

การจำลองผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนมาใช้ ค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU)

Electricity Cost Saving Simulation of Changing to Time of Use Rate (TOU)

ทรงพล ผัฒวงศ์ และบุญวัฒน์ วิจารณ์พล

สาขาวิชาพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

นพรัตน์ เกตุขาว*, วิชญ์พล พักแก้ว และธนณัฐ ลังกาดี

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

Songpol Pudwong and Bunyawat Vichanpol

Department of Renewable Energy, School of Energy and Environment,

University of Phayao, Maeka, Muang, Phayao 56000

Nopparat Katkhaw*, Wichaphon Fakkaew and Thananat Lungkadee

Department of Mechanical Engineering, School of Engineering,

University of Phayao, Maeka, Muang, Phayao 56000

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำเสนอแผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้า เมื่อเปลี่ยนมาใช้อัตราค่าไฟฟ้าจากอัตราปกติหรืออัตราตามช่วงเวลาของวัน (time of day, TOD) มาเป็นอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (time of use, TOU) สำหรับอัตราค่าไฟฟ้าทุกประเภท อ้างอิงจากโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าปี พ.ศ. 2558 ตามประกาศของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยผลการประหยัดค่าไฟฟ้าที่ได้จะขึ้นอยู่กับตัวแปรด้านพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า เช่น หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อเดือน (kWh_{Total}) สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time (kWh_p/kWh_{Total}) ตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (load factor) และสัดส่วนกำลังไฟฟ้า (demand ratio, P_{Peak}/P) ซึ่งต่างกันออกไปตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถนำแผนภูมิมาใช้งานหาแนวทางในการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU โดยการวิเคราะห์ตัวแปรด้านพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของตนเอง แล้วนำข้อมูลมาเขียนลงบนแผนภูมิเพื่อหาร้อยละผลประหยัดต่อไป โดยมีข้อสังเกตที่สำคัญที่ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถลดค่าไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU คือ ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยที่ใช้ไฟฟ้า 22-33 kv จะต้องมีส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ไม่เกิน 0.7 ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยที่ใช้ไฟฟ้าน้อย

*ผู้รับผิดชอบบทความ : nopparat.ka@up.ac.th

กว่า 22 kV และผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดเล็กจะต้องมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ไม่เกิน 0.52 สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดกลางที่ใช้ไฟฟ้า 22-33 kV ที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 0.4 หรือมีค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 0.08 สามารถเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ได้ทันที ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทองค์กรที่ไม่แสวงหากำไรที่ใช้ไฟฟ้า 22-33 kV จะต้องมีส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time น้อยกว่า 0.55 และผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทองค์กรที่ไม่แสวงหากำไรที่ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 22 kV จะต้องมีส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time น้อยกว่า 0.65 ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทสูบน้ำเพื่อการเกษตร จะต้องมีส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time น้อยกว่า 0.4

คำสำคัญ : อัตรา TOU; การเปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า; การประหยัดค่าไฟฟ้า

Abstract

This article aims to propose the electricity cost saving chart by changing from time of day (TOD) to time of use (TOU) for all electricity tariff rates. The study was based on electricity tariff rate (2015) of the provincial electricity authority (PEA). According to the research, the electricity cost saving depends on the electrical energy consumption behavior such as total energy consumption (kWh_{Total}), electricity energy ratio (kWh_p/kWh_{Total}) in peak time, and Load Factor as well as demand ratio (P_{Peak}/P) relying on rate type. The customer can use this chart as the guidelines which changing to TOU rate by analyzing their own electrical usage behavior parameter. In addition, the chart is plotted to evaluate the percentage of energy saving. The customer can change to use the TOU rate, if they qualify these conditions. To illustrate, for residential customer at voltage level 22-33 kV must have an electricity energy ratio in peak time less than 0.7. For residential customer at voltage level is lower than 22 kV and small general service customer must have an electricity energy ratio in peak time less than 0.52. For medium general service customer at voltage 22-33 kV level which have an electricity energy ratio in peak time less than 0.4 or load factor less than 0.08 can change to use the TOU rate immediately. Additionally, for non-profit organization customer at voltage level 22-33 kV must have an electricity energy ratio in peak time less than 0.55. A non-profit organization customer at voltage level lower than 22 kV must have an electricity energy ratio in peak time less than 0.65. Finally, agricultural pumping customer must have an electricity energy ratio in peak time less than 0.4.

Keywords: TOU rate; change electric rate; electricity cost saving

1. บทนำ

หนึ่งนโยบายสำคัญที่ภาครัฐนำมาใช้เพื่อลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดและช่วยประหยัดพลังงาน

คือ ค่าไฟฟ้าอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (time of use tariff, TOU) เช่นเดียวกับประเทศที่พัฒนาแล้ว ที่ได้นำมาตรการดังกล่าวมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่า

ไฟฟ้าอัตรา TOU เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาของการใช้ (time of use rate) โดยคิดเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามาก (on peak) จะมีราคาสูงกว่าอัตราปกติ เนื่องจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตต้องใช้ทรัพยากรการผลิตไฟฟ้าเพื่อตอบสนองความต้องการที่มีสูงมาก ส่วนช่วงที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้าน้อย (off peak) จะมีค่าไฟฟ้าถูกลง เนื่องจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะมีต้นทุนการรับซื้อไฟจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตต่ำ อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (time of use tariff, TOU) ได้เริ่มนำมาใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 โดยกำหนดให้เป็นอัตราเลือกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม และเป็นอัตราบังคับสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 355,000 หน่วยต่อเดือนขึ้นไป หรือใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป [1]

ปี พ.ศ. 2545 รัฐได้เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยและกิจการขนาดเล็กสามารถเลือกใช้อัตรา TOU ได้ ที่ผ่านมามีคณะกรรมการการปฏิรูปพลังงานของสมาชิกสภาปฏิรูปแห่งชาติ (สปช.) ได้พยายามผลักดันให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) พยายามประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนเกิดความเข้าใจกับค่าไฟฟ้าอัตรา TOU มากขึ้น และช่วยให้ประชาชนสามารถติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแบบ TOU ได้ง่ายและในราคาที่ไม่สูงมากนัก [2] ซึ่งจากการศึกษาของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) [1] เมื่อปี พ.ศ. 2545 พบว่ามีจำนวนบ้านอยู่อาศัยมากกว่า 74,000 ราย และกิจการขนาดเล็กมากกว่า 9,300 ราย ที่มีศักยภาพในการลดค่าไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ได้โดยไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม แต่จากข้อมูลปี พ.ศ. 2553-2557 ของ กฟน. กลับพบว่าจำนวนผู้ใช้ค่าไฟฟ้าอัตรา TOU ประเภทบ้านอยู่อาศัยในเขต กฟน. มีจำนวนลดลงทุก ๆ ปี [2] ซึ่ง กฟน. ได้ชี้แจงว่าผู้ใช้

ไฟฟ้าไม่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าให้สอดคล้องกับอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU

ข้อมูลของ กฟน. ระบุว่าผู้ใช้ไฟฟ้าอัตรา TOU มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่องนั้น อาจมีสาเหตุมาจากการขาดความรู้ความเข้าใจของประชาชนเกี่ยวกับโครงสร้างค่าไฟฟ้า และแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าให้สอดคล้องกับโครงสร้างค่าไฟฟ้าอัตรา TOU รวมทั้งขาดเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จะมาช่วยวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า ซึ่งที่ผ่านมาสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) [2] ได้ศึกษาแนวทางในการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ของบ้านอยู่อาศัยตามโครงสร้างค่าไฟฟ้าปี พ.ศ. 2545 โดยศึกษาผลประหยัดค่าไฟฟ้าที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนหน่วยไฟฟ้าต่อเดือน และค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า พบว่าบ้านอยู่อาศัยและกิจการขนาดเล็กที่มีการใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 800 หน่วยต่อเดือนขึ้นไป และมีการใช้ไฟฟ้าในช่วง on peak ต่อ off peak ในสัดส่วนร้อยละ 40 ต่อ 60 จะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้า

