



# เรื่อง ผลการศึกษาค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานเปรียบเทียบ (SEC Benchmarking) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจ

โครงการเตรียมความพร้อมด้านกลไกตลาด  
เพื่อสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจก (PMR)

CS-8 : การประเมินระบบการจัดการพลังงานของโรงงาน/อาคารควบคุม  
และปรับปรุงค่า SEC สำหรับ 11 กลุ่ม

โดย

บริษัท ไบรท์ แมเนจเม้นท์ คอนซัลติ้ง จำกัด

## หัวข้อบรรยาย

- ขอบเขตการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption, SEC)
- ผลการประหยัดพลังงานจากการเปรียบเทียบดัชนีการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption Benchmarking)

# กลุ่มอาคาร

# ขอบเขตการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

อาคารควบคุมในประเทศไทยแยกตาม TSIC

## กลุ่มอาคารควบคุมเป้าหมายของโครงการฯ

1. กลุ่มสำนักงาน	มีอาคารควบคุมทั้งหมด	778	อาคาร
2. กลุ่มโรงพยาบาล	มีอาคารควบคุมทั้งหมด	269	อาคาร
3. กลุ่มโรงแรม	มีอาคารควบคุมทั้งหมด	553	อาคาร
4. กลุ่มศูนย์การค้า	มีอาคารควบคุมทั้งหมด	705	อาคาร
	<b>รวมมีอาคารควบคุมทั้งหมด</b>	<b>2,305</b>	<b>อาคาร</b>

# ขอบเขตการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

## การแบ่งกลุ่มของอาคารควบคุมของโครงการ ฯ

ประเภทอาคาร	ประเภทย่อย
สำนักงาน (1)	กลุ่ม 1 - สำนักงาน ภาครัฐราชการ
	กลุ่ม 1 - สำนักงาน ภาคเอกชน
	กลุ่ม 2 - สำนักงาน ภาครัฐราชการ
	กลุ่ม 2 - สำนักงาน ภาคเอกชน
โรงพยาบาล (2)	กลุ่ม 1 - โรงพยาบาล ภาครัฐราชการ
	กลุ่ม 1 - โรงพยาบาล ภาคเอกชน
	กลุ่ม 2 - โรงพยาบาล ภาครัฐราชการ
	กลุ่ม 2 - โรงพยาบาล ภาคเอกชน

ประเภทอาคาร	ประเภทย่อย
โรงแรม (3)	กลุ่ม 1 - พื้นที่ใช้สอย $\geq 20,000$ ตร.ม.
	กลุ่ม 1 - พื้นที่ใช้สอย $< 20,000$ ตร.ม.
	กลุ่ม 2 - พื้นที่ใช้สอย $\geq 20,000$ ตร.ม.
	กลุ่ม 2 - พื้นที่ใช้สอย $< 20,000$ ตร.ม.
ศูนย์การค้า (4)	กลุ่ม 1 - ศูนย์การค้า
	กลุ่ม 1 - ดิสเคาท์สโตร์
	กลุ่ม 2 - ศูนย์การค้า
	กลุ่ม 2 - ดิสเคาท์สโตร์

# ขอบเขตการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

## ตัวแปรที่พิจารณาการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน

อาคารสำนักงาน	อาคารโรงพยาบาล
<ol style="list-style-type: none"><li>พื้นที่สำนักงานทั่วไปที่ใช้งาน &lt;12 ชม.ต่อวัน</li><li>พื้นที่สำนักงานทั่วไปที่ใช้งาน 12-18 ชม.ต่อวัน</li><li>พื้นที่สำนักงานทั่วไปที่ใช้งานมากกว่า 18 ชม.ต่อวัน</li><li>พื้นที่ร้านค้า</li><li>พื้นที่ส่วนกลาง</li><li>พื้นที่ไม่ปรับอากาศ</li><li>จำนวนพนักงานทั้งหมด</li><li>พื้นที่จอดรถในอาคาร</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>พื้นที่สำหรับผู้ป่วยนอก</li><li>พื้นที่สำหรับผู้ป่วยใน</li><li>พื้นที่ส่วนกลาง</li><li>พื้นที่ร้านค้า</li><li>พื้นที่ไม่ปรับอากาศ</li><li>พื้นที่จอดรถในอาคาร</li><li>จำนวนผู้ป่วยนอก</li><li>จำนวนผู้ป่วยใน</li><li>จำนวนบุคลากรทั้งหมด</li></ol>
อาคารโรงแรม	อาคารศูนย์การค้า
<ol style="list-style-type: none"><li>พื้นที่ห้องพักทั้งหมด</li><li>พื้นที่สำหรับการจัดเลี้ยง</li><li>พื้นที่ร้านอาหาร</li><li>พื้นที่สำนักงาน</li><li>พื้นที่สันทนาการ</li><li>พื้นที่ไม่ปรับอากาศ</li><li>พื้นที่จอดรถในอาคาร</li><li>จำนวนบุคลากรทั้งหมด</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>พื้นที่ปรับอากาศทั่วไป</li><li>พื้นที่โรงภาพยนตร์</li><li>พื้นที่จัดงานที่ไม่เปิดประจำ</li><li>พื้นที่ไม่ปรับอากาศ</li><li>พื้นที่จอดรถในอาคาร</li></ol>

# ขอบเขตการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

## ข้อมูลในการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน

ประเภทอาคาร	ขนาดหม้อแปลง	กลุ่มย่อย	จำนวนทั้งหมด (อาคาร)	ส่งแบบสอบถาม (อาคาร)	ตอบกลับในโครงการ TGO (อาคาร)	รวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ (EnPI + TGO) (อาคาร)
สำนักงาน	กลุ่ม 1	ภาคราชการ	791	778	63	69
		ภาคเอกชน			25	43
	กลุ่ม 2	ภาคราชการ			28	31
		ภาคเอกชน			12	31
รวม			791	778	128	174
โรงพยาบาล	กลุ่ม 1	ภาคราชการ	269	256	20	30
		ภาคเอกชน			13	24
	กลุ่ม 2	ภาคราชการ			8	9
		ภาคเอกชน			2	9
รวม			269	256	43	72

# ขอบเขตการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

## ข้อมูลในการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน

ประเภทอาคาร	ขนาดหม้อแปลง	กลุ่มย่อย	จำนวนทั้งหมด (อาคาร)	ส่งแบบสอบถาม (อาคาร)	ตอบกลับในโครงการ TGO (อาคาร)	รวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ (EnPI + TGO) (อาคาร)
โรงแรม	กลุ่ม 1	พื้นที่ < 20,000 m <sup>2</sup>	553	553	20	41
		พื้นที่ ≥ 20,000 m <sup>2</sup>			13	32
	กลุ่ม 2	พื้นที่ < 20,000 m <sup>2</sup>			4	8
		พื้นที่ ≥ 20,000 m <sup>2</sup>			14	30
รวม			553	553	51	111
ศูนย์การค้า	กลุ่ม 1	ศูนย์การค้า	705	683	12	34
		ดิสเคาท์สโตร์			43	123
	กลุ่ม 2	ศูนย์การค้า			21	44
		ดิสเคาท์สโตร์			6	24
รวม			705	683	82	225



# ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

## อาคารสำนักงาน



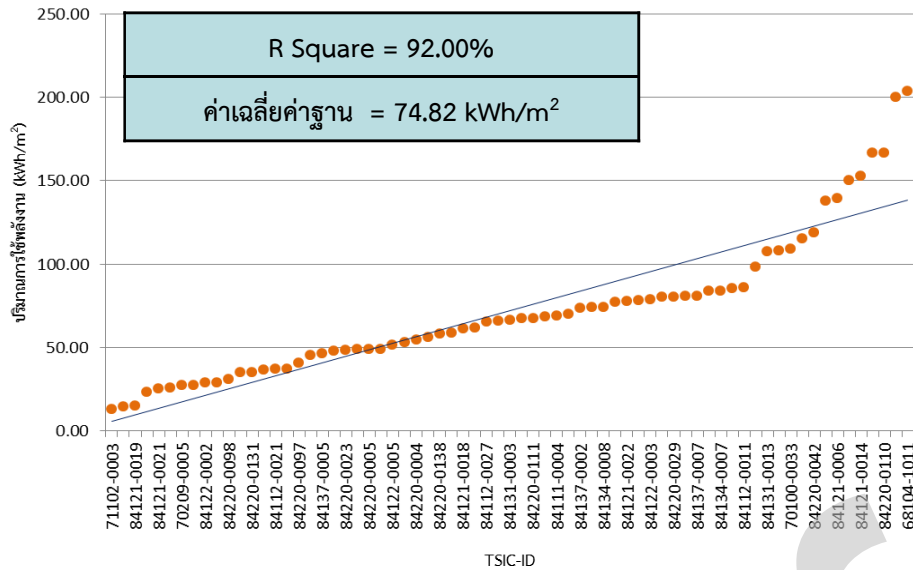
# ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

## อาคารสำนักงาน

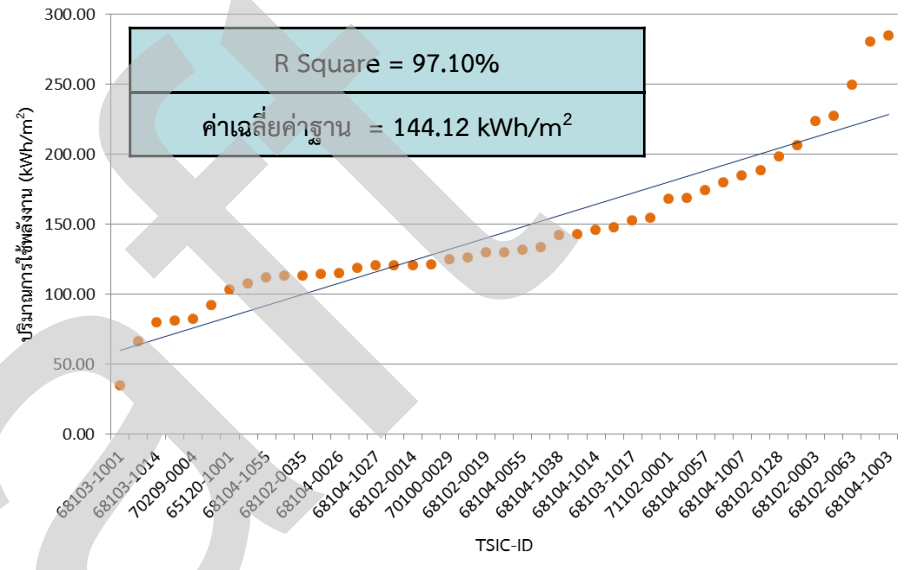
สำนักงาน ขนาดหม้อแปลง ≤ 3,530 kVA (กลุ่ม 1) - ภาคราชการ	สำนักงาน ขนาดหม้อแปลง ≤ 3,530 kVA (กลุ่ม 1) - ภาคเอกชน
<p>ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)</p> $= 0.001 \times \text{พื้นที่สำนักงาน (< 12 ชม./วัน)} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \times 12 \times 250$ $+ 0.013 \times \text{พื้นที่สำนักงาน (12-18 ชม./วัน)} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \times 18 \times 250$ $+ 0.212 \times \text{พื้นที่สำนักงาน (> 18 ชม./วัน)} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \times 24 \times 365$ $+ 0.279 \times \text{พื้นที่ร้านค้า} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 0.143 \times \text{พื้นที่ส่วนกลาง} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 30.784 \times \text{พื้นที่ไม่ปรับอากาศ}$ $+ 122.624 \times \text{พื้นที่จอดรถในอาคาร}$ $+ 844.865 \times \text{จำนวนพนักงาน}$	<p>ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)</p> $= 0.028 \times \text{พื้นที่สำนักงาน (< 12 ชม./วัน)} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \times 12 \times 250$ $+ 0.016 \times \text{พื้นที่สำนักงาน (12-18 ชม./วัน)} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \times 18 \times 250$ $+ 0.022 \times \text{พื้นที่สำนักงาน (> 18 ชม./วัน)} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \times 24 \times 365$ $+ 0.213 \times \text{พื้นที่ร้านค้า} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 0.019 \times \text{พื้นที่ส่วนกลาง} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 63.278 \times \text{พื้นที่ไม่ปรับอากาศ}$ $+ 11.429 \times \text{พื้นที่จอดรถในอาคาร}$ $+ 1,668.104 \times \text{จำนวนพนักงาน}$
สำนักงาน ขนาดหม้อแปลง > 3,530 kVA (กลุ่ม 2) - ภาคราชการ	สำนักงาน ขนาดหม้อแปลง > 3,530 kVA (กลุ่ม 2) - ภาคเอกชน
<p>ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)</p> $= 0.035 \times \text{พื้นที่สำนักงาน (< 12 ชม./วัน)} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \times 12 \times 250$ $+ 0.033 \times \text{พื้นที่สำนักงาน (12-18 ชม./วัน)} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \times 18 \times 250$ $+ 0.138 \times \text{พื้นที่สำนักงาน (> 18 ชม./วัน)} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \times 24 \times 365$ $+ 0.390 \times [(\text{พื้นที่ร้านค้า} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}) + (\text{พื้นที่ส่วนกลาง} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย})]$ $+ 0.391 \times (\text{พื้นที่ไม่ปรับอากาศ} + \text{พื้นที่จอดรถในอาคาร})$ $+ 1,198.492 \times \text{จำนวนพนักงาน}$	<p>ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)</p> $= 0.028 \times \text{พื้นที่สำนักงาน (< 12 ชม./วัน)} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \times 12 \times 250$ $+ 0.02 \times \text{พื้นที่สำนักงาน (12-18 ชม./วัน)} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \times 18 \times 250$ $+ 0.000272 \times \text{พื้นที่สำนักงาน (> 18 ชม./วัน)} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \times 24 \times 365$ $+ 0.017 \times \text{พื้นที่ร้านค้า} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 0.042 \times \text{พื้นที่ส่วนกลาง} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 61.806 \times \text{พื้นที่ไม่ปรับอากาศ}$ $+ 160.599 \times \text{พื้นที่จอดรถในอาคาร}$ $+ 698.93 \times \text{จำนวนพนักงาน}$

ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากสมการพลังงาน อาคารประเภทสำนักงาน

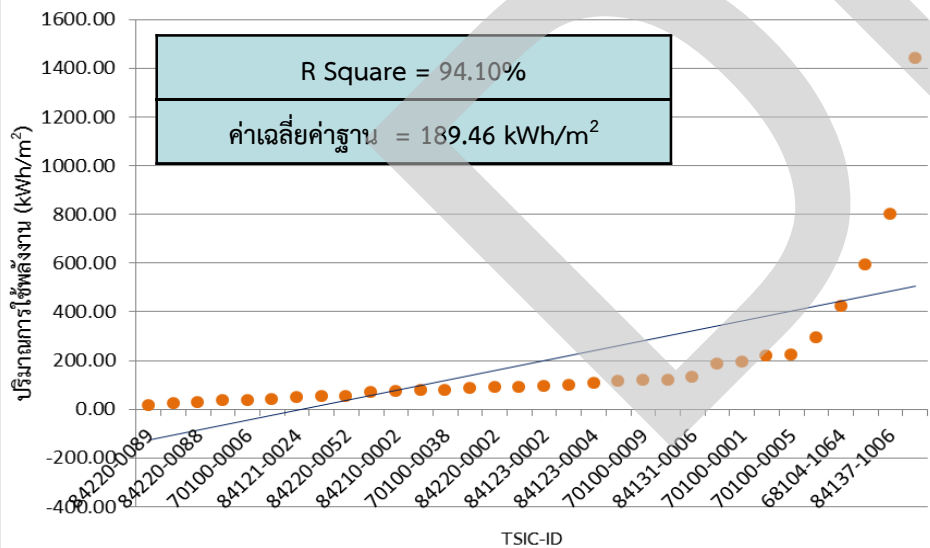
สำนักงาน ขนาดหม้อแปลงน้อยกว่า 3,530 kVA (กลุ่ม 1) - ภาคราชการ



