บทที่ 3
การทดลอง

ในบทนี้จะทำการอธิบายถึงการออกแบบการทดลองและผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งการทดลองแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ

1. การจำลองด้วยโปรแกรม DIALux ในกรณีศึกษาต่าง ๆ
2. การศึกษาทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่างโดยใช้ตู้ทดสอบ
3. การทดสอบฮาร์มอนิกในบัลลาสต์ชนิดต่าง ๆ โดยใช้แผงทดสอบ
4. การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์

3.1 การจำลองด้วยโปรแกรม DIALux

ในการศึกษาด้วยโปรแกรม DIALux นั้นมีกรณีศึกษาดังนี้

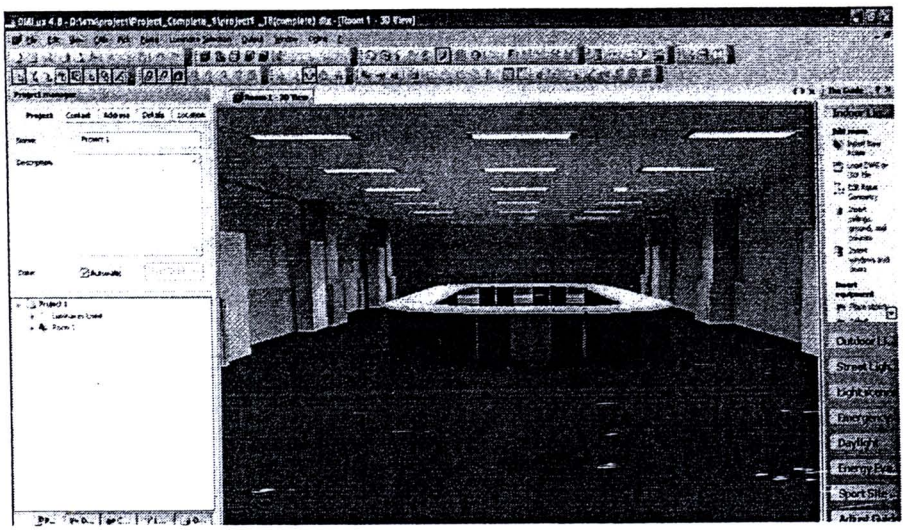
(1) กรณีศึกษาห้องตัวอย่าง

(2) กรณีศึกษาตู้ทดสอบ

3.1.1 กรณีศึกษาห้องตัวอย่าง

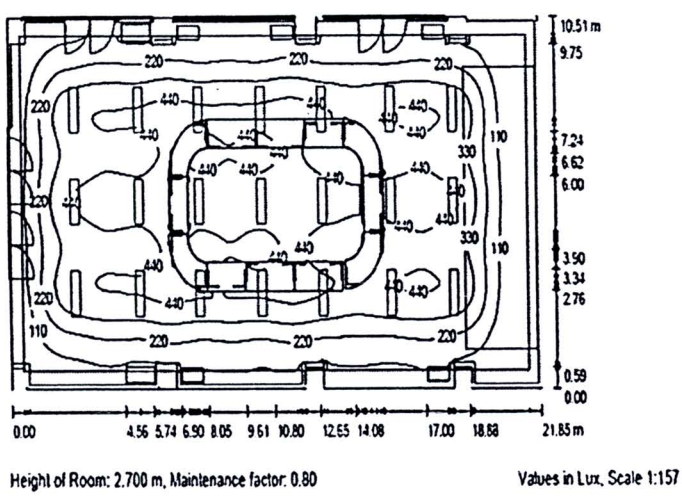
ได้ทำการจำลองห้อง ECC-301ตึก ECC คณะวิศวกรรมศาสตร์ ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งมีพื้นที่ห้องประมาณ 230 ตร.ม. พื้นที่ใช้งานสูง 85 ซม. มีโคมฟลูออเรสเซนต์ชนิด 2x36 วัตต์ จำนวน 21 โคม ซึ่งจะได้ห้องที่จำลองโดยใช้โปรแกรม DIALux ดังรูปที่ 3.2 จากนั้นทำการหาค่าความเข้มแสงเฉลี่ยและหาค่าประสิทธิภาพ วัตต์ต่อตารางเมตร เพื่อศึกษาค่าทางด้านแสงสว่างและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

รูปที่ 3.1 ห้อง ECC-301 ตึก ECC

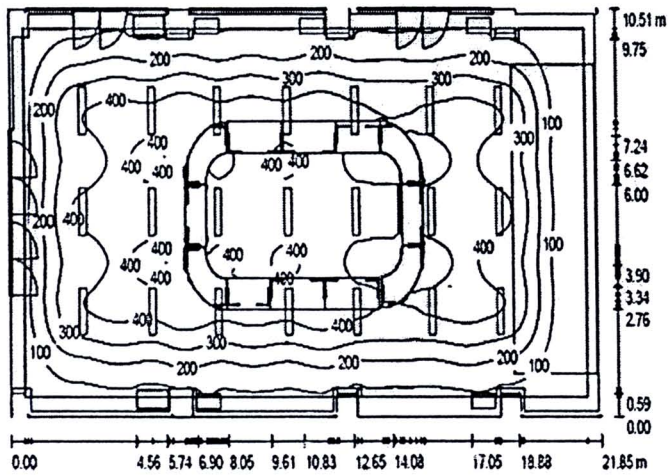


รูปที่ 3.2 ห้อง ECC-301 ที่จำลองโดยใช้โปรแกรม DIALux

จากการจำลองได้ทำการคำนวณค่าต่างๆภายในห้องตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม DIALux เพื่อศึกษาผลและเปรียบเทียบผลการติดตั้งของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และการติดตั้งของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ภายในห้องตัวอย่างคือห้อง ECC-301 ห้องประชุมสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า อาคาร ECC สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งได้ผลจากการจำลองดังต่อไปนี้



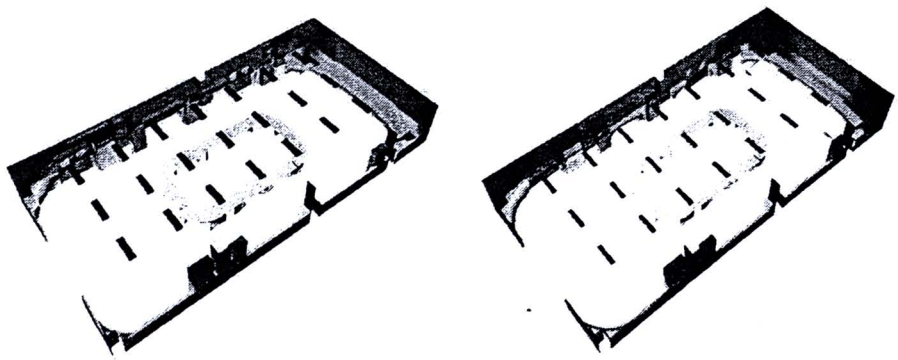
(ก) ติดตั้งด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8



(ข) ติดตั้งด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

รูปที่ 3.3 การกระจายแสงในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละชนิดภายในห้องตัวอย่าง

