

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 โปรแกรม Energy Navigation and Mapping

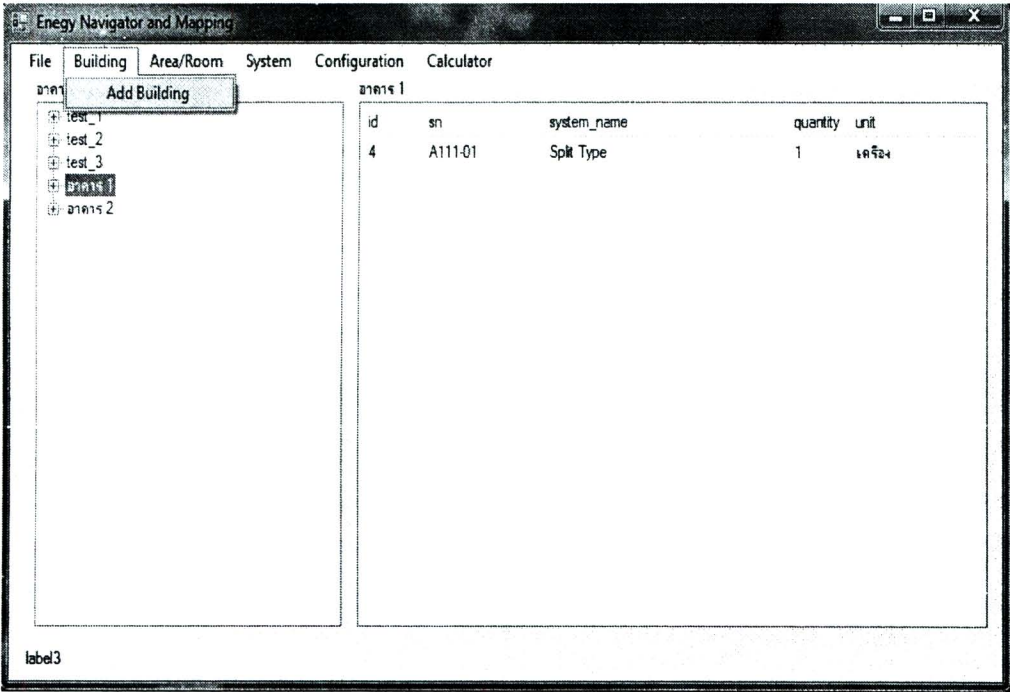
Energy Navigation and Mapping เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการรวบรวมข้อมูลด้านพลังงานขององค์กรอย่างเป็นระบบเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละส่วนขององค์กรและวางมาตรการในการบริหารจัดการพลังงานได้ รวมถึงสามารถนำข้อมูลของอุปกรณ์และเครื่องจักรมาใช้งานได้สะดวกในด้านต่างๆ เช่นด้านการบำรุงรักษา การประเมินนัยสำคัญด้านพลังงาน การจัดซื้ออุปกรณ์ใหม่ เป็นต้น โดยการเก็บข้อมูลของระบบต่างๆ ต้องมีการกำหนดรายการสัญลักษณ์ของแต่ละระบบเพื่อความเข้าใจของผู้ใช้งานฐานข้อมูลสามารถกำหนดสัญลักษณ์ ได้ดังนี้

A	หมายถึง ระบบปรับอากาศ
L	หมายถึง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
FLR(L)36	หมายถึง โคมไฟมีแผ่นสะท้อนแสงใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 W และบัลลาสต์ชนิดสูญเสียต่ำ
EE	หมายถึง ระบบสื่อการเรียนการสอน

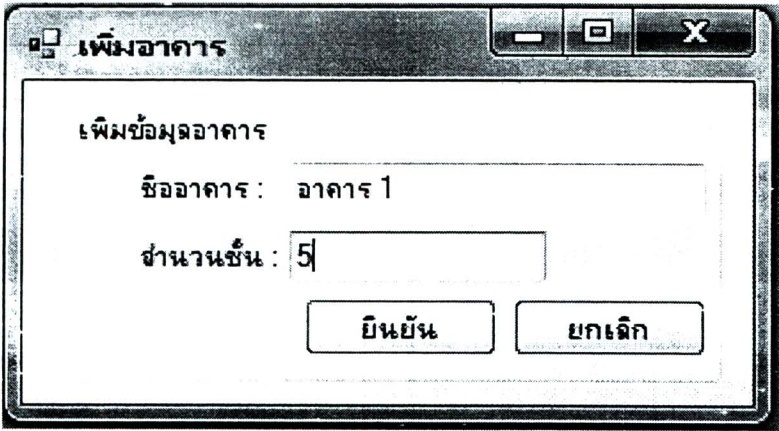
ซึ่งการใช้งานของโปรแกรมจะต้องมีการเตรียมข้อมูลและอุปกรณ์เพื่อใช้ในการประมวลผลดังต่อไปนี้

