บทที่ 3
การพัฒนาระบบการจัดทำรายงานการวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร

3.1 ความเป็นมาของระบบ

ในการจัดทำรายงานการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร จำเป็นที่จะต้องมีการจัดทำให้อยู่ในรูปแบบของรายงานการตรวจวิเคราะห์ฯ ที่ผู้อ่านรายงานจะสามารถเข้าใจและนำไปใช้ได้โดยสามารถตรวจสอบถึงที่มาของข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องได้ง่าย ซึ่งรูปแบบในการจัดทำรายงานการตรวจวิเคราะห์ฯ นั้น มีความซับซ้อนจึงทำให้เกิดความผิดพลาดจากผู้จัดทำรายงานการตรวจวิเคราะห์ฯ และทำให้เกิดความไม่สะดวกในการทำงานขึ้น จึงต้องการระบบที่จะเข้ามาช่วยในการสร้างรายงานการตรวจวิเคราะห์ฯ ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดทำรายงานการตรวจวิเคราะห์ฯ เพื่อช่วยลดปัญหาความซับซ้อนของรูปแบบรายงานการตรวจวิเคราะห์ฯและความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากผู้จัดทำรายงานการตรวจวิเคราะห์ฯ และสามารถแสดงผลรายงานที่สำเร็จรูปสามารถนำเสนอได้ทันที ดังนั้นการศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้ได้พัฒนาระบบการจัดทำรายงานการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร (Building Energy Auditing Report System) ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับระบบดังนี้

3.2 ข้อกำหนดภายในระบบ

3.2.1 ข้อกำหนดทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์

- หน่วยประมวลผลกลางความเร็ว 133 เมกะเฮิรตซ์ หรือสูงกว่า
- หน่วยความจำหลักขนาด 32 เมกะไบต์
- ฮาร์ดดิสก์ควรมีพื้นที่ว่างประมาณ 30 เมกะไบต์
- ความละเอียดของจอภาพขนาด 800 x 600 แบบตัวอักษรเล็ก
- Compatible Mouse
- ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 95/98/Me

3.2.2 ข้อมูลอินพุตของอาคาร

สามารถป้อนข้อมูลอินพุต ที่ได้จากการตรวจวัดพลังงานของอาคารจำนวนไม่น้อยกว่า 6 อินพุต ได้แก่

1. ข้อมูลทั่วไป
2. ข้อมูลระบบไฟฟ้ากำลัง
3. ข้อมูลระบบแสงสว่าง
4. ข้อมูลระบบปรับอากาศ
5. ข้อมูลระบบกรอบอาคาร
6. ข้อมูลระบบความร้อน

3.2.3 การคำนวณมาตรการวิเคราะห์พลังงานในอาคาร

ผลการคำนวณมาตรการวิเคราะห์พลังงานในอาคารที่แสดงในระบบฯ จะประกอบด้วยมาตรการทางด้านพลังงานไฟฟ้า 10 มาตรการ คือ

1. การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
2. การติดตั้งตัวเก็บประจุ (Capacitor) ที่หม้อแปลงไฟฟ้า
3. การติดตั้งตัวเก็บประจุ (Capacitor) ที่ตู้เมนไฟฟ้าหลัก (MDB)
4. การปรับ Tap หม้อแปลงไฟฟ้า
5. การใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (High EER)
6. การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
7. การใช้หลอดชนิดประหยัดพลังงาน
8. การใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง
9. การใช้บัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงาน แบบ Low Watt Loss High Power Factor
10. การใช้บัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงาน แบบ Electronic

มาตรการทางด้านพลังงานความร้อน 4 มาตรการ คือ

1. การปรับอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงให้เหมาะสม
2. การหุ้มฉนวนอุปกรณ์ใช้ความร้อน
3. การเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิง
4. การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่

มาตรการทางด้านระบบกรอบอาคาร 2 มาตรการ คือ

1. การติดฟิล์มกรองแสงที่กระจก
2. การบุฉนวนกันความร้อนที่ฝ้าเพดานของพื้นที่ปรับอากาศชั้นบนสุด

3.2.4 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ที่แสดงในระบบฯ ได้แก่

1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด
2. ระยะเวลาคืนทุน
3. อัตราผลตอบแทนการคืนทุน(IRR)

3.3 ข้อจำกัดในการพัฒนาระบบ

3.3.1 การทำรายงานการตรวจวิเคราะห์ฯ จากคุณภาพรายงานที่ต้องการมีเพียงโปรแกรม Microsoft Excel และโปรแกรม Microsoft Word เท่านั้นที่จะสามารถสร้างรายงานให้มีคุณภาพตามที่ต้องการได้ ผู้วิจัยจึงได้แก้ไขปัญหาโดยการใช้ส่วนควบคุมแบบ OLE (Object Linking Embedding) ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงการทำงานหรือข้อมูลระหว่างโปรแกรม Microsoft Visual Basic กับโปรแกรม Microsoft Excel และโปรแกรม Microsoft Word มาใช้งานซึ่งจะช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้

3.3.2 เนื่องจากรูปแบบของรายงานการตรวจวิเคราะห์ฯ มีความซับซ้อนมากจึงไม่สามารถสร้างแฟ้มข้อมูลของรายงานที่สร้างจากโปรแกรม Microsoft Excel ให้อยู่แฟ้มข้อมูลเดียวได้ ปัญหาดังกล่าวได้แก้ไขโดยการแยกแฟ้มข้อมูลออกเป็น 10 แฟ้มข้อมูลคือ แฟ้มข้อมูลปกรายงาน , แฟ้มข้อมูลบทคัดย่อ , แฟ้มข้อมูลสารบัญ , แฟ้มข้อมูลบทที่1 , แฟ้มข้อมูลบทที่2 , แฟ้มข้อมูลบทที่3 , แฟ้มข้อมูลบทที่4 , แฟ้มข้อมูลบทที่5 , แฟ้มข้อมูลภาคผนวก ก และแฟ้มข้อมูลภาคผนวก ข ซึ่งจะช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้

3.4 การพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบการจัดทำรายงานการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร ผู้วิจัยได้พยายามหาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบฯ โดยคำนึงถึงรูปแบบของรายงานการตรวจวิเคราะห์ฯ และความสะดวกในการใช้งานเป็นหลัก ซึ่งพบว่าโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 ที่ใช้กับระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows เหมาะสมกับคุณสมบัติดังกล่าว เนื่องจากเห็นว่ามีโครงสร้างของภาษามาจากโปรแกรมภาษา BASIC ซึ่งเป็นภาษาที่เหมาะสำหรับบุคคลที่ยังไม่เคยพัฒนาโปรแกรมมาก่อนและภาษา BASIC นี้ถือเป็นภาษาชั้นสูงในยุคต้นๆ เนื่องจากคำสั่งใช้งานได้ง่าย มีฟังก์ชั่นให้เลือกใช้มาก สามารถจัดการแฟ้มข้อมูลง่าย มีความสวยงาม มีความเหมาะสมทั้งด้านงานวิศวกรรมและธุรกิจ และยังสามารถทำงานร่วมกับ โปรแกรม Microsoft Word และโปรแกรม

Microsoft Excel ได้ง่าย จึงพิจารณาเลือกใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 เป็นภาษาหลักในการพัฒนาต้นแบบระบบการจัดทำรายงานการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารนี้

จากความเป็นมาและข้อจำกัดของระบบผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบฯ ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการและข้อจำกัดเบื้องต้น โดยโครงสร้างหลักของระบบฯ จะประกอบด้วยส่วนการทำงานหลัก 3 ส่วนดังนี้