จากรูปที่ 3.3 แสดงการการกระจายแสงในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละชนิดภายในห้องตัวอย่าง พบว่าความเข้มแสงของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 จะมีค่ามากกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ณ ตำแหน่งต่าง ๆภายในห้องตัวอย่าง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8มีความสว่างในพื้นที่ใช้งานที่สว่างกว่าเมื่อเทียบกับการติดตั้งหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5เพราะเส้นค่าความเข้มแสงของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 มีค่ามากกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ซึ่งเส้นค่าความเข้มแสงนี้มาจากการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์หลาย ๆ ดวง พร้อมกัน โดยที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 มีค่าความส่องสว่างต่อหลอดมากกว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5เมื่อติดตั้งหลาย ๆ ดวงโคม พร้อมกันค่าความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 จะมากกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5



(ก) ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 (ข) ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

รูปที่ 3.4 สเปกตรัมของแสงในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละชนิดภายในห้องตัวอย่าง

จากรูปที่ 3.4 รูปแสดงสเปกตรัมของการกระจายแสงในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละชนิดภายในห้องตัวอย่างนั้น จะพบว่าลักษณะการกระจายแสงในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และชนิด T5 นั้นมีการกระจายที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

จากนั้นได้ทำการหาค่าของความเข้มแสงในพื้นที่ห้องในส่วนต่างแล้วนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างการติดตั้งทั้งสองกรณีจะได้ผลออกมาดังแสดงตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบข้อมูลรายละเอียดต่างๆในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละชนิดภายในห้องตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม DIALux

ชนิดดวงโคม	ประเภทพื้นผิว	สัมประสิทธิ์การสะท้อน [%]	ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย [lux]	ค่าความเข้มแสงต่ำสุด [lux]	ค่าความเข้มแสงสูงสุด [lux]	ค่าความสม่ำเสมอของแสง
2x36 W	พื้นที่ใช้งาน	/	316	23	527	0.072
	พื้นห้อง	13	257	6.73	477	/
	เพดาน	47	56	21	102	0.376
	กำแพง	71	30	5.31	103	/
2x28 W	พื้นที่ใช้งาน	/	299	17	493	0.058
	พื้นห้อง	13	245	5.47	465	/
	เพดาน	47	51	18	95	0.348
	กำแพง	71	22	4.72	88	/

ชนิดหลอดไฟ	จำนวนดวงโคม	ประเภทดวงโคม	จำนวนเส้นแรงของแสงสว่าง [Lumen]	ค่ากำลังไฟฟ้าจริง [W]
T8	21	โคมไฟชนิดฝังฝ้าฟิลิปส์ ชนิด 2x36 วัตต์ สำหรับหลอด T8(1.000)	6,500	88.2
	รวม		136,500	1,852.2
T5	21	โคมไฟชนิดฝังฝ้าฟิลิปส์ ชนิด 2x28 วัตต์ สำหรับหลอด T5(1.000)	4,800	64.0
	รวม		100,800	1,344.0

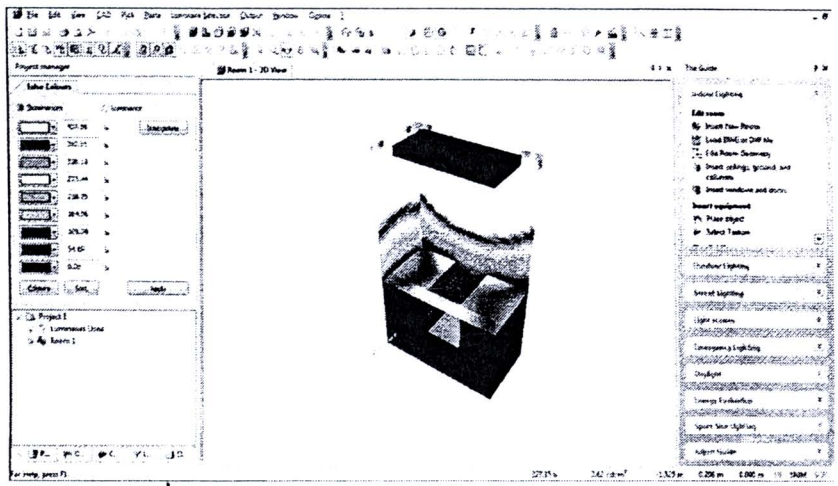
ชนิดดวงโคม	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า
2x36 W	8.07 W/m^2 = 2.55 W/m^2/100 lux (Ground area : 229.64 m^2)
2x28 W	5.85 W/m^2 = 1.96 W/m^2/100 lux (Ground area : 229.64 m^2)

จากตารางที่ 3.1 จะพบได้ว่า ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย ณ พื้นที่ใช้งานภายในห้องตัวอย่างของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 จะมีค่ามากกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 อยู่ 17 ลักซ์ ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะได้ประมาณ 5.38เปอร์เซ็นต์ แต่การใช้พลังงานไฟฟ้าของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8ภายในห้องตัวอย่างนั้น จะมีค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าการติดตั้งด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 อยู่ 2.2 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะได้ประมาณ 27.51 เปอร์เซ็นต์

ซึ่งจะเห็นได้ว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ภายในห้องตัวอย่างจะได้ความเข้มแสงมากกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ประมาณ 5.38 เปอร์เซ็นต์ แต่ใช้พลังงานมากกว่าประมาณ 27.51 เปอร์เซ็นต์

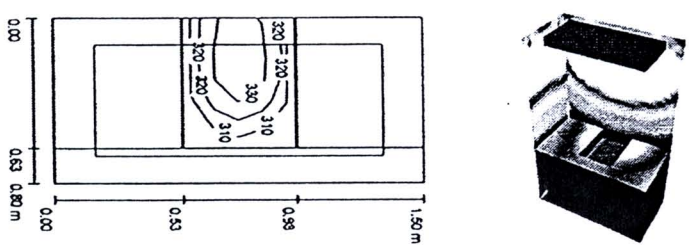
3.1.2 กรณีศึกษาตู้ทดสอบ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างตู้ทดสอบขนาด 80x150x230 ซม. จำนวน 2 ตู้ โดยติดตั้งโคมฟลูออเรสเซนต์ชนิด 2x36 วัตต์ และ โคมฟลูออเรสเซนต์ชนิด 2x28 วัตต์ ตู้ละ 1 โคม โดยในงานวิจัยนี้ได้นำโปรแกรม DIALux มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดสอบดังรูปที่ 3.5 เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโคมฟลูออเรสเซนต์ที่ได้จากตู้ทดสอบทั้ง 2 ตู้

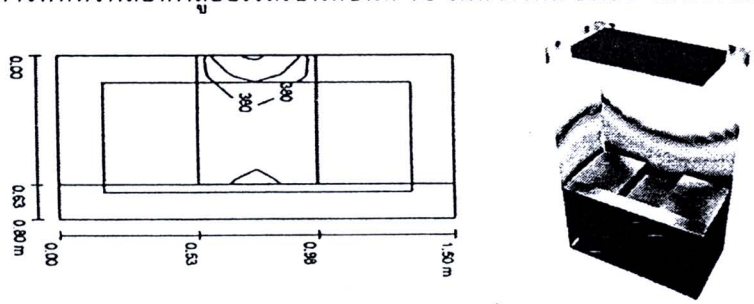


รูปที่ 3.5 การจำลองตู้ทดสอบโดยใช้โปรแกรม DIALux

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบตู้ทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพของดวงโคมจึงได้ทำการจำลองตู้ทดสอบนี้ขึ้นมาด้วยโปรแกรม DIALux เพื่อเปรียบเทียบว่าโปรแกรม DIALuxกับค่าที่วัดได้จริงนั้นมีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด เป็นกรณีศึกษาเพื่อความมั่นใจในการใช้โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบนี้ โดยใช้ดวงโคม2x36 วัตต์ และดวงโคม 2x28วัตต์ จาก ies file ที่ได้จากห้องปฏิบัติการทดสอบทางแสง มาใช้ในการจำลองตู้ที่จะนำดวงโคมทั้ง 2 มาติดตั้งจริง