4.1.1 รายละเอียดส่วนของอาคาร ได้แก่

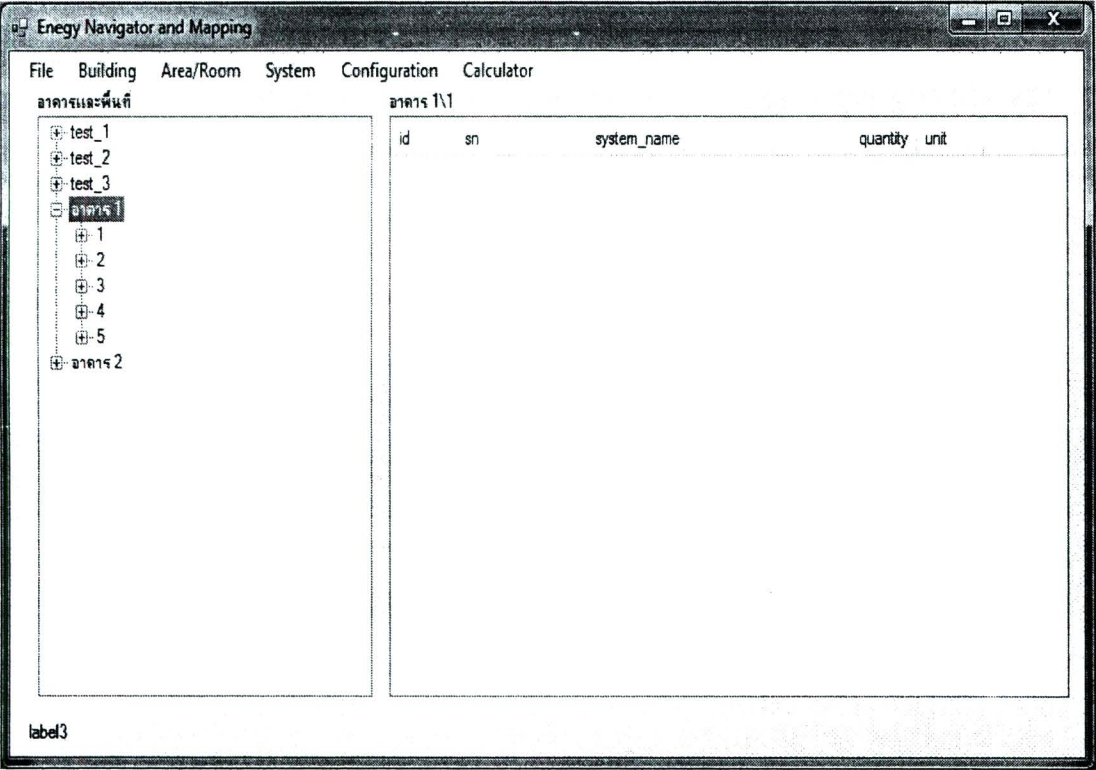
- ชื่ออาคาร
- จำนวนชั้น
- รหัสห้องเรียน
- พื้นที่ห้องเรียน
- จำนวนนักศึกษา (มาตรฐานจำนวนเหมาะสมกับพื้นที่ห้องเรียน)



