

บทที่ 7

การทดสอบและเปรียบเทียบผล

7.1 การทดสอบและเปรียบเทียบอุณหภูมิที่สูงที่สุด

การทดสอบและเปรียบเทียบอุณหภูมิที่สูงที่สุด จะเปรียบเทียบอยู่ 3 วิธีการ คือ

1. อุณหภูมิที่สูงที่สุดตามวิธีการของ ANSI/IEEE [6] และ [13]
2. อุณหภูมิที่สูงที่สุดตามแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น
3. อุณหภูมิที่สูงที่สุดตามที่ได้วัดได้จากผลการทดลอง

จากข้อมูลของหม้อแปลงที่ใช้การทดลองตามภาคผนวก ก. และจากผลการทดลองในตอนที 1 ของบทที่ 6 และ [6,10,13] ทำให้สามารถหาค่าตัวแปรต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการทดลอง ทั้งของหม้อแปลงแบบน้ำมันและหม้อแปลงแบบอนวนแห้งได้ดังตารางที่ 7.1 และ 7.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 7.1 ค่าตัวแปรของหม้อแปลงแบบน้ำมันที่ใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบ

ตัวแปร	ค่าของตัวแปร
อุณหภูมิของจุดที่มีอุณหภูมิที่สูงที่สุดที่เกิดจากอุณหภูมิของน้ำมันตอนบน	7.1 ° C
อุณหภูมิของน้ำมันตอนบน	30 ° C
ค่าคงตัวเวลาทางความร้อนของน้ำมัน	3 hr.
ค่าคงตัวเวลาทางความร้อนของขดลวด	5 Min.
หลักการระบายความร้อนของหม้อแปลง	OA
กำลังสูญเสียขณะไม่มีโหลด	59 W.
กำลังสูญเสียเนื่องจากความต้านทานขณะจ่ายโหลด	92 W.
กำลังสูญเสียปลั๊กย่อยขณะจ่ายโหลด	21 W.
อุณหภูมิที่ใช้ในการคำนวณกำลังสูญเสีย	75 ° C
ชนิดแกนเหล็กของหม้อแปลง	Shell - Type
ความสูงของช่องว่างระหว่างแกนเหล็ก	150 mm.
ความยาวของแกนเหล็ก	200 mm.
ความหนาของแผ่นเหล็กที่ประกอบเป็นแกนเหล็ก	1 mm.
Steimetz Coefficient	1.8

ตารางที่ 7.1 ค่าของตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบ (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าของตัวแปร
วัสดุที่ใช้ทำขดลวด	ทองแดง
ความต้านทานของขดลวดด้านปฐมภูมิ	0.269 ohm
ความต้านทานของขดลวดด้านทุติยภูมิ	0.04 ohm
ค่าความนำของขดลวดทองแดง	300 W./m ° C
จำนวนรอบของขดลวดทางด้านปฐมภูมิ	227
จำนวนรอบของขดลวดทางด้านทุติยภูมิ	132
จำนวนขดลวดทางด้านปฐมภูมิที่ต่อขนานกัน	1
ความสูงของขดลวดด้านทุติยภูมิ	1 mm.
ความกว้างของขดลวดด้านทุติยภูมิ	1 mm.
ระยะห่างระหว่างขดลวด	1 mm.
Stray Loss Factor ตามแนวขวางของขดลวดด้านปฐมภูมิ	0.9
Stray Loss Factor ตามแนวยาวของขดลวดด้านปฐมภูมิ	1
Stray Loss Factor ตามแนวขวางของขดลวดด้านทุติยภูมิ	0.5
Stray Loss Factor ตามแนวยาวของขดลวดด้านทุติยภูมิ	0.7
Field Distribution Function ที่จุดที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดตามแนวขวาง	0.5
Field Distribution Function ที่จุดที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดตามแนวยาว	0.4

ตารางที่ 7.2 ค่าตัวแปรของหม้อแปลงแบบฉนวนแห้งที่ใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบ

ตัวแปร	ค่าของตัวแปร
อุณหภูมิเฉลี่ยของขดลวดที่เกินจากอุณหภูมิห้อง	53 ° C
อุณหภูมิสูงสุดของขดลวดที่เกินจากอุณหภูมิเฉลี่ยของขดลวด	10.5 ° C
ค่าคงตัวเวลาทางความร้อนของขดลวด	60 Min.
หลักการระบายความร้อนของหม้อแปลง	Self - Cooled
กำลังสูญเสียขณะไม่มีโหลด	56 W.
กำลังสูญเสียเนื่องจากความต้านทานขณะจ่ายโหลด	91 W.
กำลังสูญเสียปลั๊กย่อยขณะจ่ายโหลด	21 W.
อุณหภูมิที่ใช้ในการคำนวณกำลังสูญเสีย	75 ° C

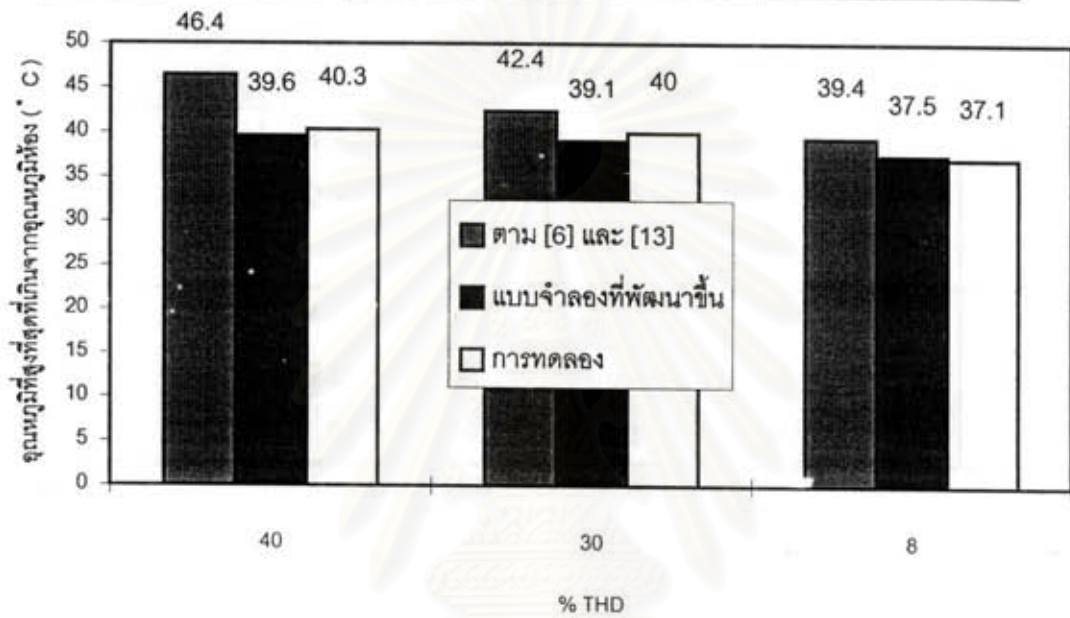
ตารางที่ 7.2 ค่าตัวแปรของหม้อแปลงแบบฉนวนแห้งที่ใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบ(ต่อ)

ตัวแปร	ค่าของตัวแปร
ชนิดแกนเหล็กของหม้อแปลง	Shell - Type
ความสูงของช่องว่างระหว่างแกนเหล็ก	150 mm.
ความยาวของแกนเหล็ก	200 mm.
ความหนาของแผ่นเหล็กที่ประกอบเป็นแกนเหล็ก	1 mm.
Steimetz Coefficient	1.8
วัสดุที่ใช้ทำขดลวด	ทองแดง
ความต้านทานของขดลวดด้านปฐมภูมิ	0.270 ohm
ความต้านทานของขดลวดด้านทุติยภูมิ	0.04015 ohm
ค่าความนำของขดลวดทองแดง	300 W./m °C
จำนวนรอบของขดลวดทางด้านปฐมภูมิ	227
จำนวนรอบของขดลวดทางด้านทุติยภูมิ	132
จำนวนขดลวดทางด้านปฐมภูมิที่ต่อขนานกัน	1
ความสูงของขดลวดด้านทุติยภูมิ	1 mm.
ความกว้างของขดลวดด้านทุติยภูมิ	1 mm.
ระยะห่างระหว่างขดลวด	1 mm.
Stray Loss Factor ตามแนวขวางของขดลวดด้านปฐมภูมิ	0.9
Stray Loss Factor ตามแนวยาวของขดลวดด้านปฐมภูมิ	1
Stray Loss Factor ตามแนวขวางของขดลวดด้านทุติยภูมิ	0.5
Stray Loss Factor ตามแนวยาวของขดลวดด้านทุติยภูมิ	0.7
Field Distribution Function ที่จุดที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดตามแนวขวาง	0.5
Field Distribution Function ที่จุดที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดตามแนวยาว	0.4

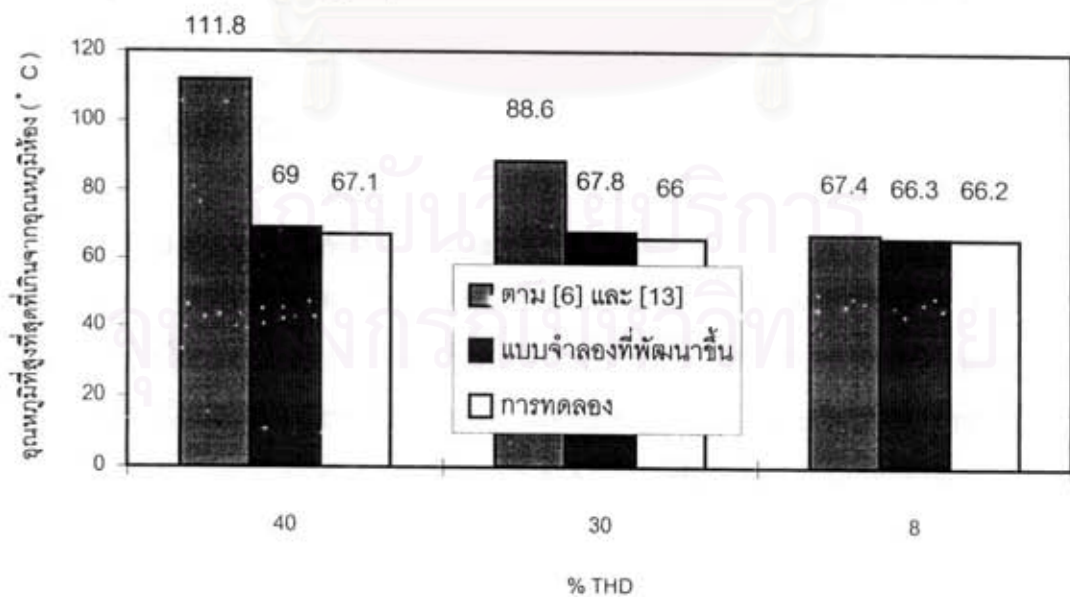
การทดสอบและเปรียบเทียบอุณหภูมิที่สูงที่สุดที่ได้จากกรณีต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วจะใช้กรณีทีสเปคตรัมของกระแสฮาร์มอนิกมีค่า THD 40% , 30% และ 8% โดยมีค่ากระแสประสิทธิผลที่ 1 p.u. ซึ่งได้จากการทดลองในตอนที่ 2 และตอนที่ 3 ในบทที่ 6 โดยที่มีลักษณะของกระแส ดังตารางที่ 7.3 และผลการทดสอบและเปรียบเทียบแสดงดังรูปที่ 7.1 และ 7.2

ตารางที่ 7.3 ลักษณะของกระแสความร้อนที่ใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบ

รายการรูปแบบ	% THD	K Factor	ที่มาของการทดลอง
รูปแบบที่ 1	40	4.29	ตอนที่ 2 ครั้งที่ 1, 3
รูปแบบที่ 2	30	2.85	ตอนที่ 2 ครั้งที่ 2, 4
รูปแบบที่ 3	8	1.12	ตอนที่ 3 ครั้งที่ 2, 4



รูปที่ 7.1 อุณหภูมิที่สูงที่สุดของหม้อแปลงแบบน้ำมันเมื่อหลักการคิดต่างกัน



รูปที่ 7.2 อุณหภูมิที่สูงที่สุดของหม้อแปลงแบบฉนวนแห้งเมื่อหลักการคิดต่างกัน

จากค่าของอุณหภูมิที่สูงที่สุดที่ได้จากหลักการของ [6,13] และที่ได้จากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น เมื่อนำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากผลการทดลอง สามารถเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 7.4

ตารางที่ 7.4 ร้อยละของความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิที่สูงที่สุดจากการทดลอง

