

(ก)



รายงานการวิจัย

การจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและออกแบบชุดควบคุมความสว่าง
โคมไฟถนนเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าบนพื้นฐานความปลอดภัย
ในการคมนาคมสำหรับชุมชนต้นแบบบ้านสะเดียง

**Street Lighting Energy Management and Illumination Controller
Design for Energy Saving base on Traffic Safety
to the SADIANG Community**

นฤมล วันน้อย

สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2561

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและออกแบบชุดควบคุมความสว่าง
โคมไฟถนนเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าบนพื้นฐานความปลอดภัย
ในการคมนาคมสำหรับชุมชนต้นแบบบ้านสะเดียง

**Street Lighting Energy Management and Illumination Controller
Design for Energy Saving base on Traffic Safety
to the SADIANG Community**

นฤมล วันน้อย

สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี

อุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุน งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงาน

คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2561

(ค)

ชื่องานวิจัย

การจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและออกแบบชุดควบคุมความสว่างโคมไฟถนนเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าบนพื้นฐานความปลอดภัยในการคมนาคม สำหรับชุมชนต้นแบบบ้านสะเคียง

ผู้วิจัย

นฤมล วันน้อย

สาขาวิชา

เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2561

บทคัดย่อ

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการการจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและออกแบบชุดควบคุมความสว่างโคมไฟถนนเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าบนพื้นฐานความปลอดภัยในการคมนาคม สำหรับชุมชนต้นแบบบ้านสะเคียง โดยการศึกษาได้ทำการศึกษามาตรฐานค่าความสว่างและการออกแบบระบบควบคุมของระบบส่องสว่างโคมไฟถนน เพื่อศึกษาเทคนิคในการจัดการพลังงานไฟฟ้าและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เหมาะสมกับระบบส่องสว่างไฟถนน ซึ่งเทคนิคในการใช้ประกอบไปด้วยการปรับปรุงวงจรตรวจจับความเข้มแสงสำหรับเปิดปิดไฟฟ้า เพิ่มวงจรหน่วงเวลาเปิดแบบอัตโนมัติ การเปลี่ยนชนิดหลอดเป็นหลอดประหยัด การตัดแยกวงจรแสงสว่างที่ไม่จำเป็น การใช้เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน และการลดระดับความสูงของหลอดเพื่อลดขนาดหลอด ซึ่งแนวทางและเทคนิคต่างๆเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการออกแบบเพื่อลดปริมาณกำลังไฟฟ้าระบบส่องสว่างไฟถนนลดลงได้

คำสำคัญ : ระบบส่องสว่างไฟถนน การจัดการพลังงาน การประหยัดพลังงาน

Research title Street Lighting Energy Management and Illumination Controller
Design for Energy Saving base on Traffic Safety to the Sadiang
Community

Researcher Name Narumon Wannoi

Department Electrical Technology

Phetchabun Rajabhat University **Year** 2018

ABSTRACT

This research presents the street lighting energy management and illumination controller design for energy saving base on traffic safety to the SADIANG community. This study has studied the standard of brightness and control system design of street lighting to study the techniques for a proper management street lighting and decrease of electricity consumption. The technique used consists of improving the light intensity detection circuit for turning on the power, Additional automatic timer ON circuit, replacing type of lamp with saving energy lamps, cutting unnecessary light circuit, Use of renewable energy technology and reduce the height of the lamp to reduce the size of lamp. These approaches and techniques can be used to reduce the amount of electricity used in street lighting systems.

Keywords: Street Lighting System, Energy Management, Energy Saving

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยคำแนะนำและการให้คำปรึกษาจาก รศ.ดร.สุพัฒน์ กิตติรัตน์สัจจา, ผศ.ดร.ชาย ชมภูอิน ไหวและคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้าซึ่งเป็นอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ซึ่งให้คำแนะนำต่าง ๆ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัย และคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมที่ให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดีและขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้คำปรึกษาและให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่องและทำให้ข้าพเจ้าทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากการงานวิจัยฉบับนี้ข้าพเจ้าขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นฤมล วันน้อย

12 สิงหาคม 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	2
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	6
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	6
1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	9
2.2 หนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	12
3.1 ศึกษามาตรฐานค่าความสว่างและรูปแบบการออกแบบและควบคุมของระบบส่องสว่างโคมไฟถนน	12
3.2 ศึกษาข้อมูลพื้นที่เป้าหมายและติดต่อประสานงานในการศึกษาและจัดเก็บข้อมูล	12
3.3 สำรวจปริมาณหลอดโคมไฟถนน ชนิดหลอด ชนิดโคมไฟฟ้า ความสูงของโคม ระยะห่างของเสา ระบบควบคุมการทำงาน และลักษณะช่วงเวลาการใช้ไฟหรือการทำงานของหลอดไฟฟ้า	12
3.4 ศึกษาแนวทางและวิธีการลดการใช้กำลังไฟฟ้า	13

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4	ผลการวิจัย	17
	4.1 ผลการศึกษามาตรฐานค่าความสว่างและรูปแบบการออกแบบ และควบคุมของระบบส่องสว่างโคมไฟถนน	17
	4.2 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นที่เป้าหมายและการจัดเก็บข้อมูล	23
	4.3 ผลการสำรวจปริมาณหลอดโคมไฟถนน ชนิดหลอด ชนิดโคมไฟฟ้า ความสูงของโคม ระยะห่างของเสา ระบบควบคุมการทำงาน และลักษณะช่วงเวลาการใช้ไฟหรือการทำงานของหลอดไฟฟ้า	23
	4.4 ผลศึกษาแนวทางและวิธีการลดการใช้กำลังไฟฟ้า	27
บทที่ 5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	35
	5.1 สรุปผลการวิจัย	35
	5.2 อภิปรายผล	36
	5.3 ข้อเสนอแนะ	37
บรรณานุกรม		39
ประวัตินักวิจัย		40

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 มาตรฐานความส่องสว่างของกรมทางหลวง	5
4.1 ความต้องการแสงสว่างสำหรับไฟถนน	17
4.2 ความต้องการแสงสว่างสำหรับพื้นที่สาธารณะ	18
4.3 ระยะห่างความปลอดภัยระหว่างจุดติดตั้งดวงโคม กับขอบถนนที่สัมพันธ์กับความเร็วของยานพาหนะ	22
4.4 การสำรวจปริมาณหลอดโคมไฟถนนสายหลัก	24
4.5 การสำรวจปริมาณหลอดโคมไฟถนนสายย่อยในพื้นที่ชุมชนที่ 1	26
4.6 พลังงานไฟฟ้าหลังเปลี่ยนหลอดโคมไฟถนนสายย่อยในพื้นที่ชุมชนที่ 1 จาก T8 เป็น T5	29
4.7 พลังงานไฟฟ้าหลังเปลี่ยนหลอดโคมไฟถนนสายหลักจาก HID เป็น LED	30
4.8 พลังงานไฟฟ้าของถนนสายหลักหลังตัดแยกโคมไฟถนน	32
4.9 พลังงานไฟฟ้าของถนนสายหลักหลังตัดแยกโคมไฟถนนย่อยพื้นที่ที่ 1	33

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 มุมของลำแสงดวงโคมในแนวตั้ง และมุมที่ทำให้เกิดสภาวะของแสงบาดตา	3
1.2 โคมไฟถนนใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent)	4
1.3 โคมไฟถนนใช้กับหลอดคายประจุความเข้มสูง (High intensity discharge, HID)	4
3.1 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	14
3.2 พลังงานโดยรวมสำหรับไฟถนนในช่วงเวลา 18:30-05:30	15
3.3 ภาพรวมแนวทางแนวทางในการจัดการและเทคนิคการประหยัดพลังงาน	15
4.1 การกำหนดรูปแบบ และจุดติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะตามแนวนอนตามข้อ 4.1.2	18
4.2 ติดตั้งฝั่งเดียวกันของถนน เหมาะสำหรับถนนเล็กๆ ในซอย หรือทางเท้า	19
4.3 ติดตั้งสองฝั่งถนน สลับกัน เหมาะสำหรับถนนใหญ่ปานกลาง	19
4.4 ติดตั้งสองฝั่งถนน ตรงข้ามกัน เหมาะสำหรับถนนกว้าง 8 เมตรขึ้นไป	19
4.5 ติดตั้งกลางถนนโดยแยกโคมไฟฟ้าเป็นสองทางในเสาดันเดียวกัน	20
4.6 แสดงการติดตั้งโคมไฟที่ทางสี่แยก (Cross-Road)	20
4.7 แสดงการติดตั้งโคมไฟที่ทางสามแยก (T-Junction)	21
4.8 แสดงการติดตั้งโคมไฟที่ทางในวงเวียน (Round About)	21
4.9 แผนผังการสำรวจระบบส่องสว่างชุมชนบ้านสะเดียง	22
4.10 แผนผังการสำรวจระบบส่องสว่างถนนสายหลัก	24
4.11 โคมไฟฟ้าชนิด	25
4.12 แผนผังการสำรวจระบบส่องสว่างชุมชนบ้านสะเดียง	25
4.13 โคมไฟฟ้าชนิด หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent)	26
4.14 วงจรอนุกรมชุดตรวจความเข้มแสง	27
4.15 วงจรอนุกรมชุดตรวจความเข้มแสงและชุดหน่วงเวลา	28
4.16 รูปวงจรการต่อไฟถนนเดิม	31
4.17 รูปวงจรการต่อไฟถนนที่สามารถตัดวงจรได้	31
4.10 แผนผังการสำรวจเพื่อตัดแยกระบบส่องสว่างถนนสายหลัก	32
4.12 แผนผังการสำรวจระบบส่องสว่างชุมชนบ้านสะเดียงเพื่อตัดแยกโคมไฟ พื้นที่ที่ 1	33

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันจะพบว่าระบบส่องสว่างโคมไฟถนนนั้นมีมากขึ้นและเพิ่มเรื่อยๆ ไม่ว่าจะเป็นตามถนนสายหลักหรือตามตรอกซอยในหมู่บ้าน ก็เพราะเนื่องจากมีความจำเป็นต่อการเดินทางของผู้ใช้ถนนเพื่อเพิ่มความปลอดภัย ซึ่งช่วยให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจนผู้ขับขี่หรือเดินทางในช่วงเวลาค่ำคืน ซึ่งปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้านั้นก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเป็นเงาตามตัวของการเพิ่มขึ้นของจำนวนโคมไฟถนนดังกล่าวนี้ โดยไม่สามารถปฏิเสธได้ ด้วยปัญหาและผลดังกล่าวนี้หากมีการศึกษาแนวทางวิธีการและระบบควบคุมการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของโคมไฟถนนตามสภาพความเหมาะสมของการจราจรในแต่ละเขตพื้นที่ได้ก็จะเป็นการดี ซึ่งในแต่ละพื้นที่ในแต่ละช่วงเวลานั้นมีความจำเป็นในเรื่องของค่าความส่องสว่างนั้นไม่เท่ากัน เช่นบางพื้นที่ในช่วงเวลา 19:00-02:00 อาจต้องการค่าความสว่างที่สูงมากแต่ช่วงเวลา 02:00-04:00 อาจสามารถลดค่าความสว่างลดลงมาได้ และช่วงเวลา 04:00-06:00 ค่าต้องการค่าความสว่างนั้นยังสามารถลดลงมาอีกขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่จราจรและภูมิอากาศ สิ่งแวดล้อม โดยค่าความสว่างที่ลดลงนั้นยังเพียงพอต่อการมองเห็นโดยค่าความสว่างที่ลดลงนั้นก็หมายถึงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลดลง และบางพื้นที่อาจต้องการค่าความสว่างสูงมากตลอดทั้งคืนโดยอาจจะต้องเปลี่ยนชนิดหลอดไฟฟ้าเพื่อให้ค่าความสว่างทั้งเท่าเดิมแต่ใช้พลังงานน้อยลงเช่นตามทางแยกของถนน หรือในบางพื้นที่อาจมีการนำพลังงานไฟฟ้าทดแทนมาใช้ร่วมกับระบบกำลังไฟฟ้าหลักเช่นพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เล็งเห็นปัญหาเพื่อทำการศึกษาวិเคราะห์หาแนวทาง วิธีการเพื่อการจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและออกแบบระบบควบคุมความสว่างของหลอดไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานของโคมไฟถนนบนพื้นฐานความปลอดภัยในการคมนาคม ซึ่งให้สามารถกำหนดช่วงเวลาให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่จราจรและภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้ได้แบ่งวัตถุประสงค์หลักออกเป็นดังนี้

1.2.1 เพื่อศึกษามาตรฐานค่าความสว่างและรูปแบบการออกแบบและควบคุมของระบบส่องสว่างโคมไฟถนน

1.2.2 เพื่อศึกษาแนวทาง เทคนิค เพื่อใช้ในการจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างให้เหมาะสมของระบบส่องสว่างไฟถนน

1.2.3 เพื่อศึกษาและออกแบบระบบควบคุมความสว่างหลอดไฟถนนการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าบนพื้นฐานความปลอดภัยทางด้านการคมนาคม

1.2.4 จัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมส่องสว่างผู้ชุมชนบ้านสะเคียงเพื่อเป็นชุมชนต้นแบบในการพัฒนาและประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้าสู่องค์กรปกครองท้องถิ่น

1.3 สมมุติฐานและทฤษฎีในการวิจัย

ในงานไฟฟ้าแสงสว่างบนถนน มีหลายปัจจัยที่จะต้องนำมาพิจารณาเพื่อให้ได้ความส่องสว่างเพียงพอตามมาตรฐาน รวมทั้งข้อกำหนดอื่นๆ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนน และการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.1 ความส่องสว่าง (Illuminance) คือ ปริมาณแสง (ลูเมน) /พื้นที่ มีหน่วยคือ

ความส่องสว่าง 1 Lux หมายถึง ปริมาณเส้นแรงของแสง 1 ลูเมนไปตกลงบนวัตถุบนพื้นที่

1 ตารางเมตรบนพื้นผิวของทรงกลม

ความส่องสว่าง 1 fc หมายถึง ปริมาณเส้นแรงของแสง 1 ลูเมนไปตกลงบนวัตถุบนพื้นที่

1 ตารางฟุตบนพื้นผิวของทรงกลม

1.3.2 ความสว่าง (Luminance) หมายถึง ความส่องสว่างที่สะท้อนออกมาจากวัตถุมีหน่วยเป็นแคนเดลา/ตารางเมตร หากวัตถุมีผิวที่มีลักษณะแตกต่างกันหรือมีสีที่ต่างกันก็จะทำให้ค่าความสะท้อนที่ต่างกัน นั่นคือค่าความสว่าง (Luminance) ก็จะต่างกันไปด้วย เช่น หากเราส่องแสงเข้ากระทบกับวัตถุสีขาว ก็จะมีค่าความสว่างมากกว่าวัตถุสีดำ

