายละเอียดปริมาณการใช้ไฟฟ้าดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

เดือน	ปริมาณไฟฟ้าต่อเดือน	หน่วย
มกราคม	125,396.00	kWh
กุมภาพันธ์	196,617.00	kWh
มีนาคม	244,701.00	kWh
เมษายน	208,095.00	kWh
พฤษภาคม	281,487.00	kWh
มิถุนายน	236,282.00	kWh
กรกฎาคม	246,909.00	kWh
สิงหาคม	268,241.00	kWh
กันยายน	283,970.00	kWh
ตุลาคม	271,416.00	kWh
พฤศจิกายน	292,158.00	kWh
ธันวาคม	125,396.00	kWh
รวม	**2,780,668.00**	**kWh**

(ที่มา : งานอาคารสถานที่และภูมิสถาปัตย์, 2562)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 การประเมินกรณีศึกษา

หลังจากทำการสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแล้ว จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ทำการประเมินมหาวิทยาลัย โดยมีการเก็บข้อมูลในการประเมินด้วยกันหลากหลายวิธี และมีรายละเอียดของวิธีการประเมินในหัวข้อพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังต่อไปนี้

4.2.1 EC1 การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม

จากการลงพื้นที่โดยการสำรวจสถานที่จริงจากมหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและข้อมูลจากการดำเนินงานโครงการมหาวิทยาลัยสีเขียว (2019) เพื่อประเมินอุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงานนั้น พบว่ามีการใช้หลอดไฟประหยัดพลังงานชนิดหลอดแอลอีดีทดแทนของเดิม และมีการใช้เครื่องปรับอากาศประหยัดไฟเบอร์ 5 ดังที่แสดงในภาพที่ 4.2 และทำการเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ไฟฟ้าของแต่ละอาคารดังที่แสดงในตารางที่ 4.5 โดยสามารถคำนวณจากการคำนวณปริมาณหลอดไฟประหยัดพลังงานทั้งหมดของมหาวิทยาลัย และการคำนวณปริมาณเครื่องปรับอากาศประหยัดพลังงานทั้งหมดของมหาวิทยาลัย จากการคำนวณสมการของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา (4.1) และ (4.2) พบว่ามีปริมาณการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานในอัตราร้อยละ 25 ของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัย

(ก) (ข)

ภาพที่ 4.2 เครื่องปรับอากาศประหยัดไฟเบอร์ 5 (ก) หลอดประหยัดไฟแอลอีดี (ข)

ตารางที่ 4.5 อุปกรณ์ไฟฟ้าส่องสว่างและเครื่องปรับอากาศทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัย

ลำดับ	เลขที่อาคาร	ชื่ออาคาร	ไฟฟ้าส่องสว่าง (ชุด)		เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)	
			ประหยัด	ทั้งหมด	ประหยัด	ทั้งหมด
1	อาคาร 1	อาคารป่าดินสอ	100	438	25	109
2	อาคาร 2	อาคารป่าตอง	140	563	35	140
3	อาคาร 3	อาคารกองนโยบายและแผน	85	282	17	70
4	อาคาร 4	อาคารคณะวิทยาการจัดการ	72	313	17	78
5	อาคาร 5	อาคารคณะวิทยาศาสตร์	117	390	24	97
6	อาคาร 6	อาคารคณะครุศาสตร์	68	295	16	74
7	อาคาร 7	อาคารคณะครุศาสตร์	88	295	22	74
8	อาคาร 12	อาคาร ปฏิบัติการเทคโนโลยี	30	120	7	30
9	อาคาร 13	อาคารสาขาดนตรี	45	193	12	48
10	อาคาร 15	อาคารสำนักวิทยบริการ	320	1,395	102	348
11	อาคาร 18	อาคารโรงยิม 1	34	151	9	37
12	อาคาร 19	อาคารโรงยิม 2	30	122	7	30
13	อาคาร 20	อาคารโรงอาหาร(เก่า)	28	123	8	30
14	อาคาร 21	อาคาร หอประชุม	45	180	11	45
15	อาคาร 24	อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์	116	466	30	116
16	อาคาร 30	อาคารบัณฑิตวิทยาลัย	126	506	31	126
17	อาคาร 31	อาคาร 100 ปี	446	1,785	112	446
18	อาคาร 35	อาคารท้องฟ้าจำลอง	50	197	12	49
19	อาคาร 36	อาคารศูนย์การศึกษาพิเศษ	66	288	21	72
20	อาคาร 37	อาคารกองพัฒนานักศึกษา	41	178	10	45
21	อาคาร 41	อาคารคณะวิทยาการจัดการ	85	340	20	85
22	อาคาร 42	อาคารเทคโนโลยี	132	530	28	130
23	อาคาร 43	อาคารคณะมนุษยศาสตร์ฯ	139	606	38	152
24	อาคาร 44	อาคารสำนักงานอธิการบดี	70	303	16	75
25	อาคาร 45	อาคารบ้านพลูหลวง	215	860	37	150
26	อาคาร 46	อาคารครุศาสตร์	125	496	31	124
27	อาคาร 47	อาคารสวนหลวงค้างคาว	167	668	34	150
		รวม	**2,980**	**12,083**	**732**	**2,930**

(ที่มา : งานอาคารสถานที่และภูมิสถาปัตย์, 2562)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคำนวณปริมาณหลอดไฟประหยัดพลังงานทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

$$\begin{matrix}\text{25\%} \\ \text{(ร้อยละหลอดไฟประหยัดพลังงาน} \\ \text{ทั้งหมดของมหาวิทยาลัย)}\end{matrix} = \frac{\text{2,980 (หลอดไฟประหยัดพลังงาน)}}{\text{12,083 (หลอดไฟทั้งหมด)}} \text{ X 100} \qquad (4.1)$$

การคำนวณปริมาณเครื่องปรับอากาศประหยัดพลังงานทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

$$\begin{matrix}\text{25\%} \\ \text{(ร้อยละเครื่องปรับอากาศ} \\ \text{ประหยัดพลังงานทั้งหมดของ} \\ \text{มหาวิทยาลัย)}\end{matrix} = \frac{\text{732 (เครื่องปรับอากาศประหยัดพลังงาน)}}{\text{2,930 (เครื่องปรับอากาศทั้งหมด)}} \text{ X 100} \qquad (4.2)$$

4.2.2 EC2 พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

จากการสำรวจพื้นที่เพื่อทำการประเมินอาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและข้อมูลการดำเนินการมหาวิทยาลัยสีเขียว (2019) นั้น พบว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีพื้นที่ดินของส่วนการศึกษาประมาณ 199,229 ตารางเมตร มีพื้นที่อาคารที่ปกคลุมพื้นที่ดิน 34,247 ตารางเมตร โดยมีพื้นที่อาคารทั้งหมดรวมทุกชั้นอยู่ที่ 75,598 ตารางเมตร จากข้อมูลดังกล่าวไม่พบพื้นที่อาคารอัจฉริยะ โดยมหาวิทยาลัยสามารถคำนวณพื้นที่อาคารอัจฉริยะได้จากการคำนวณพื้นที่อาคารอัจฉริยะของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา (4.3)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การคำนวณพื้นที่อาคารอัจฉริยะของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

$$\begin{matrix}\text{0\%} \\ \text{(พื้นที่อาคารอัจฉริยะ)}\end{matrix} = \frac{\text{0 } m^2 \text{ (พื้นที่อาคารอัจฉริยะ)}}{\text{75,598 } m^2 \text{ (พื้นที่อาคารทั้งหมด)}} \text{ X 100} \qquad (4.3)$$

4.2.3 EC3 พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย

เมื่อทำการสำรวจพื้นที่ได้สอบถามไปยังเจ้าหน้าที่ ที่เกี่ยวข้องพบว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดพระนครศรีอยุธยายังเคยมีการนำพลังงานทดแทนเข้ามาใช้ในการทดแทนพลังงานหลัก โดย

พบเพียงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการศึกษาแต่ได้ถูกยกเลิกการใช้งานแล้ว ดังที่แสดงในภาพที่ 4.3 จึงประเมินได้ว่าไม่มีพลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย

(ก) (ข)

ภาพที่ 4.3 บริเวณพื้นที่ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ (ก) และ แผงโซล่าเซลล์ (ข)

จากการศึกษาข้อมูลด้านพลังงานทดแทนนั้น ได้กำหนดว่าแหล่งกำเนิดของพลังงานทดแทนที่ใช้ในการพิจารณาเพื่อการประเมิน จะต้องสามารถใช้พลังงานเพื่อทดแทนพลังงานหลักได้จริงจึงจะมีคะแนนได้ในหัวข้อนี้ได้ ซึ่งปัจจุบันสามารถจำแนกพลังงานทดแทนเพื่อใช้ในการประเมินได้ 6 ประเภท ได้แก่ 1) พลังงานชีวภาพ (bioenergy) 2) พลังงานความร้อนใต้พิภพ (geothermal energy) 3) พลังงานน้ำ (hydropower) 4) พลังงานมหาสมุทร (ocean energy) และรวมถึงพลังงานน้ำขึ้นน้ำลง (tidal energy) พลังงานคลื่น (wave energy) และ พลังงานความร้อนมหาสมุทร (ocean thermal energy) 5) พลังงานแสงอาทิตย์ (solar energy) และ 6) พลังงานลม (wind energy)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.4 EC4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด

จากการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยานั้นพบว่ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 2,780,668 (kWh/Y) และ มีจำนวนประชากรราว 5,351 คน เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อคน พบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าหารด้วยจำนวนประชากรอยู่ที่ 519.65 (kWh/Y) ซึ่งคำนวณได้ดังที่แสดงใน การคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากร (4.4)

การคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากร

$$\begin{array}{c}\text{591.65 kWh} \\ \text{(ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อปี} \\ \text{หารด้วยจำนวนประชากร)}\end{array} = \frac{\text{2,780,668 kWh/Y (ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อปี)}}{\text{5,351 คน (จำนวนประชากรทั้งหมด)}} \qquad (4.4)$$

4.2.5 EC5 อัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี

จากการสำรวจพื้นที่เพื่อทำการประเมินและสอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทราบว่า มหาวิทยาลัยวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาไม่มีการผลิตพลังงานหมุนเวียนเพื่อทดแทนพลังงานหลักภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งหากมหาวิทยาลัยมีแหล่งผลิตพลังงานหมุนเวียนสามารถคำนวณพลังงานหมุนเวียนได้ดังที่ได้แสดงในการคำนวณปริมาณการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี (4.5)

การคำนวณปริมาณการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี

$$\begin{array}{c}\text{0\%} \\ \text{(ร้อยละการผลิตพลังงานหมุนเวียน)}\end{array} = \frac{\text{0 kWh (พลังงานหมุนเวียน)}}{\text{2,780,668 kWh (พลังงานหลัก)}} \text{ X 100} \qquad (4.5)$$

จากการสอบถามกับเจ้าหน้าที่ด้านอาคารสถานที่ได้ข้อมูลว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาได้เคยมีการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการศึกษาของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยแผงโซล่าเซลล์ที่ใช้คือแผง ขนาด 330 วัตต์ จำนวน 3 แผง ซึ่งให้กำลังไฟฟ้า 990 วัตต์ (W) ต่อชั่วโมง ดังที่แสดงในการคำนวณปริมาณการให้กำลังไฟฟ้าต่อชั่วโมง (4.6) โดยแต่ละวันนั้นจะสามารถเก็บพลังงานได้ 5 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งจะได้ 4.95 กิโลวัตต์ต่อวัน (4.7) เมื่อคำนวณรายปีแล้วจะสามารถใช้พลังงานจากพลังงานหมุนเวียนได้ทั้งสิ้น 1,806.75 กิโลวัตต์ (kW) ต่อปี (4.8) และคิดเป็นปริมาณ ร้อยละ 0.064 ต่อปี (4.9) แต่ปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยานั้นได้ยกเลิกการผลิตพลังงานหมุนเวียนดังกล่าวแล้วจึงไม่สามารถนำมาใช้เพื่อการประเมินในหัวข้อนี้ได้

การคำนวณปริมาณการให้กำลังไฟฟ้าต่อชั่วโมง

990 W	=	330 W	X	3 แผง	(4.6)
(กำลังไฟฟ้าต่อชั่วโมง)		(กำลังไฟฟ้าต่อแผง)		(จำนวนแผง)	

การคำนวนปริมาณการให้กำลังไฟฟ้าต่อวัน

4,950 W หรือ 4.95 kW	=	990 W	X	5 ชั่วโมง	(4.7)
(กำลังไฟฟ้าต่อวัน)		(กำลังไฟฟ้าต่อชั่วโมง)		(จำนวนชั่วโมงต่อวัน)	

การคำนวณปริมาณการให้กำลังไฟฟ้าต่อปี

1,806.75 kWh	=	4.95 kW	X	365 day	(4.8)
(กำลังไฟฟ้าต่อปี)		(กำลังไฟฟ้าต่อวัน)		(จำนวนวันต่อปี)	

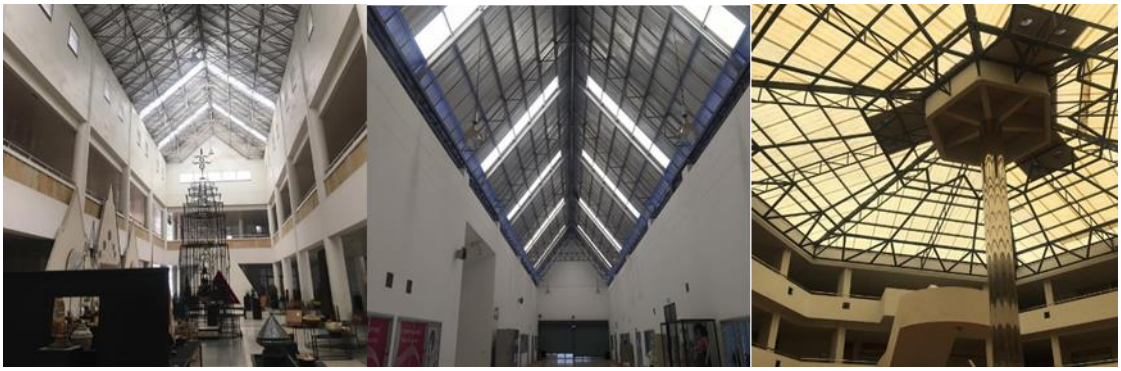
การคำนวณปริมาณร้อยละของพลังงานหมุนเวียนต่อพลังงานหลักต่อปี

$$\text{0.064\% (ร้อยละการผลิตพลังงานหมุนเวียน)} = \frac{\text{1,806.75 kWh (พลังงานหมุนเวียน)}}{\text{2,780,668 kWh (พลังงานหลัก)}} \times 100 \quad (4.9)$$

4.2.6 EC6 องค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด

จากการศึกษาองค์ประกอบของอาคารเขียวนั้น สามารถพิจารณาได้ 8 หมวด หลัก ได้แก่ 1) การบริหารจัดการอาคาร (BM) 2) ผังบริเวณและภูมิทัศน์ (SL) 3) การประหยัดน้ำ (WC) 4) พลังงานและบรรยากาศ (EA) 5) วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง (MR) 6) คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (IE) 7) การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (EP) และ 8) นวัตกรรม (GI) (Thai green building Institute, 2012) เพื่อทำให้นโยบายในการก่อสร้างและปรับปรุงอาคารให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ของอาคารเขียว ซึ่งองค์ประกอบที่พบในมหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดพระนครศรีอยุธยานั้น พบในหมวดของพลังงานและบรรยากาศ นับเป็นหนึ่งองค์ประกอบของการพิจารณาการเป็นอาคารเขียว ซึ่งจัดอยู่ในส่วนของการออกแบบที่มีการคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน

โดยใช้หลังคาโปร่งแสงที่ลดการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในเวลากลางวัน ซึ่งสามารถพบได้บริเวณโถงของอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ก) อาคารบ้านพลูหลวง (ข) และอาคารบัณฑิตศึกษา (ค) ดังที่แสดงในภาพที่ 4.4 ดังนั้นมหาวิทยาลัยจึงสามารถทำการประเมินได้ 1 องค์ประกอบของอาคารเขียว



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 4.4 โถงอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ก) โถงอาคารบ้านพลูหลวง (ข) และโถงอาคารบัณฑิตวิทยาลัย (ค)

4.2.7 EC7 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จากการศึกษาข้อมูลจากองค์การบริหารการจัดการก๊าซเรือนกระจก (2019) เพื่อทำการประเมินในการหาปริมาณของก๊าซเรือนกระจกนั้นสามารถพิจารณาได้ 4 ประเภท ได้แก่ 1) ประเภทกิจกรรมส่วนบุคคล 2) ประเภทองค์กร 3) ประเภทผลิตภัณฑ์ และ 4) ประเภทการจัดงาน จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า มหาวิทยาลัยอยู่ในประเภทที่ 2 ประเภทองค์กร ซึ่งในการประเมิณก๊าซเรือนกระจกนี้ให้ใช้แนวทางการประเมิณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยประเมินได้จากกิจกรรมในสามขอบเขต ซึ่งมหาวิทยาลัยนั้นยังไม่เคยมีโครงการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

4.2.8 EC8 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด

การประเมินเพื่อทราบถึงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัยนั้นจะต้องทำการคำนวณหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เสียก่อน ซึ่งงานวิจัยนี้ทำการประเมินโดยใช้ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของมหาวิทยาลัย ที่ได้จากรายงานพลังงาน และ สถิติการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยเท่านั้น แต่ในขอบเขตอื่นๆยังไม่มีการเก็บข้อมูล คาดว่าจะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลในปีถัดไป เมื่อทราบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นแล้ว นำปริมาณที่ได้ไปหารกับจำนวนประชากรภายในมหาวิทยาลัย ได้แก่ นักศึกษา อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ จึงจะสามารถทราบปริมาณการปล่อยคาร์บอน

ฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากรได้ ด้วยสมการการหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดต่อจำนวนประชากร จากการประเมิณพบว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์อยู่ที่ 2,335,761 ($kgCO_2e$) หรือ 2,335.76 (tCO_2e) ต่อปี ดังที่แสดงในการคำนวณที่ (4.10)

การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี ($kgCO_2e$)

$$\begin{array}{c}\text{2,335,761 } kgCO_2e \\ \text{(ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี)}\end{array} = \begin{array}{c}\text{2,780,668 kWh} \\ \text{(ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปี)}\end{array} \times \begin{array}{c}\text{0.84} \\ \text{(factor)}\end{array} \qquad (4.10)$$

เมื่อนำมาหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากรพบว่า มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์อยู่ที่ 436.50 ($kgCO_2e$) หรือ 0.436 (tCO_2e) ต่อจำนวนประชากรต่อปีดังที่ได้แสดงในการคำนวณที่ 4.11

การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด

$$\begin{array}{c}\text{436.50 } kgCO_2e \\ \text{(ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากร)}\end{array} = \frac{\begin{array}{c}\text{2,780,668 kWh} \\ \text{(ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปี)}\end{array} \times \begin{array}{c}\text{0.84} \\ \text{(factor)}\end{array}}{\begin{array}{c}\text{5,351 คน} \\ \text{(จำนวนประชากรในมหาวิทยาลัย)}\end{array}} \qquad (4.11)$$

เมื่อได้ประเมินมหาวิทยาลัยครับทั้งแปดหัวข้อแล้วนั้น พบว่ามหาวิทยาลัยได้รับคะแนนจากการประเมินหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยมีคะแนนอยู่ที่ 500 คะแนนจากการประเมินดังที่แสดงในตารางที่ 4.6 โดยหัวข้อที่ได้รับคะแนนในการประเมินสูงสุดอยู่ที่หัวข้อ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากร หากมหาวิทยาลัยต้องการเพิ่มประสิทธิภาพมหาวิทยาลัยควรดำเนินการตั้งเป้าหมายเพื่อดำเนินการอย่างเหมาะสมและคำนึงถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.6 สรุปผลคะแนนการประเมินพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

	ข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน	ผลการประเมิน	คะแนน
EC1	การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม	1% - 25%	50
EC2	พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย	n/a	0
EC3	พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย (Kwh)	n/a	0
EC4	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด (Kwh/person)	519.65	225
EC5	อัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี (%)	n/a	0
EC6	องค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด	1 แหล่ง	75
EC7	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก	ไม่พบ	0
EC8	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากร (%)	0.436	150
	คะแนนรวม		**500**

4.3 ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เมื่อทราบรายละเอียดและผลการประเมินด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของกรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ต่อมาผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมไปถึงการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อทำการประเมินประสิทธิภาพในหัวข้อการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิมแล้วต่อมาคือการศึกษาโดยการตั้งเป้าหมายการเพิ่มประสิทธิภาพต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา โดยแบ่งเป้าหมายไว้ 4 เป้าหมาย โดยคิดจากร้อยละจองอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่ควรเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน เพื่อเลือกเป้าหมายที่เหมาะสมต่อการดำเนินการของมหาวิทยาลัย

การตั้งเป้าหมายในที่นี้ผู้วิจัยได้เลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการใช้งานจำนวนมาก เช่น ไฟฟ้าส่องสว่าง และเครื่องปรับอากาศซึ่งมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่สามารถดำเนินการได้โดยง่าย จากการประเมินมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา มีคะแนนอยู่ที่ 50 คะแนน เมื่อทำการศึกษาโดยการตั้งเป้าหมาย ก็สามารถเพิ่มคะแนนได้ในหัวข้อนี้ได้ดังที่แสดงในตารางที่ 4.7

จากการสำรวจเบื้องต้นมหาวิทยาลัย มีอุปกรณ์ไฟฟ้าส่องสว่างที่ประหยัดพลังงานอยู่ที่ 2,980 ชุด ซึ่งอยู่ในช่วงเป้าหมายที่ 1 และมีเครื่องปรับอากาศจำนวน 732 เครื่อง เมื่อพิจารณาจากทั้ง 4 เป้าหมาย พบว่าหากดำเนินการเปลี่ยนหลอดไฟ จำนวน 41 ชุด และเพิ่มเครื่องปรับอากาศจากเดิม 1 เครื่องขึ้นไป จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพดังเป้าหมายที่ 2 ได้ ดังนั้นเป้าหมายที่เหมาะสมสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา คือการดำเนินการตามเป้าหมายที่ 2 จึงจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้

ตารางที่ 4.7 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม

มหาวิทยาลัย	อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน		เป้าหมายที่ 1	เป้าหมายที่ 2	เป้าหมายที่ 3	เป้าหมายที่ 4
			ประสิทธิภาพ 25%	ประสิทธิภาพ 50%	ประสิทธิภาพ 75%	ประสิทธิภาพ 100%
	เกณฑ์การประเมิน	ร้อยละ (%)	1% - 25%	>25% - 50%	>50% - 75%	>75%
มหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดอยุธยา	ไฟฟ้าส่องสว่าง	จำนวน (ชุด)	120 – 3,020	3,021 – 6,041	6,042 – 9,062	9,063 – 12,083
		งบประมาณ (บาท)	26,400 – 664,400	664,620 – 1,329,020	1,329,240 – 1,993,640	1,993,860 – 2,658,260
	เครื่องปรับอากาศ	จำนวน (ชุด)	30 – 732	733 – 1,465	1,466 – 2,197	2,198 - 2930
		งบประมาณ (บาท)	917,555 – 22,388,220	22,418,805 – 44,807,025	44,837,610 – 67,195,245	67,225,830 – 89,614,050
	คะแนนที่คาดว่าได้รับเมื่อดำเนินการ		50 คะแนน	100 คะแนน	150 คะแนน	200 คะแนน

การคำนวณพลังงานที่ประหยัดได้นั้นเก็บข้อมูลจากกำลังวัตต์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อหน่วยของอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบดั้งเดิมและอุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน เพื่อหาค่าความประหยัดพลังงานต่อหน่วยที่ได้จากการเปลี่ยนอุปกรณ์โดยคำนวณได้จากการคำนวณที่ (4.12) โดยการยกตัวอย่างการคำนวณ ความคุ้มค่าของหลอดไฟ ชนิดหลอด T5 ขนาด 28 (W) กับหลอดไฟชนิด LED Tube T5 16

(W) เนื่องจาก เป็นหลอดที่มหาวิทยาลัยมีการใช้งานมากที่สุด โดยหลอดไฟทั้ง 2 ชนิดนั้น มีขั้วหลอดและโคมตะแกรงที่สามารถใช้ร่วมกันได้ โดยผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการคำนวณกำลังไฟฟ้าจากหลอดชนิด T5

การคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อหน่วย

12 W (กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้) = 16 W (กำลังวัตต์เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดไฟ) - 28 W (กำลังวัตต์เครื่องใช้ไฟฟ้าแบบเดิม) (4.12)

จากการคำนวณข้อมูลพลังงานที่ประหยัดได้จากข้อมูลของตัวอย่างที่ 1 คือกำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อหน่วยของอุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน จากนั้นนำมาคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ทั้งหมดจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน ดังที่ได้แสดงในการคำนวณที่ (4.13) เพื่อใช้พิจารณาความประหยัดพลังงานและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน

การคำนวณพลังงานที่ประหยัดได้ทั้งหมด (kW)

$$\text{145 kW (กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ทั้งหมด)} = \frac{\text{12 W (กำลังไฟฟ้าต่อเครื่อง)} \times \text{12,083 ชุด (จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการประหยัดพลังงาน)}}{\text{1,000 (แปลงหน่วยเป็นกิโลวัตต์)}} \quad (4.13)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคำนวณพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปีนั้นจะต้องคำนวณการใช้ไฟฟ้าต่อวันจนถึงตลอดทั้งปีที่มีการเก็บข้อมูลซึ่งการเก็บข้อมูลส่วนนี้จะต้องนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณที่ (4.14) นำมาคำนวณพลังงานที่ประหยัดได้รายปีดังตัวอย่างที่ 4.9 เพื่อนำไปหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งปีต่อจำนวนประชากร

การคำนวณพลังงานรวมที่ประหยัดได้รายปีของเครื่องใช้ไฟฟ้า (kWh)

301,600 (kWh/Y) พลังงานที่ประหยัดได้รายปี = 145 (kW) พลังงานที่ประหยัดได้ X 8 (h) จำนวนชั่วโมง/วัน X 5 (day) จำนวนวัน/สัปดาห์ X 52 (Week) จำนวนสัปดาห์/ปี (4.14)

การคำนวณค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปีของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น คำนวณโดยนำข้อมูลพลังงานที่ประหยัดได้รายปีนำไปคูณกับค่าไฟฟ้าต่อหน่วยดังการคำนวณที่ (4.15) จากนั้นนำข้อมูลการประหยัดไฟฟ้าที่ได้ไปประเมินความเป็นไปได้และความคุ้มค่าของการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อใช้ในการพิจารณาการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบเดิมเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน

การคำนวณค่าไฟที่ประหยัดได้ต่อปีของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Baht/Yr)

$$\begin{matrix}\text{1,809,600 (Baht/Yr)}\\ \text{ค่าไฟที่ประหยัดได้ต่อปีของ}\\ \text{เครื่องใช้ไฟฟ้า}\end{matrix} = \begin{matrix}\text{301,600 (kWh/Y)}\\ \text{พลังงานที่ประหยัดได้รายปี}\end{matrix} \text{ X } \begin{matrix}\text{6 (Baht)}\\ \text{ค่าไฟต่อหน่วย}\end{matrix} \qquad (4.15)$$

การคำนวณอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน โดยคำนวณจากข้อมูลอายุการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่คิดเป็นชั่วโมงทั้งหมดต่อชั่วโมงใช้งานทั้งหมดรายปีดังที่แสดงในการคำนวณที่ (4.16) เพื่อหาอายุการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงานที่จะนำมาทดแทนเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบเดิมนั้นมีอายุการใช้งานกี่ปีและมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

การคำนวณอายุการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า (Y)

$$\begin{matrix}\text{14.42 (Y)}\\ \text{อายุการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า}\end{matrix} = \frac{\begin{matrix}\text{30,000 (h)}\\ \text{อายุการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าคิดเป็นชั่วโมง}\end{matrix}}{\begin{matrix}\text{2,080 (h)}\\ \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้รายปี}\end{matrix}} \qquad (4.16)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคำนวณความประหยัดไฟตลอดอายุการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น เพื่อประมาณการคำนวณค่าไฟที่ประหยัดได้จากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงานโดยมีการคำนวณดังที่แสดงในการคำนวณที่ (4.17) เพื่อนำมาใช้ประกอบกับความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ถึงความคุ้มค่าที่ได้จากความประหยัดไฟของการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงานตลอดอายุการใช้งาน

การคำนวณความประหยัดไฟตลอดอายุการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า (Baht)

$$\begin{matrix}\text{26,094,432 (Baht)}\\ \text{(ประหยัดไฟตลอดอายุ}\\ \text{การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า)}\end{matrix} = \begin{matrix}\text{14.42 (Y)}\\ \text{(อายุการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า)}\end{matrix} \text{ X } \begin{matrix}\text{1,809,600 (Baht/Y)}\\ \text{(ค่าไฟที่ประหยัดได้ต่อปี)}\end{matrix} \qquad (4.17)$$

การคำนวณระยะเวลาคุ้มทุนนั้นเพื่อประมาณการคุ้มทุนที่ได้จากการลงทุนของโครงการติดตั้งการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานนั้น มีระยะเวลาในความคุ้มทุนจากการใช้งานดังที่แสดงในการคำนวณที่ (4.18)

การคำนวณระยะเวลาคุ้มทุนจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน (Yr)

$$\underset{\substack{\text{(ระยะเวลาคุ้มทุนจากการเปลี่ยน}\\\text{อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน)}}}{1.47\ (Y)} = \frac{\underset{\text{(ราคาเครื่องใช้ไฟฟ้า)}}{220\ (\text{Baht})} \times \underset{\text{(จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า)}}{12{,}083\ (\text{เครื่อง})}}{\underset{\text{(ราคาประหยัดค่าไฟฟ้าต่อปี)}}{1{,}809{,}600\ (\text{Baht})}} \quad (4.18)$$

เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่าเป้าหมายที่ 2 มีการใช้งบประมาณในการลงทุนน้อยที่สุด และเมื่อคำนวณระยะเวลาในการคุ้มทุนหลังจากดำเนินการเปลี่ยนหลอดไฟและติดตั้งเครื่องปรับอากาศประมาณ 5 ถึง 6 ปี ดังนั้นเป้าหมายที่ 1 และ เป้าหมายที่ 2 ของการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม จึงจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการเริ่มต้นดำเนินการได้ดีที่สุดในหัวข้อนี้ได้

4.3.2 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อพื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