(ก) การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ ภายในตู้ทดสอบ



(ข) การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x28 วัตต์ ภายในตู้ทดสอบ

รูปที่ 3.6 การจำลองตู้ทดสอบในการติดตั้งดวงโคมชนิดต่างๆ ด้วยโปรแกรม DIALux

จากรูปที่ 3.4 จะเห็นได้ว่า ณ ตำแหน่งใต้ดวงโคมของโคม 2x36 วัตต์ ที่ติดตั้งด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 มีค่าความเข้มแสงที่น้อยกว่า ดวงโคม 2x28 วัตต์ ที่ติดตั้งด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 เพราะเนื่องจากเหตุผลที่เคยกล่าวมาข้างต้นว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 มีขนาดที่เล็ก จะสะท้อนแสงได้ดีกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 เมื่อทำการติดตั้งภายในดวงโคม และหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

จากนั้นได้ทำการหาค่าของความเข้มแสงในพื้นที่ของตู้ทดสอบในส่วนต่าง ๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างการติดตั้งทั้งสองกรณีจะได้ผลออกมาดังแสดงตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลผลการจำลองด้วยโปรแกรม DIALux ภายในตู้ที่ติดตั้งด้วยดวงโคมชนิดต่างๆ

ชนิดดวงโคม	ประเภทพื้นผิว	สัมประสิทธิ์การสะท้อน [%]	ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย [lux]	ค่าความเข้มแสงต่ำสุด [lux]	ค่าความเข้มแสงสูงสุด [lux]	ค่าความสม่ำเสมอของแสง
2x36 W	พื้นที่ใช้งาน	/	330	308	340	0.934
	พื้นห้อง	4	0.08	0.06	0.10	0.750
	เพดาน	4	18	14	24	0.801
	กำแพง	4	248	0.19	1242	/
2x28 W	พื้นที่ใช้งาน	/	383	362	423	0.946
	พื้นห้อง	4	0.10	0.05	0.16	0.566
	เพดาน	4	34	28	50	0.803
	กำแพง	4	461	0.14	2817	/

ชนิดหลอดไฟ	จำนวนดวงโคม	ประเภทดวงโคม	จำนวนเส้นแรงของแสงสว่าง [Lumen]	ค่ากำลังไฟฟ้าจริง [W]
T8	1	โคมไฟชนิดฝังฝ้าชนิด 2x36 วัตต์ สำหรับหลอด T8 (1.000)	5,200	79.9
	รวม		5,200	79.9
T5	1	โคมไฟชนิดฝังฝ้าชนิด 2x28 วัตต์ สำหรับหลอด T5 (1.000)	4,960	60.0
	รวม		4,960	60.0

ชนิดดวงโคม	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า
2x36 W	66.58 W/m^2 = 20.18 W/m^2/100 lux (Ground area : 1.20 m^2)
2x28 W	50.00 W/m^2 = 13.06 W/m^2/100 lux (Ground area : 1.20 m^2)

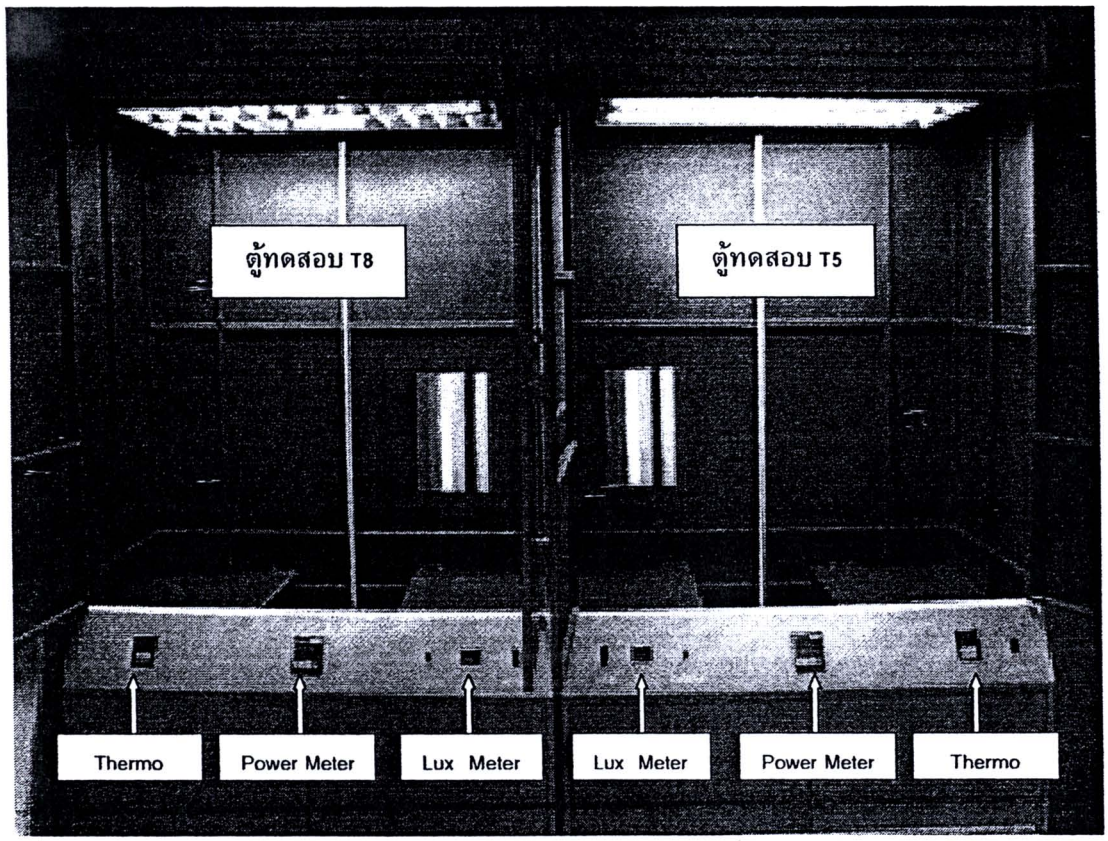
จากตารางที่ 3.2 จะพบว่าตู้ทดสอบหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย 330 ลักซ์และใช้พลังงานไฟฟ้า79.9 วัตต์ หรือคิดเป็น 66.58 วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนตู้ทดสอบหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย383 ลักซ์และใช้พลังงานไฟฟ้า60.0 วัตต์ หรือคิดเป็น 50.00 วัตต์ต่อตารางเมตร