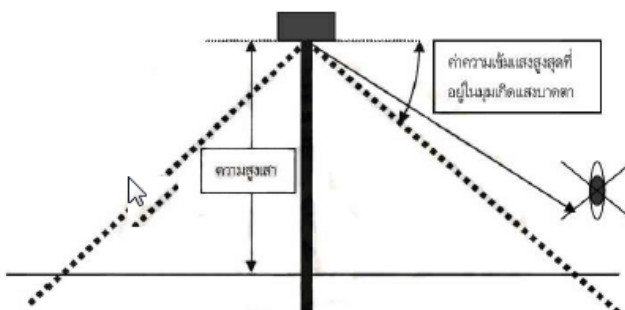
1.3.3 ค่าความสม่ำเสมอของการกระจายแสง (Uniformity of Illumination) ค่าความสม่ำเสมอของความสว่างมีความจำเป็นสำหรับการมองเห็นและเกี่ยวกับ Visual Comfort (ความสบายตาในการมองเห็น) ของคนขับรถซึ่ง Uniformity Ratio (สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ) เป็นค่าของสัดส่วนระหว่างค่าความสว่างต่ำที่สุดกับค่าความสว่างโดยเฉลี่ยสำหรับค่า Uniformity Ratio โดยสำหรับงานแสงสว่างถนนควรไม่น้อยกว่า 1 : 2.5 ซึ่งกำหนดให้ U_o ความสม่ำเสมอแสดงในสมการที่ 1

$$U_o = E_{min} / E_{av} \quad (1)$$

1.3.4 การจำกัดสภาวะแสงบาดตา (Limitation of glare) ปัจจัยตัวนี้ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ประสิทธิภาพของการขับขี่ยานยนต์ลดลง โดยทั่วไปสภาวะ Glare (แสงแยงตา) เกิดขึ้นเมื่อมีความสว่างมากซึ่งแบ่งประเภทของสภาวะ Glare เป็น 2 ประเภท คือ

1.3.4.1 ภาวะคอยประสิทธิภาพจากแสงแยงตา (Discomfort Glare) คือ การรับรู้ของการมองเห็นที่ไม่สบายตา ซึ่งในการออกแบบต้องให้ผู้ขับขี่ยานยนต์เกิดความสบายตาในการมอง ลดการมองเห็นวัตถุได้ยากซึ่ง Discomfort Glare เป็นสภาวะที่มองเห็นวัตถุนั้นไม่ชัดเจนในเวลาสั้น ๆ

1.3.4.2 ภาวะไร้ประสิทธิภาพจากแสงแยงตา (Disability Glare) คือ การรับรู้ของการมองเห็นที่ไม่สามารถมองเห็นวัตถุนั้นได้ Disability Glare (Veiling Luminance) จะเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางมาแบบไม่มีทิศทาง จนทะลุผ่านเสมือนทะลุผ่านเนื้อแก้ว ซึ่งจะเกิดสภาวะการมองเห็นได้น้อยหรือไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ซึ่งก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดสภาวะมองเห็นวัตถุนั้นได้ยาก เช่น สภาพถนนเปียกเป็นต้นดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 มุมของลำแสงดวงโคมในแนวตั้ง และมุมที่ทำให้เกิดสภาวะของแสงบาดตา

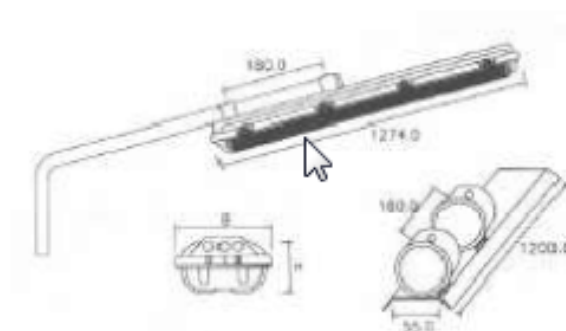
การเลือกใช้โคมไฟที่ไม่เหมาะสมและติดตั้งไม่ถูกต้อง จะเกิดจุดหรือบริเวณสว่างเหมือนมันแสง และทำให้เกิด Glare ซึ่งสามารถลดลงได้ โดยการเลือกใช้โคมไฟที่เหมาะสมและการออกแบบที่ดี และการออกแบบการกระจายแสงของดวงโคมให้ความเข้มของแสงในทิศทางของมุมสูง ๆ ลดลง

เช่น ในมุมที่ค่าความเข้มแสงสูงสุดของดวงโคมเกิน 75 อองศา อาจเกิดสถานะแสงบาดตาหากระดับความสูงในการติดตั้งไม่เหมาะสม

1.3.5 โคมไฟฟ้า (luminaire) หลอดไฟฟ้ามีหน้าที่ให้ความสว่างแต่ส่วนใหญ่มักมีการให้ความสว่างรอบตัวหลอดเองคือ ไม่มีทิศทางการส่องสว่างที่แน่นอน ยกเว้นหลอดประเภทที่มีตัวสะท้อนแสงภายในตัวเอง หลอดที่ให้แสงสว่างรอบตัวมีประสิทธิภาพการใช้งานต่ำเพราะมีแสงออกรอบทิศแทนที่จะส่องไปในบริเวณที่ต้องการ ดังนั้นการผลิตโคมไฟมาเพื่อใช้กับหลอดไฟฟ้าก็เพื่อบังคับให้แสงส่องไปในทิศทางที่ต้องการ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานของหลอดไฟฟ้าสูงมากขึ้น โคมภายนอกควรสามารถกันน้ำได้ และมีความปลอดภัยต่อการสัมผัส

1.3.6 ประเภทโคมไฟงานไฟฟ้าแสงสว่างถนน

โคมไฟถนนจะใช้ภายนอกอาคารบริเวณถนนที่ต้องการความสว่างของแสง ซึ่งมีให้เลือกทั้งแบบที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent) หรือ แบบที่ใช้กับหลอดคายประจุความเข้มสูง (high intensity discharge, HID) ซึ่งมักจะเป็นหลอดโซเดียมความดันต่ำ หรือโซเดียมความดันสูง การติดตั้งจะต้องติดตั้งบนเสาไฟฟ้า หรือไม่ก็ต้องมีเสาไฟถนนเฉพาะ โคมไฟถนน ซึ่งการใช้งานภายนอกอาคาร โคมไฟถนนจึงต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันน้ำเข้าภายในโคมไฟเป็นอย่างดี



รูปที่ 1.2 โคมไฟถนนใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent)



รูปที่ 1.3 โคมไฟถนนใช้กับหลอดความเข้มสูง (High intensity discharge, HID)

1.3.7 ข้อกำหนดการออกแบบงานไฟฟ้าแสงสว่างบนทางหลวงชนบท

เกณฑ์สมรรถนะการส่องสว่างไฟถนน เป็นเรื่องสำคัญมากสำหรับประสิทธิภาพ ในการออกแบบไฟถนนผู้ออกแบบได้คำนึงถึงสมรรถนะด้านความสว่างใช้ค่าความส่องสว่าง (illuminance) และความสม่ำเสมอของความสว่างเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ ต่อมาได้ปรับเปลี่ยนไปใช้ค่าความสว่าง (luminance) ความสม่ำเสมอรวมของความส่องสว่าง และความสม่ำเสมอในแต่ละช่องทางวิ่งของความส่องสว่าง ตลอดจนปัจจัยที่ก่อให้เกิดความจ้าตา (glare) เป็นเกณฑ์ในการออกแบบ การใช้ค่าความส่องสว่างนี้ได้รวมปัจจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติการสะท้อนแสงของผิวถนน ชนิดต่างๆ เข้าไปด้วย

กำหนดค่าที่ใช้ในการออกแบบสำหรับถนนทางหลวงชนบท ดังนี้

1. ความส่องสว่าง (Illuminance) , E ไม่น้อยกว่า 9.7Lux
2. ความสว่าง (Luminance) , L ไม่น้อยกว่า 0.75 Cd/m.2
3. ค่าความสม่ำเสมอแสง (Uniformity of Illumination)

$$E_{min} / E_{av} \text{ ไม่น้อยกว่า } 1 / 2.5$$

$$E_{min} / E_{max} \text{ ไม่น้อยกว่า } 1 / 6$$

ตารางที่ 1.1 มาตรฐานความส่องสว่างของกรมทางหลวง

ประเภทถนน STREET CLASSIFICATIONS	ความส่องสว่างเฉลี่ย (ลักซ์) AVERAGE ILLUMINANCE (lux)		
	ในเมือง CENTRAL-URBAN AREAS	ชานเมือง SUB-URBAN AREAS	ชนบท (นอกเมือง) RURAL AREAS
ถนนสายประธาน HIGH GRADE MOTORWAYS	21.5	15.0	10.75
ถนนสายหลัก MAIN ROUTES	21.5	13.0	9.7
ถนนสายรอง SECONDARY ROUTES	13.0	9.7	6.5
ถนนสายย่อย LOCAL ROADS	9.7	6.5	2.1
ทางแยก AT JUNCTION	21.5	21.5	15.0

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาวิจัยหาแนวทางและออกแบบระบบควบคุมความสว่างของหลอดไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานของโคมไฟถนนบนพื้นฐานความปลอดภัยในการคมนาคมได้กำหนดขั้นตอนออกเป็นดังนี้

1.4.1 เพื่อศึกษามาตรฐานค่าความสว่างและรูปแบบการออกแบบและควบคุมของระบบส่องสว่างโคมไฟถนน

1.4.2 ศึกษาข้อมูลพื้นที่เป้าหมายและติดต่อประสานงานในการศึกษาและจัดเก็บข้อมูล

1.4.3 สำรวจปริมาณหลอดโคมไฟถนน ชนิดหลอด ชนิดโคมไฟฟ้า ความสูงของโคม ระยะห่างของเสา ระบบควบคุมการทำงาน และลักษณะช่วงเวลาการใช้ไฟหรือการทำงานของหลอดไฟฟ้า

1.4.4 ศึกษาแนวทางและวิธีการลดการใช้กำลังไฟฟ้าซึ่งประกอบไปด้วย

1.4.4.1 การเปลี่ยนชนิดของหลอดโดยที่หลอดนั้นให้ค่าความสว่างเท่ากันแต่ใช้กำลังไฟฟ้าน้อยลง เช่น หลอด T5, LED

1.4.4.2 การออกแบบระบบควบคุมเปิด-ปิด ที่สามารถตรวจสอบค่าความมืด-สว่างที่แม่นยำ

1.4.4.3 การออกแบบระบบหรีไฟ หรือระบบตัดแยกหลอดไฟฟ้าอัตโนมัติตาม

ช่วงเวลาที่กำหนด

1.4.4.4 การออกแบบระบบการใช้พลังงานทดแทนร่วมกับพลังงานไฟฟ้าหลักโดยเฉพาะพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Energy)

1.4.5 สรุปและรวบรวมผลการศึกษาวิจัยเพื่อจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมส่องสว่างและแนวทางและวิธีการลดการใช้กำลังไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ในชุมชนบ้านสะเดียง

1.4.8 ถ่ายทอดองค์ความรู้และจัดทำเอกสาร / บอร์ดเผยแพร่องค์ความรู้สู่ชุมชนบ้านสะเดียงและองค์กรท้องถิ่น

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1.5.1 กำลังไฟฟ้า (Electrical Power)

คือคุณลักษณะกระแสแรงดัน และความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าในสภาวะปกติไม่ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้ามีการทำงานผิดพลาดหรือเกิดการเสียหาย

1.5.2 แรงดันไฟฟ้า (Voltage)

คือแรงที่กระทำต่ออิเล็กตรอนเพื่อทำให้อิเล็กตรอนไหลในสายไฟ

1.5.3 กระแสไฟฟ้า (Current)

คือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน โดยอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ เมื่อเกิดสภาพขาดอิเล็กตรอนจึงจ่ายประจุไฟฟ้าลบบอกไปแทนที่ ทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนในสายไฟจนกว่าประจุไฟฟ้าบวกจะถูกทำให้เป็นกลางหมด การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือการไหลของอิเล็กตรอนในสายไฟ

1.5.4 ความสว่าง (Luminance)

คือความส่องสว่างที่สะท้อนออกมาจากวัตถุมีหน่วยเป็นแคนเดลา/ตารางเมตร หากวัตถุมีผิวที่มีลักษณะแตกต่างกันหรือมีสีที่ต่างกันก็จะทำให้ค่าความสะท้อนที่ต่างกัน นั่นคือค่าความสว่าง (Luminance) ก็จะต่างกันไปด้วย เช่น หากเราส่องแสงเข้ากระทบกับวัตถุสีขาว ก็จะมีค่าความสว่างมากกว่าวัตถุสีดำ

1.5.5 ค่าความสม่ำเสมอของการกระจายแสง (Uniformity of Illumination)

คือ ค่าความสม่ำเสมอของความสว่างมีความจำเป็นสำหรับการมองเห็น

1.5.6 ความสบายตาในการมองเห็น (Visual Comfort) ของคนขับรถ

1.5.7 สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (Uniformity Ratio)

คือค่าของสัดส่วนระหว่างค่าความสว่างต่ำที่สุดกับค่าความสว่างโดยเฉลี่ย

1.5.8 การจำกัดสภาวะแสงบาดตา (Limitation of glare)

1.5.9 แสงแยงตา (Glare) เกิดขึ้นเมื่อมีความสว่างมาก

1.5.10 สภาวะคอยประสิทธิภาพจากแสงแยงตา (Discomfort Glare)

คือ การรับรู้ของการมองเห็นที่ไม่สบายตา ซึ่งในการออกแบบต้องให้ผู้ขับขี่ยังเกิดความสบายตาในการมอง ลดการมองเห็นวัตถุได้ยากซึ่ง เป็นสภาวะที่มองเห็นวัตถุนั้นไม่ชัดเจนในเวลาสั้น ๆ

1.5.11 สภาวะไร้ประสิทธิภาพจากแสงแยงตา (Disability Glare)

คือ การรับรู้ของการมองเห็นที่ไม่สามารถมองเห็นวัตถุนั้นได้ Disability Glare (Veiling Luminance) จะเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางมาแบบไม่มีทิศทาง จนทะลุผ่านเสมือนทะลุผ่านเนื้อแก้ว ซึ่ง จะเกิดสภาวะการมองเห็นได้น้อยหรือไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ซึ่งก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดสภาวะมองเห็นวัตถุนั้นได้ยาก

1.5.12 โคมไฟฟ้า (luminaire)

คือ หลอดไฟฟ้ามีหน้าที่ให้ความสว่างแต่ส่วนใหญ่จะมีการให้ความสว่างรอบตัว หลอดเองคือ ไม่มีทิศทางการส่องสว่างที่แน่นอน ยกเว้นหลอดประเภทที่มีตัวสะท้อนแสงภายในตัวเอง

1.5.13 ฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent)

คือ หลอดไฟฟ้าแบบชนิดคายประจุ

1.5.14 หลอดไฟฟ้าแบบที่ใช้กับหลอดคายประจุความเข้มสูง (high intensity discharge, HID) ซึ่ง มักจะเป็นหลอดโซเดียมความดันต่ำ หรือ โซเดียมความดันสูง

1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย

1.6.1 เผยแพร่งานวิจัยและองค์ความรู้วิธีการ เทคนิค และระบบควบคุมเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า โคมไฟถนนบนพื้นฐานความปลอดภัยด้านการคมนาคม

1.6.2 เผยแพร่งานวิจัยและองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและมาตรฐานระบบส่องสว่างไฟฟ้าสู่ชุมชนบ้านสะเดียงเพื่อเป็นชุมชนต้นแบบในการพัฒนาและประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้า

1.6.3 เผยแพร่งานวิจัยในระดับท้องถิ่นเพื่อใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาและขยายผลในระดับภูมิภาคสู่ชุมชนและองค์กรบริหารส่วนท้องถิ่น