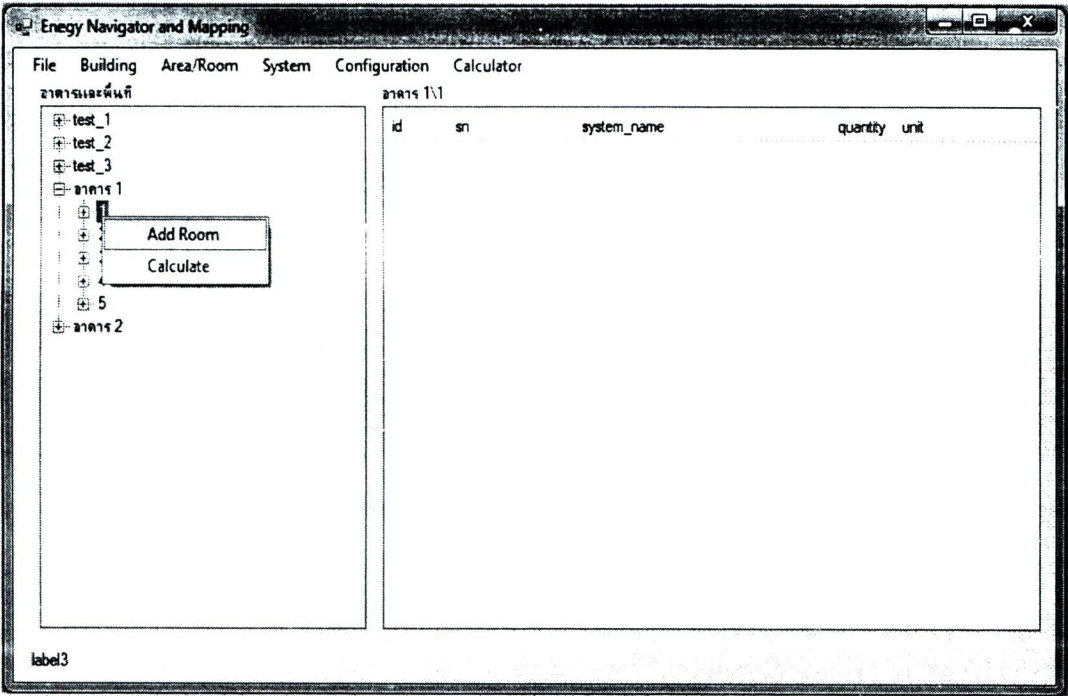
รูปที่ 4.1 การเพิ่มส่วนของอาคารลงในฐานข้อมูล



ภาพที่ 4.2 การเพิ่มข้อมูลของของอาคารที่ต้องการ



รูปที่ 4.3 แสดงข้อมูลของอาคารที่บันทึกในหน้าโปรแกรม



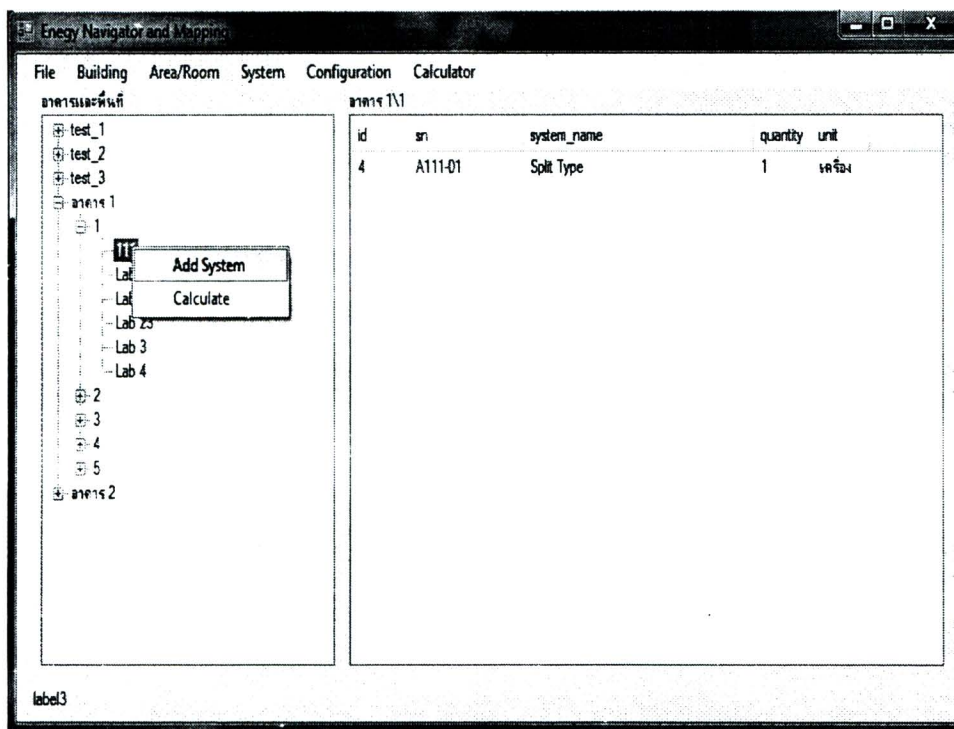
รูปที่ 4.4 การเพิ่มห้องของแต่ละชั้นในส่วนของอาคาร

รูปที่ 4.5 การเพิ่มข้อมูลห้องของแต่ละชั้นของอาคารและประเภทของห้องในอาคารในฐานข้อมูล

รูปที่ 4.6 แสดงผลชื่อห้องที่บันทึกในฐานข้อมูล

4.1.2 รายละเอียดส่วนของระบบปรับอากาศ ได้แก่

- รหัสอุปกรณ์
- รายการอุปกรณ์
- จำนวน
- ยี่ห้อ
- ปีที่ติดตั้ง
- แรงดัน
- กระแส
- เพาเวอร์แฟกเตอร์
- กำลังไฟฟ้า (kW)
- เฟสทางไฟฟ้า
- ขนาดการทำความเย็น (หน่วย Btu/h)