ก. ส่วนสร้างข้อมูลโครงการใหม่

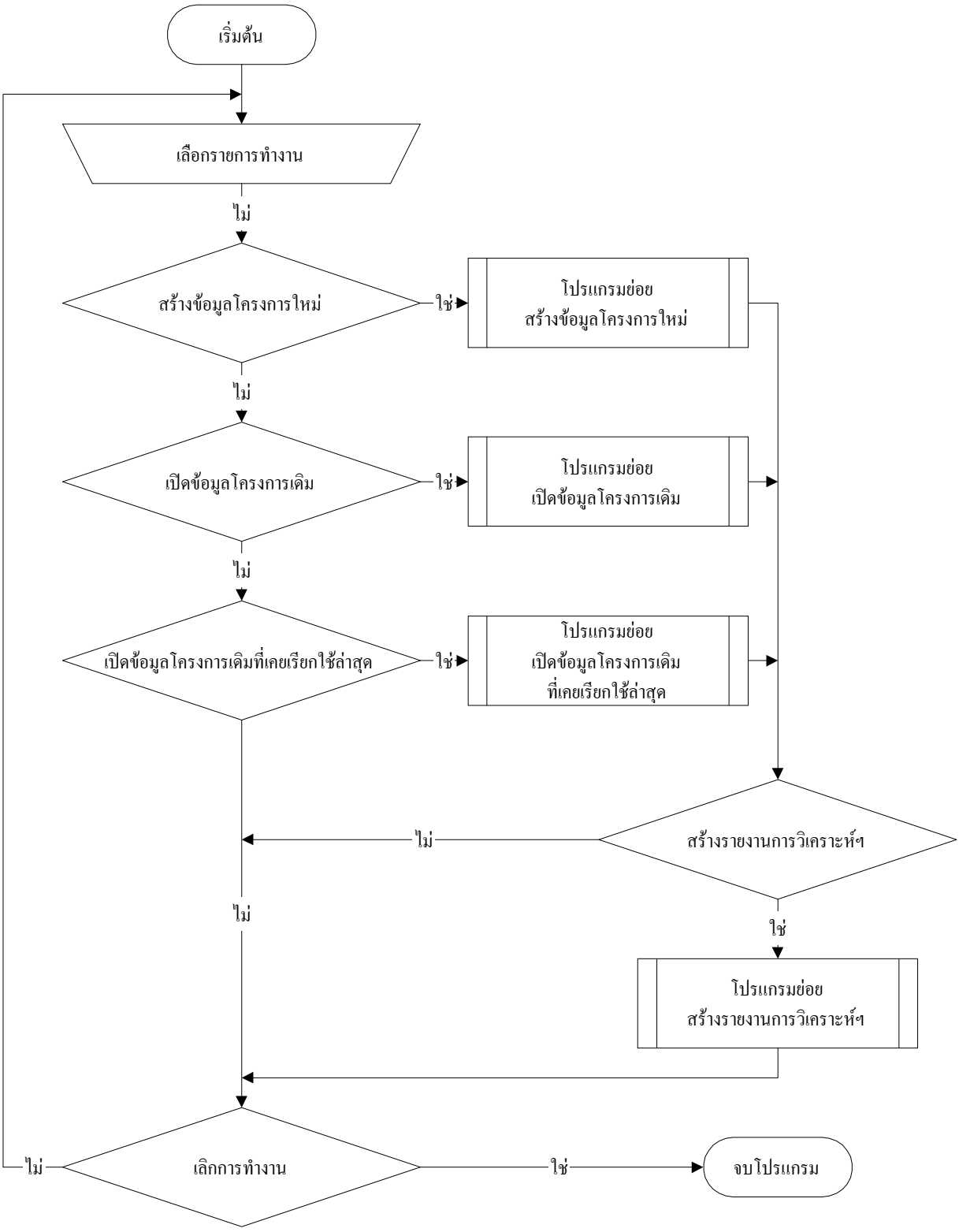
ข. ส่วนเปิดข้อมูลโครงการเดิม

ค. ส่วนเปิดข้อมูลโครงการเดิมที่เคยเรียกใช้ล่าสุดย้อนหลัง 5 โครงการ

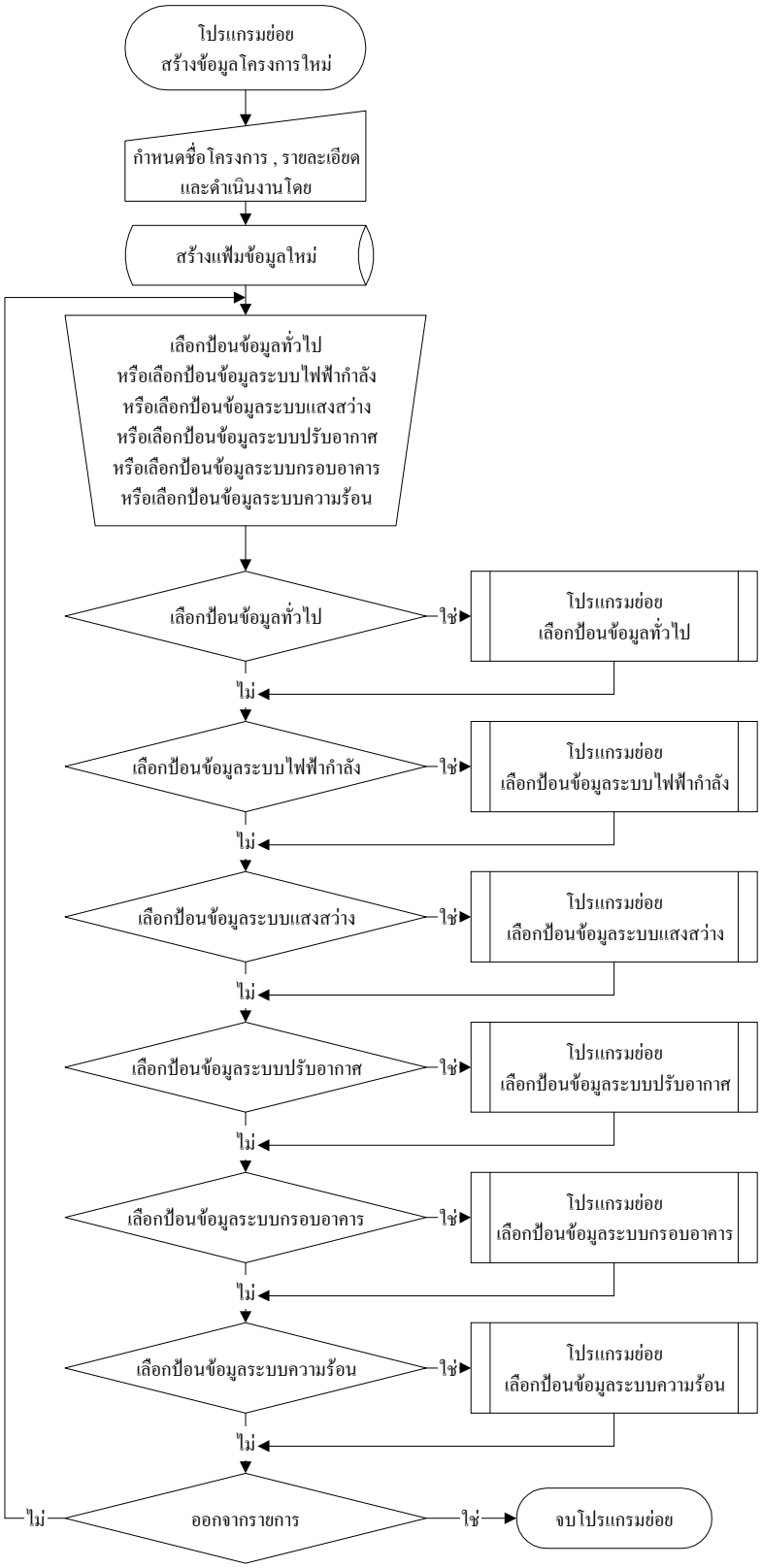
เมื่อเริ่มต้นทำงาน โปรแกรมหลักจะมีรายการให้เลือกทำงานส่วนต่างๆ ตามที่ต้องการแผนผังลำดับการทำงานของโปรแกรมหลัก แสดงดังรูปที่ 3.1