1.6.4 ตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัย สัมมนาวิชาการระดับชาติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นในการศึกษาการจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและออกแบบชุดควบคุมความสว่างโคมไฟถนนเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าบนพื้นฐานความปลอดภัยในการคมนาคม สำหรับชุมชนต้นแบบบ้านสะเดียงดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ง่ายขึ้นจึงได้แบ่งส่วนการศึกษาในบทนี้ออกเป็นสองส่วนใหญ่คือ การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและส่วนที่สองคือนำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยนี้

2.1 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

งานวรรณกรรม สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง กับโครงการวิจัยสามารถแสดงได้ดังนี้

2.1.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโคมไฟถนนในประเทศไทยของแผนงาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

โดยแผนงานการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโคมไฟถนนในประเทศไทย (Thailand energy efficiency improvement for street lightings) เป็นแผนงานที่ก่อตั้งโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เพื่อส่งเสริมให้มีการปรับปรุงประสิทธิภาพของการใช้พลังงานของโคมไฟถนนในประเทศไทย ทั้งนี้เป้าหมายของแผนงานคือเขต พื้นที่ให้บริการของ กฟภ. โดยจะทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ให้แสงสว่างจากเดิมคือหลอด High Pressure Sodium (HPS) ขนาด 250 วัตต์และทดแทนด้วยหลอด Light Emitting Diode (LED) ขนาด 110 วัตต์ ส่งผลให้ประหยัดพลังงานได้ ถึง 63 % โคมไฟ HPS ซึ่งได้ถูกติดตั้งบนถนนที่อยู่ในพื้นที่ซึ่งอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของกรมทางหลวง,กรมทางหลวงชนบท , และกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น ทั่วทุกภูมิภาคในประเทศไทย โดยชุดหลอด HPS จะถูก เปลี่ยนทดแทนด้วยชุดหลอด LED จำนวน 450, 000 ชุดโดยประมาณ ทั้งนี้ กฟภ. จะดำเนินการตามกิจกรรม แผนงาน และจะทำหน้าที่เป็นหน่วยงานในการประสานงานและบริหารจัดการ

2.1.2 การลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในหลอดไฟไดโอดเปล่งแสงโดยเทคนิคการจัดการควบคุมทางความร้อน

ซึ่งศึกษาการลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟไดโอดเปล่งแสง โดยใช้เทคนิคการควบคุมทางความร้อน ผ่านวงจรไฟฟ้าควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่วงจรกำเนิดแสง (Thermal current management, TCM) อัตราการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟ

ไดโอดเปล่งแสง ทดสอบภายใต้เงื่อนไขสภาวะการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในช่วง 8-21 VDC โดยใช้โมดูลกำเนิดแสงแบบไดโอดขนาด 0.5 W และแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 150-240 VAC โดยใช้หลอดไฟไดโอดเปล่งขนาด 19 W ตามลำดับรวมทั้งทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยรอบของหลอดไฟในช่วง 30-84 °C โดยใช้หลอดไฟขนาด 50 W ให้ความร้อนแก่อากาศโดยรอบโมดูลกำเนิดแสงแบบไดโอด ผลการศึกษาพบว่า การควบคุมทางความร้อนจากกระแสไฟฟ้า สามารถรักษาปริมาณกระแสไฟฟ้าให้ค่อนข้างคงที่ได้เมื่อมีการเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ รวมทั้งเมื่ออุณหภูมิโดยรอบของหลอดไฟไดโอดเปล่งแสงสูงขึ้น โดยสามารถลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟไดโอดเปล่งแสงได้ประมาณ 3.37% เมื่อเทียบกับหลอดไฟไดโอดเปล่งแสงแบบปกติ และสามารถลดได้ประมาณ 53% เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์

2.1.3 คู่มือแนะนำการออกแบบงานไฟฟ้าแสงสว่างถนน และไฟสัญญาณจราจร

การติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการสัญจรให้กับผู้ใช้รถใช้ถนน ในเวลากลางคืน ไฟฟ้าแสงสว่างทำให้ผู้ขับขี่มีทัศนวิสัยในการมองเห็นที่ชัดเจนมากขึ้นหรือเทียบเท่ากับ ในเวลากลางวันและทำให้ผู้ขับขี่สามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารที่สำคัญต่างๆ ได้อย่างครบถ้วนและมีประสิทธิภาพ ความต้องการไฟฟ้าแสงสว่างของถนนในแต่ละบริเวณจะแตกต่างกันไปตามลักษณะทางกายภาพ ของถนน สภาพการจราจรและสภาพแวดล้อมของถนนในแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของข้อมูล ข่าวสารที่ผู้ขับขี่ต้องรับรู้ด้วยการมองเห็นด้วย นอกจากนี้ในบางกรณียังสามารถใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ มาทดแทนไฟฟ้าแสงสว่างได้ ซึ่งมีราคาถูกกว่าและมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน เช่น เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง ปุ่มสะท้อนแสง หลักนำทาง เป้าสะท้อนแสงและไฟกระพริบ เป็นต้น การติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณทางแยกทางร่วม ทางโค้ง และบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงแนวทาง เคนรถ แสงสว่างจะช่วยให้ปลอดภัยยิ่งขึ้น นอกจากนี้ไฟฟ้าแสงสว่างยังมีประโยชน์ด้านความปลอดภัยมาก ในพื้นที่เขตชุมชนหรือในเมือง เพราะไม่เพียงแต่จะทำให้ผู้ใช้ทางมีความปลอดภัยด้านการจราจรเท่านั้น แสงสว่างยังช่วยป้องกันอาชญากรรมให้กับคนเดินเท้าได้อีกด้วย การติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างจะมีประโยชน์ อย่างสมบูรณ์ได้ ถ้ามีการใช้มาตรฐานที่ถูกต้องและจุดที่ติดตั้งไม่ก่อให้เกิดอันตราย

2.1.4 การศึกษาและวิเคราะห์การจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างของถนนทางหลวง

เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการสัญจรให้กับผู้ใช้รถใช้ถนนในเวลากลางคืนไฟฟ้าแสงสว่างทำให้ผู้ขับขี่มีทัศนวิสัยในการมองเห็นที่ชัดเจนมากขึ้น การอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ มาช่วยเพิ่มความปลอดภัย เช่น เครื่องหมายจราจร บนพื้นทาง ปุ่มสะท้อนแสง หลักนำทาง เป้าสะท้อนแสงและไฟกระพริบ เป็นต้น การติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณทางแยกทางร่วมทางโค้งและ

บริเวณที่มีการ เปลี่ยนแปลงแนวทางเดินรถแสงสว่างช่วยให้ปลอดภัยยิ่งขึ้น นอกจากนี้ไฟฟ้าแสงสว่างยังมีประโยชน์ด้านความปลอดภัยมากในพื้นที่เขตชุมชนหรือในเมือง และ ยังช่วยป้องกันอาชญากรรมให้กับคนเดินเท้าได้อีก ตามมาตรฐานกรมทางหลวงจึงมีมาตรฐานในการติดตั้งที่ระบุไว้อย่างชัดเจนจากมาตรฐานการติดตั้งฯ ของ กรมทางหลวงฉบับ กันยายน พ.ศ. 2554

2.2 หนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยนั้นได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการศึกษาเพื่อพัฒนางานวิจัยโดยประกอบไปด้วย

2.2.1 จุฑารัตน์ วันเพ็ชร และยุทธศิลป์ ที่ภักดี. (2552). การออกแบบแสงสว่างในสำนักงานเพื่อประหยัดพลังงาน. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

2.2.2 ชัยวัฒน์ อินบุญนะ อุทัยดาศรี และอานนท์ บริสุทธี. (2554). ระบบควบคุมแสงสว่างภายในอาคารด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์. สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

2.2.3 ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์, เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง, ปีที่พิมพ์ 11 พย. 2556, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

2.2.4 สุจิน มั่งนิมิตร กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม. เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง ไฟฟ้าแสงสว่าง (Street Lighting). กรุงเทพมหานคร, 2554.

2.2.5 ศุภี บรรจงจิต . วิศวกรรมการส่องสว่าง ปีพ.ศ. 2538 , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2.2.6 A. Lavric, V. Popa, I. Finis, C. Males, and A.-M. Gaitan, "An original lighting monitoring and control system using Wireless Sensor Networks, " Use of Modern Information and Communication Technologies, pag. 167-173, 2012.

2.2.7 Yi Luo, Ying Li and Xu Zhan, "Intelligent control system for energysaving of street lamp, " International Conference on Transportation, Mechanical, and Electrical Engineering, pp. 1024-1027, 2011.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิจัยหาแนวทางในการจัดการและออกแบบระบบควบคุมความสว่างของหลอดไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานของโคมไฟถนนบนพื้นฐานความปลอดภัยในการคมนาคมซึ่งได้กำหนดขั้นตอนในการศึกษาได้ดังนี้ซึ่งในแต่ละขั้นตอนนั้นสามารถแสดงซึ่งแผนภาพโดยรวมได้ดังรูปที่ 3.1 และภาพรวมแนวทางและเทคนิคสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.2 และ 3.3 ซึ่งในขั้นตอนหรือวิธีดำเนินการวิจัยนั้นจะประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลักๆซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.1 ศึกษามาตรฐานค่าความสว่างและรูปแบบการออกแบบและควบคุมของระบบส่องสว่างโคมไฟถนน

ในการศึกษาศึกษามาตรฐานค่าความสว่างและรูปแบบการออกแบบและควบคุมของระบบส่องสว่างโคมไฟถนนจะอ้างอิงข้อมูลข้อกำหนดและมาตรฐานทั่วไปงานติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างบนทางหลวง ปี 2554 และหลักการออกแบบระบบส่องสว่างทางวิศวกรรมไฟฟ้า

3.2 ศึกษาข้อมูลพื้นที่เป้าหมายและติดต่อประสานงานในการศึกษาและจัดเก็บข้อมูล

ในการศึกษาข้อมูลพื้นที่เป้าหมายและติดต่อประสานงานในการศึกษาและจัดเก็บข้อมูลจะมุ่งเน้นในการศึกษาในพื้นที่เป้าหมายคือกลุ่มชุมชนบ้านสะเคียงซึ่งจะทำการติดต่อผู้นำชุมชนในการเข้าสำรวจโดยข้อมูลในการสำรวจนั้นจะประกอบไปด้วย ปริมาณหลอดโคมไฟถนน ชนิดหลอด ชนิดโคมไฟฟ้า ความสูงของโคม ระยะห่างของเสา ระบบควบคุมการทำงาน และลักษณะช่วงเวลาการใช้ไฟหรือการทำงานของหลอดไฟฟ้า

3.3 สำรวจปริมาณหลอดโคมไฟถนน ชนิดหลอด ชนิดโคมไฟฟ้า ความสูงของโคม ระยะห่างของเสา ระบบควบคุมการทำงาน และลักษณะช่วงเวลาการใช้ไฟหรือการทำงานของหลอดไฟฟ้า

ในการศึกษาและสำรวจนั้นจะทำการศึกษาปริมาณหลอดโคมไฟถนน ชนิดหลอด ชนิดโคมไฟฟ้า ความสูงของโคม ระยะห่างของเสา ระบบควบคุมการทำงาน และลักษณะช่วงเวลาการใช้ไฟหรือการทำงานของหลอดไฟฟ้าเพื่อนำข้อมูลในการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าพื้นฐานเพื่อ

เป็นข้อมูลฐานตั้งต้นก่อนที่จะมีการปรับปรุงหรือเสนอแนะในการจัดการเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

3.4 ศึกษาแนวทางและวิธีการลดการใช้กำลังไฟฟ้า

ในการศึกษาศึกษาแนวทางและวิธีการลดการใช้กำลังไฟฟ้า ไฟส่องสว่างถนนนั้นได้กำหนดแนวทางเบื้องต้นดังนี้

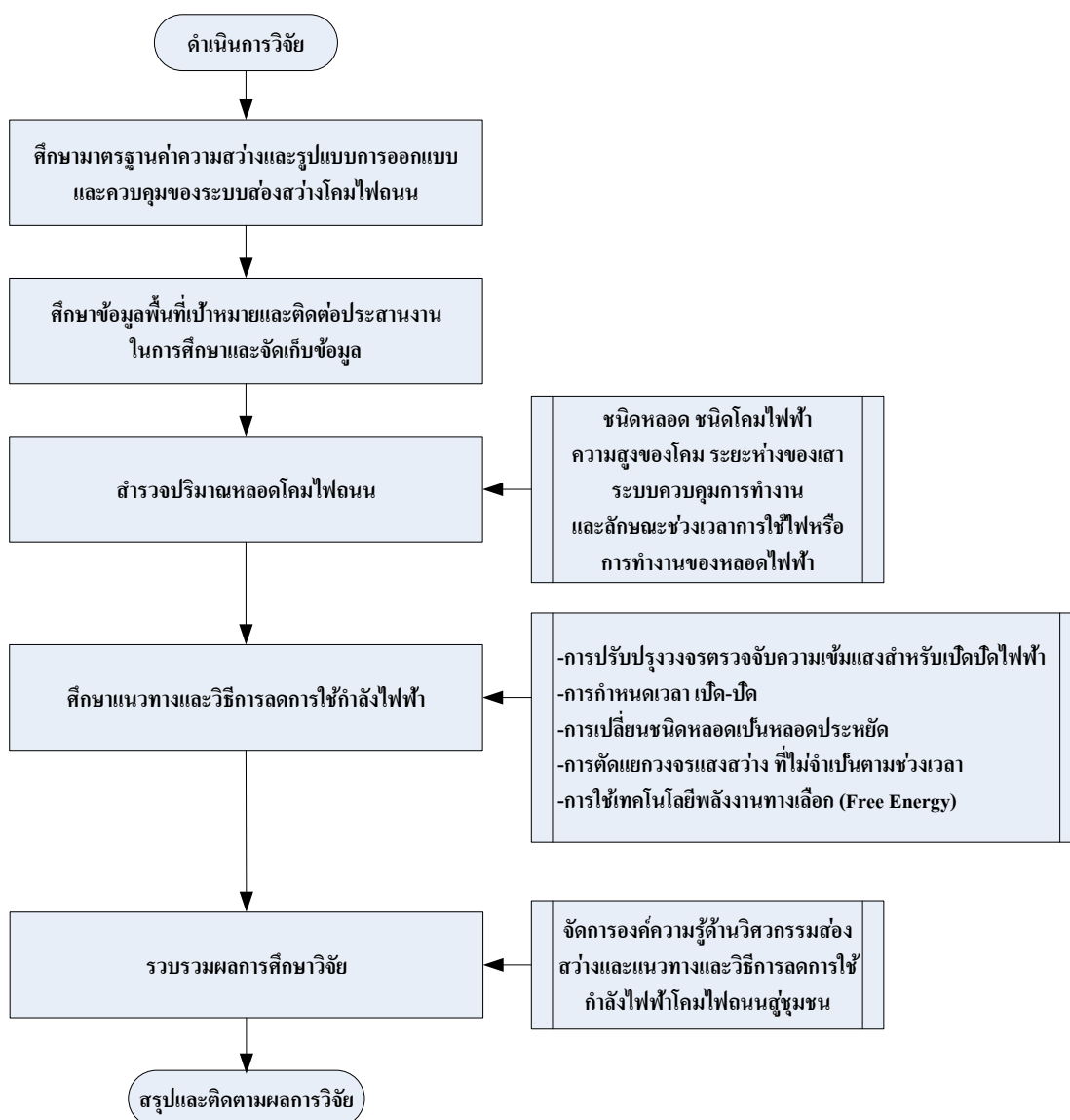
- การปรับปรุงวงจรตรวจจับความเข้มแสงสำหรับ เปิด-ปิด ไฟฟ้าเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์นั้นตรวจจับความเข้มแสงได้ถูกต้องและแม่นยำเพื่อลดความผิดพลาดในการทำงานของอุปกรณ์ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับความเข้มแสงนั้นส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการสั่งการเปิดปิดไฟฟ้าส่องสว่างแบบอัตโนมัติ หากอุปกรณ์ดังกล่าวทำงานผิดพลาดก็อาจทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน เช่นสั่งให้เปิดไฟฟ้าในขณะที่ค่าความเข้มแสงยังสูงอยู่