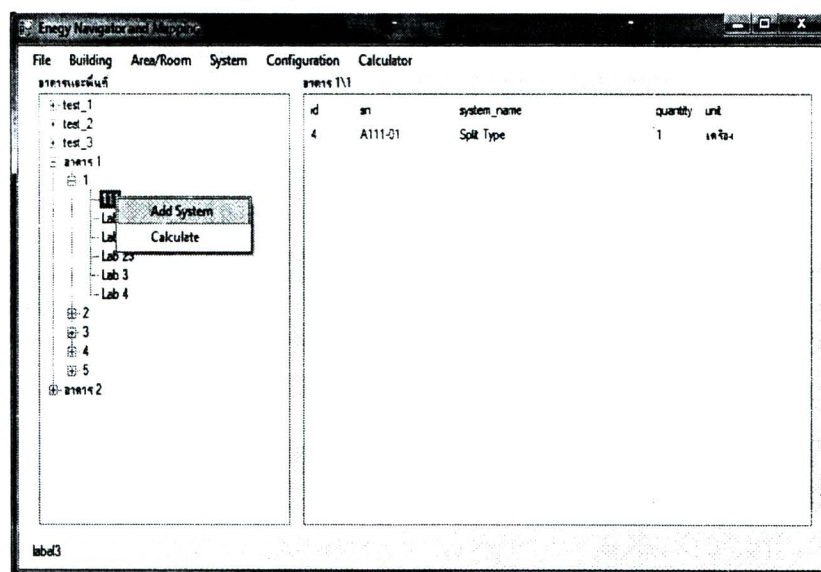


รูปที่ 4.7 การเพิ่มข้อมูลระบบปรับอากาศของห้อง

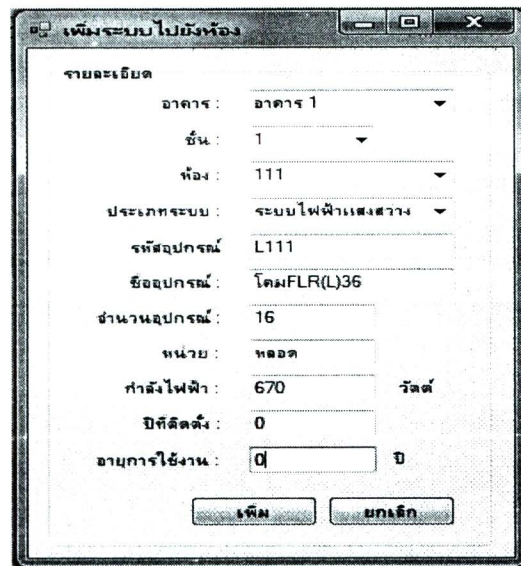
รูปที่ 4.8 การบันทึกข้อมูลระบบปรับอากาศ

4.1.3 รายละเอียดส่วนของระบบไฟฟ้าส่องสว่าง ได้แก่

- รหัสอุปกรณ์
- รายการอุปกรณ์
- จำนวนหลอดต่อโคม
- จำนวนโคม
- ยี่ห้อหลอดไฟ
- กำลังไฟฟ้า (kW)