พื้นฐานขององค์ประกอบของอาคารอัจฉริยะคือ การควบคุมระบบต่างๆด้วยคอมพิวเตอร์ เมื่อลงพื้นที่ทำการสำรวจนั้นพบว่าไม่มีการดำเนินการตามหลักการของอาคารอัจฉริยะในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเป็นอาคารอัจฉริยะดังนี้ 1) ระบบการบริหารอาคารอัตโนมัติ 2) ระบบรักษาความปลอดภัยอาคาร 3) ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ 4) ระบบควบคุมน้ำอัตโนมัติ 5) การระบายอากาศภายในอาคาร 6) อุปกรณ์ประหยัดพลังงานและแสงสว่าง แต่ปัจจุบันมหาวิทยาลัยยังไม่มีการดำเนินการครบตามองค์ประกอบของข้อกำหนดการเป็นอาคารอัจฉริยะจึงไม่มีคะแนนในหัวข้อนี้ หากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาต้องการที่จะมีคะแนนให้หัวข้อพื้นที่อาคารอัจฉริยะ ตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกนั้น จะต้องมีองค์ประกอบครบทุกองค์ประกอบและนำมาคิดพื้นที่อาคารอัจฉริยะต่อพื้นที่อาคารโดยมีการตั้งเป้าหมายต่อพื้นที่อาคารดังที่แสดงในตารางที่ 4.9 โดยงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System, BAS)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติเป็นระบบควบคุมอาคารด้วยคอมพิวเตอร์ ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในอาคาร ซึ่งจะกระจายอยู่ตามส่วนต่างๆของชั้นอาคาร โดยจะต่อกันเป็นเครือข่าย (Local Area Network, LAN) โดยมีคอมพิวเตอร์แม่เป็นตัวประสานงาน คอมพิวเตอร์แม่นอกจากจะเป็นตัวประสานงานแล้ว ยังทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ โดยอาคารขนาดเล็กนั้นจะใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม 1 - 2 ตัวแต่ในอาคารขนาดใหญ่นั้นอาจใช้ 10 -15 ตัว ถ้าเป็นอาคารสูงอาจจะต้องใช้มากกว่า 100 ตัว โดยมีระยะเวลาในการคุ้มทุนประมาณ 6 ปี ซึ่งการดำเนินการติดตั้งระบบควบคุมอาคารอัตโนมัตินั้นต้องใช้งบประมาณในการติดตั้งประมาณร้อยละ 7 ถึงร้อยละ 8 ของการก่อสร้างอาคารขั้นต่ำคือ ร้อยละ 7 จากวงเงินงบประมาณ และสามารถคำนวณได้จากพื้นที่อาคาร ประมาณ 2,401 บาท ต่อตารางเมตร

จากการศึกษาโดยการตั้งเป้าหมายทั้ง 4 เป้าหมาย โดยแบ่งเป้าหมายเป็นอัตราส่วนร้อยละของพื้นที่อาคารในมหาวิทยาลัย พบว่าในขั้นต้นมหาวิทยาลัยมีความเหมาะสมที่จะดำเนินการตามเป้าหมายที่ 1 มากที่สุด เนื่องจากการดำเนินการตามเป้าหมายที่ 1 นั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้เมื่อวัดจากค่าคะแนนและมีการลงทุนของการดำเนินการได้น้อยที่สุด ดังที่แสดงในตารางที่ 4.8 ดังนั้นมหาวิทยาลัยจึงควรดำเนินการตามเป้าหมายที่ 1 จึงสามารถเพิ่มคะแนนจากเดิมที่ไม่มีคะแนนสามารถเพิ่มคะแนนในหัวข้อนี้ได้ถึง 75 คะแนน

ตารางที่ 4.8 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อพื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏ	การประเมิน	ผลประเมิน	เป้าหมายที่ 1	เป้าหมายที่ 2	เป้าหมายที่ 3	เป้าหมายที่ 4
	หลักเกณฑ์ในการประเมิน (%)	< 1%	1% - 25%	>25% - 50%	>50% - 75%	>75%
อยุธยา	พื้นที่อาคารอัจฉริยะ (ตร.ม.)	n/a	1,342 – 33,550	>33,550 – 67,100	>67,100 – 100,650	>100,650
	งบประมาณขั้นต่ำ (บาท)	n/a	3,222,142	80,553,550	161,107,100	241,660,650
	คะแนนที่คาดว่าจะได้รับ	0	75	150	225	300

4.3.3 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อพลังงานหมุนเวียนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย

จากการศึกษาโดยการสำรวจและลงพื้นที่พบว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาเคยมีการศึกษาการใช้พลังงานหมุนเวียนจากพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผงโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการศึกษาของคณะวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ใช้เพื่อทดแทนพลังงานหลัก และหากเลือกใช้พลังงาน

หมุนเวียนอื่นๆ ก็พบอุปสรรคทางด้านความเหมาะสมต่อภูมิประเทศ และศึกษางบประมาณในการลงทุนเพื่อติดตั้ง และข้อกำหนดกฎหมายผังเมืองของจังหวัด ซึ่งปัจจุบันแหล่งพลังงานหมุนเวียนจากแผงโซล่าเซลล์ดังกล่าวยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการศึกษาถึงความคุ้มค่า เมื่อพิจารณาการให้คะแนนนั้นจะต้องพิจารณาจากแหล่งที่มาของพลังงานหมุนเวียนที่ใช้ได้จริง ซึ่งหากมหาวิทยาลัยต้องการจะเพิ่มคะแนนในหัวข้อนี้จะต้องดำเนินการตามเป้าหมายที่ 1 และ เป้าหมายที่ 2 คือการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์หรือแหล่งที่มาของพลังงานหมุนเวียนอื่นๆเพิ่มเติม โดยศึกษาจากการตั้งเป้าหมายที่ 1 และ เป้าหมายที่ 2 จึงสามารถเพิ่มค่าคะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 75 คะแนน ได้ดังในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อพลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัย	พลังงานหมุนเวียน	การประเมิน	เป้าหมายที่ 1	เป้าหมายที่ 2	เป้าหมายที่ 3	เป้าหมายที่ 4
มหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดอยุธยา	แหล่งที่มา	ไม่พบ	1 แหล่ง	2 แหล่ง	3 แหล่ง	มากกว่า 3
	คะแนนที่คาดว่าจะได้รับ	n/a	75	150	225	300

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยานั้นพบว่า มหาวิทยาลัยเคยดำเนินการติดตั้งแหล่งที่หาของพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมหาวิทยาลัยสามารถดำเนินการได้จากประสพการณ์ที่เคยทำมา ซึ่งพลังงานแสงทิตย์ดังกล่าวเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่เหมาะสมต่อลักษณะทางภูมิศาสตร์ของ ภาคกลาง ดังนั้นการติดตั้งแหล่งที่มาจากพลังงานแสงอาทิตย์จึงเหมาะสมต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในเบื้องต้นผู้วิจัยขอเสนอแนะการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ ขนาด 330 วัตต์ จากการติดตั้งแผงซึ่งใช้งบประมาณในการลงทุนเริ่มต้นอยู่ที่ 277,998 บาท และมีระยะเวลาในการคุ้มทุนประมาณ 4.7 ปี ซึ่งพลังงานทดแทนอื่นๆหากมหาวิทยาลัยต้องการที่จะดำเนินการจะต้องอาศัยจากการศึกษาการใช้งานและความคุ้มค่า เพื่อเพิ่มแหล่งที่มาในปีต่อไป

4.3.4 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด

จากการประเมินปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของมหาวิทยาลัยเบื้องต้นต่อจำนวนประชากรนั้นพบว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลาง ส่วนใหญ่มีคะแนนในการดำเนินการอยู่ในเป้าหมายที่ 1 โดยคิดเป็นคะแนน 225 คะแนนจากเกณฑ์การประเมิน หาก

มหาวิทยาลัยต้องการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่อจำนวนประชากรจะต้อง ดำเนินการตามเป้าหมายที่ 2 จึงจะได้คะแนนเต็ม 300 คะแนน ดังนั้นการดำเนินการตามเป้าหมายที่ 2 จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเริ่มต้นของการเพิ่มประสิทธิภาพนี้ได้ โดยวิธีการที่จะทำให้การใช้ไฟฟ้าต่อจำนวนประชากรลดลงนั้น ต้องอาศัยการดำเนินการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบเดิมเป็นอุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน (EC1) และใช้พลังงานทดแทน (EC3) เพื่อลดการซื้อพลังงานไฟฟ้าจากภายนอกรวมไปถึงการบริหารจัดการภายในองค์กรและนโยบายจากผู้บริหาร จึงจะสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ ตามเป้าหมายที่ต้องการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อจำนวนประชากรทั้งหมด ดังที่แสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด

มหาวิทยาลัย	การใช้ไฟฟ้าต่อจำนวนประชากร	จากการประเมิน	เป้าหมายที่ 1	เป้าหมายที่ 2	เป้าหมายที่ 3	เป้าหมายที่ 4
มหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดอยุธยา	คิดเป็นร้อยละ (%)	100 %	ลดลง 25%	ลดลง 50%	ลดลง 75%	ลดลง 100%
	อยู่ในช่วงเกณฑ์ในการประเมิน	>633 – 279 kWh	>633 – 279 kWh	<279 kWh	<279 kWh	<279 kWh
	ปริมาณไฟฟ้าที่ควรลดลง/คน/ปี	0 kWh	129.75 kWh	259.50 kWh	389.25 kWh	519.65 kWh
	ปริมาณไฟฟ้าที่ได้รับ/คน/ปี	519.65 kWh	389.25 kWh	259.50 kWh	129.65 kWh	0 kWh
	คะแนนที่คาดว่าจะได้รับ	225	225	300	300	300

4.3.5 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้ออัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการจากการประเมินในหัวข้ออัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยพลังงานทั้งหมดต่อปีนั้น พบว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ไม่มีแหล่งที่มาของการใช้พลังงานหมุนเวียน หากมหาวิทยาลัยต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อนี้ ก็สามารถเลือกดำเนินการได้ตั้งแต่เป้าหมายที่ 1 ถึงเป้าหมายที่ 2 โดยในขั้นต้นผู้วิจัยได้เสนอการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ ขนาด 330 วัตต์ จากการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ดังเป้าหมายที่ 1 โดยมีอัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนมากกว่าร้อยละ 0.5 ถึง ร้อยละ 1 ของพลังงานไฟฟ้าหลัก ซึ่งใช้งบประมาณในการลงทุนเริ่มต้นอยู่ที่ 277,998 บาท จึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อนี้ได้ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.11 ในขั้นต้นนั้นเป้าหมายที่ 1 เหมาะสมที่สุดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพในด้านนี้ เนื่องจากมหาวิทยาลัยดำเนินการตามเป้าหมายที่ 1 ก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้โดยวัดจากค่าคะแนนที่เพิ่มขึ้น จาก 0 เป็น 50 คะแนน และการ

ดำเนินการตามเป้าหมายที่ 1 ซึ่งใช้งบประมาณในการลงทุนน้อยที่สุดสำหรับการดำเนินการ โดยมีระยะเวลาในการคุ้มทุน 4.7 ปี ซึ่งพลังงานหมุนเวียนอื่นๆหากมหาวิทยาลัยต้องการที่จะดำเนินการจะต้องอาศัยจากการศึกษาการใช้งานและความคุ้มค่า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในปีต่อไป

ตารางที่ 4.11 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้ออัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนต่อการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี

มหาวิทยาลัย	การผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยพลังงานทั้งหมดต่อปี	การประเมิน	โซล่าเซลล์ 330V	เป้าหมายที่ 1	เป้าหมายที่ 2	เป้าหมายที่ 3	เป้าหมายที่ 4
				> 0.5%–1%	> 1%–2%	> 2%–25%	> 25%
มหาวิทยาลัยราชภัฏ	ร้อยละการดำเนินการ (%)	n/a	<0.5%	0.50%	1%	2%	25%
	พลังงานหมุนเวียนที่ควรได้รับต่อปี (kWh/y)	n/a	602.25	13,903.34	27,806.68	55,613.36	695,167
	จำนวนแผงโซล่าเซลล์ที่ใช้ (แผง)	n/a	1	23	46	92	1,154
	งบประมาณ (บาท)	n/a	12,045	277,998	556,133	1,112.24	13,903,339
	คะแนนที่คาดว่าจะได้รับ	n/a	n/a	50	100	150	200

4.3.6 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อองค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด

โดยองค์ประกอบของอาคารเขียวนั้นประกอบไปด้วยระบบหมุนเวียนอากาศภายในอาคาร การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร การจัดการพลังงานในอาคาร และอาคารที่มีจุดประสงค์เพื่อเป็นอาคารเขียว ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจและเก็บข้อมูลทำการประเมิน พบว่ามีเพียงหนึ่งองค์ประกอบ คือ หลังคาโปร่งแสงที่นำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารจึงทำให้มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยามีหนึ่งองค์ประกอบเท่านั้น จึงมีคะแนนประเมินอยู่ที่ 75 คะแนน

หากมหาวิทยาลัยต้องการที่จะได้ค่าคะแนนที่สูงขึ้นมหาวิทยาลัยต้องดำเนินการตามเกณฑ์อาคารเขียว ซึ่งสามารถพิจารณาได้ 8 หมวดหลัก ได้แก่ 1) การบริหารจัดการอาคาร (BM) 2) ผังบริเวณและภูมิทัศน์ (SL) 3) การประหยัดน้ำ (WC) 4) พลังงานและบรรยากาศ (EA) 5) วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง (MR) 6) คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (IE) 7) การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (EP) และ 8) นวัตกรรม (GI) ซึ่งองค์ประกอบที่พบในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยานั้นพบได้ในหมวดของพลังงานและบรรยากาศ จึงนับเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของการพิจารณาการเป็นอาคารเขียว หากมาหวิทยาลัยต้องการจะเพิ่มประสิทธิภาพของหัวข้อนี้ จะต้องดำเนินการเพิ่มองค์ประกอบอื่นๆอีก 1 องค์ประกอบ จึงจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพที่วัดจากค่าคะแนนการประเมินนี้ได้

ตารางที่ 4.12 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อองค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด

มหาวิทยาลัย	องค์ประกอบของอาคารสีเขียว	จากการประเมิน	เป้าหมายที่ 1	เป้าหมายที่ 2	เป้าหมายที่ 3	เป้าหมายที่ 4
มรภ.อยุธยา	จำนวนองค์ประกอบอาคารเขียว	1 องค์ประกอบ	1 องค์ประกอบ	2 องค์ประกอบ	3 องค์ประกอบ	>3 องค์ประกอบ
	คะแนนที่คาดว่าจะได้รับ	75	75	150	225	300

จากการสำรวจพบว่ามหามีองค์ประกอบของอาคารเขียวคือ องค์ประกอบในหมวดของพลังงานและบรรยากาศ ที่มีการออกแบบหลังคาโปร่งแสงมาเพื่อใช้ในการประหยัดพลังงาน โดยต้องมีระยะเวลาในการวัดและการตรวจสอบอย่างน้อย 1 ปี หลังจากสร้างเสร็จเพื่อดูว่าอาคารนั้นประหยัดพลังงานได้จริงตามที่ได้ออกแบบ สำหรับการเพิ่งองค์ประกอบอื่น ๆ ในองค์ประกอบที่มหาวิทยาลัยสามารถดำเนินการได้ง่ายที่สุดคือ องค์ประกอบในหมวดคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคารโดยดำเนินการการควบคุมควันบุหรี่ในอาคาร และบริเวณนอกอาคารในระยะห่างประตูทางเข้าและช่องรับอากาศของระบบปรับอากาศในระยะ 25 ฟุต หรือ 7.6 เมตร หากจะสูบบุหรี่ภายในอาคารต้องจัดห้องสูบบุหรี่โดยเฉพาะ เพื่อไม่ให้ควันบุหรี่รั่วไหลไปส่วนอื่นของอาคารได้ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ด้วยนโยบายของมหาวิทยาลัย จึงเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดต่อการดำเนินการ

4.3.7 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การดำเนินงานโครงการเพื่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จากการสำรวจและเก็บข้อมูลทางนโยบายมหาวิทยาลัย ยังไม่พบโครงการที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หากมหาวิทยาลัยต้องการที่จะได้คะแนนที่เพิ่มสูงขึ้นจะต้องขั้นตอนของการเตรียมการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ซึ่งเป้าหมายที่ง่ายและเหมาะสมที่สุดสำหรับนักศึกษา อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ สามารถทำได้คือ การเตรียมการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเป้าหมายที่ 1 และ การเริ่มดำเนินการในเป้าหมายที่ 2 โดยดำเนินการขั้นต้น 1 ขอบเขต เริ่มจากการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect Emissions) ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า ความร้อน หรือพลังงานภายนอกที่นำเข้ามาใช้ภายในองค์กร ยกตัวอย่างเช่น การลดใช้พลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าจากข้อที่ EC1 การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม จึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ดังเป้าหมายที่แสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