ชนิดหม้อแปลง	% THD	K Factor	อุณหภูมิสูงสุดที่สภาวะคงตัว (°C)			% ความคลาดเคลื่อน	
			การทดลอง	แบบจำลอง	[6,13]	แบบจำลอง	[6,13]
น้ำมัน	40	4.29	40.3	39.6	46.4	- 1.7	+ 15.1
	30	2.85	40.0	39.1	42.4	- 2.3	+ 6
	8	8	37.1	37.5	39.4	+ 1.1	+ 6.2
ฉนวนแห้ง	40	4.29	67.1	69.0	111.8	+ 2.8	+ 66.6
	30	2.85	66.0	67.8	88.6	+ 2.7	+ 34.2
	8	8	66.2	66.3	67.4	+ 0.2	+ 1.8

จากผลการทดสอบและเปรียบเทียบพบว่าจากการใช้วิธีตามที่เสนอใน [6,13] ซึ่งกำหนดให้กำลังสูญเสียปลั๊กย่อยแปรผันตามค่าของ K Factor โดยที่กำลังสูญเสียปลั๊กย่อยนี้ไม่ขึ้นกับลักษณะโครงสร้างของหม้อแปลงนั้น จะทำให้ค่าของอุณหภูมิที่สูงที่สุดที่เกิดขึ้นภายในหม้อแปลงมีค่าที่สูงเกินค่าที่ได้จากการทดลองมาก โดยเฉพาะในกรณีที่มีค่า THD สูงๆ แต่จากการนำผลของโครงสร้างหม้อแปลงมา่วมคิดด้วย จะทำให้การหาค่าอุณหภูมิที่สูงที่สุดที่เกิดขึ้นภายในหม้อแปลงมีค่าใกล้เคียงมากกว่า

7.2 การทดสอบและเปรียบเทียบแนวทางการจ่ายโหลด

จากการทดลองเปรียบเทียบตารางแนวทางการจ่ายโหลดตามวิธีของ IEC และ IEEE ที่แสดงอยู่ในมาตรฐาน ต่างๆดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นพบว่าหลักการคล้ายกัน แต่นำเสนอในรูปแบบที่ต่างกันเพื่อวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน ดังที่อธิบายแล้วในบทที่ 5 และหลังจากที่ผู้เขียนวิทยานิพนธ์ได้พัฒนาหลักการต่างๆ ที่ใช้ในแบบจำลอง ให้มีความถูกต้องและสะดวกในการใช้งานให้ดีขึ้นกว่าหลักการแบบเดิม โดยอ้างอิงตามผลงานต่างๆ ที่มีผู้ได้ทำการศึกษาวิจัยมาก่อนหน้านี้ พบว่าความคลาดเคลื่อนของค่าที่ได้จากมาตรฐานและค่าที่ได้จากแบบจำลองมีค่ามาก จึงไม่อาจจะเลยความสำคัญส่วนนี้ไปได้ ผู้เขียนจึงได้ทำการทดสอบและเปรียบเทียบผลที่ได้ดังนี้

7.2.1 ผลของการปรับค่าความต้านทานและค่าคงตัวเวลาทางความร้อน

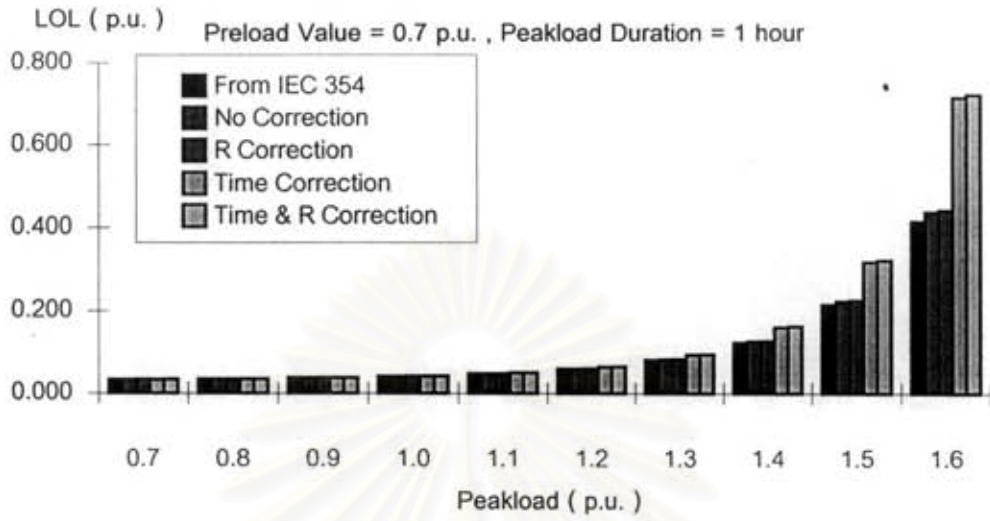
ตารางที่ 7.5 ค่าของตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบผล

Characteristics	Value
Type	Distribution Transformer
Cooling method	ONAN
Oil exponent	0.8
Winding exponent	1.6
Loss ratio	5
Oil time constant (hr)	3.0
Winding Timeconstant (Min.)	5.0
Ambient temperature (°C)	20
Hot - spot rise (°C)	78
Hot - spot to top - oil gradient (°C)	23
Top - of winding oil rise (°C)	55

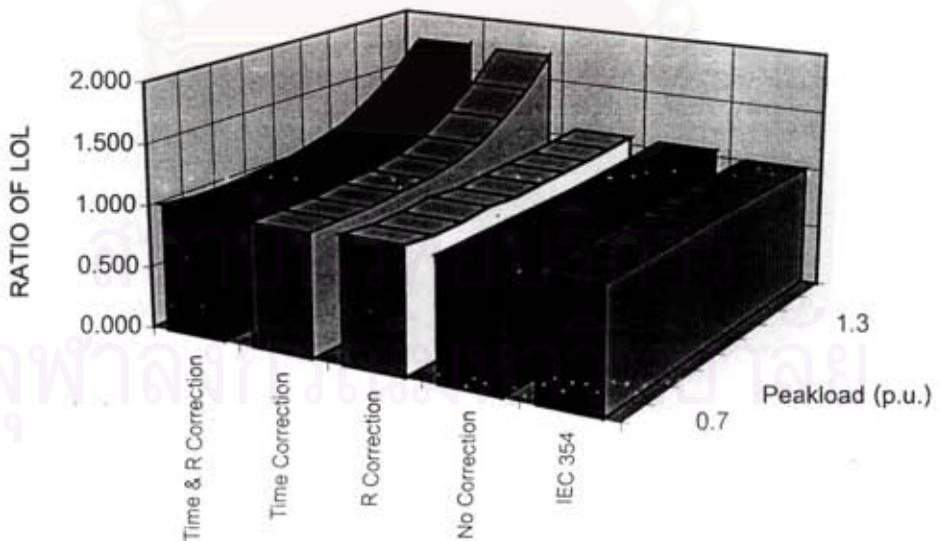
เมื่อใช้ข้อมูลพื้นฐานจากตารางที่ 7.5 [5] ซึ่งเป็นหม้อแปลงแบบ ONAN โดยยกตัวอย่างในกรณีที่มีโหลดพื้นฐาน(Preload)เป็น 0.7 p.u. , 1.0 p.u. และ 1.3 p.u. และมีค่าช่วงเวลาที่ย้ายโหลดค่าสูง(Peak Load Duration)เป็น 1 , 2 , 4 และ 8 ชั่วโมงเป็นกรณีศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากกรณีต่างๆดังต่อไปนี้

- IEC 354
- แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น แต่ไม่มีการปรับค่าคงตัวเวลาทางความร้อนและค่าความต้านทาน ในการคำนวณแต่ละรอบ
- แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น โดยมีการปรับเฉพาะค่าคงตัวเวลาทางความร้อนอย่างเดียว ในการคำนวณแต่ละรอบ
- แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น โดยมีการปรับเฉพาะค่าความต้านทานเพียงอย่างเดียว ในการคำนวณแต่ละรอบ
- แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น โดยมีการปรับทั้งค่าคงตัวเวลาทางความร้อนและค่าความต้านทานทั้งสองอย่าง ในการคำนวณแต่ละรอบ

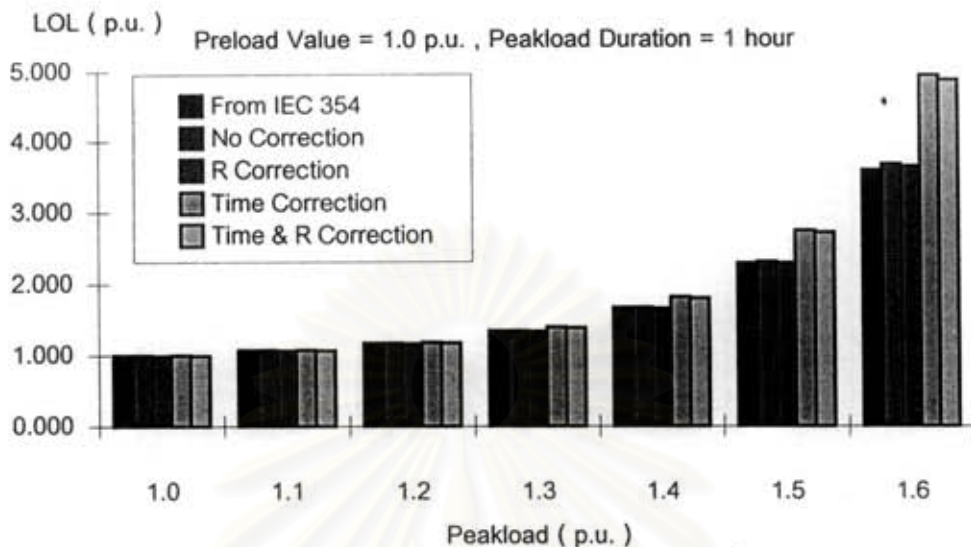
เมื่อนำค่าที่ได้จากแบบจำลองที่มีหลักการคิดต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จาก [5] โดยเขียนเป็นรูปกราฟ จะได้ดังรูปที่ 7.3 - 7.26



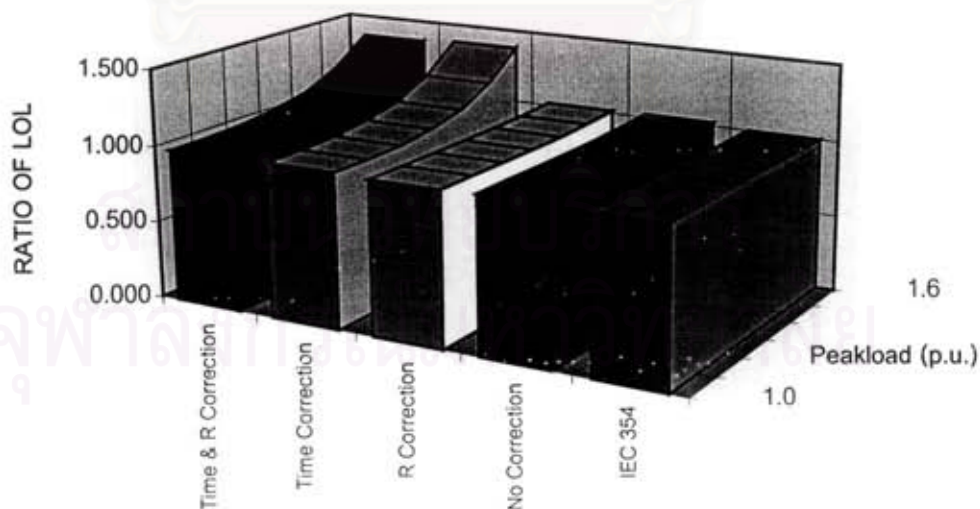
รูปที่ 7.3 อายุการใช้งานที่ลดลงเมื่อ Preload = 0.7 p.u. และ Peakload Duration = 1 ชั่วโมง