เอกรินทร์ [3] ได้ทำตารางเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยระหว่างอัตรา TOU และอัตราปกติที่สัมพันธ์กับจำนวนหน่วยไฟฟ้าต่อเดือน และค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า ซึ่งจากข้อมูลพบว่าผู้ใช้ไฟฟ้ามากกว่า 1,000 หน่วยต่อเดือน และมีค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงน้อยกว่าช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำที่อัตราส่วนตั้งแต่ 45:55 เป็นต้นไป ควรจะเปลี่ยนมาใช้ไฟฟ้าอัตรา TOU นอกจากนี้ นพรัตน์ และวิญญูพล [4] ได้จัดทำแผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้าเมื่อเปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นอัตรา TOU สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดกลาง เพื่อให้ผู้ใช้ไฟฟ้านำไปเป็นแนวทางในการเปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าตามพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า โดยได้แสดงให้เห็นว่าผลประหยัดค่าไฟฟ้าจะขึ้นกับค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าและค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า โดยผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีค่า

สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time (kWh_p / kWh_{Total}) น้อยกว่า 0.4 หรือมีค่า load factor น้อยกว่า 0.09 จะมีค่าไฟฟ้าในอัตรา TOU ถูกกว่าเสมอ

ข้อมูลพบว่าผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า ได้แก่ จำนวนหน่วยไฟฟ้าต่อเดือน ค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า และค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า เป็นต้น รวมทั้งพิจารณาถึงประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท ซึ่งตัวแปรดังกล่าวนี้มักนำมาใช้ในการกำหนดเป็นมาตรฐานในการจัดการใช้ไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับควบคุมต้นทุนค่าไฟฟ้า [4-7] บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการนำเสนอแผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้าเมื่อเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU สำหรับทุกประเภทอัตราค่าไฟฟ้าตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าปี พ.ศ. 2558 โดยผลประหยัดที่ได้มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทางด้านพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าดังกล่าว และได้นิยามตัวแปรด้านพฤติกรรมบางตัวขึ้นมาใหม่ให้สอดคล้องกับอัตราค่าไฟฟ้าทั้งหมด ซึ่งแผนภูมิที่ได้นี้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ เหมาะสำหรับผู้บุคคลทั่วไปนำไปใช้งาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจเปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป

2. วิธีการสร้างแผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้า

2.1 ข้อมูลเบื้องต้น

วิธีการสร้างแผนภูมิผลประหยัดของงานวิจัยนี้ อ้างอิงประกาศโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าปี พ.ศ. 2558 [9] ที่บังคับใช้ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 สำหรับการวิเคราะห์ โดยผู้ใช้ไฟฟ้าทุกรายสามารถเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU แต่เมื่อเปลี่ยนเป็นอัตรา TOU แล้วไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราเดิมหรือไม่ขึ้นอยู่กับเงื่อนไข ดังตารางที่ 1

2.2 สมการผลประหยัดค่าไฟฟ้า

การสร้างแผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้าจะเริ่มต้นโดยการสร้างสมการค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วยของแต่ละประเภทอัตรา โดยค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วยจะไม่นรวมค่าบริการและค่าไฟฟ้าผันแปร (float time, FT) ในที่นี้จะนิยามตัวแปรทางด้านพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า ดังตารางที่ 2

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วยและตัวแปรทางด้านพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ามีความแตกต่างกันออกไปตามแต่ละประเภทอัตรา ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 เงื่อนไขในการเปลี่ยนกลับมาใช้อัตราปกติ หรืออัตรา TOD

ประเภท	การเปลี่ยนกลับมาใช้อัตราปกติ หรือ TOD	เงื่อนไขในการเปลี่ยนกลับมาใช้อัตราปกติ หรืออัตรา TOD	งบประมาณการติดตั้งมิเตอร์ TOU (บาท) [7]
ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย	ได้	ใช้อัตรา TOU มาไม่น้อยกว่า 12 เดือน	17,000 - 18,000
ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก	ได้	ใช้อัตรา TOU มาไม่น้อยกว่า 12 เดือน	17,000 - 18,000
ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง	ไม่ได้	-	-
ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่	ไม่ได้	-	-
ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง	-	ใช้ได้เฉพาะอัตรา TOU	-
ประเภทที่ 6 องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร	ได้	ใช้อัตรา TOU มาไม่น้อยกว่า 12 เดือน	17,000 - 18,000
ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร	ได้	ใช้อัตรา TOU มาไม่น้อยกว่า 12 เดือน	17,000 - 18,000

ตารางที่ 2 นิยามตัวแปรทางด้านพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า [8]

สัญลักษณ์	ความสัมพันธ์	ความหมาย
LF	$LF = \frac{kWh_{Total}}{30 \times 24 \times P}$	สัดส่วนกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยต่อกำลังไฟฟ้าสูงสุด
LF _p	$LF_p = \frac{kWh_{Total}}{30 \times 24 \times P_{Peak}}$	สัดส่วนกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยต่อกำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Peak Time
α	$\alpha = \frac{kWh_{Peak}}{kWh_{Total}}$	สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า
ρ	$\rho = \frac{P_{Peak}}{P}$	สัดส่วนพลังไฟฟ้าตามช่วงเวลาของอัตรา TOU
β	$\beta = \frac{P_{Peak}}{P_{Partial}}$	สัดส่วนพลังไฟฟ้าตามช่วงเวลาของอัตรา TOD

kWh_{Peak} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้งเดือนในช่วง peak (kWh); kWh_{OP} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้งเดือนในช่วง off peak (kWh); kWh_{Total} คือ พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งเดือน (kWh); P คือ พลังไฟฟ้าสูงสุด (kW); P_{Peak} คือ พลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง peak (kW); $P_{Partial}$ คือ พลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง partial (kW); LF คือ ค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (load factor); LF_p คือ ค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าของ P_{Peak} (load factor of P_{Peak}); α คือ สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง peak ต่อ พลังงานไฟฟ้ารวม; ρ คือ สัดส่วนพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง peak ต่อพลังไฟฟ้าสูงสุด; β คือ สัดส่วนพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง peak ของอัตรา TOD ต่อพลังไฟฟ้าสูงสุดช่วง partial

ตารางที่ 3 สมการความสัมพันธ์ของค่าไฟฟ้าฐานกับตัวแปรทางด้านพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า

ประเภท	อัตรา	กลุ่มผู้ใช้	สมการ
ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย	1.1 ปกติ	1.1.1 ใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน	$UR_N(kWh_{Total}) = 2.3488 + 0.6394 \left(1 - \frac{15}{kWh_{Total}}\right) + 0.2523 \left(1 - \frac{25}{kWh_{Total}}\right) + 0.3832 \left(1 - \frac{35}{kWh_{Total}}\right) + 0.0934 \left(1 - \frac{100}{kWh_{Total}}\right) + 0.5047 \left(1 - \frac{150}{kWh_{Total}}\right) + 0.1999 \left(1 - \frac{400}{kWh_{Total}}\right)$
		1.1.2 ใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน	$UR_N(kWh_{Total}) = 3.2484 + 0.9734 \left(1 - \frac{150}{kWh_{Total}}\right) + 0.1999 \left(1 - \frac{400}{kWh_{Total}}\right)$
	1.2 ตามช่วงเวลา ของการใช้	1.2.1 แรงดัน 22-33 kV	$UR_{TOU}(\alpha) = 2.6037 + 2.5098\alpha$
		1.2.2 แรงดันต่ำกว่า 22 kV	$UR_{TOU}(\alpha) = 2.6369 + 3.1613\alpha$