- การกำหนดเวลา เปิด-ปิด ซึ่งการกำหนดเวลาในการเปิดปิดนั้นส่วนใหญ่จะใช้ชุดวงจรตรวจจับความเข้มแสงในการสั่งการแบบอัตโนมัติแต่หากสามารถหนดช่วงเวลาในการเปิดปิดได้อีกซึ่งไม่ส่งผลต่อค่าความส่องสว่างในการคมนาคมมากนักก็อาจทำให้สามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อีกทาง

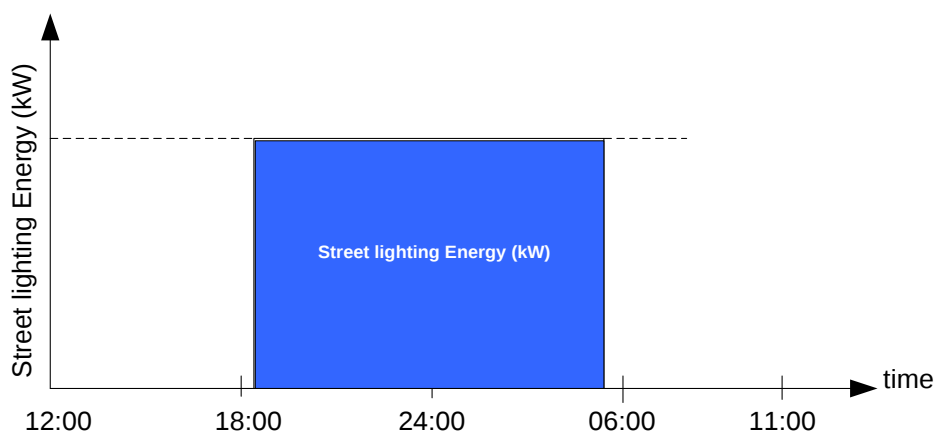
- การเปลี่ยนชนิดหลอดเป็นหลอดประหยัด ไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันมีการพัฒนาหลอดไฟฟ้าแบบต่างๆซึ่งมีขีดความสามารถในการให้ค่าความสว่างที่สูงในขณะที่ใช้ปริมาณกำลังไฟฟ้าน้อยเช่น หลอดไฟฟ้าชนิด แอลอีดี นอกจากใช้กำลังไฟฟ้าน้อยแล้วอายุการใช้งานก็นานขึ้นเมื่อเทียบกับหลอดส่องสว่างแบบฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น

- การตัดแยกวงจรแสงสว่าง ที่ไม่จำเป็นตามช่วงเวลา จะเป็นการออกแบบระบบไฟฟ้าที่สามารถตัดแยกระบบส่องสว่างในจุดที่ไม่ค่อยมีการคมนาคม เช่นช่วงกลางถนนในซอย ยกเว้นตามทางแยกหรือหัวมุมถนน ในช่วงเวลา 02:00-04:00 น. หากสามารถตัดแยกระบบได้เองอัตโนมัติก็จะช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้

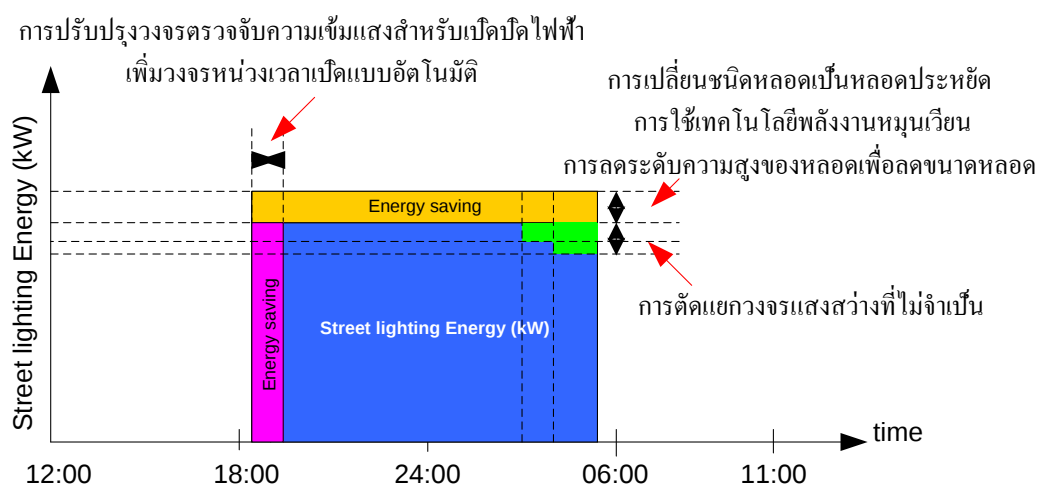
- การใช้เทคโนโลยีพลังงานทางเลือก (Free Energy) จะเป็นการนำพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทางเลือกเช่นพลังงานไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้มาฟรีหากไม่คำนึงต้นทุนซึ่งเหมาะสมสำหรับไฟฟ้าที่ทำงานตลอดเวลาในช่วงกลางวันเช่น ไฟเตือนตามทางแยกและทางโค้งต่างๆ ซึ่งก็จะช่วยให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อีกช่องทาง



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย



รูปที่ 3.2 พลังงานโดยรวมสำหรับไฟถนนในช่วงเวลา 18:30-05:30



รูปที่ 3.3 ภาพรวมแนวทางแนวทางในการจัดการและเทคนิคการประหยัดพลังงาน

จากรูปที่ 3.2 แสดงภาพโดยรวมสำหรับไฟถนนในช่วงเวลา 18:30-05:30 ในส่วนรูปที่ 3.3 นั้นแสดงแนวทางในการจัดการและเทคนิคการประหยัดพลังงานในการศึกษาวิจัยในเล่มนี้ซึ่งสามารถลดพลังงานลงได้ทั้งในพื้นที่สีส้มและพื้นที่สีม่วง และในถนนบางช่วงสามารถออกแบบระบบตัดแยกไฟฟ้าส่องสว่างได้ในบางช่วง ซึ่งจะเลือกในช่วงถนนที่ไม่ค่อยมีการจราจรหรือในพื้นที่ที่ไม่ใช่ทางโค้ง ทางแยก ซึ่งสามารถตัดแยกได้เช่นในช่วงเวลา 03:00-04:00 และ 04:00-05:30

เป็นต้น ดังแสดงในพื้นที่สีเขียวดังนั้นพลังงานที่ใช้สำหรับไฟถนนนั้นสามารถแสดงได้ดังพื้นที่สี
น้ำเงิน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิจัยหาแนวทางและออกแบบระบบควบคุมความสว่างของหลอดไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานของโคมไฟถนนบนพื้นฐานความปลอดภัยในการคมนาคมโดยชุมชนเป้าหมายคือชุมชนบ้านสะเดียงซึ่งผลในการศึกษาเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจนั้นสามารถแสดงได้ตามขั้นตอนในแต่ละวิธีการวิจัยโดยสามารถกำหนดขั้นตอนออกเป็นดังนี้

4.1 ผลการศึกษามาตรฐานค่าความสว่างและรูปแบบการออกแบบและควบคุมของระบบส่องสว่างโคมไฟถนน

ในการศึกษามาตรฐานค่าความสว่างและรูปแบบการออกแบบและควบคุมของระบบส่องสว่างโคมไฟถนนจะอ้างอิงข้อมูลข้อกำหนดและมาตรฐานทั่วไปงานติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างบนทางหลวง ปี 2554 และหลักการออกแบบระบบส่องสว่างทางวิศวกรรมไฟฟ้า

มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะจำเป็นต้องดำเนินการโดยคำนึงถึงหลักวิชาการ เพื่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนเป็นสำคัญ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

4.1.1 มาตรฐานความส่องสว่าง

ถนนสายหลัก ถนนสายรอง ทางแยก วงเวียนที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร

ตารางที่ 4.1 ความต้องการแสงสว่างสำหรับไฟถนน

ประเภทถนน	ความส่องสว่างเฉลี่ยวัดในแนวระดับต่ำสุด (lux)
1. ถนนสายหลัก	15
2. ถนนสายรอง	10
3. ทางแยก	22
4. วงเวียนที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร	15

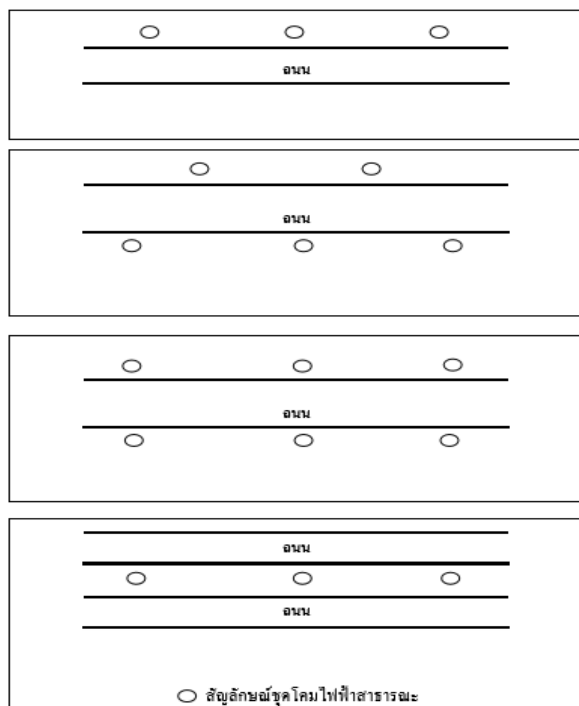
สวนสาธารณะ ตลาด สนามเด็กเล่น ลานจอดรถสาธารณะ ลานกีฬาชุมชน สะพาน สะพานลอยคนข้าม ทางเดินเท้า ทางม้าลาย ศาลาที่พักผู้โดยสารรถประจำทาง ป้ายจอดรถประจำทาง (ไม่มีศาลา) ในบริเวณใดที่มีความเสี่ยงต่ออาชญากรรม การลักขโมย หรือมีปัญหาเกี่ยวกับกลุ่ม มิจฉาชีพสูง ควรเพิ่มความส่องสว่างให้มากขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.2 ความต้องการแสงสว่างสำหรับพื้นที่สาธารณะ

ชนิดของพื้นที่	ความส่องสว่างเฉลี่ยวัดในแนวระดับต่ำสุด (lux)
สวนสาธารณะ	10
ในตลาด (ในอาคาร)	100
ลานตลาด (นอกอาคาร)	30
สนามเด็กเล่น	50
ลานจอดรถสาธารณะ	15
ลานกีฬาชุมชน	50
สะพาน	30
สะพานลอยคนข้าม	15
ทางเดินเท้า (ปูคบาท)	7
ทางม้าลาย	45
ศาลาที่พักผู้โดยสารรถประจำทาง	30
ป้ายจอดรถประจำทาง (ไม่มีศาลา)	7

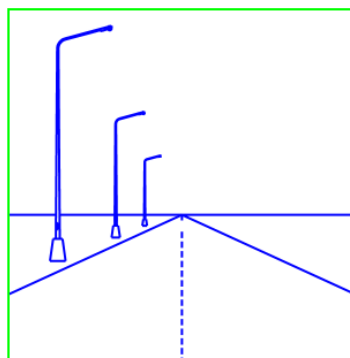
4.1.2 รูปแบบการติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะตามแนวนอน ทางแยก วงเวียน

สามารถเลือกชนิดของโคมไฟ และดวงโคมที่จะใช้งานได้ตามความเหมาะสม และ สอดคล้องกับ ภูมิทัศน์ของพื้นที่นั้นๆ สำหรับการกำหนดรูปแบบในการติดตั้ง (รูปที่ 4.1) สามารถ ดำเนินการได้ดังนี้



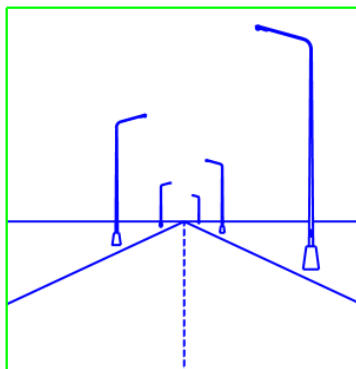
รูปที่ 4.1 การกำหนดรูปแบบ และจุดติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะตามแนวนอนตามข้อ 4.1.2

4.1.2.1 ติดตั้งฝั่งเดียวกันของถนน เหมาะสำหรับถนนเล็กๆ ในซอย หรือทางเท้า (รูปที่ 4.2)



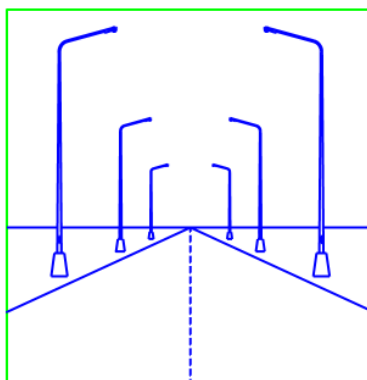
รูปที่ 4.2 ติดตั้งฝั่งเดียวกันของถนน เหมาะสำหรับถนนเล็กๆ ในซอย หรือทางเท้า

4.1.2.2 ติดตั้งสองฝั่งถนน สลับกัน เหมาะสำหรับถนนกว้างไม่เกิน 6 เมตร (รูปที่ 4.3)



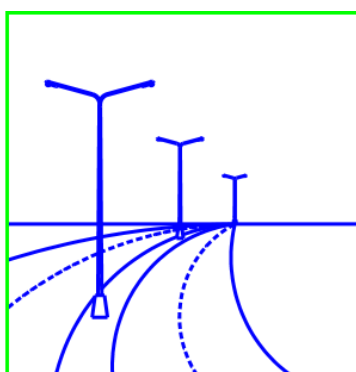
รูปที่ 4.3 ติดตั้งสองฝั่งถนน สลับกัน เหมาะสำหรับถนนใหญ่ปานกลาง

4.1.2.3 ติดตั้งสองฝั่งถนน ตรงข้ามกัน เหมาะสำหรับถนนกว้าง 8 เมตร ขึ้นไป (รูปที่ 4.4)