3.4.1 โปรแกรมย่อยสร้างข้อมูลโครงการใหม่

โปรแกรมย่อยสร้างข้อมูลโครงการใหม่ มีแผนผังลำดับการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.2 เมื่อเริ่มต้นโปรแกรมจะต้องกำหนดชื่อโครงการ , รายละเอียดของโครงการ และดำเนินโดย จากนั้นโปรแกรมจะสร้างแฟ้มข้อมูลโครงการใหม่ พร้อมกับเข้ารายการป้อนข้อมูลโครงการจะประกอบด้วย ป้อนข้อมูลทั่วไปของอาคาร , ป้อนข้อมูลระบบไฟฟ้ากำลัง , ป้อนข้อมูลระบบแสงสว่าง , ป้อนข้อมูลระบบปรับอากาศ , ป้อนข้อมูลระบบกรอบอาคาร และข้อมูลระบบความร้อน แต่ถ้ามีการเลือกออกจากรายการก็จะออกจากโปรแกรมย่อยกลับเข้าสู่โปรแกรมหลักของระบบ



รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังลำดับการทำงานของโปรแกรมหลัก



รูปที่ 3.2 โปรแกรมย่อยสร้างข้อมูลโครงการใหม่

3.4.2 โปรแกรมย่อยเปิดข้อมูลโครงการเดิม

โปรแกรมย่อยเปิดข้อมูลโครงการเดิม มีแผนผังลำดับการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.3 เมื่อเริ่มต้นโปรแกรมจะต้องกำหนดชื่อแฟ้มข้อมูลโครงการเดิม จากนั้นโปรแกรมจะเปิดแฟ้มข้อมูลโครงการเดิม พร้อมกับเข้ารายการป้อนข้อมูลโครงการจะประกอบด้วย ป้อนข้อมูลทั่วไปของอาคาร , ป้อนข้อมูลระบบไฟฟ้ากำลัง , ป้อนข้อมูลระบบแสงสว่าง , ป้อนข้อมูลระบบปรับอากาศ , ป้อนข้อมูลระบบกรอบอาคาร และข้อมูลระบบความร้อน แต่ถ้ามีการเลือกออกจากรายการก็จะออกจากโปรแกรมย่อยกลับเข้าสู่โปรแกรมหลักของระบบ

3.4.3 โปรแกรมย่อยเปิดข้อมูลโครงการเดิมที่เคยเรียกใช้ล่าสุด

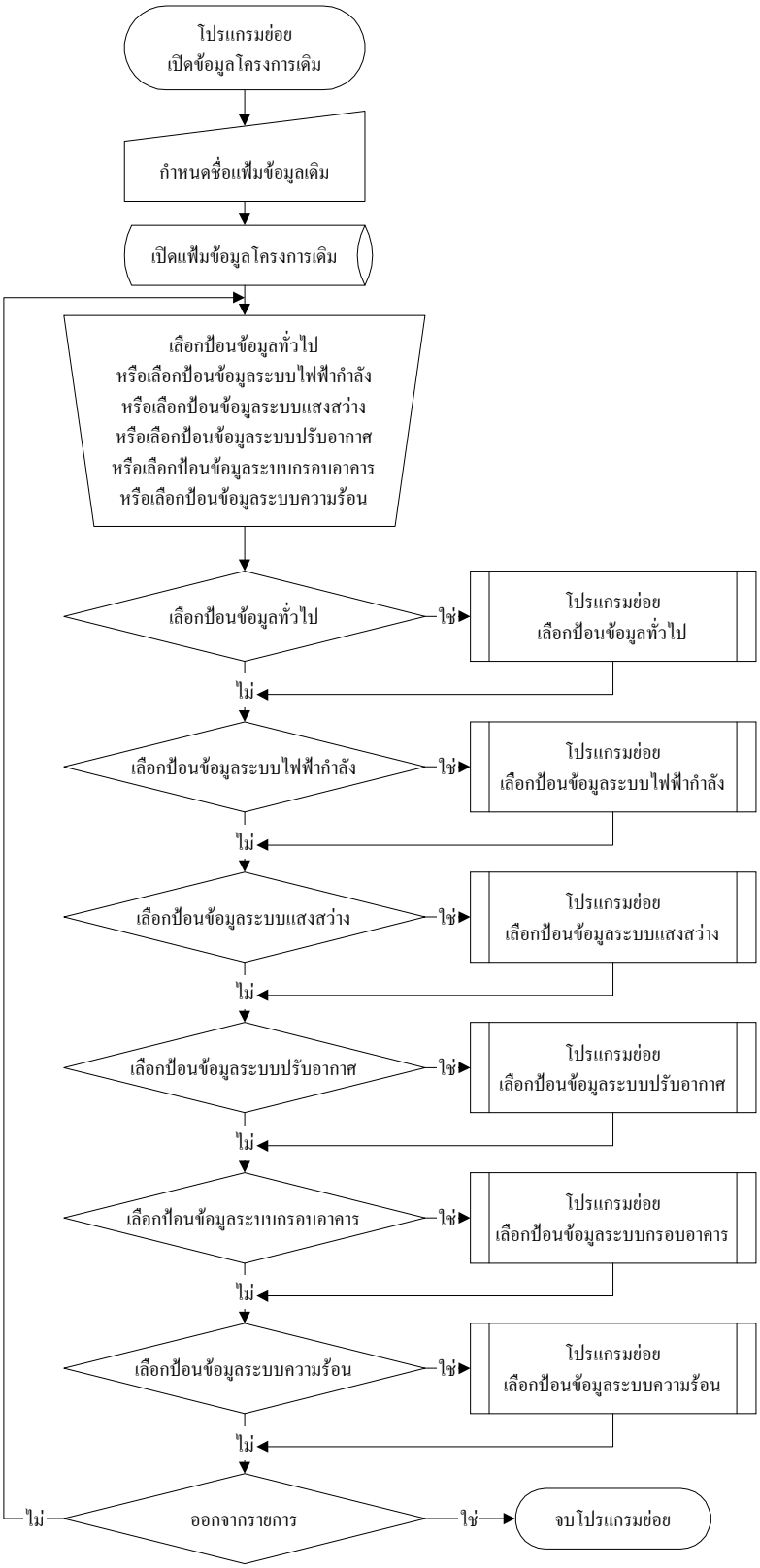
โปรแกรมย่อยเปิดข้อมูลโครงการเดิมที่เคยเรียกใช้ล่าสุด มีแผนผังลำดับการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.4 เมื่อเริ่มต้นโปรแกรมจะต้องกำหนดชื่อแฟ้มข้อมูลโครงการเดิม จากนั้นโปรแกรมจะเปิดแฟ้มข้อมูลโครงการเดิม พร้อมกับเข้ารายการป้อนข้อมูลโครงการจะประกอบด้วย ป้อนข้อมูลทั่วไปของอาคาร , ป้อนข้อมูลระบบไฟฟ้ากำลัง , ป้อนข้อมูลระบบแสงสว่าง , ป้อนข้อมูลระบบปรับอากาศ , ป้อนข้อมูลระบบกรอบอาคาร และข้อมูลระบบความร้อน แต่ถ้ามีการเลือกออกจากรายการก็จะออกจากโปรแกรมย่อยกลับเข้าสู่โปรแกรมหลักของระบบ