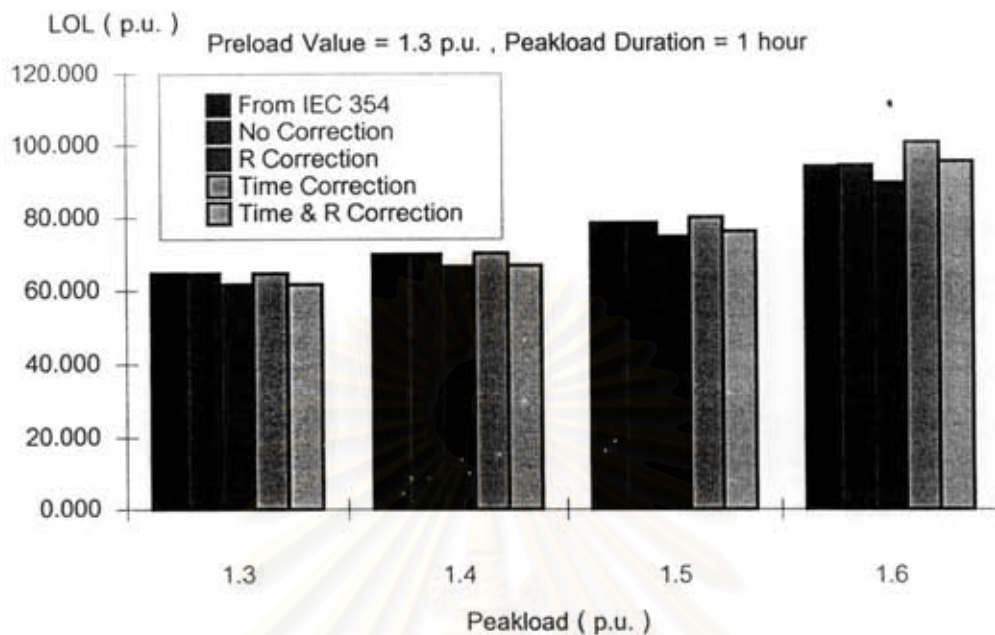
รูปที่ 7.4 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับกรณี IEC 354 เมื่อ Preload = 0.7 p.u. และ Peakload Duration = 1 ชั่วโมง



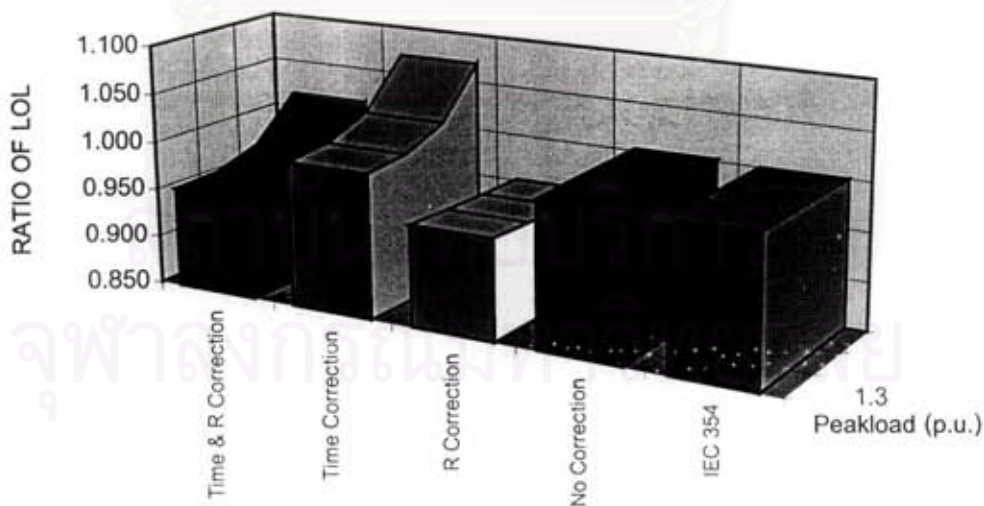
รูปที่ 7.5 อายุการใช้งานที่ลดลงเมื่อ Preload = 1.0 p.u. และ Peakload Duration = 1 ชั่วโมง



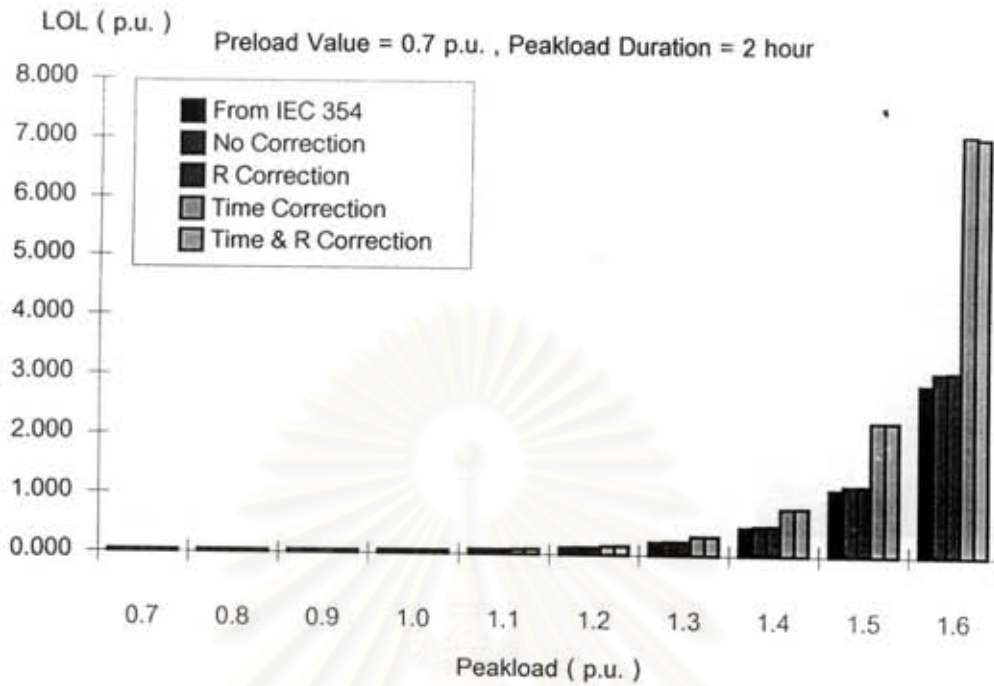
รูปที่ 7.6 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับกรณี IEC 354 เมื่อ Preload = 1.0 p.u. และ Peakload Duration = 1 ชั่วโมง



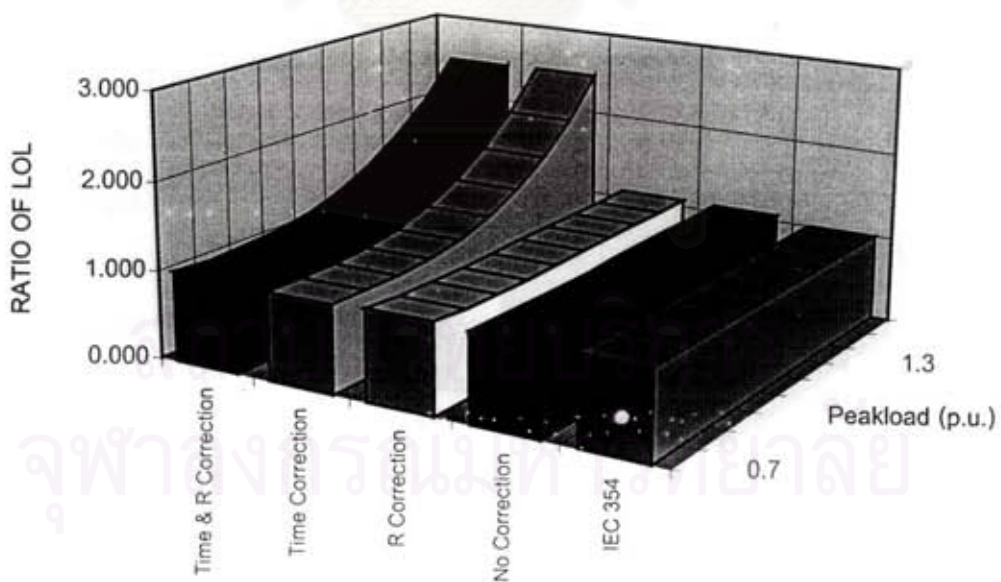
รูปที่ 7.7 อายุการใช้งานที่ลดลงเมื่อ Preload = 1.3 p.u. และ Peakload Duration = 1 ชั่วโมง



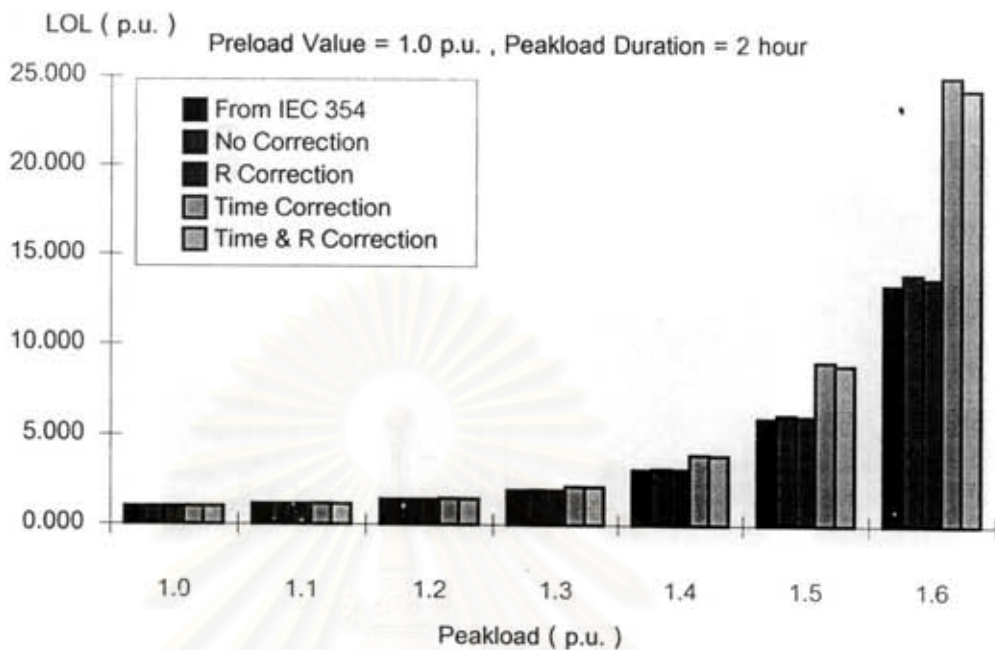
รูปที่ 7.8 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับกรณี IEC 354 เมื่อ Preload = 1.3 p.u. และ Peakload Duration = 1 ชั่วโมง



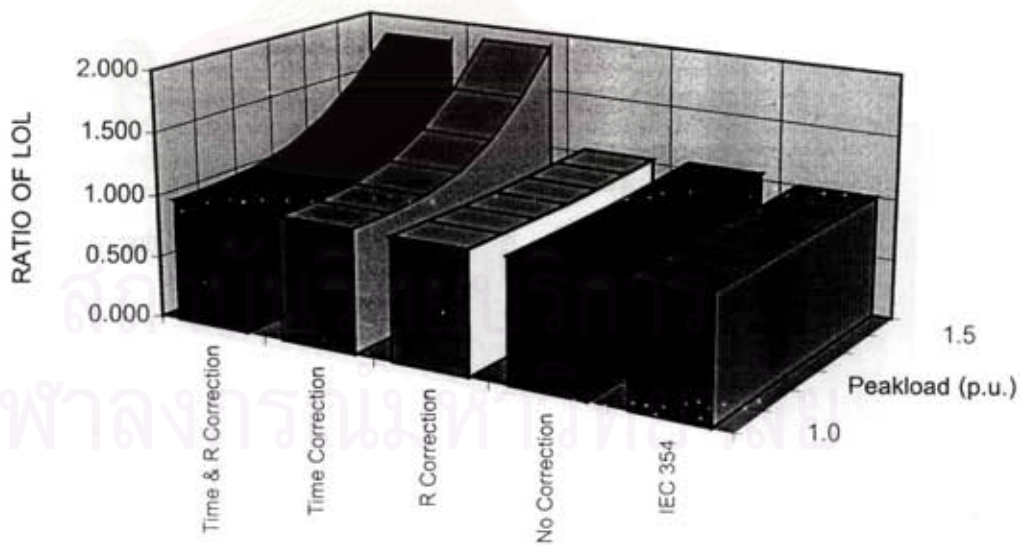
รูปที่ 7.9 อายุการใช้งานที่ลดลงเมื่อ Preload = 0.7 p.u. และ Peakload Duration = 2 ชั่วโมง