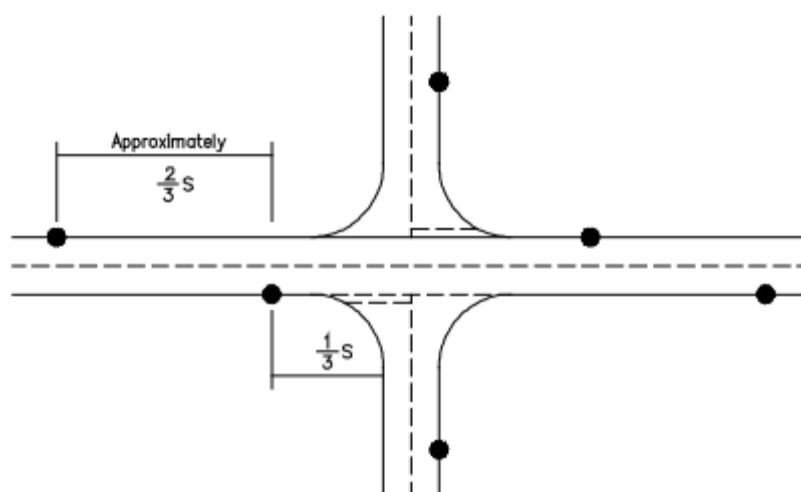
รูปที่ 4.4 ติดตั้งสองฝั่งถนน ตรงข้ามกัน เหมาะสำหรับถนนกว้าง 8 เมตรขึ้นไป

4.1.2.4 ติดตั้งกลางถนนโดยแยกโคมไฟฟ้าเป็นสองทางในเสาต้นเดียวกัน เหมาะสำหรับถนน กว้าง 8 เมตร ขึ้นไป และมีเกาะกลางถนน (รูปที่ 4.5)



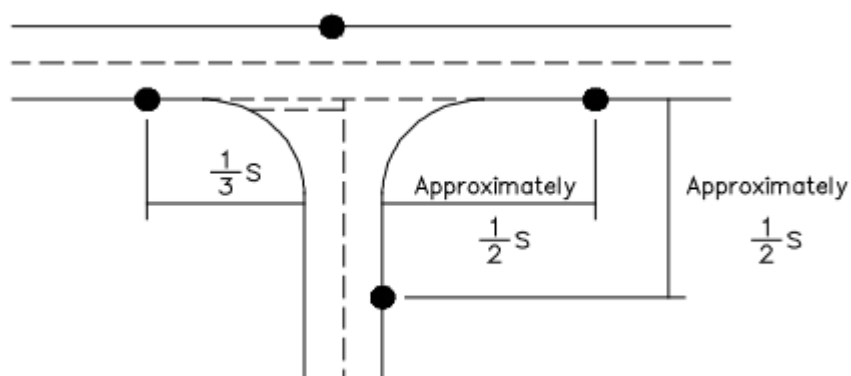
รูปที่ 4.5 ติดตั้งกลางถนนโดยแยกโคมไฟเป็นสองทางในเสาต้นเดียวกัน

4.1.2.5 การติดตั้งโคมไฟที่ทางสี่แยก (Cross-Road) (รูปที่ 2-6) ซึ่งจะมีระบบติดตั้งดีกว่าการติดตั้งตามแนวนอนปกติ



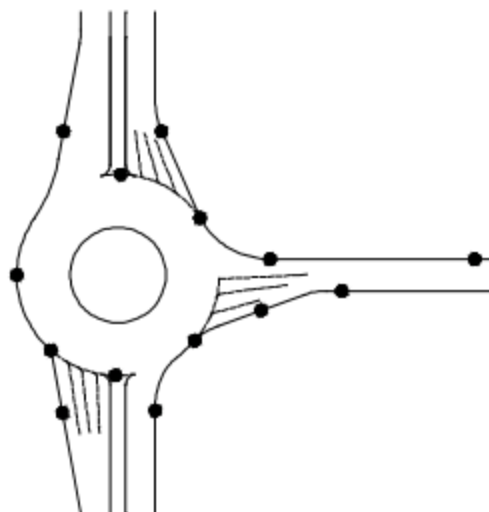
รูปที่ 4.6 แสดงการติดตั้งโคมไฟที่ทางสี่แยก (Cross-Road)

4.1.2.6 การติดตั้งโคมไฟที่ทางสามแยก (T-Junction) (รูปที่ 4.7) ซึ่งจะมีระบบติดตั้งดีกว่าการติดตั้งตามแนวนอนปกติ



รูปที่ 4.7 แสดงการติดตั้งโคมไฟที่ทางสามแยก (T-Junction)

4.1.2.7 การติดตั้งโคมไฟที่ทางในวงเวียน (Round About) (รูปที่ 2-8)



รูปที่ 4.8 แสดงการติดตั้งโคมไฟที่ทางในวงเวียน (Round About)

4.1.3 ระยะห่างระหว่างจุดติดตั้งดวงโคมกับขอบถนนที่สัมพันธ์กับความเร็วของยานพาหนะ

ในการกำหนดจุดติดตั้งโคมไฟจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม และหลีกเลี่ยงการติดตั้งหน้าอาคารซึ่งกีดขวางทางสัญจร หน้าสถานที่สำคัญ และสถานที่ที่น่าสนใจ เช่น อนุสาวรีย์ โบสถ์ และ อาคารที่มีสถาปัตยกรรมสวยงาม เพราะจะทำให้ลายทัศนียภาพ และความสวยงาม นอกจากนี้เสาดวงโคมที่ติดตั้งริมถนน จะเป็นสิ่งกีดขวางที่อาจจะเกิดอันตรายจากการเฉี่ยวชน ของยานพาหนะที่สำคัญๆไปมาได้ ดังนั้นเพื่อลดอุบัติเหตุและความรุนแรงของการเฉี่ยวชน จึงควรที่จะ ติดตั้งเสาดวงโคมให้ห่างขอบถนน(ผิวการจราจร) ให้มาก ทั้งนี้ระยะห่างจากขอบถนนถึงจุดติดตั้งเสาดวง โคมยิ่งมาก จะลดความรุนแรงเนื่องจากการเฉี่ยวชนได้มากขึ้นกัน อย่างไรก็ตามการกำหนดระยะห่างจากขอบถนนเพื่อติดตั้งโคมไฟจะต้องให้สอดคล้องกับการกำหนดความเร็วของยานพาหนะที่สำคัญในถนนสาย นั้นด้วย ตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ระยะห่างความปลอดภัยระหว่างจุดติดตั้งดวงโคม กับขอบถนนที่สัมพันธ์กับความเร็วของยานพาหนะ

ความเร็วของยานพาหนะ (ก.ม./ชั่วโมง)	ระยะห่างจากขอบถนน (เมตร)
50	0.8
80	1-1.5
100	อย่างน้อย 1.5
120	อย่างน้อย 1.5

หมายเหตุ

1. ความเร็วของยานพาหนะ เป็นความเร็วตามกฎหมายกำหนด

2. ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติตามตารางที่ 4.3 ได้ เนื่องจากไม่มีพื้นที่ระยะห่างจากขอบถนนเพียงพอ ให้สามารถติดตั้งเสาดวงโคมได้ในระยะไม่ต่ำกว่า 0.65 เมตร พร้อมมีที่กำบังเสาดวงโคม (Barrier) ความสูง 0.9 – 1.30 เมตร พร้อมทั้งแผ่นสะท้อนแสงสีเหลืองสลับดำ ติดกับที่กำบังนั้นด้วย

4.1.4 ระยะห่างของจุดติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะ

หมายถึง ระยะห่างระหว่างจุดติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ซึ่งหากเป็น การติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะตามแนวถนนก็จะติดตั้งดวงโคมที่เสาไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ ตามแนวถนนนั้น ระยะห่างระหว่างเสาของการไฟฟ้าฯ จะกำหนดไว้ประมาณ 20 เมตร 40 เมตร และ 80 เมตร ขึ้นอยู่กับขนาด ของสายไฟฟ้าที่พาดบนเสาไฟฟ้า ดังนั้นการติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะตามแนวถนนจึงจะใช้ ระยะห่างระหว่าง เสาดังกล่าว แต่บางแห่งเสาไฟฟ้าปักไว้ในเขตทางที่อยู่ห่างถนนมาก (เขตทาง 30-40 เมตร) หากติดตั้งที่ เสาไฟฟ้าจะไม่สามารถให้แสงสว่างได้ตามต้องการ จำเป็นที่จะต้องใช้โคมไฟพร้อมเสาดวงโคมหรือเสา คอนกรีตเพื่อติดตั้งตามไหล่ทางหรือทางเท้า ซึ่งสามารถกำหนด ระยะห่างได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ ต้องจัดให้มีระดับแสงสว่างเป็นไปตามมาตรฐานความส่องสว่าง ข้อ 4.1.1

4.2 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นที่เป้าหมายและการจัดเก็บข้อมูล

ในการศึกษาข้อมูลพื้นที่เป้าหมายและติดต่อประสานงานในการศึกษาและจัดเก็บข้อมูลจะ มุ่งเน้นในการศึกษาในพื้นที่เป้าหมายคือกลุ่มชุมชนบ้านสะเดียงซึ่งจะทำการติดต่อผู้นำชุมชนใน

การเข้าสำรวจโดยข้อมูลในการสำรวจนั้นจะประกอบไปด้วย ปริมาณหลอดโคมไฟถนน ชนิดหลอด ชนิดโคมไฟฟ้า ความสูงของโคม ระยะห่างของเสา ระบบควบคุมการทำงาน และลักษณะช่วงเวลาการใช้ไฟหรือการทำงานของหลอดไฟฟ้า

โดยในการศึกษานั้นได้กำหนดแผนที่ชุมชนในการศึกษาของชุมชนบ้านสะเดียงดังแสดงในรูปที่ 4.9 ในการสำรวจเพื่อจัดทำแผนผังระบบส่องสว่างและทำการประเมินการใช้พลังงานเบื้องต้น โดยในแผนผังนั้นได้แบ่งการออกสำรวจออกเป็น 4 พื้นที่ด้วยกันคร่าวๆ ซึ่งพื้นที่ทั้ง 4 นั้นจะถูกแบ่งด้วยถนนสายหลักดังรูป



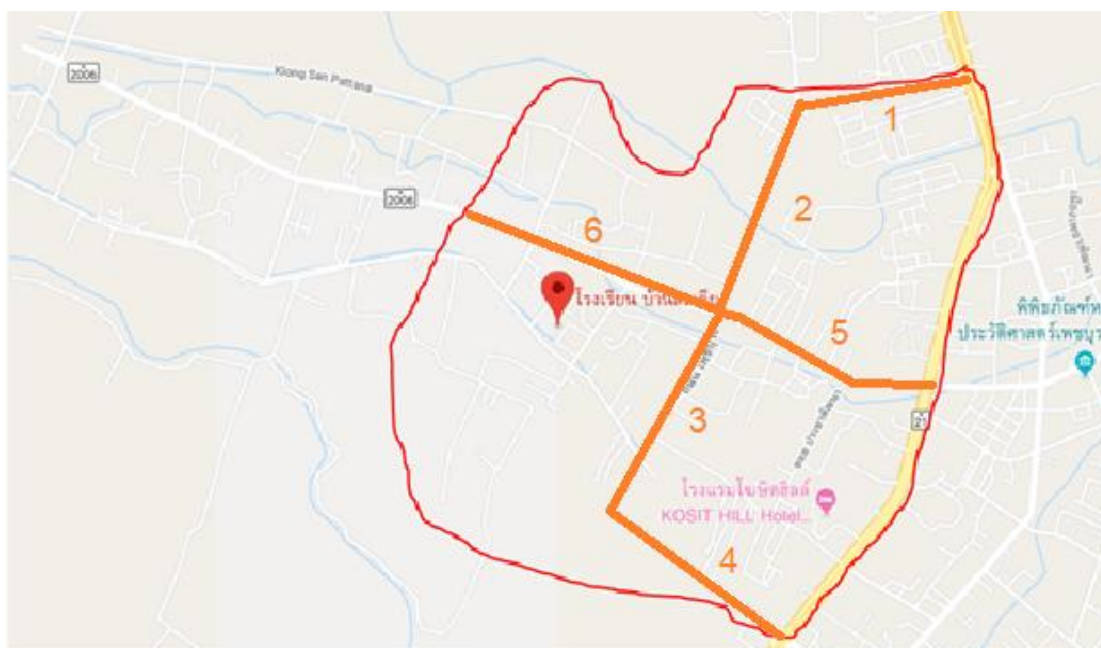
รูปที่ 4.9 แผนผังการสำรวจระบบส่องสว่างชุมชนบ้านสะเดียง

4.3 ผลการสำรวจปริมาณหลอดโคมไฟถนน ชนิดหลอด ชนิดโคมไฟฟ้า ความสูงของโคม ระยะห่างของเสา ระบบควบคุมการทำงาน และลักษณะช่วงเวลาการใช้ไฟหรือการทำงานของหลอดไฟฟ้า

ในการศึกษาและสำรวจนั้นจะทำการศึกษาปริมาณหลอดโคมไฟถนน ชนิดหลอด ชนิดโคมไฟฟ้า ความสูงของโคม ระยะห่างของเสา ระบบควบคุมการทำงาน และลักษณะช่วงเวลาการใช้ไฟหรือการทำงานของหลอดไฟฟ้าเพื่อนำข้อมูลในการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าพื้นฐานเพื่อเป็นข้อมูลฐานตั้งต้นก่อนที่จะมีการปรับปรุงหรือเสนอแนะในการจัดการเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งในการวางแผนสำรวจนั้นได้กำหนดในการสำรวจคือ จำนวนหลอดไฟฟ้าของถนนสายหลัก และ

ถนนสายย่อย (ซอย) ในชุมชนโดยเน้นในชุมชนพื้นที่ที่ 1 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อจัดการแสงไฟและออกแบบระบบควบคุมความสว่างของหลอดไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานของโคมไฟถนน

4.3.1 แผนที่ระบบไฟส่องสว่างถนนสายหลัก



รูปที่ 4.10 แผนผังการสำรวจระบบส่องสว่างถนนสายหลัก

ตารางที่ 4.4 การสำรวจปริมาณหลอดโคมไฟถนนสายหลัก

ถนน หมายเลข	ชนิดหลอดไฟ	ความสูง (เมตร)	ระยะห่าง (เมตร)	ขนาด 250W/หลอด		กำลังไฟฟ้า (Watt)
				โคม	หลอด/โคม	
1	HID	15	50	36	1	9000
2	HID	15	50	52	1	13000
3	HID	15	50	52	1	13000
4	HID	15	50	48	1	12000
5	HID	10	25	34	1	8500

6	HID	10	25	36	1	9000
รวม	HID	-	-	254	1	63500

*HID =หลอดคายประจุความเข้มสูง (High Intensity Discharge)

