

## บทที่ 5

### สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปการศึกษา

การพัฒนากระบวนการและแผนที่พลังงานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการสนับสนุนและช่วยเหลือในการทำงานด้านพลังงานตามกฎหมายใน พระราชบัญญัติเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปี พ.ศ. 2550 ได้อย่างเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการทำงานด้านการวางแผนการในการอนุรักษ์พลังงานรวมถึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในการใช้พลังงานได้เป็นอย่างดี ระบบนำร่องด้านพลังงานเป็นระบบที่ช่วยเหลือในการประมาณค่าการใช้พลังงานรวมถึงหาค่าดัชนีการใช้พลังงานที่สำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในอาคารหรือโรงงาน

สำหรับการวิจัยนี้จะใช้อาคารประเภทสถานศึกษาเป็นอาคารทดสอบโปรแกรมซึ่งในการทำงานต้องมีการวางแผนงานอย่างเป็นระบบ เริ่มจากการรวบรวมข้อมูลด้านต่างๆทั้งอุปกรณ์ต่างๆทั้งหมดที่จะลงในแผนที่พลังงาน (Equipment List) พื้นที่ในห้องต่างๆ เวลาการทำงาน ประสิทธิภาพของระบบ รวมถึงการบำรุงรักษาที่ถูกต้องตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (ค่าที่ลงจะเป็นค่า Work Ratio, Use Factor หรือ System Efficiency) จากการพัฒนากระบวนการและแผนที่พลังงาน โดยทำการทดสอบโปรแกรมกับอาคาร 1 และ 2 ของ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต และดำเนินการป้อนข้อมูลในส่วนของห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ ในการจัดทำฐานข้อมูลแผนที่และระบบนำร่องด้านพลังงานนั้น ลักษณะของแผนที่พลังงานสามารถแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ

1) แผนที่ภาพรวม (Global Energy Map) เป็นแผนที่พลังงานที่แสดงถึงภาพรวมของการใช้พลังงานทั้งหมดของอาคารในรูปของปริมาณพลังงานรวม และดัชนี การใช้พลังงานรวมในรูปของพลังงานต่อพื้นที่และ ค่าใช้จ่ายต่ออาคาร

2) แผนที่ภาค (Local Energy Map) เป็นแผนที่พลังงานที่เป็นกลุ่มย่อยโดยมีขนาดรองลงมาจากแผนที่ภาพรวมซึ่งสามารถมองค่าย่อยลงไปเป็นรูปของค่าปริมาณพลังงานรวมต่อชั้นและดัชนี การใช้พลังงานรวมในรูปของพลังงานต่อพื้นที่และ ค่าใช้จ่ายต่อชั้น

3) แผนที่เขต (Zone Energy Map) เป็นแผนที่พลังงานที่มีขนาดรองลงมาจากแผนที่ภาค ซึ่งสามารถมองค่าย่อยลงไปอีกคือในรูปของค่าปริมาณพลังงานต่อห้อง และครรชนี การใช้พลังงานรวมในรูปของพลังงานต่อห้องและค่าใช้จ่ายต่อห้อง

4) แผนที่เขตย่อย (Sub Zone Energy Map) เป็นส่วนประกอบและขนาดที่รองลงมาจากแผนที่เขต ทำให้สามารถบอกถึงรายละเอียดการใช้พลังงานของอุปกรณ์ ชนิดอุปกรณ์ และสถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ใช้สอยทั้งอาคารและเป็นสารสนเทศรายอุปกรณ์ที่สำคัญต่อการทำงานด้านพลังงานอย่างมาก

เนื่องจากอาคารที่ใช้ทดสอบเป็นอาคารเรียนข้อมูลซึ่งจะมีอุปกรณ์หลัก 4 ระบบ คือ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบสื่อการเรียนการสอนสำหรับห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ และระบบลิฟต์โดยสารสำหรับอาคาร ข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีประโยชน์ต่อการทำงานและการทำงานด้านบำรุงรักษา โดยการศึกษานี้จะทำการวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคารส่วนต่างๆ คือ ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh), ค่าไฟฟ้า (บาท), การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ ( $\text{kWh/m}^2$ ), ค่าไฟฟ้าต่อพื้นที่ (บาท/ตรม.) ข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารรวมถึงรายละเอียดของอุปกรณ์มีความสะดวกในการป้อนข้อมูล จัดเก็บ ค้นหาข้อมูล รวมถึง การประเมินค่าพลังงานได้อย่างรวดเร็ว มีความถูกต้องใกล้เคียง พร้อมทั้งมีประสิทธิภาพในการสนับสนุนการทำงานได้อย่างสูงสุด