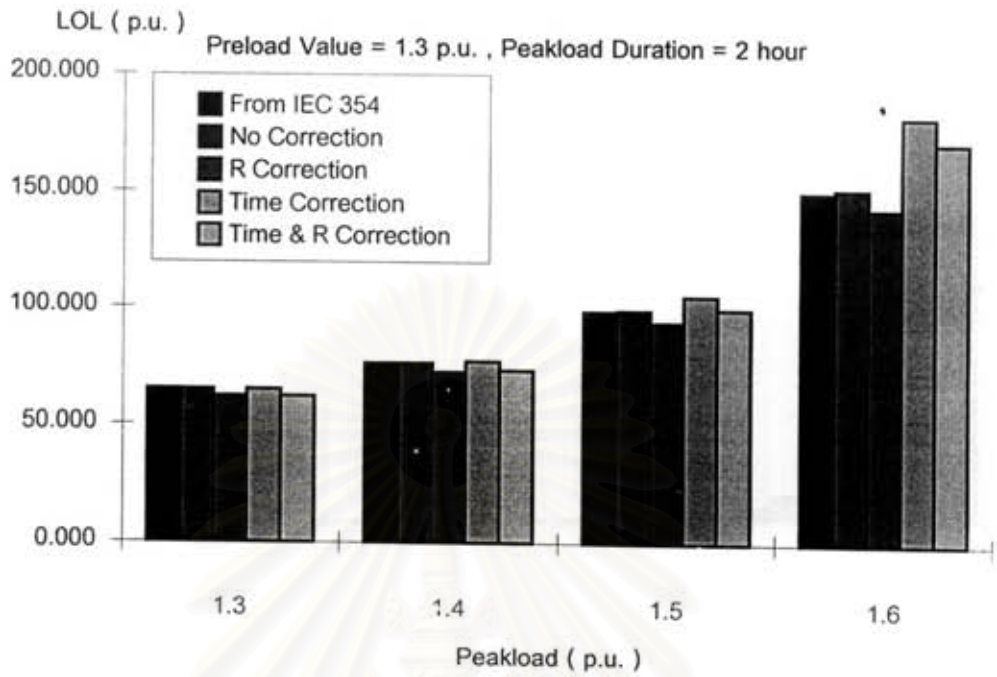
รูปที่ 7.10 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับกรณี IEC 354 เมื่อ Preload = 0.7 p.u. และ Peakload Duration = 2 ชั่วโมง



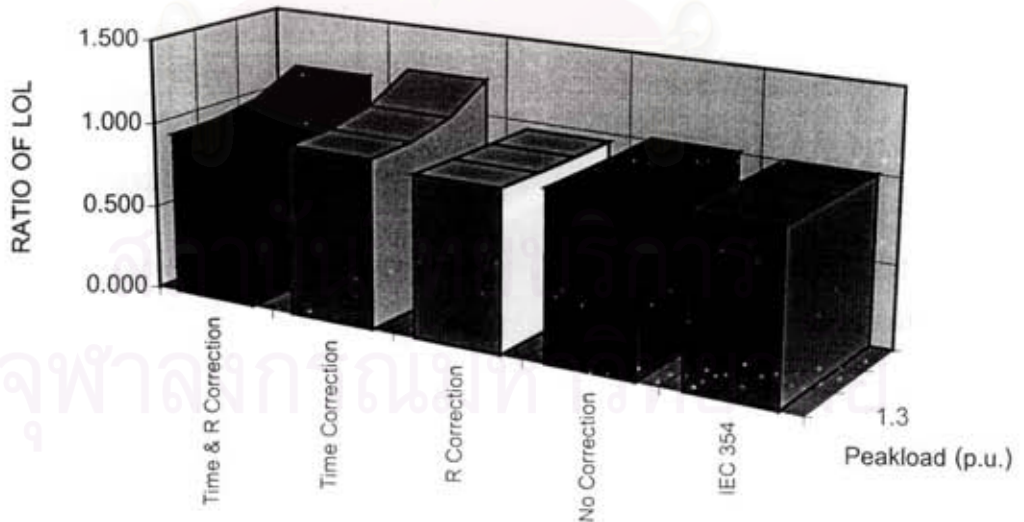
รูปที่ 7.11 อายุการใช้งานที่ลดลงเมื่อ Preload = 1.0 p.u. และ Peakload Duration = 2 ชั่วโมง



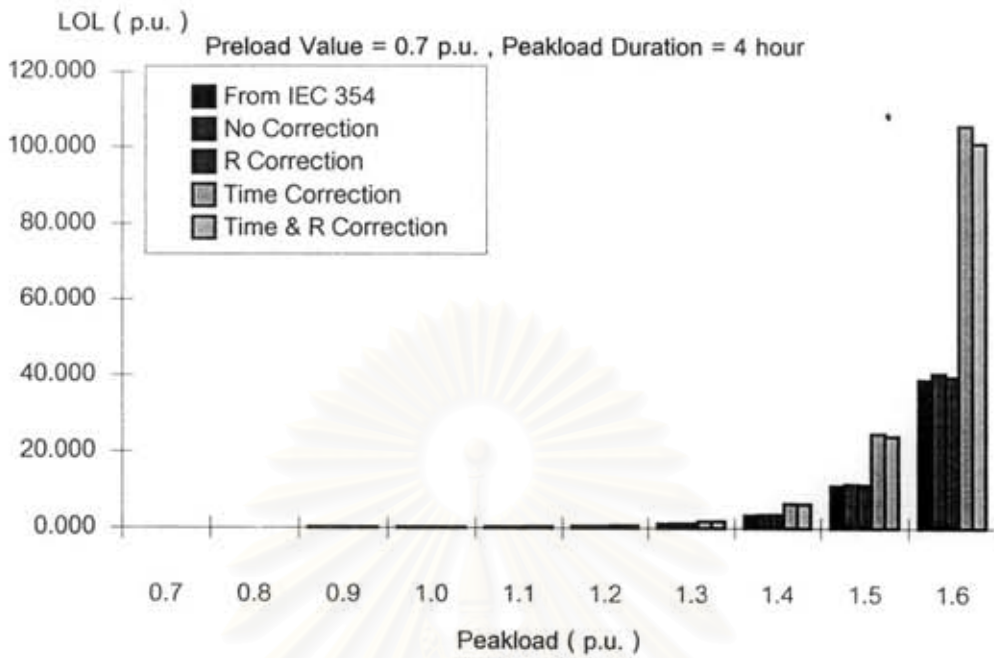
รูปที่ 7.12 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับกรณี IEC 354 เมื่อ Preload = 1.0 p.u. และ Peakload Duration = 2 ชั่วโมง



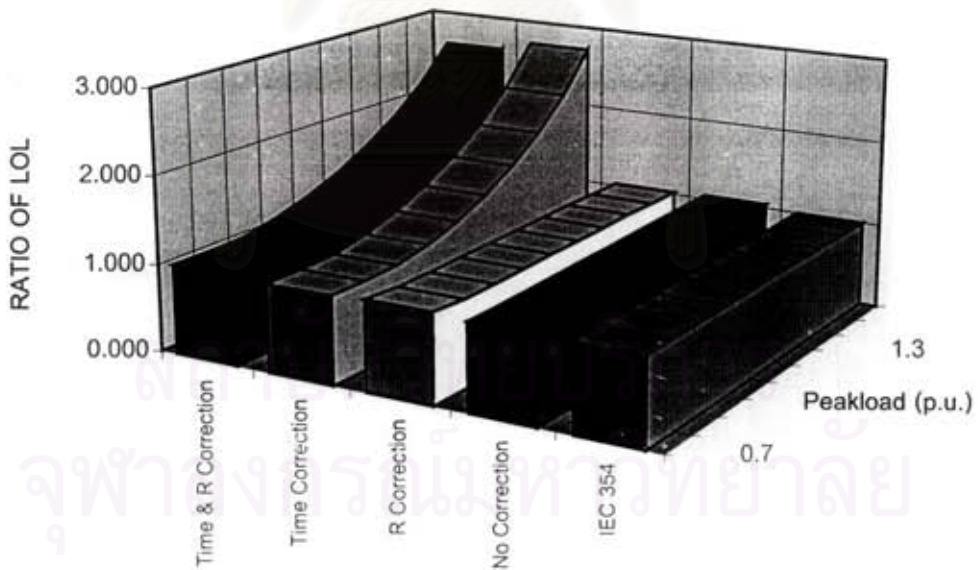
รูปที่ 7.13 อายุการใช้งานที่ลดลงเมื่อ Preload = 1.3 p.u. และ Peakload Duration = 2 ชั่วโมง



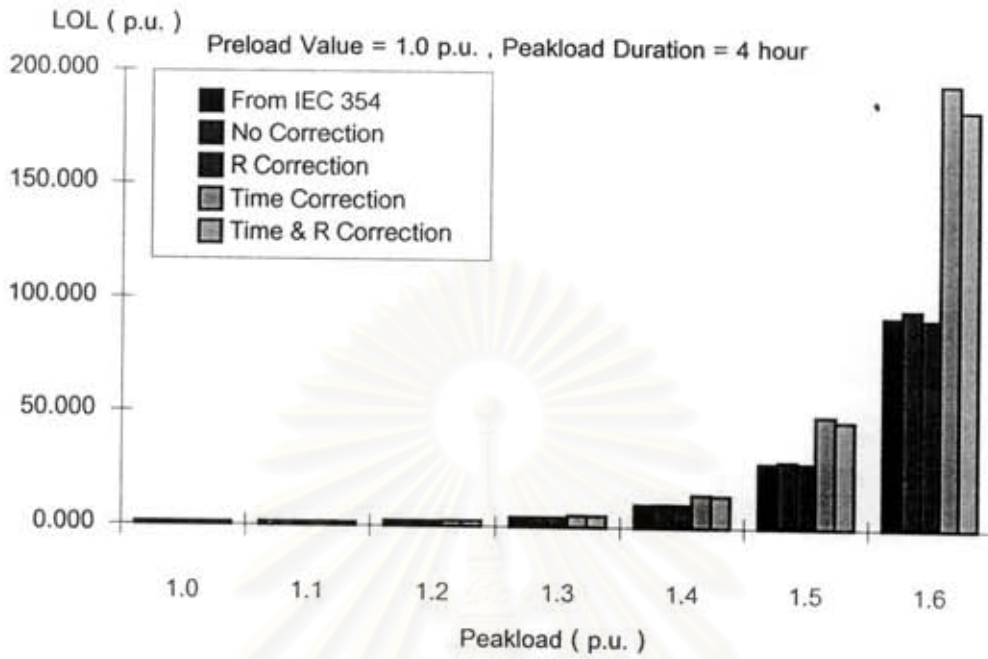
รูปที่ 7.14 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับกรณี IEC 354 เมื่อ Preload = 1.3 p.u. และ Peakload Duration = 2 ชั่วโมง



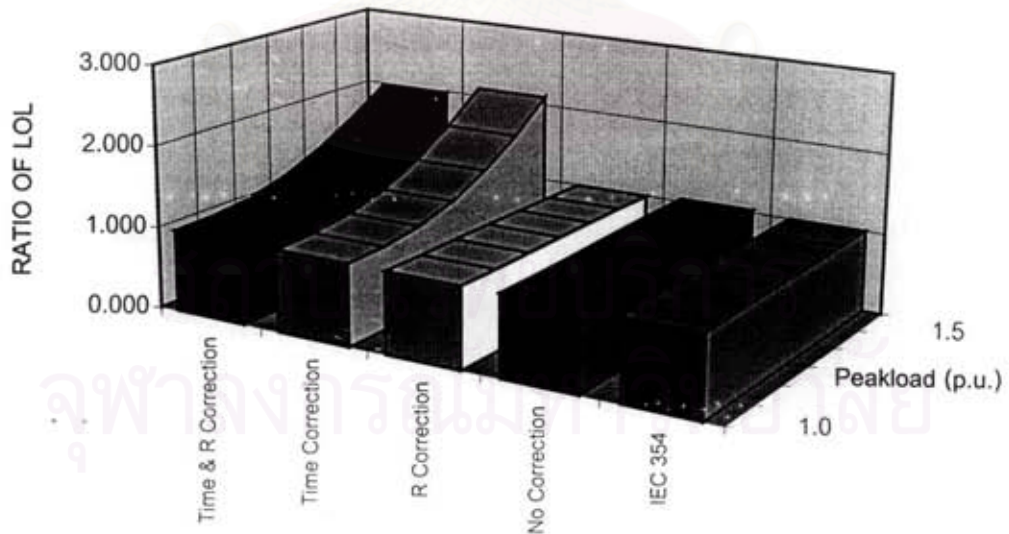
รูปที่ 7.15 อายุการใช้งานที่ลดลงเมื่อ Preload = 0.7 p.u. และ Peakload Duration = 4 ชั่วโมง