มหาวิทยาลัยราชภัฏ	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	จากการประเมิน	เป้าหมายที่ 1	เป้าหมายที่ 2	เป้าหมายที่ 3	เป้าหมายที่ 4
	ขอบเขตที่ดำเนินการ	เตรียมโครงการ	เตรียมโครงการ	1 ขอบเขต	2 ขอบเขต	3 ขอบเขต
อยุธยา	คะแนนที่คาดว่าจะได้รับ	0	50	100	150	200

4.3.8 การศึกษาเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด

จากเดิมมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยามีปริมาณการปล่อนคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากรอยู่ที่ 0.436 ตันคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ (tCO_2e) ต่อปี เมื่อวัดจากค่าคะแนนในการประเมินมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่จะมีคะแนนอยู่ที่ 225 คะแนน เมื่อตั้งเป้าหมายในการลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์นั้นพบว่า มหาวิทยาลัยแต่ละแห่งมีเป้าหมายในการดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพที่ต่างเป้าหมายกัน เพื่อให้มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ลดลง แต่เมื่อวัดจากค่าคะแนนตามเป้าหมายนั้น มหาวิทยาลัยส่วนใหญ่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อให้ได้คะแนนเต็ม 300 คะแนนได้ ดังนั้นเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพที่เหมาะสม จะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ลดลงและสอดคล้องกับหลักเกณฑ์การประเมิน ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏ	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากร	ประเมิน	เป้าหมายที่ 1	เป้าหมายที่ 2	เป้าหมายที่ 3	เป้าหมายที่ 4
	คิดเป็นร้อยละ	100	ลดลง 25%	ลดลง 50%	ลดลง 75%	ลดลง 77% -100%
อยุธยา	คาร์บอนฟุตพริ้นที่ต้องลดลงต่อปี (tCO_2e)	n/a	0.107	0.215	0.327	0.336 - 0.436
	การปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต่อคน (tCO_2e)	0.436	0.327	0.215	0.107	0.10 – 0.000
	อยู่ในช่วงเกณฑ์การประเมิน	< 1.11–0.42	< 0.42–0.10	< 0.42–0.10	< 0.42–0.10	< 0.10
	คะแนนที่คาดว่าจะได้รับ	150	225	225	225	300

4.4 ผลการศึกษา

จากการศึกษาโดยการตั้งเป้าหมายพบว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา สามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ โดยมีค่าคะแนนที่สามารถเพิ่มขึ้นได้เมื่อตั้งเป้าหมายและดำเนินการโดยมีรายละเอียดคะแนนของการเพิ่มประสิทธิภาพที่วัดจากค่าคะแนนดังนี้

4.4.1 ผลการศึกษาการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการศึกษาการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิมนั้น พบว่ามหาวิทยาลัยมีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานส่วนใหญ่คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าส่องสว่าง และเครื่องปรับอากาศ มีอัตราการใช้อุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน ร้อยละ 1 ถึง 25 ของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด ซึ่งหากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาต้องการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม จะต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าบางส่วน ในการดำเนินการเบื้องต้นนี้คือการดำเนินการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าส่องสว่างและเครื่องปรับอากาศประมาณร้อยละ 50 จากอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดของมหาวิทยาลัย จากข้อมูลพบว่า มหาวิทยาลัยมีจำนวนไฟฟ้าส่องสว่างอยู่ที่ 12,083 ชุด แต่ได้ดำเนินการเปลี่ยหลอดไฟเป็นชนิดประหยัดพลังงานไปแล้ว 2,980 ชุด คิดเป็นปริมาณร้อยละ 24.66 ของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นมหาวิทยาลัยต้องดำเนินการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าส่องสว่างเพิ่มเติมร้อยละ 25.34 ของอุปกรณ์ไฟฟ้าส่องสว่างทั้งหมด หรือเปลี่ยนหลอดไฟจำนวน 3,061 หลอด หรือคิดเป็นเงินประมาณ 673,530 บาท สำหรับการเริ่มดำเนินการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในส่วนของเครื่องปรับอากาศ จากการสำรวจมหาวิทยาลัยมีเครื่องปรับอากาศทั้งหมดอยู่ที่ 2,930 เครื่อง แต่ได้ดำเนินการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นชนิดประหยัดพลังงานไปแล้ว จำนวน 732 เครื่อง หรือคิดเป็นร้อยละ 25 ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด เมื่อมหาวิทยาลัยต้องการดำเนินการตามเป้าหมายจะต้องติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่มเติมขั้นต่ำ 732 เครื่องขึ้นไปหรือคิดเป็นเงินประมาณ 22,388,220 บาท จึงจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ ดังนั้นเมื่อมหาวิทยาลัยได้ดำเนินการตามเป้าหมายแล้วจะได้รับคะแนนประเมินอยู่ที่ 50 คะแนน

4.4.2 ผลการศึกษาพื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

พื้นฐานขององค์ประกอบของอาคารอัจฉริยะคือการควบคุมระบบต่างๆด้วยคอมพิวเตอร์ เมื่อลงพื้นที่ทำการสำรวจนั้นพบว่าไม่มีการดำเนินการตามหลักการของอาคารอัจฉริยะในกลุ่มตัวอย่าง มหาวิทยาลัยราชภัฏ ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเป็นอาคารอัจฉริยะดังนี้ 1. ระบบการบริหารอาคารอัตโนมัติ 2. ระบบรักษาความปลอดภัยอาคาร 3.ระบบควบคุมพลังงานอัตโนมัติ 4. ระบบควบคุมน้ำอัตโนมัติ 5.การระบายอากาศภายในอาคาร 6. อุปกรณ์ประหยัดพลังงานและแสงสว่าง ซึ่งอาคารอัจฉริยะนั้นต้องมีทุกองค์ประกอบครบ แต่ปัจจุบันมหาวิทยาลัยยังไม่มีการดำเนินการครบตามองค์ประกอบของข้อกำหนดการเป็นอาคารอัจฉริยะจึงไม่มีคะแนนในหัวข้อนี้ หากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาต้องการที่จะมีคะแนนให้หัวข้อนี้ ตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกนั้นจะต้องมีองค์ประกอบครบทุกองค์ประกอบและนำมาคิดพื้นที่อาคารอัจฉริยะต่อพื้นที่อาคาร โดยมีการตั้งเป้าหมายต่อพื้นที่อาคารดังที่แสดงในตารางที่ 6 โดยงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยขอยกตัวอย่าง ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System, BAS)

ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติเป็นระบบควบคุมอาคารด้วยคอมพิวเตอร์ ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในอาคาร ซึ่งจะกระจายอยู่ตามส่วนต่างๆของชั้นอาคาร โดยจะต่อกันเป็นเครือข่าย (Local Area Network, LAN) โดยมีคอมพิวเตอร์แม่เป็นตัวประสานงาน คอมพิวเตอร์แม่นอกจากจะเป็นตัวประสานงานแล้ว ยังทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ โดยอาคารขนาดเล็กนั้นจะใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม 1 - 2 ตัวแต่ในอาคารขนาดใหญ่นั้นอาจใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุม 10 -15 ตัว ถ้าเป็นอาคารสูงอาจจะต้องใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการควบคุมมากกว่า 100 เครื่อง ซึ่งการดำเนินการติดตั้งระบบควบคุมอาคารอัตโนมัตินั้นต้องใช้งบประมาณในการติดตั้งประมาณร้อยละ 7 ถึงร้อยละ 8 ของการก่อสร้างอาคาร ยกตัวอย่าง 1 อาคารภายในมหาวิทยาลัย เช่น อาคารสวนหลวงค้างคาว ใช้งบประมาณในการก่อสร้าง 87,000,000 บาท โดยมีพื้นที่ทั้งอาคาร 4,178 ตารางเมตร เมื่อต้องการดำเนินการติดตั้งระบบควบคุมอาคารอัจฉริยะอาจต้องใช้งบประมาณในการดำเนินการประมาณ 6,090,000 บาท หรือ ร้อยละ 7 จากวงเงินงบประมาณ และสามารถคำนวณได้จากพื้นที่อาคาร ประมาณ 1,457 บาทต่อตารางเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการตั้งเป้าหมายทั้ง 4 เป้าหมายพบว่า ในขั้นต้นมหาวิทยาลัยมีความเหมาะสมที่จะดำเนินการตามเป้าหมายที่ 1 มากที่สุด เนื่องจากการดำเนินการตามเป้าหมายที่ 1 นั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้เมื่อวัดจากค่าคะแนนและมีการลงทุนของการดำเนินการได้น้อยที่สุดดังที่แสดงในตารางที่ 4 ดังนั้นมหาวิทยาลัยจึงควรดำเนินการตามเป้าหมายที่ 1 จึงสามารถเพิ่มคะแนนจากเดิมที่ไม่มีคะแนน สามารถมีคะแนนประเมินในหัวข้อนี้ 75 คะแนน

4.4.3 ผลการศึกษาพลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย

เมื่อวิเคราะห์จากหลักเกณฑ์การประเมินของการให้คะแนนนั้นจะต้องพิจารณาจากแหล่งที่มาของพลังงานทดแทนที่ใช้ได้จริง ซึ่งการดำเนินการที่ง่ายที่สุดสำหรับการประเมินในหัวข้อนี้คือการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ ซึ่งมีการใช้พลังงานหมุนเวียนจากแผงโซล่าเซลล์โดยนับเป็น 1 แหล่งที่มา แต่หากต้องการเพิ่มแหล่งที่มาอื่นๆนั้นจะต้องดูเรื่องความเหมาะสมสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศ ข้อกำหนดกฎหมายผังเมืองจากภาครัฐ รวมไปถึงเงินงบประมาณที่จะนำไปลงทุนสำหรับการสร้างแหล่งที่มาของพลังงานทดแทนเพิ่มเติม ดังนั้นการการตั้งเป้าหมายโดยการเพิ่มแหล่งที่มาจะสามารถเพิ่มคะแนนเพื่อวัดประสิทธิภาพได้ประมาณร้อยละ 25 จากค่าคะแนนเดิม

4.4.4 ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากร

จากข้อมูลการใช้ไฟฟ้าต่อจำนวนประชากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดพระนครศรีอยุธยานั้น พบว่ามีการใช้ไฟฟ้าต่อจำนวนประชากรอยู่ที่ 519.65 (kWh) โดยคิดเป็นคะแนน 225 คะแนนจากเกณฑ์การประเมิน หากมหาวิทยาลัยต้องการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการลดใช้พลังงานต่อจำนวนประชากรจะต้องลดลงให้น้อยกว่า 279 (kWh) ตามหลักเกณฑ์ของการประเมินหรือลดลงจากเดิม 240.65 (kWh) จึงจะได้คะแนนเต็ม 300 คะแนน ตามเป้าหมายที่ 4 จึงจะสามารถเพิ่มคะแนนและประสิทธิภาพทางความยั่งยืนในหัวข้อนี้ได้ ดังนั้นเป้าหมายที่ 2 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อคนต่อปี 259.50 (kWh) ซึ่งต่ำกว่า 279 (kWh) จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งวิธีการที่จะทำให้การใช้ไฟฟ้าต่อจำนวนประชากรลดลงนั้น ต้องอาศัยการดำเนินการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบเดิมเป็นอุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน (EC1) และใช้พลังงานทดแทน (EC3) เพื่อลดการซื้อพลังงานไฟฟ้าจากภายนอก นอกจากนี้จะต้องดำเนินการควบคู่ไปกับการกำหนดนโยบายการประหยัดพลังงานภายในมหาวิทยาลัย จึงจะสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ เมื่อมหาวิทยาลัยกำหนดเป้าหมายของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเพิ่มประสิทธิภาพโดยวัดจากค่าคะแนนเดิมคือ 225 คะแนน หากดำเนินการตามวิธีที่กล่าวมาข้างต้นจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพที่วัดจากค่าคะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 300 คะแนน ตามเป้าหมายที่ต้องการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อจำนวนประชากรทั้งหมด

4.4.5 ผลการศึกษาอัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาไม่พบแหล่งที่มาของการใช้พลังงานทดแทน หากมหาวิทยาลัยต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อนี้ ก็สามารถดำเนินการได้ตั้งแต่เป้าหมายที่ 1 ถึงเป้าหมายที่ 2 โดยในขั้นต้นเลือกใช้แผงโซล่าเซลล์ ขนาด 330 วัตต์ จากการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ดังเป้าหมายที่ 1 โดยมีอัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนมากกว่าร้อยละ 0.5 ถึง ร้อยละ 1 ของพลังงานไฟฟ้าหลัก ซึ่งใช้งบประมาณในการลงทุนเริ่มต้นอยู่ที่ 277,998 บาท จึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อนี้ได้ ดังที่แสดงในตารางที่ 7 ในขั้นต้นนั้นเป้าหมายที่ 1 เหมาะสมที่สุดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพในด้านนี้ เนื่องจากมหาวิทยาลัยดำเนินการตามเป้าหมายที่ 1 ก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้โดยวัดจากค่าคะแนนที่เพิ่มขึ้น จาก 0 เป็น 50 คะแนน และการดำเนินการตามเป้าหมายที่ 1 นั้นใช้งบประมาณในการลงทุนน้อยที่สุดสำหรับการดำเนินการ โดยมีระยะเวลาในการคุ้มทุน 4.7 ปี ซึ่งพลังงานหมุนเวียนอื่นๆ หากมหาวิทยาลัยต้องการที่จะดำเนินการจะต้องอาศัยจากการศึกษาการใช้งานและความคุ้มค่า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในปีต่อไป

4.4.6 ผลการศึกษาองค์ประกอบของอาคารสีเขียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อวิเคราะห์จาก 8 หมวดที่กล่าวมาข้างต้นนั้น พบว่า มหาวิทยาลัยสามารถดำเนินการได้ด้วยวิธีที่ง่ายที่สุดคือ การปรับปรุงอาคารด้วยวัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้างอาคารที่ผลิตและประกอบในประเทศไทยโดยมีมูลค่าไม่น้อยกว่า ร้อยละ 10 -20 ในการปรับปรุงต่อเติมอาคาร โดยระยะเวลาในการคุ้มทุนประมาณ 7.4 ปี (ประภัสสร และคณะ, 2558) ซึ่งหากมหาวิทยาลัยต้องการเพิ่มคะแนนให้สูงขึ้นจากเดิม ตามเป้าหมายที่ 2 ซึ่งเป็นเป้าหมายที่เหมาะสมที่สุด โดยจะต้องเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งองค์ประกอบซึ่งองค์ประกอบที่มหาวิทยาลัยสามารถทำได้รองลงมาคือ ปรับปรุงผังบริเวณและภูมิทัศน์โดยรอบอาคาร (SL) ปรับปรุงระบบประปาเพื่อการประหยัดน้ำ (WC) ซึ่งมหาวิทยาลัยสามารถเลือกทำเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็ได้ จึงจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพอาคารเขียวโดยวัดจากค่าคะแนนเดิมคือ 75 คะแนน เพิ่มขึ้นเป็น 150 คะแนน

4.4.7 ผลการศึกษาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้นพบว่า วิธีการที่ง่ายที่สุดสำหรับการดำเนินการนั้นคือดำเนินการตามเป้าหมายที่ 2 นั้นคือการดำเนินการขั้นต้น 1 ใน 3 ขอบเขต ซึ่งขอบเขตที่สามารถดำเนินการได้ง่ายและเหมาะสมที่สุดคือขอบเขตที่ 2 การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect Emissions) ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า ความร้อน หรือพลังงานภายนอกที่นำเข้ามาใช้ภายในองค์กร ยกตัวอย่างเช่น การลดใช้พลังงานไฟฟ้า และอาศัยจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าจากข้อที่ 1 (EC1) การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม จึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้