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ประเภท	อัตรา	กลุ่มผู้ใช้	สมการ
ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก	2.1 ปกติ	2.1.1 แรงดัน 22-33 kV	$UR_N = 3.9086$
		2.1.2 แรงดันต่ำกว่า 22 kV	$UR_N(kWh_{Total}) = 3.2484 + 0.9734 \left(1 - \frac{150}{kWh_{Total}}\right) + 0.1999 \left(1 - \frac{400}{kWh_{Total}}\right)$
	2.2 ตามช่วงเวลาของการใช้	2.2.1 แรงดัน 22-33 kV	$UR_{TOU}(\alpha) = 2.6037 + 2.5098\alpha$
		2.2.2 แรงดันต่ำกว่า 22 kV	$UR_{TOU}(\alpha) = 2.6369 + 3.1613\alpha$
ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง	3.1 ปกติ	3.1.2 แรงดัน 22-33 kV	$UR_N(LF) = 3.1729 + \frac{196.26}{720LF}$
		3.1.3 แรงดันต่ำกว่า 22 kV	$UR_N(LF) = 3.2009 + \frac{221.50}{720LF}$
	3.2 ตามช่วงเวลาของการใช้	3.2.2 แรงดัน 22-33 kV	$UR_{TOU}(\alpha, \rho, LF) = 2.6295 + 1.5802\alpha + \frac{132.93\rho}{720LF}$
		3.2.3 แรงดันต่ำกว่า 22 kV	$UR_{TOU}(\alpha, \rho, LF) = 2.6627 + 1.6928\alpha + \frac{210\rho}{720LF}$
ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่	4.1 ปกติ	4.1.2 แรงดัน 22-33 kV	$UR_{TOD}(\beta, LF) = \begin{cases} 3.1729 + \frac{58.88 + 226.17\beta}{720LF}, & \beta < 1 \\ 3.1729 + \frac{58.88 + 226.17}{720LF}, & \beta \geq 1 \end{cases}$
	4.2 ตามช่วงเวลาของการใช้	4.2.2 แรงดัน 22-33 kV	$UR_{TOU}(\alpha, \rho, LF) = 2.6295 + 1.5802\alpha + \frac{132.93\rho}{720LF}$
ประเภทที่ 6 องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร	6.1 ปกติ	6.1.2 แรงดัน 22-33 kV	$UR_N = 3.6107$
		6.1.3 แรงดันต่ำกว่า 22 kV	$UR_N(kWh_{Total}) = 2.8271 + 1.0906 \left(1 - \frac{10}{kWh_{Total}}\right)$
	6.2 ตามช่วงเวลาของการใช้	6.2.2 แรงดัน 22-33 kV	$UR_{TOU}(\alpha, LF_p) = 2.6295 + 1.5802\alpha + \frac{132.93}{720LF_p}$
		6.2.3 แรงดันต่ำกว่า 22 kV	$UR_{TOU}(\alpha, LF_p) = 2.6627 + 1.6928\alpha + \frac{210}{720LF_p}$
ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร	7.1 ปกติ		$UR_N(kWh_{Total}) = 2.0889 + 1.1516 \left(1 - \frac{100}{kWh_{Total}}\right)$
	7.2 ตามช่วงเวลาของการใช้	7.2.1 แรงดัน 22-33 kV	$UR_{TOU}(\alpha, LF_p) = 2.6037 + 1.5802\alpha + \frac{132.93}{720LF_p}$
		7.2.2 แรงดันต่ำกว่า 22 kV	$UR_{TOU}(\alpha, LF_p) = 2.6369 + 1.6928\alpha + \frac{210}{720LF_p}$

*ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่างจะใช้อัตรา TOU ได้เท่านั้น

ตารางที่ 3 นิยามตัวแปรทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$\left\langle 1 - \frac{a}{kWh_{Total}} \right\rangle = \begin{cases} 1 - kWh_{Total}, & a < kWh_{Total} \\ 0, & a \geq kWh_{Total} \end{cases} \quad (1)$$

โดย a คือ ค่าคงที่ใด ๆ ในตารางที่ 3; UR_N คือ ค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วยของการคิดค่าไฟฟ้าแบบอัตราปกติ (บาท/kWh); UR_{TOD} คือ ค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วยของการคิดค่าไฟฟ้าแบบอัตรา TOD (บาท/kWh); UR_{TOU} คือ ค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วยของการคิดค่าไฟฟ้าแบบอัตรา TOU (บาท/kWh)

สมการค่าไฟฟ้าฐานของแต่ละประเภท อัตราค่าไฟฟ้างวดตารางที่ 3 สามารถนำมาสร้างสมการ ผลประหยัดค่าไฟฟ้าเมื่อเปลี่ยนอัตราค่าไฟฟ้าจาก อัตราปกติหรืออัตรา TOD มาเป็นอัตรา TOU ได้ตาม สมการต่อไปนี้

(1) กรณีเปลี่ยนจากอัตราปกติเป็น TOU สำหรับอัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1, 2, 3, 6 และ 7

$$\delta = \frac{UR_N - UR_{TOU}}{UR_N} \times 100 \quad (2)$$

(2) กรณีเปลี่ยนจากอัตรา TOD เป็น TOU สำหรับอัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4

$$\delta = \frac{UR_{TOD} - UR_{TOU}}{UR_{TOD}} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ δ คือ ร้อยละผลประหยัดค่าไฟฟ้า

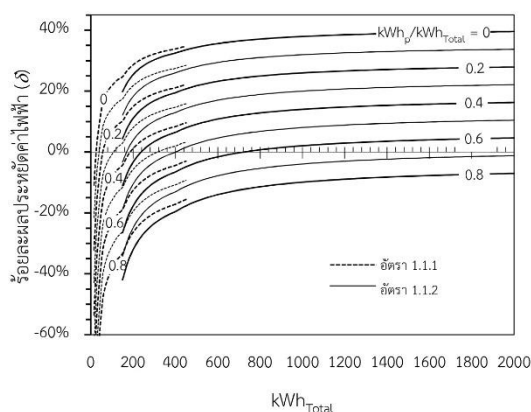
3. แผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้า

สมการร้อยละผลประหยัดเมื่อเปลี่ยนมาใช้ อัตรา TOU ตามสมการที่ 2 และ 3 สามารถนำสมการ เหล่านี้มาเขียนเป็นแผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้าของ ผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทดังนี้

3.1 ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

3.1.1 อัตรา 1.2.1 (22-33 kV) เทียบกับ อัตรา 1.1.1, 1.1.2

อัตรานี้เป็นอัตราสำหรับบ้านอยู่อาศัยที่ รับไฟฟ้าแรงดันสูง ซึ่งอาจพบได้ไม่มาก อาจเป็นบ้าน ขนาดใหญ่ที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงมาก รูปที่ 1 แสดง ผลประหยัดขึ้นอยู่กับจำนวนหน่วยไฟฟ้ารวมทั้งเดือน และค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า (kWh_p/kWh_{Total}) เช่น ผู้ใช้ ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้า 400 หน่วยต่อเดือน ต้องมีหน่วยการใช้ ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ไม่เกิน 50 % ของ หน่วยไฟฟ้าทั้งหมด จึงจะสามารถประหยัดค่าไฟด้วยการ เปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีค่าสัดส่วน การใช้ไฟฟ้ามากกว่า 0.7 นั้น ไม่สามารถที่จะลดค่า ไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU



รูปที่ 1 อัตรา 1.2.1 (22-33 kV) เทียบกับอัตรา 1.1.1 หรืออัตรา 1.1.2

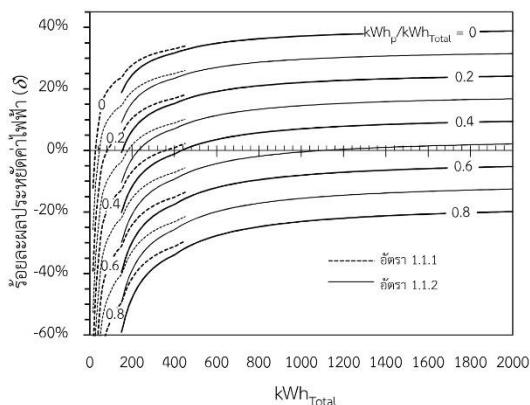
3.1.2 อัตรา 1.2.2 (<22 kV) เทียบกับ อัตรา 1.1.1, 1.1.2

อัตรานี้เป็นอัตราสำหรับบ้านอยู่อาศัย ทั่วไปที่รับไฟฟ้าแรงดันต่ำที่ 220-380 โวลต์ ดังนั้น ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอาจมีค่าต่างกันไปตามการ ใช้งานพลังงานไฟฟ้า สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าอัตรา 1.1.1 ที่ ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือนนั้น เมื่อพิจารณา จากรูปที่ 2 พบว่าผลประหยัดขึ้นอยู่กับจำนวนหน่วย ไฟฟ้ารวมทั้งเดือนและค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า เช่น ผู้ใช้ ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้า 80 หน่วยต่อเดือน ต้องมีหน่วยการใช้ ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ไม่เกิน 20 % ของหน่วย ไฟฟ้าทั้งหมดจึงจะสามารถลดค่าไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยน มาใช้อัตรา TOU นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีค่า สัดส่วนการใช้ไฟฟ้า (kWh_p/kWh_{Total}) มากกว่า 0.3 นั้นไม่สามารถที่จะลดค่าไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนมาใช้ อัตรา TOU

ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้าอัตรา 1.1.2 ที่ใช้ไฟฟ้า ตั้งแต่ 150 หน่วยต่อเดือนเป็นต้นไปนั้น ผลประหยัด ขึ้นอยู่กับจำนวนหน่วยไฟฟ้ารวมทั้งเดือนและค่า สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าด้วยเช่นกัน เช่น ผู้ที่ใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 420 หน่วยต่อเดือน จะต้องมีส่วนการใช้ไฟฟ้าใน