3.4.4 โปรแกรมย่อยสร้างรายงานการวิเคราะห์ฯ

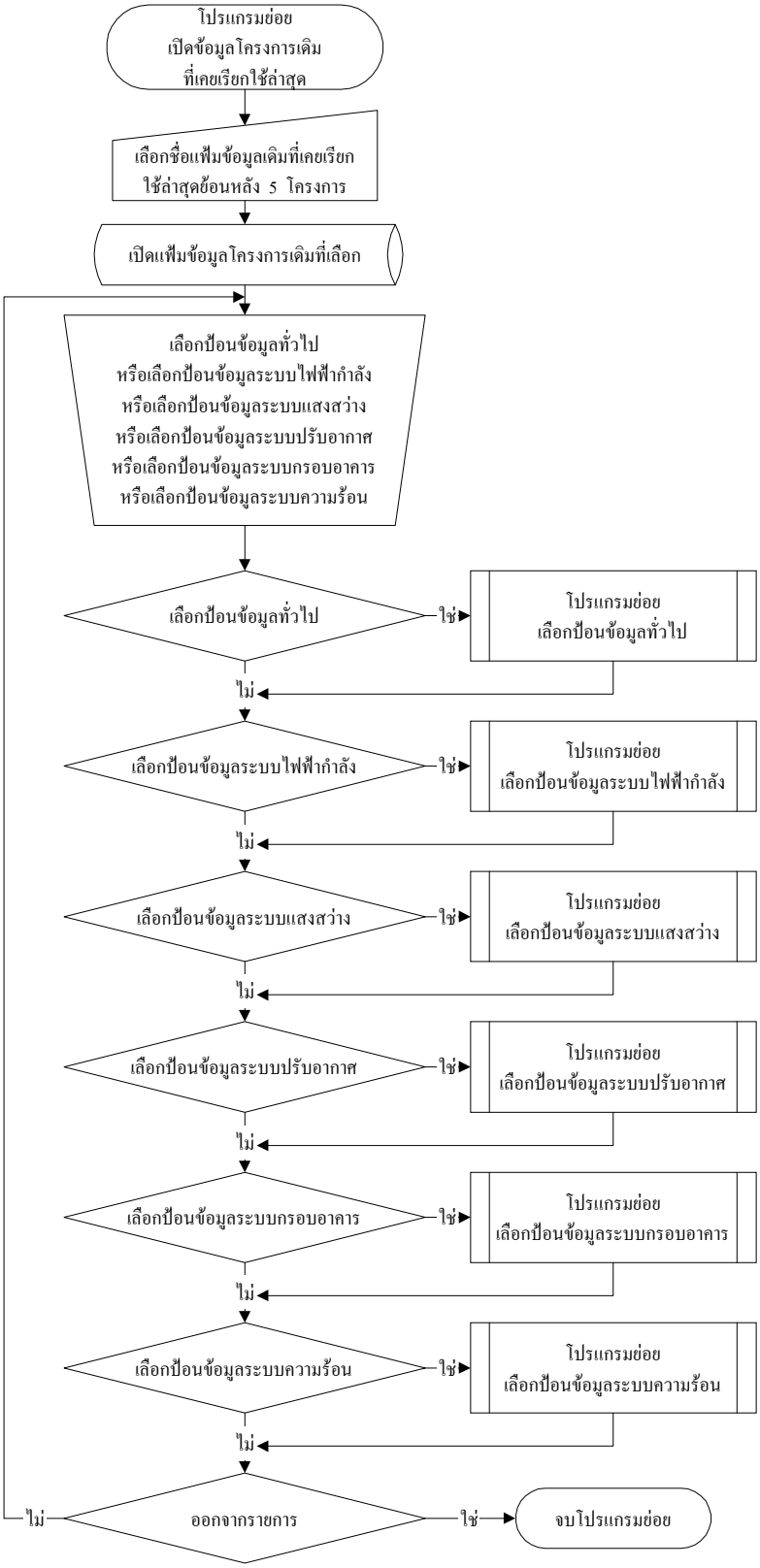
โปรแกรมย่อยสร้างรายงานการวิเคราะห์ฯ มีแผนผังลำดับการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.5 เมื่อเริ่มต้น จะต้องกำหนดไดเรกทอรีสำหรับการสร้างรายงานการวิเคราะห์ฯก่อน จากนั้นจะทำการตรวจสอบและค้นหาโปรแกรม Microsoft Excel และโปรแกรม Microsoft Word บนระบบปฏิบัติการ ถ้าไม่พบก็จะออกจากโปรแกรมย่อยทันที ต่อไปก็จะทำการตรวจสอบแฟ้มข้อมูลของระบบถ้าถูกต้องระบบก็จะทำงานต่อ แต่ถ้าไม่ถูกต้องระบบก็จะออกจากโปรแกรมย่อยทันที เมื่อตรวจสอบการทำงานถูกต้องหมดแล้ว ก็จะเริ่มสร้างรายงานโดยเริ่มจากสร้างรายงานภาคผนวก ก. , บทที่ 1 , ภาคผนวก ข. , บทที่ 2 , บทที่ 3 , บทที่ 4 , บทที่ 5 , บทคัดย่อ , สารบัญ และปกรายงาน ตามลำดับ

3.4.5 โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลทั่วไป

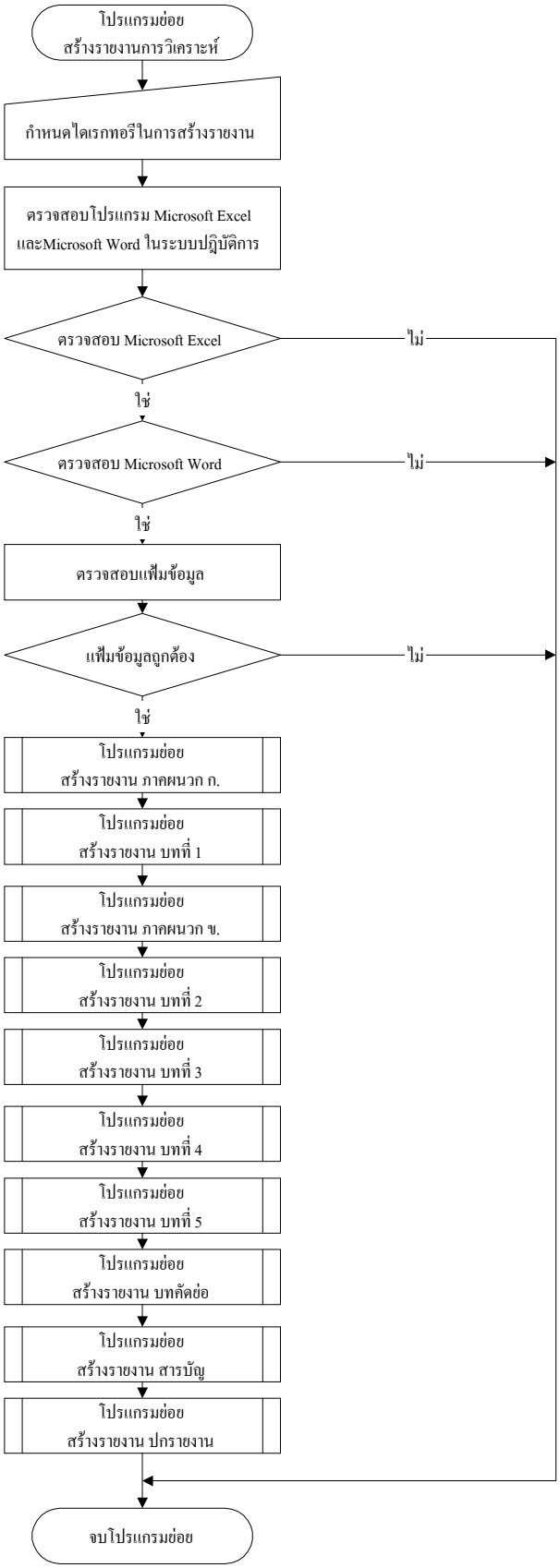
โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลทั่วไป มีแผนผังลำดับการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.6 เมื่อเริ่มต้นโปรแกรมจะเปิดแฟ้มข้อมูลทั่วไปของอาคาร จากนั้นจะเข้าสู่รายการเลือกป้อนข้อมูลทั่วไป หรือเลือกป้อนข้อมูลการใช้เชื่อเพลิงและการใช้น้ำ หรือเลือกป้อนข้อมูลอุปกรณ์อื่นๆ เมื่อป้อนข้อมูลครบแล้วโปรแกรมจะตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ถ้าข้อมูลถูกต้องโปรแกรมก็จะทำการบันทึกข้อมูล และถ้าต้องการแก้ไขโปรแกรมก็จะกลับไปที่รายการป้อนข้อมูลอีกครั้งหนึ่ง