เมื่อนำมาวัดผลกับค่าคะแนนที่ได้นั้น จะพบว่า เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 จากคะแนนเดิม ดังนั้นหากมหาวิทยาลัยต้องการที่จะได้คะแนนที่เพิ่มสูงขึ้นจะต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการศึกษาการตั้งเป้าหมายของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประกอบกับการกำหนดนโยบายรวมไปถึงการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตอื่นๆเพิ่มเติมทั้งสามขอบเขตที่ครอบคลุมของหลักเกณฑ์ในการประเมิน

4.4.8 ผลการศึกษาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลาง มีปริมาณโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 3,558 ตันต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อนำมาหาค่าสัดส่วนต่อจำนวนประชากร มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 0.381 ตันต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ < 0.42 - 0.10 ตันต่อลูกบาศก์เมตร (Metric tons)

เมื่อนำข้อมูลของปริมารการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดต่อออจำนวนประชากรจะอยู่ที่ 0.436 ตันต่อลูกบาศก์เมตร (tCO_2e) ต่อปี ดังได้แสดงในภาพที่ 5.4 เมื่อตั้งเป้าหมายในการลดปริมาณการปล่อย คาร์บอนฟุตพริ้นท์นั้นพบว่าการตั้งเป้าหมายโดยแบ่งสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 50 มหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลาง ในเป้าหมายที่ 1 ถึงเป้าหมายที่ 3 มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ลดลง แต่เมื่อนำมาวัดจากค่าคะแนนนั้นไม่สามารถเพิ่มขึ้นจากเดิม ดังนั้น เป้าหมายที่ 4 จึงมีความเหมาะสมสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพในหัวข้อนี้มากที่สุด ตามเป้าหมายที่ 4 และ 3 หรือต้องลดลง 0.336 (tCO_2e) หรือโดยคิดเป็นร้อยละ 77.06 จึงสามารถได้คะแนนเพิ่มขึ้นจาก 225 คะแนน เป็น 300

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.6 วิเคราะห์ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ผลการศึกษาโดยใช้การตั้งเป้าหมายในการดำเนินงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืน โดยแบ่งเป็น 4 เป้าหมาย ที่ใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและลดการเปลี่ยนแปลงสภาพสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตภูมิศาสตร์ภาคกลางทั้ง 4 แห่ง จากการแบ่งเป้าหมายการดำเนินการออกเป็น 4 เป้าหมาย ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลการศึกษาแล้วพบว่า มหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ สามารถดำเนินการตามเป้าหมายที่ 1 และ เป้าหมายที่ 2 ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการเริ่มดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากที่สุด

จากการศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา พบว่าทั้ง 8 หัวข้อของหลักเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ที่มหาวิทยาลัยสามารถดำเนินการได้ง่ายที่สุดได้แก่ หัวข้อการเปลี่ยนอุปกรณ์ประหยัดพลังงานที่ทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม (EC1) ที่สามารถส่งผลต่อ ปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากร (EC4) ที่ลดลงได้ นอกจากนี้การตั้งโครงการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EC7) ในเป้าหมายแรกคือการเตรียมโครงการ ก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและค่าคะแนนที่สูงขึ้นได้ และส่งผลถึงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากร (EC8) ที่มีปริมาณลดลงได้

ในด้านของเป้าหมายการดำเนินการที่ยากที่สุดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คือ การดำเนินการด้านอาคารอัจฉริยะ (EC2) ที่จะต้องเริ่มต้นกระบวนการตั้งแต่การออกแบบ รวมไปถึงนโยบายและความต้องการของผู้บริหารที่ต้องการริเริ่มให้เกิดการก่อสร้างปรับปรุงเพื่อให้เป็นอาคารอัจฉริยะ ในส่วนการก่อสร้างที่คำนึงถึงมาตรฐานอาคารเขียว (EC6) จะต้องให้สถาปนิกหรือผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและปรับปรุงจึงจะสามารถบรรลุเป้าหมายได้ และการเพิ่มแหล่งที่มาของพลังงานหมุนเวียน (EC3) นั้น เนื่องจากในเขตภูมิศาสตร์ของประเทศไทยนั้นเหมาะสมต่อการใช้พลังงานจากแสงแดดมากที่สุด การเลือกใช้แผงโซล่าเซลล์จึงเหมาะสมต่อการผลิตพลังงานทดแทนมากที่สุด หากมหาวิทยาลัยดำเนินการตามเป้าหมายที่เหมาะสม ก็จะสามารถผลิตพลังงานเพื่อนำมาใช้พลังงานหลักได้ (EC5) ในส่วนของพลังงานหมุนเวียนอื่นๆนั้น มีราคาที่สูงมากและไม่เหมาะสมต่อสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศของเขตภูมิศาสตร์ภาคกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษางานวิจัยในหัวข้อการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบไปด้วย 3 ส่วนประกอบหลักได้แก่ ส่วน 1 เป็นการศึกษาโดยการทบทวนวรรณกรรมและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านความยั่งยืนและมหาวิทยาลัยยั่งยืน ส่วนที่ 2 คือเป็นการศึกษาและการประเมินประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของกลุ่มตัวอย่างมหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลางโดยการประเมินตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก และในส่วนที่ 3 ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อนำไปวิเคราะห์และทำการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อนำไปเป็นต้นแบบต่อมหาวิทยาลัยอื่น โดยสามารถสรุปผลการศึกษาและอภิปรายผลการวิจัยเพื่อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการศึกษาหลักเกณฑ์การประเมิน

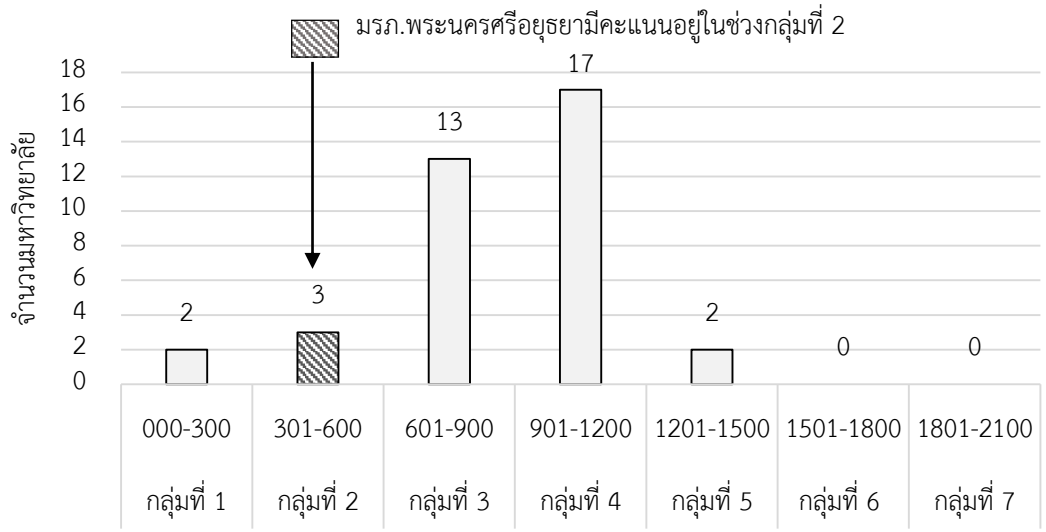
การประเมินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยานั้น ถือเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยในการสร้างความยั่งยืนด้านพลังงานและลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายในมหาวิทยาลัย และสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลต่อการตัดสินใจในการปรับปรุงและพัฒนามหาวิทยาลัยสำหรับผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องด้านอาคารสถานที่ รวมไปถึงเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบอาคาร ที่สามารถออกแบบวางแผนการใช้พลังงานและพัฒนาอาคารภายในมหาวิทยาลัย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อการพัฒนาเพื่อความยั่งยืนได้

ข้อมูลสำหรับการประเมินนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากการข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) จากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ได้แก่ ข้อมูลการสำรวจอุปกรณ์ประหยัดพลังงานที่ได้จากการสำรวจและการสัมภาษณ์จากเจ้าหน้าที่ ข้อมูลพื้นที่อาคารอัฉริยะและอาคารเขียวที่ได้จากการสำรวจ ข้อมูลเอกสารการใช้พลังงานไฟฟ้าที่รบรวมรายปีเพื่อคำนวณหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย และสุดท้ายข้อมูลการใช้พลังงานทดแทนที่ได้จากการสำรวจและสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ในหน่วยงานอาคารสถานที่ จากข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมด้วยกันหลากหลายวิธีและหลากหลายรูปแบบทำให้มีความจำเป็นต้องวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆเพื่อใช้ในการประเมิน ซึ่งข้อมูลต่างๆที่กล่าวมานั้น

มหาวิทยาลัยมีข้อมูลเดิมอยู่แล้ว แต่ยังขาดผู้เชี่ยวชาญและเจ้าหน้าที่ ที่มีความรู้และความสามารถในการรวบรวม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องส่งเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเข้าฝึกอบรมความรู้ด้านพลังงานเพิ่มเติมเพื่อนำความรู้ที่ได้มาใช้เพื่อให้สามารถประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

เมื่อวิเคราะห์การให้คะแนนจากการประเมินของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา พบว่า ในหัวข้อของอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน มหาวิทยาลัยสามารถทำคะแนนได้ 50 คะแนน ซึ่งมีผลการประเมินอยู่ร้อยละ 25 ของอุปกรณ์ทั้งหมด ในการประเมินของพื้นที่อาคารอัจฉริยะนั้น มหาวิทยาลัยไม่สามารถประเมินได้เนื่องจากมหาวิทยาลัยไม่มีพื้นที่อาคารอัจฉริยะ ในส่วนของพลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัยนั้นจากการสำรวจและสอบถามเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ไม่พบแหล่งที่มาของพลังงานทดแทน ในหัวข้อปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมดนั้น พบว่ามีพลังงานอยู่ที่ 591.65 (kWh) ต่อคน โดยมีคะแนนในการประเมินอยู่ที่ 225 คะแนน ในอัตราส่วนของพลังงานหมุนเวียนนั้นไม่สามารถให้คะแนนในการประเมินได้เนื่องจากมหาวิทยาลัยไม่มีแหล่งที่มาสำหรับการประเมิน ในหัวข้อขององค์ประกอบอาคารเขียนที่ดำเนินการในการก่อสร้างและปรับปรุงนั้น พบเพียง 1 องค์ประกอบที่สามารถประเมินได้ คือองค์กอบด้านพลังงานและบรรยากาศ โดยมีคะแนนประเมินอยู่ที่ 75 คะแนน ในส่วนของโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น มหาวิทยาลัยยังไม่ได้ดำเนินการในหัวข้อนี้ และสุดท้ายหัวข้อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากรนั้น จากการประเมินพบว่า มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากรอยู่ที่ 0.436 ต่อจำนวนประชากร หรือคิดเป็นคะแนน 150 คะแนน โดยมีคะแนนรวมทั้งหมดอยู่ที่ 500 คะแนน

เมื่อเทียบกับผลการประเมินด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของมหาวิทยาลัยอื่น ๆ ในประเทศไทยพบว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอยู่ในกลุ่มช่วงคะแนนที่ 2 โดยมีคะแนนตั้งแต่ 301 ถึง 600 คะแนน ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มช่วงคะแนนส่วนใหญ่ของมหาวิทยาลัยในประเทศไทย



ภาพที่ 5.1 แผนภูมิแสดงกลุ่มช่วงคะแนนของมหาวิทยาลัยราชภัฏในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

5.2 สรุปผลการศึกษาโดยการตั้งเป้าหมาย

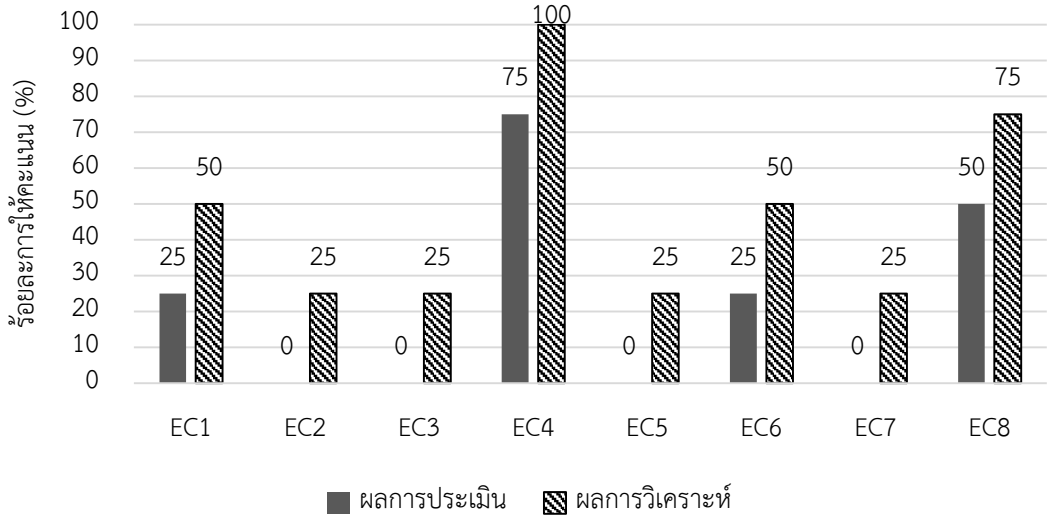
สรุปผลการศึกษาหลังจากการวิเคราะห์โดยการตั้งเป้าหมายเพื่อดำเนินการทั้ง 8 หัวข้อ พบว่า การเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากการประเมินมหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลางเดิมมีคะแนนเฉลี่ย 706.25 คะแนน เมื่อดำเนินการตามเป้าหมายที่เหมาะสมสามารถมีคะแนนที่สูงขึ้นจากเดิมโดยเฉลี่ย 1,193 คะแนน ดังที่แสดงในตารางที่ 5.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.1 สรุปคะแนนจากการดำเนินการตามเป้าหมายที่เหมาะสมต่อมหาวิทยาลัย

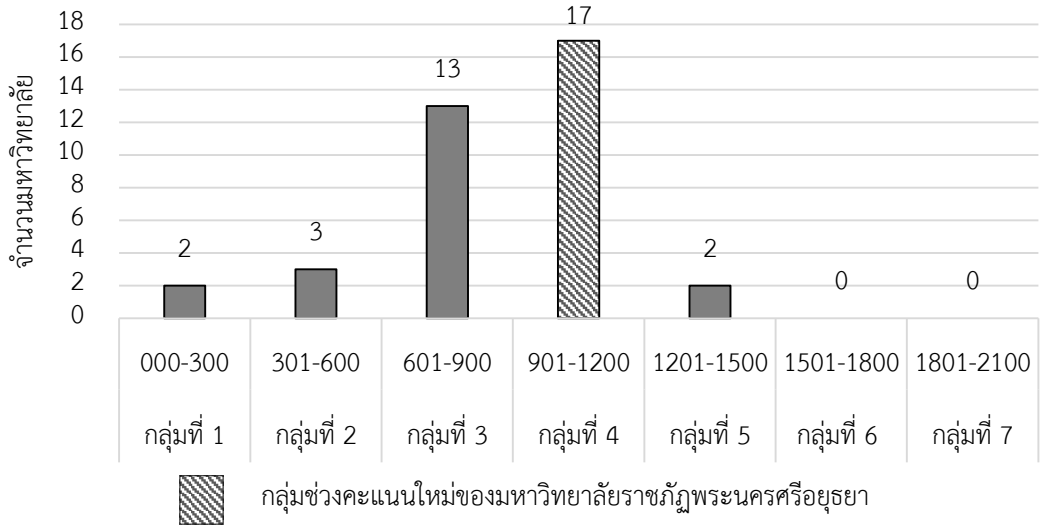
	ข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน	คะแนน จากการประเมิน	คะแนน จากการตั้งเป้าหมาย
EC1	การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม	50	100
EC2	พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย	n/a	75
EC3	พลังงานทดแทนซึ่งผลิตได้ในมหาวิทยาลัย (Kwh)	n/a	75
EC4	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด (Kwh/person)	225	300
EC5	อัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วย การใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี (%)	n/a	50
EC6	องค์ประกอบของอาคารสีเขียวที่ดำเนินตามนโยบายการก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด	75	150
EC7	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก	n/a	50
EC8	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากร (%)	150	225
	คะแนนรวม	500	1,000