ช่วงเวลา peak time ไม่เกิน 40 % จึงสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 0.55 นั้นไม่สามารถที่จะลดค่าไฟฟ้าได้ด้วยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU

เมื่อพิจารณาข้อมูลของ สนพ. [2] ที่ระบุว่าบ้านที่อยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 800 หน่วยต่อเดือนขึ้นไป และมีค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า 0.4 สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาจากรูปที่ 2 ผู้ใช้ไฟฟ้างดกล่าวมีผลประหยัดค่าไฟฟ้าที่ 5.7 % ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้า 1,000 หน่วยต่อเดือน และมีค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า 0.45 ซึ่งเป็นผู้ที่ควรเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ตามคำแนะนำของ เอกรินทร์ [3] นั้นจะมีผลประหยัดค่าไฟฟ้าประมาณ 4 %



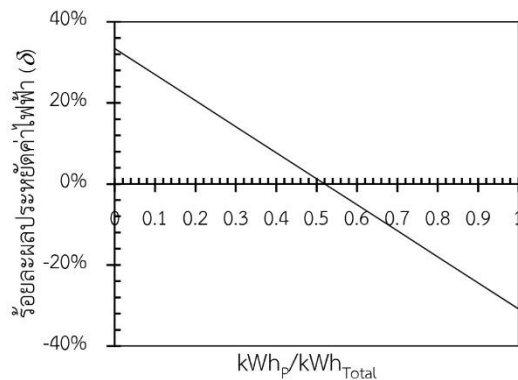
รูปที่ 2 อัตรา 1.2.2 (< 22 kV) เทียบกับอัตรา 1.1.1 หรืออัตรา 1.1.2

3.2 ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

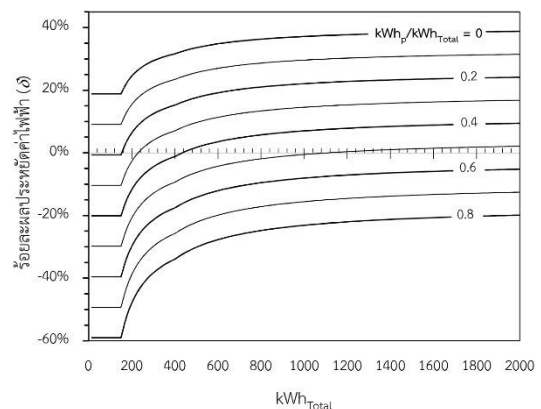
3.2.1 อัตรา 2.2.1 เทียบกับอัตรา 2.1.1 (22-33 kV)

อัตรานี้เป็นอัตราสำหรับกิจการขนาดเล็กที่รับไฟฟ้าแรงดันสูง ซึ่งจากสมการที่ 2 พบว่าผลประหยัดขึ้นอยู่กับค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า (kWh_p/kWh_{Total})

เท่ากัน ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีหน่วยการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ไม่เกิน 52 % ของหน่วยไฟฟ้าทั้งหมด จะมีค่าไฟฟ้าในอัตรา TOU ถูกกว่าอัตราปกติเสมอ พบว่าถ้าไม่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือมีการใช้เพียงเล็กน้อยในช่วงเวลา peak time ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้มากกว่า 30 % ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 อัตรา 2.2.1 (22-33 kV) เทียบกับอัตรา 2.1.1



รูปที่ 4 อัตรา 2.2.2 (< 22 kV) เทียบกับอัตรา 2.1.2

3.2.2 อัตรา 2.2.2 เทียบกับอัตรา 2.1.2 (< 22 kV)

อัตรานี้เป็นอัตราสำหรับกิจการขนาดเล็กที่รับไฟฟ้าแรงดันต่ำที่ 220-380 โวลต์ [9] รูปที่ 4 แสดงผลประหยัดขึ้นอยู่กับจำนวนหน่วยไฟฟ้ารวมทั้ง

เดือนและค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า ($\text{kWh}_p/\text{kWh}_{\text{Total}}$) เช่น ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้า 420 หน่วยต่อเดือน ต้องมีหน่วยการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ไม่เกิน 40 % ของหน่วยไฟฟ้าทั้งหมด จึงสามารถประหยัดค่าไฟได้ด้วยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU และจากรูปพบว่า ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 0.52 นั้นไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU

3.3 ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

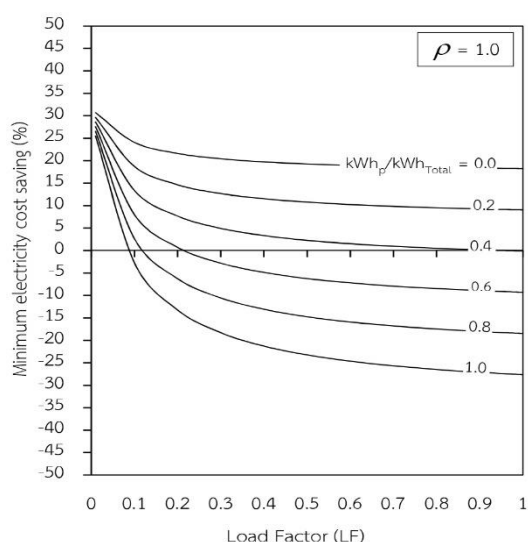
3.3.1 อัตรา 3.2.2 เทียบกับอัตรา 3.1.2 (22-33 kV)

อัตรานี้เป็นอัตราสำหรับกิจการขนาดกลางที่รับแรงดันไฟฟ้า 22-33 kV ซึ่ง นพรัตน์ และ วิชญพล [3] ได้อธิบายความสัมพันธ์ไว้ว่าเมื่อกำหนดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง peak time (P_{Peak}) มีค่าเท่ากับกำลังไฟฟ้าสูงสุด (P) แล้ว จะทำให้ค่า ρ มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งทำให้ผลประหยัดที่ได้เป็นผลประหยัดต่ำสุด และสามารถแสดงแผนภูมิร้อยละผลประหยัดต่ำสุดดังรูปที่ 5 พบว่าผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอัตราค่าไฟฟ้าแบบปกติอยู่เดิม หากตรวจสอบใบแจ้งนี้ค่าไฟฟ้าแล้วพบว่าค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ($\text{kWh}_p/\text{kWh}_{\text{Total}}$) น้อยกว่า 0.4 หรือมีค่า load factor น้อยกว่า 0.08 จะมีค่าไฟฟ้าในอัตรา TOU ถูกกว่าเสมอ ถึงแม้ผู้ใช้ไฟฟ้าใช้ไฟฟ้าเฉพาะช่วงเวลา peak time แต่ก็สามารถจะเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ถ้ามีค่า load factor น้อยกว่า 0.08

3.3.2 อัตรา 3.2.3 เทียบกับอัตรา 3.1.3 (< 22 kV)

อัตรานี้เป็นอัตราสำหรับกิจการขนาดกลางที่รับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 22 kV [9] ซึ่งเมื่อกำหนดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง peak time (P_{Peak}) มีค่าเท่ากับกำลังไฟฟ้าสูงสุด (P) แล้ว จะทำให้ค่า ρ มีค่าเท่ากับ 1 ผลดังกล่าวทำให้เกิดแผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้าที่น้อยที่สุด ดังรูปที่ 6 (โดยทั่วไปค่า ρ จะมีค่า

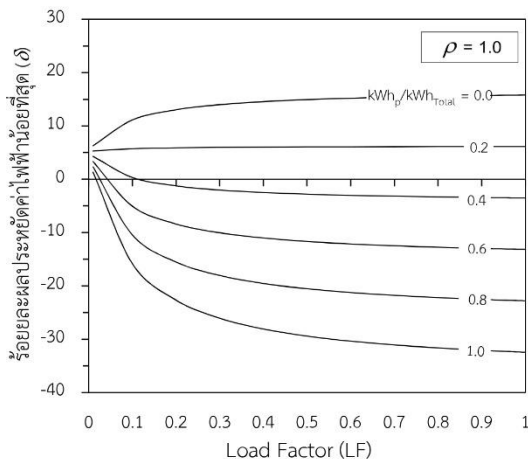
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เสมอ ซึ่งในกรณีที่ ρ มีค่าน้อยกว่า 1 จะทำให้ผลประหยัดมีค่าสูงกว่าค่าในแผนภูมินั่นเอง) ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ($\text{kWh}_p/\text{kWh}_{\text{Total}}$) น้อยกว่า 0.32 มีศักยภาพในการลดค่าไฟฟ้าด้วยอัตรา TOU ได้ ส่วนผู้ที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time สูงกว่านั้นต้องพิจารณาค่า load factor ร่วมด้วย เช่น ผู้ที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time เท่ากับ 0.4 จะต้องมียค่า load factor น้อยกว่า 0.11