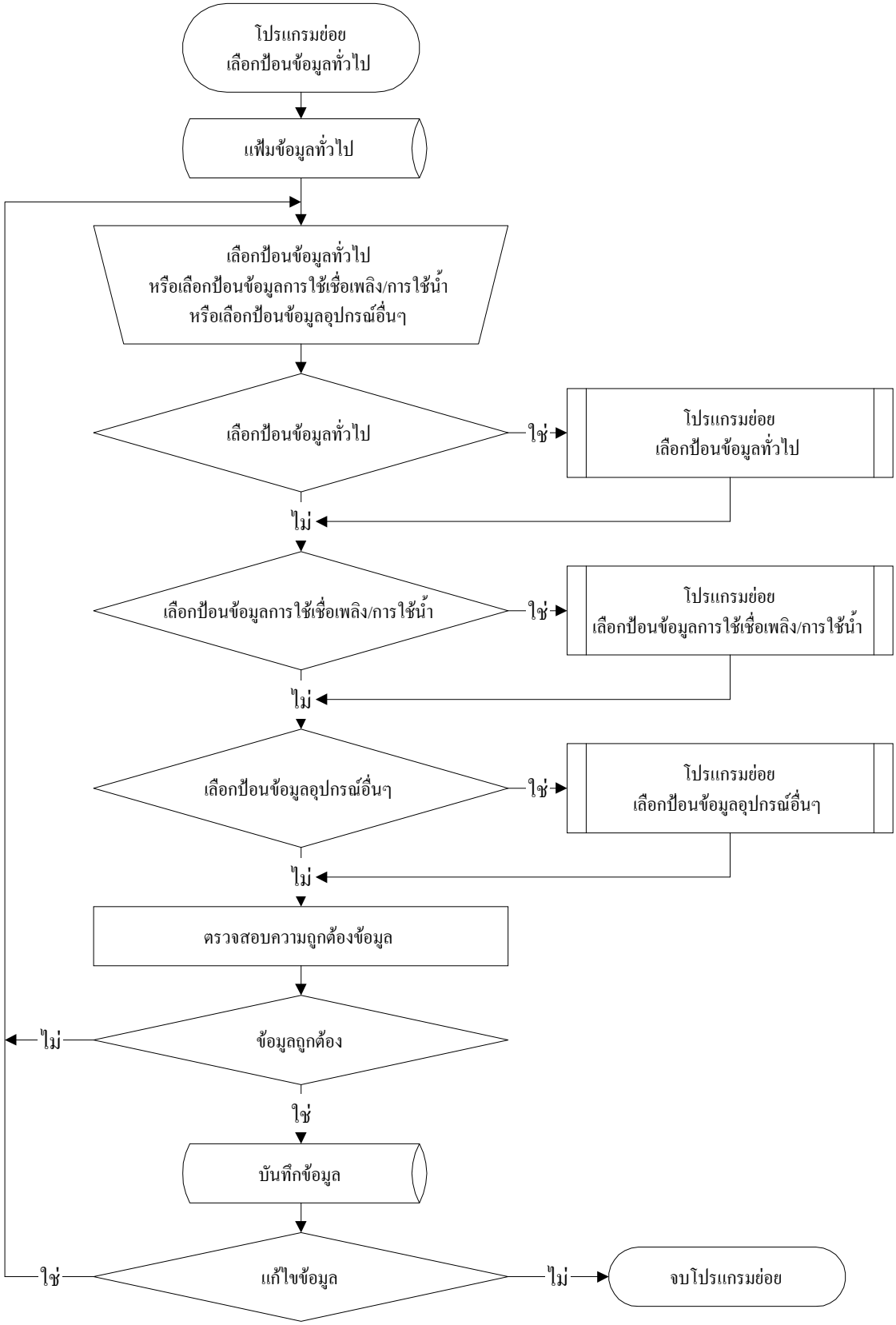
รูปที่ 3.3 โปรแกรมย่อยเปิดข้อมูลโครงการเดิม



รูปที่ 3.4 โปรแกรมย่อยเปิดข้อมูลโครงการเดิมที่เคยเรียกใช้ล่าสุด



รูปที่ 3.5 โปรแกรมย่อยสร้างรายงานการวิเคราะห์ฯ



รูปที่ 3.6 โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลทั่วไป

3.4.6 โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลระบบไฟฟ้ากำลัง

โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลระบบไฟฟ้ากำลัง มีแผนผังลำดับการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.7 เริ่มต้นโปรแกรมจะเปิดแฟ้มข้อมูลระบบไฟฟ้ากำลัง จากนั้นจะเข้าสูรายการเลือกป้อนข้อมูลค่าไฟฟ้า หรือเลือกป้อนข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า หรือเลือกป้อนข้อมูลการตรวจวัดเมนย่อย หรือเลือกป้อนข้อมูลเครื่องต้นกำลัง หรือเลือกป้อนข้อมูลเครื่องกำเนิด หรือเลือกป้อนข้อมูลเครื่องจักร หรือเลือกป้อนข้อมูลเครื่องอัดอากาศ เมื่อป้อนข้อมูลแล้วโปรแกรมจะต้องสอบความถูกต้องข้อมูลและบันทึกข้อมูลลงแฟ้มข้อมูลระบบไฟฟ้ากำลัง

3.4.7 โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลระบบแสงสว่าง

โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลระบบแสงสว่าง มีแผนผังลำดับการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.8 เริ่มต้นโปรแกรมโดยการเปิดแฟ้มข้อมูลระบบแสงสว่าง จากนั้นจะเข้าสู่รายการเลือกป้อนจะประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของอาคาร , ข้อมูลหลอดไฟฟ้า , ข้อมูลโคมไฟฟ้า , ข้อมูลบัลลาสต์ และข้อมูลเวลาทำงานปัจจุบัน