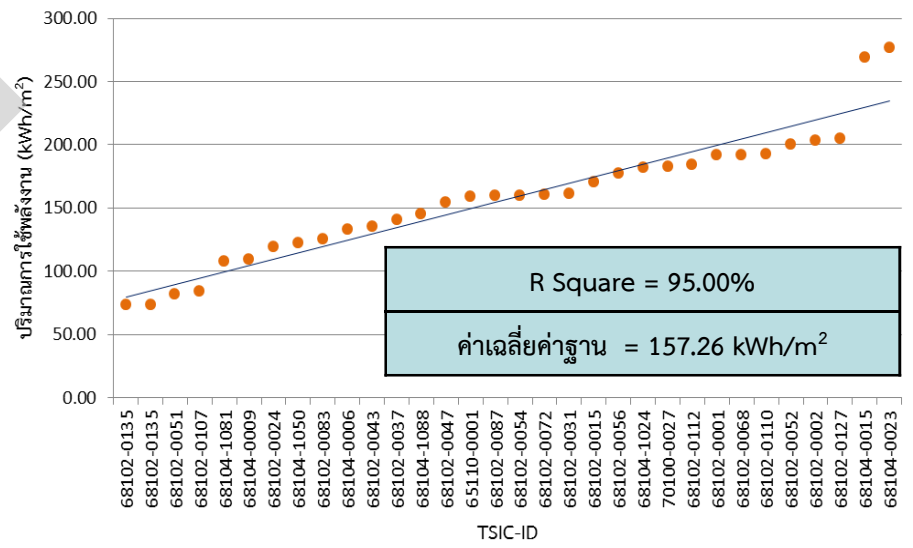
สำนักงาน ขนาดหม้อแปลงน้อยกว่า 3,530 kVA (กลุ่ม 1) - ภาคเอกชน



สำนักงาน ขนาดหม้อแปลงมากกว่า 3,530 kVA (กลุ่ม 2) - ภาคราชการ

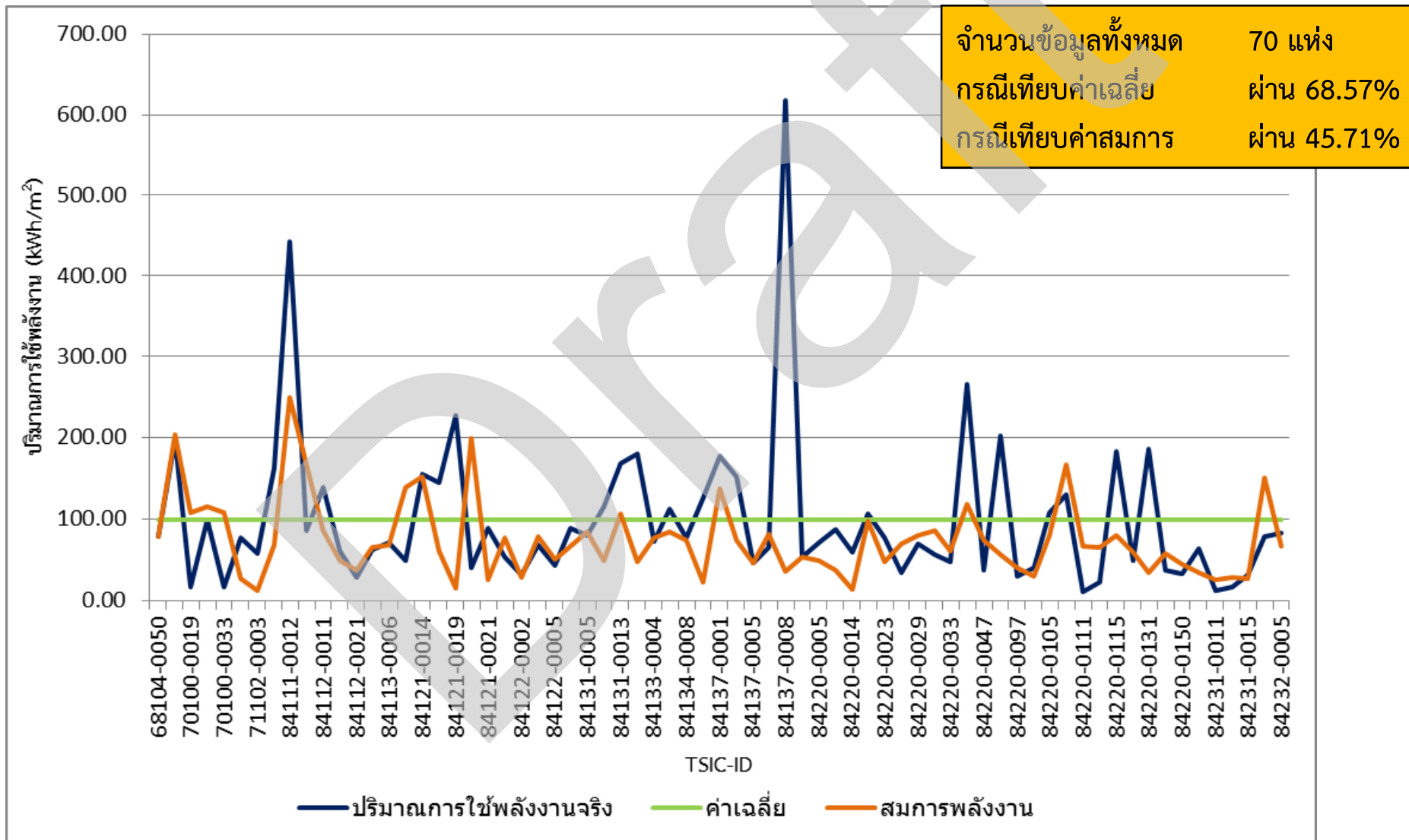


สำนักงาน ขนาดหม้อแปลงมากกว่า 3,530 kVA (กลุ่ม 2) - ภาคเอกชน



## การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน สำนักงานภาคราชการ กลุ่ม 1

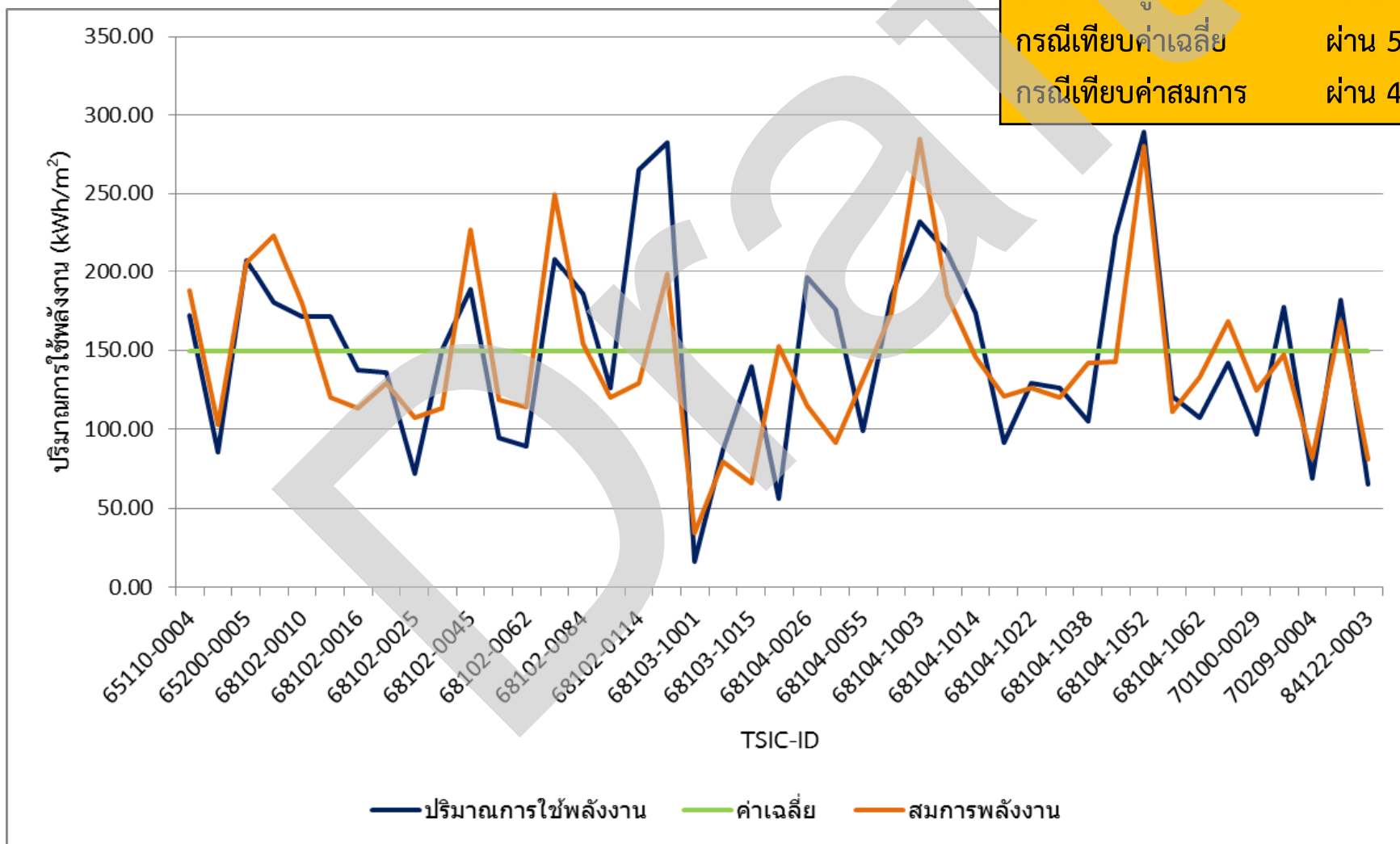
	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	617.68	99.57	10.85
ค่าสมการ	250.29	74.82	12.88



## การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน สำนักงานภาคเอกชน กลุ่ม 1

	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	289.51	149.24	16.55
ค่าสมการ	284.57	144.12	34.12

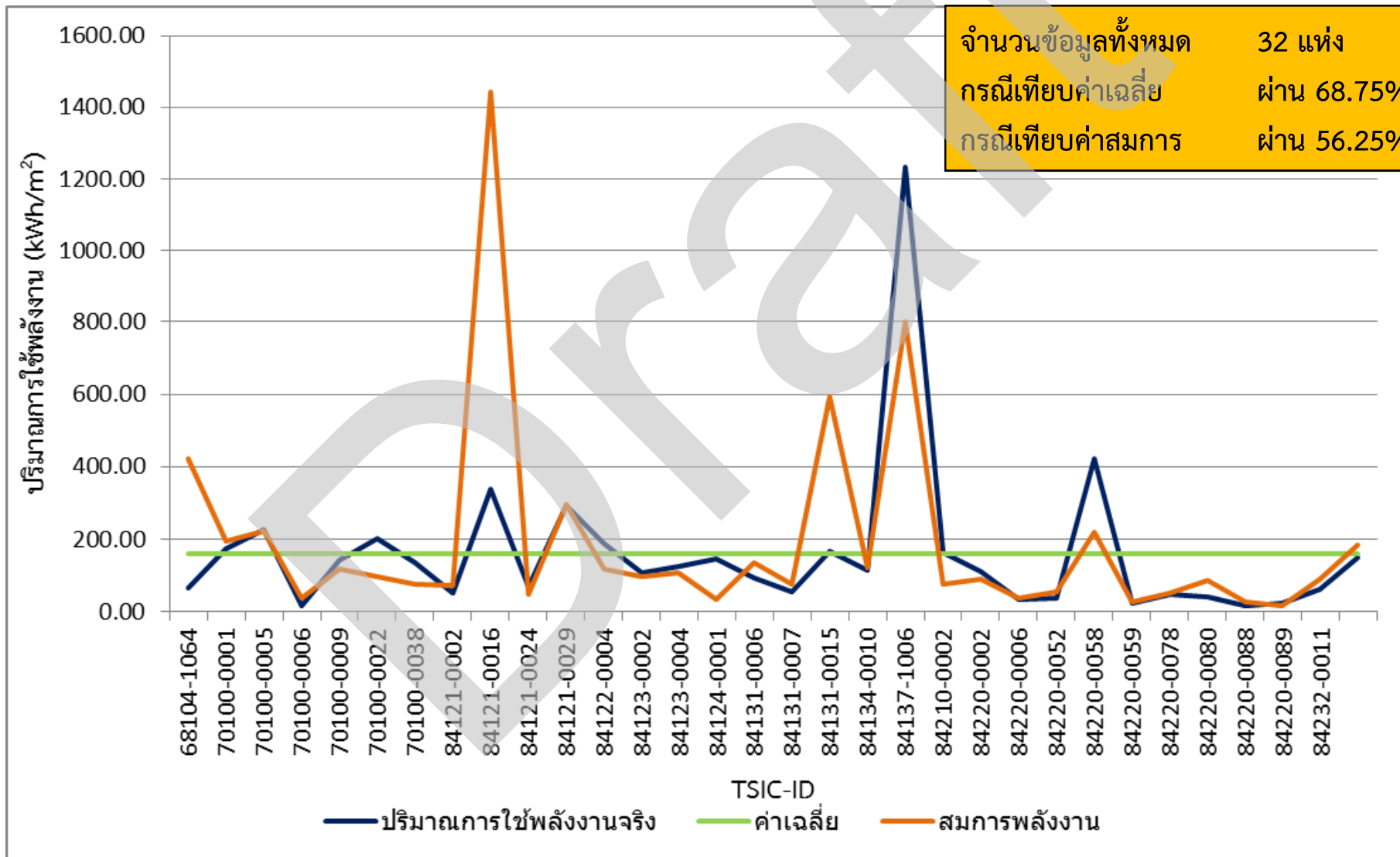
จำนวนข้อมูลทั้งหมด      43 แห่ง  
 กรณีเทียบค่าเฉลี่ย      ผ่าน 53.49%  
 กรณีเทียบค่าสมการ      ผ่าน 46.51%



## การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน สำนักงานภาคราชการ กลุ่ม 2

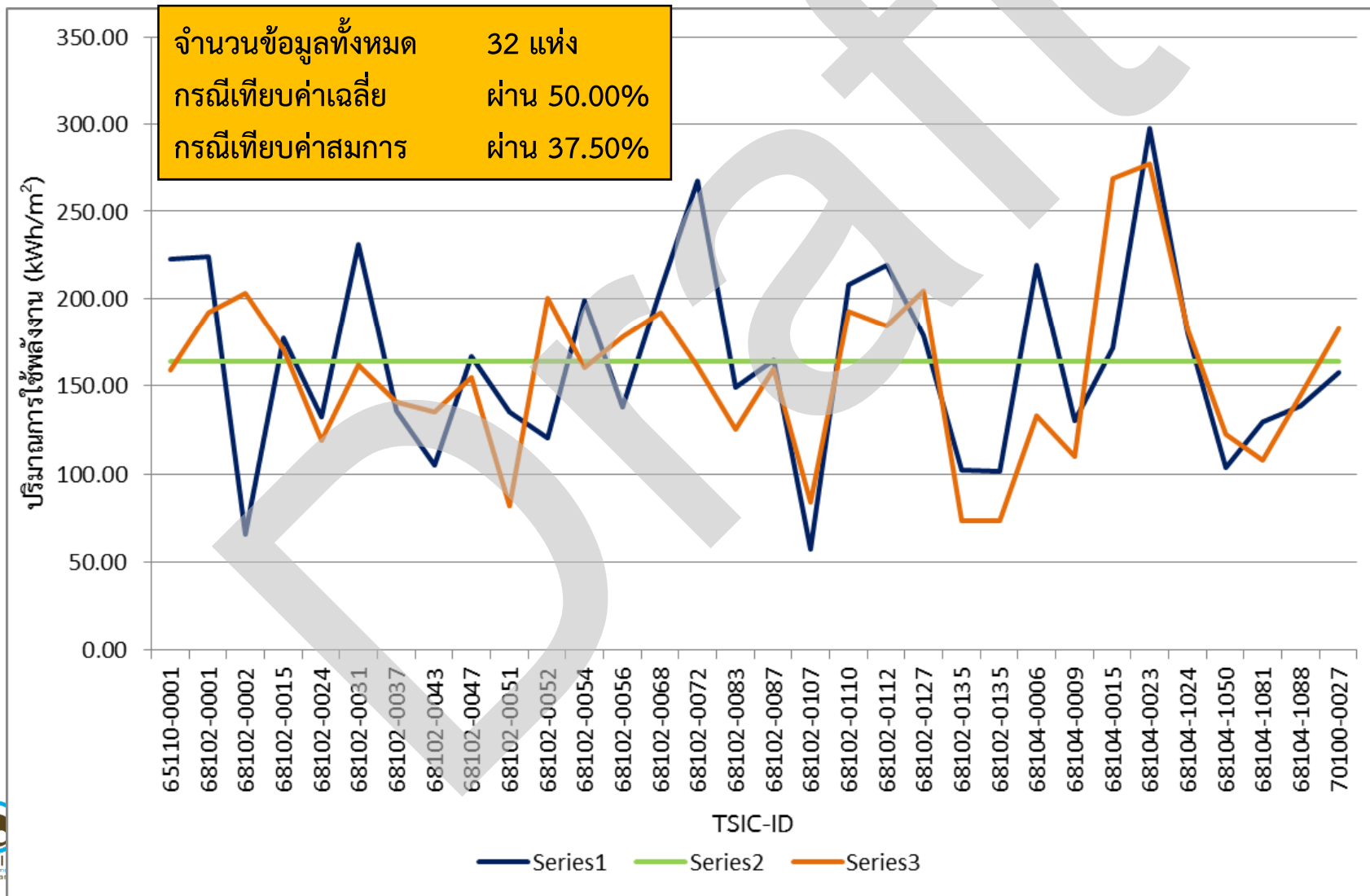
	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	1,232.77	158.50	17.19
ค่าสมการ	1,442.29	189.46	16.10

จำนวนข้อมูลทั้งหมด      32 แห่ง  
 กรณีเทียบค่าเฉลี่ย      ผ่าน 68.75%  
 กรณีเทียบค่าสมการ      ผ่าน 56.25%



## การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน สำนักงานภาคเอกชน กลุ่ม 2

	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	297.89	163.45	57.12
ค่าสมการ	277.01	157.26	73.32





# ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

## อาคารโรงพยาบาล





# ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

## อาคารโรงพยาบาล

### โรงพยาบาล ขนาดหม้อแปลงทุกขนาด (กลุ่ม 1 และ กลุ่ม 2) - ภาครัฐราชการ

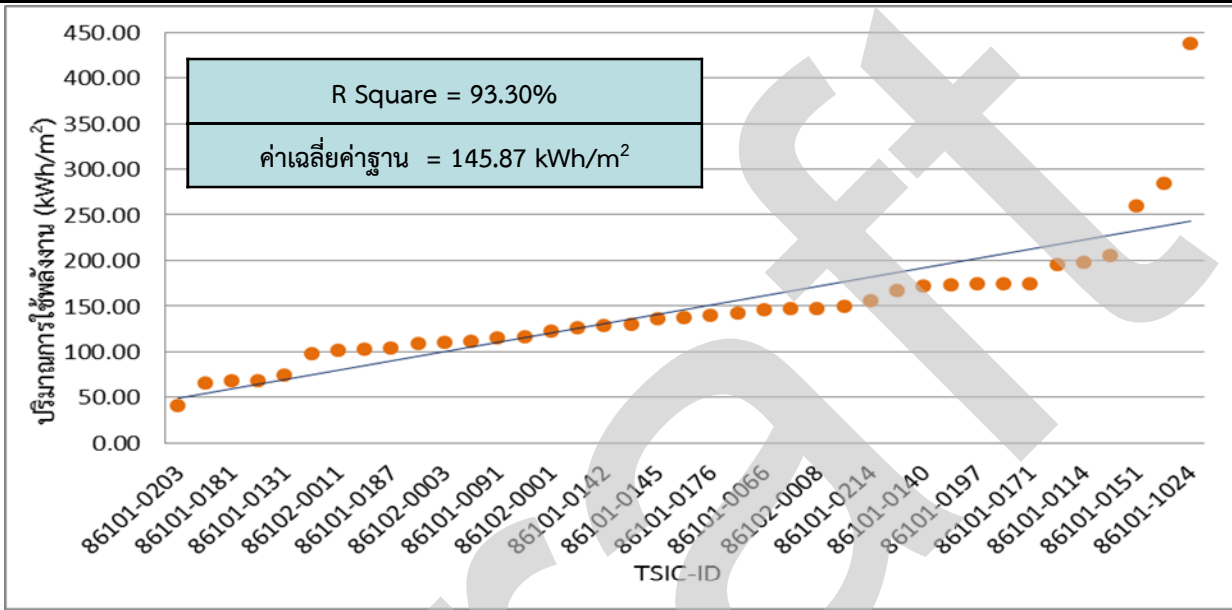
$$\begin{aligned} & \text{ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)} \\ & = 0.001 \times ([\text{พื้นที่สำหรับผู้ป่วยนอก} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}] \\ & \quad + [\text{พื้นที่สำหรับผู้ป่วยใน} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}]) \\ & + 0.00018 \times ([\text{พื้นที่ส่วนกลาง} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}] \\ & \quad + [\text{พื้นที่ร้านค้า} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}]) \\ & + 96.897 \times (\text{พื้นที่ไม่ปรับอากาศ} + \text{พื้นที่จอดรถในอาคาร}) \\ & + 5.624 \times \text{จำนวนผู้ป่วยนอกต่อปี} \\ & + 0.169 \times \text{จำนวนผู้ป่วยในต่อปี} \\ & + 823.883 \times \text{จำนวนบุคลากรทั้งหมด} \end{aligned}$$

### โรงพยาบาล ขนาดหม้อแปลงทุกขนาด (กลุ่ม 1 และ กลุ่ม 2) - ภาคเอกชน

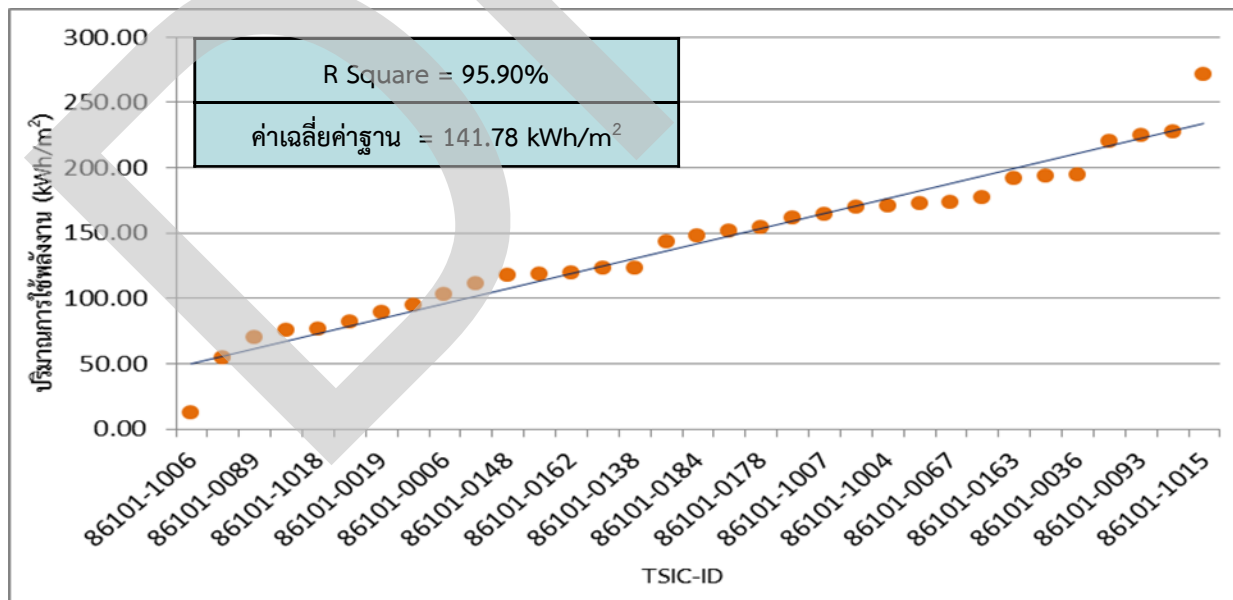
$$\begin{aligned} & \text{ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)} \\ & = 0.019 \times \text{พื้นที่สำหรับผู้ป่วยนอก} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \\ & + 0.002 \times \text{พื้นที่สำหรับผู้ป่วยใน} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \\ & + 0.0003 \times \text{พื้นที่ส่วนกลาง} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \\ & + 0.308 \times \text{พื้นที่ร้านค้า} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย} \\ & + 35.795 \times \text{พื้นที่จอดรถในอาคาร} \\ & + 27.145 \times \text{พื้นที่ไม่ปรับอากาศ} \\ & + 1.270 \times (\text{จำนวนผู้ป่วยนอกต่อปี} + \text{จำนวนผู้ป่วยในต่อปี}) \\ & + 3,393.989 \times \text{จำนวนบุคลากรทั้งหมด} \end{aligned}$$

ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากสมการพลังงาน อาคารประเภทโรงพยาบาล