เมื่อวิเคราะห์อัตราการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยวัดจากค่าคะแนนโดยมีเป้าหมายในการดำเนินการขั้นต้นที่เหมาะสมนั้น พบว่ามีคะแนนเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 50 ดังที่แสดงในภาพที่ 5.2 เมื่อดูจากอัตราการเพิ่มขึ้นแล้ว ในหัวข้อของพลังงานทั้งหมดต่อจำนวนประชากร สามารถดำเนินการได้ 300 คะแนนเต็ม ซึ่งสามารถวัดผลทางประสิทธิภาพทางความยั่งยืนได้จากค่าคะแนนเป้าหมาย



ภาพที่ 5.2 แผนภูมิอันตราการเพิ่มขึ้นของคะแนนจากการตั้งเป้าหมาย

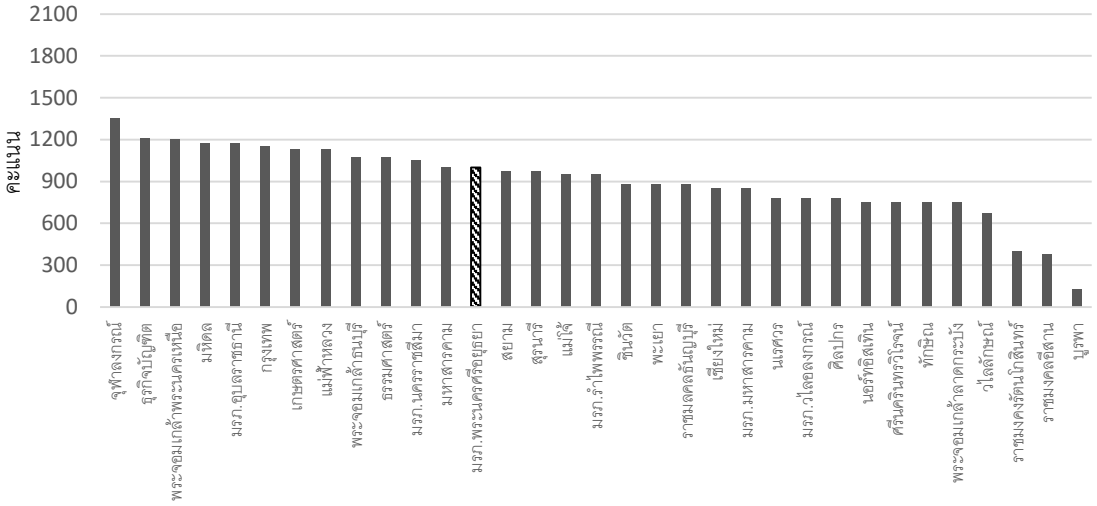
เมื่อวิเคราะห์โดยเทียบกับคะแนนของมหาวิทยาลัยในประเทศไทยนั้นพบว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาสามารถทำคะแนนขยับจาก กลุ่มที่ 2 มีคะแนนตั้งแต่ 301 ถึง 600 คะแนน เป็น กลุ่มที่ 4 โดยมีคะแนน 901 ถึง 1,200 คะแนน ดังนั้นการตั้งเป้าหมายการดำเนินการที่เหมาะสมจึงเป็นวิธีการที่ใช้ประกอบการตัดสินใจของผู้บริหารในการดำเนินการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ ดังที่ได้แสดงในภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 แผนภูมิช่วงคะแนนของมหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลางที่เพิ่มขึ้น

เมื่อวิเคราะห์โดยการเทียบจากอันดับคะแนนเมื่อประเมินจะอยู่ในอันดับ 29 ในหัวข้อพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยจากการประเมินมีคะแนนอยู่ที่ 500 คะแนน เมื่อดำเนินการตามเป้าหมายที่เหมาะสมต่อการดำเนินการแล้วพบว่ามีลำดับที่เพิ่มขึ้นซึ่งอยู่ในลำดับที่ 13 โดยมีคะแนนรวมสูงสุดอยู่ที่ 1,000 คะแนน ซึ่งการศึกษาโดยการตั้งเป้าหมายสำหรับการดำเนินงานนั้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ โดยวัดจากอันดับและค่าคะแนนที่เพิ่มสูงขึ้นได้ ดังที่แสดงในภาพที่ 5.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5.4 แผนภูมิการจัดอันดับคะแนนในหัวข้อพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของมหาวิทยาลัยในประเทศไทย (ที่มา : http://greenmetric.ui.ac.id/, 2019)

ดังนั้นการดำเนินการศึกษาโดยการตั้งเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้มหาวิทยาลัยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวสามารถนำวิธีการศึกษามาประยุกต์ใช้กับมหาวิทยาลัยอื่นๆได้ เพื่อเป็นการพัฒนาเพื่อความยั่งยืนได้ต่อไปในอนาคต อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมาตรฐาตรด้านพลังงานและสภาพภูมิอากาศให้กับมหาวิทยาลัยได้

5.3 สรุปผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์สรุปได้ว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาจะต้องใช่งบประมาณต่อการลงทุนขั้นต่ำโดยเฉลี่ย 35,321,906 บาทและมีระยะคุ้มทุนเมื่อดำเนินการประมาณ 5 ถึง 7 ปี โดยประมาณ ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

หัวข้อ	หมวดหมู่และตัวชี้วัด	มหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคกลาง	
		งบประมาณโดยเฉลี่ย	ระยะเวลาคุ้มทุนโดยเฉลี่ย
EC 1	การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิม	23,061,750 (บาท)	5 – 6 ปี
EC 2	พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย	5,670,273 (บาท)	6 ปี
EC 3	จำนวนของพลังงานหมุนเวียนภายในมหาวิทยาลัย	n/a	n/a
EC 4	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด	n/a	n/a
EC 5	อัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนหารด้วยการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี	589,883 (บาท)	4.7 ปี
EC 6	องค์ประกอบของการดำเนินการอาคารสีเขียวตามนโยบายการก่อสร้างและการปรับปรุงใหม่ทั้งหมด	6,000,000 (บาท)	7.4 ปี
EC 7	โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	n/a	n/a
EC 8	ปริมาณคาร์บอนฟุตปริ้นทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัย	n/a	n/a
	รวม งบประมาณโดยเฉลี่ย	35,321,906 บาท	ประมาณ 5-7 ปี

โดยแต่ละข้อนั้นการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต่างกัน ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์การเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดังนี้

1. ในหัวข้อของการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานเพื่อทดแทนอุปกรณ์แบบดั้งเดิมนั้นจะต้องดำเนินการด้วยกับการตั้งงบประมาณ เพื่อการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยมีระยะเวลาคุ้มทุนสำหรับการดำเนินการประมาณ 5-6 ปี

2. ในส่วนของพื้นที่อาคารอัจฉริยะนั้นสามารถดำเนินการได้ด้วยการศึกษาองค์ประกอบของอาคารอัจฉริยะเพื่อมามาปรับปรุงและก่อสร้างอาคารภายในมหาวิทยาลัยและในการดำเนินการนี้จะต้องใช้งบประมาณในการดำเนินการ

3. ในด้านของแหล่งพลังงานหมุนเวียนนั้น เมื่อดำเนินการติดตั้งแหล่งที่มามหาวิทยาลัยจะสามารถได้คะแนนในหัวข้อการผลิตพลังงานหมุนเวียนร่วมกัน โดนการติดตั้งนั้นจะต้องอาศัย

งบประมาณและนโยบายเพื่อการดำเนินการ เมื่อดำเนินการแล้วจะต้องใช้เวลาในความคุ้มทุนอยู่ที่ประมาณ 4.7 ปี

4. ในหัวข้อองค์ประกอบของอาคารเขียวนั้น มหาวิทยาลัยควรให้ความสำคัญในทุกๆ องค์ประกอบ โดยเบื้องต้นมหาวิทยาลัยควรที่จะส่งบุคลกร สถาปนิก วิศวกร เข้าอบรมโครงการที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการด้านอาคารเขียว เพื่อนำมาปรับใช้หรือออกแบบปรับปรุงอาคารตามหลักเกณฑ์อาคารเขียวกำหนด ซึ่งสามารถอบรมได้จากหลักเกณฑ์อาคารเขียวของ องกรค์ LEED เป็นต้น

5. ในหัวข้อของปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อจำนวนประชากร โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และ ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากร จะต้องใช้การขับเคลื่อนด้วยกับนโยบายจากผู้บริหารเพื่อให้ประชากรภายในมหาวิทยาลัยปฏิบัติตามนโยบายที่มหาวิทยาลัยกำหนด

จะเห็นได้ว่าการดำเนินการโดยตั้งเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เมื่อดำเนินการแล้วสามารถช่วยบรรลุเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของมหาวิทยาลัยได้

เมื่อนำผลความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่ได้ไปสอบถามถึงความสามารถในการดำเนินการกับผู้ที่เกี่ยวข้องด้านอาคารสถานที่ของมหาวิทยาลัย ถึงความเป็นไปได้ต่อการดำเนินการ โดยมีความเห็นว่าการดำเนินการมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับงบประมาณรายปีที่จัดสรรเพื่อการพัฒนามหาวิทยาลัย แต่ก็ไม่สูงจนเกินความสามารถในการดำเนินการของมหาวิทยาลัย ซึ่งในการดำเนินงานนั้นมีทั้งข้อดีและข้อเสียคือ ข้อดีสำหรับการดำเนินการนั้นสามารถลดค่าใช้จ่ายประจำปีของมหาวิทยาลัย เพิ่มมาตรฐานสิ่งแวดล้อมและพลังงานของมหาวิทยาลัยได้ รวมทั้งยังสามารถเป็นดัชนีชี้วัดทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของมหาวิทยาลัย ส่วนทางด้านข้อเสียในการดำเนินการนั้นพบว่าบางหัวข้อยากต่อการดำเนินการ อาทิเช่น การเพิ่มแหล่งที่มาของพลังงานหมุนเวียนซึ่งไม่เหมาะต่อภูมิประเทศของจังหวัดและข้อกำหนดกฎหมาย และ บางแหล่งที่มาของพลังงานหมุนเวียนมีการลงทุนที่สูงมากสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งผลิตพลังงานหมุนเวียน โดยเจ้าหน้าที่เกี่ยวข้องยังกล่าวอีกว่า ในส่วนของการดำเนินงานด้านอาคารอัจฉริยะและอาคารเขียว จำเป็นต้องใช้สถาปนิกหรือผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เฉพาะด้านและมีการลงทุนสูงจึงจะสามารถดำเนินการได้

ทั้งนี้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องยังมีการตั้งประเด็นถึงการขับเคลื่อนเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานและลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศว่า จะต้องอาศัยการขับเคลื่อนด้วยกับนโยบายและเงินงบประมาณซึ่งมีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

- **ประเด็นที่ 1** การเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนโดยใช้นโยบาย ในประเด็นนี้จำเป็นจะต้องใช้นโยบายจากผู้บริหารมหาวิทยาลัยในการขับเคลื่อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ อันได้แก่ การลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อจำนวนประชากร โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนประชากร โดยจะต้องออกนโยบายขอความร่วมมือจากประชากรภายในมหาวิทยาลัย เมื่อมหาวิทยาลัยได้ดำเนินการดังกล่าวโดยการตั้งนโยบายจึงจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนได้

- **ประเด็นที่ 2** การเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนโดยใช้งบประมาณ ในประเด็นนี้การเพิ่มประสิทธิภาพจำเป็นต้องตั้งงบประมาณและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ที่คุ้มค่าต่อการลงทุน อันได้แก่ การเปลี่ยนอุปกรณ์พลังงานทดแทนอุปกรณ์แบบเดิมและการนำอุปกรณ์ผลิตพลังงานหมุนเวียนเข้ามาใช้ภายในมหาวิทยาลัย และการดำเนินการด้านอาคารอัจฉริยะเมื่อมหาวิทยาลัยได้ดำเนินการดังกล่าว จึงจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ในประเด็นนี้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไปในการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนของมหาวิทยาลัย เนื่องด้วยการศึกษาของงานวิจัยชิ้นนี้ใช้ข้อมูลที่เป็นข้อมูลปฐมภูมิ โดยรวบรวมจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา เก็บข้อมูลด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยตลอดปี พ.ศ.2562 ซึ่งการเก็บข้อมูลนั้นมีวิธีการหลากหลายรูปแบบ ทำให้มีความจำเป็นจะต้องทำการวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลสำหรับนำมาใช้ในการศึกษานี้ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้านพลังงาน อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน พื้นที่อาคารอัจฉริยะ มาตรฐานอาคารเขียว และพลังงานทดแทน รวมถึง การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลังงานที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย เมื่อทำการวิเคราะห์โดยการให้คะแนนตามหลักเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World Ranking) นั้น มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาอยู่ในกลุ่มช่วงคะแนนที่ 2 เมื่อทำการทดลองโดยการตั้งค่าเป้าหมายไว้ 4 เป้าหมาย โดยวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการลงทุน พบว่า มหาวิทยาลัยส่วนใหญ่สามารถเพิ่มประสิทธภาพทางความยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ด้านนี้ได้ โดยการดำเนินการตามเป้าหมายที่เหมาะสม ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้นจากเดิมประมาณร้อยละ 25 ถึง 50 แต่จากการเก็บข้อมูลนั้น มีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานภายในมหาวิทยาลัยยังไม่ชัดเจน ซึ่งบางอาคารมีการใช้มิเตอร์ร่วมกันจึงไม่สามารถทราบได้ว่ามีการใช้พลังงานที่สูงที่สุดจากอาคารใดบ้าง เพื่อที่จะสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานลงได้ ซึ่งพลังงานเหล่านี้ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมการใช้พลังงานภายในมหาวิทยาลัย

ในส่วนของอาคารอัจริยะและการดำเนินงานด้านมาตรฐานอาคารเขียว มหาวิทยาลัยจะต้องศึกษาการดำเนินงานและข้อกำหนดของการเป็นอาคารอัจฉริยะและศึกษามาตรฐานอาคารเขียวให้ชัดเจน โดยจะต้องอาศัยความรู้ความสามารถจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อเป็นที่ปรึกษาให้กับการดำเนินงานในมหาวิทยาลัย หรือส่งเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเข้าฝึกอบรมเพื่อรับความรู้ด้านมาตรฐานอาคาร นอกจากนี้ยังต้องศึกษาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อการลงทุนของการก่อสร้างอาคารที่จะนำระบบอาคารอัจฉริยะเข้ามาใช้ภายในอาคาร จึงจะสามารถบรรลุเป้าหมายตามที่ตั้งไว้ได้

จากการวิจัยที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คือ มหาวิทยาลัยยังไม่มีการเก็บข้อมูลด้านพลังงานได้อย่างเป็นระบบ จึงทำให้ยากต่อการรวบรวมข้อมูลในการวิเคราะห์ แต่เมื่อนำมาทำการศึกษาแล้วเบื้องต้นก็พบว่ามหาวิทยาลัยสามารถดำเนินการได้ทั้ง 8 หัวข้อ ซึ่งแต่ละหัวข้อจะมีความยากง่ายและความเหมาะสมในการดำเนินการที่แตกต่างกัน มหาวิทยาลัยจึงควรเลือกเป้าหมายที่มหาวิทยาลัยสามารถดำเนินได้และเหมาะสมต่อการดำเนินการจึงจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

สำหรับในงานวิจัยต่อไปของการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนของมหาวิทยาลัยนั้น สามารถนำวิธีการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้กับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น ที่ตั้งและโครงสร้างพื้นฐาน การจัดการของเสียและขยะ การจัดการน้ำ ระบบการขนส่งภายในมหาวิทยาลัย และงานวิจัยด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น นอกจากการวิจัยในกลุ่มของมหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตภาคกลางแล้ว ยังมีมหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่มีความน่าสนใจในการดำเนินการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพทางความยั่งยืนด้วยเช่นกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Barbier E. (2019). The role of natural resources in economic development. Vol.80 No.248, pp. 1-16 Retrieved : December 12 2019.