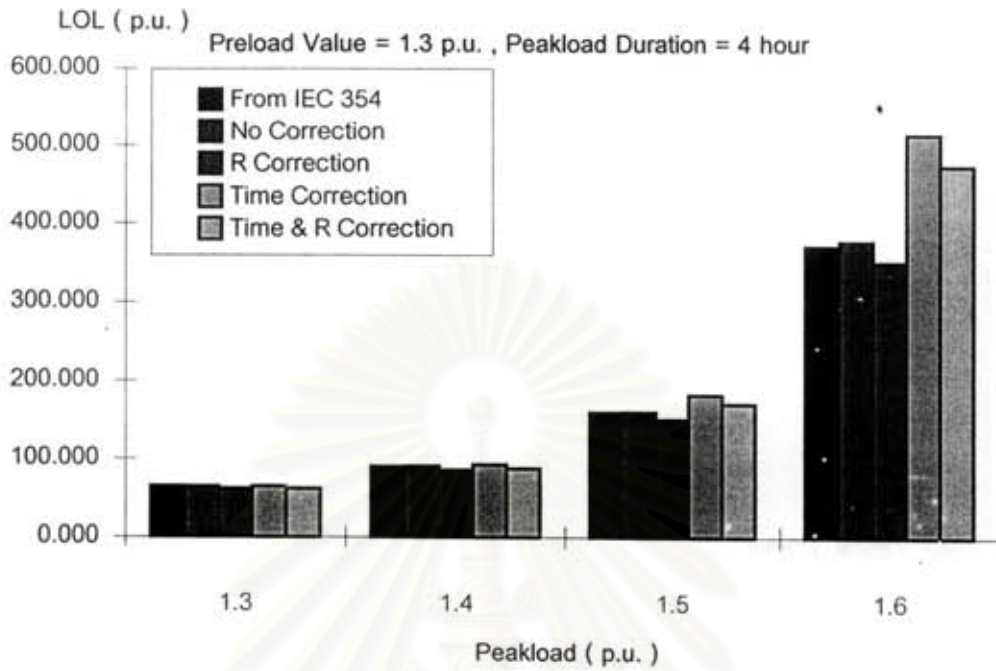
รูปที่ 7.16 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับกรณี IEC 354 เมื่อ Preload = 0.7 p.u. และ Peakload Duration = 4 ชั่วโมง



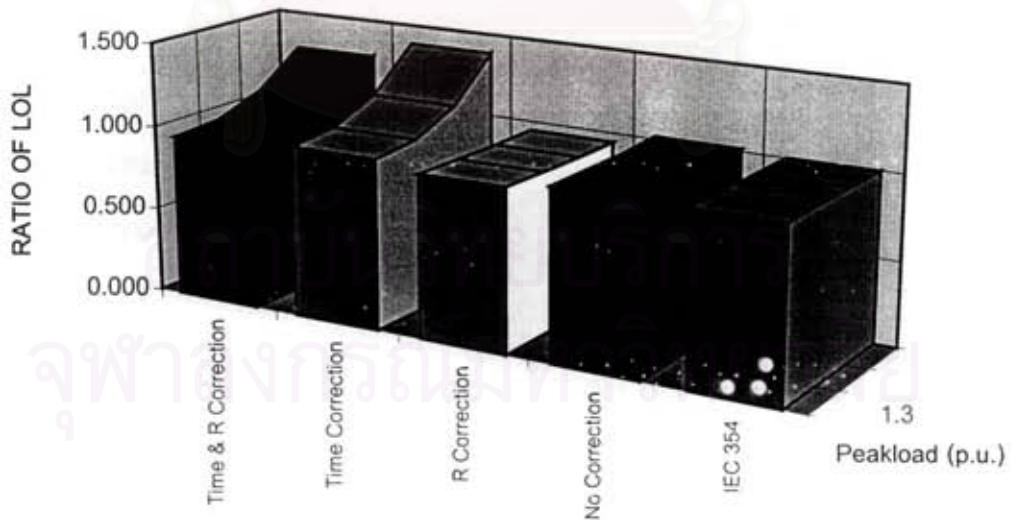
รูปที่ 7.17 อายุการใช้งานที่ลดลงเมื่อ Preload = 1.0 p.u. และ Peakload Duration = 4 ชั่วโมง



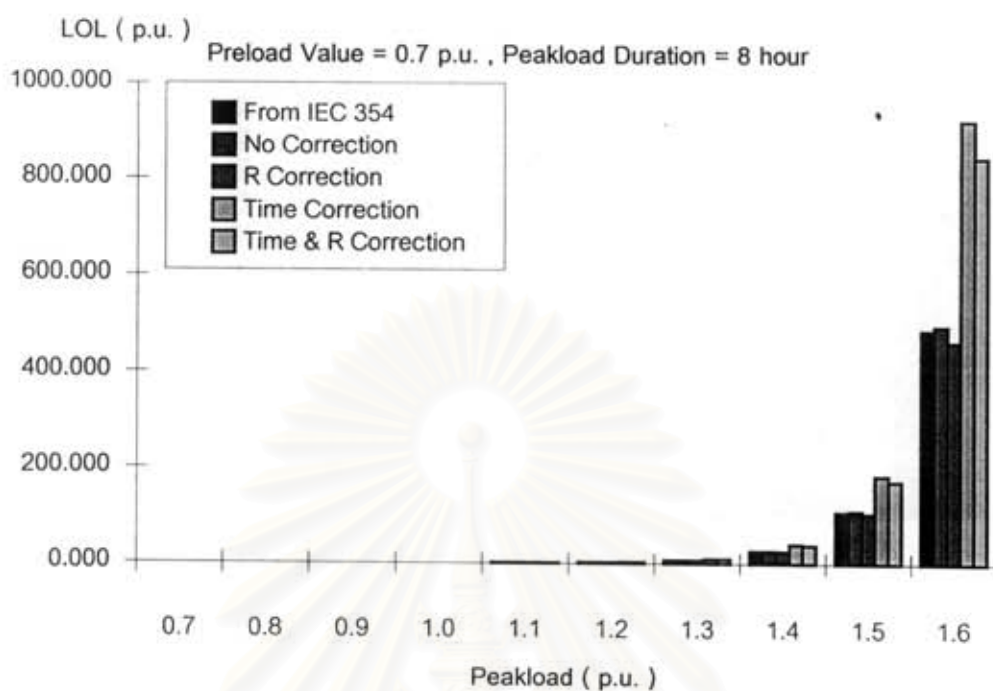
รูปที่ 7.18 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับกรณี IEC 354 เมื่อ Preload = 1.0 p.u. และ Peakload Duration = 4 ชั่วโมง



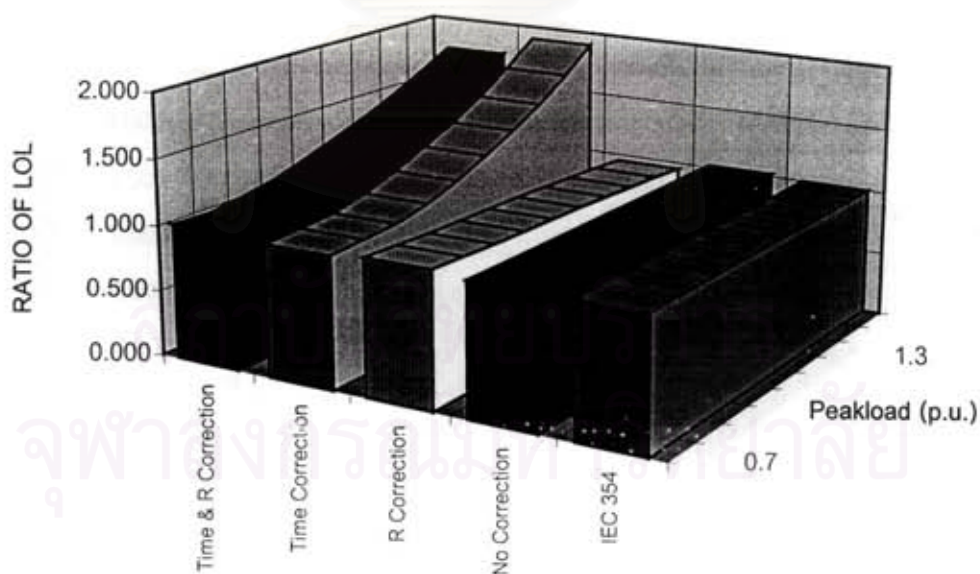
รูปที่ 7.19 อายุการใช้งานที่ลดลงเมื่อ Preload = 1.3 p.u. และ Peakload Duration = 4 ชั่วโมง



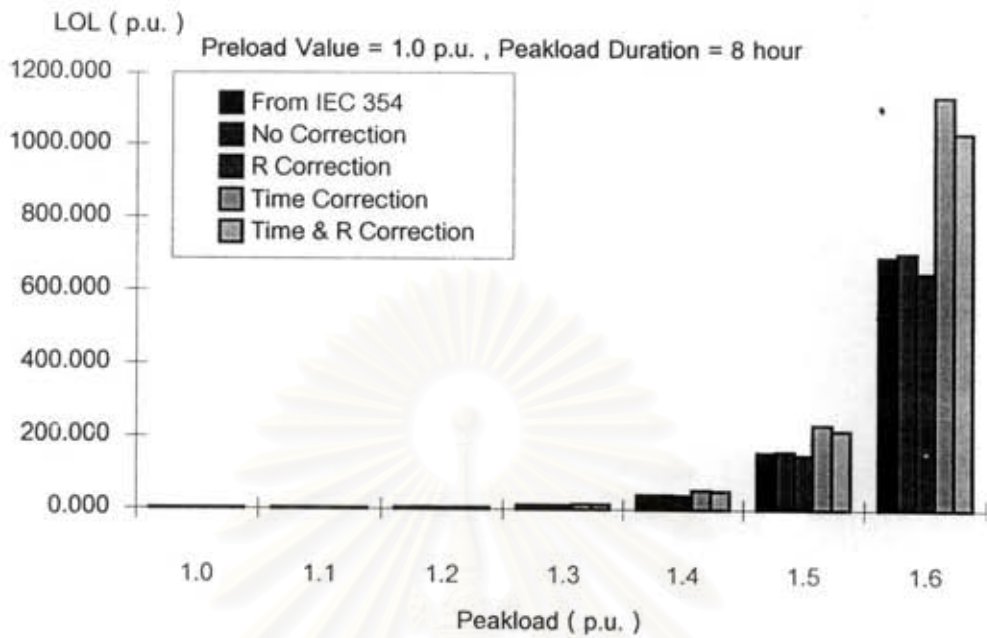
รูปที่ 7.20 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับกรณี IEC 354 เมื่อ Preload = 1.3 p.u. และ Peakload Duration = 4 ชั่วโมง



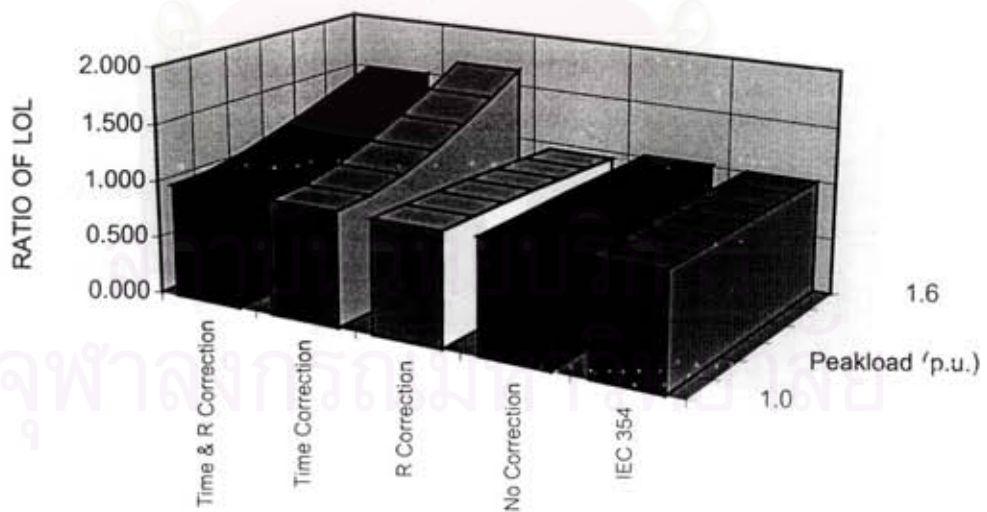
รูปที่ 7.21 อายุการใช้งานที่ลดลงเมื่อ Preload = 0.7 p.u. และ Peakload Duration = 8 ชั่วโมง



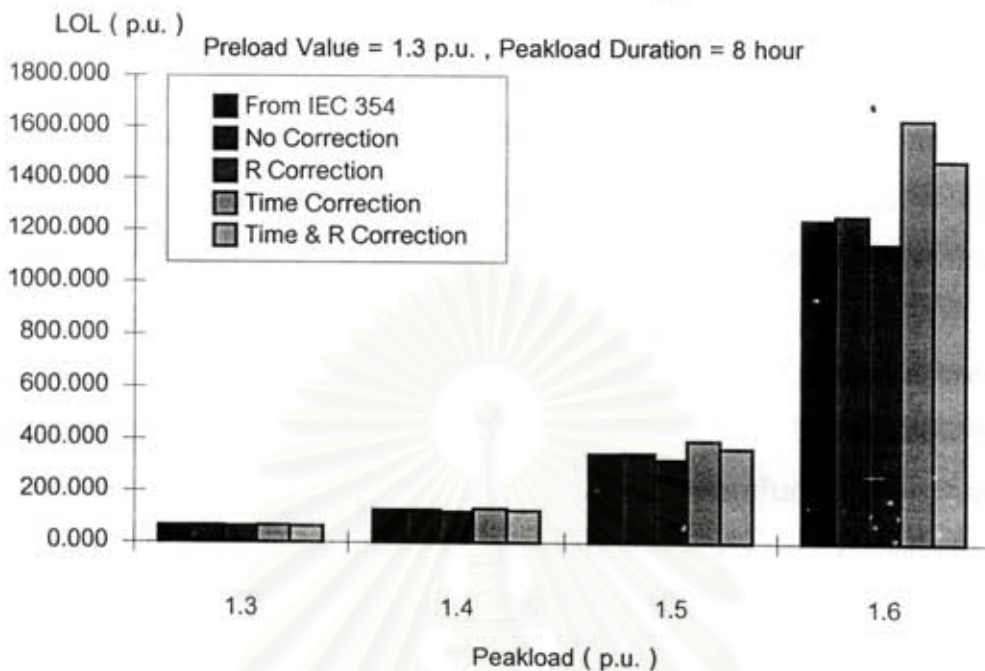
รูปที่ 7.22 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับกรณี IEC 354 เมื่อ Preload = 0.7 p.u. และ Peakload Duration = 8 ชั่วโมง