รูปที่ 4.9 การเพิ่มข้อมูลระบบไฟฟ้าส่องสว่างของห้อง



เพิ่มระบบไปยังห้อง

รายละเอียด

อาคาร : อาคาร 1

ชั้น : 1

ห้อง : 111

ประเภทระบบ : ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

รหัสอุปกรณ์ : L111

ชื่ออุปกรณ์ : โคมFLR(L)36

จำนวนอุปกรณ์ : 16

หน่วย : หลอด

กำลังไฟฟ้า : 670 วัตต์

ปีที่ติดตั้ง : 0

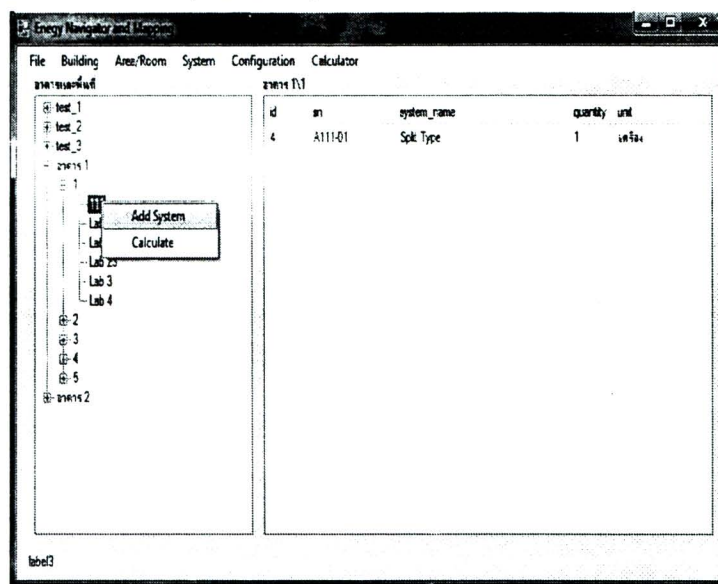
อายุการใช้งาน : 0 ปี

เพิ่ม ยกเลิก

ภาพที่ 4.10 การบันทึกข้อมูลระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

4.1.4 รายละเอียดส่วนของระบบสื่อสารการเรียนการสอน

- รหัสอุปกรณ์
- รายการอุปกรณ์
- จำนวน
- ยี่ห้อ
- กำลังไฟฟ้า (หน่วย kW)



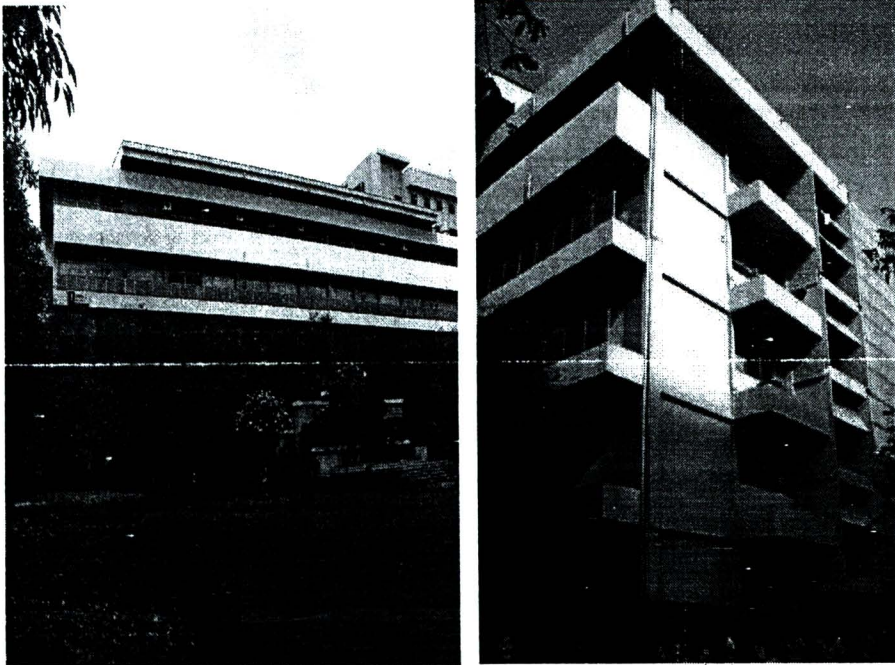
รูปที่ 4.11 การเพิ่มข้อมูลระบบสื่อสารการเรียนการสอนของห้อง



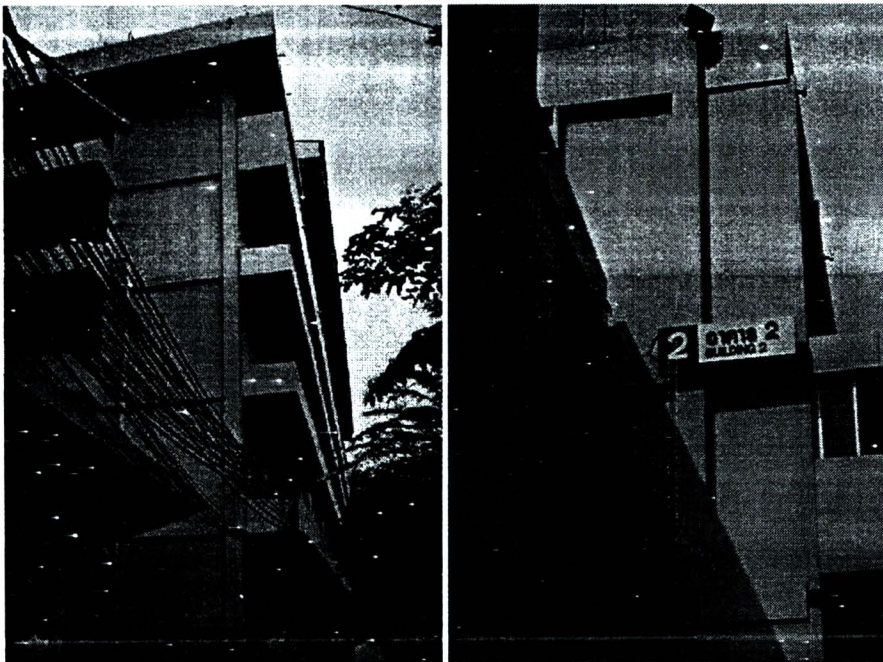
รูปที่ 4.12 การบันทึกข้อมูลระบบสื่อสารการเรียนการสอน