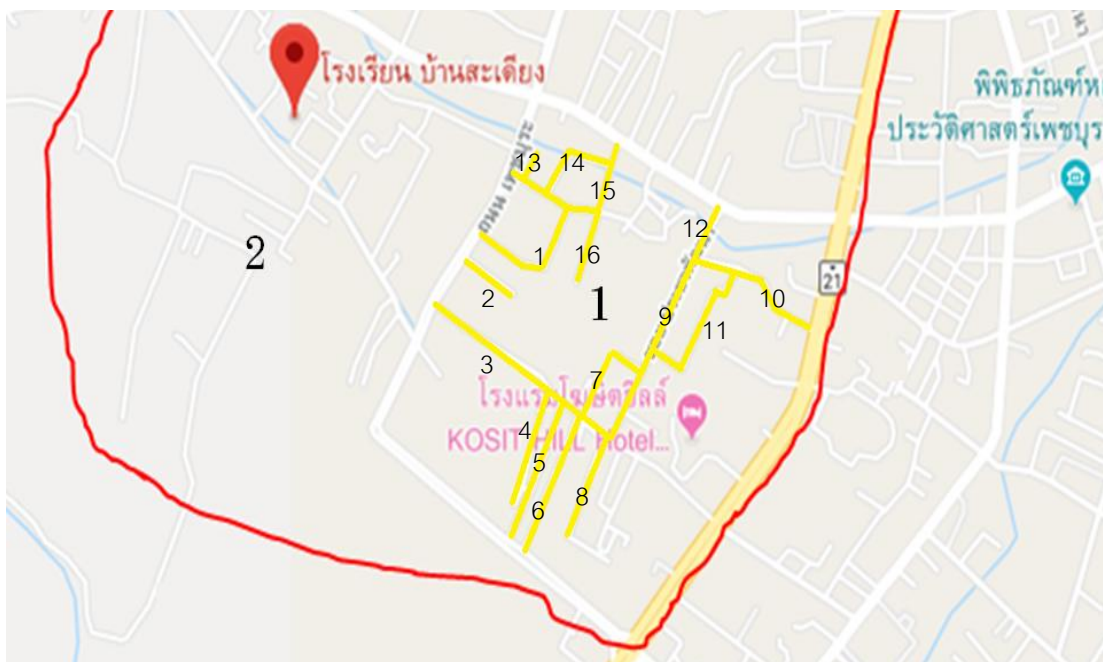
ซึ่งจากรูปที่ 4.10 สามารถแยกถนนสายหลักออกเป็น 6 ช่วงด้วยกันซึ่งผลการสำรวจนั้นจะแบ่งออกเป็น 6 ช่วงเช่นกันดังตารางที่ 4.4 โดยกำลังไฟรวมเฉพาะถนนสายหลักนั้นคิดเป็น 63.5 kWh โดยรูปลักษณะหลอดโคมไฟชนิด HID จะเป็นดังรูปที่ 4.11

โคมไฟถนนหลังเต่าใหญ่ 250-400w SC532



รูปที่ 4.11 โคมไฟชนิด

4.3.2 แผนที่ระบบไฟส่องสว่างถนนในชุมชนพื้นที่ที่ 1



รูปที่ 4.12 แผนผังการสำรวจระบบส่องสว่างชุมชนบ้านสะเดียง

ตารางที่ 4.5 การสำรวจปริมาณหลอดโคมไฟถนนสายย่อยในพื้นที่ชุมชนที่ 1

ถนน หมายเลข	ชนิดหลอดไฟ	ความสูง (เมตร)	ระยะห่าง (เมตร)	ขนาด 36W/หลอด		กำลังไฟฟ้า (Watt)
				โคม	หลอด/โคม	
1	FL	10	25	9	2	828
2	FL	10	25	6	2	552
3	FL	10	25	13	2	1196
4	FL	10	50	5	2	460
5	FL	10	50	5	2	460
6	FL	10	50	7	2	644
7	FL	10	25	6	2	552
8	FL	10	25	8	2	736

9	FL	7	25	17	2	1564
10	FL	10	25	12	2	1104
11	FL	10	25	6	2	552
12	FL	10	25	4	2	368
13	FL	10	25	3	2	276
14	FL	10	25	6	2	552
15	FL	10	25	10	2	920
16	FL	10	25	4	2	368
รวม	FL	-	-	121	242	11,132

* FL=หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent) คัดที่ หลอด 36 W รวมบัลลาสต์เป็น 46 W/หลอด

โคมไฟถนนโพลีคาร์บอเนต สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์



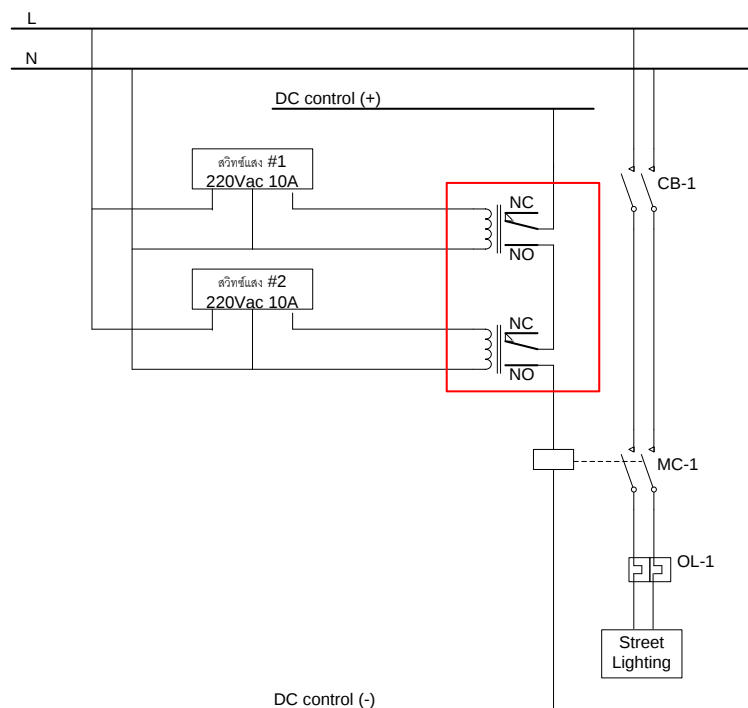
รูปที่ 4.13 โคมไฟฟ้าชนิด หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent)

ซึ่งจากรูปที่ 4.12 สามารถแยกถนนสายย่อยในชุมชนออกเป็น 16 ช่วงด้วยกันซึ่งผลการสำรวจนั้นจะแบ่งออกเป็น 16 ช่วงเช่นกันดังตารางที่ 4.5 โดยกำลังไฟฟ้ารวมเฉพาะถนนสายย่อยในพื้นที่ที่ 1 นั้นคิดเป็น 11.132 kWh โดยรูปลักษณะหลอดโคมไฟฟ้าชนิด FL จะเป็นดังรูปที่ 4.13

4.4 ผลศึกษาแนวทางและวิธีการลดการใช้กำลังไฟฟ้า

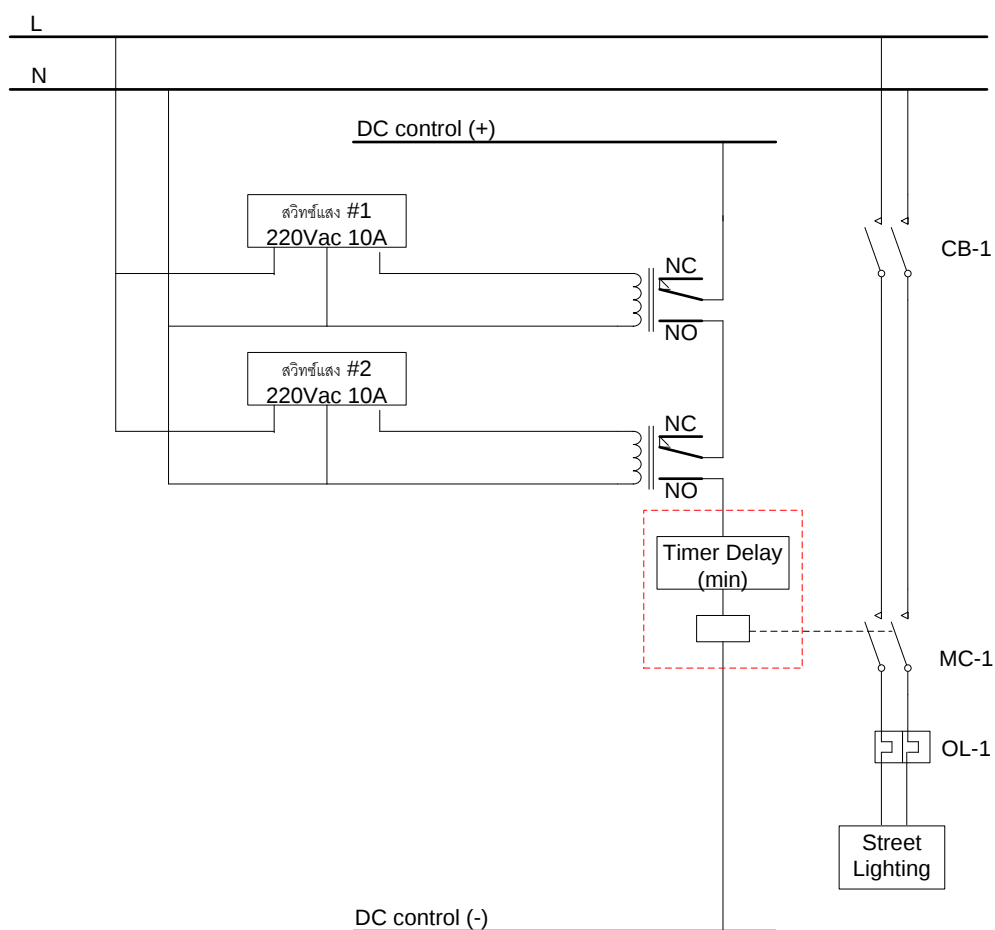
ในการศึกษาศึกษาแนวทางและวิธีการลดการใช้กำลังไฟฟ้า ไฟส่องสว่างถนนนั้นได้กำหนดแนวทางเบื้องต้นดังนี้

4.4.1 การปรับปรุงวงจรตรวจับความเข้มแสงสำหรับ เปิด-ปิดไฟฟ้าเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์นั้นตรวจับความเข้มแสงได้ถูกต้องและแม่นยำเพื่อลดความผิดพลาดในการทำงานของอุปกรณ์ซึ่งอุปกรณ์ตรวจับความเข้มแสงนั้นส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการสั่งการเปิดปิดไฟฟ้าส่องสว่างแบบอัตโนมัติ หากอุปกรณ์ดังกล่าวทำงานผิดพลาดก็อาจทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน เช่นสั่งให้เปิดไฟฟ้าในขณะที่ค่าความเข้มแสงยังสูงอยู่ ซึ่งในผลการศึกษาพบวาระบบสั่งการทำงานของระบบส่องสว่างไฟถนนจะเปิด-ปิดไฟฟ้าแบบอัตโนมัติด้วยวงจรตรวจับความเข้มแสง ดังนั้นในการปรับปรุงวงจรตรวจับความเข้มแสงจะทำการเพิ่มและอนุกรมชุดตรวจความเข้มแสงอีกหนึ่งตัว นั่นหมายความว่าวงจรตรวจับความเข้มแสงสำหรับ เปิด-ปิดไฟฟ้าต้องตรวจับความเข้มแสงทั้งสองตัวถึงจะสามารถสั่งเปิดไฟได้ แต่ในกรณีปิดไฟ แค่ตัวหนึ่งตัวก็ปิดไฟได้ ดังแสดงการออกแบบได้ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 วงจรอนุกรมชุดตรวจความเข้มแสง

4.4.2 การกำหนดเวลา เปิด-ปิด ซึ่งการกำหนดเวลาในการเปิดปิดนั้นส่วนใหญ่จะใช้ชุดวงจรตรวจับความเข้มแสงในการสั่งการแบบอัตโนมัติแต่หากสามารถหน่วงเวลาในการเปิดปิดได้อีกซึ่งไม่ส่งผลต่อค่าความส่องสว่างในการคมนาคมมากนักก็อาจทำให้สามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อีกทาง ซึ่งในการออกแบบนั้นจะเพิ่มชุดหน่วงเวลา (Timer Delay) โดยชุดหน่วงเวลาจะช่วยยืดเวลาในการเปิดได้เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพที่แท้จริง



รูปที่ 4.15 วงจรอนุกรมชุดตรวจความเข้มแสงและชุดหน่วงเวลา

4.4.3 การเปลี่ยนชนิดหลอดเป็นหลอดประหยัดไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันมีการพัฒนาหลอดไฟฟ้าแบบต่างๆซึ่งมีขีดความสามารถในการให้ค่าความสว่างที่สูงในขณะที่ใช้ปริมาณกำลังไฟฟ้าน้อย เช่น หลอดไฟฟ้าชนิด แอลอีดี นอกจากใช้กำลังไฟฟ้าน้อยแล้วอายุการใช้งานก็นานขึ้นเมื่อเทียบกับหลอดส่องสว่างแบบฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น

โดยในการศึกษานั้นได้หยิบยกการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าแบบฟลูออเรสเซนต์ซึ่งในผลการสำรวจนั้นไฟถนนย่อยในชุมชนส่วนใหญ่จะใช้หลอด T8 ดังนั้นในการศึกษาวิจัยจะนำเสนอโดยการเปรียบเทียบในการเปลี่ยนมาใช้หลอดพลังงาน T5 ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 พลังงานไฟฟ้าหลังเปลี่ยนหลอดโคมไฟถนนสายย่อยในพื้นที่ชุมชนที่ 1 จาก T8 เป็น T5

ถนน หมายเลข	ชนิดหลอดไฟ	ความสูง (เมตร)	ระยะห่าง (เมตร)	ขนาด 28W/หลอด		กำลังไฟฟ้า (Watt)
				โคม	หลอด/โคม	
1	FL	10	25	9	2	558
2	FL	10	25	6	2	372
3	FL	10	25	13	2	806
4	FL	10	50	5	2	310
5	FL	10	50	5	2	310
6	FL	10	50	7	2	434
7	FL	10	25	6	2	372
8	FL	10	25	8	2	496
9	FL	7	25	17	2	1054
10	FL	10	25	12	2	744
11	FL	10	25	6	2	372
12	FL	10	25	4	2	248
13	FL	10	25	3	2	186
14	FL	10	25	6	2	372
15	FL	10	25	10	2	620
16	FL	10	25	4	2	248
รวม	FL	-	-	121	242	7,502

* FL=หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent) ชนิดหลอด 28 W รวมบัลลาสต์เป็น 31 W/หลอด

ซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 ซึ่งเดิมทีเดียวเราใช้หลอดหลอดอ้วน หรือ T12 ซึ่งใช้ไฟฟ้า 40 วัตต์ เมื่อประมาณสิบปีมาแล้ว สำนักงาน คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ และ กฟผ. ได้กำหนดมาตรการให้มีการเลิกผลิตหลอดอ้วน และมาผลิตและจำหน่ายหลอด ผอม หรือ T8 โดย T8 ใช้ไฟฟ้า 36 วัตต์ จึงลดการใช้ไฟฟ้าได้ 10% ภายในสามปีประเทศไทยก็ เลิกใช้หลอดอ้วนและใช้หลอดผอมจนทุกวันนี้ โดยเทคโนโลยีหลอดไฟฟ้าได้มีการพัฒนาก้าวหน้าไปเรื่อยๆ เริ่ม มีการใช้หลอดผอมใหม่ หรือ T5 ที่ใช้ไฟฟ้าเพียง 28 วัตต์ ซึ่งเมื่อรวม บัลลาสต์ แล้วใช้ไฟฟ้า 31 วัตต์ เทียบกับ 46 วัตต์ สำหรับหลอด T8 รวมบัลลาสต์ จึงทำให้ประหยัดไฟฟ้าได้ถึง 30% แต่ปัญหา คือ ราคาติดตั้งค่อนข้างแพง แต่เมื่อทำการศึกษพบว่าสามารถประหยัดพลังงานได้จาก 11.132 kWh เหลือ 7.502 kWh

ในส่วนของหลอดโคมไฟถนนสายหลัก หากเปลี่ยนมาใช้เป็นหลอดแอลอีดีแทน ราคาของอุปกรณ์ต่อ 1 ชุด ราคาหลอดแสงจันทร์ (HID) เฉพาะหลอดอย่างเดียวราคาค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อรวมอุปกรณ์ตัวโคม บัลลาสต์ แคป และอิเล็กทรอนิกส์เข้าไป ราคาค่อนข้างสูงขึ้นมาพอสมควร