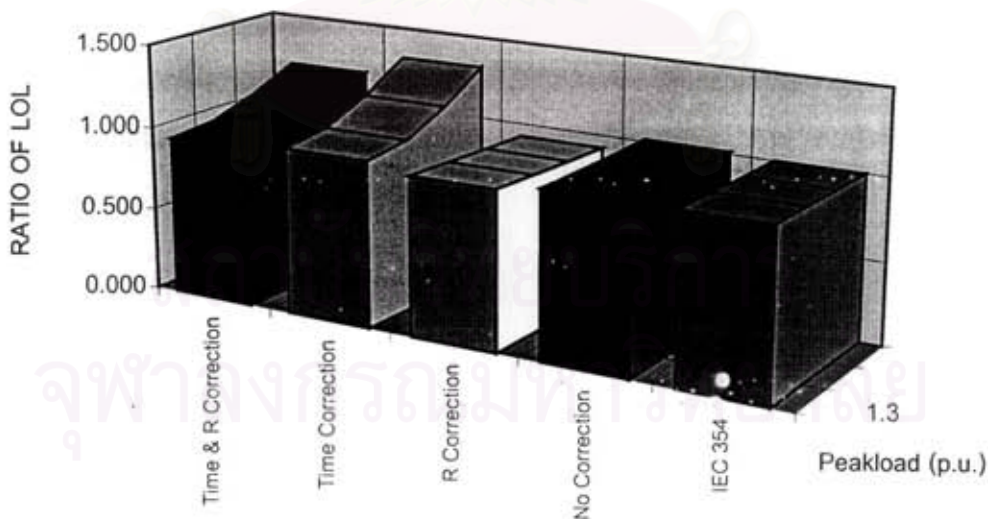
รูปที่ 7.23 อายุการใช้งานที่ลดลงเมื่อ Preload = 1.0 p.u. และ Peakload Duration = 8 ชั่วโมง



รูปที่ 7.24 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับกรณี IEC 354 เมื่อ Preload = 1.0 p.u. และ Peakload Duration = 8 ชั่วโมง



รูปที่ 7.25 อายุการใช้งานที่ลดลงเมื่อ Preload = 1.3 p.u. และ Peakload Duration = 8 ชั่วโมง



รูปที่ 7.26 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับกรณี IEC 354 เมื่อ Preload = 1.3 p.u. และ Peakload Duration = 8 ชั่วโมง

จากรูปที่ 7.3 - 7.26 สามารถสรุปได้ว่า

1. อายุการใช้งานที่ลดลงที่คำนวณได้จากแบบจำลอง โดยไม่ใช้การปรับค่าคงตัวเวลาทางความร้อนและค่าความต้านทาน มีค่ามากกว่าค่าจาก IEC 354 เพียงเล็กน้อย ซึ่งความแตกต่างนี้มีสาเหตุมาจากการใช้ช่วงเวลาในการคำนวณแต่ละรอบไม่เท่ากัน โดยช่วงเวลา 5 นาทีที่ใช้ในการคำนวณแต่ละรอบในแบบจำลองนั้น มีค่ามากกว่าช่วงเวลาที่ใช้คำนวณในตารางแนวทางการจ่ายโหลดที่ใช้เปรียบเทียบ
2. ผลของการปรับค่าคงตัวเวลาทางความร้อนในการคำนวณแต่ละรอบ จะมีความมากกว่าผลของการปรับค่าความต้านทาน โดยสังเกตได้จากค่าอายุการใช้งานที่ลดลง ในกรณีที่ไม่มีใช้การปรับค่าคงตัวเวลาทางความร้อนและค่าความต้านทาน มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ใช้การปรับเฉพาะความต้านทานเพียงอย่างเดียว และในกรณีที่ใช้การปรับค่าคงตัวเวลาทางความร้อนและค่าความต้านทานทั้งสองอย่าง จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ใช้การปรับเฉพาะค่าคงตัวเวลาทางความร้อนเพียงอย่างเดียว
3. ในกรณีที่ผลต่างระหว่างค่าโหลดเริ่มต้นกับค่าโหลดสูงสุดมีค่ามากขึ้น จะทำให้อัตราส่วนความแตกต่างของอายุการใช้งานที่ลดลงที่คำนวณได้จากแบบจำลอง ระหว่างวิธีการปรับค่าคงตัวเวลาทางความร้อนและค่าความต้านทานทั้งสองอย่าง กับกรณีที่ไม่มีการปรับค่าคงตัวเวลาทางความร้อนและค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นด้วย
4. โดยทั่วไปสามารถสรุปได้ว่า เมื่อนำวิธีการปรับค่าคงตัวเวลาทางความร้อนและการปรับค่าความต้านทานมาใช้ในการคำนวณ จะทำให้อายุการใช้งานที่ลดลงที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าการละเลย ไม่นำผลของการปรับค่าคงตัวเวลาทางความร้อนและการปรับค่าความต้านทานมาใช้ในการคำนวณ

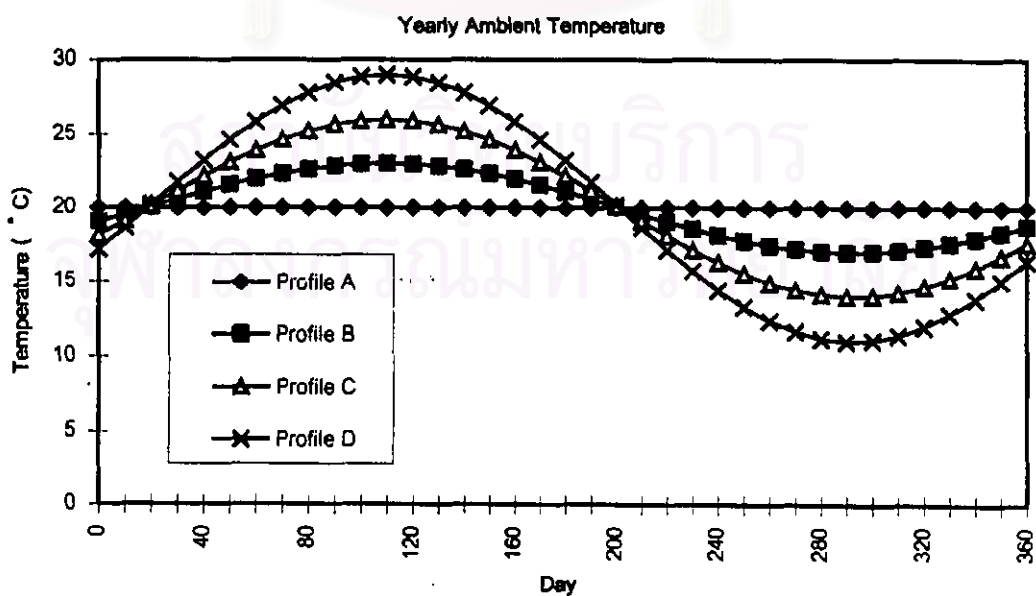
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2.2 การทดสอบและเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิห้องที่เปลี่ยนแปลง

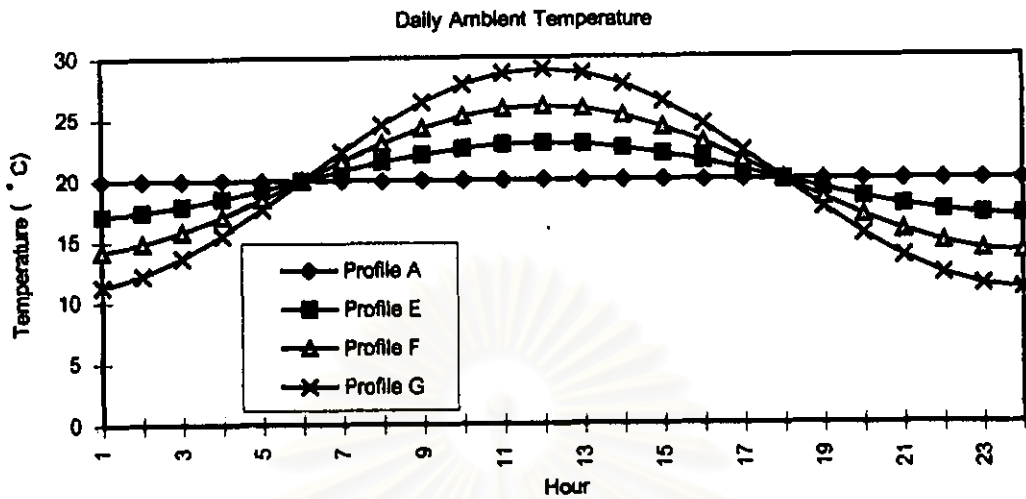
ตารางที่ 7.6 เป็นกรณีตัวอย่างเพื่อศึกษาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิห้อง โดยมี Profile A เป็นตัวเปรียบเทียบ Profile B , C , D เป็นกรณีของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิห้องในรอบปี ส่วน Profile E , F , G เป็นกรณีของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิห้องในรอบวันที่มีโหลดค่าสูงตรงกับช่วงที่มีค่าอุณหภูมิห้องต่ำ และ Profile H , I , J เป็นกรณีของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิห้องในรอบวันที่มีโหลดค่าสูงตรงกับช่วงที่มีค่าอุณหภูมิห้องสูง

ตารางที่ 7.6 ค่าของตัวแปรในสมการที่ (5.14) แสดงรูปแบบอุณหภูมิห้องที่ใช้ในการทดสอบ

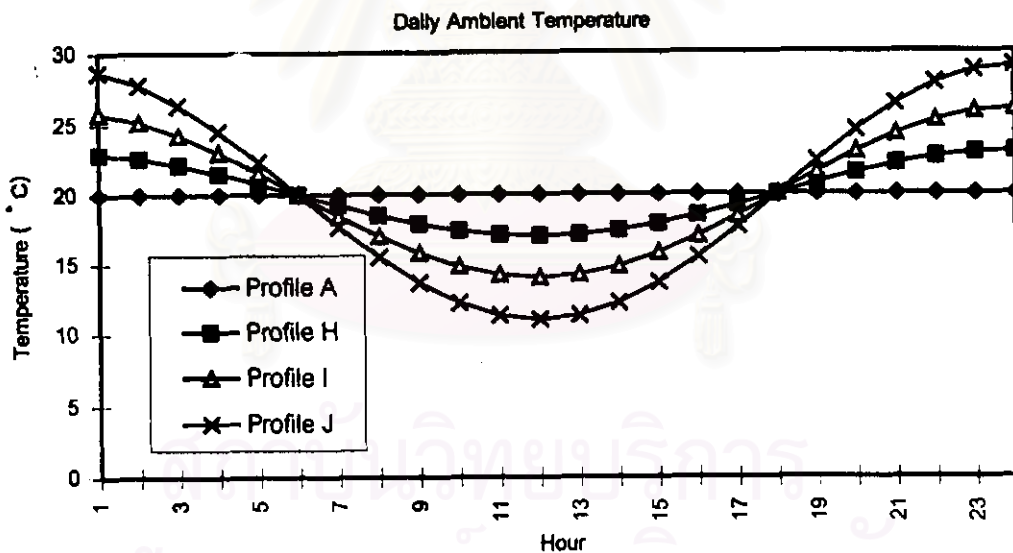
Profile	θ_{sy}	A	B	Dx	Tx
A	20	0	0	110	12
B	20	3	0	110	12
C	20	6	0	110	12
D	20	9	0	110	12
E	20	0	3	110	12
F	20	0	6	110	12
G	20	0	9	110	12
H	20	0	3	110	24
I	20	0	6	110	24
J	20	0	9	110	24