ซึ่งจากผลการทดลองของตาราง 3.1 จะเห็นได้ว่าการติดตั้งของหลอฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 จะมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยมากกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 แต่จากตารางที่ 3.2 จะพบว่า การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยที่มากกว่าการติดตั้งด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ทั้งนี้เนื่องจากการติดตั้งของการทดลองที่ 3.1.1 นั้นติดตั้งในห้องที่มีขนาดกว้างทำให้ความเข้มแสงเฉลี่ยคิดมาจากความส่องสว่างทั้งหมดของทุกดวงโคม แต่ในการทดลองที่ 3.1.2 นั้น ไม่ใช่ค่าความเข้มแสงทั้งหมดของดวงโคม แต่เป็นเพียงความเข้มแสงที่พื้นที่ใต้ดวงโคม สาเหตุที่การติดตั้งหลอด ฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยมากกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ภายในตู้ทดสอบ เพราะว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 มีขนาดเล็ก ซึ่งมีความเหมาะสมในการสะท้อนแสงได้ดีกว่าเมื่อติดตั้งภายในดวงโคม จึงทำให้เมื่อติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ภายในดวงโคมแล้ว ลำแสงที่ได้จะมีการบีบลำแสงที่ตำแหน่งใต้ดวงโคมได้ไกลกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ที่มีขนาดใหญ่ ทำให้การกระจายแสงเป็นวงกว้าง โดยจากการจำลองด้วยโปรแกรม DIALux ทำให้ได้ผลของค่าความเข้มแสงเฉลี่ยภายในตู้ของการติดตั้งหลอด ฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยภายในตู้มากกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T8

3.2 การศึกษาทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่างโดยใช้ตู้ทดสอบ

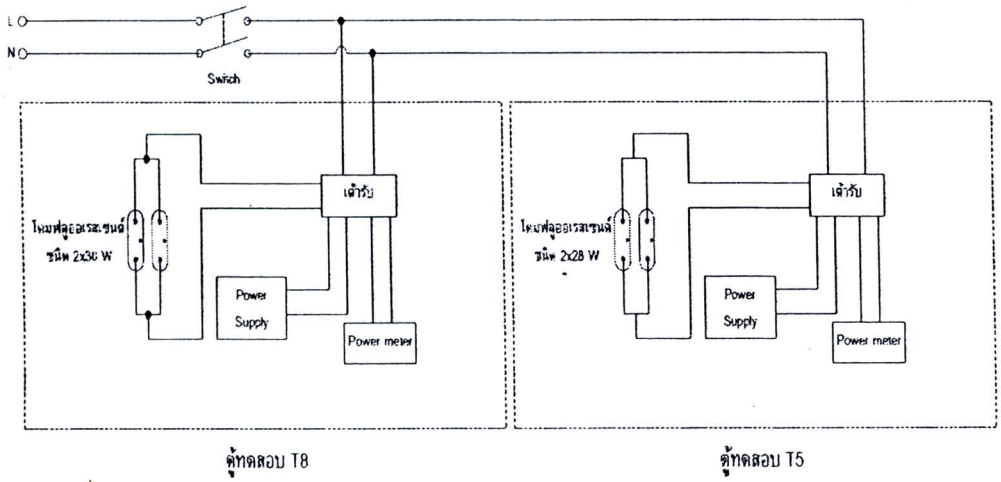
ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและจัดทำตู้เพื่อทดสอบดังรูปที่ 3.7 เพื่อจำลองการติดตั้งจริงของดวงโคมและหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละชนิดต่อ 1 ดวงโคม ซึ่งเป็นการศึกษาและเปรียบเทียบทางด้านแสงสว่างและพลังงานไฟฟ้าในกรณีต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์และดวงโคม โดยที่ตู้จะต้องมีลักษณะปิดทึบ ภายในตู้เป็นสีดำเพื่อกันการสะท้อนของแสง ดวงโคมที่ทำการทดสอบจะมีหน้ากว้าง 60 เซนติเมตร มีความยาวประมาณ 120 เซนติเมตร โดยตู้จะมีความกว้าง 80 เซนติเมตร และมีความยาว 150 เซนติเมตร ซึ่งได้ออกแบบเผื่อไว้ให้ใหญ่กว่าขนาดของดวงโคมเล็กน้อย ส่วนความสูงของตู้คิดจากการใช้งานปกติ

ของโคมฝังฝ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยปกติแล้วภายในห้องสำนักงานภายในอาคารทั่วไป ระยะระหว่างดวงโคมถึงพื้นดินจะห่างกันประมาณ 275 เซนติเมตร



รูปที่ 3.7 ตู้ทดสอบที่จัดทำ

จากบนแผงด้านหน้าตู้ทดสอบจะประกอบไปด้วย สวิทซ์ตัดต่อวงจรของตู้ทดสอบ สวิทซ์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ลักซ์มิเตอร์ เพาเวอร์มิเตอร์และเทอร์โมมิเตอร์ โดยอุปกรณ์ต่าง ๆ นั้นจะมีการต่อวงจรไฟฟ้าดังรูปที่ 3.8 ส่วนภายในตู้ทดสอบประกอบไปด้วย แผ่นที่ใช้สำหรับวางเซ็นเซอร์ของลักซ์มิเตอร์และเทอร์โมมิเตอร์ มอเตอร์ 4 ตัวทำหน้าที่เลื่อนขึ้น – ลง แผ่นที่ใช้สำหรับวางเซนเซอร์ และเพาเวอร์ซัพพลายซึ่งเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับมิเตอร์และมอเตอร์ โดยที่ลักซ์มิเตอร์ใช้ไฟเลี้ยงที่ระดับแรงดัน 9 V_{dc} เทอร์โมมิเตอร์ใช้ไฟเลี้ยงที่ระดับแรงดัน 1.5 V_{dc} ในส่วนมอเตอร์นั้นใช้ไฟฟ้าที่ระดับแรงดัน 12 V_{dc} ในส่วนเพาเวอร์มิเตอร์จะไม่ถูกต่อเข้ากับวงจรเพาเวอร์ซัพพลายเพราะเพาเวอร์มิเตอร์ใช้ไฟเลี้ยงที่ระดับแรงดัน 220 V_{ac}



รูปที่ 3.8 วงจรไฟฟ้าภายในตู้ทดสอบทั้ง 2 ตู้

โดยการทดสอบทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่าง จะใช้ตู้ทดสอบทดสอบเพื่อวัดหาค่าความเข้มแสงเฉลี่ย ณ ใต้ดวงโคม ของการติดตั้งจริงต่อ 1 ดวงโคม และใช้ในการเปรียบเทียบการใช้งานของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 กับการติดตั้งของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในพื้นที่ใช้งานในระดับต่าง ๆ โดยได้ทำการทดลอง 3 กรณี คือ กรณีที่ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ กรณีที่สองคือ การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x28 วัตต์ และกรณีที่สามคือ การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x36 วัตต์

3.2.1 การทดสอบทางด้านพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ตู้ทดสอบ

การทดสอบนี้ได้ทำการวัดค่าต่างๆทางด้านพลังงานไฟฟ้าของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้ง 3 กรณีคือกรณีที่ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ กรณีที่สองคือ การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x28 วัตต์ และกรณีที่สามคือ การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบด้านพลังงานไฟฟ้าของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ในแบบต่างๆ

ชนิดหลอด	ชนิดดวงโคม	ชนิดบัลลาสต์	แรงดัน (V)	กระแส (mA)	พลังงานไฟฟ้า (kW)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า
T8	2x36 วัตต์	แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง	226.60	925.33	0.0870	0.41
T5	2x28 วัตต์	อิเล็กทรอนิกส์	225.87	267.00	0.0597	0.99
T5	2x36 วัตต์	อิเล็กทรอนิกส์	226.53	269.00	0.0607	0.99