Brundtland Commission. (1987). Our Common Future, pp.5 Retrieved : December 12 2019 from https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf

Walter C. (1990). The Global Ecology Handbook. Globle Tomorrow Coalition, Washington, DC. Retrieved : December 8 2019 from https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.739.3611&rep=rep1&type=pdf

Cortese A and Benner J. (2001). Education University Modeling Sustainability as an Institution. Retrieved : December 12 2019. from www.secondnature.org/pdf/snwritings/articles/univ.odel.pdf

Hollmann N. and Tiyarattanachai R. (2016). Green Campus initiative and its impacts on quality of life of stakeholders in Green and Non-Green Campus universities. Springer Plus, 11.1186. Retrieved : October 26 2019 from https://springerplus.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40064-016-1697-4

Institute, W. R. (2014). Annual Report for 2014 Letter from the Chairman and President World Resource Institute. Retrieved 17 November 2019 from https://www.wri.org/annualreport/2014/#introduction

ISCN. (2019). Accelerating Climate Action and Sustainability in Education. Retrieved : December 8 2019 from https://international-sustainable-campus-network.org/

Madre C. (2005). Un Decade of Education for Sustainable Development-Student Role and Contribution to make a difference. Paper presented at the Committing. University to Sustainable Development Conference Proceedings. (Paper presented at the Committing University to Sustainable Development Conference Proceedings). Retrieved : October 26 2019

Nottingham University. (2015). Sustainability Strategy 2015 - 2020. Retrieved : October 26 2019 from www.nottingham.ac.uk/sustainability/index.aspx

Shriberg, M. P. (2002). Sustainability and the Role of Systemic Learning. In P. B. W. Corcoran, Arjen E.J (Ed.) Higher Education and Challenge of Sustainability. Problematic. Promise and Practice. (pp. 49-70). Dordrecht. Kluwer Academic Publishers 49. Retrieved : October 26 2019

SUNThailand. (2017). การพัฒนาอย่างยั่งยืน. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2563 เข้าถึงได้จาก http://www.sunthailand.org/

Yoshida Y. Shimodo Y. and Ohashi T. (2017). Strategies for a sustainable campus in Osaka University. Retrieved : April 19 2019 From http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/s03787716318862

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2555). คู่มือมาตรฐานและฉลากประสิทธิภาพพลังงานของไทย กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2563

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2562). การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ การถ่ายทอดและเผยแพร่การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. สืบค้นเมื่อ 17 ธันวาคม 2562

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2563). คู่มือการพัฒนาและการลงทุนกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. สืบค้นเมื่อ 5 ธันวาคม 2562

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2554). คิดถึงความคุ้มคิดถึงเบอร์ 5 ตั้งแต่เริ่มต้น. สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2562 เข้าถึงได้จาก http://labelno5.egat.co.th/downloads/BookBlue_18-5-12.pdf

กิติกร จามรดุสิต. (2563). Sustainable University Leader towards UI GreenMetric World University Rankings.สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2562 เข้าถึงได้จาก https://mahidol.ac.th/th/2020/ui-green/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศักดิ์. (2554). ฮาร์วาร์ด ต้นแบบมหาวิทยาลัยสีเขียว หนังสือพิมพ์สยามรัฐ. สืบค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2562

คุณธรรม สันติธรรม. (2548). แนวทางปรับปรุงผังบริเวณและการจัดการสู่มหาวิทยาลัยเขียวสะอาด วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม, 2562. เข้าถึงได้จาก https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jars/article/download/169251/121775/

ตรึงใจ บูรณสมภพ และ คณะ. (2546). โครงการมหาวิทยาลัยสีเขียวสะอาด. วารสารหน้าจั่ว. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศิลปากร. สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2562.

นิเทศ สนั่นนารี และประสารโชค ธุวนุติ. (2561). : 99 - 100 รูปแบบการบริการการจัดการหลักสูตรรับประศาสนศาสตร์มหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยของภาครัฐในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 ธันวาคม 2562. เข้าถึงได้จาก http://gjournal.ksu.ac.th/file/20160518_1047356877.pdf

ประกาศราชกิจจานุเบกษา. (2561). เรื่อง ยุทธศาสตร์ชาติ 2561 – 2580 ลงวันที่ 13 ตุลาคม 2561. สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2562. เข้าถึงได้จาก http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/A/082/T_0001.PDF

ปิยะพันธ์ ทยานิธิ. (2559). วงจรความยั่งยืน (Sustainability Cycle). สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2562. เข้าถึงได้จาก https://forbesthailand.com

โพสต์ทูเดย์. (2558). มหาวิทยาลัยมหิดล (ศาลายา) เรียนรู้สู่มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ. สืบค้นเมื่อ 30 พฤษภาคม 2562. เข้าถึงได้จาก https://www.posttoday.com/life/healthy/402978

ภาคภูมิ โกเมศโสภา. (2557). รู้จักอาคารเขียว ป่าสาระ. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2562. เข้าถึงได้จาก http://www.salforest.com/blog/green-building

ภาคภูมิ วินิจสอน. (2561). ประโยชน์ของการประหยัดพลังงาน หอสมุด มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2562. เข้าถึงได้จาก http://203.131.219.167/km2559/2018/08/16/27704/

มติคณะรัฐมนตรี. (2555). มาตรการลดใช้พลังงานภาครัฐ. สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2562 เข้าถึงได้จาก http://www.e-report.energy.go.th/cabinet200355.pdf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2555). Kasetsart University Green Campus 2012 สืบค้นเมื่อวันที่ 21 ธันวาคม 2562. เข้าถึงได้จาก http://kulc.lib.ku.ac.th/kugreencampus/index.php/th/policy.

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2562). ธรรมศาสตร์ มุ่งสู่ SMART UNIVERSITY ต้นแบบมหาวิทยาลัยแห่งความยั่งยืนในทุกมิติ. สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2562 เข้าถึงได้จาก https://tu.ac.th/thammasat-go-smart-university

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. (2562). MFU Togather Say No To Plastic Bags. สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก https://www.mfu.ac.th/0waste.html

มหาวิทยลัยราชภัฏบุรีรัมย์. (2562). ความเป็นมาวันราชภัฏ 14 กุมภาพันธ์ "คนของพระราชา ข้าของแผ่นดิน". สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2562. เข้าถึงได้จาก https://www.bru.ac.th/

วิทยา ยงเจริญ. (2558). ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ Building Automation System, Bas. สืบค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2562. เข้าถึงได้จาก http://www.acat.or.th/download/acat_or_th/journal-1/01%20-%2010%20.pdf

สงบ ลักษณะ. (2544). มหาวิทยาลัยราชภัฏ ภารกิจที่ท้าทาย. สืบค้นเมื่อ 9 สิงหาคม 2562. เข้าถึงได้จาก http://www.moe.go.th/main2/article/duty_dare.htm

อนันตชัย ยูรประถม. (2558). ตลาดหลักทรัพย์เดินหน้าพัฒนาบริษัทจำกัดสู่ความยั่งยืน. สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก https://www.ryt9.com/s/prg/2077795

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2561). คู่มือการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับโครงการภาคพลังงานและของเสีย จัดทำโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2562

อิทธิพล มีผล. (2560). เอกสารการสอนอาคารอัจฉริยะ สาขาบริหารทรัพยากรอาคาร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. สืบค้นเมื่อ 17 ตุลาคม 2562

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ UI Green Metric World Ranking

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สามารถทำได้ โดยทำตามขั้นตอนการคำนวณที่ระบุไว้ในเว็บไซต์ http://carbonfootprint.org ซึ่งก็คือยอดรวมของการใช้ไฟฟ้าต่อปี และการขนส่งต่อปี

- **คาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี**

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด หารด้วยพื้นที่ว่างต่อจานวนคนทั้งหมด

หมายเหตุ: การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดมาจาก

o การใช้ไฟฟ้าต่อปี

o การขนส่งต่อปี คือ รถโดยสาร รถยนต์ รถจักรยานยนต์

ตัวอย่างการคำนวณ

o พื้นที่ว่าง = พื้นที่วิทยาเขตทั้งหมด – พื้นที่ชั้นล่างสุดทั้งหมดของอาคาร

o จำนวนคนทั้งหมด = จำนวนของนักศึกษา ทั้งภาคปกติและภาคพิเศษ + จำนวนบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน

- **การใช้ไฟฟ้าต่อปี**

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้ไฟฟ้า

= (การใช้ไฟฟ้าต่อปี เป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง kWh / 1000) x 0.84

<u>ตัวอย่าง</u>

= (1,633,286 kWh/1,000) x 0.84

= 1,371.96 เมตริกตัน

หมายเหตุ: การใช้ไฟฟ้าต่อปีในยูไอ = 1,633,286 kWh 0.84 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ในการแปลงหน่วยวัดกิโลวัตต์ชั่วโมงเป็นเมตริกตัน (ที่มา www.carbonfootprint.com)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- **การขนส่งต่อปี (รถโดยสาร)**

= (จำนวนรถโดยสารรับส่งในมหาวิทยาลัยของท่าน X จำนวนเที่ยวของบริการรถรับส่งต่อวัน X ระยะทางในการ เดินทางโดยประมาณของรถหนึ่งคันในแต่ละวัน ภายในมหาวิทยาลัยเท่านั้น (เป็นกิโลเมตร) * 240/100) * 0.01

<u>ตัวอย่าง</u>

= ((15 x 150 x 5 x240)/100)) x 0.01

= 270 เมตริกตัน

หมายเหตุ: 240 คือ จำนวนวันทำงานต่อปี 0.01 คือ ค่าสัมประสิทธิ์

(ที่มา www.carbonfootprint.com) เพื่อคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเมตริกตันต่อ 100 กิโลเมตรสาหรับรถโดยสาร

- **การขนส่งต่อปี (รถยนต์)**

= (จำนวนรถยนต์ที่เข้ามาในมหาวิทยาลัยของท่าน X 2 X ระยะทางในการเดินทางโดยประมาณของรถหนึ่งคันในแต่ละวัน ภายในมหาวิทยาลัยเท่านั้น (เป็นกิโลเมตร) * 240/100) * 0.02

<u>ตัวอย่าง</u>

= ((2000 x 2 x 5 x 240)/100)) x 0.02

= 960 เมตริกตัน

หมายเหตุ: 240 คือ จานวนวันทางานต่อปี 0.02 คือ ค่าสัมประสิทธิ์

(ที่มา www.carbonfootprint.com) เพื่อคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเมตริกตันต่อ 100 กิโลเมตรสาหรับรถยนต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- **การขนส่งต่อปี (รถจักรยานยนต์)**

= (จำนวนรถจักรยานยนต์ที่เข้ามาในมหาวิทยาลัยของท่าน X 2 X ระยะทางในการเดินทางโดยประมาณของรถหนึ่งคันในแต่ละวัน ภายในมหาวิทยาลัยเท่านั้น (เป็นกิโลเมตร) X 240/100) X 0.01

<u>ตัวอย่าง</u>

= ((4000 x 2 x 5 x 240)/100)) x 0.01

= 960 เมตริกตัน

หมายเหตุ: 240 คือ จำนวนวันทางานต่อปี 0.02 คือ ค่าสัมประสิทธิ์

(ที่มา www.carbonfootprint.com) เพื่อคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเมตริกตันต่อ 100 กิโลเมตรสาหรับรถจักรยานยนต์

- **การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดต่อปี**

= การปล่อยก๊าซทั้งหมดจากการใช้ไฟฟ้า + การขนส่ง (รถโดยสาร รถยนต์ รถจักรยานยนต์)

ตัวอย่าง

= 1371.96 + (270 + 960 +960)

= 3561.96 เมตริกตัน

- **พื้นที่ว่างต่อจานวนคนทั้งหมด**

พื้นที่ว่าง

= พื้นที่วิทยาเขตทั้งหมด – พื้นที่ชั้นที่ 1 ทั้งหมดของอาคาร

ตัวอย่าง

= 350,000 – 75,000

= 275,000

จำนวนคนทั้งหมด

o = จำนวนของนักศึกษา ทั้งภาคปกติและภาคพิเศษ + จำนวนบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน

= 7,000 + 5,000

= 12,000

พื้นที่ว่างต่อจำนวนคนทั้งหมด = 275,000/12,000 = 2.29

- **คาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี**

= การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด หาร ด้วยพื้นที่ว่างต่อจานวนคนทั้งหมด

= 3561.96 / 5.5

= 648 เมตริกตัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข รายการและข้อกำหนดอาคารอัจฉริยะจาก UI Green Metric World Ranking List and Description of Smart Building Requirements

	Filed	Requirement		Description
B	Automation	B1	BMS	Present of Building Management System (BMS) / Building information Modeling (BIM) / Building Automation System (BAS) / Facility Management System (FMS) (recommended requirement)
		B2	APP	Interactive support for users via APP or online service alarm system
S	Safety	S1	intruder Alarm System	Intruder alarm system (recommended: interface with BMS)
		S2	Fire-Fighting	Fire-Fighting system (recommended: interface with BMS)
		S3	Video surveillance	Video surveillance system (recommended: interface with BMS)
		S4	Anti-Flooding	Anti-flooding system (recommended: interface with BMS)
E	Energy	E1	Monitoring	Automatic acquisition and logging system of energy consumption (recommended: interface with BMS)
		E2	management	Automatic management system for energy supplies and production (recommended: interface with BMS)
A	Water	A1	Monitoring	Automatic acquisition and logging system of water consumption (recommended: interface with BMS)
		A2	Recovery	Rainwater recovery system for covering the flushing and irrigation

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

List and Description of Smart Building Requirements (ต่อ)

	Filed	Requirement		Description
I	Indoor Environment	I1	Thermal comfort	Monitoring (recommended: interface with BMS) of environmental parameters related to thermo-hygrometric comfort (e.g. air temperature, relative humidity, air velocity, etc.)
		I2	Air quality	Monitoring (recommended: interface with BMS) of pollutants (e.g. VOC, PM, CO2...)
		I3	Real-time	Programming and management in real time according to the occupancy profile of the premises (recommended: interface with BMS)
		I4	passive system	Passive cooling and/or exploitation/limitation systems for free supplies
L	Lighting	L1	LEDs	High-efficiency luminaires (LEDs)
		L2	Sensors	Automatic lighting control(recommended: Presence/illuminance sensors interfaced with BMS)
		L3	Shielding	Shielding adjustment and solar control
		L4	Natural Light	Passive systems for natural light exploitation

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค องค์ประกอบอาคารอัจฉริยะจากเอกสารการสอนอาคารอัจฉริยะ

1. ระบบบริหารอาคาร (Building Management System)

เป็นระบบที่มาจากแนวคิดของการใช้ระบบอัตโนมัติในการบริหารและทรัพยากรของอาคารจากส่วนกลาง จะสามารถช่วยสร้างประสิทธิภาพในการทำงานของอาคาร โดยควบคุมได้จากส่วนกลาง ระบบบริหารอาคารยังแบ่งออกได้หลายอย่างดังนี้