รูปที่ 7.27 ลักษณะอุณหภูมิห้องตาม Profile A , B , C และ D



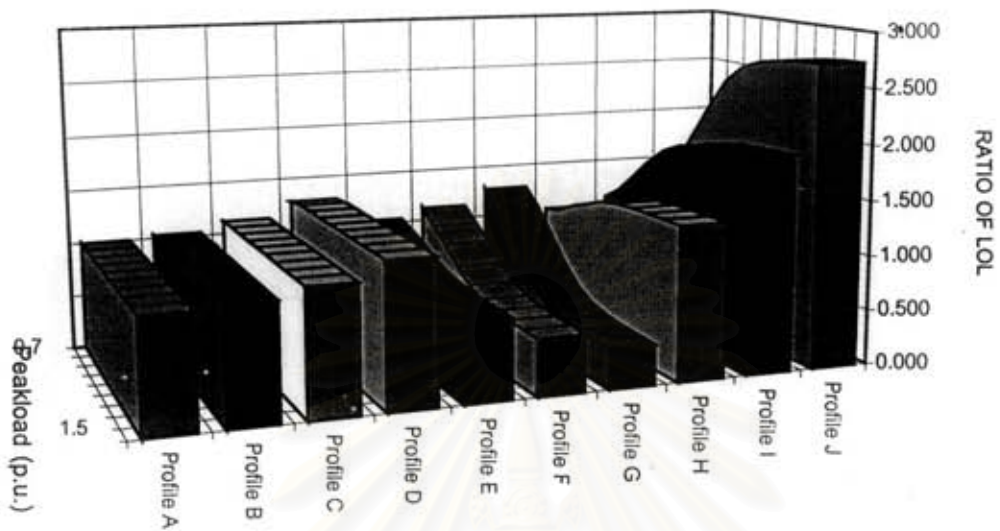
รูปที่ 7.28 ลักษณะอุณหภูมิห้องตาม Profile A , E , F และ G



รูปที่ 7.29 ลักษณะอุณหภูมิห้องตาม Profile A , H , I และ J

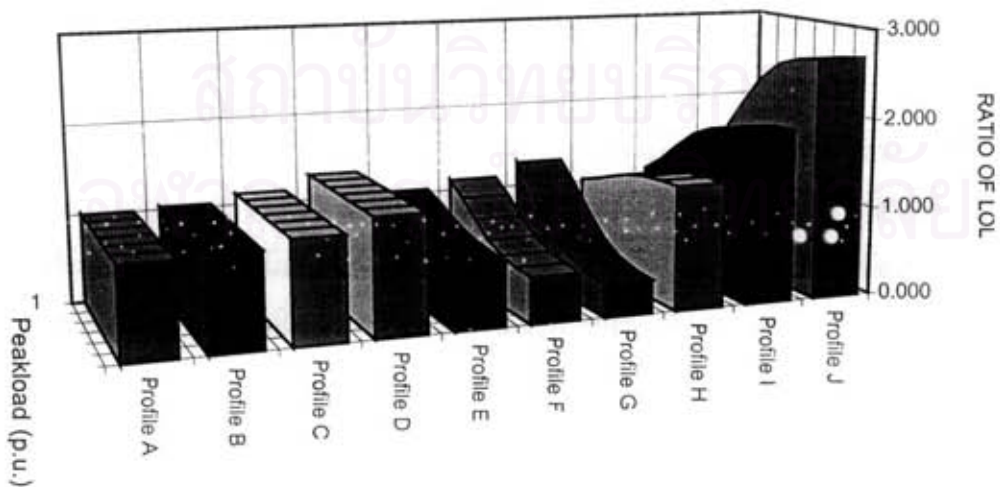
จากการทดลองเปรียบเทียบอัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลง ในกรณีที่อุณหภูมิห้องมีรูปแบบต่างๆ เทียบกับอุณหภูมิห้องที่มีค่าคงที่ 20°C โดยพิจารณาเฉพาะในกรณีที่มีโหลดพื้นฐานเป็น 0.7 p.u. , 1.0 p.u. และ 1.3 p.u. และช่วงเวลาที่ใช้จ่ายโหลดค่าสูงมีค่าเป็น 4 ชั่วโมง ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบและเปรียบเทียบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 7.30 - 7.32

Preload Value = 0.7 p.u. , Peak Load Duration = 4 hrs.



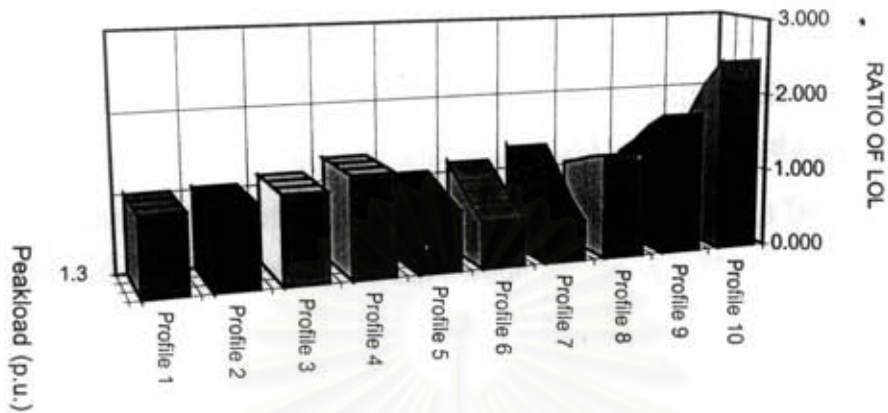
รูปที่ 7.30 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับ Profile A เมื่อ Preload = 0.7 p.u.

Preload Value = 1.0 p.u. , Peak Load Duration = 4 hrs.



รูปที่ 7.31 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับ Profile A เมื่อ Preload = 1.0 p.u.

Preload Value = 1.3 p.u. , Peak Load Duration = 4 hrs.



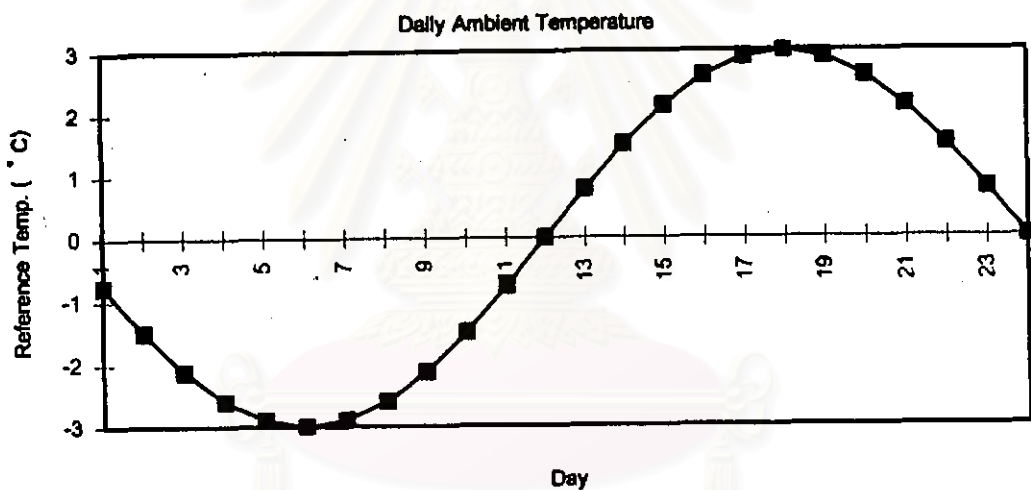
รูปที่ 7.32 อัตราส่วนของอายุการใช้งานที่ลดลงเทียบกับ Profile A เมื่อ Preload = 1.3 p.u.

จากรูปที่ 7.30 - 7.32 สามารถสรุปได้ว่า

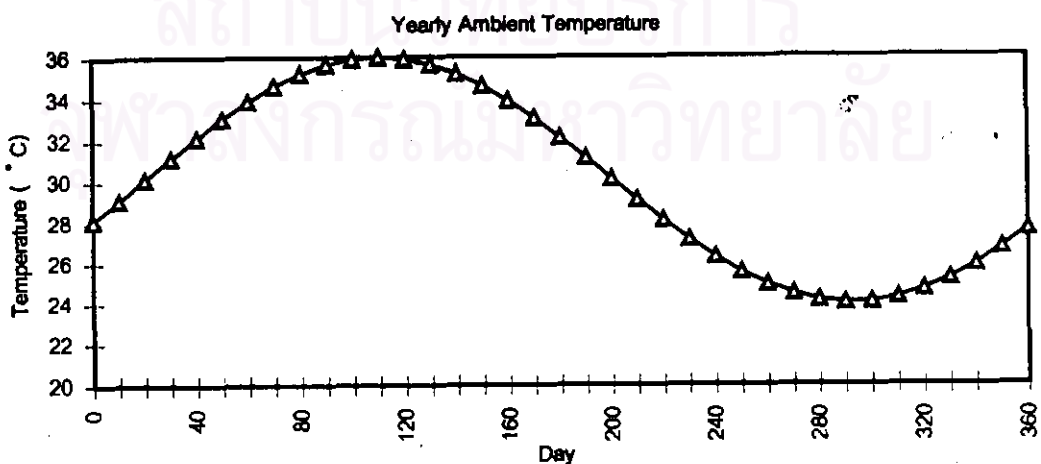
1. อุณหภูมิห้องที่เปลี่ยนแปลงในรอบปีมีผลต่ออายุการใช้งานที่ลดลง โดยเมื่อผลต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของอุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้น อายุการใช้งานที่ลดลงก็จะเพิ่มขึ้นด้วย สังเกตได้จาก Profile 2 , 3 และ 4 มีค่าค่อยๆ เพิ่มขึ้น
2. เมื่อผลต่างระหว่างโหลดพื้นฐานกับโหลดค่าสูงมีค่าเพิ่มขึ้น และช่วงเวลาที่ทำการจ่ายโหลดค่าสูง มีค่าตรงกับช่วงเวลาที่อุณหภูมิห้องมีค่าต่ำสุดในรอบวัน จะทำให้อายุการใช้งานที่ลดลงมีค่าลดลง และเมื่อผลต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของอุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้น อายุการใช้งานที่ลดลงก็จะมีค่าลดลงด้วย สังเกตได้จาก Profile 5 , 6 และ 7 มีค่าลดลง เมื่อผลต่างระหว่างโหลดพื้นฐานกับโหลดค่าสูง และผลต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของอุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้น
3. เมื่อผลต่างระหว่างโหลดพื้นฐานกับโหลดค่าสูงมีค่าเพิ่มขึ้น และช่วงเวลาที่ทำการจ่ายโหลดค่าสูง มีค่าตรงกับช่วงเวลาที่อุณหภูมิห้องมีค่าสูงสุดในรอบวัน จะทำให้อายุการใช้งานที่ลดลงมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อผลต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของอุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้น อายุการใช้งานที่ลดลงก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย สังเกตได้จาก Profile 8 , 9 และ 10 มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อผลต่างระหว่างโหลดพื้นฐานกับโหลดค่าสูง และผลต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของอุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้น

7.3 การทดสอบและเปรียบเทียบผลของฮาร์โมนิก

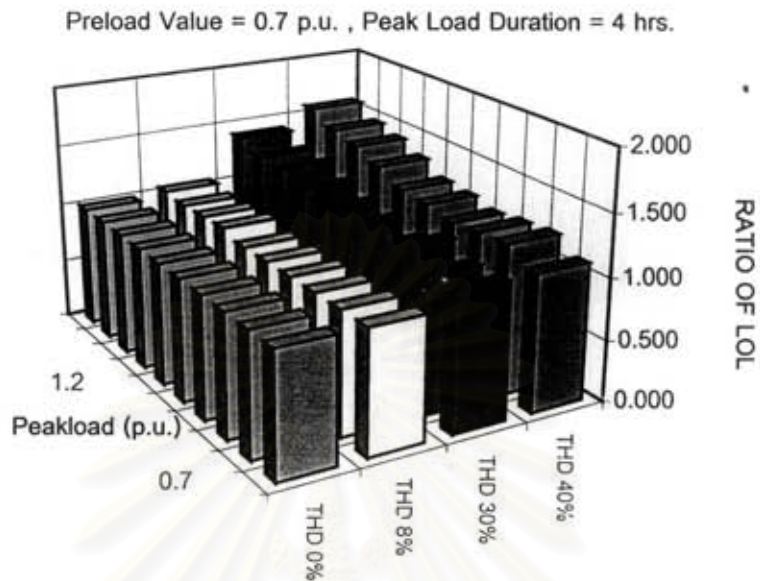
ในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงผลของกระแสฮาร์โมนิกที่ไหลผ่านหม้อแปลง ที่มีผลต่ออายุการใช้งานที่ลดลง โดยหม้อแปลงที่จะใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบจะเป็นหม้อแปลงที่ใช้ในการทดลองในบทที่ 6 โดยมีข้อมูลพื้นฐานที่ต้องใช้ในแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นดังแสดงในตารางที่ 7.1 และ 7.2 และมีข้อมูลของกระแสฮาร์โมนิกดังในตารางที่ 7.3 โดยจะทำการเทียบหาอายุการใช้งานที่ลดลงกับกรณีที่ไม่มีกระแสฮาร์โมนิก โดยสมมติให้อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงประจำวันดังรูปที่ 7.33 และมีการเปลี่ยนแปลงประจำปีดังรูปที่ 7.34 โดยมีโหลดพื้นฐานเป็น 0.7 p.u. , 1.0 p.u. และ 1.3 p.u. และมีค่าช่วงเวลาที่ย้ายโหลดค่าสูงเป็น 4 ชั่วโมง จะได้ผลดังรูปที่ 7.35 - 7.40