3.4.8 โปรแกรมย่อยระบบปรับอากาศ

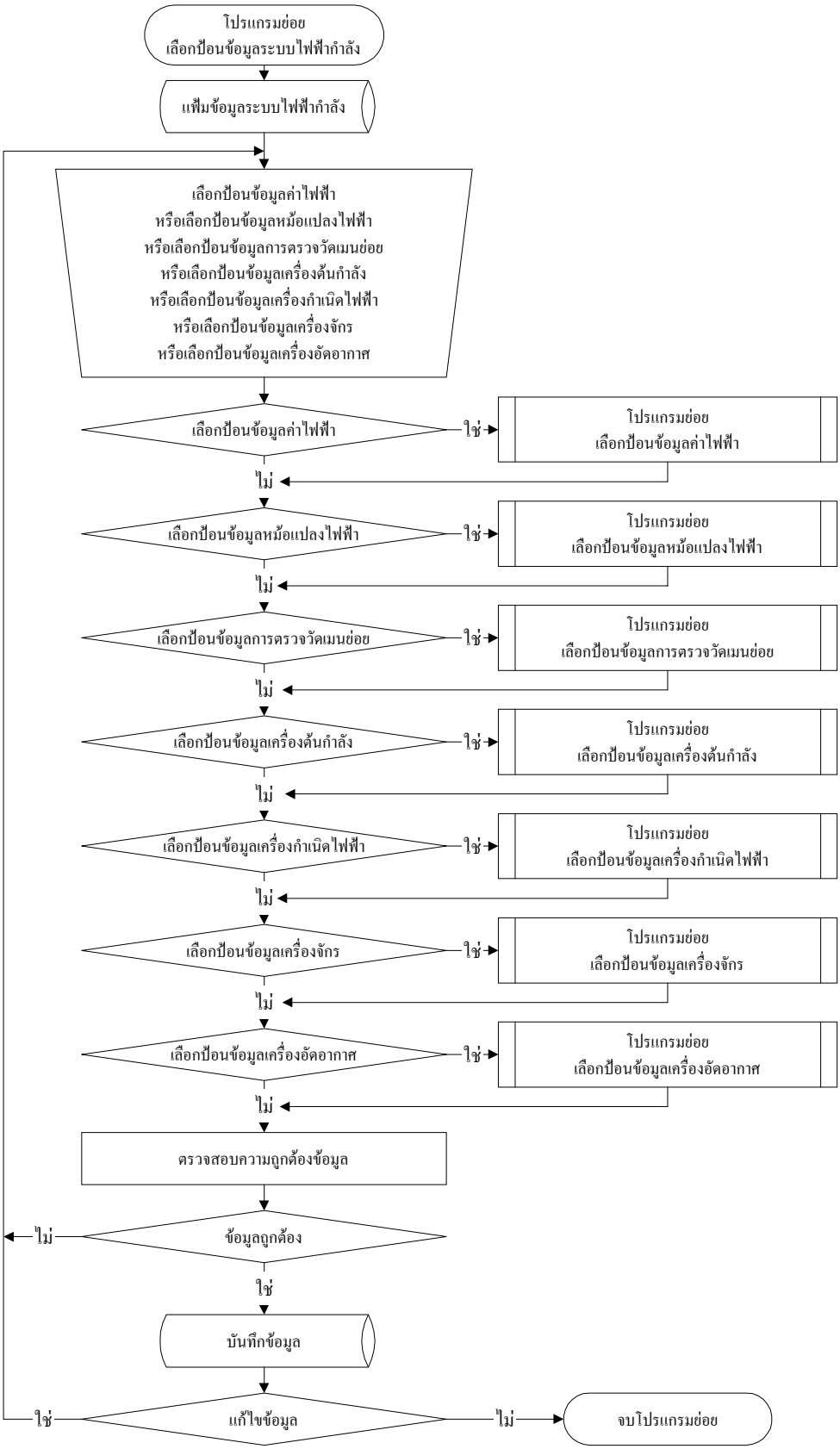
โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลระบบปรับอากาศ มีแผนผังลำดับการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.9 จะประกอบด้วยโปรแกรมย่อย ดังนี้ โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลเครื่องปรับอากาศ , โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลส่วนทำน้ำเย็น และโปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลเครื่องส่งลมเย็น(AHU) หรือเครื่องจ่ายลมเย็น (FCU)

3.4.9 โปรแกรมย่อยระบบกรอบอาคาร

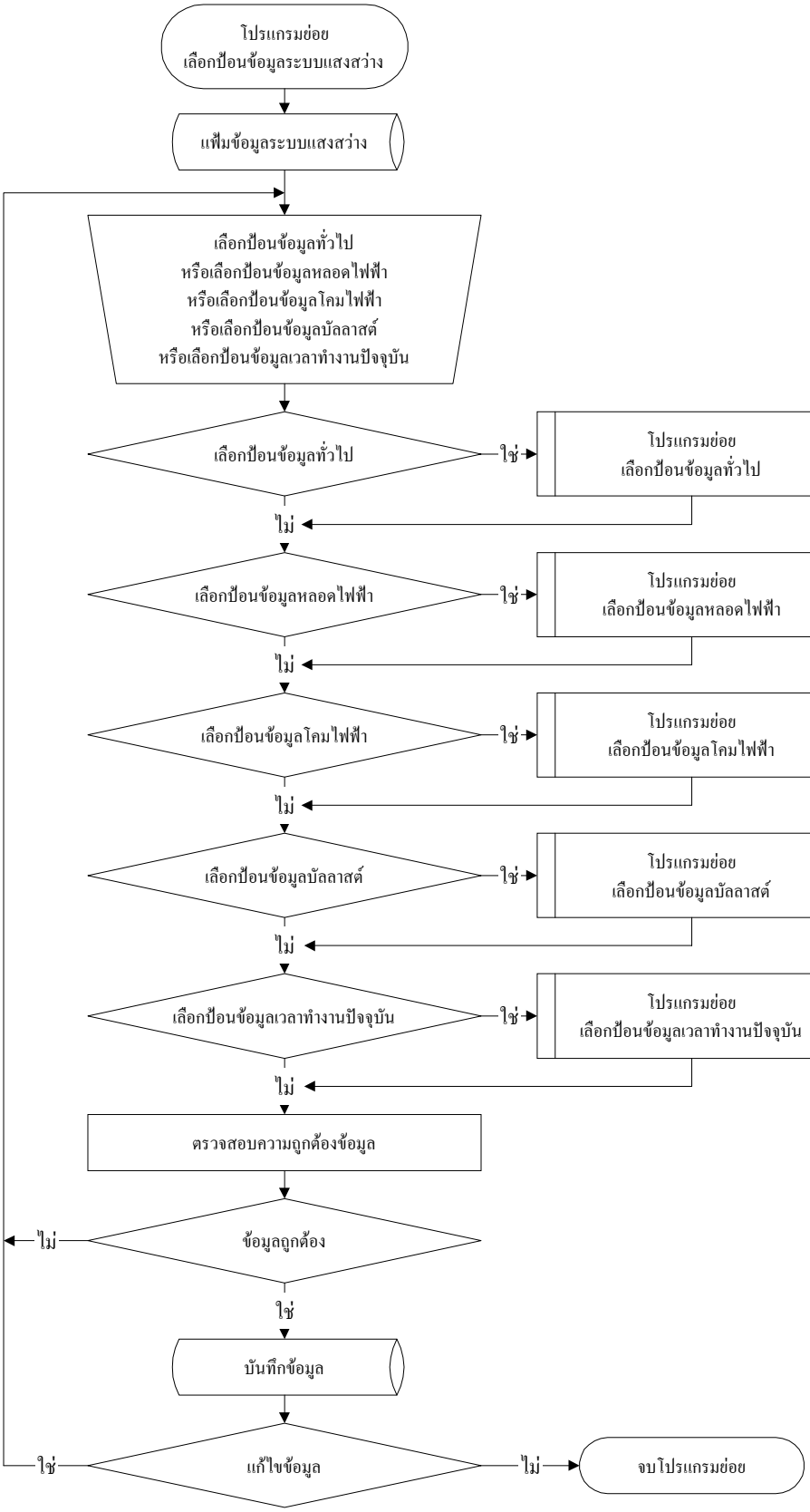
โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลระบบกรอบอาคาร มีแผนผังลำดับการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.10 จะประกอบด้วยโปรแกรมย่อยดังนี้ โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลอาคาร , โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลโครงสร้างผนังทึบ , โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลโครงสร้างผนังโปร่งแสง , โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลโครงสร้างหลังคา , โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลสรุปรายละเอียดโครงสร้างผนัง และโปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลสรุปโครงสร้างหลังคา