รูปที่ 5 อัตรา 3.2.2 เทียบกับ 3.1.2 (22-33 kV) [3]

3.4 ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

เนื่องจากตัวแปรที่มีผลต่อผลประหยัดค่าไฟฟ้าของประเภทอัตรานี้มีจำนวนมาก ซึ่งประกอบไปด้วยค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (load factor, LF) สัดส่วนพลังงานไฟฟ้า ($\text{kWh}_p/\text{kWh}_{\text{Total}}$) ค่าสัดส่วนพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง peak ต่อพลังงานไฟฟ้าสูงสุดช่วง partial (β) และสัดส่วนกำลังไฟฟ้า (ρ) ซึ่งทำให้สมการมีความซับซ้อนมาก หากผู้ใช้ไฟฟ้าต้องการทราบผลประหยัดที่ถูกต้องก็สามารถนำสมการที่นำเสนอมาคำนวณผลประหยัดได้



รูปที่ 6 อัตรา 3.2.3 เทียบกับ 3.1.3 (< 22 kV)

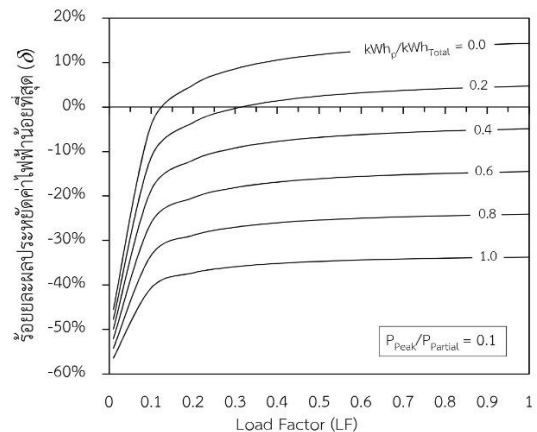
ในเบื้องต้น บทความนี้ยกตัวอย่างแผนภูมิที่มีความใกล้เคียงกับลักษณะงาน 2 ประเภท คือ งานประเภทสำนักงานที่มีการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา 08:00-17:00 น. และงานประเภทบริการหรือการผลิต เช่น โรงพยาบาล โรงงาน ที่มีการใช้ไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง และเพื่อลดความซับซ้อนของสมการ จะกำหนดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเกิดขึ้นในช่วงเวลา 09:00-21:30 น. ซึ่งจะทำให้ค่า ρ มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งผลประหยัคที่ได้จากแผนภูมิจะเป็นผลประหยัคค่าไฟฟ้าต่ำสุด

3.4.1 อัตรา 4.2.2 เทียบกับอัตรา 4.1.2 (22-33 kV) สำหรับงานประเภทสำนักงาน

สำหรับกิจการประเภทสำนักงานที่มีการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา 08:00-17:00 น. นั้นมักจะมีค่า P_{Partial} สูงกว่า P_{Peak} ซึ่งในช่วงเวลาหลังเลิกงานอาจยังมีการใช้ไฟฟ้าในบางส่วน เช่น ระบบเซิร์ฟเวอร์ ระบบแสงสว่าง กำลังสูญเสียไฟฟ้าที่หม้อแปลงไฟฟ้าและอื่น ๆ ในเบื้องต้นกำหนดให้ค่า P_{Partial} มีค่าประมาณ 10 % ของ P_{Partial} ซึ่งจะทำให้ค่า β เท่ากับ 0.1 ดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 แสดงผู้ใช้ไฟฟ้าที่มี β เท่ากับ 0.1 นั้นไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนมาใช้

อัตรา TOU ถ้าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time มีค่าสูงกว่า 0.3 ส่วนผู้ที่มิสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ต่ำกว่า 0.3 นั้น ต้องพิจารณาค่า load factor ร่วมด้วย เช่น ผู้ที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time เท่ากับ 0.2 จะต้องมีความ load factor น้อยกว่า 0.32



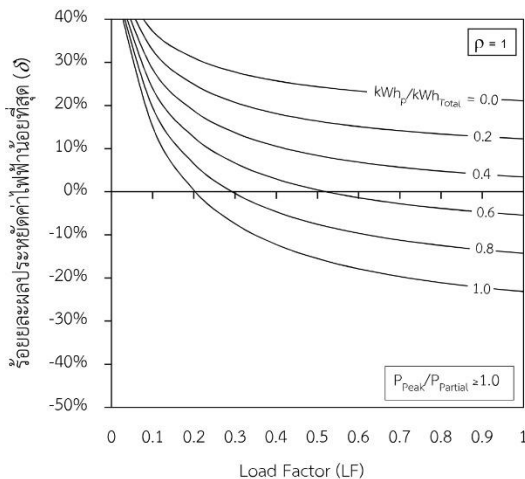
รูปที่ 7 อัตรา 4.2.2 เทียบกับ 4.1.2 (22-33 kV) ที่ β เท่ากับ 0.1

3.4.2 อัตรา 4.2.2 เทียบกับอัตรา 4.1.2 (22-33 kV) สำหรับงานประเภทที่มีการใช้ไฟฟ้าตลอดวัน

สำหรับกิจการประเภทงานผลิตและงานบริการที่มีการใช้ไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง จะมีค่า P_{Partial} ใกล้เคียงกับ P_{Peak} ซึ่งบทความนี้จะนำเสนอแผนภูมิของผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีค่า β มากกว่าหรือเท่ากับ 1 ดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 แสดงผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอัตรา TOD ที่มีค่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time (kWh_p/kWh_{Total}) น้อยกว่า 0.48 หรือมีความ load factor น้อยกว่า 0.2 มีความไฟฟ้าในอัตรา TOU ถูกกว่าเสมอ ถึงแม้ผู้ใช้ไฟฟ้าใช้ไฟฟ้าเฉพาะช่วงเวลา peak time แต่ก็สามารถใช้ไฟฟ้าอัตรา TOU ถ้ามีความ load

factor น้อยกว่า 0.2



รูปที่ 8 อัตรา 4.2.2 เทียบกับ 4.1.2 (22-33 kV) ที่ β มากกว่าหรือเท่ากับ 1

รูปที่ 9 พบว่าถึงแม้ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่ใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time การลดค่าไฟฟ้าไม่สามารถเกิดขึ้น ถ้าค่า LF_p มีค่าต่ำกว่า 0.19

3.5 ประเภทที่ 6 องค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร

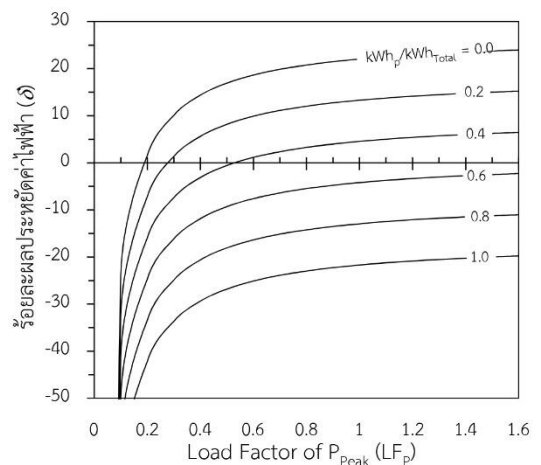
3.5.1 อัตรา 6.2.2 เทียบกับอัตรา 6.1.2 (22-33 kV)

อัตรานี้เป็นอัตราสำหรับองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไรที่รับแรงดันไฟฟ้า 22-33 kV [9] รูปที่ 9 แสดงผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time (kWh_p/kWh_{Total}) มากกว่า 0.5 จะไม่สามารถลดค่าไฟฟ้า ส่วนผู้ที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ต่ำกว่า 0.5 นั้น ต้องพิจารณาค่า LF_p รวมด้วย เช่น ผู้ที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time เท่ากับ 0.4 จะต้องมีความ LF_p สูงกว่า 0.53

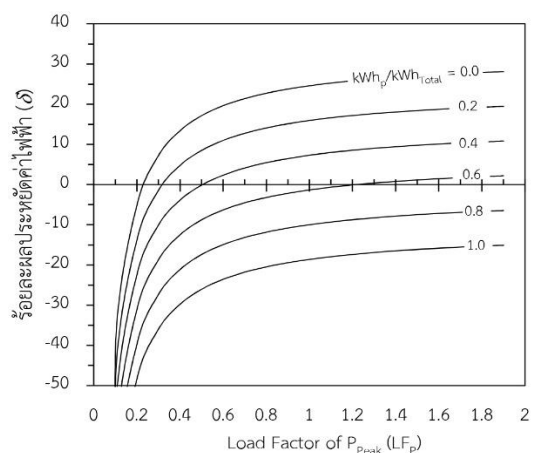
3.5.2 อัตรา 6.2.3 เทียบกับอัตรา 6.1.3 (< 22 kV)

อัตรานี้เป็นอัตราสำหรับองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไรที่รับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 22 kV [9] ซึ่ง

จากข้อมูลการคิดค่าไฟฟ้าสำหรับอัตรา 6.1.3 นั้นเป็นอัตราก้าวหน้า แต่พบว่าค่าไฟฟ้าแตกต่างกันที่ 10 หน่วยแรกเท่านั้น ซึ่งถือว่ามีความต่ำมาก ดังนั้นในบทความนี้กำหนดให้ค่าไฟฟ้าสำหรับอัตราปกติเป็นแบบคงที่ เท่ากับ 3.9177 บาทต่อหน่วย ซึ่งจะทำให้ค่าผลประโยชน์ที่ได้มีความถูกต้องสูงในช่วงที่มีหน่วยการใช้ไฟฟ้าต่อเดือนสูง ๆ



รูปที่ 9 อัตรา 6.2.2 เทียบกับ 6.1.2 (22-33 kV)



รูปที่ 10 อัตรา 6.2.3 เทียบกับ 6.1.3 (< 22 kV)

รูปที่ 10 แสดงผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time (kWh_p/kWh_{Total})

มากกว่า 0.6 โดยประมาณ ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ส่วนผู้ที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ต่ำกว่า 0.6 นั้น ต้องพิจารณาค่า LF_p ร่วมด้วย เช่น ผู้ที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ประมาณ 0.4 จะต้องมียุทธศาสตร์ค่า LF_p สูงกว่า 0.5

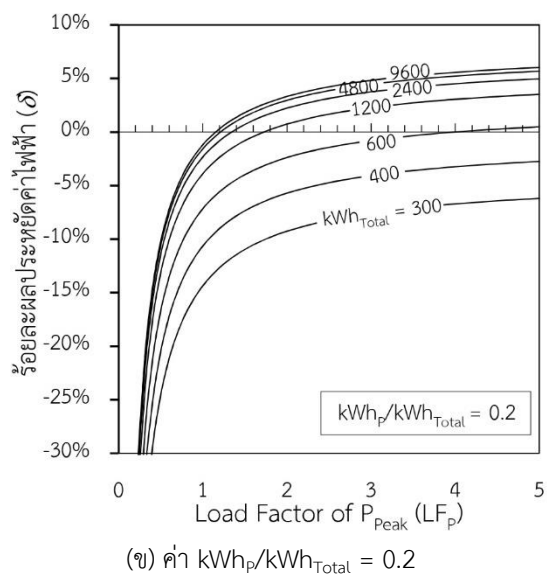
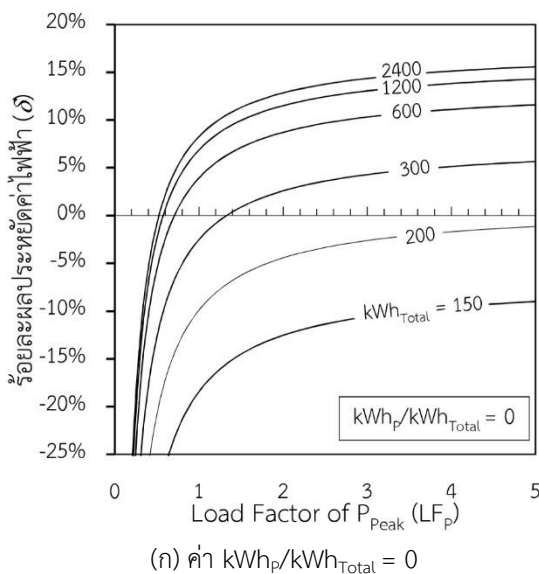
3.6 ประเภทที่ 7 สุนัขเพื่อการเกษตร

3.6.1 อัตรา 7.2.1 เทียบกับอัตรา 7.1 (22-33 kV)

อัตรานี้เป็นอัตราสำหรับกิจกรรมสุนัขเพื่อการเกษตรที่รับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 22-33 kV [9] ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสมการร้อยละผลประหยัดพบว่าผู้ใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time เกิน 40 % ไม่

สามารถลดค่าไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงนำเสนอตัวอย่างแผนภูมิผลประหยัดสำหรับผู้ที่ใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ไม่เกิน 20 % เท่านั้น

รูปที่ 11ก แสดงแผนภูมิผลประหยัดในกรณีที่ไม่มีการใช้ไฟฟ้าในช่วง peak time เลย ($kWh_p/kWh_{Total} = 0$) ซึ่งพบว่าแนวโน้มผู้ใช้ไฟฟ้า น้อยกว่า 200 หน่วยต่อเดือน ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้ามากกว่า 200 หน่วยต่อเดือนที่ต้องการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU นั้น ต้องพิจารณาค่า LF_p ร่วมด้วย เช่น ผู้ที่ใช้ไฟฟ้า 300 หน่วยต่อเดือน ต้องมีค่า LF_p สูงกว่า 0.7



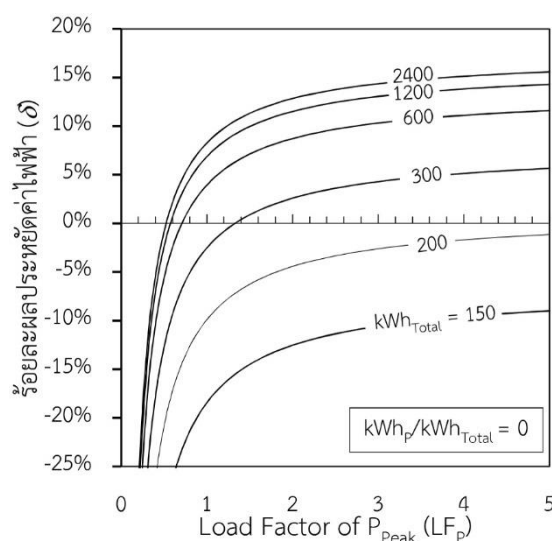
รูปที่ 11 อัตรา 7.2.1 เทียบกับ 7.1 (22-33 kV)

รูปที่ 11ข แสดงแผนภูมิผลประหยัดในกรณีที่มีการใช้ไฟฟ้าในช่วง peak time เท่ากับ 20 % ($kWh_p/kWh_{Total} = 0.2$) ผู้ที่ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 400 หน่วยต่อเดือน ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้ามากกว่า 400 หน่วย

ต่อเดือน ที่ต้องการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU นั้น ต้องพิจารณาค่า LF_p ร่วมด้วย เช่น ผู้ที่ใช้ไฟฟ้า 600 หน่วยต่อเดือน ต้องมีค่า LF_p สูงกว่า 1.5

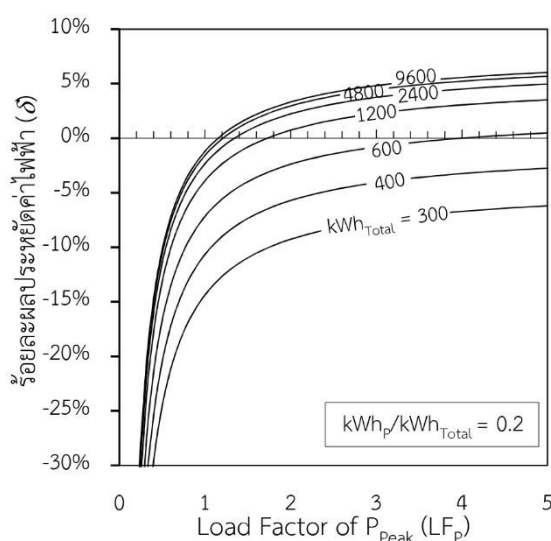
3.6.2 อัตรา 7.2.2 เทียบกับอัตรา 7.1 (< 22 kV)

อัตรานี้เป็นอัตราสำหรับกิจกรรมสูบน้ำ เพื่อการเกษตรที่รับไฟฟ้าแรงดันต่ำระหว่าง 220-380 โวลต์ [9] ซึ่งเมื่อพิจารณาสมการร้อยละผลประหยัดพบว่าผู้ใช้ไฟฟ้าในช่วง peak time เกิน 40 % ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าด้วยการใช้อัตรา TOU ดังนั้นแผนภูมิผลประหยัดที่นำเสนอจึงเป็นแผนภูมิสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ไม่เกิน 20 % เท่านั้น



(ก) ค่า $kWh_p/kWh_{Total} = 0$

รูปที่ 12ก แสดงแนวโน้มผู้ใช้ไฟฟ้า น้อยกว่า 200 หน่วยต่อเดือน ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้า ด้วยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้า มากกว่า 200 หน่วยต่อเดือน ที่ต้องการเปลี่ยนมาใช้ อัตรา TOU นั้น ต้องพิจารณาค่า LF_p รวมด้วย เช่น ผู้ ที่ใช้ไฟฟ้า 300 หน่วยต่อเดือน ต้องมีค่า LF_p สูงกว่า 1.3



(ข) ค่า $kWh_p/kWh_{Total} = 0.2$

รูปที่ 12 อัตรา 7.2.2 เทียบกับ 7.1 (< 22 kV)

รูปที่ 12ข พบว่าผู้ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 600 หน่วยต่อเดือน ไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าด้วยการ เปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้ามากกว่า 600 หน่วยต่อเดือน ที่ต้องการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU นั้น ต้องพิจารณาค่า LF_p รวมด้วย เช่น ผู้ที่ใช้ไฟฟ้า 1,200 หน่วยต่อเดือน จะต้องมีความ LF_p สูงกว่า 1.7

4. การนำแผนภูมิผลประหยัดไปใช้งาน

ผู้ใช้ไฟฟ้าที่สนใจจะเปลี่ยนค่าไฟฟ้าจากอัตรา ปกติ หรืออัตรา TOD มาเป็นอัตรา TOU สามารถนำ แผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้าไปใช้ในการวิเคราะห์

ศักยภาพของตนเองในเบื้องต้น โดยการนำข้อมูลการใช้ ไฟฟ้า หรือข้อมูลจากใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้ามาคำนวณ ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้อง แล้วนำค่าดังกล่าวมา plot ลง บนแผนภูมิ ก็จะทำให้ทราบผลประหยัดที่เกิดขึ้นได้ ดังเช่นตัวอย่างต่อไปนี้

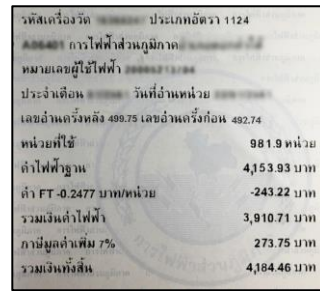
4.1 ตัวอย่างที่ 1

บ้านพักอาศัยตัวอย่างที่ใช้ไฟฟ้าในอัตรา ปกติ 1.1.2 และมีการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 981.9 หน่วย ดัง รูปที่ 13 ในการวิเคราะห์ศักยภาพในการเปลี่ยนมาใช้ อัตรา TOU ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องทราบจำนวนหน่วยไฟฟ้า ที่ใช้ทั้งหมด และสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วง peak

time เพื่อนำมา plot ลงบนแผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้า ดังนั้นจึงมีการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ เพื่อมาคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าดังสมการ

$$\text{kWh} = \text{กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ (kW)} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{ร้อยละการทำงาน} \quad (4)$$

ผลการคำนวณสามารถแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์แยกตามช่วงเวลา peak และ off peak ได้ดังตารางที่ 4



รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา 1124
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	
หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	0000000000
ประจำเดือน	วันที่อ่านหน่วย
เลขอ่านครั้งหลัง 499.75	เลขอ่านครั้งก่อน 492.74
หน่วยที่ใช้	981.9 หน่วย
ค่าไฟฟ้าฐาน	4,153.93 บาท
ค่า FT -0.2477 บาท/หน่วย	-243.22 บาท
รวมเงินค่าไฟฟ้า	3,910.71 บาท
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	273.75 บาท
รวมเงินทั้งสิ้น	4,184.46 บาท

รูปที่ 13 ใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยของบ้านอยู่อาศัยตัวอย่าง

ตารางที่ 4 การประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ไฟฟ้าจากบ้านอยู่อาศัยตัวอย่าง

อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า (Watt)	จำนวน	ชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าต่อเดือน		ร้อยละ การทำงาน	หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อเดือน	
			Peak	Off peak		kWh _{Peak}	kWh _{OP}
เครื่องปรับอากาศ	1,000	3	44	226	50 %	66.00	339.00
เครื่องปรับอากาศ	1,000	1	0	24	50 %	0.00	12.00
หลอดไฟ	46	7	66	54	100 %	21.25	17.39
หลอดไฟ	46	1	66	264	100 %	3.04	12.14
หลอดไฟ	36	4	44	76	100 %	6.34	10.94
โทรทัศน์	60	3	44	76	100 %	7.92	13.68
โทรทัศน์	160	1	22	8	100 %	3.52	1.28
โทรทัศน์	160	1	0	40	100 %	0.00	6.40
คอมพิวเตอร์	100	1	44	76	100 %	4.40	7.60
คอมพิวเตอร์	350	1	22	8	100 %	7.70	2.80
เครื่องซักผ้า	600	1	22	8	100 %	13.20	4.80
เตารีด	2,400	1	22	12	100 %	52.80	28.80
พัดลม	54	1	22	8	100%	1.19	0.43
เครื่องทำน้ำอุ่น	122	3	15	30	100 %	5.49	10.98
กระติกน้ำร้อน	600	1	14	30	100 %	8.40	18.00
เตาไมโครเวฟ	800	1	20	10	100 %	16.00	8.00
เครื่องดูดฝุ่น	2,000	1	22	12	100 %	44.00	24.00
ตู้เย็น	109	2	286	434	30 %	18.70	28.38
ตู้เย็น	70	1	286	434	30 %	6.01	9.11
ไดร์เป่าผม	1,500	1	10	7.5	100 %	15.00	11.25
ปั้มน้ำอัตโนมัติ	400	1	286	434	10 %	11.44	17.36
รวม						312.39	584.36

การคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งเดือน พบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh_p/kWh_{Total}) มีค่า 0.35 เมื่อนำค่าดังกล่าว พร้อมกับค่า kWh_{Total} มา plot ค่าลงบนแผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้าของอัตรา 1.2.2 พบว่าบ้านอยู่อาศัยดังกล่าวสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าอัตรา TOU ได้ประมาณร้อยละ 12 ดังแสดงในรูปที่ 14 โดยคิดเป็นค่าไฟฟ้าฐานที่ลดลงประมาณ 498 บาท (ไม่รวมค่าบริการ ค่า Ft และภาษีมูลค่าเพิ่ม)

4.2 ตัวอย่างที่ 2

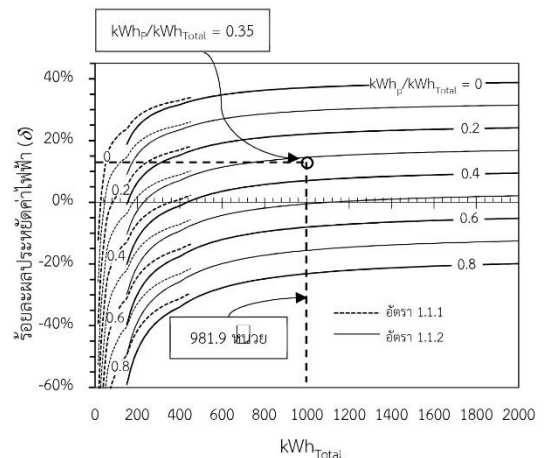
กิจการขนาดกลางที่ใช้อัตราปกติ 3.1.2 ที่สนใจจะเปลี่ยนมาเป็นอัตรา TOU เมื่อนำใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้ามาพิจารณาพบว่ามีการใช้ไฟฟ้าไปทั้งหมด 17,960 kWh มีค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด 272.8 kW และค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดเกิดขึ้นในช่วงเวลา peak time ดังรูปที่ 15

การวิเคราะห์ศักยภาพในการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องทราบสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วง peak time และค่า load factor เพื่อนำมา plot ลงบนแผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้า ซึ่งจากใบแจ้ง

หนี้ค่าไฟฟ้า สามารถคำนวณค่าดังกล่าวดังนี้

$$\alpha = \frac{\text{kWh}_{\text{Peak}}}{\text{kWh}_{\text{Total}}} = \frac{14,568}{(14,568 + 1,656 + 1,736)} = 0.81$$

$$\text{LF} = \frac{\text{kWh}_{\text{Total}}}{30 \times 24 \times P} = \frac{17,960}{30 \times 24 \times 272.8} = 0.091$$

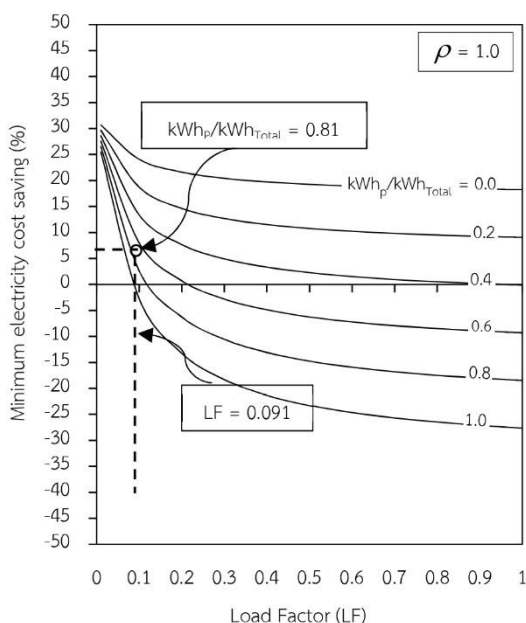


รูปที่ 14 ผลประหยัดค่าไฟฟ้าของบ้านพักอาศัย ตัวอย่าง

รหัสการไฟฟ้า		หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า		รหัสเครื่องวัด		ประเภทอัตรา		แรงดัน		ตัวคูณ		วันผ่านหน่วย	
						3124		22-33 KV		800			
		เลขอ่านครั้งหลัง		เลขอ่านครั้งก่อน		กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์		จำนวนเงิน (บาท)					
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	9.060	8.719	272.80		53,539.73		ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)				0.0000	
	OP	7.933	7.613	256.00				ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)				0.0000	
	H	7.709	7.645	51.20				ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)				0.0000	
								รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)				0.0000	
								หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย)				17,960.00	
								รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)				0.00	
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	483.590	465.380	14568.00		49,955.74							
	OP	94.220	92.150	1656.00									
	H	237.840	235.670	1736.00									
		ค่าบริการ 312.24 บาท ได้รับการอุดหนุน		0.00 บาท		312.24							
				รวมเงินค่าไฟฟ้าฐาน		103,807.71							
กิโลวาร์		5.647	5.435	169.60		14.02							
								รวมเงินค่าไฟฟ้า				103,821.73	
								ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %				7,267.52	
								รวมเงินที่ต้องชำระ		****		111,089.25	

รูปที่ 15 ใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้าของกิจการตัวอย่าง

ผลการคำนวณพบว่าค่า kWh_p/kWh_{Total} เท่ากับ 0.81 และค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (load factor) เท่ากับ 0.091 ซึ่งโดยทั่วไปผู้ใช้ไฟฟ้าจะเข้าใจว่าหากมีการใช้ไฟฟ้าในช่วง peak time มากกว่าช่วง off peak มาก ๆ จะไม่สามารถลดค่าไฟฟ้าด้วยอัตรา TOU แต่เมื่อนำข้อมูล kWh_p/kWh_{Total} และ load factor มา plot ลงบนแผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้าพบว่าผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU โดยจะมีผลประหยัดประมาณร้อยละ 5 ดังรูปที่ 16 หรือคิดเป็นค่าไฟฟ้าฐานที่ลดลงประมาณ 5,190 บาท (ไม่รวมค่าบริการ ค่า Ft และภาษีมูลค่าเพิ่ม)



รูปที่ 16 การวิเคราะห์ผลประหยัดค่าไฟฟ้าของกิจการ ตัวอย่าง

โดยจากตัวอย่างดังกล่าวนี้ จะเห็นได้ว่าผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถนำแผนภูมิไปช่วยวิเคราะห์ศักยภาพในการเปลี่ยนมาใช้ค่าไฟฟ้าอัตรา TOU ได้ง่าย เมื่อทราบพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของตนเอง ไม่ต้องคำนวณค่า

ไฟฟ้าตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ซึ่งยากแก่การจดจำ และนำไปใช้งาน

5. สรุป

การนำข้อมูลโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าปี พ.ศ. 2558 ตามประกาศของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมาจัดทำแผนภูมิผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนค่าไฟฟ้าจากอัตราปกติ หรืออัตรา TOD มาเป็นอัตรา TOU พบว่าผลประหยัดค่าไฟฟ้าขึ้นกับตัวแปรด้านพฤติกรรมของการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าที่ต้องการเปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของตนเอง แล้วนำมาพิจารณาในแผนภูมิ ก็จะทำให้ทราบความเป็นไปได้ถึงผลประหยัดค่าไฟฟ้า เมื่อเปลี่ยนจากค่าไฟฟ้าอัตราปกติมาเป็นค่าไฟฟ้าอัตรา TOU นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตที่สำคัญที่ผู้ใช้ไฟฟ้าจะสามารถเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU คือ

5.1 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย อัตรา 1.1.1 และ 1.1.2 ที่ใช้ไฟฟ้า 22-33 kV จะต้องมีส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ไม่เกิน 0.7

5.2 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย อัตรา 1.1.1 และ 1.1.2 ที่ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 22 kV และผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดเล็ก จะต้องมีส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time ไม่เกิน 0.52

5.3 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดกลาง อัตรา 3.1.2 ที่ใช้ไฟฟ้า 22-33 kV ที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 0.4 หรือมีค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 0.08 สามารถเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU

5.4 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ อัตรา 4.1.2 ที่ใช้ไฟฟ้า 22-33 kV การใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา 08:00-17:00 น. จะต้องมีส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time น้อยกว่า 0.3

5.5 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ อัตรา

4.1.2 ที่ใช้ไฟฟ้า 22-33 kV ที่มีการใช้ไฟฟ้าสม่ำเสมอตลอดวันที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 0.48 หรือมีค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 0.2 สามารถเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU

5.6 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร
อัตรา 6.1.2 ที่ใช้ไฟฟ้า 22-33 kV จะต้องมีส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time น้อยกว่า 0.55

5.7 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร
อัตรา 6.1.3 ที่ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 22 kV จะต้องมีส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time น้อยกว่า 0.65

5.8 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทส่วนบุคคลเพื่อการเกษตรจะต้องมีส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา peak time น้อยกว่า 0.4

5. รายการอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, 2545, การศึกษาอัตราค่าไฟฟ้า TOU, นโยบายพลังงาน 55: 13-17.
- [2] ศูนย์ข้อมูล & ข่าวสืบสวนเพื่อสิทธิพลเมือง TCIJ, ค่าไฟฟ้าอัตรา TOU ลดวิกฤตช่วงพีคได้ ทำไมการไฟฟ้าฯ ช้อนไว้ได้พรม, แหล่งที่มา : <https://www.tcijthai.com/news/2016/07/scoop/6294>, 20 เมษายน 2560.
- [3] เอกรินทร์ วัชรยิ่งยง, 2548, การเปรียบเทียบค่าใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย : กรณีอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้กับกรณีอัตราค่า

ไฟฟ้าปกติ, การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 106 น.

- [4] นพรัตน์ เกตุขาว และวิษณุพล พักแก้ว, 2562, การจัดการใช้ไฟฟ้าในกลุ่มตัวอย่างศึกษาสำหรับโรงสีข้าว โรงแรม และโรงน้ำแข็ง, ว.วิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 29(4): (ตอบรับตีพิมพ์).
- [5] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559, เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด : การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า, 50 น.
- [6] Power Planet - Electrical Management Systems, Electrical Load Factor, Available Source: http://www.demandcharge.com/Web_Pages/Articles/Electrical_Load_Factor.html, April 1, 2018.
- [7] สุพร กุลวัฒน์ชัย, 2551, เอกสารประกอบการอบรม : กิจกรรมการจัดการพลังงานแบบสมบูรณ์ เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรม รุ่นที่ 8, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 56 น.
- [8] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดพะเยา, สัมภาษณ์, 15 พฤศจิกายน 2560.
- [9] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ปี 2558, แหล่งที่มา : https://w3c.pea.co.th/Portals/_default/Documents/Rate2015.pdf; 2559, 20 กันยายน 2560.