จากตารางที่ 3.3 จะพบว่าในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่มีการต่อใช้งานคู่กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ จะมีการใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 0.060 กิโลวัตต์ ไม่ว่าในกรณีที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ติดตั้งภายในดวงโคม 2x28 วัตต์ หรือ ติดตั้งภายในดวงโคม 2x36 วัตต์ สำหรับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ที่ใช้งานคู่กับบัลลาสแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง จะมีการใช้กำลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 0.087 กิโลวัตต์ ในส่วนค่าตัวประกอบกำลังการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ที่มีการใช้งานคู่กับ บัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง จะมีค่าตัวประกอบกำลังที่น้อยกว่า การติดตั้งของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ใช้งานคู่กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ว่าในกรณีที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ติดตั้งภายในดวงโคม 2x28 วัตต์ หรือ ติดตั้งภายในดวงโคม 2x36 วัตต์ ก็ตาม

3.2.2 การทดลองวัดค่าความเข้มแสงที่ระดับพื้นที่การใช้งาน

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองและเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงที่ระดับพื้นที่ใช้งานต่าง ๆ ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 โดยใช้ตู้ทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการติดตั้งโคมฟลูออเรสเซนต์ที่ระดับพื้นที่การใช้งานต่าง ๆ โดยในระหว่างทำการทดลองนั้น นอกจากจะบันทึกค่าความเข้มแสงแล้วจะต้องมีการบันทึกผลอุณหภูมิและความชื้นด้วย เนื่องจากตามมาตรฐาน IESNA ว่าด้วยวิธีการวัดค่าความเข้มแสง จะต้องวัดที่อุณหภูมิ 25 °C ± 1°C

นอกจากนั้นงานวิจัยนี้ยังได้ทำการทดลองหาความสูงของของระดับพื้นที่ใช้งาน ที่ค่าความเข้มแสง 300 ลักซ์ เพื่อที่จะหาความเหมาะสมของการติดตั้งตามมาตรฐาน IES ที่กำหนดให้ห้องเรียน ห้องทำงาน และห้องประชุม ต้องมีค่าความเข้มแสงที่มากกว่าหรือเท่ากับ 300 ลักซ์ ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 มาตรฐานระดับความส่องสว่างตาม IES

พื้นที่ต่างๆ	ความส่องสว่างตามมาตรฐาน IES (Lux)
ห้องเรียน ห้องทำงาน ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องประชุม	300-500
พื้นที่ส่วนกลาง ห้องน้ำ ทางเดิน	100-200

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวัดค่าต่างๆของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้ง 3 กรณีคือ กรณีที่ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ กรณีที่สองคือ การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x28 วัตต์ และกรณีที่สามคือ การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์

ชนิด T5 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ ซึ่งในการทดสอบได้ปรับระดับความสูงในการวัดครั้งละ 5 เซนติเมตรแล้วบันทึกค่า โดยระยะห่างของเวลาในการทดสอบแต่ละครั้งคือ 24 ชั่วโมงและระยะเวลาในการวัดค่าของแต่ละระดับห่างกัน 10 วินาที ซึ่งจะได้ผลดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 การเปรียบเทียบความเข้มแสงเฉลี่ย ณ ตำแหน่งใต้ดวงโคมแบบต่างๆ

ระยะห่างระหว่างพื้นที่ใช้งานและดวงโคม (เซนติเมตร)	ค่าความเข้มแสง ณ ตำแหน่งใต้ดวงโคม		
	หลอด T8 ในโคมชนิด 2x36 W	หลอด T5 ในโคมชนิด 2x28 W	หลอด T5 ในโคมชนิด 2x36 W
160	349.00	428.50	487.00
165	333.67	406.83	462.33
170	317.67	386.50	440.50
175	304.33	367.17	418.67
180	290.33	347.83	397.67
185	278.33	328.67	376.17
190	267.33	313.83	357.83
195	256.67	298.67	337.67
200	245.67	285.33	327.67
205	237.33	274.00	311.83
210	228.00	259.50	298.50
215	218.67	250.50	285.67
220	210.67	237.83	273.83

จากตารางที่ 3.5 จะพบว่า ณ ตำแหน่งใต้ดวงโคมนั้นการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x28 วัตต์ จะมีค่ามากกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ ในทุกๆ ระยะห่างระหว่างพื้นที่ใช้งานและดวงโคม แต่การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ นั้นจะมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย ณ ตำแหน่งใต้ดวงโคมมากที่สุด เนื่องจากแผ่นสะท้อนแสงของดวงโคม 2x36 วัตต์ มีรัศมีความโค้งที่แคบกว่าดวงโคม 2x28 วัตต์ จึงทำให้เมื่อติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งสะท้อนแสงได้ดีในดวงโคม 2x36 วัตต์ จะส่งผลให้ลำแสงที่ออกจากดวงโคมถูกบีบได้ไกลกว่าการติดตั้งในดวงโคม 2x28 วัตต์ ณ ที่ตำแหน่งใต้ดวงโคม

จากผลการทดลองสามารถนำผลของข้อมูลที่ได้จากการเฉลี่ยจากข้อมูลที่จัดเก็บมาของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ในแต่ละกรณี มาแยกศึกษาและเปรียบเทียบในด้านต่าง ๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาโดยได้เปรียบเทียบที่พื้นที่ใช้งานที่เท่ากัน โดยใช้พื้นที่ใช้งานตามมาตรฐาน คือพื้นที่ใช้งานที่ 75 เซนติเมตร และพื้นที่ใช้งานที่ 85 เซนติเมตร เพื่อหาค่าของความ

เข้มแสง ณ ตำแหน่งใต้ดวงโคม ของกาติดตั้งแต่ละกรณี และเปรียบเทียบที่ค่าความเข้มแสงที่ 300 ลักซ์ แล้วหาความสูงของพื้นที่ใช้งานในแต่ละกรณี ซึ่งได้ผลตามตางรางที่ 3.6

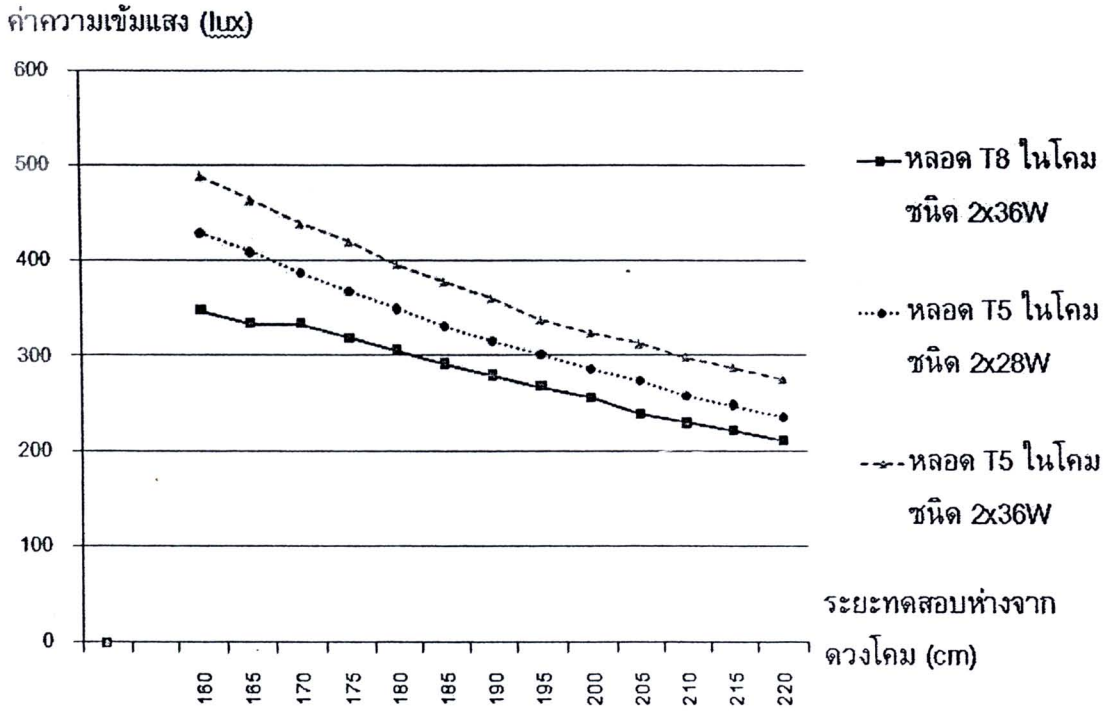
ตารางที่ 3.6 การเปรียบเทียบระยะพื้นที่ใช้งานและค่าความเข้มแสงที่ใช้งานโดยทั่วไป

	การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนค์ชนิด T8 ในดวงโคม 2x36 วัตต์	การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนค์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x28 วัตต์	การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนค์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x36 วัตต์
ค่าความเข้มแสง ณ พื้นที่ใช้งานสูง 75 cm(lux)	246.00	285.25	325.17
ค่าความเข้มแสง ณ พื้นที่ใช้งานสูง 85 cm(lux)	266.33	314.92	357.2500
ระยะพื้นที่ใช้งานห่างจากดวงโคม ณ ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยใต้ดวงโคมมีค่า 300 lux (cm)	174.83	195.67	208.1667

จากตารางที่ 3.6 พบว่าระยะพื้นที่ใช้งานที่ 75 ซม. การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดT5 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยมากที่สุด การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x28 วัตต์ มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยน้อยกว่า การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดT5 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งในกรณีที่พื้นที่ใช้งานสูง 85 ซม. ผลที่ได้ก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกับที่ระยะพื้นที่ใช้งานที่ 75 ซม.

ในกรณีที่ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย ณ ตำแหน่งใต้ดวงโคมที่มีค่าเท่ากัน (ซึ่งในกรณีนี้ใช้ที่ 300 ลักซ์ เป็นค่ามาตรฐานในการออกแบบการติดตั้งหลอดไฟในสำนักงานทั่วไป) จะพบว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ จะมีระยะห่างจากดวงโคมถึงพื้นที่ใช้งานมากที่สุด การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x28 วัตต์ มีระยะห่างจากดวงโคมถึงพื้นที่ใช้งานน้อยกว่า การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดT5 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ มีระยะห่างจากดวงโคมถึงพื้นที่ใช้งานน้อยที่สุด

จากผลการทดลองการศึกษาทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่างโดยใช้ตู้ทดสอบ สามารถเปรียบเทียบการแสดงแนวโน้มของค่าความเข้มแสงในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ในแต่ละกรณีได้ดังรูปที่ 3.9



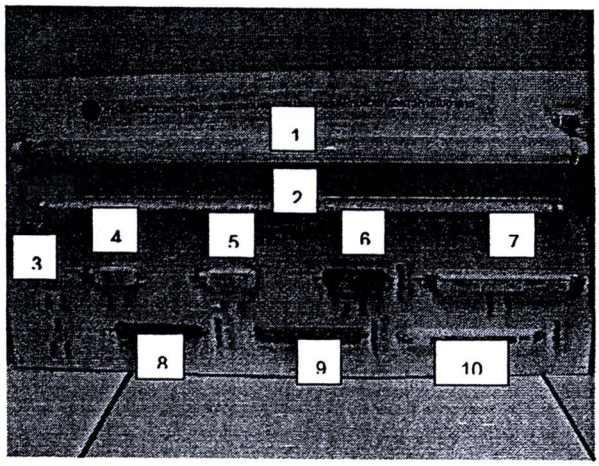
รูปที่ 3.9 การเปรียบเทียบแนวโน้มของค่าความเข้มแสงเฉลี่ย ณ ตำแหน่งใต้ดวงโคมในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ในกรณีต่าง

จากรูปที่ 3.9 จะพบว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย ณ ตำแหน่งใต้ดวงโคมมากที่สุด การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x28 วัตต์ มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย ณ ตำแหน่งบริเวณใต้ดวงโคมน้อยกว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ในดวงโคม 2x36 วัตต์ มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย ณ ตำแหน่งใต้ดวงโคมน้อยที่สุด

3.3 การทดสอบฮาร์มอนิกในบัลลาสต์ชนิดต่าง ๆโดยใช้แผงทดสอบ

เนื่องจากในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์จริงนั้น จะมีผลของฮาร์มอนิกเนื่องจากบัลลาสต์ ในการวิจัยนี้จึงต้องทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของฮาร์มอนิก ในการต่อบัลลาสต์กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ในแต่ละกรณี

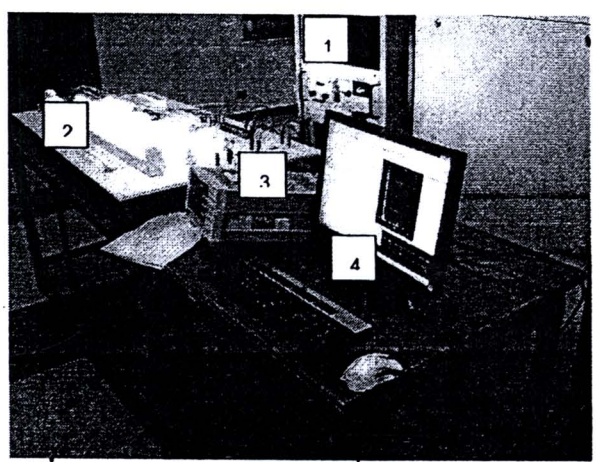
จากการออกแบบชุดทดสอบฮาร์มอนิกในบัลลาสต์ชนิดต่าง ๆได้ออกแบบแผงทดสอบได้ดังรูปที่ 3.10



1. หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ขนาด36 วัตต์
2. หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ขนาด 28 วัตต์
3. แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าขั้วไลน์ กับ ขั้วนิวตรอน
4. บัลลาสต์แกนเหล็ก
5. บัลลาสต์แกนเหล็กชนิด ประสิทธิภาพสูง
6. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 36 วัตต์(ยี่ห้อ P)
7. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 36 วัตต์(ยี่ห้อ O)
8. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์(ยี่ห้อ P)
9. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์(ยี่ห้อ O)
10. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์(ยี่ห้อ E)

รูปที่ 3.10 ชุดแผงทดสอบฮาร์มอนิก

จากการออกแบบชุดแผงทดสอบฮาร์มอนิก ได้นำชุดแผงทดสอบนี้ไปทดสอบที่ศูนย์ทดสอบ PTEC โดยมีอุปกรณ์ที่ช่วยลดสัญญาณรบกวนของแหล่งจ่ายและอุปกรณ์การประมวลผล ดังรูปที่ 3.11



1. เครื่องลดสัญญาณรบกวนจากแหล่งจ่าย
2. ชุดแผงทดสอบฮาร์มอนิก
3. สโคปวัดค่าความผิดเพี้ยนของฮาร์มอนิก
4. คอมพิวเตอร์แสดงผลการวัด