ราคาหลอดไฟไม่รวมโคมของหลอดแสงจันทร์ ขนาด 250 วัตต์ (Phillips HPL-N,12700lm,16000 ช.ม.) ราคาเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 350-450 บาท/หลอด หรือประมาณ 1200 บาท/60000 ช.ม. และราคาตัวโคมพร้อมอุปกรณ์ (บัลลาสต์+แคป+อิเล็กทรอนิกส์) อยู่ที่ประมาณ 3000-3500 บาทรวมแล้วราคาคงอยู่ที่ ~4200-4700 บาท/ชุด/60000 ช.ม.ส่วน โคมไฟถนนแอลอีดี นั้นราคาทั้งชุด อยู่ที่ประมาณ 8000 กว่าบาท ต่อขนาด 120 วัตต์ (11400lm) เห็นได้ว่า โคมไฟถนนหลอดแสงจันทร์ ราคาถูกกว่า โคมไฟถนนแอลอีดี แต่เมื่อพิจารณาในส่วน of พลังงานเมื่อเทียบค่าลูเมน (lm) หลอดแสงจันทร์ ขนาด 250 วัตต์ (Phillips HPL-N,12700lm) และหลอดแอลอีดี ขนาด 120 วัตต์ (11400lm) ซึ่งค่อนข้างใกล้เคียงกันดังนั้นหากนำมาทดแทนด้วยหลอดแอลอีดี จะได้ดังตารางที่ 4.7 ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานได้จาก 63.5 kWh เหลือ 30.960 kWh

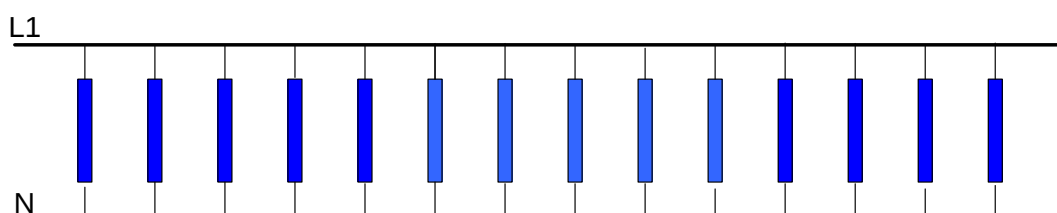
ตารางที่ 4.7 พลังงานไฟฟ้าหลังเปลี่ยนหลอดโคมไฟถนนสายหลักจาก HID เป็น LED

ถนน หมายเลข	ชนิดหลอดไฟ	ความสูง (เมตร)	ระยะห่าง (เมตร)	ขนาด 120W/หลอด		กำลังไฟฟ้า (Watt)
				โคม	หลอด/โคม	
1	LED	15	50	36	1	4320
2	LED	15	50	52	1	6240

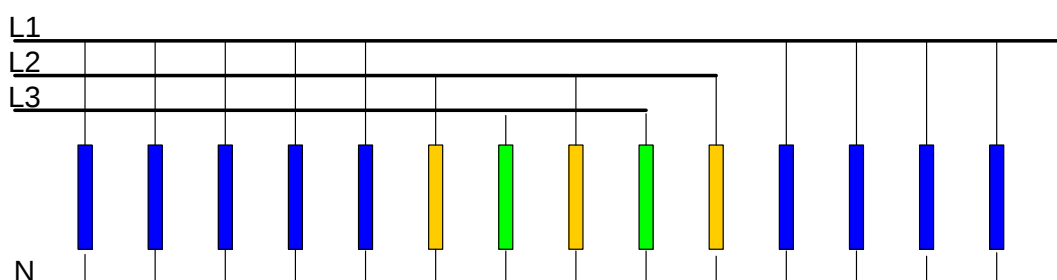
3	LED	15	50	52	1	6240
4	LED	15	50	48	1	5760
5	LED	10	25	34	1	4080
6	LED	10	25	36	1	4320
รวม	LED	-	-	254	1	30960

* LED = (Light Emitting Diode) ขนาด 120 วัตต์ (11400lm)

4.4.4 การตัดแยกวงจรแสงสว่าง ที่ไม่จำเป็นตามช่วงเวลา จะเป็นการออกแบบระบบไฟฟ้าที่สามารถตัดแยกระบบส่องสว่างในจุดที่ไม่ค่อยมีการคมนาคม เช่น ช่วงกลางถนนในซอย ยกเว้นตามทางแยกหรือหัวมุมถนน ในช่วงเวลา 03:00-05:30 น. หากสามารถตัดแยกระบบได้เองอัตโนมัติก็จะช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.16 และ 4.17



รูปที่ 4.16 รูปวงจรการต่อไฟถนนเดิม

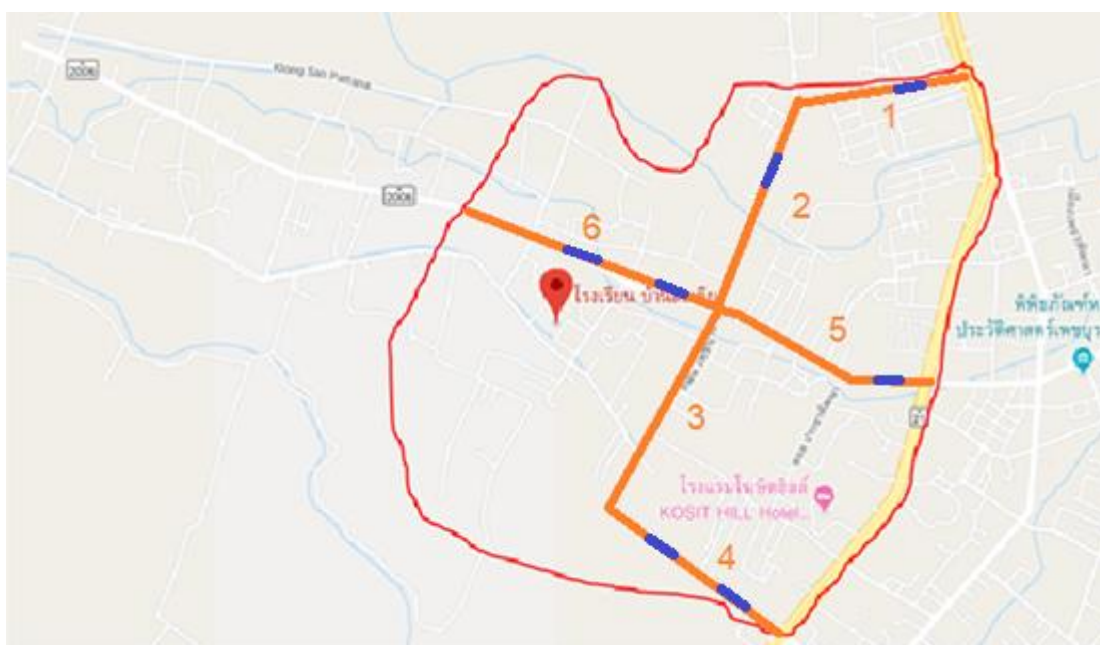


รูปที่ 4.17 รูปวงจรการต่อไฟถนนที่สามารถตัดวงจรได้

จากรูปที่ 4.16 เป็นรูปการต่อไฟถนนแบบเดิมเช่นตลอดตามแนวถนนจากต้นทางไปถึงปลายทางจะพบว่าจะใช้พลังงานคงที่ตลอดเวลาในช่วงกลางคืนซึ่งผลก็คือถนนมีความสว่างคงที่ตลอดเวลา แต่ในการทำงานหรือการคมนาคมจริงแล้วถนนบางช่วงแทบไม่มีรถวิ่งผ่าน ซึ่งทำให้

สิ้นเปลืองพลังงานหากสามารถวางแผนจัดการเพื่อให้สามารถแยกตัดโคมไฟออกเป็นบางส่วนได้ก็จะช่วยให้ประหยัดพลังงานลงได้หรือช่วงกลางวันถนนหรือซอยที่มีการสัญจรน้อยก็สามารถแยกตัดโคมไฟได้ยกเว้นหัวมุม ทางแยก เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 4.17 ซึ่งแสดงการออกแบบวงจรที่สามารถแยกตัดโคมไฟได้เช่น 18:30 ไฟ L1-3 ติดทุกเส้น แต่ที่เวลา 03:00 L2 จะถูกตัดออก และที่เวลา 04:00 L3 ก็จะถูกตัดออก และที่เวลา 05:30 L1 ก็จะถูกตัดออกตามเวลาปกติ

ดังนั้นจากการสำรวจปริมาณหลอดโคมไฟถนนสายหลักนั้นสามารถออกแบบวงจรเพื่อตัดแยกโคมไฟได้เช่นกันดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.10 แผนผังการสำรวจเพื่อตัดแยกระบบส่องสว่างถนนสายหลัก

ตารางที่ 4.8 พลังงานไฟฟ้าของถนนสายหลักหลังตัดแยกโคมไฟถนน

ถนน หมายเลข	ชนิดหลอดไฟ	โคม (เดิม)	หลอด/ โคม (เดิม)	จำนวนที่ตัดแยก		กำลังไฟฟ้า (Watt)
				โคม	หลอด/โคม	
1	LED	36	1	4	1	480
2	LED	52	1	4	1	480

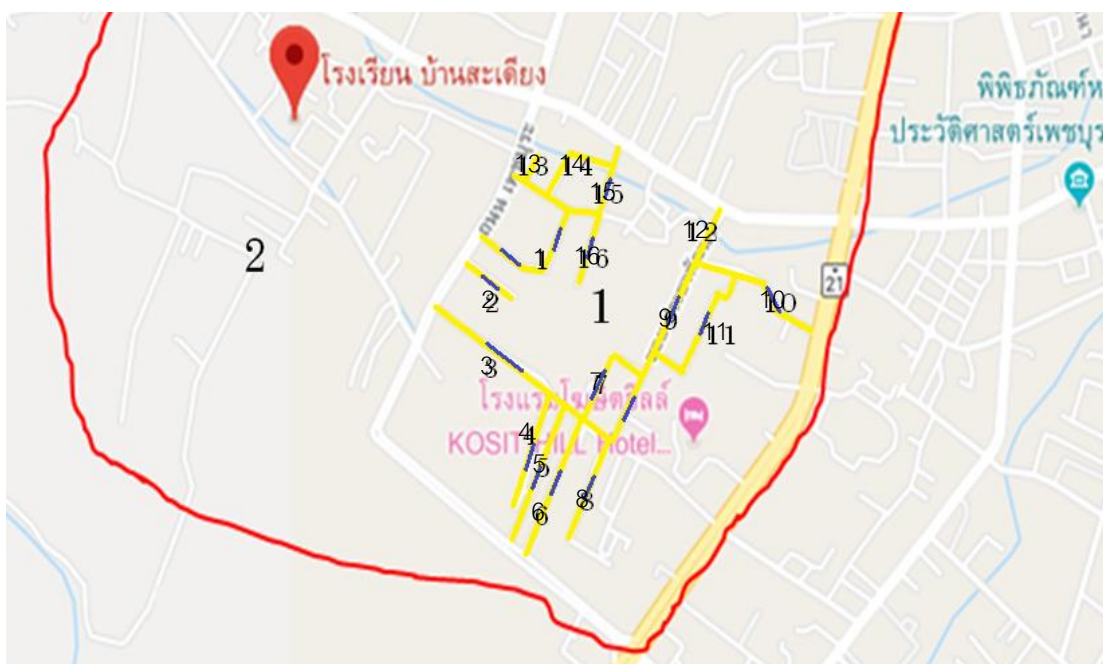
3	LED	52	1	-	-	-
4	LED	48	1	8	1	960
5	LED	34	1	-	-	-
6	LED	36	1	4	1	480
รวม	LED	254	-	20	1	2400

* LED = (Light Emitting Diode) ขนาด 120 วัตต์ (11400lm)

ดังนั้นหากมีการติดตั้งระบบตัดแยกไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเพื่อแยกโคมไฟถนนในช่วงเวลาที่ไม่จำเป็นและเหมาะสมก็สามารถลดพลังงานลงได้ดังตารางที่ 4.8 สามารถลดพลังงานลงได้ 2.4 kWh หากเริ่มตัดแยกพลังงานในช่วงเวลา 03:00-05:30 น. นั้นก็สามารถประหยัดพลังงานได้ทั้งหมด

6000 W/day โดยอ้างอิงตารางหลังเปลี่ยนหลอดโคมไฟถนนสายหลักจาก HID เป็น LED

ส่วนการสำรวจปริมาณหลอดโคมไฟถนนสายย่อยนั้นสามารถออกแบบวงจรเพื่อตัดแยกโคมไฟได้เช่นกันดังรูปที่ 4.19 แผนที่ระบบไฟส่องสว่างถนนย่อยในชุมชนพื้นที่ที่ 1



รูปที่ 4.12 แผนผังการสำรวจระบบส่องสว่างชุมชนบ้านสะเดียงเพื่อตัดแยกโคมไฟ พื้นที่ที่ 1

ตารางที่ 4.9 พลังงานไฟฟ้าของถนนสายหลักหลังตัดแยกโคมไฟถนนย่อยพื้นที่ที่ 1

ถนน หมายเลข	ชนิดหลอดไฟ	โคม (เดิม)	หลอด/ โคม (เดิม)	ขนาด 28W/หลอด		กำลังไฟฟ้า (Watt)
				โคม	หลอด/โคม	
1	FL	9	2	2	2	124
2	FL	6	2	1	2	62
3	FL	13	2	3	2	186
4	FL	5	2	1	2	62
5	FL	5	2	1	2	62
6	FL	7	2	2	2	124
7	FL	6	2	1	2	62
8	FL	8	2	2	2	124
9	FL	17	2	4	2	248
10	FL	12	2	2	2	124
11	FL	6	2	2	2	124
12	FL	4	2	-	-	-
13	FL	3	2	-	-	-
14	FL	6	2	-	-	-
15	FL	10	2	2	2	124
16	FL	4	2	2	2	124
รวม	FL	121	242	25	2	1550

* FL=หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent) ถัดที่ หลอด 28 W รวมบัลลาสต์เป็น 31 W/หลอด

ดังนั้นหากมีการติดตั้งระบบตัดแยกไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเพื่อแยกโคมไฟฟ้าถนนในช่วงเวลาที่ไม่จำเป็นและเหมาะสมก็สามารถลดพลังงานลงได้ดังตารางที่ 4.8 สามารถลดพลังงานลงได้ 1.55 kWh หากเริ่มตัดแยกพลังงานในช่วงเวลา 03:00-05:30 น. นั่นก็สามารถประหยัดพลังงานได้ทั้งหมด 3,875 W/day โดยอ้างอิงตารางหลังเปลี่ยนหลอดโคมไฟถนนสายหลักจาก หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent) T8 เป็น T5 โดยคิดที่ หลอด 28 W รวมบัลลาสต์เป็น 31 W/หลอด

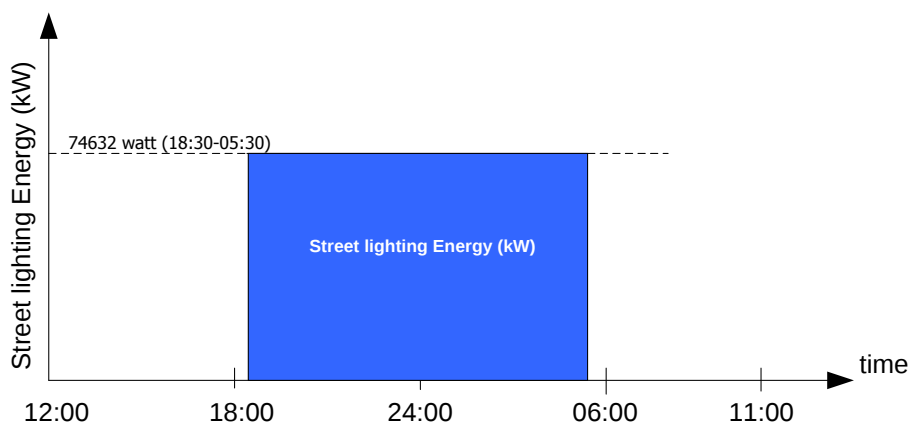
4.4.5 การใช้เทคโนโลยีพลังงานทางเลือก (Free Energy) จะเป็นการนำพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทางเลือกเช่นพลังงานไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้มาฟรีหากไม่คำนึงต้นทุนซึ่งเหมาะสมสำหรับไฟฟ้าที่ทำงานตลอดเวลาในช่วงกลางวันโดยในการสำรวจพบว่าการนำเทคโนโลยีนี้เข้ามาช่วยอยู่แล้วเช่น ไฟเตือนตามทางแยกและทางโค้งต่างๆ ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

บทที่ 5

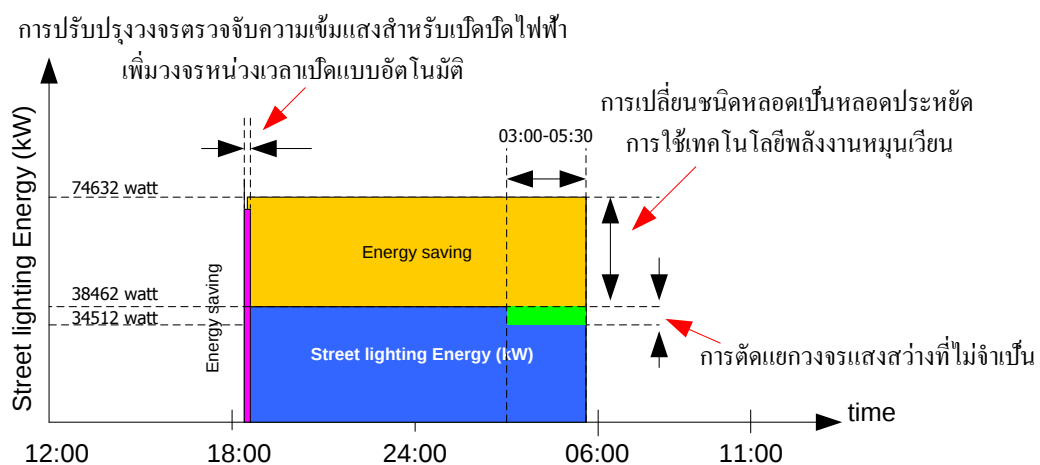
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการสำรวจพบว่าเวลาในการเปิด ปิดไฟคอมถนนอยู่ที่เวลา 18:30-05:30 ซึ่งในการสำรวจและประเมินผลด้านพลังงานสำหรับไฟถนนหลักและพลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ชุมชนที่ 1 ดังรูปที่ 4.9 และ 4.10 อยู่ที่ 74.632 kWh ดังแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 พลังงานสำหรับไฟถนนหลักและพลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ชุมชนที่ 1



รูปที่ 5.2 พลังงานสำหรับไฟถนนหลักและพลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ชุมชนที่ 1

หลังจัดการบริหารการเปิดปิดไฟและเทคนิคต่างๆ

จากรูปที่ 5.2 แสดงพลังงานสำหรับไฟถนนหลักและพลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ชุมชนที่ 1 หลังจัดการบริหารการเปิดปิดไฟและเทคนิคต่างๆ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

หลังจากที่ได้ประเมินผลการเปิดปิดไฟถนนนั้นจะอยู่ในช่วงเวลา 18:30-05:30 ซึ่งเมื่อเวลา 18:30 นั้นสภาพทั่วไปยังไม่ค่อยมืดมากจึงใช้ชุดหน่วยเวลาเพิ่มเวลาในการเปิดไฟถนนออกไปอีก 10 นาที ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการทำงานโดยรวมลงไป 10 นาที สำหรับเทคนิคในการประหยัดพลังงานโดยการเปลี่ยนชนิดหลอดเป็นหลอดประหยัดไฟฟ้านั้นพบว่าสามารถช่วยลดพลังงานลงได้เยอะมากโดยในการศึกษานั้นได้ทำการศึกษาหากเปลี่ยนหลอดโคมไฟถนนหลักจาก HID = หลอด คลายประจุความเข้มสูง (High Intensity Discharge / Phillips HPL-N, 12700lm) เป็นหลอด LED = (Light Emitting Diode) ขนาด 120 วัตต์ (11400lm) และหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 (fluorescent) กิตที่ หลอด 36 W รวมบัลลาสต์เป็น 46 W/หลอด เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 (fluorescent) กิตที่ หลอด 28 W รวมบัลลาสต์เป็น 31 W/หลอด โดยพลังงานไฟฟ้าโดยรวมลดลงมาเหลือ 38.462 kWh และเมื่อรวมใช้เทคนิคการตัดแยกโคมไฟถนนที่ไม่จำเป็นในช่วงเวลา 03:00-05:30 นั้นสามารถทำให้พลังงานในช่วงเวลาดังกล่าวลดลงอยู่ที่ 34.512kWh

5.2 อภิปรายผล

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิจัยหาแนวทางในการจัดการและออกแบบระบบควบคุมความสว่างของหลอดไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานของโคมไฟถนนบนพื้นฐานความปลอดภัยในการคมนาคมผลการศึกษาแนวทางและวิธีการลดการใช้กำลังไฟฟ้าส่องสว่างถนนนั้นได้กำหนดแนวทางเบื้องต้นดังนี้

5.2.4.1 การปรับปรุงวงจรตรวจจับความเข้มแสงสำหรับ เปิด-ปิดไฟฟ้าเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์นั้นตรวจจับความเข้มแสงได้ถูกต้องและแม่นยำเพื่อลดความผิดพลาดในการทำงานของอุปกรณ์ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับความเข้มแสงนั้นส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการสั่งการเปิดปิดไฟฟ้าส่องสว่างแบบอัตโนมัติ หากอุปกรณ์ดังกล่าวทำงานผิดพลาดก็อาจทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน เช่นสั่งให้เปิดไฟฟ้าในขณะที่ค่าความเข้มแสงยังสูงอยู่ซึ่งผลการศึกษได้เพิ่มจำนวนชุดตรวจวัดอนุกรมเข้าไปอีกหนึ่งชุดถ้าสองชุดนี้ตรวจได้ว่าสภาพแสงแวดล้อมทั่วไปไม่เพียงพอจึงสั่งเปิดไฟอัตโนมัติก็จะทำงาน

5.2.4.2 การกำหนดเวลาเปิด ไฟถนนนั้นโดยปกติแล้วจะถูกทำงานทันทีที่ชุดตรวจจับทำงานแต่ในการวิจัยนี้ได้เพิ่ม ตัวหน่วยเวลาในการเปิดวงจรเพราะพบว่าในขณะที่ชุดตรวจจับ

ทำงานนั้นสภาพแสงแวดล้อมยังไม่มีมากเท่าไร ซึ่งชุดหน่วยเวลานี้สามารถหน่วยเวลาในการเปิดไฟได้ซึ่งในการวิจัยได้กำหนดไว้ 10 นาที

5.2.4.3 การเปลี่ยนชนิดหลอดเป็นหลอดประหยัดไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันมีการพัฒนาหลอดไฟฟ้าแบบต่างๆซึ่งมีขีดความสามารถในการให้ค่าความสว่างที่สูงในขณะที่ใช้ปริมาณกำลังไฟฟ้าน้อย โดยในงานวิจัย ได้เปลี่ยน หลอดคอมไฟฟอนนหลักจาก HID =หลอดคายประจุความเข้มสูง (High Intensity Discharge / Phillips HPL-N,12700lm) เป็นหลอด LED = (Light Emitting Diode) ขนาด 120 วัตต์ (11400lm) และหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 (fluorescent) กิดที่ หลอด 36 W รวมบัลลาสต์ เป็น 46 W/หลอด เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 (fluorescent) กิดที่ หลอด 28 W รวมบัลลาสต์เป็น 31 W/หลอด

5.2.4.4 การตัดแยกวงจรแสงสว่าง ที่ไม่จำเป็นตามช่วงเวลา ซึ่งจะเป็นการศึกษาเพื่อจัดการบริหารความสว่างไฟถนนโดยจะเป็นการออกแบบระบบไฟฟ้าที่สามารถตัดแยกระบบส่องสว่างในจุดที่ไม่ค่อยมีการคมนาคม เช่นช่วงกลางถนนในซอย ขกเว้นตามทางแยกหรือหัวมุมถนน ซึ่งในงานวิจัยนั้นได้กำหนดในช่วงเวลาในการตัดแยกอยู่ที่ 03:00-05:30 น.

5.2.4.5 การใช้เทคโนโลยีพลังงานทางเลือก (Free Energy) จะเป็นการนำพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทางเลือกเช่นพลังงานไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้มาฟรีหากไม่คำนึงต้นทุนซึ่งเหมาะสมสำหรับไฟฟ้าที่ทำงานตลอดเวลาในช่วงกลางวันเช่น ไฟเตือนตามทางแยกและทางโค้งต่างๆ ซึ่งก็จะช่วยให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อีกช่องทางซึ่งจากการสำรวจมีการประยุกต์ใช้งานอยู่แล้ว

ซึ่งหลักการทั้ง 5 ส่วนนี้ทำให้เห็นว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟถนนลงได้โดยที่ความปลอดภัยในการคมนาคมเนื่องจากค่าความสว่างยังคงเท่าเดิม ถึงแม้จะมีการตัดแยกระบบโคมไฟถนนออกไปบางช่วงแต่ก็เป็นช่วงที่การคมนาคมน้อยมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

การศึกษากิจการและการออกแบบระบบควบคุมความสว่างของหลอดไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานของโคมไฟถนนนั้นมีประโยชน์เป็นอันมากซึ่งแนวทางอีกแนวทางหนึ่งนั้น คือการลดระดับความสูงของหลอดเพื่อลดขนาดกำลังไฟฟ้าของหลอด ซึ่งจะเป็นการศึกษาเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ใช้และค่าความส่องสว่างพื้นผิวถนน ซึ่งถนนบางจุดมีการติดตั้งโคมไฟฟ้ที่สูงซึ่งทำให้ต้องใช้หลอดไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าที่สูง ซึ่งหากสามารถลดความสูงลงได้โดยที่อยู่ในมาตรฐานการออกแบบก็สามารถลดกำลังไฟฟ้าของหลอดลงได้ ก็เป็นอีกทางเลือกในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

การเปลี่ยนชนิดโคม ซึ่งชนิดโคมนั้นสามารถบีบแสงหรือกระจายแสงสำหรับส่องพื้นผิวถนนหากจุดไหนบนถนนมีการติดตั้งหลอดไฟฟ้าก็ยังสามารถใช้โคมไฟที่กระจายแสงซึ่งส่งผลให้สามารถลดจำนวนหลอดไฟฟ้าลงได้ก็เป็นอีกทางเลือกในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

รวมถึงการกำหนดระยะเวลาในการบำรุงรักษาที่เหมาะสม เพื่อให้อุปกรณ์ส่องสว่างสามารถทำงานได้เต็มที่เช่นการทำความสะอาดหลอดไฟฟ้า โคมไฟฟ้า ซึ่งทำให้ค่าความส่องสว่างไม่ลดลงมากซึ่งทำให้ไม่ต้องติดตั้งจำนวนหลอดเพิ่มเติม

บรรณานุกรม

หนังสือ

จุฑารัตน์ วันเพ็ชร และยุทธศิลป์ ที่รักดี. (2552). การออกแบบแสงสว่างในสำนักงานเพื่อประหยัดพลังงาน. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชัยวัฒน์ อินบุญนะ อุทัยคำศรี และอานนท์ บริสุทธิ์. (2554). ระบบควบคุมแสงสว่างภายในอาคารด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์. สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์, เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง, ปีที่พิมพ์ 11 พย. 2556, สำนักพิมพ์ ศ.ศ.ท.

สุจิน มั่งนิมิตร กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม. เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง ไฟฟ้าแสงสว่าง (Street Lighting). กรุงเทพมหานคร, 2554.

ศุติ บรรจงจิต . วิศวกรรมการส่องสว่าง ปีพ.ศ. 2538 , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

A. Lavric, V. Popa, I. Finis, C. Males, and A.-M. Gaitan, "An original lighting monitoring and control system using Wireless Sensor Networks, " Use of Modern Information and Communication Technologies, pag. 167-173, 2012.

Yi Luo, Ying Li and Xu Zhan, "Intelligent control system for energysaving of street lamp, " International Conference on Transportation, Mechanical, and Electrical Engineering, pp. 1024-1027, 2011.

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นาง นฤมล วันน้อย
Mrs. Narumon Wannoi
2. หมายเลขประจำตัวประชาชน 3409901105146
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 76000
โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1702, 0-8752-7598-8
E-mail : n_pue23@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา
ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ
อิเล็กทรอนิกส์กำลัง
7. ประสบการณ์เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
ชื่อผลงานวิจัย, การควบคุมมุมต่างเฟสของแรงดันและกระแสขาออก
ของวงจรเรโซแนนซ์ แบบขนานโดยใช้ พีแอลแอล
ชื่อโครงการ, ระบบไฟส่องสว่างแบบแอลอีดีโดยใช้แหล่งจ่ายไฟจาก
แผงเซลล์แสงอาทิตย์

ชื่อโครงการ, การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพแรงดันไฟฟ้าแบบรายงานผลโดยตรงของอาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ชื่อผลงานวิจัย, การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพแรงดันไฟฟ้าแบบรายงานผลโดยตรงของอาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, ปีที่พิมพ์ 2558, [ประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 2 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น”](#)

ชื่อโครงการ, เครื่องต้นแบบแสดงผลคุณภาพกำลังไฟฟ้าและบันทึกผลอัจฉริยะด้วยระบบจัดเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการการอนุรักษ์พลังงาน

ชื่อผลงานวิจัย, เครื่องต้นแบบแสดงผลคุณภาพกำลังไฟฟ้าและบันทึกผลอัจฉริยะด้วยระบบจัดเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการการอนุรักษ์พลังงาน, ปีที่พิมพ์ 2558, การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ชื่อผลงานวิจัย, การประเมินความเพียงพอกำลังการผลิตจากกราฟกำลังของเครื่องกักหน้ลมต่อระบบกำลังไฟฟ้าด้วยการจำลองมอนติคาร์โล, ปีที่พิมพ์ 2559, การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ชื่อโครงการ, การออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสำหรับชุมชนบ้านดัว ต.บ้านดัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์และใช้เป็นชุมชนต้นแบบในการศึกษาสำหรับองค์กรปกครองท้องถิ่น

ชื่อผลงานวิจัย, การศึกษามาตรฐานและการออกแบบระบบไฟฟ้าของครัวเรือนเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13 21 – 22 เมษายน 2561, มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์