1.1 การบริหารสิ่งอำนวยความสะดวกและการบริหารงานซ่อมบำรุง (Facility & Maintenance Management) งานส่วนนี้จะทำหน้าที่ควบคุมและตรวจสอบประสิทธาพการทำงานของระบบต่างๆเช่น ระบบปรับอากาศ ระบบระบายอากาศ ระบบป้องกันเพลิงใหม้ ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบสุขาภิบาล และระบบอื่นๆ โดยเน้นเกี่ยวกับการวางแผนด้านการซ่อมบำรุง

โดยโปรแกรมในการใช้ระบบนี้เรียกว่า โปรแกรมช่วยเหลือการบริหารส่วนสนับสนุน หรือ Computer Aided Facility Management (CAFM) โปรแกรมนี้จะประกอบไปด้วย ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ที่เก็บข้อมุลของอาคารทั้งหมด สามารถกำหนดแผนซ่อมแซมด่วนในกรณีฉุกเฉิน เก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม และประวัติการซ่อมบำรุง

1.2 ระบบควบคุมการใช้พลังงาน_(Energy Management) ระบบนี้ทำหน้าที่วางแผนและควบคุมการใช้พลังงานของอาคารโดยจะบริหารการใช้พลังงานให้ได้ประโยชน์สูงสุดโดยใช้ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด เช่น การบริหารการใช้ไฟฟ้าของอาคารเพื่อหลีกเลี่ยงการจ่ายค่าไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละเดือน (Demand Charge) สำหรับระบบที่กล่าวมานั้นในระดับที่มีความสามารถมากๆจะสามารถนำข้อมูลการใช้พลังงานก่อนๆ ของการใช้อาคารมาวิเคราะห์เพื่อสั่งการให้ระบบต่างๆทำงาน เช่น กำหนดระยะเวลาเปิดและปิดให้สอดคล้องและเหมาะสมกับการใช้งานภายในอาคาร ซึ่งจะเพิ่มความสะดวกในการดูและอาคารของผู้ดูแลอาคารและประหยัดงานได้สูงสุดอย่างอัตโนมัติ

1.3 ระบบรักษาความปลอดภัย (Security Management) ระบบรักษาความปลอดภัยภายในอาคารอัจฉริยะ จะตรวจสอบการเข้าออกของ บุคคลต่างๆที่เข้าใช้อาคาร โดยอุปกรณ์ที่ใช้จะบันทึกการเข้าออก (Access Control) อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ระบบกล้องวงจรปิด ระบบตรวจสอบการเคลื่อนไหว ซึ่งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้สามารถตรวจสอบผู้บุกรุกได้ทันที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ระบบบริหารสายสัญญาณ (Cable Management) ภายในอาคารอัจฉริยะมีการใช้สายเครื่อข่ายสัญญานเป็นจำนวนมากเพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียง ไฟฟ้า รวมถึงสัญญาณคอมพิวเตอร์ การวางระบบสัญญาณของตำแหน่งอุปกรณ์ไฟฟ้า การเดินสายสัญญาณอินเตอร์เน็ต หรือแม้แต่การเดินสายสัญญาณเพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่ เพื่อทำงานร่วมกับระบบ Computer Aid Design (CAD) โดยการเก็บข้อมูลการวางสายสัญญาณทั้งหมดของอาคารอัจฉริยะ โดยจะแสดงในรูปของผังการเดินสายสัญญาณ จุดเชื่อมต่อสานสัญญาณ ตำแหน่งของอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อต่างๆ เช่น กล่องและแผงของระบบสายสัญญาณ เป็นต้น ระบบนี้ช่วยในการวางแผนเพื่อรองรับการแก้ไขเพิ่มเติมของสายสัญญาณในอนาคต ทำให้สามารถทราบ สถานะของระบบสัญญาณว่า มีการเดินระบบเช่นไร และจะมีผลเช่นไรต่อระบบสัญญาณ เพื่อใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะต้องวางโครงข่ายของสายสัญญาณบนพื้นยกระดับ (Raised Floor System หรือ Access Floor System) ซึ่งระบบนี้จะง่ายต่อการเดินสัญญาณและมีความยืดหยุ่นสูงต่อการติดตั้ง

2. ระบบบริหารอาคาร (Building System)

งานระบบอาคารอัจฉริยะสามารถตรวจสอบและควบคุมได้จากส่วนกลาง แต่ในระบบย่อยๆ นั้น จะสามารถควบคุมการทำงานด้วยตนเอง โดยมีส่วนประกอบของระบบดังนี้

2.1 ระบบควบคุมส่วนกลาง (Direct Digital Control หรือ DDC)

โดยระบบนี้จะช่วยตรวจสอบ ดูแล ให้ระบบทั้งหมดทำงานอย่างประสานกัน เช่นระบบเครื่องทำน้ำเย็น ระบบเป่าลมเย็น ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบลิฟต์ ระบบตรวจจับเพลิงไหม้ ฯลฯ โดยระบบเหล่านี้ได้รับการดูแล ให้ทำงานได้อย่างกลมกลืน และสามารถตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมภายในและภายนอกได้ โดยผ่านระบบควบคุมส่วนกลาง

2.2 ระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง (Electric Power Sipply System)

ระบบนี้จะเกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้ากำลังทั้งหมดของอาคาร รวมถึงระบบจ่ายไฟฉุกเฉิน เช่น ระบบไฟฟ้าจากเครื่องกำเนินไฟฟ้าสำรอง แบตเตอรี่สำรอง ระบบไฟฟ้าสำรองของลิฟต์และระบบป้องกัน ไฟกระชาก และระบบไฟฟ้า ในกรณีเกิดเพลิงไหม้ เป็นต้น ระบบนี้จะคอยควบคุมอุปกรณ์การจ่ายไฟฟ้าทั้งหมด ทั้งในกรณีปกติและกรณีฉุกเฉิน การเดินสายทั้งหมดจะต้องควบคุมด้วยกับระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งรวมถึงระบบไฟฟ้าส่องสว่างเข้าสู่ระบบควบคุมไฟฟ้าส่วนกลางด้วย

2.3 ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ (Fire Service System)

ระบบนี้จะเป็นระบบที่มีการทำงานโดยอัตโนมัติทั้งสิ้น โดยมีหน้าที่ส่งสัญญาณเตือนไฟไหม้จากระบบตรวจจับควัน ระบบตรวจจับความร้อน รวมถึงระบบควบคุมการจ่ายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติ

2.4 ระบบระบายอากาศและระบบปรับอากาศ (Ventilation and Air-conditioning System)

ระบบนี้จะควบคุม เครื่องทำน้ำเย็นส่วนกลาง (Choller Plants) เครื่องพัดลมปรับอากาศชนิดแยกส่วน (Air handing Units) ส่วนปรับลมเย็น (VAV Box) ฯลฯ โดยจะควบคุมระดับของอุณหภมิและความชื้นที่เหมาะสม รวมทั้งจ่ายอากาศบริสุทธิ์ที่เหมาะสมกับผู้ที่ใช้งานภายในอาคาร ข้อมูงของระบบนี้จะถูกส่งไปสู่ระบบส่วนกลาง เพื่อใช้ควบคู่ไปกับระบบประหยัดพลังงาน โดยนำข้อมูลออกมาในรูปของรายงานในช่วงปกติ แต่ในกรณีฉุกเฉินจะส่งสัญญาณเตือน ซึ่งจะช่วยในการวางแผนและ จัดลำดับการใช้งานระหว่างเวลาทำงาน และนอกเวลาทำงานของอาคาร

2.5 ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน (Lift and Escalator System)

ในงานระบบอาคารที่มีความซับซ้อนและมีคุณภาพสูงนั้น สามารถที่จะกำหนดแผนการใช้งานของบันไดเลื่อนและระบบลิฟต์ โดยจะสามารถสร้างประสิทธิภาพด้วยกับจำนวนผู้ใช้ลิฟต์และสร้างระบบการทำงานที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานของแต่ละช่วงเวลา เช่นช่วงเช้า และช่วงบ่ายที่มีการใช้งานหนาแน่นในขาขึ้น ส่วนใหนช่วงเที่ยวและช่วงเย็นจะมีความหนาแน่นเฉพราะขาลง ระบบจะต้องปรับการทำงาน ของลิฟต์ให้เหมาะสมสำหรับแต่ละช่วงเวลา โดยลิฟต์ขนาดใหญ่แต่ละตัวจะมีไมโครโปรเซสเซอร์ของตัวเอง และจะส่งสัญญาณการทำงานไปที่ห้องควบคุมกลาง ซึ่งจะทำการวิเคราะห์การทำงานให้ระบบเกิดประสิทธิภาพสูงสุด คือการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ลดเวลาการรอคอย และใช้พลังงานให้น้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.6 ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network Systems)

ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้ในการสื่อสารของคอมพิวเตอร์ภายในอาคารเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทั้งหมดในอาคารสามารถที่จะติดต่อสื่อสารกันได้และสามารถแลกเปลี่ยนหรือส่งข้อมูลได้ระหว่างคอมพิวเตอร์

2.7 ระบบช่องทางติดต่อสื่อสารกับภายนอก (Gate Way)

คือระบบที่เชื่อมต่อสื่อสารระหว่างภายนอกกับภายใน อันได้แก่ สายสัญญานโทรศัพท์จากสัญญาณภายนอกที่เป็นระบบ ISDN (Integrated Services Digital Network) ซึ่งจะทำการส่ง

สัญญาณด้วยระบบดิจิตอล ทำให้สามารถส่งภาพและเสียง ด้วยสัญญาณนี้ในเวลาเดียวกัน ในความเร็วสูง ระบบช่องทางติดต่อสื่อสารภายนอกอย่างต่อมาคือ การใช้สัญาณดาวเทียม (Satellite) โดยการใช้รับและส่งข้อมูลผ่านทางจานดาวเทียม อาทิเช่น ดาวเทียมไทยคมซึ่งใช้ในการติดต่อสื่อสารของประเทศไทย

2.8 ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System)

ประกอบด้วยกันสองส่วนอันได้แก่ ระบบควบคุมการเข้าออกของผู้ใช้อาคาร และการตรวจคัดกรองจากผู้บุกรุกจากภายนอก

2.9 ระบบสายสัญญาณสื่อสารหลัก (Telecommunication Backbone System)

โดยส่วนใหญ่แล้วสายสัญญาณหลักในอาคารอัจฉริยะมักจะเป็นใยแก้วนำแสงเพื่อให้สามารถรองรับส่งข้อมูลในปริมาณที่มาก มีคุณภาพ และมีความเร็วสูง

3. ระบบโครงสร้างอาคาร (Building Structure)

ในการออกแบบอาคารอัจฉริยะนอกจากการพิจารณาระบบวิศวะกรรมเครื่องกลแล้วจะต้องคำนึงถึงการออกแบบโครงสร้างให้เหมาะสมเพื่อรองรับการเข้าถึงของระบบอื่นๆ โดยมีส่วนประกอบดังนี้

3.1 การออกแบบโครงสร้างที่ใความยืดหยุ่นสูง (Structure Design with Flexibility)

ในส่วนของโครงสร้างอาคารที่ดีควรให้สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานที่ง่าย โดยเฉพาะกับการเดินท่อร้อยสายสัญญาณต่างๆภายในอาคารที่อาจจะต้องเพิ่มเติมในภายหลังก็สามารถทำได้โดยไม่ก่อให้เกิดความยากลำบาก

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2 ระบบผนังอาคารภายนอก (External Skin System)

ระบบผนังที่ดีควรตอบสนองและสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสภาพแดล้อม เช่นการใช้ระแนงบังแดด สามารถปรับเปลี่ยนการบังแดดตามองศาของดวงอาทิตย์สามารถทำให้กันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารและประหยัดพลังงานจากเครื่องปรับอากาศได้เป็นอย่างดี

3.3 ระบบพื้นยก (Raised Floor System หรือ Access Floor System)

คือการเพิ่มที่ว่างด้านล่างให้กับพื้นห้องเพื่อเดินสายระบบต่างๆด้านล่าง เช่นสายไฟ ท่อลมจากเครื่องปรับอากาศ หรือแม้กระทั่งสายอินเตอร์เน็ต

4.ส่วนบริการผู้ใช้อาคาร (Tenant Service)

เป็นส่วนที่ใกล้ชิดกับผู้ใช้อาคารมากที่สุด และเป็นส่วนที่สามารถสร้างจุดขายทางการตลาดของอาคารได้มากที่สุด ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

4.1 ระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม (Communal Antenna Broadcast Distribution System)

ระบบนี้จะอำนวยความสะดวกแก่ผู้เช่าในการรับสัญญานโทรทัศน์โดยไม่ต้องติดตั้งระบบของตนเอง

4.2 ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite Service)

คือการให้บริการแก่ผู้ใช้อาคารต้องการ เช่นการสื่อสารในระบบไมโครเวฟ

4.3 การประชุมผ่านจอภาพ (Video Conferencing) ซึ่งสามารถให้ผู้ใช้บริการทางอาคารประชุมผ่านจอมอนิเตอร์จากทางไกล โดยอาคารจะต้องจัดเตรียมระบบส่วนกลางที่สามารถรองรับบริการดังกล่าวได้

4.4 ระบบสัญญาณอินเตอร์เน็ต (Internet Service) การบริการอินเตอร์เน็ตเป้นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในปัจจุบัน ถ้าอาคารใดที่สามารถให้บริการอินเตอร์เน็ต ก็สามารถเป็นแรงจูงใจต่อผู้ใช้บริการได้

5. ระดับของอาคารอัจฉริยะ

การดำเนินการด้านอาคารอัจฉริยะนั้น มีการวัดระดับของอาคารอัจฉริยะตามเอกสารอ้างอิง The Intelligent Building Source book ซึ่งใช้เป็นหลักเกณฑ์เพื่อประเมิณระดับของอาคารว่าอยู่ในระดับใด โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ระดับซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ระดับที่ 0 (Level 0) เป็นอาคารที่ถือว่าไม่มีควสามฉลาด ไม่มีระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมการใช้พลังงานและระบบลิฟต์และไม่มีระบบควบคุมความปลอดภัยอาคาร ดังนั้นในระดับนี้จึงถือว่าไม่เป็นอาคารอัจฉริยะ

ระดับที่ 1 (Level 1) อาคารในระดับนี้จะมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการควบคุม เพื่อการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ ระบบลิฟต์ ระบบรักษาความปลอดภัย ซึ่งอาคารส่วนใหญ่ในประเทศไทยที่ดำเนินการด้านอาคารอัจฉริยะนั้น จะอยู่ในระดับที่ 1

ระดับที่ 2 (Level 2) เหมือนในระดับที่ 1 แต่มีการเพิ่มการให้บริการเพิ่มเติมในส่วนอื่นๆ เช่นห้องประชุม ระบบทำสำเนาของเอกสารส่วนกลาง และมีระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานจากส่วนกลาง

ระดับที่ 3 (Level 3) จะเหมือนกับในระดับที่ 2 แต่จะมีการเพิ่มในส่วนของระบบสื่อสาร ระบบสื่อสารทางไกลข้อมูลด้านเสียง และระบบโทศัพท์ที่มีมาตรฐาน

ระดับที่ 4 (Level 4) เหมือนกันกับในระดับที่ 3 แต่จะเพิ่มระบบสำนักงานอัตโนมัติแบบเต็มรูปแบบ เช่นระบบคอมพิวเตอร์สำนักงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายทรงกิต การีซอ
วัน เดือน ปี เกิด	4 สิงหาคม 2530
สถานที่เกิด	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
วุฒิการศึกษา	- พ.ศ.2554 สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต - พ.ศ.2562 เข้าศึกษาหลักสูตร สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	52/2 หมู่10 ตำบลบ้านป้อม อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University