โรงพยาบาล ขนาดหม้อแปลงทุกขนาด (กลุ่ม 1 และ กลุ่ม 2) - ภาคราชการ

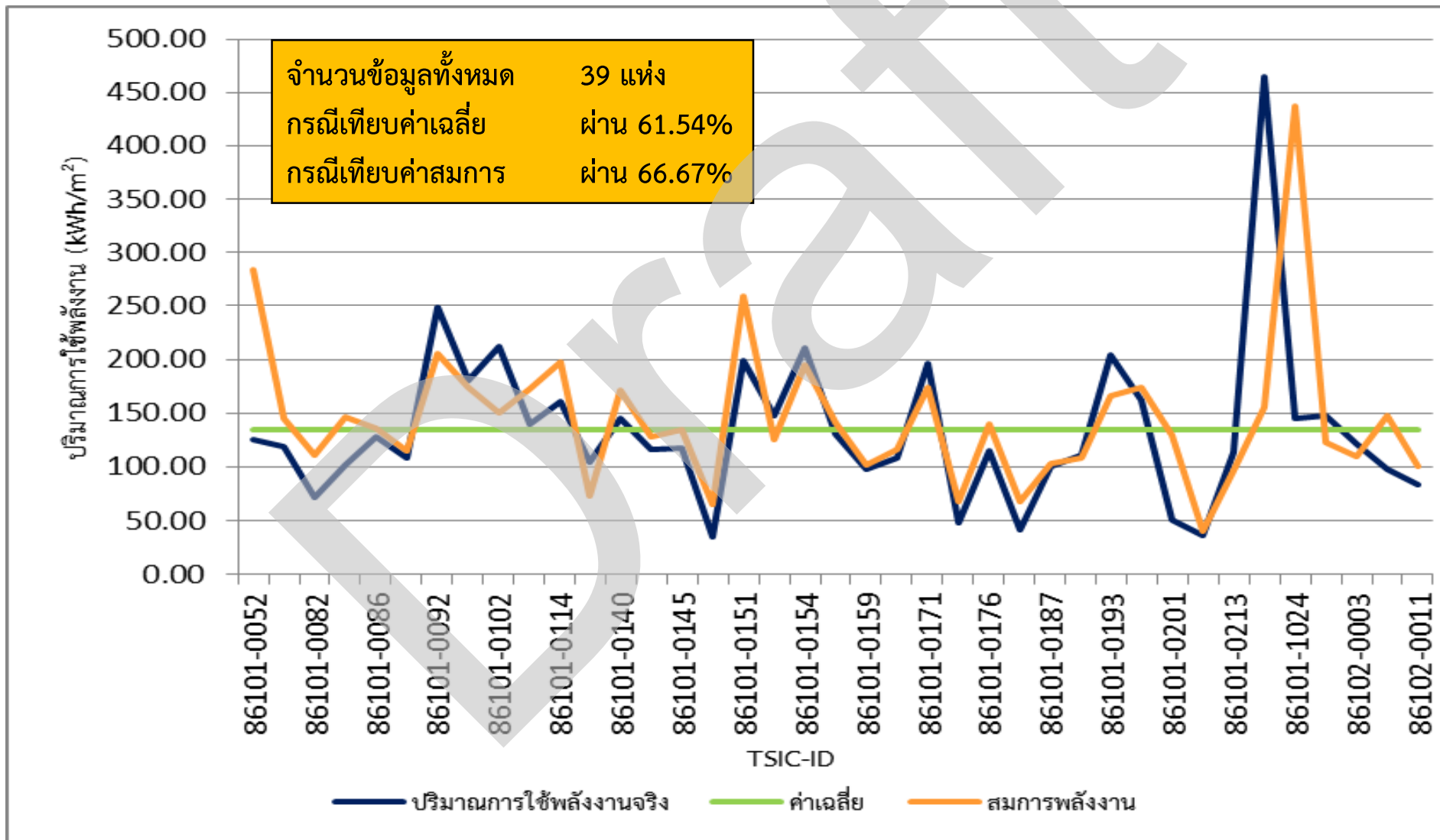


โรงพยาบาล ขนาดหม้อแปลงทุกขนาด (กลุ่ม 1 และ กลุ่ม 2) - ภาคเอกชน



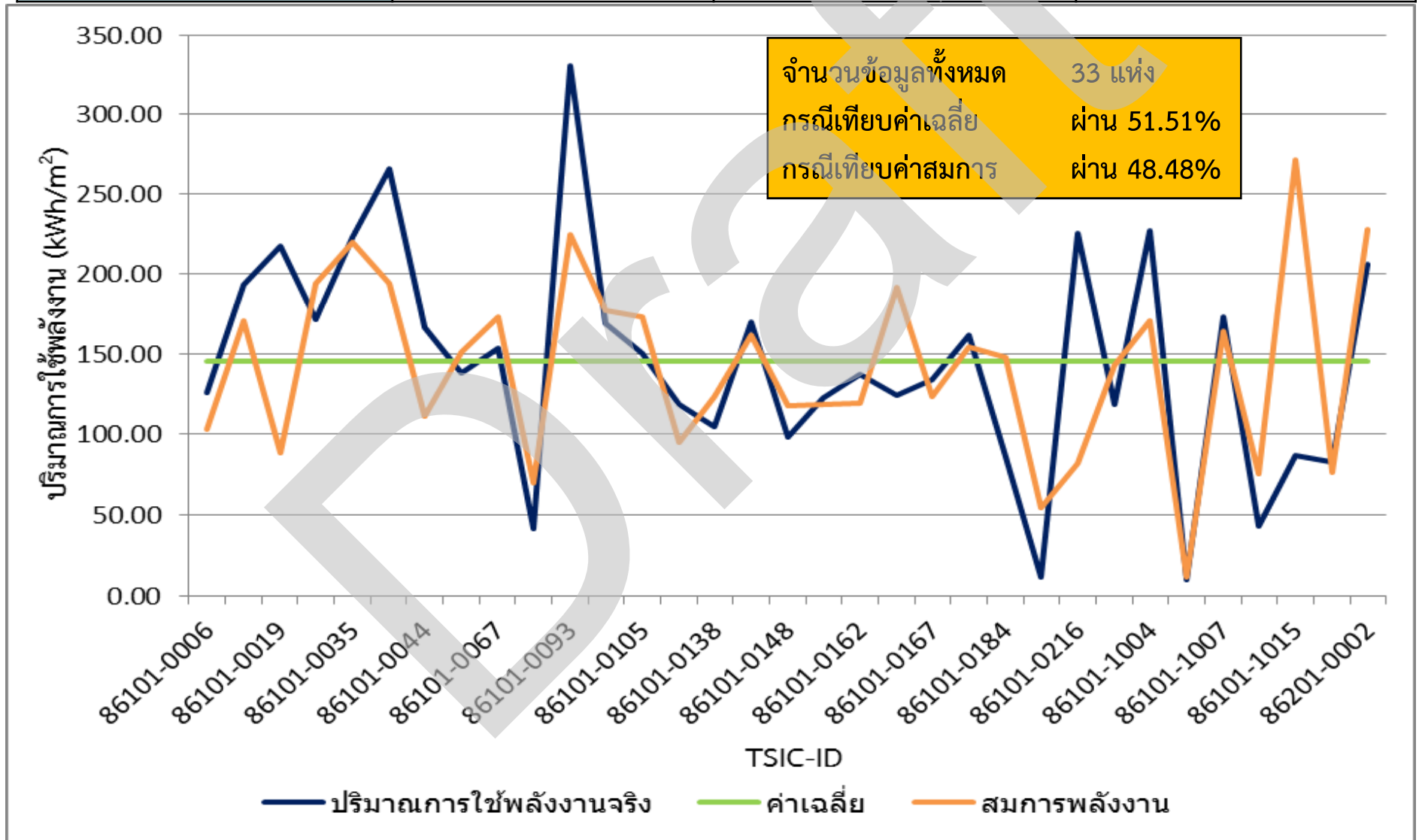
## การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน โรงพยาบาลภาคราชการ

	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	465.18	134.57	35.13
ค่าสมการ	436.93	145.87	40.37



## การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน โรงพยาบาลภาคเอกชน

	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	330.57	144.98	10.36
ค่าสมการ	271.25	141.78	12.02



# ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

## อาคารโรงแรม

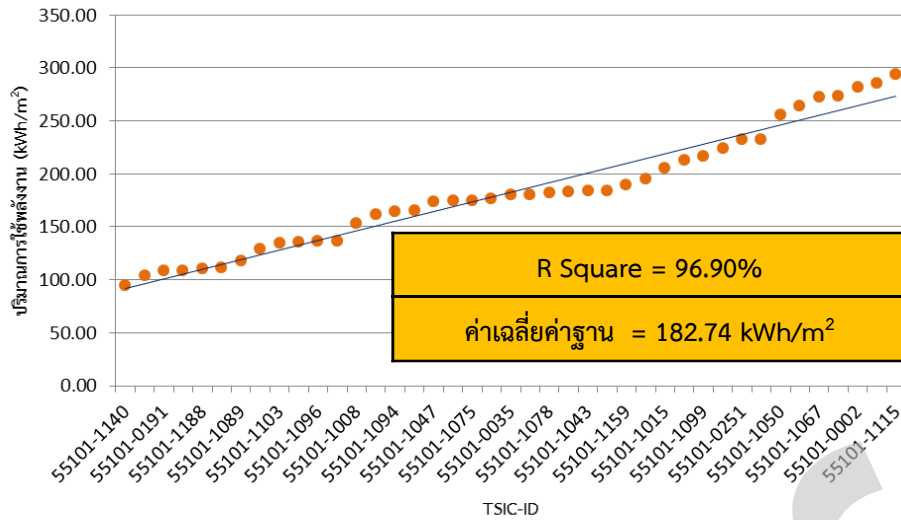


# สมการพลังงาน กลุ่มอาคารประเภทโรงแรม

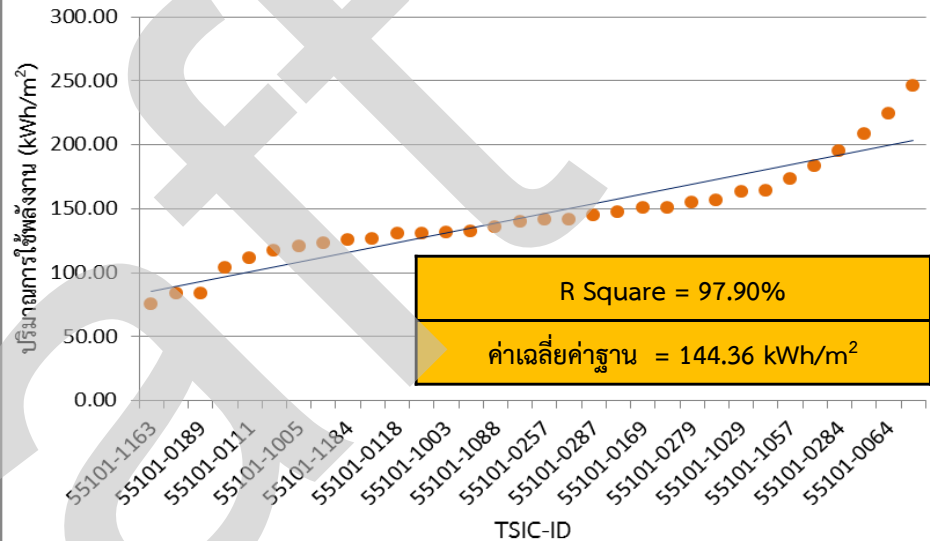
โรงแรม ขนาดหม้อแปลง $\leq 3,530$ kVA (กลุ่ม 1) พื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 20,000 ตารางเมตร	โรงแรม ขนาดหม้อแปลง $\leq 3,530$ kVA (กลุ่ม 1) พื้นที่ใช้สอยมากกว่าหรือเท่ากับ 20,000 ตารางเมตร
<p>ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)</p> $= 2.124 \times 10^{-5} \times \text{พื้นที่ห้องพักทั้งหมด} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} (16 \times 365) \times \text{อัตราการเข้าพัก}$ $+ 0.14 \times \text{พื้นที่สำหรับการจัดเลี้ยง} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 0.018 \times \text{พื้นที่สำนักงาน} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 0.101 \times \text{พื้นที่ร้านอาหาร} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 0.004 \times \text{พื้นที่สันทนาการ} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 85.679 \times \text{พื้นที่ไม่ปรับอากาศ}$ $+ 330.331 \times \text{พื้นที่จอดรถในอาคาร}$ $+ 7,398.014 \times \text{จำนวนพนักงาน}$	<p>ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)</p> $= 0.011 \times \text{พื้นที่ห้องพักทั้งหมด} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} (16 \times 365) \times \text{อัตราการเข้าพัก}$ $+ 0.005 \times \text{พื้นที่สำหรับการจัดเลี้ยง} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 0.025 \times \text{พื้นที่สำนักงาน} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 0.045 \times \text{พื้นที่ร้านอาหาร} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 0.027 \times \text{พื้นที่สันทนาการ} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 121.07 \times \text{พื้นที่ไม่ปรับอากาศ}$ $+ 149.41 \times \text{พื้นที่จอดรถในอาคาร}$ $+ 5,687.94 \times \text{จำนวนพนักงาน}$
<p>โรงแรม ขนาดหม้อแปลง <math>&gt; 3,530</math> kVA (กลุ่ม 2) - พื้นที่ใช้สอยน้อยกว่าและมากกว่า 20,000 ตารางเมตร</p>	
<p>ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)</p> $= 0.016 \times \text{พื้นที่ห้องพักทั้งหมด} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} (16 \times 365) \times \text{อัตราการเข้าพัก}$ $+ 0.054 \times \text{พื้นที่สำหรับการจัดเลี้ยง} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 0.006 \times \text{พื้นที่สำนักงาน} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 0.122 \times \text{พื้นที่ร้านอาหาร} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 0.066 \times \text{พื้นที่สันทนาการ} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่เฉลี่ย}$ $+ 52.932 \times \text{พื้นที่ไม่ปรับอากาศ}$ $+ 28.521 \times \text{พื้นที่จอดรถในอาคาร}$ $+ 10,162.943 \times \text{จำนวนพนักงาน}$	

ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากสมการพลังงาน อาคารประเภทโรงแรม

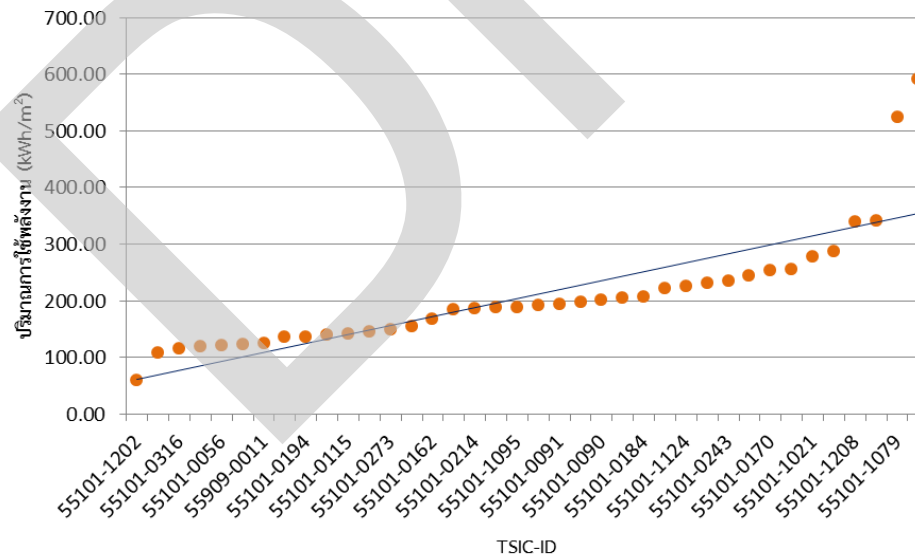
โรงแรม ขนาดหม้อแปลง  $\leq 3,530$  kVA (กลุ่ม 1)  
พื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 20,000 ตารางเมตร



โรงแรม ขนาดหม้อแปลง  $\leq 3,530$  kVA (กลุ่ม 1)  
พื้นที่ใช้สอยมากกว่าหรือเท่ากับ 20,000 ตารางเมตร



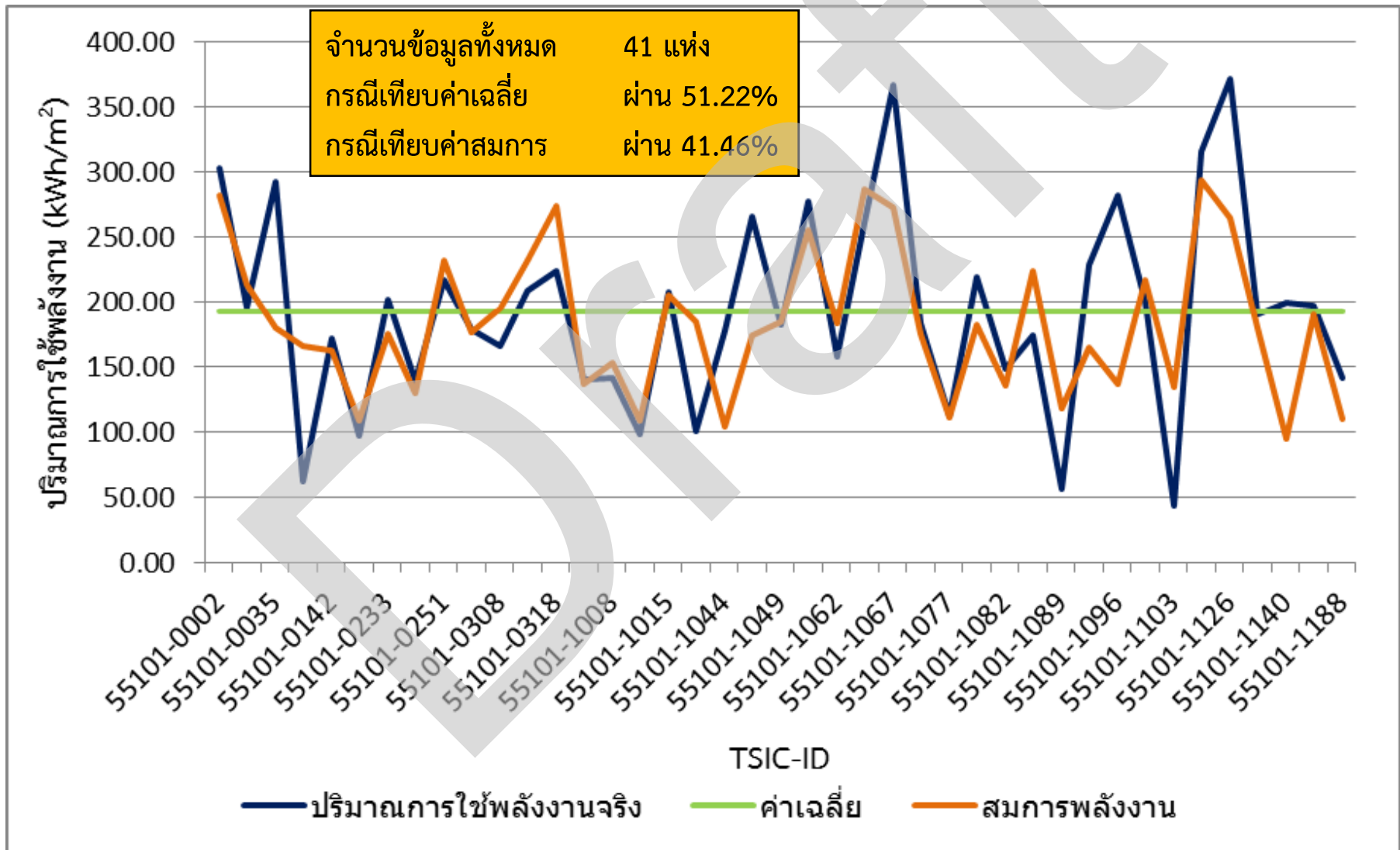
โรงแรม ขนาดหม้อแปลง  $> 3,530$  kVA (กลุ่ม 2) - พื้นที่ใช้สอยน้อยกว่าและมากกว่า 20,000 ตารางเมตร





การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน โรงแรม กลุ่ม 1 – พื้นที่ใช้สอย < 20,000 ตารางเมตร

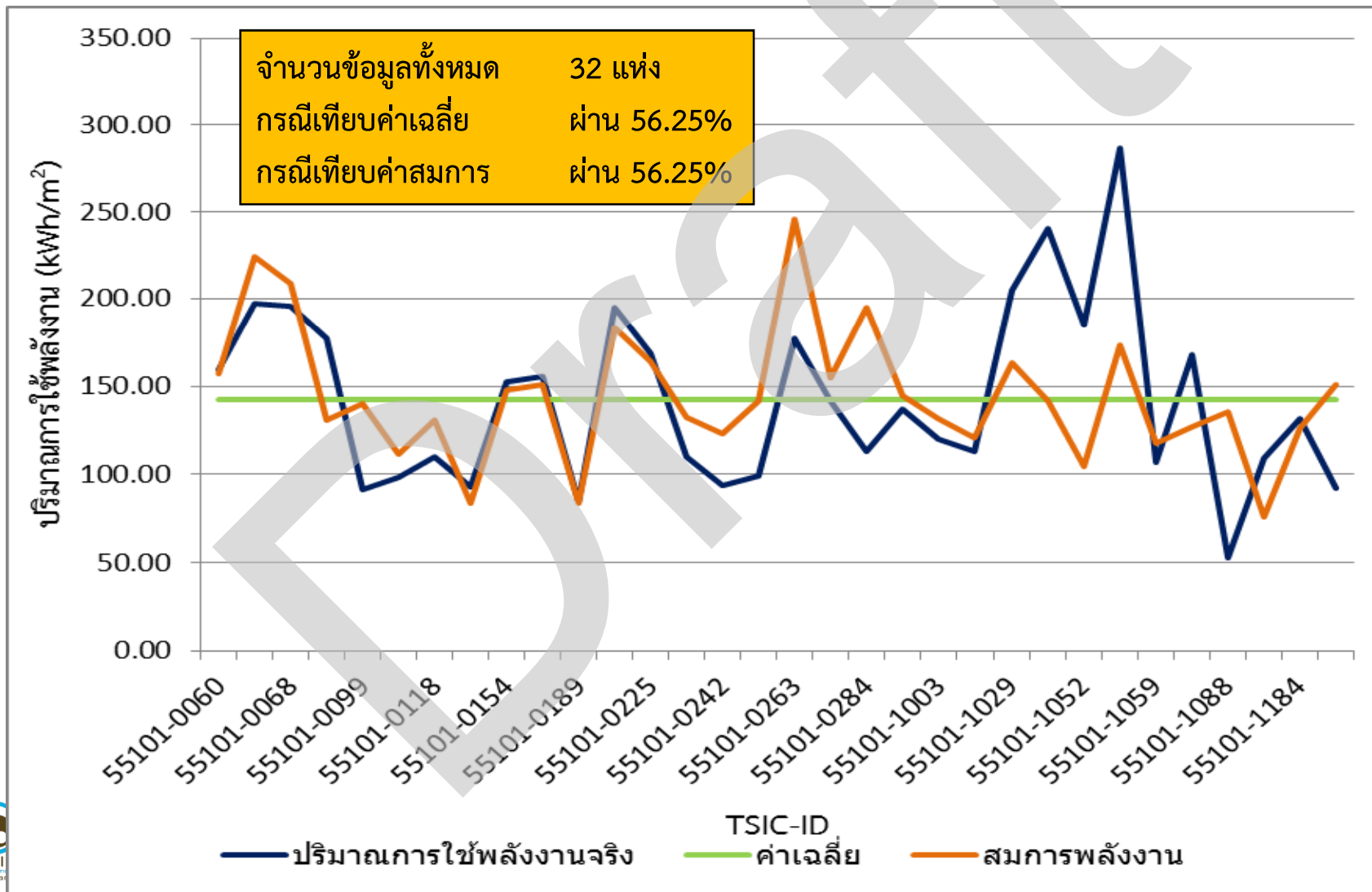
	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	370.62	192.24	43.62
ค่าสมการ	293.63	182.74	94.69





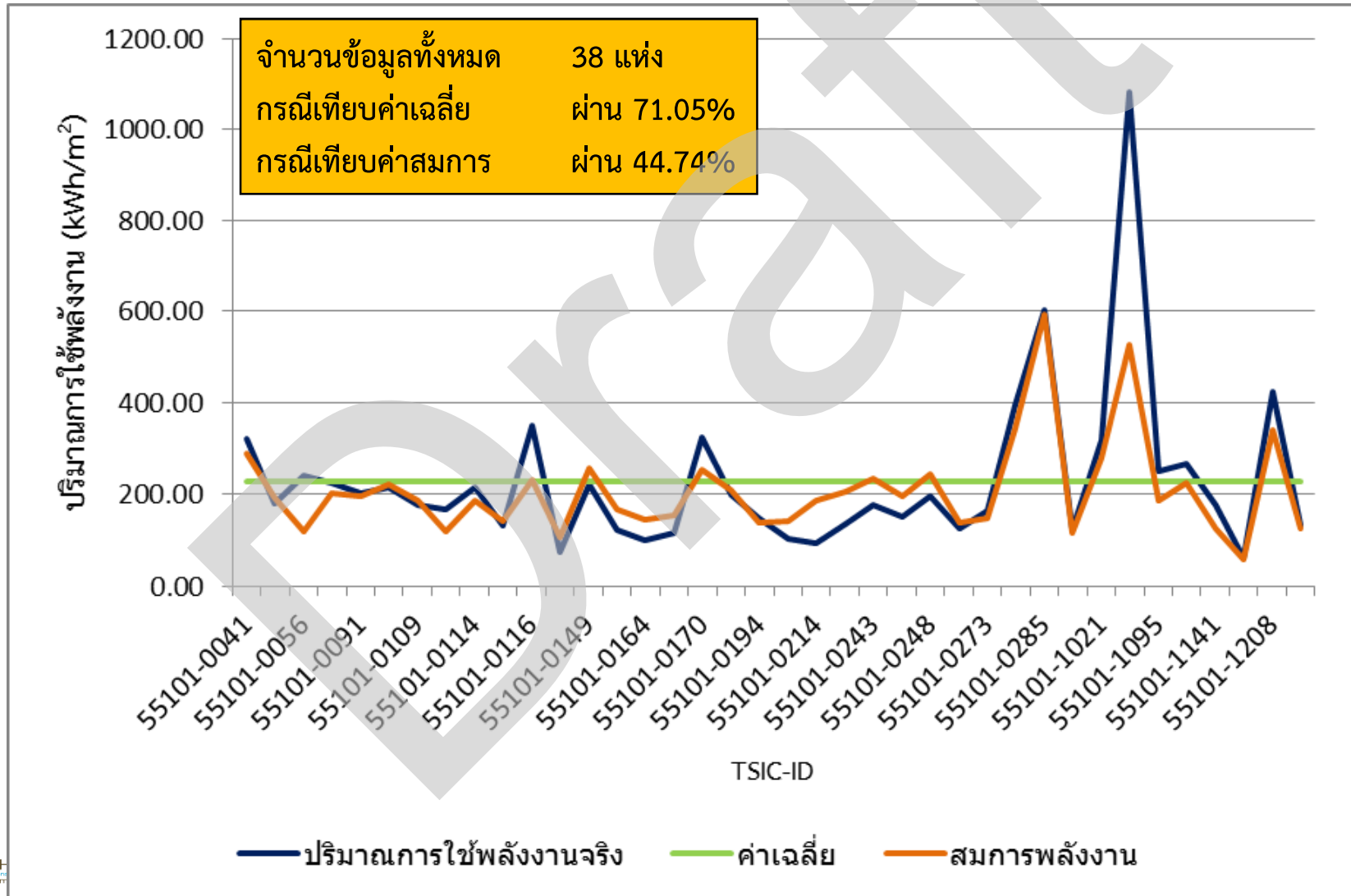
การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน โรงแรม กลุ่ม 1 – พื้นที่ใช้สอย  $\geq 20,000$  ตารางเมตร

	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	286.49	142.37	52.39
ค่าสมการ	245.72	144.36	75.64



## การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน โรงแรม กลุ่ม 2

	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	1,080.55	228.74	62.45
ค่าสมการ	591.30	208.05	58.35



# ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

## อาคารศูนย์การค้า

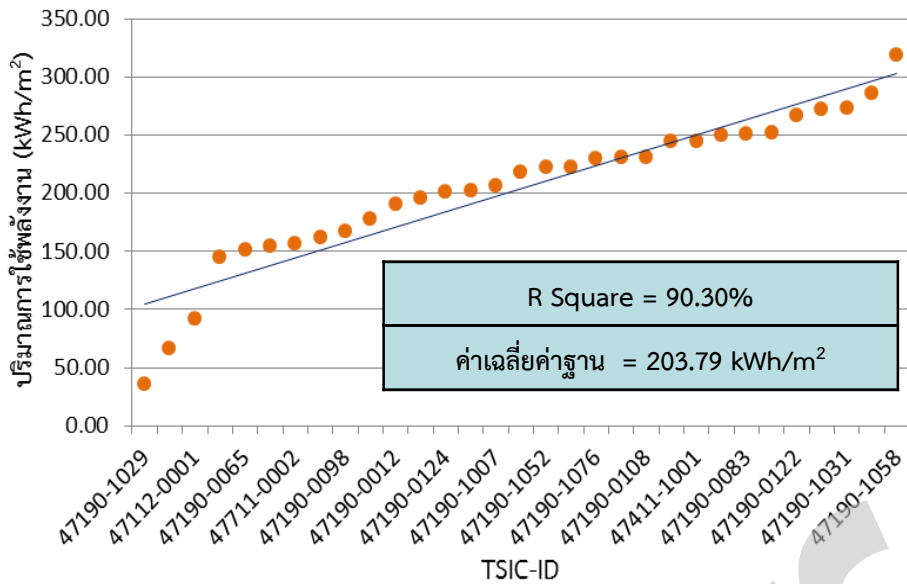


## สมการพลังงาน กลุ่มอาคารประเภทศูนย์การค้า

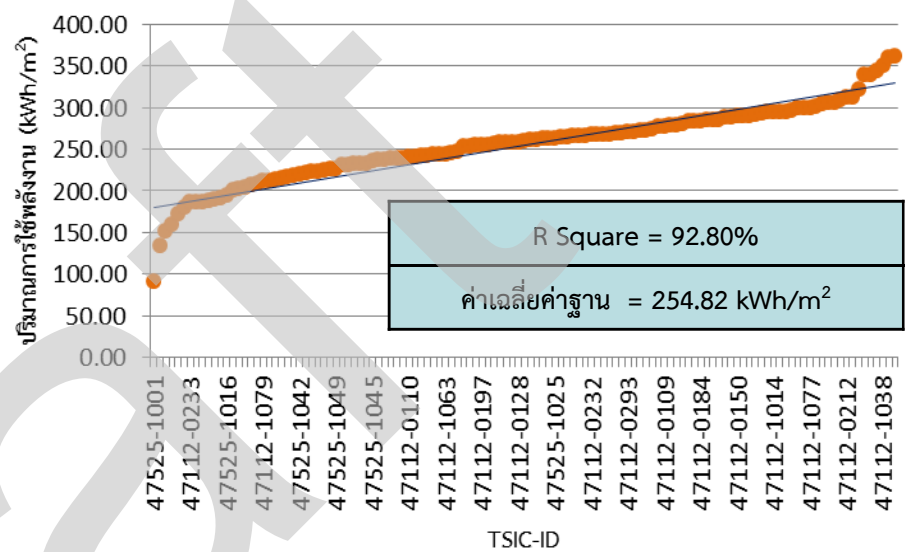
ศูนย์การค้า ขนาดหม้อแปลงน้อยกว่า 3,530 kVA (กลุ่ม 1) ศูนย์การค้า	ศูนย์การค้า ขนาดหม้อแปลงน้อยกว่า 3,530 kVA (กลุ่ม 1) ดิสเคาท์สตรี
ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (kWh) = 30.878 x พื้นที่ไม้ปรับอากาศ + 47.121 x พื้นที่จอดรถในอาคาร + 0.061 x พื้นที่ปรับอากาศทั่วไป x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน + 0.021 x พื้นที่โรงภาพยนตร์ x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (kWh) = 84.746 x พื้นที่ไม้ปรับอากาศ + 15.422 x พื้นที่จอดรถในอาคาร + 0.062 x พื้นที่ปรับอากาศทั่วไป x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน + 0.023 x พื้นที่โรงภาพยนตร์ x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน
ศูนย์การค้า ขนาดหม้อแปลงมากกว่า 3,530 kVA (กลุ่ม 2) ศูนย์การค้า	ศูนย์การค้า ขนาดหม้อแปลงมากกว่า 3,530 kVA (กลุ่ม 2) ดิสเคาท์สตรี
ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (kWh) = 110.308 x พื้นที่ไม้ปรับอากาศทั่วไป + 4.342 x พื้นที่จอดรถในอาคาร + 0.064 x พื้นที่ปรับอากาศทั่วไป x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน + 0.129 x พื้นที่โรงภาพยนตร์ x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน + 0.062 x พื้นที่ไม้เปิดประจำ x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (kWh) = 38.334 x พื้นที่ไม้ปรับอากาศ + 40.097 x พื้นที่จอดรถในอาคาร + 0.068 x พื้นที่ปรับอากาศทั่วไป x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน

ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากสมการพลังงาน อาคารประเภทศูนย์การค้า

