

การสำรวจพฤติกรรม การใช้พลังงานของหอพักนักศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

วิภาวี พุกเนียม, สโรชา เอนกกิจสมบูรณ์, วิชชุดา เมตตานันท์, กสพลา เวนเจนาการ

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสำรวจพฤติกรรมการใช้พลังงานของหอพักนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) จัดทำรูปแบบการใช้พลังงานที่มีลักษณะและพฤติกรรมการใช้งานที่เป็นตัวแทนสำหรับที่อยู่อาศัยประเภทหอพักนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (2) นำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการจำลองการใช้พลังงานของหอพักด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้ใช้การสอบถามและการสำรวจเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยจะสอบถามข้อมูลพื้นฐานของผู้อยู่อาศัย สรรวจรายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ภายในห้องของผู้อยู่อาศัย รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของผู้อยู่อาศัย ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และอุปกรณ์ไฟฟ้า

ในวันธรรมดา วันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ โดยแบ่งพื้นที่การเก็บข้อมูลเป็น 3 ห้อง คือ ห้องสตูดิโอ ห้องน้ำ และระเบียง ในการสำรวจได้ทำการเก็บข้อมูลจากหอพักจำนวน 136 ห้อง แบ่งเป็นเขตกรุงเทพมหานคร 66 ห้อง (48.53%) และเขตปริมณฑล 70 ห้อง (51.47%) สรุปรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของผู้อยู่อาศัยได้ว่า จะใช้พลังงานสูงสุดตอนกลางคืนในช่วงเวลา 21:00-24:00 น. เนื่องจากเป็นช่วงที่มีผู้อยู่อาศัยมากและมีการใช้งานระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และอุปกรณ์ไฟฟ้ามากที่สุด โดยที่พฤติกรรมการใช้พลังงานในวันธรรมดามีการใช้พลังงานที่สูงกว่าวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่จะกลับบ้านในวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์

1. บทนำ

พฤติกรรมการใช้พลังงานในที่อยู่อาศัยคือปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการใช้พลังงานในภาคที่อยู่อาศัยจากการศึกษาการใช้พลังงานของที่อยู่อาศัยที่มีลักษณะบ้านแบบเดียวกันและมีอุปกรณ์ที่เหมือนกันสามารถมีการใช้พลังงานที่แตกต่างกันได้ถึง 2-3 เท่าหากมีพฤติกรรมการใช้งานที่ต่างกัน [1] ดังนั้นการทราบถึงพฤติกรรมการใช้พลังงานที่เป็นตัวแทนของที่อยู่อาศัย และนำมาสร้างเป็นรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานมาตรฐานสำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารประเภทนั้นๆ ก็จะสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลกระทบจากการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่มีต่อการประหยัดพลังงานได้อย่างแม่นยำ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อภาครัฐ ภาคเอกชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยมีแนวโน้มความต้องการพลังงานเพิ่มมากขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 2.4 ต่อปี [2] ซึ่งอาจจะทำให้ในอนาคตต้องประสบปัญหาการขาดแคลนพลังงาน เนื่องจากทรัพยากรพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด ในขณะที่การพัฒนาพลังงานให้เพียงพอและมั่นคงต่อความต้องการใช้จะต้องใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมาก ดังนั้น การประหยัดพลังงานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ทุกฝ่ายควรให้ความร่วมมืออย่างต่อเนื่องและจริงจัง การประหยัดการใช้พลังงานภายในที่อยู่อาศัยก็เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญที่จะมีส่วนช่วยในการลดการใช้พลังงานได้ เนื่องจากภาคที่อยู่อาศัยมีส่วนการใช้พลังงานอยู่ที่ร้อยละ 23 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมดของประเทศ [3] การลดการใช้พลังงานในภาคที่อยู่อาศัยสามารถทำได้โดยการกำหนดมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ส่งเสริมการใช้แสงธรรมชาติ สนับสนุนการรณรงค์สร้างจิตสำนึกการใช้พลังงาน

อย่างรู้คุณค่า และเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานเพื่อให้ที่อยู่อาศัยมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมของผู้บริโภคส่งผลต่อความต้องการการใช้พลังงานเป็นอย่างมาก ในงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาสำรวจพฤติกรรมการใช้พลังงาน และตารางเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ประเภทต่างๆ ของที่อยู่อาศัยประเภทหอพักนักศึกษา ซึ่งปัจจุบันที่อยู่อาศัยประเภทนี้มีอยู่เป็นจำนวนมากและสามารถหาเข้าได้ง่าย นอกจากนี้ยังให้ความสะดวกสบายในเรื่องของการเดินทาง ใกล้แหล่งอุปโภคบริโภคและใกล้สถานศึกษา เป็นต้น โดยการสำรวจพฤติกรรมการใช้พลังงานในที่อยู่อาศัยประเภทหอพักนักศึกษา แบ่งออกเป็น การสอบถามข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล (เพศ อายุ อาชีพ จำนวนสมาชิกในหอพัก รายได้เฉลี่ยต่อเดือน เป็นต้น) การสอบถามข้อมูลจำนวน ประเภท และรายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ภายในห้องของผู้อยู่อาศัย และสอบถามตารางเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในที่อยู่อาศัย โดยการสุ่มในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง เมื่อได้ข้อมูลและรูปแบบการใช้พลังงานของที่อยู่อาศัยทั้งหมดมาแล้ว จะนำมาวิเคราะห์ ประมวลผลข้อมูลและกำหนดรูปแบบการใช้พลังงานที่เป็นมาตรฐาน (Standard energy use pattern) เพื่อพัฒนาเป็นลักษณะของอาคารต้นแบบสำหรับบ้านอยู่อาศัย (Prototypical residential building) ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลต่อไป

2. พฤติกรรมการใช้พลังงานของผู้อยู่อาศัย

พฤติกรรมการใช้พลังงานของผู้อยู่อาศัย ถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญอย่างมากในการจำลองการใช้พลังงานและการจัดทำรูปแบบของอาคารต้นแบบสำหรับบ้านอยู่อาศัย โดยบ้านอยู่อาศัยที่มีลักษณะบ้านแบบเดียวกัน และมีอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เหมือนกัน สามารถมีการใช้พลังงานแตกต่างกันถึง 2-3 เท่าหากมีพฤติกรรมการใช้งานที่ต่างกัน พฤติกรรมการใช้พลังงานของผู้อยู่อาศัยจะขึ้นอยู่กับความต้องการของแต่ละบุคคล ซึ่งมีความแตกต่างกันออกไป

การประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารตามมาตรฐาน Building Energy Quotient ของ ASHRAE [4] มีจุดประสงค์เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลวิเคราะห์ลักษณะอาคาร ซึ่งแจ้งผลกระทบต่างๆ ประเมินแนวทางแก้ไข และวัดผลในการใช้พลังงาน ข้อมูลของอาคารที่ต้องใช้ ได้แก่ ประเภทของหน้าต่าง กรอบอาคาร พื้นที่ การออกแบบและควบคุมแสงสว่างภายในอาคาร ประเภท ขนาด และการควบคุมของระบบปรับอากาศ ระบบน้ำร้อน และการใช้ไฟฟ้าในอาคาร รวมทั้งต้องทราบรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานในรูปแบบของตารางการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ในอาคาร เช่น การใช้ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ซึ่งควรเป็นตัวแทนที่สะท้อนพฤติกรรมการใช้งานจริงของประเทศหรือภูมิภาคที่อาคารนั้นตั้งอยู่

โปรแกรมการจำลองการใช้พลังงานในอาคารธุรกิจ (Building Energy Simulation Model, BESM) หรือโปรแกรม BESM [5] เป็นโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคารสำหรับวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคารประเภทต่างๆ โดยมีการทำงานร่วมกันของ

3 โปรแกรม ได้แก่ SketchUp, OpenStudio (Thai Edition) และ EnergyPlus โดยผู้ใช้งานต้องมีการสร้างกรอบอาคารของอาคารที่ต้องการประเมินการใช้พลังงานและแบ่งพื้นที่ตามรูปแบบการใช้งานจากโปรแกรม SketchUp จากนั้นจึงใส่ข้อมูลรายละเอียดของอาคารลงในโปรแกรม OpenStudio เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารโดยอ้างอิงกับกฎหมายพลังงานอาคารของไทย (Building Energy Code, BEC) หรือโปรแกรม EnergyPlus ตามความต้องการของผู้ใช้

รายละเอียดตารางเวลาการทำงาน (Schedule) คือ ปัจจัยหนึ่งในการกรอกข้อมูลลงใน OpenStudio เป็นการกำหนดตารางเวลาการทำงานซึ่งจะสัมพันธ์กับสัดส่วนความร้อนที่ส่งออกมาของแต่ละอุปกรณ์หรือแต่ละระบบ เช่น ช่วงเวลาการทำงานของผู้ใช้งานภายในอาคาร (People activity) ตารางเวลาการทำงาน of ระบบแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้า ฯลฯ ผู้ใช้สามารถสร้างตารางเวลาได้เอง หรือ เรียกใช้ตารางสำเร็จรูปจาก Library ของโปรแกรม ซึ่งตารางที่ว่านี้ควรจะเป็นตัวแทนที่ดีที่สะท้อนพฤติกรรมการใช้งานจริงของอาคารประเภทนั้นๆ

3. วิธีดำเนินการ

คณะผู้วิจัยได้เลือกสำรวจพฤติกรรมการใช้พลังงานของหอพักนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล โดยมีการสำรวจการใช้พลังงานและให้ผู้อยู่อาศัยตอบแบบสอบถาม โดยได้ทำการวางแผนการสำรวจ ติดต่อหอพักที่อนุญาตให้เข้าสำรวจได้ และกำหนดพื้นที่การเข้าสำรวจ

การสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของหอพักนักศึกษาจะกระทำเป็น 2 รูปแบบ รูปแบบแรกทำโดยการสุ่มหอพักนักศึกษาในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร

และปริมณฑล จากนั้นทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ของหอพักนักศึกษา รูปแบบที่ 2 เป็นการแจกแบบสอบถามให้ผู้อยู่อาศัย เพื่อสอบถามถึงข้อมูลพื้นฐานของผู้อยู่อาศัย โดยผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควตา (Quota sampling) คือ ใช้วิธีการเลือกหน่วยตัวอย่างแบบบังเอิญ นั่นคือเจอใครก็เลือกจนครบตามจำนวนที่ต้องการ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามซึ่งแบบสอบถามจะแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานะอาชีพ และรายได้ต่อเดือน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานของที่อยู่อาศัย ได้แก่ ประเภทที่อยู่อาศัย จำนวนสมาชิกในที่อยู่อาศัย และรายจ่ายค่าไฟฟ้าต่อเดือน

ส่วนที่ 3 ทักษะการใช้พลังงานของผู้อยู่อาศัยที่มีต่อการใช้พลังงาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับมาตรการด้านการประหยัดพลังงานในครัวเรือน
- ทักษะการใช้พลังงานของผู้อยู่อาศัย และมาตรการประหยัดพลังงาน ได้แก่ ด้านพฤติกรรม ด้านความรู้ความเข้าใจ และด้านทัศนคติ

ส่วนที่ 4 ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า ได้แก่ ชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า ยี่ห้อ กำลังไฟฟ้า และจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิด

ส่วนที่ 5 ข้อมูลรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานในที่อยู่อาศัย แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

- พื้นที่ใช้สอย ได้แก่ ห้องสตูดิโอ ห้องน้ำ และระเบียง
- จำนวนคนอยู่อาศัย
- ระยะเวลาใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าของแต่ละวัน คือ

วันธรรมดา วันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ โดยแบ่งระยะเวลาออกเป็น 24 ช่วงเวลา หรือทุก 1 ชั่วโมง