4.2 ผลการทดสอบโปรแกรม

ในการทดสอบโปรแกรม Energy Navigation and Mapping จะทำการทดสอบโปรแกรม โดยใช้อาคารกรณีศึกษาเป็นอาคาร 1 และ 2 ของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ซึ่งใช้เป็นอาคารสำหรับการใช้ในการเรียนการสอน โดย อาคาร 1 เป็นอาคารขนาดความสูง 5 ชั้น พื้นที่ใช้สอย $3,450 \text{ m}^2$ ห้องเรียน 21 ห้อง ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 4 ห้อง และ อาคาร 2 มีขนาดความสูง 5 ชั้น พื้นที่ใช้สอย $3,450 \text{ m}^2$ ห้องเรียน 21 ห้อง ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 2 ห้อง แสดงดังรูปที่ 4.1 และ 4.2



รูปที่ 4.13 อาคาร 1 ของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



รูปที่ 4.14 อาคาร 2 ของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ข้อมูลอุปกรณ์และการใช้ห้องรวมถึง factor ต่างๆทั้งหมดทั้งด้านพลังงานและการใช้งานจะมาจากแบบ และบิลต์ค่าไฟฟ้ารวมถึงข้อมูลการใช้ห้องทั้งหมดเพื่อนำมาป้อนเข้าสู่ฐานข้อมูลของโปรแกรมและสามารถประมาณการใช้พลังงานรวมของอาคารได้ในทุกระดับ โดยเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกภายในอาคาร สามารถแบ่งตามหน้าที่และกิจกรรมของการใช้งานของอุปกรณ์ในแต่ละระบบ โดยประกอบด้วย ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบสื่อการเรียนการสอน ระบบลิฟต์โดยสาร และอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh) ค่าไฟฟ้า (บาท) การใช้พลังงานต่อคน (kWh/คน) ค่าไฟฟ้าต่อคน (บาท/คน) การใช้พลังงานต่อตารางเมตร (kWh/m²) ข้อมูลพื้นฐานทั้งหมดต้องถูกป้อนเข้าสู่ฐานข้อมูลของโปรแกรมซึ่งโปรแกรมจะสามารถประเมินในส่วนของห้องเรียน และห้องปฏิบัติการรวมถึงจะแสดงข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและ ระบบสื่อการเรียนการสอนของห้องเรียนและห้องสำนักงานพร้อมกับการเก็บข้อมูลในระบบลิฟต์โดยสารของอาคาร การเก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์ในระบบต่างๆ

โปรแกรม Energy Navigation and Mapping จะแสดงข้อมูลด้านพลังงานโดยผลในการจัดทำฐานข้อมูลด้านพลังงาน โดยรูปแบบของรายงานที่แสดงถึงการใช้พลังงานของอาคารสามารถแสดงรูปแบบของรายงานได้ 4 ระดับ คือ

1. การรายงานฐานข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาพรวม (Global Energy Map, GEM)

GEM เป็นการแสดงผลฐานข้อมูลการใช้พลังงานของอาคาร 1 (รูปที่ 4.1) และอาคาร 2 (รูปที่ 4.2) ซึ่งเป็นการแสดงถึงภาพรวมของอาคาร ประกอบด้วยการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและ ระบบสื่อการเรียนการสอน ดังข้อมูลที่แสดงในระบบจะประกอบด้วย ชื่ออาคาร ชั่วโมงการใช้งาน พื้นที่ รายการอุปกรณ์และข้อมูลการใช้พลังงาน คือ พลังงานไฟฟ้า ค่าพลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน จากการใช้พลังงานในอาคาร โดยมีชั่วโมงการใช้งานต่อวันประมาณ 9 ชั่วโมง การเก็บรวบรวมข้อมูลในระบบฐานข้อมูล สามารถที่จะประเมินค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานของอาคารได้ เพื่อวางแผนการใช้พลังงานให้เหมาะสมกับการจัดการเรียน แสดงดังตารางที่ 4.1