รูปที่ 3.11 การวัดค่าฮาร์มอนิกที่ศูนย์ทดสอบ PTEC

จากการทดสอบที่ศูนย์ทดสอบ PTEC ได้ทำการทดสอบใน 2 กรณีที่ศึกษา คือการศึกษาผลกระทบของฮาร์มอนิกของการต่อบัลลาสต์เพียงชนิดเดียว และผลกระทบของฮาร์มอนิกของการต่อบัลลาสต์ร่วมกัน

3.3.1 การทดสอบฮาร์มอนิกในกรณีที่เปิดใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์เพียงชนิดเดียว

จากการทดสอบฮาร์มอนิกที่ศูนย์ทดสอบ PTEC ซึ่งได้ทำการลดสัญญาณรบกวนจากแหล่งจ่ายแล้วนั้นได้ผลจากการทดสอบดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 เปรียบเทียบ %THDv และ %THDi ของบัลลาสต์ชนิดต่างๆ กรณีเปิดใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์เพียงชนิดเดียว

ชนิดของหลอด	ชนิดของบัลลาสต์	%THDv	%THDi
ฟลูออเรสเซนต์ ชนิด 36 วัตต์ (T8)	แกนเหล็ก	0.295	10.520
	แกนเหล็กชนิดประสิทธิภาพสูง	0.270	13.810
	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ P)	0.280	17.170
	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ O)	0.285	6.080
ฟลูออเรสเซนต์ ชนิด 28 วัตต์ (T5)	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ P)	0.275	9.765
	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ O)	0.265	7.480
	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ E)	0.265	7.150

จากตารางที่ 3.7 พบว่าค่าความเพี้ยนแรงดันฮาร์มอนิกรวม (Total Harmonic Voltage Distortion: %THDv) ของบัลลาสต์แกนเหล็กชนิดธรรมดาและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์36วัตต์ มีค่าสูงกว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์ นอกจานี้บัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงมีค่าใกล้เคียงบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์ ในส่วนของค่าความเพี้ยนกระแสฮาร์มอนิกรวม (Total Harmonic Current Distortion : %THDi) บัลลาสต์แกนเหล็กชนิดธรรมดาและบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงมีค่าสูงกว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์ อีกทั้งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 36 วัตต์ มีค่าใกล้เคียงบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์

3.3.2 การทดสอบฮาร์มอนิกในกรณีที่เปิดใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2 ชนิดพร้อมกัน

จากการทดลองข้างต้นได้ทำการศึกษาผลกระทบจากฮาร์มอนิกเพิ่มขึ้นอีก 1 กรณี คือ การวัดค่าฮาร์มอนิกในกรณีที่เปิดใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2 ชนิดพร้อมกันคือการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ขนาด 36 วัตต์ และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ขนาด 28วัตต์ พร้อมกัน ซึ่งได้ผลจากการทดสอบดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 เปรียบเทียบ %THDv และ %THDi ของบัลลาสต์ชนิดต่างๆ กรณีเปิดใช้งานหลอดฟลูออเรสเซต์ 2 ชนิดพร้อมกัน

บัลลาสต์ ของหลอด ชนิด 36 วัตต์	บัลลาสต์ ของหลอด ชนิด 28 วัตต์	%THDv	%THDi
แกนเหล็ก	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ P)	0.3100	9.3100
	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ O)	0.3050	9.0950
	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ E)	0.2800	8.4600
แกนเหล็กชนิด ประสิทธิภาพสูง	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ P)	0.2850	12.2950
	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ O)	0.2850	12.1250
	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ E)	0.3000	11.2950
อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ P)	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ P)	0.2500	11.8600
	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ O)	0.2700	11.3400
	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ E)	0.2750	12.1750
อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ O)	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ P)	0.2900	8.6800
	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ O)	0.2800	6.7500
	อิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ E)	0.2650	2.6500

จากตารางที่ 3.8 พบว่าค่าความเพี้ยนแรงดันฮาร์มอนิกรวม (Total Harmonic Voltage Distortion : %THDv) บัลลาสต์แกนเหล็กชนิดธรรมดาและบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์จะมีค่าสูงขึ้นจากกรณีใช้งานเพียงหลอดชนิดเดียว นอกจากนี้ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 36 วัตต์ ร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์ จะมีค่าใกล้เคียงกับการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์ เพียงชนิดเดียว ส่วนค่าความเพี้ยนกระแสฮาร์มอนิกรวม (Total Harmonic Current Distortion : %THDi) บัลลาสต์แกนเหล็กชนิดธรรมดาและบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 28 วัตต์จะมีค่าลดลงจากกรณีใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 เพียงชนิดเดียว

จากการทดสอบดังกล่าวจะพบว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 ที่ทำการทดสอบจะมีค่า %THDv ใกล้เคียงกับบัลลาสต์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 เดิม และ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 ที่ทำการทดสอบจะมีค่า%THDi ต่ำกว่าบัลลาสต์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 เดิม

ซึ่งจากการทดสอบในงานวิจัยนี้เป็นการทดสอบผลกระทบจากฮาร์มอนิกของบัลลาสต์เพียง 1 หรือ 2 ตัวเท่านั้น โดยปกติแล้วในติดตั้งใช้งานจริงนั้นควรจะศึกษาผลกระทบจาก ฮาร์มอนิกจากจำนวนที่ใช้ในการติดตั้งจริง และข้อกำหนดเรื่องผลกระทบจากฮาร์มอนิกของสถานที่ที่จะทำการติดตั้งจริง โดยในงานวิจัยนี้เป็นเพียงแนวโน้มในการเลือกและตัดสินใจในการติดตั้งเท่านั้น

3.4 การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์

ในการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆ นั้น ปัจจัยที่สำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจติดตั้งอีกประการหนึ่งคือ หลักเศรษฐศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้แสดงถึงการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ของการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 เทียบกับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ดังนี้

3.4.1 การทดสอบความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ในกรณีคิด 1 ดวงโคม

ใช้ดวงโคม 2X36 วัตต์ (ดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8) ซึ่งได้ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง 1 ชุดแล้วจะมีขนาด 86 วัตต์ เปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมงต่อวัน แต่เมื่อเปลี่ยนใช้โคม 2x28 วัตต์ (ดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5) ซึ่งต่อร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ชุดแล้ว จะมีขนาด 61 วัตต์ ซึ่งจะประหยัดค่าไฟได้ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 เปรียบเทียบการติดตั้งของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และการติดตั้งของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดT5ต่อ1ดวงโคม (2 หลอด/โคม)

สูตรการคำนวณ	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดT8 ต่อกับบัลลาสต์แกนเหล็ก ในดวงโคม 2x36 วัตต์	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดT5ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ในดวงโคม 2x28 วัตต์
จำนวนหน่วยไฟต่อปี(หน่วย)	$\frac{86 \times 8 \times 240}{1000} = 165.12$	$\frac{61 \times 8 \times 240}{1000} = 117.12$
ค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)	$165.12 \times 4 = 660.48$	$117.12 \times 4 = 468.42$
เงินที่ประหยัดต่อปี(บาทต่อปี)	660.48-468.48 =192	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	$\left(\frac{500}{192}\right) = 2.6$	
ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ใน 1 ปี (กิโลกรัม)	126	89

*หมายเหตุ คิดค่าไฟหน่วยละ 4 บาท

จากตารางที่ 3.9 พบว่าหากทำการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะประหยัดไฟ 48 หน่วยต่อปีต่อโคม เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 หรือคิดเป็น 192 บาทต่อปีต่อโคม และยังช่วยลดการเกิดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 37 กิโลกรับต่อปีเมื่อคิดเปรียบเทียบต่อ 1 ดวงโคม

3.4.2 การทดสอบความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ในกรณีที่พิจารณาอาคารคณบดี 5 ชั้น คณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาหลักเศรษฐศาสตร์จากอาคารตัวอย่างจริง เพื่อจะได้แสดงถึงการเปรียบเทียบหลักเศรษฐศาสตร์เมื่อมีการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และชนิด T5 ในการติดตั้งจริงภายในอาคาร

พิจารณาอาคารคณบดี 5 ชั้น คณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลำดับชั้น	ชนิดโคม	จำนวนโคม	เวลาที่เปิดใช้โดยเฉลี่ย (ชม.)
ชั้นที่ 1	TL36Wx2	85	8
ชั้นที่ 2	TL36Wx2	106	8
ชั้นที่ 3	TL36Wx2	83	8
ชั้นที่ 4	TL36Wx2	47	8
	TL36Wx2	36	4
ชั้นที่ 5	TL36Wx2	129	8

รวมทั้งหมดมีโคม TL36W x 2 ทั้งหมด 453 โคม เปิดใช้เฉลี่ยวันละ 8 ชั่วโมง
มีโคม TL36W x 2 ทั้งหมด 36 โคม เปิดใช้เฉลี่ยวันละ 4 ชั่วโมง
รวมมีโคม TL36W x 2 ทั้งหมด 489 โคม
(โดยที่คิดค่าไฟหน่วยละ 4 บาท)

กรณีที่ 1 หากต้องการเปลี่ยนดวงโคม 2x36 วัตต์ทุกดวงโคมในอาคารคณบดี 5 ชั้น

กรณีทำการเปลี่ยนดวงโคม 2x36 วัตต์ ทุกดวงโคมในอาคารตัวอย่างโดยไม่คิดถึงเวลาการใช้งานของแต่ละดวงโคมเพื่อเปรียบเทียบและคำนวณจุดคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการเปลี่ยนชนิดของการติดตั้งดวงโคม จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 เปรียบเทียบอัตราการคืนทุนเมื่อติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ทุกดวงโคม

สูตรการคำนวณ	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดT8 ต่อกับ บัลลาสต์แกนเหล็ก ในดวงโคม 2x36 วัตต์	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดT5ต่อกับ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ในดวงโคม 2x28 วัตต์
จำนวนหน่วยไฟต่อปี(หน่วย)	$\frac{(453 \times 86 \times 240)+(36 \times 8}{1,000}$ =77,771.5	$\frac{(453 \times 61 \times 8 \times 240)+(36}{1,000}$ =55,163.5
ค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)	4 × 77,771.5 = 311,086	4 × 55,163.5 = 220,654
เงินที่ประหยัดต่อปี(บาทต่อปี)	311,086 – 220,654 = 90,432	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	$\frac{(500 \times 489)}{90,423} = 2.7$	
ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ใน 1 ปี (กิโลกรัม)	หลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 มี 59,387 กิโลกรัม/ปี หลอดฟลูออเรสเซนต์T5 มี 42,118 กิโลกรัม/ปี มีค่าแตกต่างกัน 17,262 กิโลกรัม /ปี	

จากตารางที่ 3.10 พบว่าหากทำการเปลี่ยนดวงโคม 2x36 วัตต์ (หรือดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8) เป็น ดวงโคม 2x28 วัตต์ (หรือดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5) จะสามารถลดการใช้พลังงานได้ 22,608 หน่วยต่อปีสามารถลดค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าได้ 90,441 บาทต่อปีระยะเวลาคืนทุน 2.7 ปี และสามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 17,262 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งโปรแกรมคำนวณคาร์บอนไดออกไซด์ คำนวณจาก www.t5.egat.co.th

กรณีที่2หากต้องการเปลี่ยนแต่ดวงโคม 2x36 วัตต์ ในห้องที่ทำงาน 8 ชม.เท่านั้นในอาคารคณบดี 5 ชั้นคณะ วิทยาศาตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรณีทำการเปลี่ยนดวงโคม 2x36 วัตต์ เฉพาะดวงโคมที่ใช้งาน 8 ชม. เท่านั้นในอาคารตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบและคำนวณจุดคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการเปลี่ยนชนิดของการติดตั้งดวงโคมและเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนดวงโคม 2x36 วัตต์ทุดวงโคม จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3.11

ตารางที่ **3.11**เปรียบเทียบอัตราการคืนทุนเมื่อติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในห้องที่ทำงาน 8 ชั่วโมงเท่านั้น

สูตรการคำนวณ	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดT8 ต่อกับบัลลาสต์แกนเหล็ก ในดวงโคม 2x36 วัตต์	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดT5ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ในดวงโคม 2x28 วัตต์
จำนวนหน่วยไฟต่อปี(หน่วย)	$\frac{(453 \times 86 \times 8 \times 240)}{1,000}$ = 74,799.4	$\frac{(453 \times 61 \times 8 \times 240)}{1,000}$ = 53,055.4
ค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)	4 × 74,799.4 = 299,197.6	4 × 53,055.4 = 212,221.4
เงินที่ประหยัดต่อปี(บาทต่อปี)	299,197 – 212,221.5 =86,976	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	(500 x 453) / 86,967 = 2.6	
ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ใน 1 ปี (กิโลกรัม)	หลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 มี 57,109 กิโลกรัม/ปี หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 มี 40,508กิโลกรัม/ปี มีค่าแตกต่างกัน 16,602 กิโลกรัม /ปี	

จากตารางที่ 3.11 จะพบว่าเมื่อทำการเปลี่ยนจากดวงโคม 2x36 วัตต์(หรือดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8) เป็น ดวงโคม 2x28 วัตต์ (หรือดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5) ในกรณีที่เปลี่ยนเฉพาะห้องที่ทำงาน 8 ชั่วโมงเท่านั้นจะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานได้ 21,744 หน่วยต่อปีสามารถลดค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าได้ 86,976.2 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 2.6 ปี และสามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 16,601 กิโลกรัมต่อปีโดยการคำนวณปริมาณการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นคิดจากความต้องการใช้พลังงานจากโรงไฟฟ้า เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วจะพบว่าการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะประหยัดกำลังงานไฟฟ้าได้ 0.01 เมกะวัตต์ต่อปี หรือความต้องการไฟฟ้าจะลดลงถึง 29.07 เปอร์เซนต์ โดยคำนวณมาจาก http://t5.egat.co.th/saving.php.htm

จะเห็นได้ว่าระยะเวลาคืนทุนของการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยคิดถึงเวลาการใช้งานจะคืนทุนเร็วกว่าการเปลี่ยนดวงโคม 2X36 วัตต์ทั้งหมด เพราะว่าอัตราการคืนทุนขึ้นอยู่กับอัตราการใช้งานของดวงโคมซึ่งดวงโคมที่มีอัตราการใช้งานต่อวันมากจะทำให้มีการคืนทุนที่เร็วกว่า ดวงโคมที่มีอัตราการใช้งานต่อวันน้อยเมื่อทำการเปลี่ยนเป็นดวงโคม 2x28 วัตต์