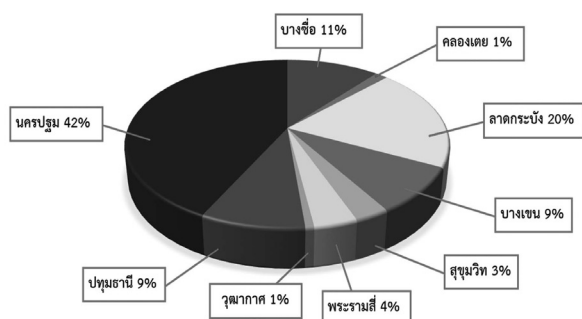
การออกแบบและจัดทำแบบสอบถามจะทำการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการ ทั้งข้อมูลที่โปรแกรมจำลองพลังงานต้องการ และข้อมูลเพื่อประเมินพฤติกรรมผู้อยู่อาศัย จากนั้นทำการออกแบบคำถามสำหรับแบบสอบถาม และทดลองใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 30 ชุด จากนั้นทำการสำรวจการใช้พลังงานและให้ผู้อยู่อาศัยตอบแบบสอบถามซึ่งดำเนินงานโดยให้คณะทำงานออกสำรวจหอพักนักศึกษา และแจกแบบสอบถามให้ผู้อยู่อาศัยไปพร้อมๆ กัน โดยทำการสำรวจหอพักนักศึกษาจำนวน 136 ห้อง กระจายในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

การวิเคราะห์ ประมวลผลข้อมูล และกำหนดรูปแบบการใช้พลังงานมาตรฐาน (Standard energy use pattern) และลักษณะของอาคารต้นแบบสำหรับหอพักนักศึกษา (Prototypical residential building) ทำโดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามที่เก็บรวบรวมมาโดยใช้โปรแกรมประเภท Spreadsheet ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

- นำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามทั้งหมดมาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการประมวลผล
- ประมวลผลโดยใช้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย อัตราส่วนการใช้พลังงาน ค่าร้อยละ และค่าความถี่
- นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงานในรูปแบบของตาราง กราฟ และแผนภูมิต่างๆ

4. ผลการดำเนินงาน

จากการสำรวจหอพักนักศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 136 ห้อง (136 ชุด) โดยแบ่งเป็นเขตกรุงเทพมหานคร 66 ห้อง (48.53%) และในเขตปริมณฑล 70 ห้อง (51.47%) ซึ่งในกรุงเทพมหานครได้ทำการสำรวจในเขตบางซื่อ เขตคลองเตย เขตลาดกระบัง เขตบางเขน เขตสุขุมวิท เขตพระราม 4 และเขตจตุจักร ในส่วนของปริมณฑลได้ทำการสำรวจที่จังหวัดปทุมธานีและจังหวัดนครปฐม ตามสัดส่วนที่แสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สัดส่วนของพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลพื้นฐาน	จำนวน (คน)	เปอร์เซ็นต์ (%)
เพศ		
ชาย	41	30.15
หญิง	95	69.85
รวม	136	100.00
อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	5	3.68
21 - 30 ปี	131	96.32
รวม	136	100.00
ระดับการศึกษา		
ปริญญาตรี	135	99.26
ปริญญาโท	1	0.74
รวม	136	100.00

ข้อมูลพื้นฐาน	จำนวน (คน)	เปอร์เซ็นต์ (%)
รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	71	52.21
10,001 - 20,000 บาท	54	39.71
มากกว่า 20,000 บาท	11	8.09
รวม	136	100.00
จำนวนสมาชิก		
1 คน	74	54.41
2 คน	47	34.56
3 คนขึ้นไป	15	11.03
รวม	136	100.00
ค่าไฟฟ้าต่อเดือน		
ไม่เกิน 500 บาท	38	27.94
501 - 1,000 บาท	62	45.59
1,001 - 1,500 บาท	25	18.38
1,501 - 2,000 บาท	6	4.41
2,001 บาทขึ้นไป	5	3.68
รวม	136	100.00

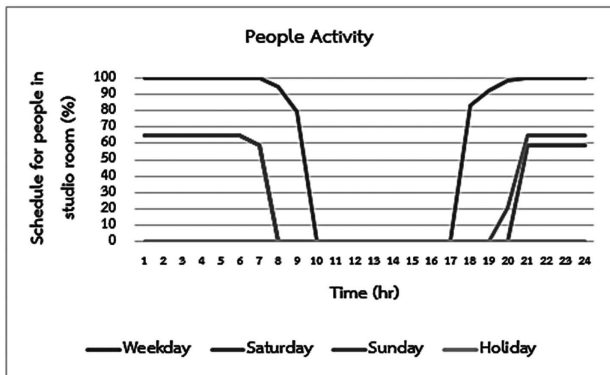
ตารางที่ 4.1 แสดงสัดส่วนข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 136 คน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามมีอายุอยู่ในช่วง 21-30 ปี กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี มีรายได้ต่อเดือนต่ำกว่า 10,000 บาท โดยส่วนใหญ่จะพักอาศัยอยู่คนเดียว และมีค่าไฟฟ้าต่อเดือนอยู่ในช่วง 501 -1,000 บาท

การสำรวจพฤติกรรมการใช้พลังงานในหอพักแต่ละห้อง ผู้วิจัยได้แบ่งการสำรวจเป็น 4 ระบบ ได้แก่ ผู้อยู่อาศัย ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และอุปกรณ์ไฟฟ้า เนื่องจากพฤติกรรมการใช้พลังงานในแต่ละวันมีความแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงแบ่งวันในการสำรวจเป็น 4 วัน ได้แก่ วันธรรมดา วันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ แบ่งพื้นที่ภายในห้องของหอพักในการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 ห้อง คือ ห้องสตูดิโอ ห้องน้ำ และระเบียง

การคำนวณค่าตัวแทนของพฤติกรรมการใช้พลังงานในแต่ละชั่วโมง จะทำโดยการนำเอาค่าในชั่วโมงนั้นๆ จากหอพักแต่ละห้องมาหาค่าตัวแทนเพื่อใช้กำหนดรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานที่เป็นมาตรฐานต่อไป โดยหากข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) จะใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) เป็นค่าตัวแทน แต่หากข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จะใช้ค่ามัธยฐาน (Median) เป็นค่าตัวแทน ซึ่งผลการวิเคราะห์รูปแบบของพฤติกรรมการใช้พลังงานเป็นดังนี้

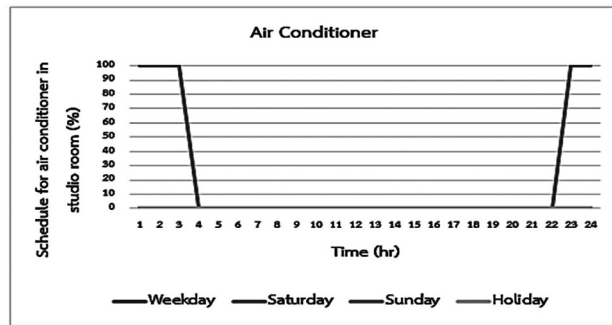
4.1 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานโดยใช้ค่ามัธยฐานเป็นตัวแทน

ในหัวข้อที่ 4.1 จะแสดงรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานที่เป็นตัวแทนที่คำนวณจากค่ามัธยฐาน เนื่องจากพบว่าข้อมูลทั้งหมดในงานนี้มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ โดยผลการวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานทั้งหมดมีดังต่อไปนี้



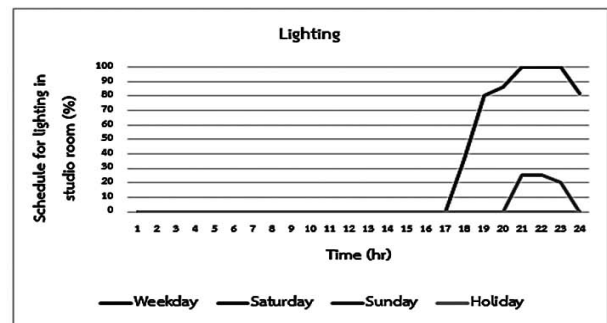
รูปที่ 4.2 รูปแบบพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยในห้องสตูดิโอเมื่อใช้ค่ามัธยฐานเป็นค่าตัวแทน

จากรูปที่ 4.2 ที่แสดงรูปแบบพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยของห้องสตูดิโอในแต่ละวันแสดงให้เห็นว่าในวันธรรมดาจะมีสัดส่วนของผู้อยู่อาศัยสูงที่สุดในวันหยุดนักขัตฤกษ์จะไม่มีผู้อยู่อาศัยภายในห้อง ส่วนวันเสาร์และวันอาทิตย์มีผู้อยู่อาศัยน้อย โดยสัดส่วนของผู้อยู่อาศัยที่มากที่สุดของทุกๆ วันจะอยู่ในช่วงกลางคืนถึงช่วงเช้า ตั้งแต่ 21:00 - 06:00 น.



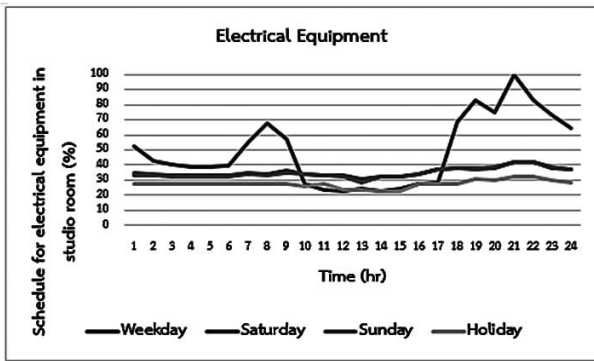
รูปที่ 4.3 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศในห้องสตูดิโอเมื่อใช้ค่ามัธยฐานเป็นค่าตัวแทน

จากรูปที่ 4.3 ที่แสดงรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศในห้องสตูดิโอ แสดงให้เห็นว่าจะมีการใช้งานของระบบปรับอากาศเพียงแค่วันธรรมดาเท่านั้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง และรูปที่ 4.2 เนื่องจากมีผู้อยู่อาศัยอยู่ในห้องพักในวันเสาร์และวันอาทิตย์ด้วย แต่กลับพบว่าค่าตัวแทนไม่ได้แสดงให้เห็นว่ามีการใช้งานระบบปรับอากาศในวันดังกล่าว



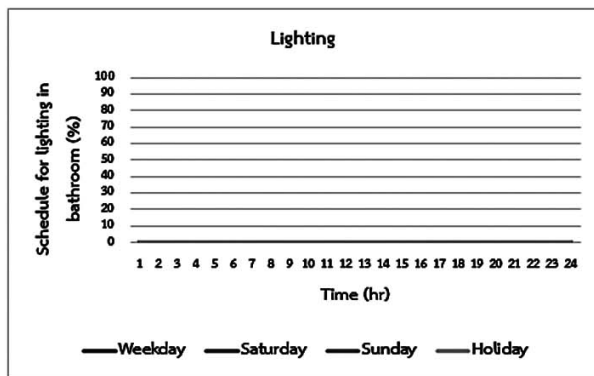
รูปที่ 4.4 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างในห้องสตูดิโอเมื่อใช้ค่ามัธยฐานเป็นค่าตัวแทน

จากรูปที่ 4.4 ที่แสดงรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างในห้องสตูดิโอในแต่ละวันพบว่ามีการใช้งานระบบแสงสว่างเพียงวันธรรมดาและวันอาทิตย์ตอนกลางคืน ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงและรูปที่ 4.2 เนื่องจากมีผู้อยู่อาศัยอยู่ในห้องพักในวันเสาร์ แต่กลับพบว่า ค่าตัวแทนไม่ได้แสดงให้เห็นว่ามีการใช้งานระบบแสงสว่างในวันดังกล่าว



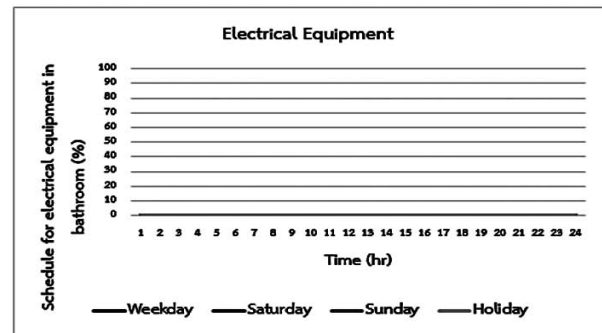
รูปที่ 4.5 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องสตูดิโอเมื่อใช้ค่ามัธยฐานเป็นค่าตัวแทน

จากรูปที่ 4.5 ที่แสดงรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องสตูดิโอในแต่ละวัน พบว่าจะมีการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งวัน โดยวันธรรมดาจะมีการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ในช่วงกลางคืนและช่วงเช้า ส่วนในวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ จะมีการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งวัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงและรูปที่ 4.2 เนื่องจากช่วงเวลา 10:00 - 17:00 ของทุกๆ วัน ส่วนใหญ่จะไม่มีผู้อยู่อาศัยอยู่ในห้อง และสำหรับวันหยุดนักขัตฤกษ์ ไม่มีผู้อยู่อาศัยภายในห้องตลอดทั้งวัน แต่ค่าตัวแทนกลับแสดงว่ามีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในช่วงวันและเวลาดังกล่าว



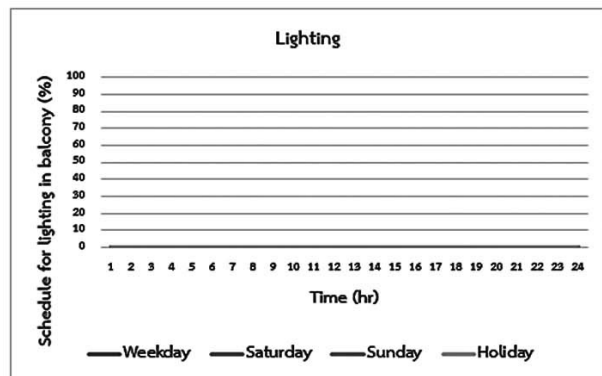
รูปที่ 4.6 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างในห้องน้ำเมื่อใช้ค่ามัธยฐานเป็นค่าตัวแทน

จากรูปที่ 4.6 ที่แสดงรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างในห้องน้ำในแต่ละวัน แสดงให้เห็นว่าวันธรรมดา วันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ ไม่มีการใช้งานระบบแสงสว่างซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง เนื่องจากเป็นไปได้ที่ผู้อยู่อาศัยจะไม่เปิดใช้งานระบบแสงสว่างในห้องน้ำในขณะที่ใช้ห้องน้ำเลย



รูปที่ 4.7 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องน้ำเมื่อใช้ค่ามัธยฐานเป็นค่าตัวแทน

จากรูปที่ 4.7 ที่แสดงรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องทำน้ำอุ่นของห้องน้ำในแต่ละวัน แสดงให้เห็นว่าวันธรรมดา วันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ ไม่มีการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง เนื่องจากเป็นไปได้ที่ผู้อยู่อาศัยจะไม่เปิดใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องน้ำในขณะที่ใช้ห้องน้ำเลย



รูปที่ 4.8 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างในระเบียงเมื่อใช้ค่ามัธยฐานเป็นค่าตัวแทน

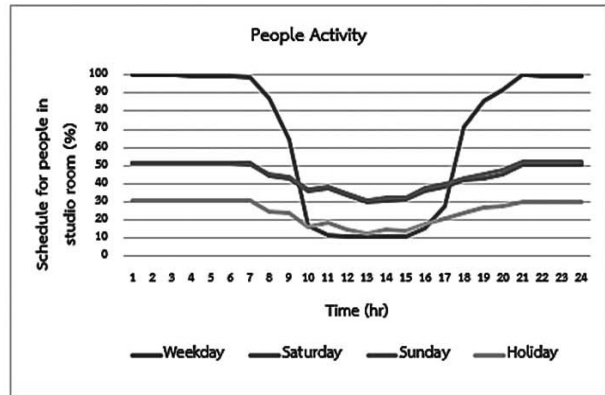
จากรูปที่ 4.8 ที่แสดงรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างในระเบียบในวันธรรมดา วันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ แสดงให้เห็นว่าผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ไม่มีการเปิดใช้งานระบบแสงสว่างในระเบียบ ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง

จากรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานที่ใช้คำมธยฐานเป็นตัวแทนในการแสดงข้อมูล ซึ่งเป็นวิธีที่ถูกต้องตามหลักสถิติ พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ถึง 4.8 นั่นคือ รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องน้ำ และรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างในระเบียบที่แสดงให้เห็นว่าไม่มีการเปิดใช้งานแม้มีผู้อยู่อาศัยพักอยู่ในห้องตามรูปที่ 4.2 ทำให้ไม่สามารถอธิบายรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานที่ชัดเจนได้ ผู้วิจัยจึงเปลี่ยนไปวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานโดยใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าตัวแทนแทน โดยใช้หลักคิดว่าค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูลส่วนใหญ่ ซึ่งพบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลสะท้อนความเป็นจริงได้ชัดเจนมากกว่าการใช้คำมธยฐาน ซึ่งจะแสดงผลการวิเคราะห์ต่อไปในหัวข้อที่ 4.2

4.2 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานโดยใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทน

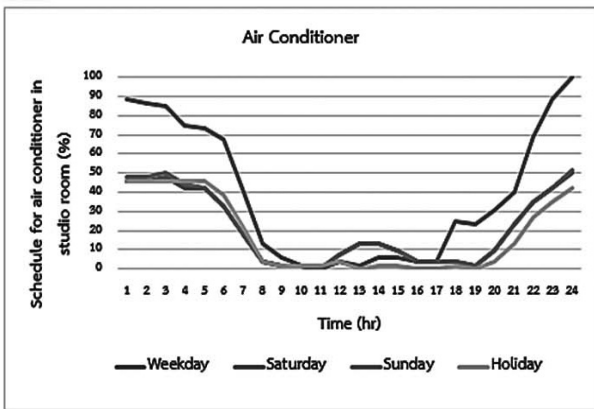
ในหัวข้อที่ 4.2 จะแสดงรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานในทำนองเดียวกับหัวข้อที่ 4.1 แต่ในหัวข้อนี้จะเปลี่ยนจากหลักสถิติที่ใช้คำมธยฐานเป็นตัวแทนในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ ไปใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทน ซึ่งหมายถึงค่าเฉลี่ยการใช้งานในแต่ละชั่วโมงของแต่ละห้องที่ไปสำรวจมา เนื่องจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คำมธยฐานเป็นตัวแทนตามที่แสดงในหัวข้อ 4.1 ไม่สามารถอธิบายผลให้สะท้อน

ความเป็นจริงได้ ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทน จะเห็นได้ว่ารูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานสามารถอธิบายได้ชัดเจนและสะท้อนความเป็นจริงได้มากกว่า โดยรูปแบบพฤติกรรมที่วิเคราะห์ได้แสดงได้ดังต่อไปนี้



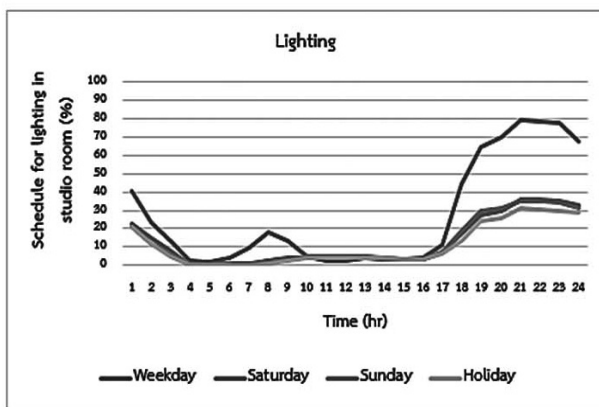
รูปที่ 4.9 รูปแบบพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยในห้องสตูดิโอเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าตัวแทน

จากรูปที่ 4.9 ที่แสดงรูปแบบพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยของห้องสตูดิโอในแต่ละวันแสดงให้เห็นว่าในวันธรรมดามีสัดส่วนการอยู่อาศัยที่สูงกว่าวันอื่นๆ เนื่องจากมีผู้อยู่อาศัยมากที่สุด โดยจะมีคนอยู่มากในช่วง 21:00 - 07:00 น. และลดลงในช่วงสายถึงเย็น เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ออกไปเรียน ส่วนในวันเสาร์และวันอาทิตย์จะมีสัดส่วนการอยู่อาศัยที่คล้ายกัน คือ มีสัดส่วนประมาณ 30 - 50% เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่กลับบ้านหรือออกไปธุระ และในวันหยุดนักขัตฤกษ์จะมีผู้อยู่อาศัยภายในห้องต่ำกว่าวันเสาร์และวันอาทิตย์ประมาณ 20% เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่จะกลับบ้านในวันดังกล่าว



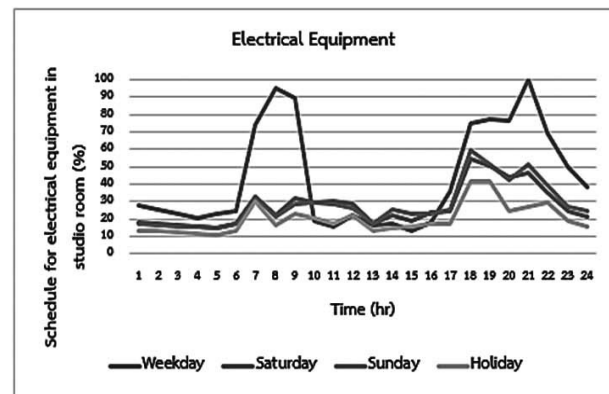
รูปที่ 4.10 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศในห้องสตูดิโอเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าตัวแทน

จากรูปที่ 4.10 ที่แสดงรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศในห้องสตูดิโอ จะเห็นว่า การใช้งานของระบบปรับอากาศสูงที่สุดในวันธรรมดา เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนมากอาศัยอยู่ที่หอพัก และสำหรับวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ จะมีการใช้งานระบบปรับอากาศน้อยกว่าวันธรรมดา ประมาณ 40% เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ออกไปบ้านในวันดังกล่าว



รูปที่ 4.11 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างในห้องสตูดิโอเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าตัวแทน

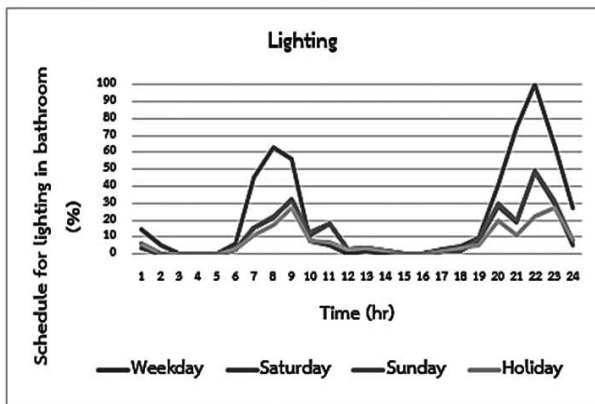
จากรูปที่ 4.11 ที่แสดงสัดส่วนของการใช้ระบบแสงสว่างของห้องสตูดิโอในแต่ละวันแสดงให้เห็นว่า สัดส่วนของการใช้ระบบแสงสว่างที่สูงที่สุดในวันธรรมดาจะอยู่ในช่วงเวลา 21:00 - 23:00 น. โดยมีสัดส่วนเท่ากับ 100% โดยจะเริ่มใช้งานระบบแสงสว่างตั้งแต่เวลา 18:00 - 24:00 น. เนื่องจากเป็นช่วงที่ผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่เริ่มกลับเข้าหอพัก สำหรับวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ มีสัดส่วนของการใช้ระบบแสงสว่างที่ใกล้เคียงกัน คือ ช่วงที่มีการใช้งานสูงที่สุดอยู่ในช่วงเวลา 21:00 - 23:00 น. เช่นเดียวกับวันธรรมดา แต่มีสัดส่วนการใช้งานที่ต่ำกว่า เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่กลับบ้านในวันดังกล่าว



รูปที่ 4.12 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องสตูดิโอเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าตัวแทน

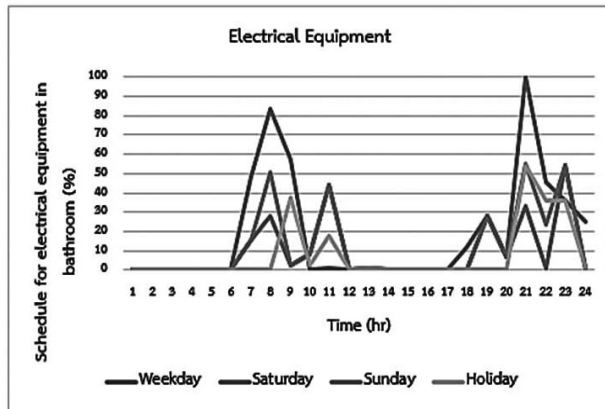
จากรูปที่ 4.12 ที่แสดงรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องสตูดิโอในแต่ละวันพบว่าในวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ มีสัดส่วนการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใกล้เคียงกัน โดยมีสัดส่วนที่สูงที่สุดในช่วงเวลา 18:00 น. และจะมีสัดส่วนการใช้งานที่ต่ำกว่าวันธรรมดา เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่กลับบ้าน ในวันธรรมดาจะมีการใช้งานสูงสุดในช่วงเวลา 21:00 น. เนื่องจากเป็นช่วงที่มีผู้อยู่อาศัยมากและเปิดใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้ามากที่สุด

จากนั้นสัดส่วนการใช้งานจะลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงกลางวัน และจะเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 07:00 - 09:00 น. เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่เตรียมตัวไปเรียนหนังสือ สำหรับเวลา 10:00 - 16:00 น. จะมีสัดส่วนการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่ำ เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ออกไปเรียนหนังสือ



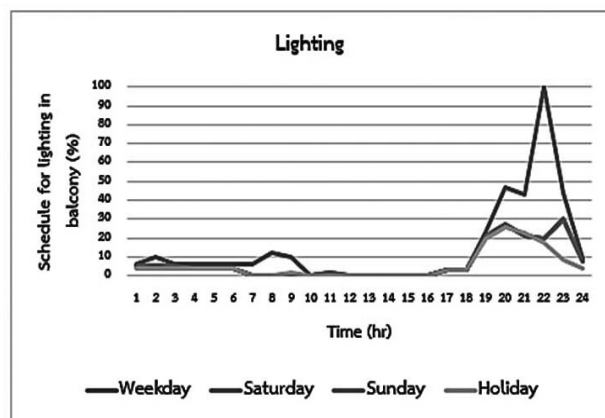
รูปที่ 4.13 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างในห้องน้ำเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าตัวแทน

จากรูปที่ 4.13 ที่แสดงรูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างในห้องน้ำในแต่ละวันพบว่าในวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ มีสัดส่วนการใช้งานระบบแสงสว่างที่ใกล้เคียงกัน แต่จะมีสัดส่วนการใช้งานที่ต่ำกว่าวันธรรมดา เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่กลับบ้าน ในวันธรรมดาจะมีการใช้งานสูงสุดในช่วงเวลา 22:00 น. จากนั้นสัดส่วนการใช้งานจะลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงกลางวัน และจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในเวลา 07:00 - 09:00 น. เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่เตรียมตัวไปเรียนหนังสือ ทำให้มีการเปิดใช้งานระบบแสงสว่างในห้องน้ำอีกครั้ง สำหรับเวลา 10:00 - 16:00 น. จะมีสัดส่วนการใช้งานระบบแสงสว่างต่ำ เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ออกไปเรียนหนังสือ



รูปที่ 4.14 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องน้ำเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าตัวแทน

จากรูปที่ 4.14 ที่แสดงสัดส่วนการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องทำน้ำอุ่นของห้องน้ำในแต่ละวันแสดงให้เห็นว่า วันธรรมดา วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์มีสัดส่วนสูงสุดอยู่ที่เวลา 21:00 น. ส่วนในวันเสาร์จะมีสัดส่วนการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องทำน้ำอุ่นสูงสุดที่เวลา 23:00 น. แต่ในภาพรวมวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์จะมีสัดส่วนการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องน้ำที่ต่ำกว่าวันธรรมดา เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่กลับบ้านในวันดังกล่าว



รูปที่ 4.15 รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างในระเบียงเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าตัวแทน

จากรูปที่ 4.15 ที่แสดงสัดส่วนการใช้งานของระบบแสงสว่างที่ระบียงในแต่ละวัน พบว่าในทุกๆ วันจะมีสัดส่วนการใช้งานที่มากที่สุดในช่วงกลางวัน คือ ช่วงเวลาประมาณ 19:00 - 23:00 น. โดยในวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์มีสัดส่วนการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน และจะมีสัดส่วนการใช้งานที่น้อยกว่าวันธรรมดา เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่จะกลับบ้านในวันดังกล่าว

ตารางที่ 4.2 เป็นตารางสรุปรูปแบบพฤติกรรมที่เป็นมาตรฐานของหอพักนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของข้อมูลที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ โดยแสดงอยู่ในรูปแบบของสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ของค่าสูงสุดในแต่ละชั่วโมงของวัน ซึ่งรูปแบบข้อมูลตามตารางที่ 4.2 นี้เป็นรูปแบบที่พร้อมสำหรับนำไปใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้า (Input) ในการวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารด้วยโปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์ต่างๆ ต่อไป

5. สรุปผลการวิจัย

จากการสำรวจพฤติกรรมการใช้พลังงานของหอพักนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้ต่อเดือน จำนวนสมาชิกในห้องที่อยู่อาศัยและค่าไฟฟ้าต่อเดือน เป็นต้น และศึกษาข้อมูลพฤติกรรมการใช้พลังงานโดยแบ่งเป็นผู้อยู่อาศัย ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยจะแยกเป็น วันธรรมดา วันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ โดยใช้ข้อมูลจากผู้ที่ทำแบบสอบถามจำนวน 136 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุอยู่ในช่วง 21 - 30 ปี กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี มีรายได้ต่อเดือนต่ำกว่า 10,000 บาท โดยส่วนใหญ่จะพักอาศัยอยู่คนเดียว และมีค่าไฟฟ้าต่อเดือนอยู่ในช่วง 501 - 1,000 บาท พบว่า

รูปแบบพฤติกรรมการใช้พลังงานของผู้อยู่อาศัยมีการใช้พลังงานสูงสุดในตอนกลางวัน เนื่องจากเป็นช่วงที่มีผู้อยู่อาศัยมาก โดยรูปแบบพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยการใช้พลังงานของระบบแสงสว่าง การใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องสตูดิโอ และการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องน้ำ จะมีการใช้งานสูงสุดในช่วงเวลา 21:00 น. การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศจะมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 24:00 น. และการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างในห้องน้ำและระเบียง จะมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 22:00 น. โดยที่พฤติกรรมการใช้พลังงานในวันธรรมดามีการใช้พลังงานที่สูงกว่าวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ เนื่องจากผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่อาศัยอยู่ที่หอพักในวันธรรมดา และจะกลับบ้านในวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์

นอกจากนั้น งานวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นว่า การใช้ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลแต่ละชั่วโมงของหอพักแต่ละห้องที่ไปสำรวจมา เป็นค่าตัวแทนการใช้พลังงานในแต่ละชั่วโมงในรูปแบบพฤติกรรมมาตรฐานที่นำเสนอ จะให้ค่าที่สะท้อนความเป็นจริงมากกว่าการใช้ค่ามัธยฐานตามหลักสถิติ ถึงแม้การกระจายตัวของข้อมูลจะไม่เป็นแบบปกติซึ่งหลักสถิติกำหนดให้ใช้ค่ามัธยฐานเป็นตัวแทนก็ตาม

จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงานของหอพักนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทำให้ทราบรูปแบบการใช้พลังงานที่มีลักษณะและพฤติกรรม การใช้งานที่เป็นตัวแทนสำหรับหอพักนักศึกษาในเขต พื้นที่ดังกล่าว ดังที่นำเสนอเป็นตารางที่ 4.2 ที่สามารถนำไปใช้ในการจำลองการใช้พลังงานของอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งสามารถนำไปสู่การวิเคราะห์มาตรการในการปรับปรุงที่อยู่อาศัยให้มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง และเป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Net zero energy building) ต่อไปได้

ตารางที่ 4.2 รูปแบบพฤติกรรมที่เป็นมาตรฐานของหอพักนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของข้อมูล (แสดงเป็นร้อยละของค่าสูงสุด)

BUILDING TYPE : DORMITORY		Time (hr)																							
Standardized Variable	Day Type	00:00 - 01:00	01:00 - 02:00	02:00 - 03:00	03:00 - 04:00	04:00 - 05:00	05:00 - 06:00	06:00 - 07:00	07:00 - 08:00	08:00 - 09:00	09:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00	15:00 - 16:00	16:00 - 17:00	17:00 - 18:00	18:00 - 19:00	19:00 - 20:00	20:00 - 21:00	21:00 - 22:00	22:00 - 23:00	23:00 - 24:00
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
STUDIO ROOM																									
People Activity	Weekday	100	100	100	99	99	99	99	87	64	17	12	11	11	11	15	28	71	86	92	100	99	99	99	
	Saturday	51	51	51	51	51	51	51	44	43	36	38	34	30	31	31	36	38	42	43	46	51	51	51	51
	Sunday	51	51	51	51	51	51	51	45	44	37	39	34	31	32	32	37	40	43	45	48	52	52	52	52
	Holiday	31	31	31	31	31	31	31	25	24	16	19	15	12	15	14	18	21	24	27	28	30	30	30	30
Air Conditioner	Weekday	88	87	85	75	73	67	40	13	6	2	0	4	2	6	6	4	4	25	23	31	40	69	88	100
	Saturday	46	46	48	42	42	33	17	4	2	2	0	8	13	13	10	4	4	4	2	10	23	35	42	50
	Sunday	48	48	50	44	42	33	17	4	2	2	0	8	13	13	10	4	4	4	2	10	23	35	42	52
	Holiday	46	46	46	46	46	38	21	4	2	2	2	4	0	2	2	0	0	2	0	4	13	27	35	42
Lighting	Weekday	40	23	14	2	1	4	10	18	13	5	3	3	4	3	3	4	11	45	64	70	79	79	78	68
	Saturday	22	15	8	0	0	0	0	3	4	4	4	5	5	4	3	3	7	17	27	30	36	36	35	33
	Sunday	21	12	6	1	1	1	1	3	3	5	5	5	5	4	4	4	7	19	30	31	35	35	34	31
	Holiday	21	12	5	0	0	0	0	1	3	4	4	4	4	4	4	4	6	14	24	26	31	30	30	29
Electrical Equipment	Weekday	27	25	23	21	23	25	74	95	89	19	16	22	17	17	13	18	36	75	77	77	100	70	50	38
	Saturday	18	17	16	16	15	17	33	22	32	30	30	28	17	22	19	23	24	54	50	44	47	35	24	21
	Sunday	18	17	16	15	15	17	33	21	29	29	29	26	17	25	23	23	26	59	51	42	51	39	27	25
	Holiday	13	13	12	12	11	13	30	16	23	20	17	22	13	15	16	17	18	42	42	24	27	29	19	16
BATHROOM																									
Lighting	Weekday	14	5	0	0	0	6	45	63	56	8	5	0	1	0	0	0	2	4	10	41	75	100	65	27
	Saturday	4	0	0	0	0	3	16	22	32	11	18	3	3	2	0	0	2	2	8	28	19	49	30	6
	Sunday	6	0	0	0	0	3	16	22	32	13	18	3	3	2	0	0	2	2	9	30	19	49	31	7
	Holiday	6	0	0	0	0	3	11	17	27	8	7	3	3	2	0	0	2	4	5	20	11	22	27	8
Electrical Equipment	Weekday	0	0	0	0	0	0	48	84	57	0	1	0	0	0	0	0	0	12	28	7	100	46	36	25
	Saturday	0	0	0	0	0	0	15	28	2	8	44	0	1	0	0	0	0	0	28	7	33	1	54	0
	Sunday	0	0	0	0	0	0	15	50	2	8	44	0	1	0	0	0	0	0	28	7	55	24	54	1
	Holiday	0	0	0	0	0	0	0	0	37	2	18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	54	36	36	1
BALCONY																									
Lighting	Weekday	6	10	6	6	6	6	6	12	10	0	0	0	0	0	0	0	3	3	24	47	43	100	44	10
	Saturday	5	5	5	4	4	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	3	22	27	21	19	30	8
	Sunday	5	5	5	4	4	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	3	22	27	21	19	30	8
	Holiday	4	4	4	4	4	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	3	20	26	23	18	8	4

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Seryak, J. and Kissock, K. (2003). "Occupancy and behavioral effects on residential energy use," In Proceedings of the American Solar Energy Society Solar Conference, Austin, Texas, 717 — 722.
- [2] ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงาน (2560). "สถานการณ์พลังงานไทยปี 2560 และแนวโน้มปี 2561," สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, กระทรวงพลังงาน.
- [3] www.2e-building.com (2561). กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน.
- [4] ASHRAE's Building Energy Quotient: Standard Energy Use Pattern.
- [5] บริษัท ไบรท์ แมเนจเม้นท์ คอนซัลติ้ง จำกัด (2559). โครงการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารธุรกิจ เรื่อง "โปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคารธุรกิจ Building Energy Simulation Model, BESM".