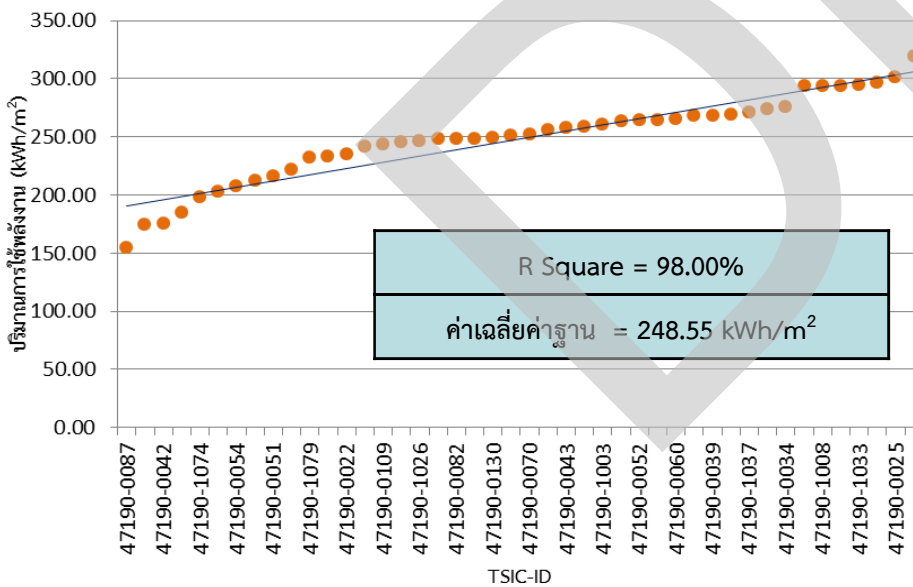
ศูนย์การค้า ขนาดหม้อแปลงน้อยกว่า 3,530 kVA (กลุ่ม 1) - ศูนย์การค้า



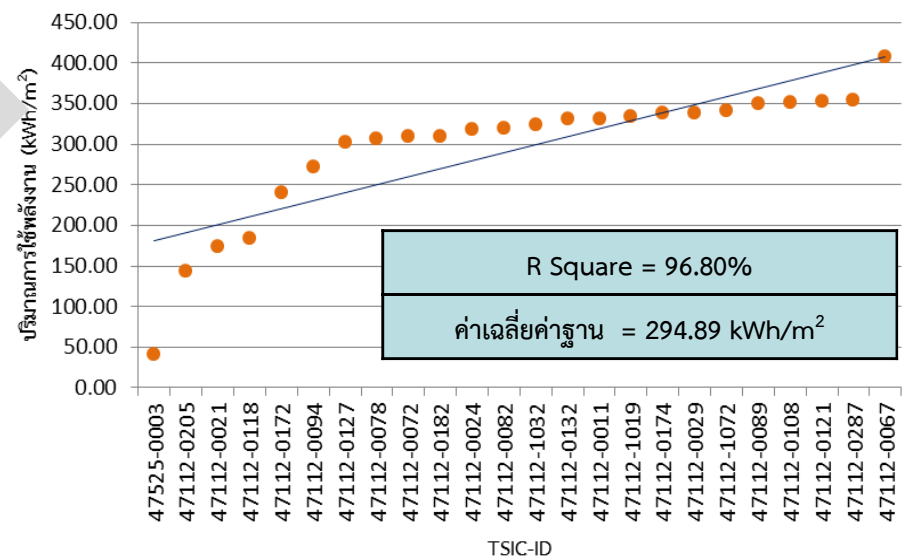
ศูนย์การค้า ขนาดหม้อแปลงน้อยกว่า 3,530 kVA (กลุ่ม 1) - ดิสเคาท์สโตร์



ศูนย์การค้า ขนาดหม้อแปลงมากกว่า 3,530 kVA (กลุ่ม 2) - ศูนย์การค้า

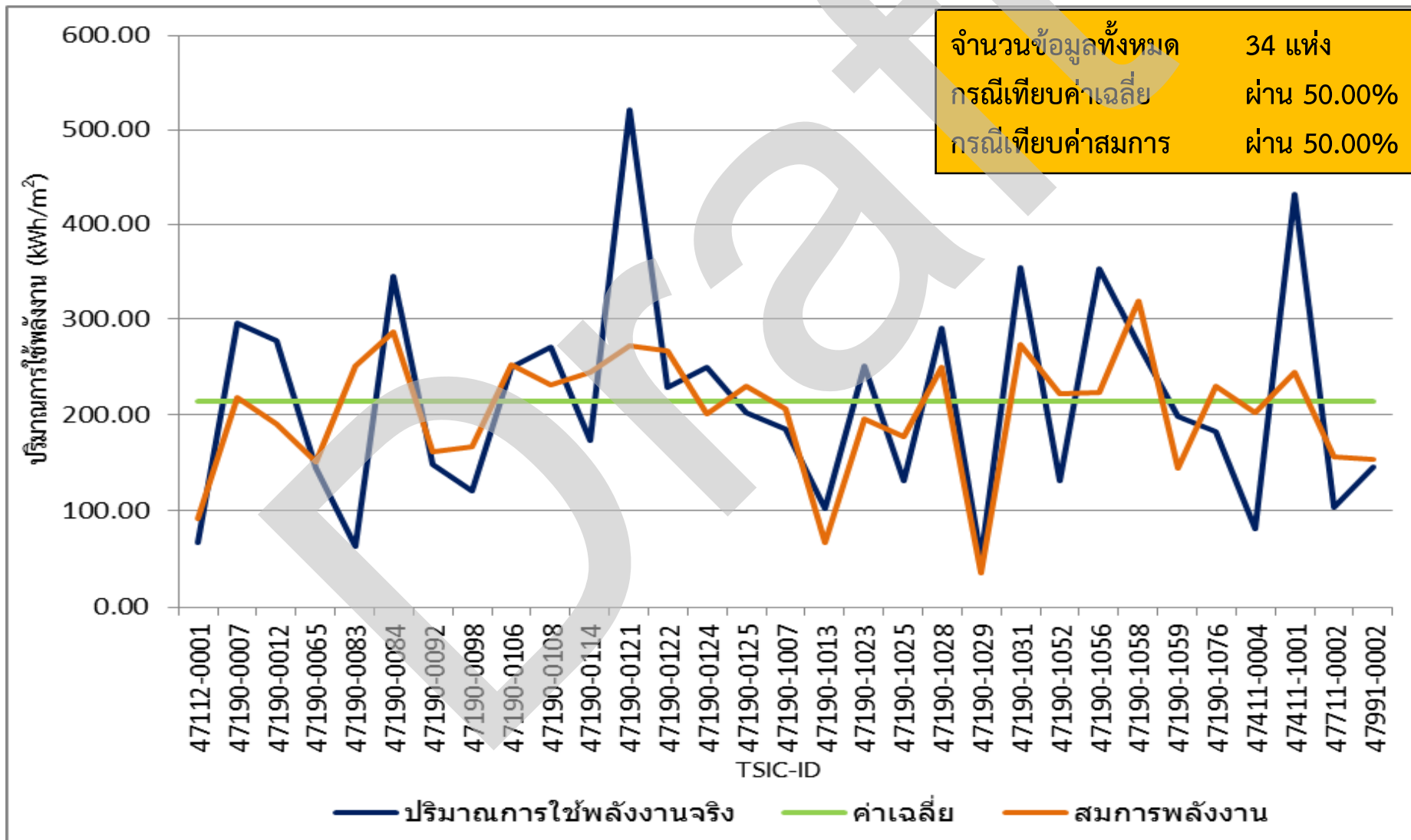


ศูนย์การค้า ขนาดหม้อแปลงมากกว่า 3,530 kVA (กลุ่ม 2) - ดิสเคาท์สโตร์



## การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน ศูนย์การค้า กลุ่ม 1

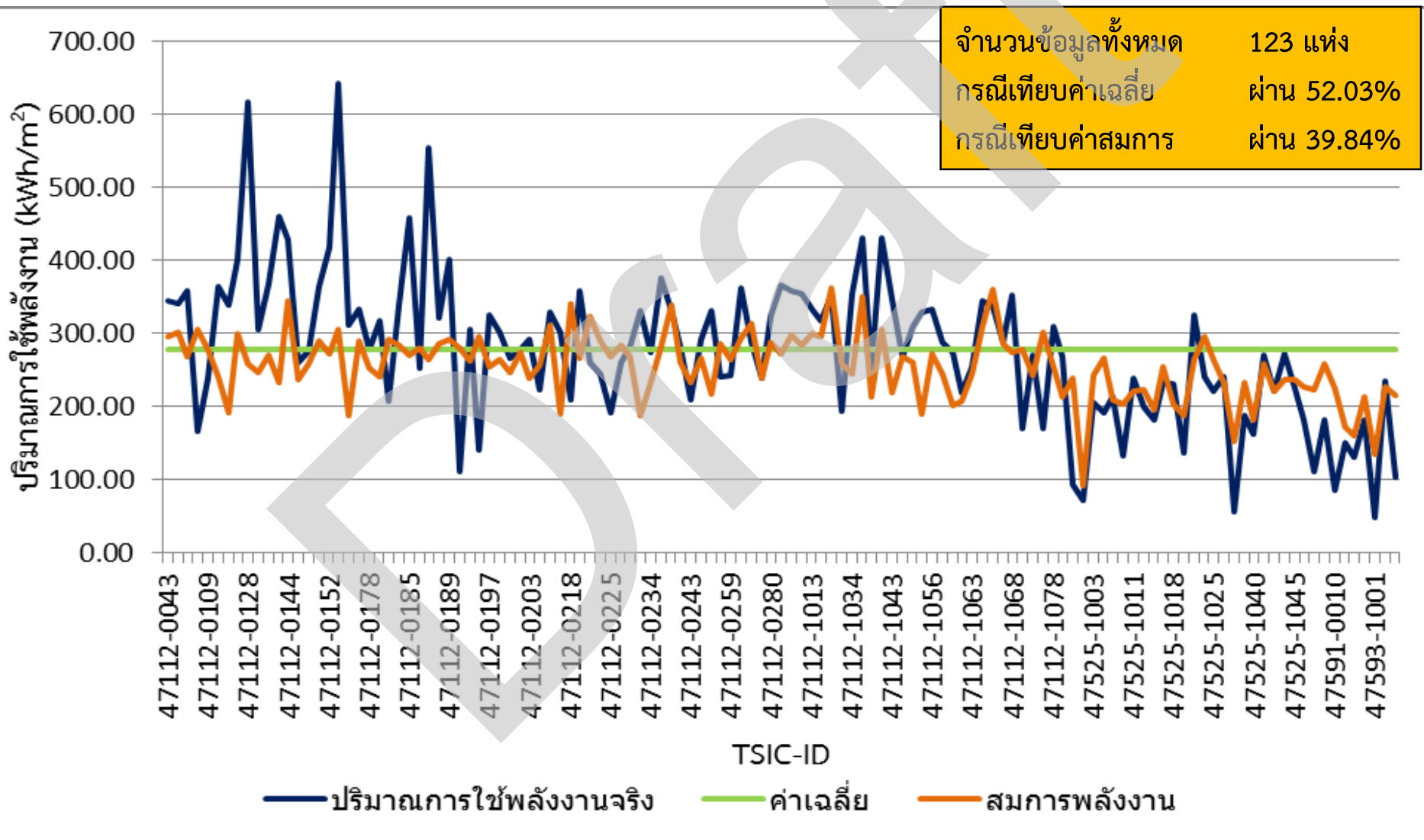
	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	521.54	213.72	57.54
ค่าสมการ	318.65	203.79	36.09





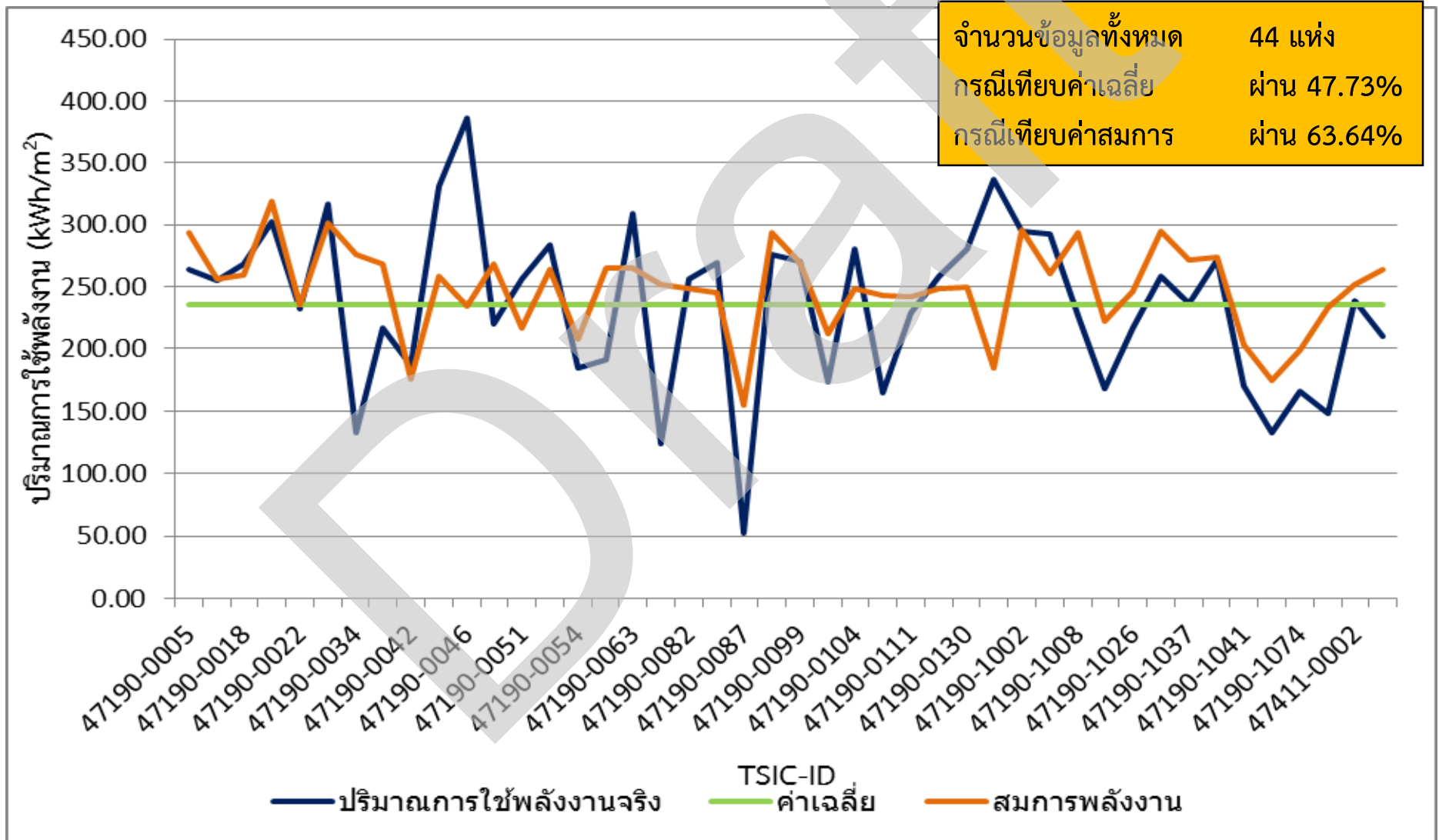
## การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน ดิสเคาท์สตรีท กลุ่ม 1

	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	641.03	276.58	48.92
ค่าสมการ	361.61	254.82	90.40



## การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน ศูนย์การค้า กลุ่ม 2

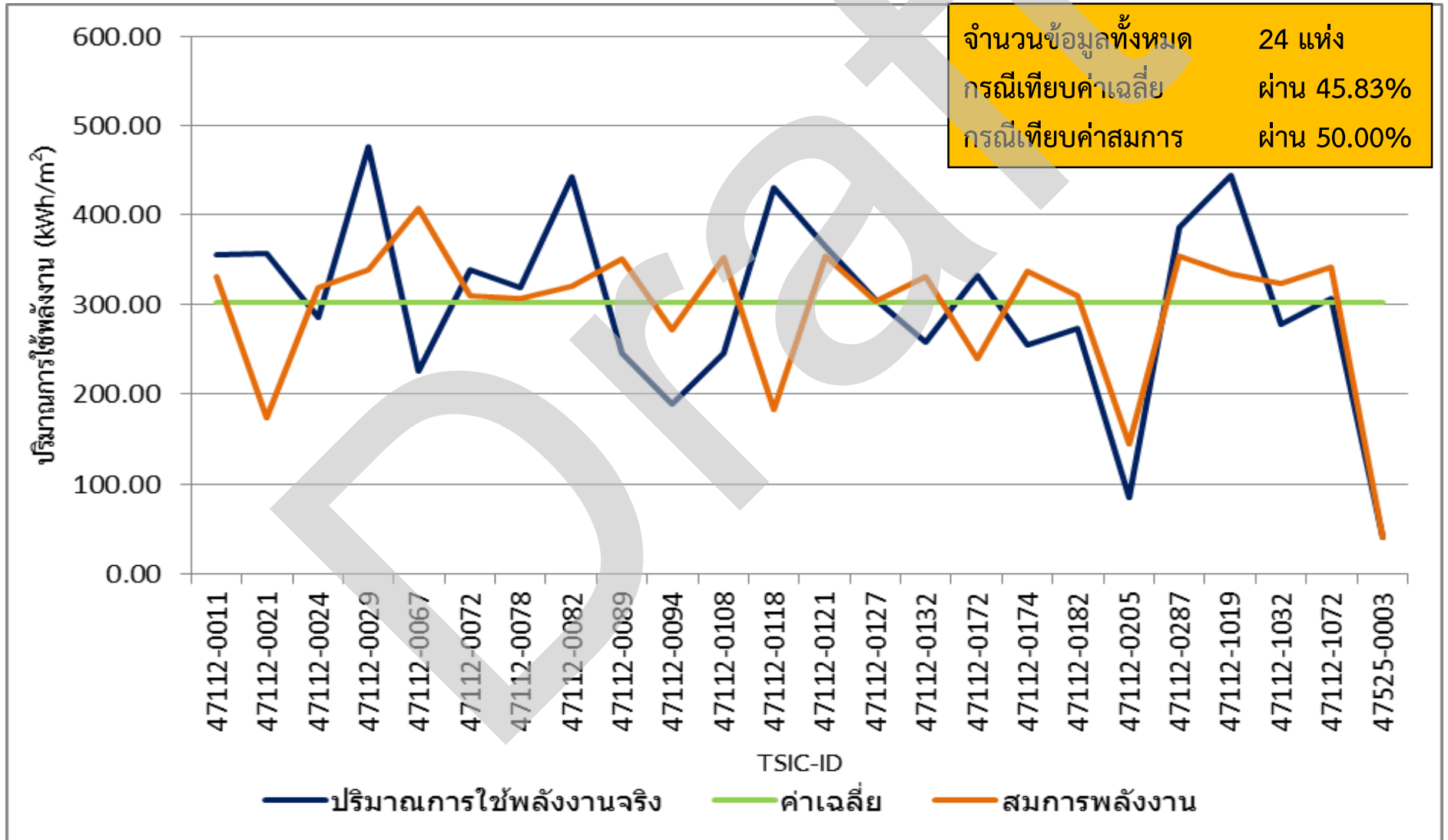
	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	386.67	234.84	52.29
ค่าสมการ	318.94	248.55	154.88





## การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงาน ดิสเคาท์สตรีท กลุ่ม 2

	Max (kWh/m <sup>2</sup> )	Average (kWh/m <sup>2</sup> )	Min (kWh/m <sup>2</sup> )
ค่าจริง	476.68	301.53	40.69
ค่าสมการ	407.61	294.89	41.16



แนวทางการกำหนดค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงาน (SEC Benchmarking)  
ของอาคาร

# ค่าดัชนีการใช้พลังงานอ้างอิงแต่ละประเภทอาคาร

Building Type	Energy Consumption under Each Level of Energy Saving Capability (kWh/m <sup>2</sup> /y)				
	Reference	BEC	HEPS	Econ	ZEB
Office building	219	171	141	82	57
Department store	308	231	194	146	112
Retail & wholesale business facility	370	298	266	161	126
Hotel	271	199	160	116	97
Condominium	256	211	198	132	95
Medical center	244	195	168	115	81
Educational institution	102	85	72	58	39
Other general buildings	182	134	110	66	53

**% Saving**



~ 20-25%

~ 30-35%

~ 60-65%

~ > 70%

## ที่มาของค่าดัชนีการใช้พลังงานอ้างอิง

Envelop	Reference
OTTV ( $W.m^{-2}$ )	61.4
RTTV ( $W.m^{-2}$ )	29.05
LCC of Wall (B/m <sup>2</sup> floor/Y)	288
Air-conditioning	
Chiller, COP	5.02
Other part, COP	-
System, COP	2.21
LCC od A/C (B/m <sup>2</sup> floor/Y)	321.00
Lighting	
Lighting power density fin A/C area, LPDo ( $W.m^{-2}$ )	20.00
Diversity factor for A/C area lighting, Dflo	0.95
LCC ( $B.m^{-2}.Y^1$ )	160.00
Lighting in un-conditioned space, LPDu ( $W.m^{-2}$ )	10.00
Equipment	

ที่มา: Building Energy Conservation in Thailand, The Joint Graduate School of Energy and Materials.

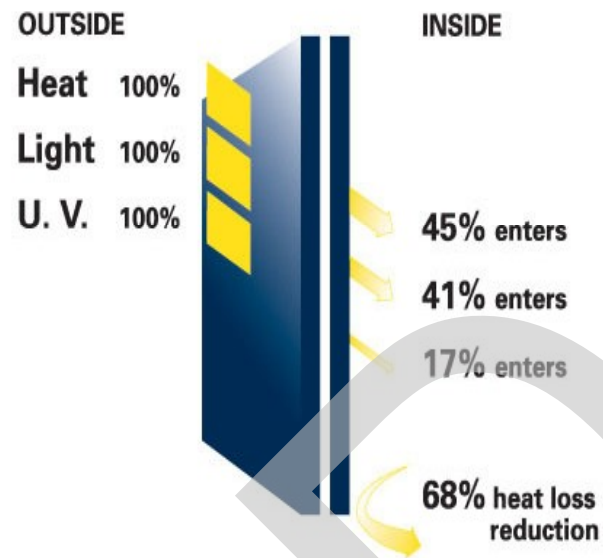
# สรุป การวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน

ประเภทอาคาร	ขนาดหม้อแปลง	กลุ่มย่อย	ค่าเฉลี่ยจากค่าจริง (kWh/m <sup>2</sup> )	ค่าเฉลี่ยจากสมการพลังงาน (kWh/m <sup>2</sup> )	พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	ค่าเฉลี่ยอ้างอิงจาก HEPS (kWh/m <sup>2</sup> )	ค่าเฉลี่ยอ้างอิงจาก Econ (kWh/m <sup>2</sup> )	การประมาณผลประหยัดพลังงาน (kWh)
โรงแรม	กลุ่ม 1	พื้นที่ < 20,000 m <sup>2</sup>	192.24	182.74	478,815.03	160	116	15,436,996.57
		พื้นที่ ≥ 20,000 m <sup>2</sup>	142.37	144.36	899,555.84	160	116	23,721,287.50
	กลุ่ม 2	อาคารทุกแห่ง	228.74	208.05	1,811,682.10	160	116	124,535,027.60
โรงพยาบาล	ทั้งหมด	ภาคราชการ	134.57	145.87	2,685,762.59	168	115	52,560,373.89
	ทั้งหมด	ภาคเอกชน	144.98	141.78	2,044,475.66	168	115	61,293,380.29
สำนักงาน	กลุ่ม 1	ภาคราชการ	99.57	72.54	1,704,192.45	141	82	29,942,661.35
		ภาคเอกชน	149.24	144.12	605,711.93	141	82	4,991,066.30
	กลุ่ม 2	ภาคราชการ	158.50	189.46	2,176,419.30	141	82	38,087,337.75
		ภาคเอกชน	163.45	157.26	1,551,491.58	141	82	34,830,985.97
ศูนย์การค้า	กลุ่ม 1	ศูนย์การค้า	213.72	203.79	550,538.71	194	146	10,856,623.36
		ดิสเคาท์สโตร์	276.58	254.82	1,374,643.69	194	146	113,518,075.92
	กลุ่ม 2	ศูนย์การค้า	234.84	248.55	3,073,222.32	194	146	125,510,399.55
		ดิสเคาท์สโตร์	301.53	294.89	740,740.43	194	146	79,651,818.44

# เทคโนโลยีสำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

## กรอบอาคาร



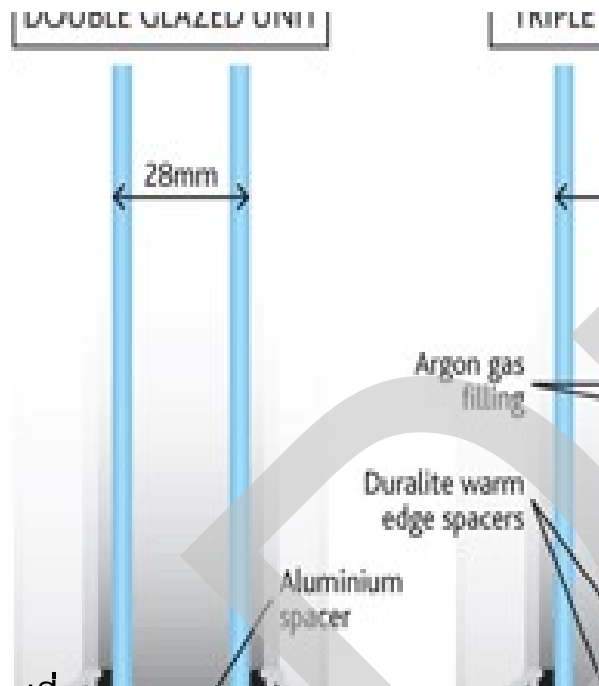
รูปที่ 1 : Low-e glass emissivity (Althem)



รูปที่ 2 : Example of exterior green wall  
(Sexton,2013)

# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

## กรอบอาคาร



รูปที่ 3 : Cross-sectional of double glazing and triple glazing (G2S group,2008)

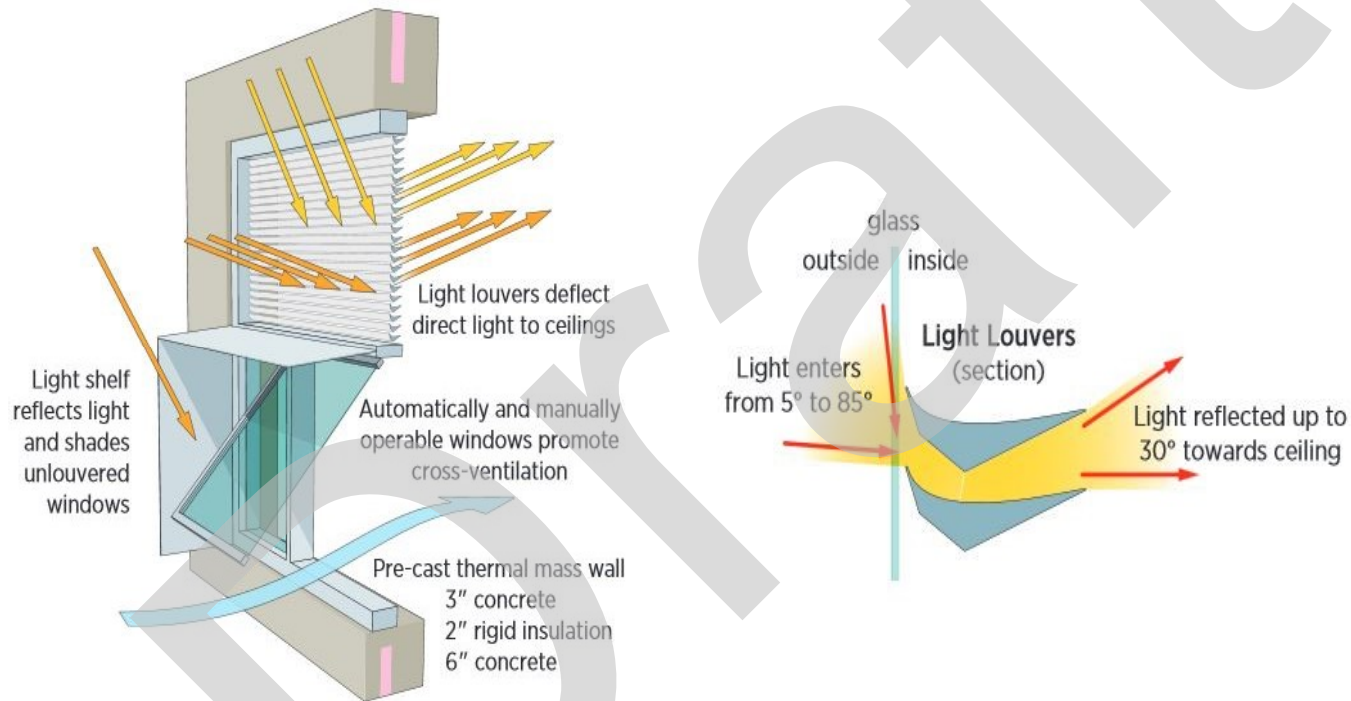


รูปที่ 4 : PU foam in cavity wall insulation (Dino Green,2012)



# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

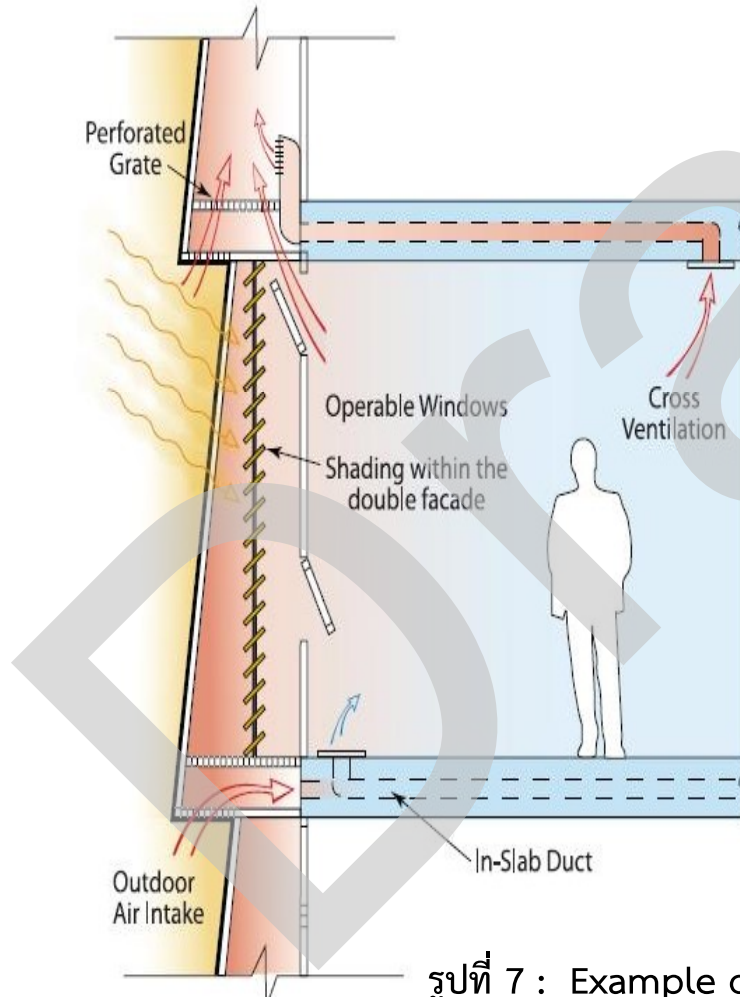
## กรอบอาคาร



รูปที่ 6 : A light louver daylighting system reflects sunlight to the ceiling, creating an indirect lighting effect. Fixed sunshades limit excess light and glare (NREL,2012)

# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

## กรอบอาคาร



รูปที่ 7 : Example of double façade as buffer space (City of Vancouver, 2009)

# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

## ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ



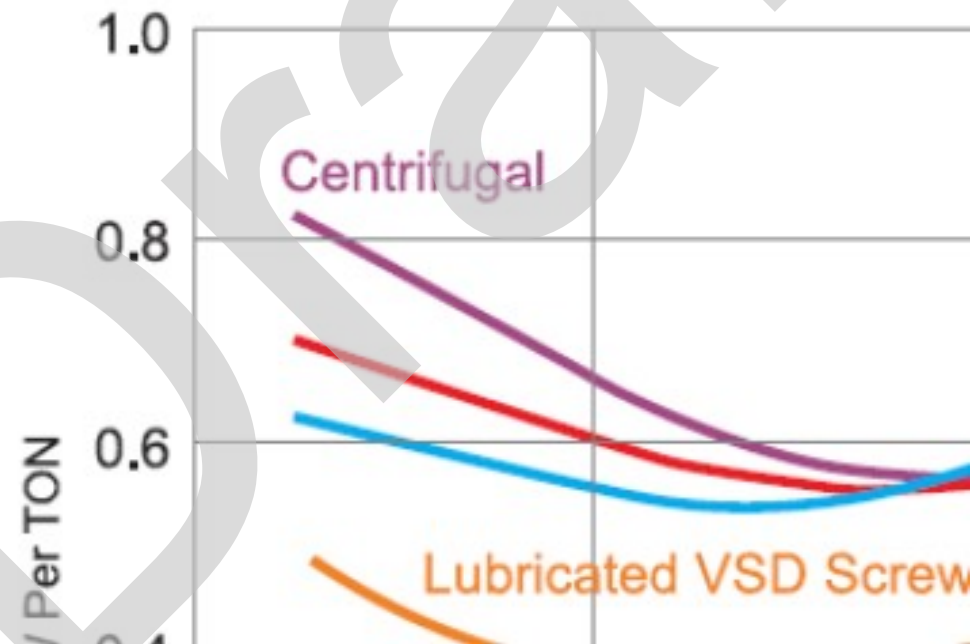
รูปที่ 8 : No.5 efficiency label in air conditioning unit (EGAT,2012)



รูปที่ 9 : Illustration of VRF system in the building (Johnson Controls,2013)  
: Cross sectional of AAC concrete (Greenbang,2012)

# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

## ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

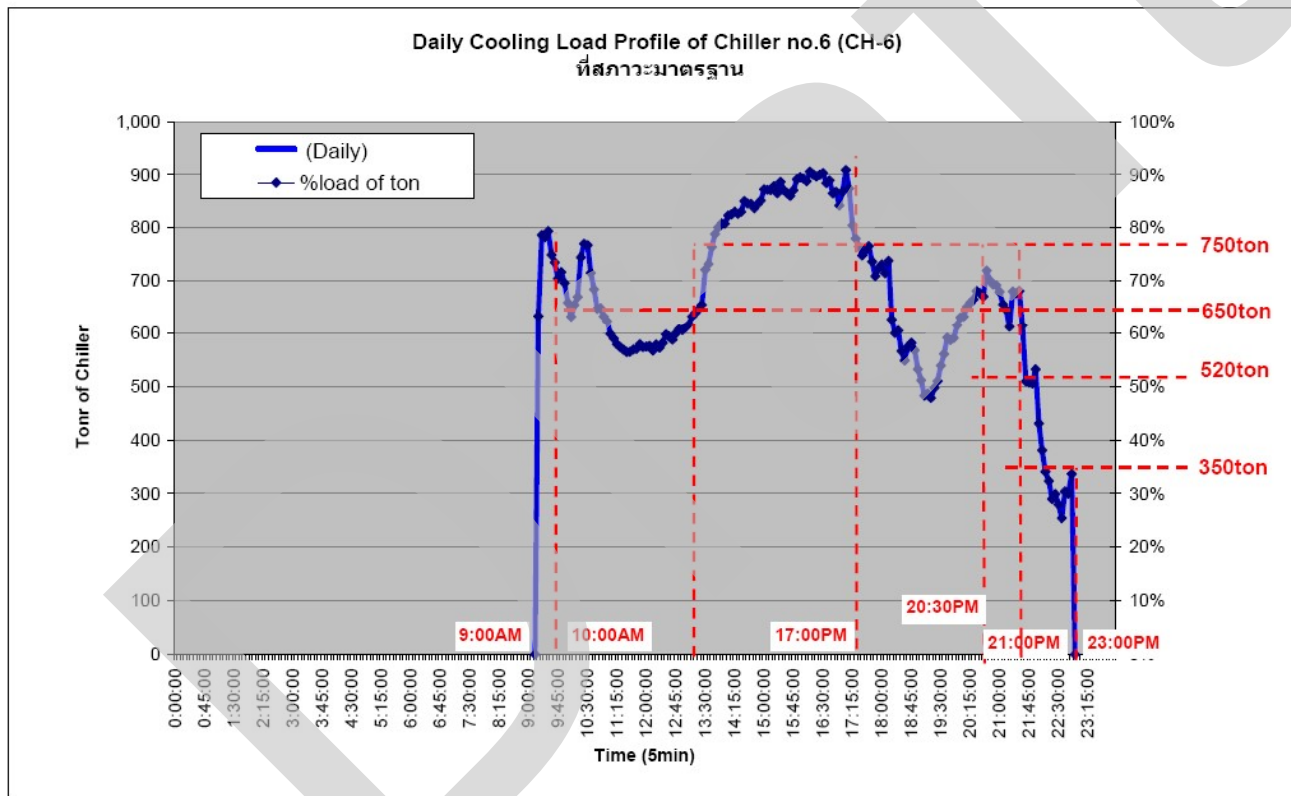


เปรียบเทียบสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นประเภทต่าง ๆ

# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

## ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

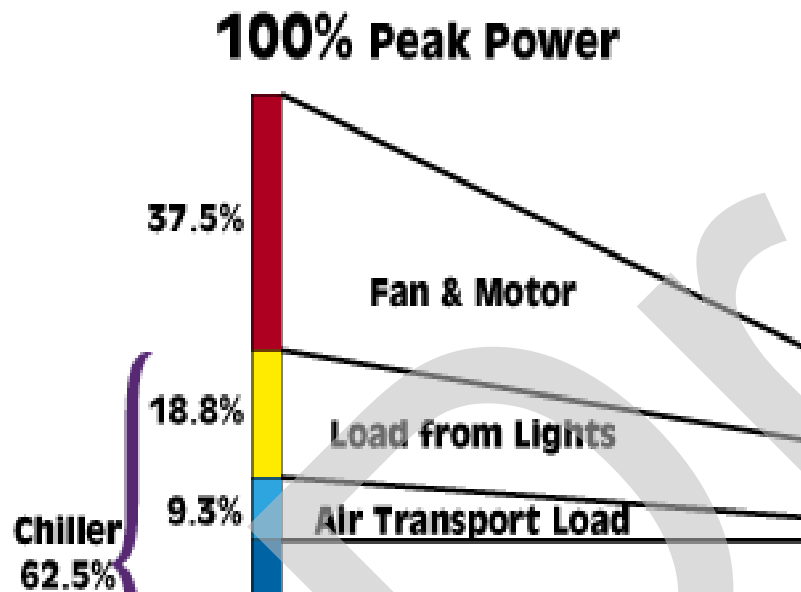
### Cooling Load ของเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้งานหลัก (CH-6)



รูปที่ 3.29 ภาระโหลดต้นความเย็นเฉลี่ยที่การทำงานต่อวันของเครื่องทำน้ำเย็นชุดที่ 6 (CH-6)  
(ที่สภาวะมาตรฐาน) \*เสนอเปลี่ยนเป็น VSD Chiller

# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

## ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ



รูปที่ 10: Peak Loads of Conventional HVAC and Radiant Cooling System (Berkeley Lab, 1994)

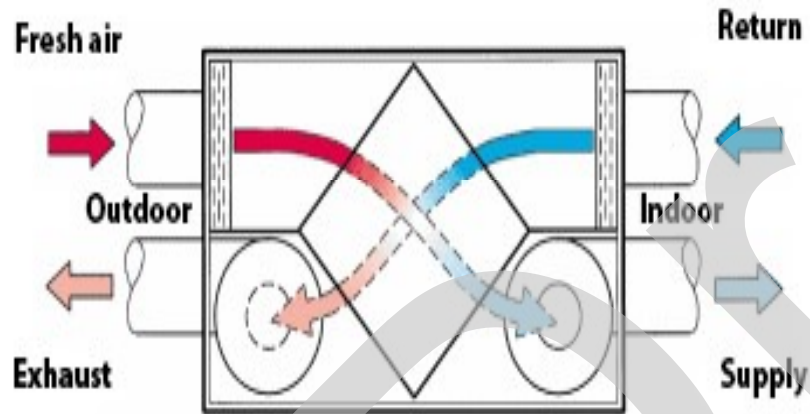


รูปที่ 11 : Radiant ceiling cooling and heating system (S&P,2013)

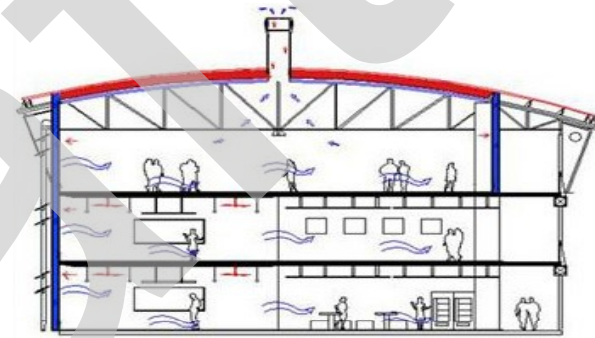


# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

## ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ



รูปที่ 12 : Air-to-Air Heat Recovery in ventilation system (Schild,2004)



รูปที่ 13 : Solar stack ventilation system at ZER building , Singapore (BCA,2010)

# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

## ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง



รูปที่ 14 : LEDs in T8 tube light  
(XiangDa,2011)

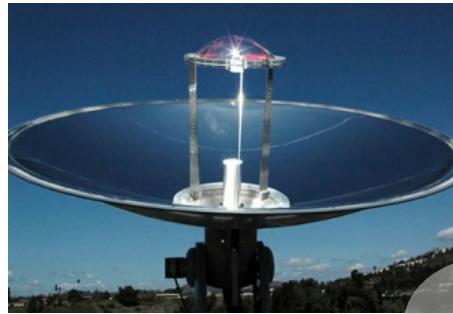


รูปที่ 15 : Sola Tube tubular daylight devices  
(Solartube,2013)



# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

## ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง



รูปที่ 16 : (Left) Solar concentration device, (right top) solar fiber optic system in the building, (right bottom) solar fiber optic illuminator (Proefrock,2006)



# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

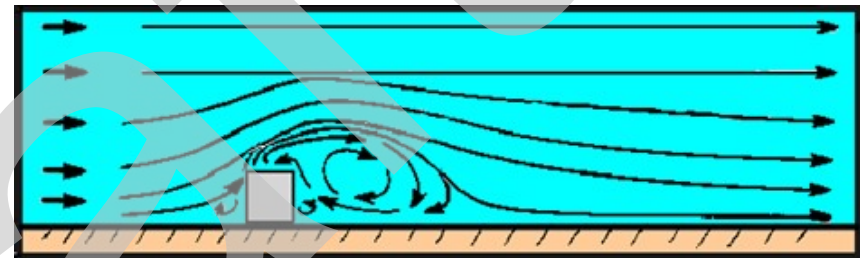
## พลังงานทดแทน



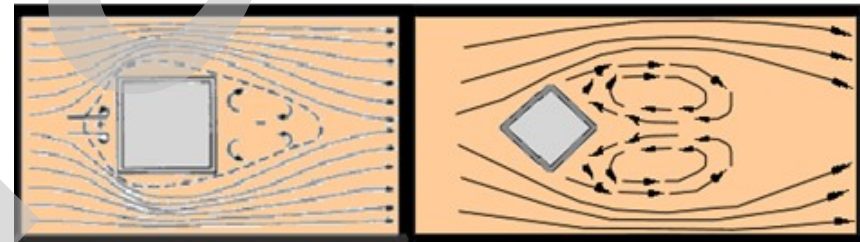
รูปที่ 17 : Solar thin film and solar water heater (Solar Renewable, 2012)

# ตัวอย่างเทคโนโลยี สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

## พลังงานทดแทน



Flow Pattern: Side View Wind Against Face



Flow Pattern: Top View  
Wind Against Face

Flow Pattern: Top View  
Wind Against Edge

รูปที่ 18 : Vertical axis turbine, horizontal axis turbine, wind profile in urban environment (Williams, 1997).

## ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในอาคารระดับต่างๆ

		BEC	HEPS	ECON	ZEB
% Energy Saving From Reference Building		20%	35%	60%	70%
	Component	Possible Technology			
Passive	Wall	Autoclaved Concrete	Green Surface	Cavity Wall	Double Façade
	Transparent Surface Shading & Overhanging	Low-e Glass	Double Glazing	Triple Glazing	Light Louvers and Sunshade Overhangs
Active	Air Conditioning System	No.5 Certified High Efficiency Devices	High Efficiency with Energy Recovery	High Efficiency Equipment Energy Recovery Variable Refrigerant Flow (Hybrid System)	Passive Design Concept with High Efficiency Hybrid System
	Electrical Lighting	Fluorescent Bulb	LEDs Bulb	Passive Solution	
				Solar Tube	Fiber Optic Solar Lighting
Renewable Energy	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solar PV &amp; Solar Water Heater</li> <li>- Micro Wind Turbine</li> </ul>				