2. การรายงานฐานข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาค (Local Energy Map, LEM)

LEM เป็นการแสดงผลฐานข้อมูลการใช้พลังงานของอาคาร 3 (สัจจา เกตุทัต) โดยการแสดงตามชั้นต่างๆของอาคาร ซึ่งจะแสดงข้อมูลการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบสื่อการเรียนการสอน ข้อมูลที่แสดงประกอบด้วย ชื่ออาคาร ชั่วโมงการใช้งาน

ชั้นของอาคาร รายการอุปกรณ์และข้อมูลการใช้พลังงาน คือ พลังงานไฟฟ้า ค่าพลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน การเก็บข้อมูลในระดับภาค (ระดับชั้น) สามารถประเมินค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของอาคารที่ลงลึกได้อีกระดับหนึ่ง และสามารถทราบการใช้พลังงานด้านพลังงานในแต่ละชั้นได้ พร้อมเก็บข้อมูลเป็นสถิติทำการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในแต่ละชั้นได้ เพื่อตอบสนองการประหยัดพลังงาน แสดงดังตารางที่ 4.2

3. การรายงานฐานข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขต (Zone Energy Map, ZEM)

ZEM เป็นการแสดงผลฐานข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารในระดับพื้นที่ (ระดับห้อง) แยกรายละเอียดตามการใช้งาน ซึ่งการแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานประกอบด้วย ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบสื่อสารการเรียนการสอนของห้องเรียน ข้อมูลที่แสดงประกอบด้วย ชื่ออาคาร ชั้นของอาคาร ชั่วโมงการใช้งาน รหัสห้อง จำนวนนักศึกษาและจำนวนอาจารย์และบุคลากร รายการอุปกรณ์และข้อมูลการใช้พลังงาน คือ พลังงานไฟฟ้า ค่าพลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน การเก็บข้อมูลในระดับนี้ไปถึงข้อมูลการใช้พลังงานของของเรียนหรือห้องคอมพิวเตอร์ แสดงดังตารางที่ 4.3

4. การรายงานฐานข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขตย่อย (Sub Zone Energy Map, SEM)

SEM เป็นการแสดงผลฐานข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารในระดับของห้องของอาคาร โดยแสดงข้อมูลการใช้พลังงานของอุปกรณ์ในห้อง ซึ่งการแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานประกอบด้วย ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบสื่อสารการเรียนการสอน ข้อมูลที่แสดงประกอบด้วย ชื่ออาคาร ชั้นของอาคาร รหัสห้อง ชั่วโมงการใช้งาน จำนวนนักศึกษา รายการอุปกรณ์และข้อมูลการใช้พลังงาน คือ พลังงานไฟฟ้า ค่าพลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน การเก็บข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ภายในห้อง สามารถทราบรายละเอียดของการใช้พลังงานของอุปกรณ์ในแต่ละระบบของห้อง พร้อมทั้งยังเป็นข้อมูลสำหรับการบำรุงรักษาของอุปกรณ์ด้วย แสดงดังตารางที่ 4.4

การรายงานข้อมูลการใช้พลังงานในห้องเรียน จากจำนวนนักศึกษามาตรฐานที่กำหนดในแต่ละห้อง ข้อมูลการใช้พลังงานทั้งหมดภายในห้อง สามารถที่จะเลือกขนาดของห้องที่มีจำนวนที่นั่งนักศึกษาที่เหมาะสมกับการใช้พลังงานของห้องและการค่าการใช้พลังงานต่อจำนวนนักศึกษามาตรฐาน การใช้โปรแกรม Energy Navigation and Mapping ในการสืบค้นและประมวลผลคำนวณจากการเก็บปริมาณพลังงาน ข้อมูลที่แสดงจะประกอบด้วย ชื่ออาคาร ชั้นของอาคาร รหัสห้องและข้อมูลการใช้พลังงานในห้องของระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง ระบบสื่อสารการเรียนการสอน โดยสามารถนำไปบูรณาการกับอาคารประเภทต่างๆ ที่จะเลือกขนาดของห้องให้สอดคล้องกับการใช้งานของผู้ใช้อาคารและปริมาณของพลังงาน แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.1 แสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาพรวม (Global Energy Map, GEM)

ข้อมูลการใช้พลังงาน					
อาคาร 1 ความสูงของอาคาร 5 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 3,450 ตารางเมตร ห้องเรียน 21 ห้อง ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 4 ห้อง					
อาคาร 2 ความสูงของอาคาร 5 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 3,450 ตร.ม. ห้องเรียน 21 ห้อง ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 2 ห้อง					
เวลาการใช้งาน จำนวน 1 ชั่วโมง					
อาคาร	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงานต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อคน (บาท)
อาคาร 1	ระบบปรับอากาศ	206.27	721.95	0.10	0.33
	ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	24.86	87.01	0.01	0.04
	ระบบสื่อการเรียนการสอน	34.30	120.05	0.02	0.06
	รวม	265.43	929.01	0.13	0.43
อาคาร 2	ระบบปรับอากาศ	229.23	802.31	0.11	0.38
	ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	22.32	78.12	0.01	0.04
	ระบบสื่อการเรียนการสอน	22.45	78.58	0.01	0.04
	รวม	274.00	959.01	0.13	0.46
รวมปริมาณพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า		539.43	1,888.02	0.26	0.89

ตารางที่ 4.2 แสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาค

ข้อมูลการใช้พลังงาน						
อาคาร 1 ความสูงของอาคาร 5 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 3,450 ตารางเมตร ห้องเรียน 21 ห้อง ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 4 ห้อง เวลาการใช้งาน จำนวน 1 ชั่วโมง						
ชั้น	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงานต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อคน (บาท)	
1	ระบบปรับอากาศ	32.87	115.05	0.14	0.48	
	ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	4.20	14.70	0.02	0.06	
	ระบบสื่อการเรียนการสอน	27.70	96.95	0.11	0.40	
	รวม	64.77	226.70	0.27	0.94	
2	ระบบปรับอากาศ	35.45	124.08	0.08	0.27	
	ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	4.03	14.11	0.01	0.03	
	ระบบสื่อการเรียนการสอน	2.38	8.33	0.01	0.02	
	รวม	41.86	146.52	0.10	0.32	

ตารางที่ 4.2 แสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่ภาค (ต่อ)

ชั้น	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงานต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อคน (บาท)
3	ระบบปรับอากาศ	37.46	131.11	0.08	0.28
	ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	4.03	14.11	0.01	0.03
	ระบบสื่อการเรียนการสอน	1.02	3.57	0.00	0.01
	รวม	42.51	148.79	0.09	0.32
4	ระบบปรับอากาศ	44.68	156.38	0.09	0.32
	ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	4.03	14.11	0.01	0.03
	ระบบสื่อการเรียนการสอน	1.84	6.44	0.00	0.01
	รวม	50.55	176.93	0.10	0.36
5	ระบบปรับอากาศ	55.81	195.34	0.11	0.38
	ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	8.57	30.00	0.02	0.06
	ระบบสื่อการเรียนการสอน	1.36	4.76	0.00	0.01
	รวม	65.74	230.01	0.13	0.45
รวมปริมาณพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า		265.43	929.04	0.69	2.39

ตารางที่ 4.3 แสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เขต

ข้อมูลการใช้พลังงาน							
อาคาร 1 ชั้น 3 ห้องเรียน 131 – 133 เวลาการใช้งาน จำนวน 1 ชั่วโมง							
ห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนนักศึกษา (คน)	ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงานต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อคน (บาท)
131	96	100	ระบบปรับอากาศ	8.27	28.95	0.08	0.29
			ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	1.01	3.54	0.01	0.04
			ระบบสื่อการเรียนการสอน	0.34	1.19	0.00	0.01
			รวม	9.62	33.68	0.09	0.34
132	180	200	ระบบปรับอากาศ	14.76	51.66	0.07	0.26
			ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	1.68	5.88	0.01	0.03
			ระบบสื่อการเรียนการสอน	0.34	1.19	0.00	0.01
			รวม	16.78	58.73	0.08	0.30
133	144	160	ระบบปรับอากาศ	14.43	50.51	0.09	0.31
			ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	1.34	4.69	0.01	0.03
			ระบบสื่อการเรียนการสอน	0.34	1.19	0.00	0.010
			รวม	16.11	56.39	0.10	0.35
รวมปริมาณพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า				42.51	148.80	0.27	0.32

ตารางที่ 4.4 แสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานแบบแผนที่เจต้อย

ข้อมูลการใช้พลังงาน				
อาคาร 1 ชั้น 3 ห้องเรียน 132 เวลาการใช้งาน จำนวน 1 ชั่วโมง จำนวนนักศึกษา 200 คน				
ระบบ	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	การใช้พลังงานต่อคน (kWh)	ค่าไฟฟ้าต่อคน (บาท)
ระบบปรับอากาศ	22.14	77.49	0.011	0.39
ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	2.52	8.82	0.01	0.04
ระบบสื่อสารการเรียนการสอน	0.51	1.79	0.00	0.01
รวม	25.17	88.10	0.12	0.44