3.4.10 โปรแกรมย่อยระบบความร้อน

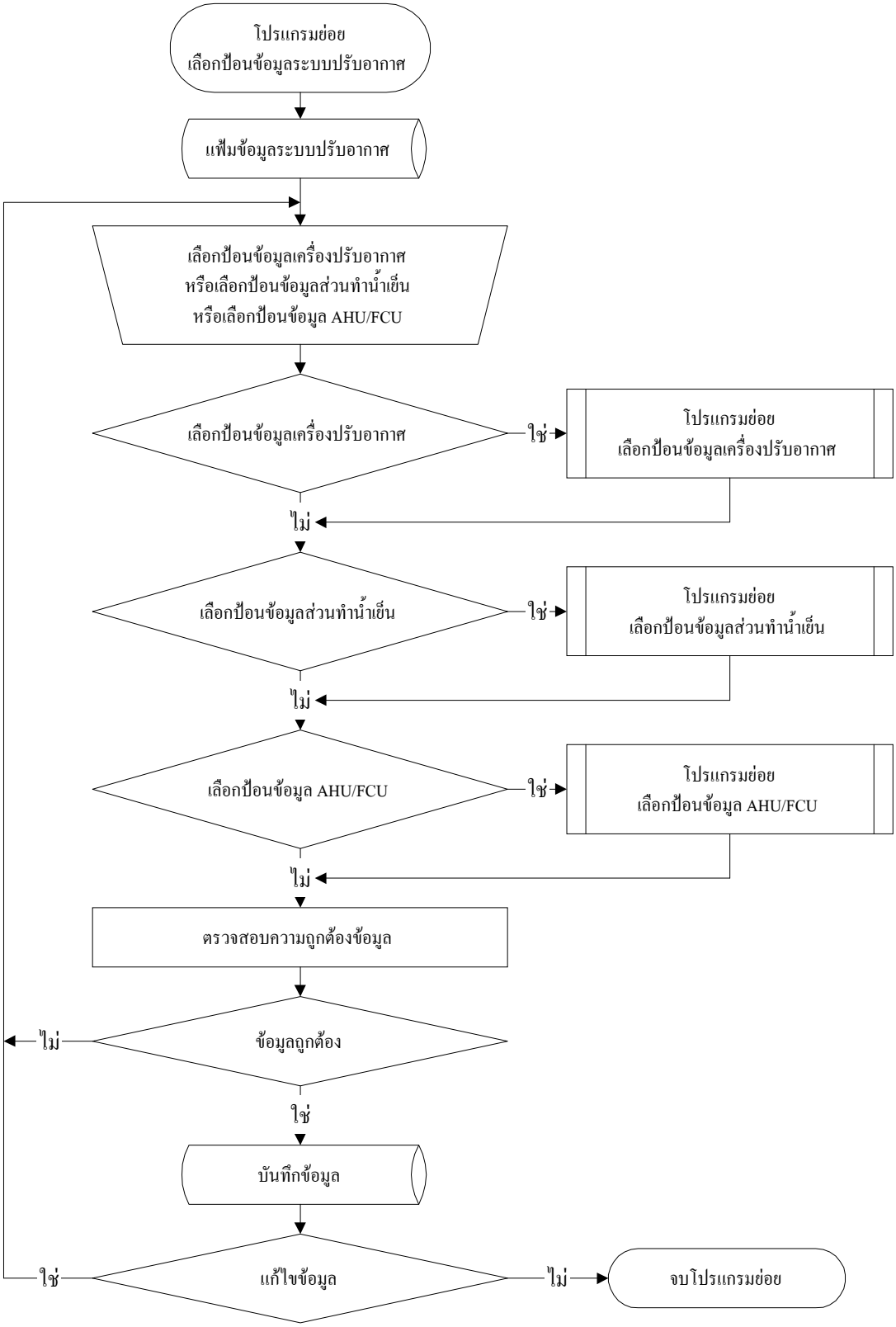
โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลระบบความร้อน มีแผนผังลำดับการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.11 จะประกอบด้วยโปรแกรมย่อยดังนี้ โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลหม้อไอน้ำ , โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลคอนเดนเสท , โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลอุปกรณ์ใช้ไอน้ำ , โปรแกรมย่อยป้อข้อมูลอุปกรณ์ใช้เชื่อเพลิงอื่นๆ , โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลอุปกรณ์ไม่ได้หุ้มฉนวน และโปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลน้ำปล่อยทิ้ง



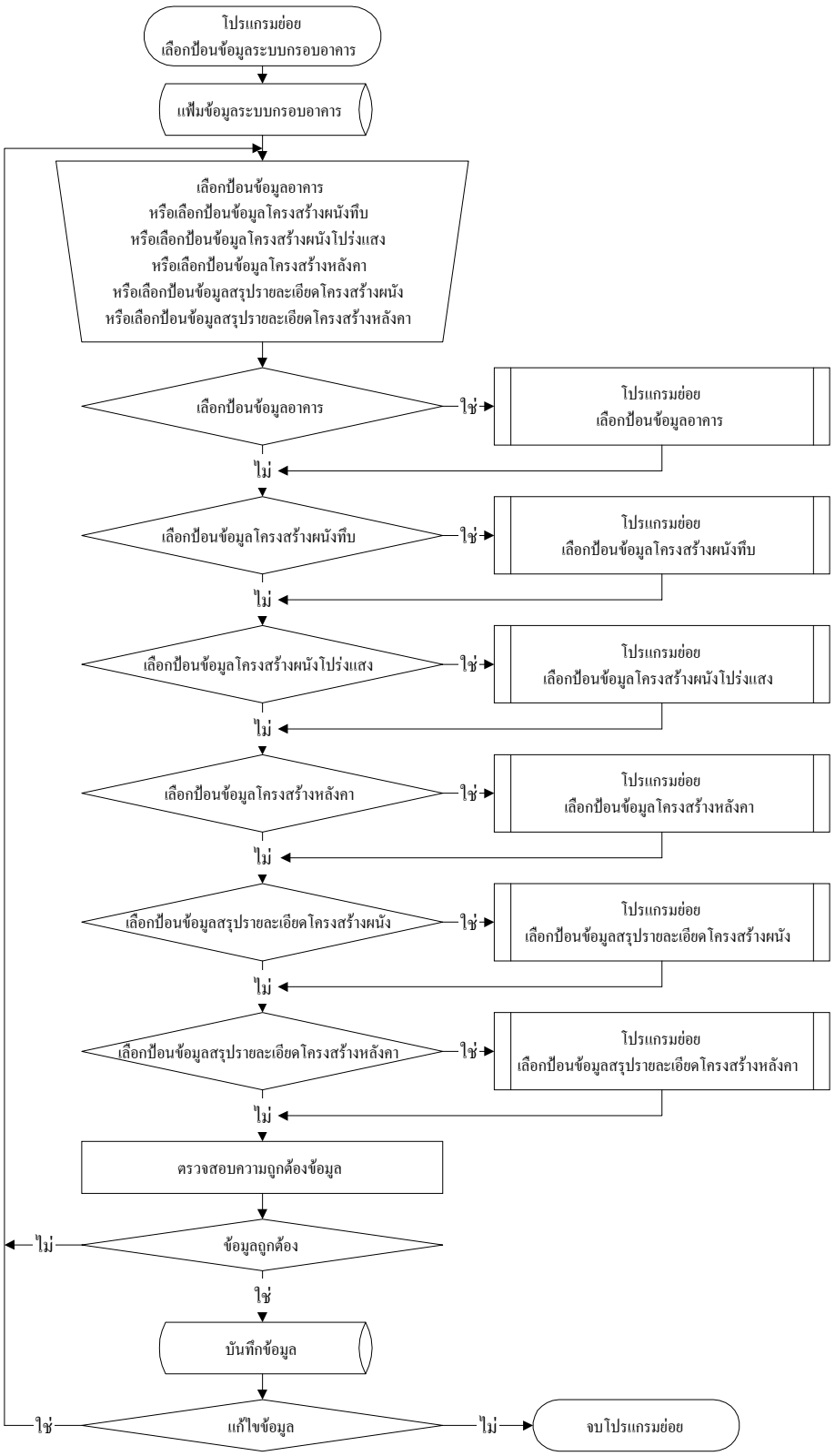
รูปที่ 3.7 โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลระบบไฟฟ้ากำลัง



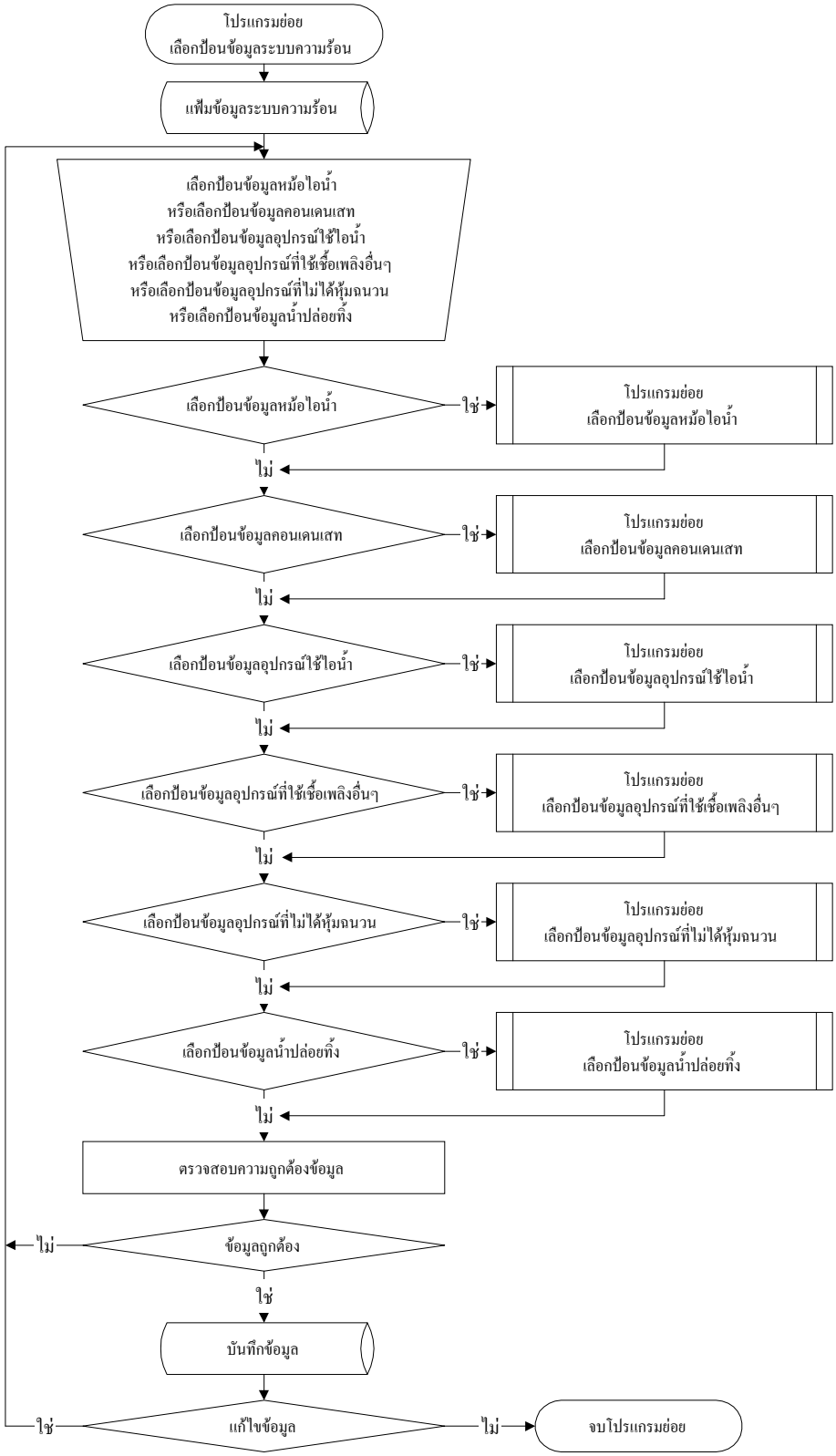
รูปที่ 3.8 โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลระบบแสงสว่าง



รูปที่ 3.9 โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลระบบปรับอากาศ



รูปที่ 3.10 โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลระบบกรอบอาคาร



รูปที่ 3.11 โปรแกรมย่อยป้อนข้อมูลระบบความร้อน

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องของระบบ

ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นสำหรับการเขียนโปรแกรมโดยทั่วไปมีอยู่ 2 กรณี คือการเขียนโปรแกรมไม่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ของโปรแกรมที่กำหนด และการผิดพลาดเนื่องจากผู้เขียนมีความเข้าใจผิดพลาด ซึ่งคำตอบที่ได้จากโปรแกรมจะไม่ตรงกับที่ได้คำนวณไว้วิธีการแก้ไขความผิดพลาดทั้ง 2 กรณีสามารถทำได้ดังนี้

3.5.1 ผิดพลาดจากการเขียนโปรแกรมไม่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์

โปรแกรม Microsoft Visual Basic มีการตรวจสอบความผิดพลาดเบื้องต้นคล้ายกับภาษาคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปแต่มีข้อดีคือผู้ใช้โปรแกรมสามารถตรวจสอบค่าตัวแปรที่ต้องการในขณะที่โปรแกรมกำลังทำงานได้ทำให้ทราบถึงความผิดพลาดต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานของโปรแกรม นอกจากนั้นยังสามารถสั่งให้โปรแกรมหยุดเพื่อตรวจสอบในตำแหน่งใดก็ได้ในโปรแกรม ทำให้สามารถช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับความผิดพลาด

3.5.2 ผิดพลาดเนื่องจากความเข้าใจผิดจากผู้เขียน

หลังจากผ่านการตรวจสอบในหัวข้อ 3.5.1 แล้วเพื่อป้องกันการความผิดพลาดจากการคำนวณจำเป็นต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมโดยการแยกโปรแกรมออกเป็นโปรแกรมย่อยๆ แล้วตรวจสอบกับการคำนวณด้วยเครื่องคำนวณเปรียบเทียบ โดยผลที่ได้จากเครื่องคำนวณกับโปรแกรมต้องมีค่าเท่ากัน