## 5.2 อภิปรายผลการศึกษา

การพัฒนาการพัฒนาระบบนำร่องและแผนที่พลังงานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาคู่มือด้านพลังงาน โดยวิธีแผนที่และระบบนำร่องด้านพลังงาน เพื่อใช้กับอาคารต่างๆรวมถึงทำการประเมินปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากฐานข้อมูลด้านพลังงานในอาคารประเภทสถานศึกษาโดยใช้โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น

เมื่อได้พัฒนาโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์แล้วได้ทำการทดสอบโดยใช้อาคารประเภทสถานศึกษา เพื่อให้ได้โครงสร้างการใช้พลังงานของอาคารในทุกๆระบบ เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง ระบบระบบสื่อการเรียนการสอน และระบบลิฟต์โดยสารสำหรับอาคารรวมถึงการใช้ระบบนำร่องเพื่อประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าจากข้อมูลด้านพลังงานของอาคาร และ ครรชนี การใช้พลังงาน ซึ่งโปรแกรมสามารถแสดงผลได้หลายรูปแบบได้แก่ แบบแผนที่ภาพรวมทั้งอาคาร แบบแผนที่ภาคพิจารณาเป็นชั้น แบบแผนที่เขตพิจารณาเป็นห้อง และแบบแผนที่เขตย่อยที่เป็น การพิจารณารายอุปกรณ์ ในการทำงานด้านพลังงานในปัจจุบันที่ประกอบด้วย การจัดเก็บข้อมูลในด้านของเครื่องจักรอุปกรณ์ (ตาม EMS ข้อ 3 การประเมินศักยภาพด้านเทคนิค) ระบบต่างๆ และ

ดรชนีต่างๆ รวมถึงการทำข้อมูลด้านพลังงาน นั้นยังไม่มีหรือนำเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์วิจัยนี้ จึงเป็นการพัฒนาโปรแกรมระบบฐานข้อมูลและระบบนำร่องเพื่อการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลงาน วิศวกรรมและการเป็นการทำระบบสนับสนุนในการทำงานด้านพลังงานที่สมบูรณ์แบบที่มีการ ผสมผสานการเก็บข้อมูลอุปกรณ์ การใช้พลังงาน การนำร่องหรือประเมินข้อมูลด้านพลังงานอย่าง ครบถ้วนจะทำให้เกิดการยกระดับและสนับสนุนการทำงานพลังงานตามกฎหมายและตาม มาตรฐาน ISO-50001 ได้รวมถึงจะสามารถทำให้การสนับสนุนและวางแผนของอาคารเพื่อให้เป็น "อาคารเขียวหรือ อาคารอนุรักษ์พลังงาน" ได้อย่างดียิ่ง

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาระบบระบบนำร่องและแผนที่พลังงานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อ สนับสนุนในการทำงานด้านพลังงานตามกฎหมายได้อย่างเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดทั้ง ยังเป็นฐานข้อมูลด้านพลังงาน เพื่อให้เกิดความถูกต้องและครบถ้วน และสามารถนำไปใช้งานรวมถึง พัฒนาต่อเนื่องให้ระบบมีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูงสุดควรต้องมีการพัฒนาวิธีการจัดเก็บ รายละเอียดของข้อมูลที่ย่อยและสะดวก รวมถึงสามารถใส่ข้อมูลรายละเอียด รวมถึงการใส่ข้อมูลรายละเอียด การทำงานและการบำรุงรักษาของอุปกรณ์ รวมถึงเวลาที่ต้องทำการบำรุงรักษาต่อไป ข้อมูลด้านเทคนิค อื่นๆเช่นวิธีการต่อวงจรอย่างถูกต้อง รวมถึงการใช้งานและการป้อนค่าระยะเวลาการบำรุงรักษา และ การจัดตั้งงบประมาณในการซ่อมบำรุงรวมถึงการแจ้งเตือนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆจะทำให้ระบบ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสมบูรณ์ที่สุดซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบนำร่องและ แผนที่พลังงาน อย่างไรก็ตามเพื่อให้สมบูรณ์ที่สุดควรมีการพัฒนาระบบต่างๆดังนี้

1. ระบบโครงสร้างการป้อนข้อมูล ระบบอุปกรณ์และรายละเอียดต่างๆของ สาธารณูปโภคภายในอาคารหรือแม้แต่จะเป็นโรงงาน ระบบนี้ต้องสามารถป้อนข้อมูลได้ง่ายโดยทำ การจัดเก็บข้อมูลรายละเอียด พร้อมทั้งทำการแยกข้อมูลตามหมวดของระบบและข้อมูล ประกอบการคำนวณในระบบนำร่องโดยอัตโนมัติ เพื่อความสะดวกในการป้อนข้อมูลอีกทั้งในการ หาข้อมูลต้องเข้าถึงและทำได้ง่ายและสะดวก

2. ระบบการแบ่งลักษณะการใช้งานของพื้นที่และการทำงานในกรณีของอาคารหรือ โรงงานที่มีรูปแบบพื้นที่ต่างกันในแต่ละและแนวระดับโปรแกรมจึงควรมีระบบแยกประเภทและ จัดข้อมูลที่ที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำงานวางแผนจัดทำฐานข้อมูลของผู้ใช้งาน

3. ตารางเก็บบันทึกข้อมูลและแสดงผลควรสามารถเป็นตารางหรือกราฟที่สามารถ โอนย้ายไปสู่โปรแกรม Microsoft Word หรือ Microsoft Excel เพื่อสามารถใช้ในการทำรายงาน อนุรักษ์พลังงานได้ง่าย

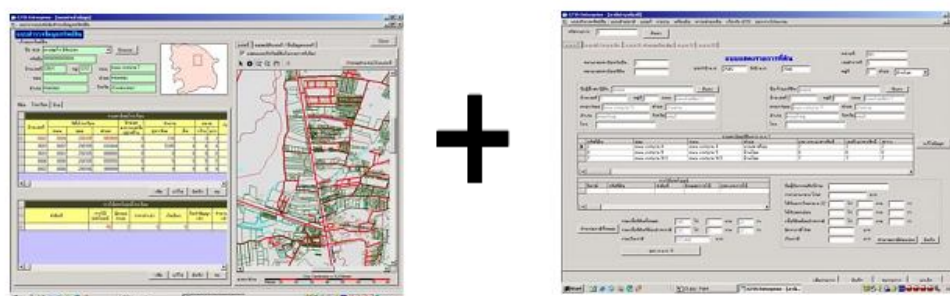
4. ในด้านความถูกต้องในการประมวลผลการใช้พลังงานควรพัฒนาสมการเลียนแบบระบบการทำงานที่มีความถูกต้องสูงเพื่อลดค่าความผิดพลาดของส่วนภาคคำนวณในระบบนำร่องด้านพลังงานจากการวิจัยพบว่าการกำหนดความสัมพันธ์ของสูตรการคำนวณค่าต่างๆ ต้องมีความถูกต้องตามหลักการทางทฤษฎี แม้จะมีการเพิ่มปัจจัยด้าน การใช้งานและการบำรุงรักษาเข้าไปแล้วแต่ผลที่ได้ยังมีความผิดพลาดอยู่ที่ 2-5% หากต้องการความถูกต้องสมบูรณ์ที่มากขึ้นและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพต้องมีการพัฒนาสมการเลียนแบบระบบใหม่

5. ในด้านของการเก็บค่าการใช้พลังงานเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องและแม่นยำที่สุด ควรมีการนำค่าจากการตรวจวัดอุปกรณ์จริงด้วยเครื่องมือวัดที่มีความถูกต้องและแม่นยำ รวมถึงใช้ทีมตรวจวัดที่มีความชำนาญ และเชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือวัดจะทำให้ผลการนำร่องสำเร็จไปด้วยดี และมีความแม่นยำได้สูงสุด

6. การพัฒนาฐานข้อมูลด้านพลังงานในส่วนของรายละเอียดอุปกรณ์ระบบต่างๆ ในส่วนของแผนที่พลังงานเขตย่อยนั้น ควรมีข้อมูลรายละเอียดที่เพิ่มเติมในส่วนของการวัดการซ่อมบำรุงในแต่ละระบบ รวมถึง ผลของการตรวจสอบอุปกรณ์รายเดือน หรือรายปี รวมถึงการเพิ่มระบบอำนวยความสะดวกในการแจ้งเตือนการบำรุงรักษา รวมถึงระบบสืบค้นข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงของอุปกรณ์ในระบบนั้นอีกด้วย

ในด้านของการพัฒนาระบบนำร่องและแผนที่พลังงานนั้นสามารถนำไปพัฒนาให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น โดยสามารถทำวิจัยขยายผลของการจัดทำฐานข้อมูลด้านพลังงานได้อีก ดังนี้

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการจัดทำฐานข้อมูลด้านพลังงานแบบแผนที่พลังงานร่วมกับแผนที่และระบบนำร่องแบบตารางโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะสามารถแสดงผลแผนที่ที่เป็นรูปภาพและ การแสดงผลที่เป็นกราฟ ตาราง แผนภาพที่เกิดขึ้นได้ในทุกส่วนโดยโปรแกรมจะสามารถแสดงภาพอาคารแบบ 3 มิติ มาใช้ในเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลที่ตั้งอาคาร และแสดงถึงการวางระบบหรือการติดตั้งอุปกรณ์ภายในอาคารในรูปแบบ 3 มิติ เพื่อเป็นสื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ด้วยการเชื่อมโยงไว้กับแผนที่ กับระบบฐานข้อมูลซึ่งแทนขนาดและจำนวนความจริง ของอาคารแสดงดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงการผสมผสานการจัดการระบบจัดการพลังงานสำหรับอาคาร

ที่มา: ภัทรานิษฐ์ (2553) การพัฒนาระบบสารสนเทศด้านพลังงานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

2. การนำโปรแกรมสำหรับงานด้านการบำรุงรักษาผนวกเข้ากับระบบนำร่องและแผนที่พลังงานโดยการผนวกตารางจัดเก็บข้อมูลและการจัดการบำรุงรักษาตาม โปรแกรมวางแผนบำรุงรักษาเพื่อกำหนด แจ้งเตือนและจัดการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับอาคารทั้งหมดลงบนโปรแกรมนำร่องและแผนที่พลังงาน

3. โปรแกรมสนับสนุนการจองห้องพัก จัดห้องเรียน ห้องประชุม หรือการจัดการห้องคนไข้ ซึ่งโปรแกรมจะแสดงได้ว่าห้องใดว่าง ไม่มีการใช้งาน รวมถึงพลังงานและครุภัณฑ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นและสามารถจองห้องว่างได้ รวมถึงมีระบบรหัสป้องกันสำหรับผู้ใช้งานที่จะทำการจองห้องได้ คล้ายกับโปรแกรมจองบัตรชมภาพยนตร์

ปัจจัยที่สำคัญ ในการวางแผนงานและเก็บข้อมูลในด้านพลังงานนั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการทำงานด้านพลังงาน ในอาคารและโรงงาน การป้อนข้อมูลระบบที่ละเอียด พร้อมกับวัดค่าการใช้พลังงานโดยใช้เครื่องมือวัดที่มีความถูกต้องและแม่นยำ และแบ่งลักษณะพื้นที่ในการใช้งานอย่างชัดเจน ทำให้ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลถูกต้องที่สุดทำให้วางแผนการใช้พลังงานได้อย่างง่ายสะดวกขึ้น มีศักยภาพขึ้น สามารถประเมินการใช้พลังงานได้ในทุกส่วนตั้งแต่ภาพรวมถึงส่วนย่อยเพียงอุปกรณ์เดียวการวิจัยนี้ จึงเป็นเรื่องที่ควรศึกษาและพัฒนาในระดับที่ลงลึกไปอีกอย่างต่อเนื่อง