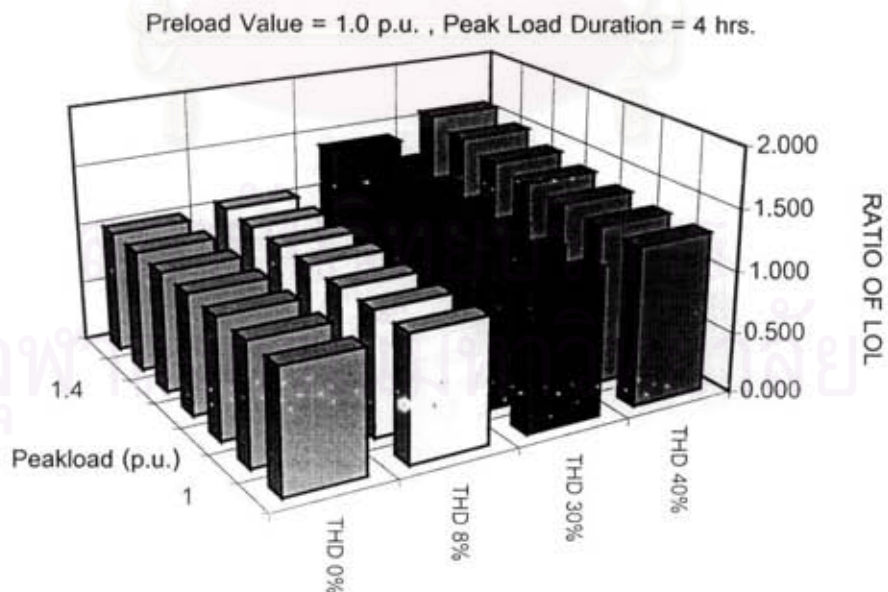
รูปที่ 7.33 อุณหภูมิห้องที่มีการเปลี่ยนแปลงจากอุณหภูมิเฉลี่ยประจำวัน



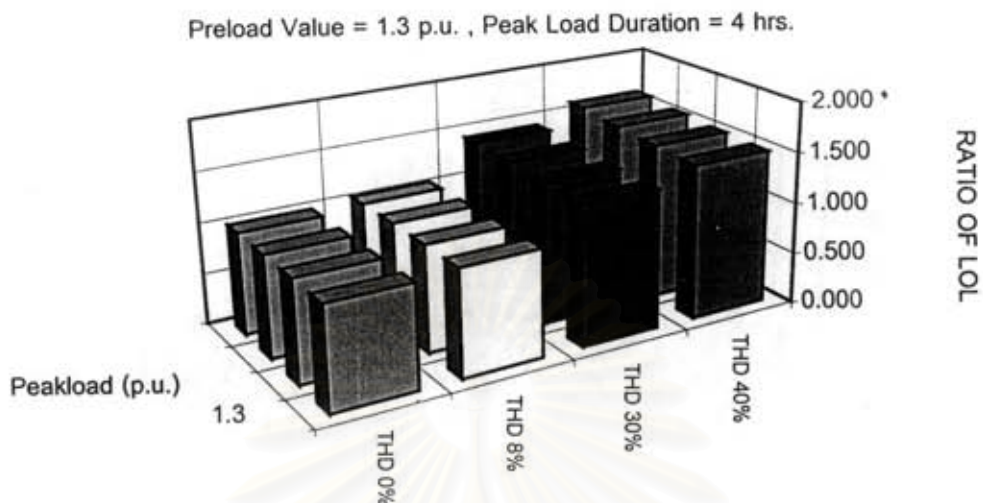
รูปที่ 7.34 อุณหภูมิห้องที่มีการเปลี่ยนแปลงประจำปี



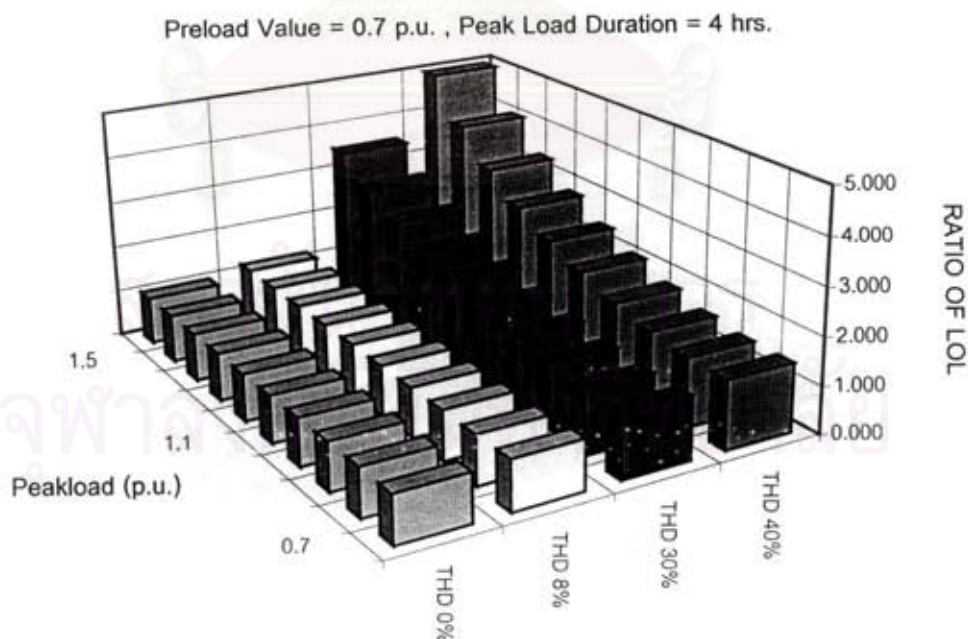
รูปที่ 7.35 อัตราส่วนอายุการใช้งานที่ลดลงของหม้อแปลงแบบน้ำมันเทียบกับกรณี THD 0% โดยมีค่า Preload = 0.7 p.u. , Peak Load Duration 4 ชั่วโมง



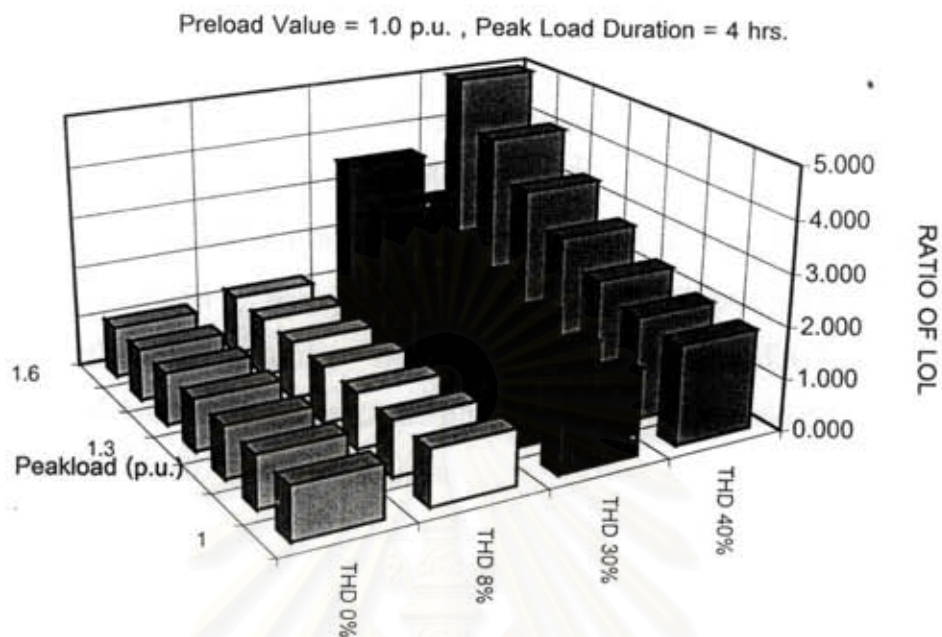
รูปที่ 7.36 อัตราส่วนอายุการใช้งานที่ลดลงของหม้อแปลงแบบน้ำมันเทียบกับกรณี THD 0% โดยมีค่า Preload = 1.0 p.u. , Peak Load Duration 4 ชั่วโมง



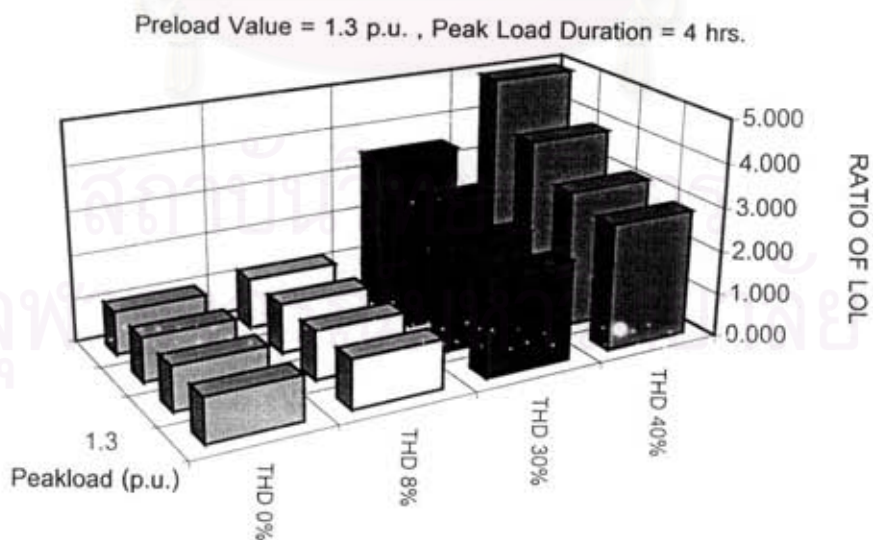
รูปที่ 7.37 อัตราส่วนอายุการใช้งานที่ลดลงของหม้อแปลงแบบน้ำมันเทียบกับกรณี THD 0% โดยมีค่า Preload = 1.3 p.u. , Peak Load Duration 4 ชั่วโมง



รูปที่ 7.38 อัตราส่วนอายุการใช้งานที่ลดลงของหม้อแปลงแบบฉนวนแห้งเทียบกับกรณี THD 0% โดยมีค่า Preload = 0.7 p.u. , Peak Load Duration 4 ชั่วโมง



รูปที่ 7.39 อัตราส่วนอายุการใช้งานที่ลดลงของหม้อแปลงแบบจนวนแห้งเทียบกับกรณี THD 0% โดยมีค่า Preload = 1.0 p.u. , Peak Load Duration 4 ชั่วโมง



รูปที่ 7.40 อัตราส่วนอายุการใช้งานที่ลดลงของหม้อแปลงแบบจนวนแห้งเทียบกับกรณี THD 0% โดยมีค่า Preload = 1.3 p.u. , Peak Load Duration 4 ชั่วโมง

จากรูปที่ 7.39 - 7.40 สามารถสรุปได้ว่า

1. เมื่อหม้อแปลงต้องจ่ายโหลดที่มีกระแสฮาร์มอนิกปนอยู่ จะทำให้อายุการใช้งานที่ลดลง มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่ากรณีที่จ่ายโหลดที่ไม่มีกระแสฮาร์มอนิกปน และเมื่อปริมาณของกระแสฮาร์มอนิกมีค่าเพิ่มขึ้นอายุการใช้งานที่ลดลงก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น
2. เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนอายุการใช้งานที่ลดลง ระหว่างหม้อแปลงแบบน้ำมันกับหม้อแปลงแบบฉนวนแห้ง พบว่าอัตราส่วนอายุการใช้งานที่ลดลงของหม้อแปลงแบบฉนวนแห้ง มีค่ามากกว่าหม้อแปลงแบบน้ำมัน ทั้งนี้เนื่องมาจากโดยทั่วไปอุณหภูมิที่สูงที่สุดของหม้อแปลงแบบฉนวนแห้งมีค่ามากกว่าหม้อแปลงแบบน้ำมัน ทำให้ผลของอายุการใช้งานที่ลดลงเนื่องจากกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้น มีผลต่อหม้อแปลงแบบฉนวนแห้งมากกว่าหม้อแปลงแบบน้ำมัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย