



การศึกษาค้นคว้าอิสระ

การศึกษความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัด
พลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
สำนักงานใหญ่

A FINANCIAL FEASIBILITY STUDY OF LED INSTALLATION
PROJECT IN PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY'S
HEAD OFFICE BUILDING

นางสาววรรณมน สารชุม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๘

การศึกษาค้นคว้าอิสระ

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED
ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่

A FINANCIAL FEASIBILITY STUDY OF LED INSTALLATION PROJECT IN
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY'S HEAD OFFICE BUILDING

โดย

นางสาววรรณมน สารชุม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ)

พ.ศ. 2558

วรรณมน สารชุม 2558: การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการติดตั้ง
หลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
สำนักงานใหญ่ ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ) สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์
ธุรกิจ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์สุปรียา
ควรรณะคุปต์, Ph.D. 69 หน้า

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อศึกษา เปรียบเทียบ คุณลักษณะทั่วไป ปริมาณการใช้
ไฟฟ้าของการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ และ หลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED และเพื่อศึกษา
ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคาร
สำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ การศึกษาใช้ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ซึ่ง
เป็นข้อมูลจากการสอบถามบุคลากรของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และข้อมูลจากบริษัทเอกชน ข้อมูล
ทุติยภูมิ (Secondary Data) รวบรวมจากบทความ เอกสารวิชาการ รายงานประจำปี วารสาร และ
เว็บไซต์ของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์เป็นการวิเคราะห์เชิงพรรณนาและเชิงปริมาณ

ในกรณีระยะเวลาของโครงการ 8 ปี ผลการศึกษาพบว่า โครงการคุ้มค่าน่าลงทุน ณ ระดับ
อัตราคิดลดร้อยละ 6.69 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 5,720,946.74 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ
เท่ากับร้อยละ 40 ต่อปี อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 2.57 มีระยะเวลาคืนทุนของโครงการ
เท่ากับ 2.35 ปี ในส่วนของการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis) โดยใน
การศึกษาค้นคว้านี้ แบ่งเป็น 4 กรณี ได้แก่ กรณีราคาหลอด LED สูงขึ้น ร้อยละ 10 และ ร้อยละ 20
กรณี ผลประหยัด ลดลง ร้อยละ 10 และร้อยละ 20 โดยปัจจัยอื่นคงที่ พบว่าโครงการมีความสามารถ
ทนต่อการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในระดับที่ยอมรับได้ทั้ง 4 กรณี ดังนั้น โครงการนี้จึงมีความ
คุ้มค่าน่าลงทุน

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

21 / 11 / 2558

Watsamon Sarachum 2015: A Financial Feasibility Study of LED Installation Project in Provincial Electricity Authority's Head Office Building. Master of Economics (Business Economics), Major Field :Business Economics, Department of Economic. Independent Study Advisor: Associate Professor Supriya Kuandachakupt, Ph.D. 69 pages.

The purposes of this study were to compare between traditional fluorescent and energy efficient LED and to conduct the financial feasibility study, a case study of Provincial Electricity Authority's head office building. This study used Primary and Secondary data as descriptive and quantitative analysis. For Primary data, which was mainly enquired from Provincial Electricity Authority, it was comprised of interviews with experts and requested information from several private companies. The secondary data were collected from journal and academic papers, annual reports and website of related organization.

With the analysis period of 8 years, this study can be concluded that using the discount rate at 6.69 percent, the net present value was 5,720,946.74 baht, the internal rate of return was 40 percent, the benefit cost ratio was 2.57, and the payback period was 2.35 years. The project sensitivity analysis was divided into 4 scenarios. Firstly, LED's price increased by 10 percent, secondly, LED's price increased by 20 percent, thirdly, saving benefit decreased by 10 percent. Lastly, saving benefit decreased by 20 percent. The result showed that the project was still worth to invest in all scenarios.

Watsamon

Student's signature

Supriya Kuandachakupt

Independent Study Advisor's signature

21 / 07 / 2015

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้จัดทำสำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจาก ได้รับความกรุณา และการสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สุปรียา ควระเดชะคุปต์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาเป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้คำปรึกษา และเสนอแนะแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้มีความสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้มาโดยตลอด

ผู้เขียนขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการบัณฑิตศึกษา ภาคพิเศษ ประจำภาควิชาเศรษฐศาสตร์ หลักสูตรเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนในการศึกษา รวมถึงเพื่อนร่วมรุ่น MBE 20 ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในระหว่างการศึกษา พร้อมทั้งน้องๆ รวมทั้งพี่ๆ ที่ให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือด้านการทำงานด้วยดี คุณค่าอันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ ผู้ศึกษาจึงขอขอบคุณประโยชน์และความดีให้แก่ผู้มีพระคุณที่ได้กล่าวมาข้างต้นทุกท่าน และหากมีข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องประการใดผู้เขียนขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

วรัญมณ สารชุม

กรกฎาคม 2558

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
ขอบเขตการวิจัย	5
นิยามศัพท์	6
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	7
แนวคิดและทฤษฎี	7
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
วิธีการศึกษา	15
บทที่ 3 ความเป็นมาของหลอดไฟ	19
การถือกำเนิดของหลอด LED	20
อนาคตของหลอด LED	22
แนวคิดโครงการ/ที่มาของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงาน	
แบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่	22
ข้อมูลทั่วไปของอาคารสำนักงานใหญ่ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	23
แผนงานดำเนินการ	24
หลักการทำงานหรือการใช้งาน	25
วิธีการทดสอบ	27
บทที่ 4 ผลการศึกษา	31
วิธีการและข้อสมมุติที่ใช้ในการวิเคราะห์	31
การศึกษาดัชนีทุนและผลประโยชน์	32

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การวัดความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่	40
การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ	43
บทที่ 5 ผลการศึกษา กรณีทดลองขยายผลไปบ้านอยู่อาศัย	48
วิธีการและข้อสมมุติที่ใช้ในการวิเคราะห์	48
การศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์	49
การวัดความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในบ้านอยู่อาศัย	51
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ	54
ข้อเสนอแนะ	56
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	58
ภาคผนวก	60
ภาคผนวก ก อัตราต้นทุนเงินทุนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (WACC)	61
ภาคผนวก ข เปรียบเทียบอัตราดอกเบี้ยธนาคาร	63
ภาคผนวก ค ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2557 เพื่อคำนวณหาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	65
ภาคผนวก ง ราคาหมวดวัสดุและอุปกรณ์สำหรับงานไฟฟ้า ปี 2557	67
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	69

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ค่าความสว่างก่อนและหลังการติดตั้งหลอด LED	30
2 ค่าใช้จ่ายการในลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ ตั้งแต่ปีที่ 1 ถึงปีที่ 8	33
3 เปรียบเทียบหลอดประหยัดพลังงาน LED เทียบกับ หลอดไฟเดิมชนิดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์	33
4 ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากหลอด LED ที่ติดตั้ง “สำนักงาน SAP บริเวณลานจอดรถชั้น 6 และ 7” (785 หลอด)	35
5 ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากหลอด LED ที่ติดตั้ง "ในอาคารสำนักงาน" (3,884 หลอด)	36
6 ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากหลอด LED ที่ติดตั้ง “บริเวณลานจอดรถชั้น 5B และ 6” (190 หลอด)	36
7 ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากหลอด LED ที่ติดตั้ง “บริเวณลานจอดรถชั้น 1” (141 หลอด)	37
8 ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งหลอด LED	38
9 ผลประหยัดจากการติดตั้งหลอด LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ จำนวน 5,000 หลอด	39
10 ผลประโยชน์สุทธิจากการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่	41

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
11 การหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่	42
12 การหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED กรณีราคาหลอด LED สูงขึ้น ร้อยละ 10	44
13 การหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED กรณีราคาหลอด LED สูงขึ้น ร้อยละ 20	45
14 การหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED กรณีผลประหยัด ลดลง ร้อยละ 10	46
15 การหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED กรณีผลประหยัด ลดลง ร้อยละ 20	47
16 ค่าใช้จ่ายในลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในบ้านอยู่อาศัย ตั้งแต่ ปีที่ 1 ถึงปีที่ 8	50
17 ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งหลอด LED	50
18 ผลประโยชน์จากการติดตั้งหลอด LED ในบ้านอยู่อาศัย จำนวน 5 หลอด	51
19 ผลประโยชน์สุทธิจากการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในบ้านอยู่อาศัย	52
20 การหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในบ้านอยู่อาศัย	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1 เปรียบเทียบอัตราดอกเบี้ยธนาคาร	64
2 ตัวอย่างข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2557 เพื่อคำนวณหาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	66
3 ราคาหมวดวัสดุและอุปกรณ์สำหรับงานไฟฟ้า กรุงเทพมหานคร (ราคาเงินสด ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม ไม่รวมค่าขนส่ง) ปี 2557	68

สารบัญภาพ

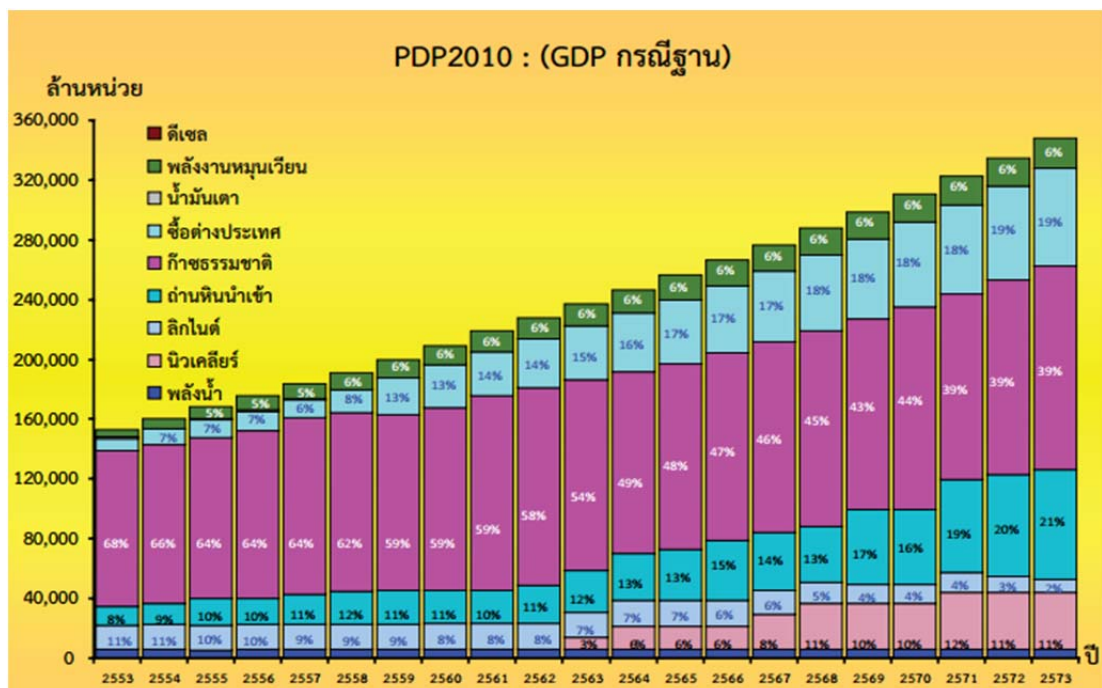
ภาพที่		หน้า
1	สัดส่วนการผลิตพลังงานไฟฟ้าแยกตามประเภทเชื้อเพลิงตาม แผนกำลังผลิตไฟฟ้า	1
2	คาดการณ์ปริมาณก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย	2
3	เปรียบเทียบพลังงาน และอายุการใช้งานของหลอดไฟ 4 ชนิด	3
4	หลอดไฟ LED	21
5	ส่วนต่างๆ ของอาคารสำนักงานใหญ่	24
6	วงจร LED เบื้องต้น	25
7	วงจรหลอด LED ที่มาใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์	26
8	วิธีการตรวจวัดค่าความสว่าง	27
9	การติดตั้งหลอด LED	28
10	อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความสว่าง	28
11	การตรวจวัดค่าความสว่าง	29
12	การตรวจวัดค่าชี้วัดทางไฟฟ้า	29

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

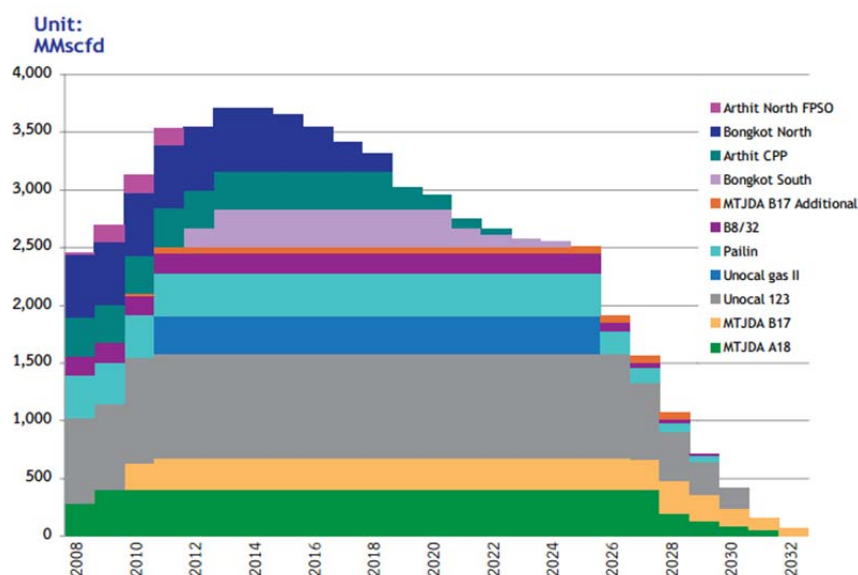
พลังงานไฟฟ้าเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของประชาชน และเป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ ความต้องการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรม การกระจายรายได้ และการสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันในด้านการผลิตทำให้ประเทศไทยมีความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากการขยายตัวของระบบเศรษฐกิจในประเทศ ได้แก่ รายได้ที่เพิ่มขึ้นของภาคครัวเรือน การส่งออกสุทธิที่เพิ่มขึ้น และการลงทุนของภาคเอกชนและภาครัฐบาลที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ข้อมูลของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2556) ยืนยันได้ว่า ประเทศไทยมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ดังแสดงได้ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สัดส่วนการผลิตพลังงานไฟฟ้าแยกตามประเภทเชื้อเพลิงตามแผนกำลังผลิตไฟฟ้า
ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2556)

ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จาก ภาพที่ 1 โดยเพิ่มขึ้นประมาณปีละ 1,200 ล้านหน่วย การผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยมีการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติสูงถึงประมาณร้อยละ 60 รองลงมาได้แก่ ถ่านหิน ประมาณร้อยละ 20 ที่เหลือเป็นพลังงานหมุนเวียนและการซื้อไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้าน

ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตไฟฟ้าในปัจจุบัน มีอยู่อย่างจำกัดและมีราคาแพง แต่ประเทศไทยมีการนำเข้าเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้าจำนวนมาก และเชื้อเพลิงเหล่านี้วันวันจะมีปริมาณน้อยลงเรื่อยๆ ซึ่งในอนาคตอาจจะหมดไปได้ ดังแสดงได้ใน ภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การคาดการณ์ปริมาณก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย

ที่มา: ปตท. (2011) พิจารณาจากปริมาณสำรอง (2P) 22.87 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต

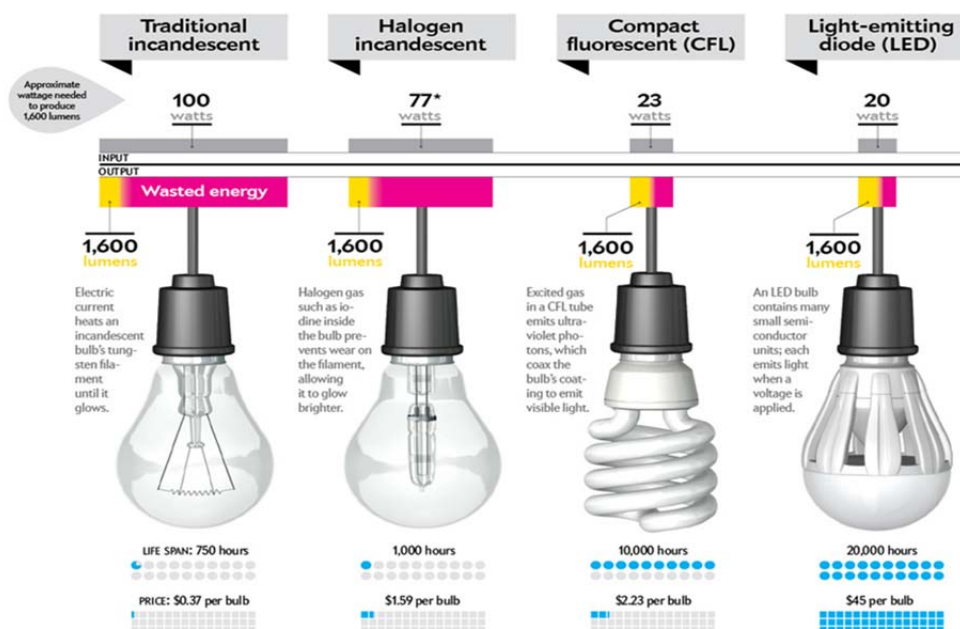
มีการคาดการณ์ว่าก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย จะมีเหลือให้ใช้ถึงปี 2575 หรืออีกเพียง 18 ปีเท่านั้น นับเป็นความเสี่ยงของแหล่งพลังงานของประเทศเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากความต้องการใช้ไฟฟ้าที่มีมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณผลิตไฟฟ้ามีอยู่อย่างจำกัด รัฐบาลจึงมีแนวทางในการจัดการกับปัญหาดังกล่าว ดังนี้

1. การจัดการด้านการผลิตและจัดหาไฟฟ้า (Supply Side Management) คือการจัดการไฟฟ้าให้แก่ผู้บริโภคอย่างมีประสิทธิภาพ และเพียงพอต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้บริโภค

2. การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า (Demand Side Management) คือการส่งเสริมและสร้างแรงจูงใจให้ผู้บริโภคใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม การจัดการด้านการผลิตและจัดหาไฟฟ้า เช่น การสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ หรือเลือกใช้พลังงานทดแทน เป็นต้น เป็นมาตรการที่ต้องใช้ระยะเวลานานและอาศัยการลงทุนสูง ซึ่งภาครัฐต้องเป็นผู้ผลักดันให้เกิดขึ้นโดยกำหนดเป็นนโยบายที่ชัดเจน ดังนั้น การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าจึงมีบทบาทสำคัญมากขึ้นและทำได้ในระยะสั้น โดยเป็นมาตรการที่มุ่งส่งเสริมให้เกิดการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพเพื่อลดพลังงาน และความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งการลดการใช้พลังงานในระบบแสงสว่างและส่งเสริมให้เกิดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูง โดยวิธีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า เป็นหลอดประหยัดพลังงาน เป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างหนึ่ง

ในปัจจุบันอุปกรณ์ไฟฟ้าให้แสงสว่าง หรือหลอดไฟมีให้เราเลือกใช้อยู่มากมายหลายชนิด เช่น หลอดไส้ร้อนแบบธรรมดา (Traditional Incandescent) , หลอดฮาโลเจน (Halogen incandescent), หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (CFL) และหลอด LED (light-emitting diode)



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบพลังงาน และอายุการใช้งานของหลอดไฟ 4 ชนิด

ที่มา: PEA ENCOM international (2554)

จากรูปภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบเรื่องระยะเวลาการใช้งาน หลอด LED มีอายุการใช้งานสูงสุด เมื่อเทียบกับหลอดไฟชนิดอื่น นับว่าเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า เพราะใช้พลังงานน้อยมาก แต่ให้ประสิทธิภาพในการส่องสว่างสูง ด้านความสว่าง ที่สามารถส่องสว่างได้ทันทีโดยไม่ต้องกระพริบก่อน ทั้งยังไม่ปล่อยรังสี UV ด้านความคงทน โดยสามารถทำงานได้ยาวนานที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดชนิดอื่นๆ และด้านสิ่งแวดล้อม ถือได้ว่าหลอดชนิดนี้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพราะนอกจากความประหยัดด้านพลังงานและความคงทนที่สามารถใช้ได้ยาวนาน ทำให้ปริมาณขยะจากหลอดไฟลดลงด้วย

การรณรงค์ส่งเสริมให้เปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ประหยัดไฟประเภทต่างๆ ถือเป็นอีกวิธีการหนึ่งเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน แต่เปลี่ยนมาใช้หลอด LED ก็ช่วยลดการใช้พลังงานได้แล้ว

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้เล็งเห็นว่า หลอด LED เป็นนวัตกรรมใหม่ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการประหยัดพลังงานของประเทศ จึงได้จัดทำโครงการต้นแบบ ติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ โดยเป็นโครงการนำร่องหากโครงการนี้ ประสบความสำเร็จจะขยายผล ไปยังภาคประชาชน และภาคอุตสาหกรรมอื่นๆ ต่อไป

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED จะทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุด แต่การเลือกใช้หลอด LED ไม่ได้เป็นทางเลือกที่ต้นทุนต่ำสุด เพราะใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ ว่าเป็นการลดการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างหรือไม่ โดยการนำหลอดประหยัดพลังงานแบบ LED ขนาดไม่เกิน 23 วัตต์ มาใช้งานแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 5,000 หลอด โดยทำการวิเคราะห์ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการด้านการเงิน ว่าคุ้มค่าไหมที่เราจะต้องลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED หากเปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบเดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อเป็นแนวทางการตัดสินใจลงทุนในโครงการ โดยวิเคราะห์ถึงการลงทุนที่ให้ประโยชน์สูงสุด และพิจารณาผลตอบแทนของโครงการในแง่ผลกำไรทางการเงิน และผลที่ได้จากการศึกษาอาจนำมาเป็นประโยชน์ในการวางแผนหรือกำหนดแนวทางการลงทุนให้มีความเหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษา ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปัญหา ของการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดเดิม ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่
2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความคุ้มค่า ระหว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำผลการศึกษาไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้กับผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้ประชาชนหันมาให้ความสนใจในการใช้หลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED
2. สามารถนำผลการศึกษาไปใช้เป็นข้อมูลให้แก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพื่อทำการขยายผลไปยังสำนักงานอื่นๆ ทั่วประเทศต่อไป

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาคือความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED จะศึกษาเฉพาะการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานแบบ LED มาใช้งานแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ โดย หลอด LED ที่ใช้จะมีขนาดไม่เกิน 23 วัตต์ ค่าฮาร์โมนิก THDi ไม่เกินร้อยละ 15 มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง จำนวน 5000 หลอด โดยยังคงความสว่างไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีค่าความสว่างในแนวราบระดับต่ำสุดไม่น้อยกว่า 400 ลักซ์

นิยามศัพท์

หลอด LED หรือ ไดโอดเปล่งแสง (light-emitting diode) หมายถึง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำประเภทหนึ่ง จัดอยู่ในจำพวกไดโอดที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบ ในรูปของอิเล็กโตรลูมิเนสเซนซ์ (Electroluminescence) สีของแสงที่เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้ และเปล่งแสงได้ทั้งช่วงอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) ช่วงแสงที่มองเห็น (Visible Light) และช่วงอินฟราเรด (Infrared) (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2557)

kW (Kilo Watt) หมายถึง หน่วยวัดกำลังไฟฟ้า หนึ่งกิโลวัตต์มีค่าเท่ากับหนึ่งพันวัตต์, (1 กิโลวัตต์ = 1,000 วัตต์ = 1×10^3 วัตต์) (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2557)

kWh (Kilo Watt Hour) หมายถึง หน่วยวัดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า หนึ่งกิโลวัตต์-ชั่วโมง เป็นปริมาณพลังงานที่ถูกใช้ในอัตรา 1,000 วัตต์ เป็นเวลาหนึ่งชั่วโมง ตัวอย่าง : หลอดไฟหลอดละ 100 วัตต์ จำนวน 10 หลอด รวม $100 \times 10 = 1,000$ วัตต์, 1 กิโลวัตต์ $\times$ 1 ชั่วโมง = 1000 วัตต์ $\times$ 3600 วินาที = 3.6 ล้านจูล หรือที่เรียกทั่วไปว่า ใช้ไฟ 1 หน่วย (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2557)

MW (Mega Watt) หมายถึง หน่วยวัดกำลังไฟฟ้า หนึ่งเมกะวัตต์มีค่าเท่ากับหนึ่งล้านวัตต์ (1 เมกะวัตต์ = 1,000,000 วัตต์ = 1×10^6 วัตต์) (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2557)

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

แนวคิดและทฤษฎี

เนื่องจากการเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED จะทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุด แต่การเลือกใช้หลอด LED อาจไม่ได้เป็นทางเลือกที่ต้นทุนต่ำสุด เพราะใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายของโครงการ และผลตอบแทนหรือผลกำไรทางการเงินของโครงการ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจลงทุนในโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ ว่ามีความคุ้มค่าในการดำเนินกิจกรรมจากต้นทุนที่ต้องลงทุนในการดำเนินการกับผลประโยชน์ที่จะได้รับการดำเนินการมาน้อยเพียงใด โดยอาศัยทฤษฎีและแนวคิดการวิจัย ดังนี้

1. ทฤษฎีที่ใช้ในการวัดความคุ้มค่าของโครงการ

การตัดสินใจที่จะเลือกโครงการใดโครงการหนึ่งเพื่อการลงทุน ขึ้นอยู่กับความคุ้มค่าของโครงการนั้นๆ เอง (ชูชีพ พิพัฒนศิริ, 2544) ความคุ้มค่าของโครงการวัดได้จากการเปรียบเทียบกันระหว่างผลประโยชน์ (Benefit) หรือผลตอบแทน (Return) กับต้นทุน (Cost) ของโครงการ แต่ประเด็นที่น่าสนใจอยู่ที่ว่าจะวัดหรือจะนับผลประโยชน์ และต้นทุนของโครงการเหล่านั้นได้หรือไม่อย่างไร ถ้าหากสามารถ ระบุและวัดผลประโยชน์ และต้นทุนของโครงการเป็นค่าเชิงปริมาณได้ การวิเคราะห์โครงการก็จะเป็นไปตามวิธีการของการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis: CBA) แต่ถ้าหากเพียงต้นทุนเท่านั้นที่สามารถระบุและวัดเป็นค่าเชิงปริมาณได้ ในขณะที่ผลประโยชน์ของโครงการ ไม่อาจวัดหรือยากที่จะวัดเป็นตัวเงินได้แล้ว การวิเคราะห์โครงการจะต้องอาศัยวิธีของต้นทุนสัมฤทธิ์ภาพ (Cost Effectiveness) โดยการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายต่ำสุด (Least – Cost Analysis)

1.1 ต้นทุนทางตรงของโครงการ (Direct Costs) หมายถึง ต้นทุนในการก่อสร้างและดำเนินงานโครงการต่างๆ จำเป็นต้องใช้ปัจจัยการผลิตหลายประเภท แต่ความต้องการปัจจัยเหล่านี้

จะมากน้อยแค่ไหน สามารถกำหนดได้ด้วยการศึกษาทางด้านเทคนิค/วิชาการ (Technical Study) ซึ่งอาจแบ่งปัจจัยการผลิตออกเป็นชนิดต่างๆ ไปได้ 4 กลุ่ม ได้แก่

1.1.1 วัตถุดิบ (Raw Materials)

1.1.2 แรงงาน (Labor)

1.1.3 ที่ดินและทรัพยากร (Land And Natural Resource)

1.1.4 ผู้ประกอบการ (Entrepreneur)

วัตถุดิบใช้ในโครงการอย่างเช่น คอนกรีตสำหรับคลองชลประทาน ปุ๋ยและยาฆ่าแมลง สำหรับเพิ่มผลผลิต วัสดุสำหรับบ้านที่อยู่อาศัย แรงงาน ไม่ว่าจะเป็นแรงงานมีฝีมืออย่างผู้จัดการ โครงการไปจนกระทั่งแรงงานไร้ฝีมืออย่างเกษตรกรผู้ดูแลสวนผลไม้ ส่วนที่ดินและทรัพยากรธรรมชาติ ได้แก่ ที่ดิน และทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้เพื่อก่อให้เกิดโครงการซึ่งสามารถวัดและตีค่าได้จากการสูญเสียผลประโยชน์ที่พึงได้จากที่ดินและทรัพยากรธรรมชาติ

1.2 ต้นทุนทางอ้อมของโครงการ (indirect costs) หมายถึง ความเสียหายที่กลุ่มคนได้รับจากการปราศจากโครงการโดยปราศจากการจ่ายชดเชย (Compensation) เช่น การสร้างเขื่อนกั้นลำแม่น้ำจะสามารถช่วยป้องกันน้ำท่วม ซึ่งเคยเกิดก่อนหน้านี้ที่จะมีโครงการและได้พัฒนาเอาปุ๋ยธรรมชาติมาที่ไร่นาของเกษตรกร กล่าวคือ เมื่อยังไม่มีโครงการชลประทานหรือเขื่อนดังกล่าวนี้ ชาวไร่ชาวนาไม่ต้องซื้อปุ๋ยเคมีแต่อย่างใด แต่พวกเขาจำเป็นต้องซื้อปุ๋ยเคมีหลังจากการสร้างเขื่อนแล้ว

1.3 ผลประโยชน์ทางตรงของโครงการ (direct benefits) หมายถึง อะไรก็ได้ที่โครงการตั้งใจจะให้บรรลุผล ถ้าหากโครงการประสงค์จะเพิ่มผลผลิต (Increase Output) แล้วผลผลิตที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากโครงการเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีโครงการก็จะเป็นผลประโยชน์ทางตรงของโครงการนั้น ถ้าหากโครงการประสงค์จะลดหรือประหยัดต้นทุน (Cost Saving) แล้วต้นทุนที่สามารถประหยัดได้ก็จะจัดว่าเป็นผลประโยชน์ทางตรงของโครงการอีกเช่นเดียวกัน

1.4 ผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการ (Indirect Benefits) หมายถึง ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นนอกเหนือไปจากกลุ่มเป้าหมาย และผู้ได้รับผลประโยชน์เหล่านี้ไม่จำเป็นต้องเข้ามามีส่วนในการลงทุนก่อสร้างหรือดำเนินงานแต่อย่างใด ตัวอย่างเช่น โครงการปลูกสร้างสวนป่าของเอกชนจะเป็นประโยชน์ต่อโครงการเขื่อนโดยช่วยชะลอการตื้นเขินของอ่างเก็บน้ำ เพราะดินจะพังทลายช้าลง แต่ถ้าไม่มีโครงการปลูกสร้างสวนป่า จะต้องมีการลงทุนเป็นค่าใช้จ่ายอย่างมากสำหรับการขุดลอกอ่างเก็บน้ำ

2. การเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ

ภายหลังจากที่ต้นทุนและผลประโยชน์ได้ถูกกำหนดขึ้น และประเมินมูลค่าแล้วนักวิเคราะห์ก็สามารถที่จะกำหนดลงไปได้ว่าจะรับหรือปฏิเสธโครงการใดในระหว่างโครงการต่าง ๆ ที่มีอยู่แต่อย่างไรก็ตาม นักวิเคราะห์ยังต้องเผชิญกับปัญหาในการตัดสินใจที่จะรับหรือปฏิเสธโครงการ กล่าวคือ จะต้องทำการตัดสินใจในปัจจุบันเพื่อผลคาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตเนื่องจากโครงการ อาจจะมีอายุหลายปี (Last Several Years) และกระแสต้นทุนและผลประโยชน์ที่แตกต่างกันในอนาคต วิธีการที่ใช้กันอยู่ขณะนี้ก็โดยผ่านการคิดลด (Discounting) หรือแนวคิดมูลค่าปัจจุบัน (Concept Of Present Worth)

3. ตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ (Indicators of Project Worth)

3.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ จำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการ ซึ่งอาจจะมีค่าเป็นลบ เป็นบวก หรือเป็นศูนย์ก็ได้ ขึ้นอยู่กับขนาด (Magnitude) ของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม หักออกด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมของโครงการนั้น

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

โดยกำหนดให้ B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t

r = อัตราคิดลด (Discount Rate)

t = ระยะเวลาของโครงการ (0,1,2,...,n)

หลักเกณฑ์การตัดสินใจของค่า NPV ที่คำนวณได้

$NPV > 0$ หรือมีค่าเป็นบวก แสดงว่าการลงทุนคุ้มค่า

$NPV = 0$ แสดงว่าการลงทุนยังพอมีความเป็นไปได้

$NPV < 0$ แสดงว่าการลงทุนให้ผลไม่คุ้มค่า

3.2 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเป็นเกณฑ์การวิเคราะห์เพื่อหาอัตราผลตอบแทน ภายในของเงินลงทุนในการเทียบกับอัตราดอกเบี้ยในท้องตลาดโดยคำนวณอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเป็นศูนย์ซึ่งอัตราส่วนลดดังกล่าวทำให้ผลประโยชน์ ตอบแทนและต้นทุนที่จ่ายไปของโครงการที่ได้คิดลดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วเท่ากัน สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0$$

โดยกำหนดให้ B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t

r = IRR

t = ระยะเวลาของโครงการ $(0,1,2,...,n)$

หลักการตัดสินใจว่าโครงการมีความคุ้มค่าการลงทุน คือ เมื่อ IRR มีค่าสูงและต้องสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเฉพาะหรือค่าเสียโอกาสของทุน

3.3 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio : BCR)

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน คือ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ผลประโยชน์จะเกิดขึ้นตลอดอายุทางเศรษฐกิจของโครงการถึงแม้ว่าเมื่อการลงทุนโครงการผ่านพ้นไปแล้ว ในขณะที่ต้นทุนในการก่อสร้างจะเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงการลงทุนเท่านั้น ส่วนต้นทุนที่อยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ซ่อมแซมบำรุงรักษาและลงทุนทดแทนอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพจะเกิดขึ้นตลอดช่วงอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ (Economic Life or Useful Life of the Project)

จากนั้น จึงนำเอาผลผลประโยชน์รวมและต้นทุนรวมของโครงการที่ได้ปรับค่าไปตามเวลาหรือคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้ว มาเปรียบเทียบกับกันเพื่อหาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน ดังนี้

$$\frac{\sum_{t=0}^n B_t(1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^n C_t(1+r)^{-t}}$$

โดยกำหนดให้ B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t
 C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t
 r = อัตราคิดลด (Discount Rate)
 t = ระยะเวลาของโครงการ $(0,1,2,...,n)$

ขนาด BCR อาจจะเท่ากับ 1 หรือมากกว่าหนึ่ง หรือน้อยกว่าหนึ่งก็ได้ แต่หลักเกณฑ์การตัดสินใจที่แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมและคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจ คือ เมื่อ $BCR = 1$ หรือมีค่ามากกว่าหนึ่ง

4. ระยะเวลาคืนทุน (payback period) (ชูชีพ พิพัฒน์ศิริ, 2544)

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period) ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ หมายถึง ระยะเวลาการดำเนินงานโครงการที่ทำให้ผลตอบแทนสุทธิของโครงการ มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุนพอดี หรืออาจกล่าวได้ว่าระยะเวลาคืนทุนของโครงการ คือ จำนวนปีในการดำเนินงานซึ่งทำให้ผลกำไรที่ได้รับในแต่ละปีรวมกันแล้ว มีค่าเท่ากับเงินลงทุนเริ่มแรก ระยะเวลาคืนทุน (จำนวนปี) สามารถคำนวณได้ตามสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุน}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี}}$$

5. การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (ชูชีพ พิพัฒน์ศิริ, 2544) เป็นการวิเคราะห์ดูว่าปัจจัยใดมีผลกระทบต่อโครงการ ถ้าปัจจัยนั้นๆ มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เช่น ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หรือ

ยอดขายลดลงกว่าที่คาดคะเนไว้ ผลการวิเคราะห์จะแสดงให้เห็นว่าโครงการมีความทนทานต่อความเสี่ยงมากน้อยเพียงใด โดยมีวิธีการพื้นฐานอยู่ 2 ประการที่จะใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

5.1 วิธีการของตัวแปร ซึ่งจะปฏิบัติการแยกตัวแปรแต่ละตัวออกจากกัน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

5.1.1 จัดทำรายชื่อตัวแปรทั้งหมดที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์

5.1.2 ในแต่ละตัวแปร กำหนดช่วงมูลค่าที่เป็นไปได้ในกรณีฐานหรือกรณีปกติ เนื่องจากเท่าที่ผ่านมามาเราได้สมมติให้แต่ละตัวแปรมีค่าที่เป็นไปได้เพียงค่าเดียว แต่เมื่อเป็นกรณีความอ่อนไหวจะพิจารณาค่าต่างๆ ของแต่ละตัวแปรตามความเหมาะสม โดยทั่วไปแล้วมักจะทำการพิจารณา 3 ถึง 5 ค่าในแต่ละตัวแปร วิธีการที่ใช้กันมากที่สุด คือ การกำหนดมูลค่าของตัวแปรเป็น 3 ค่า ได้แก่ ค่าในแง่ดี ค่าที่เป็นไปได้มากที่สุดและค่าในแง่ร้าย โดยที่ค่าที่เป็นไปได้มากที่สุดสามารถกำหนดจากค่าเฉลี่ย ส่วนค่าในแง่ดีและค่าในแง่ร้ายนั้นนั้นอาจสูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ยก็ได้ กล่าวคือค่าในแง่ดีจะสูงกว่าค่าเฉลี่ยสำหรับผลประโยชน์ แต่จะต่ำกว่าค่าเฉลี่ยสำหรับต้นทุนและเป็นจริงไปในทางตรงกันข้ามสำหรับค่าในแง่ร้าย ทั้งนี้ ความสัมพันธ์ในระหว่างค่าเฉลี่ย ค่าในแง่ดีและค่าในแง่ร้ายไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นสัดส่วนคงที่

5.1.3 คำนวณผลที่เกี่ยวข้องใหม่ เช่น NPV หรือ BCR โดยใช้ค่าต่างๆ ที่เป็นไปได้ของตัวแปรนั้นๆ ในขณะที่กำหนดให้ตัวแปรอื่นๆ ทั้งหมดคงที่

5.2 วิธีการของเรื่องราว ซึ่งจะปฏิบัติการกับตัวแปรเป็นกลุ่ม ตามวิธีการของตัวแปรได้สมมติให้ตัวแปรแต่ละตัวทำหน้าที่เป็นอิสระต่อกันและกัน แต่ในโลกแห่งความเป็นจริงตัวแปรต่างๆ มักจะมีความสัมพันธ์ขึ้นต่อกันและกัน ดังนั้นแทนที่จะใช้การผสมผสานกันระหว่างตัวแปรต่างๆ ด้วยค่าที่คาดหมายในแง่ดี และค่าในแง่ร้ายแล้ว การผสมผสานของตัวแปรที่สอดคล้องเป็นไปได้ในรูปแบบที่หลากหลายขึ้นเป็นเรื่องราวทางเลือกต่างๆ ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว วิธีการของเรื่องราวจะมีขั้นตอนที่เกี่ยวข้อง 2 ขั้นตอน ดังนี้

5.2.1 กำหนดการผสมผสานของตัวแปรที่สอดคล้องเป็นไปได้ในรูปแบบที่หลากหลาย

5.2.2 คำนวณผลที่เกี่ยวข้องใหม่ (เช่น NPV) สำหรับแต่ละเรื่องราวนักวิเคราะห์จะพบว่า มีทั้งเรื่องราวที่จะก่อให้เกิดผลการวิเคราะห์ที่น่าขึ้นชอบและไม่น่าขึ้นชอบ ซึ่งจะสามารถทำการตัดสินใจโครงการได้ต่อไป

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ มีการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ในการศึกษาในครั้งนี้มีดังนี้

ธนวัฒน์ ศิวะโสภณพงศ์ (2553) การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี มีวัตถุประสงค์ในการวิจัย เพื่อศึกษาสภาพทั่วไป ศึกษาเทคโนโลยีและศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุนของโครงการ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เพื่อจำหน่ายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิต โดยใช้หลักเกณฑ์การประเมินโครงการแบบปรับค่าของเวลาในการวิเคราะห์คือ การหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลตอบแทน อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้ว และอัตราส่วนผลตอบแทนสุทธิต่อต้นทุนในการลงทุน รวมถึงวิเคราะห์ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการลงทุน ของโครงการโดยวิธีการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน

ผลการศึกษาพบว่าความต้องการไฟฟ้าของประเทศไทยมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับความจำเป็นในการลงทุนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย โดยเทคโนโลยีที่เหมาะสมคือปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำภายใต้ความดัน ณ ขนาดกำลังการผลิตที่ 1,000 MW เพื่อจำหน่ายไฟฟ้าผ่านการไฟฟ้าฝ่ายผลิตตามสัญญาผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระรายใหญ่ และพื้นที่บริเวณอ่าวไผ่ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี นั้นเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทางด้านภูมิศาสตร์สำหรับการดำเนินโครงการ ในการศึกษาความเป็นไปด้านการเงินพบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลตอบแทนเท่ากับ 81,223 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ 9.8 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้วเท่ากับร้อยละ 6.4 และอัตราส่วนผลตอบแทนสุทธิต่อต้นทุนในการลงทุนเท่ากับ 1.82 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการตัดสินใจแล้ว พบว่าโครงการมีความเป็นไปได้ในการลงทุนทางการเงิน เมื่อวิเคราะห์ความแปรเปลี่ยนของโครงการพบว่าโครงการสามารถมีต้นทุนการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้นได้เท่ากับร้อยละ 85 สามารถมีต้นทุนการลงทุนที่เพิ่มขึ้นได้เท่ากับร้อยละ 82

และสามารถมีรายรับที่ลดลงได้เท่ากับ ร้อยละ 29 ก่อนที่จะทำให้โครงการขาดทุน ดังนั้นความเสี่ยงของโครงการจึงค่อนข้างต่ำ

วรรณพลฐ์ ศิริสังวรรณ (2553) เป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ในอำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะที่ตั้งของโครงการมีพลังงานแสงอาทิตย์เหมาะสมในการทำโครงการเพื่อตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น เทคโนโลยีที่ควรนำมาใช้ได้แก่ ระบบการรวมแสงแบบรางผิวโค้งคู่ขนานอย่างเช่นที่ใช้อยู่ในประเทศสเปน ให้กำลังการผลิตที่ 10 เมกะวัตต์ ที่ระยะเวลาการรับแสงวันละ 6 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลาโครงการ 26 ปี ผลการวิเคราะห์ทางการเงินปรากฏว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 454,928,610.84 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ 19.86 ต่อปี เมื่อทำการปรับค่าแล้วได้เท่ากับร้อยละ 10.98 ต่อปี และอัตราส่วนผลตอบแทนสุทธิต่อการลงทุนเท่ากับ 1.5 เท่า ส่วนการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนปรากฏผลว่า ผลตอบแทนของโครงการสามารถลดลงได้ร้อยละ 27.10 หรือต้นทุนรวมของโครงการสามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 37.17 ก่อนที่จะทำให้โครงการขาดทุน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโครงการมีความเป็นไปได้ในการลงทุนและความเสี่ยงของโครงการค่อนข้างต่ำ

พิสิษฐ์ ลิ่วชนกุล (2553) ศึกษาการพัฒนาชุดวงจรขับหลอด LED สำหรับงานส่องสว่างนอกตัวอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนางานวงจรขับหลอด LED กำลังสูง และศึกษาผลกระทบทั้งด้านบวกและลบ ในเชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าสำหรับการลงทุนระยะยาว

ผลการศึกษาพบว่า ระบบส่องสว่างด้วยหลอด LED สามารถลดอัตราการบริโภคไฟฟ้าลงได้ถึงเกือบ 30 W เมื่อเปรียบเทียบกับระบบส่องสว่างด้วยหลอดไฟปรอทความดันสูง และมีระยะเวลาคืนทุน เพียง $2\frac{1}{2}$ ปี – 6 ปี

จากการตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบถึงสภาพทั่วไปของหลอด LED วงจรระบบแสงสว่าง และเรื่องที่น่าสนใจตรวจสอบเอกสารบางส่วน เป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการเลือกดัชนีตัวชี้วัดความเป็นไปได้ของโครงการ เช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน ระยะเวลาคืนทุน การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ ซึ่งแต่ละโครงการมีผลการศึกษาที่แตกต่างกันออกไปใน

แต่ละโครงการ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางระบุนายการและประเมินมูลค่าทางด้านต้นทุนและผลประโยชน์และวิเคราะห์ความคุ้มค่า ในการศึกษาการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่

วิธีการศึกษา

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)

เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้แทนจำหน่ายและติดตั้งผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED, หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดเดิม และจากการสอบถามเจ้าหน้าที่และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในหน่วยงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)

เป็นข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากเอกสาร รายงานการวิจัย รายงานสถิติบทความ วารสาร จากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1.2.1 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.2.2 การไฟฟ้าฝ่ายผลิต

1.2.3 สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

1.2.4 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงวัฒนธรรม

1.2.5 กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1.2.6 สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) แบ่งออกเป็น

2.1.1 อธิบายหลักการโดยทั่วไปของระบบแสงสว่างและหลอดไฟชนิดต่างๆ โดย มุ่งเน้น หลอดไฟประเภท หลอดประหยัดพลังงาน LED และหลอดฟลูออเรสเซนต์

2.1.2 ศึกษาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ข้อดี ข้อเสีย อุปสงค์ อุปทาน ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย และคุณสมบัติต่างๆ ของหลอดไฟทั้งสองประเภท เช่น พลังงานที่ใช้ ประสิทธิภาพ และอายุการใช้งาน เป็นต้น

ข้อมูลในส่วนนี้จะนำไปใช้เพื่อประกอบและสนับสนุนการวิเคราะห์เชิงปริมาณต่อไป เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ และพิจารณาความคุ้มค่าของการใช้หลอดไฟทั้งสองประเภท

2.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Method)

เป็นการวิเคราะห์ถึงต้นทุนและผลประโยชน์ (Cost- Benefit Analysis : CBA) ทางการเงินของการเปลี่ยนจากการใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ มาเป็นหลอดประหยัดพลังงาน LED

2.2.1 ขั้นตอนที่ 1 ตั้งข้อสมมติในการวิเคราะห์ทางการเงิน

2.2.2 ขั้นตอนที่ 2 การประมาณการต้นทุนและค่าใช้จ่ายของโครงการ เปลี่ยนจากการใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ มาเป็นหลอดประหยัดพลังงาน LED ของแต่ละปีตลอดอายุโครงการ

ก. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment Cost) เป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก ของโครงการ ประกอบด้วย

1) ค่าหลอดไฟประหยัดพลังงาน LED

2) การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เช่น บัลลัด สตาร์ทเตอร์

3) ค่าใช้จ่ายในการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า การตรวจสอบอุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายอื่นที่เกี่ยวข้อง

ข. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อโครงการเริ่มใช้ไฟฟ้าจากหลอดประหยัดพลังงาน LED ประกอบด้วย

1) ค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดค่าความส่องสว่างหลังการติดตั้งหลอด LED โดยใช้เครื่อง Lux meter

2) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์

2.2.3 ขั้นตอนที่ 3 การประมาณการผลตอบแทนรวมของแต่ละปีตลอดอายุโครงการ การประหยัดค่าไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าจากหลอดประหยัดพลังงาน LED เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดเดิมคือหลอดฟลูออเรสเซนต์

2.2.4 ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการในงานวิจัยนี้จะใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ และการเงิน ได้แก่ ระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายในของการลงทุน อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

ก. ระยะเวลาคืนทุน (Payback period) เป็นเกณฑ์การตัดสินใจแบบไม่ปรับค่าเวลา ในที่นี้จะหมายถึง ระยะเวลาที่ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากการเปลี่ยนมาใช้หลอด LED แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีค่าเท่ากับส่วนต่างของราคาหลอดไฟทั้งสองประเภท หลักเกณฑ์การเลือกโครงการคือ ระยะเวลาคืนทุนยิ่งน้อยยิ่งดี แสดงว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าลงทุน

ข. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือผลรวมของผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนที่ได้รับกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนที่จ่ายแต่ละปีของโครงการว่าคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ หลักเกณฑ์การเลือกโครงการคือ $NPV > 0$ หรือมีค่าเป็นบวก แสดงว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าลงทุน

ก. อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

หมายถึง อัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนโครงการ ซึ่งจะเป็นอัตราผลตอบแทนที่ทำให้คุ้มทุนพอดี หลักเกณฑ์การเลือกโครงการคือ เมื่อ IRR มีค่าสูงและต้องสูงกว่าอัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้

ง. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio : BCR) คือ อัตราส่วน

ระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนต่อมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนตลอดอายุของโครงการ ซึ่งมีหลักเกณฑ์การเลือกโครงการ คือ จะเลือกโครงการที่ BCR มีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่า โครงการนี้ได้ผลตอบแทนมากกว่าต้นทุนที่ลงไป

จ. การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis) เป็น

การพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุนภายใต้ข้อสมมุติต่างๆ เพื่อให้ทราบความเสี่ยงในการลงทุนโครงการ การวิเคราะห์นี้จะได้อัตราผลตอบแทนโครงการในแต่ละกรณี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่ หากข้อสมมุติต่างๆ เปลี่ยนไป

ในการเปลี่ยนแปลงข้อสมมุติในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงข้อสมมุติทุกข้อ ควรทำเฉพาะข้อสมมุติที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์หรือข้อสมมุติที่มีเหตุผลเชื่อถือได้ว่า ความไม่แน่นอนอาจเกิดขึ้นเพราะการวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยเปลี่ยนข้อสมมุติหลายข้อหรือใช้หลายค่าสำหรับข้อสมมุติแต่ละข้อ จะทำให้การตีความหรือสรุปผลการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจลงทุนไม่ชัดเจนเท่าที่ควร

สำหรับการวิเคราะห์ความอ่อนไหวในเรื่องการเปลี่ยนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์มาใช้หลอดประหยัดไฟ LED ได้ทำการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่น่าจะมีโอกาสเปลี่ยนแปลงสูง และนำมาคำนวณเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ของการเปลี่ยนประเภทหลอดไฟ ในกรณีต่างๆ ซึ่งตัวแปรที่มีโอกาสเปลี่ยนแปลงสูงได้แก่

1) ราคาขายของหลอด LED : ในปัจจุบันมีการผลิตหลอด LED ออกมาจำหน่ายในรูปแบบและขนาดต่างๆ ซึ่งมีราคาแตกต่างกันออกไป

2) ผลประหยัดจากการเปลี่ยนเป็นหลอด LED

บทที่ 3

ความเป็นมาของหลอดไฟ

ปี พ.ศ. 2443 มีการคิดค้น หลอดไฟแบบไส้ ครั้งแรกขึ้นในโลกโดย เซอร์ โจเซฟ สวอน ได้นำแนวคิด จากนักวิทยาศาสตร์ มาพัฒนาต่อ จนสร้างหลอดไฟได้สำเร็จ แต่ไม่ได้พัฒนา ระบบไฟฟ้าขึ้นทำให้คนที่ซื้อหลอดไฟ ของ สวอน ต้องหาซื้อเครื่องปั่นไฟ ก่อให้เกิดความยุ่งยากในการใช้งานมาก ต่อมา โทมัส เอดิสัน ได้สามารถสร้างหลอดไฟแบบไส้ขึ้นมาได้ และนอกจากนั้น ยังได้พัฒนาระบบไฟฟ้า ขึ้นมา ควบคู่กับหลอดไฟและแจกจ่ายไฟ ไปยังบ้านเรือนต่างๆ ทำให้ หลอดไฟของเขาได้รับความนิยม มากกว่า หลอดของ ทางสวอน จนในที่สุด คนทั่วไป เกิดความเข้าใจกันว่า เอดิสัน คือผู้คิดค้น หลอดไฟ เป็นคนแรกของโลก

ปี พ.ศ. 2453 ได้มีการ คิดค้นไส้หลอดที่ทำจากทั้งสแตน ขึ้นครั้งแรกในโลกเนื่องจาก หลอดไฟของ เอดิสัน ทำจาก คาร์บอน จึงมีอายุการใช้สั้น เพียง 13 ชม และจากปัญหานี้ ต่อมา วิลเลียม เดวิส ได้คิดค้น ไส้หลอด ที่ทำมาจาก ทั้งสแตน ซึ่งสามารถ ทนความร้อนได้สูงถึง 3,419 องศา ในขณะที่ไส้หลอด มีอุณหภูมิสูง 2,456 องศา ทำให้ปัญหาไส้หลอด ขาดง่ายหมดไป แต่ปัญหาที่ตามมาอีกก็คือเมื่อไส้ทั้งสแตนร้อน จะมีอนุภาคบางส่วนหลุดไป เกาะกับผิวหลอดไฟ ทำให้หลังจากใช้งานไปได้ระยะหนึ่ง หลอดไฟจะมีแสงลดลง จนในที่สุด แสงไฟก็จะมัวจนใช้งานต่อไม่ได้ จากปัญหาเรื่องแสงไฟที่ลดลง ทำให้บรรดานักวิทยาศาสตร์ ต่างก็พยายามค้นคว้าหาแนวทางการพัฒนาหลอดไฟกันต่อไป

ปี พ.ศ. 2477 ได้มีการ คิดค้น หลอดนีออนขึ้นโดย จอร์จ คลอสสิก หลักการทำงาน คือบรรจุไอปรอทเข้าไปในหลอดและฉาบผิวหลอดแก้วด้านใน ด้วยฟอสฟอรัส หรือสารเรืองแสงเมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไป ไอปรอทจะถูกกระตุ้นและแผ่พลังงานออกมาในรูปของรังสีที่มีความยาวคลื่น 254 nm ออกมา ซึ่งเป็นความยาวคลื่น ที่สายตามองไม่เห็นและเป็นอันตราย รังสีที่ไอปรอทแผ่ออกมาจะกระทบกับสารเรืองแสงที่ผนังหลอด สารเรืองแสงจะดูดซับรังสีที่เป็นอันตราย เอาไว้และตัวมันเองจะแผ่พลังงานในรูป ของคลื่นที่มีความถี่ ที่สายตามองเห็นได้ออกมาแทนที่เรียกว่าแสงขาวอุ่น เรียกหลอดพวกนี้ว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) แต่เรามัก เรียกว่าหลอดนีออนกันจนชิน ซึ่งในการใช้งานจริงๆ ต้องมีอุปกรณ์อื่นๆ ช่วยคือ สตาร์ทเตอร์ (Starter) และบัลลาสต์ (Ballast)

ปี พ.ศ. 2503 ได้มีการคิดค้น หลอดเมทัลฮาไลด์ ขึ้นมาได้ ช่วงนี้เทคโนโลยีได้แบ่งสาย การพัฒนาหลอดไฟ ออกเป็น 2 สาย

1. ใช้หลักการทำให้เกิดความร้อนจนเปล่งแสงได้แก่ หลอดไส้ เอดิสัน หลอดไส้ทั้งสแตน หลอดฮาโลเจน

2. ใช้หลักการปล่อยประจุในก๊าซหลอดความดันสูง HID, หลอดเมทัลฮาไลด์, หลอดโซเดียม ความดันสูงหลอดความดันต่ำ หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดโซเดียมความดันต่ำหลอดเมทัลฮาไลด์ เป็นหลอดไฟที่มีประสิทธิภาพ การให้แสงสว่างสูงแต่ก็ใช้พลังงานสูงมากเป็นเงาตามตัว ตั้งแต่ 100 W – 3,500 W อายุการใช้งานปานกลาง คือ 8,000 – 10,000 hrs เหมาะกับงานติดตั้งหลอดในที่สูง ตั้งแต่ 6 เมตร ขึ้นไป การจุดติดหลอดไฟ จะต้องรอเวลาการ สตาร์ท ประมาณ 3 – 5 นาที แสงสว่าง สูงสุดรอ 15 นาที ที่ผ่านมา หลอดเมทัล ได้รับความนิยมน้อยลงแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม แต่ในปัจจุบัน เกิดวิกฤตพลังงาน ค่าไฟฟ้าแพงขึ้นเรื่อยๆทำให้หลายๆโรงงาน พยายามจะหาวิธี เปลี่ยนระบบไฟ เมทัลฮาไลด์ ซึ่งกินไฟ มากเป็นระบบไฟ แบบอื่นๆ

การถือกำเนิดของหลอด LED

นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบปรากฏการณ์ Incandescence คือการที่วัตถุปล่อยแสงเมื่อถูกทำให้ ร้อนมาก ปรากฏการณ์ Electroluminescence คือการที่วัตถุปล่อยแสงเมื่อถูกกระตุ้นด้วยไฟฟ้าโดย ไม่เกี่ยวกับความร้อน ผู้ที่ค้นพบปรากฏการณ์ Electroluminescence เป็นคนแรกในปีค.ศ. 1907 คือ นักวิทยาศาสตร์ ชาวอังกฤษชื่อ H. J. Round โดยสารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดแสงคือซิลิกอน คาร์ไบด์ (SiC) ในปี ค.ศ. 1927 นักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซียชื่อ Oleg Vladimirovich Losev ได้นำ ปรากฏการณ์นี้มาพัฒนา เป็น LED ได้เป็นครั้งแรก (แต่ตอนนั้นยังไม่ได้เรียกว่า LED) Losev ได้ ตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานการวิจัยเกี่ยวกับการเปล่งแสงของไดโอดที่ทำจาก SiC (ในสมัยนั้นเรียกว่า Carborundum) โดยลำพังตัวคนเดียวทั้งในวารสารวิชาการของรัสเซียและของยุโรปถึง 16 เรื่องใน ระหว่างปีค.ศ. 1924 – 1930 แต่ผลงานเหล่านี้ไม่ได้รับการสานต่อ อาจเพราะเกิดขึ้นมาในช่วงรอยต่อ ของสงครามโลกครั้งที่ 1 กับ 2 การบูรณะบ้านเมืองกับการสร้างอาวูรยอมได้รับความสนใจมากกว่า อีกทั้ง Losev เองก็มีอายุสั้นคือเสียชีวิตเมื่อปีค.ศ. 1942 ด้วยอายุเพียง 39 ปีจากการขาดอาหารเพราะ กรุงเลนินกราด (หรือกรุงเซนต์ปีเตอร์เบิร์กในปัจจุบัน) ถูกปิดล้อมโดยกองทัพนาซี หลังสงคราม โลกครั้งที่ 2 ในปี ค.ศ. 1955 Rubin Braunstein นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกันค้นพบว่าสารประกอบ แกลเลียมอาเซนายด์ (GaAs) เมื่อทำให้เป็นไดโอด แล้วให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะปล่อยแสงใน

ย่านอินฟราเรด (ที่ตามองไม่เห็น) ที่อุณหภูมิห้อง ต่อมา Robert Biard กับ Gary Pittman นักวิจัยของบริษัท Texas Instruments ระหว่างที่ค้นคว้าวิจัยสารประกอบต่างๆ เพื่อต้องการจะพัฒนาเป็น ไดโอดเลเซอร์ ได้จดสิทธิบัตรไดโอด GaAs เป็น LED ที่สามารถผลิตได้จริงในทางปฏิบัติเป็นครั้งแรกในปีค.ศ. 1961

แต่ผู้ที่ให้กำเนิด LED ที่ปล่อยแสงที่ตามองเห็นได้เป็นคนแรกในปีค.ศ. 1962 คือ Nick Holonyak โดยเป็น LED ให้แสงสีแดง สารประกอบต้นตอแสงคือ แกลเลียม อาร์เซไนด์ ฟอสฟายด์ (GaAsP) ด้วยเหตุที่ LED ของ Holonyak ปล่อยแสงที่ตามองเห็นจริงๆ Holonyak จึงได้รับการยกย่องว่าเป็น “บิดาของ LED” Holonyak เป็นลูกศิษย์ปริญญาเอกคนแรกของ John Bardeen นักฟิสิกส์ทฤษฎี เจ้าของรางวัลโนเบลประจำปีค.ศ. 1956 จากผลงานการพัฒนาทรานซิสเตอร์ ต่อมาในปีค.ศ. 1972 ลูกศิษย์คนหนึ่งของ Holonyak ชื่อ M. George Craford ซึ่งเป็นนักวิจัยของบริษัท Monsanto ได้ประสบความสำเร็จในการประดิษฐ์ LED สีเหลือง บริษัท Monsanto นี่เองที่ผลิต LED ในเชิงอุตสาหกรรมเป็นเจ้าแรก แล้วตามมาด้วยบริษัท Fairchild ที่สามารถทำให้มันมีราคาถูกลงได้ในปีค.ศ. 1976 Thomas P. Pearsall ได้ประดิษฐ์ LED ประสิทธิภาพและความเข้มสูงสำเร็จ วัตถุประสงค์ในตอนนั้นก็เพื่อนำไปใช้ในงานด้านไฟเบอร์ออปติกส์ และการสื่อสารผ่านเส้นใยนำแสง



ภาพที่ 4 หลอดไฟ LED

ในปีค.ศ. 1993 Shuji Nakamura นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นได้ประสบความสำเร็จในการสร้าง LED สีน้ำเงินความเข้มสูงจากสารกึ่งตัวนำชนิดอินเดียม แกลเลียม ไนไตรด์ (InGaN) ซึ่งทำให้แม่สีแสงคือแดง เขียว น้ำเงิน มีสมาชิกครบสมบูรณ์ ช่วยให้ LED มีประโยชน์เชิงประยุกต์กว้างขวาง

มากยิ่งขึ้น เช่นสามารถทำ LED ที่ให้แสงสีขาว (white light) ได้ก็โดยการหุ้มสารกึ่งตัวนำด้วยสารเรืองแสง แสงสีน้ำเงินจากสารกึ่งตัวนำจะไปกระตุ้นให้สารเรืองแสงผลิตแสงสีเหลือง แล้วเมื่อแสงสีเหลืองผสมกับแสงสีน้ำเงินจะได้แสงสีขาว เช่นพวก LED ที่ใช้ทำหลอดไฟดังแสดงในรูปที่ 3 (ในกรณีของจอโทรทัศน์ แสงสีขาวเกิดจากการผสมกันของแสงสีแดง เขียวและน้ำเงินจาก LED สามชนิด)

อนาคตของหลอด LED

การที่ LED ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพราะ LED มีข้อดีเหนือหลอดไฟทั้งแบบธรรมดาและแบบฟลูออเรสเซนต์หลายประการเช่น ในจำนวนวัตต์ที่เท่ากัน LED ผลิตแสงมากกว่าหลอดไฟธรรมดาได้มากกว่า 5 เท่า และมากกว่า หลอดตะเกียบ (Compact Fluorescent Lamp หรือ CFL) ไม่ต่ำกว่า 2 เท่า จึงประหยัดพลังงานมากกว่า ซึ่งหมายถึงค่าไฟที่ต่ำกว่า LED สร้างแสงสีต่างๆ ได้ด้วยตัวเองโดยไม่ต้องอาศัยฟิลเตอร์ช่วย ทำให้มีต้นทุนถูกกว่า สิ้นเปลืองการบำรุงรักษาน้อยกว่าเช่น บริษัท Philips โฆษณาว่า LED ของตนมีอายุการใช้งานนาน 50,000 ชั่วโมง ในขณะที่หลอดไฟธรรมดากับหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีอายุการใช้งาน 1,000 – 2,000 ชั่วโมง และ 30,000 ชั่วโมงตามลำดับ มีการตอบสนองเร็ว สว่างเต็มที่ไ้ภายในเวลาในเรือนไมโครวินาที มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบามาก ดังจะเห็นได้ว่าสามารถทำเป็นเม็ดเม็ดสีแสงเล็กๆบนจอโทรทัศน์ (LED TV) หรือจอแสดงผลภาพ (LED Display) ได้ และไม่ใช่สารปรอทจึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

ปัจจุบันการแข่งขันกันพัฒนา LED ที่มีความเข้มสูงขึ้นๆ แต่มีราคาถูกลงๆกำลังดำเนินไปอย่างเข้มข้น ทั้งนี้เพราะมีแรงจูงใจจากข้อมูลที่ว่าตลาด LED มีแนวโน้มที่จะเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น มีผู้ประเมินว่าในปี ค.ศ. 2013 ตลาด LED ทั่วโลกจะมีมูลค่าสูงถึง 7.6 แสนล้านบาท โดยสูงกว่าปี ค.ศ. 2012 ถึง ร้อยละ 54 ตลาดในอนาคตของ LED จึงมีแนวโน้มที่ดี

แนวคิดโครงการ/ที่มาของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของกรมไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่

เป็นที่ทราบกันดีว่าวิกฤตการณ์ด้านพลังงานของประเทศไทยได้ยกระดับความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นจากจำนวนผู้ใช้ทั้งในส่วนภาคครัวเรือนและภาคธุรกิจอุตสาหกรรมที่เพิ่มมากขึ้นตามเศรษฐกิจในภูมิภาคอาเซียนที่ขยายตัวต่อเนื่อง ทำให้หึงพการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศมากขึ้นเรื่อยๆ รัฐบาลได้ให้ความสนใจในการกำหนดแนวทางและมาตรการต่างๆ เพื่อชะลอผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหา การขาดแคลนพลังงาน และส่งเสริมการใช้พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติ

ของประเทศให้เกิดประโยชน์ สูงสุด การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังพื้นที่ร้อยละ 99 ของประเทศ ในขณะเดียวกัน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคก็มีอาคารสำนักงานมากกว่า 900 แห่งกระจายอยู่ทั่วประเทศซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นทุกๆ ปี หากพิจารณาเฉพาะอาคารสำนักงานใหญ่ใน กทม. มีการใช้พลังงานมากถึง 12.3 ล้านหน่วย คิดเป็น 45.6 ล้านบาท โดยคิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่จากระบบปรับอากาศ (แบบส่วนกลาง) ประมาณร้อยละ 58 ระบบไฟแสงสว่างสำนักงานร้อยละ 17 และอุปกรณ์สำนักงานและไฟส่วนกลางร้อยละ 25 ซึ่งค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งสามารถลดลงได้จากการลดการใช้พลังงานในระบบแสงสว่างโดยการนำอุปกรณ์หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้งานแทนอุปกรณ์เดิม “โครงการนำหลอดประหยัดพลังงานแบบ LED มาใช้งานในการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจำนวน 5,000 หลอด” เป็นโครงการนำร่องที่จะนำหลอด แบบ LED ซึ่งเป็นหลอดชนิดใหม่ที่มีอายุการใช้งานยาวนานและสามารถลดการใช้พลังงานได้มากกว่าร้อยละ 50 มาใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์เดิมขนาด 36 วัตต์ ซึ่งหากประสบความสำเร็จ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะทำการขยายผลไปยังสำนักงานอื่นๆ ทั่วประเทศต่อไป

ข้อมูลทั่วไปของอาคารสำนักงานใหญ่ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1. มีจำนวนทั้งสิ้น 24 ชั้น
2. อาคารประกอบด้วยส่วนการใช้งานภายในแบ่งเป็น 3 ส่วน
 - 2.1 ส่วนสำนักงาน (สำนักงานส่วนใหญ่)
 - 2.2 ส่วนเอนกประสงค์ (สำนักงานบางส่วน, ห้องประชุม, โรงอาหาร)
 - 2.3 ส่วนลานจอดรถ



ห้องทำงาน



ห้องประชุม



ห้องประชุมใหญ่



ลานจอดรถ

ภาพที่ 5 ส่วนต่างๆ ของอาคารสำนักงานใหญ่

แผนงานดำเนินการ

ในโครงการนี้ กฟภ. จะดำเนินการปรับปรุงระบบแสงสว่างภายในอาคารการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสำนักงานใหญ่ โดยนำหลอดประหยัดพลังงานแบบ LED ขนาดไม่เกิน 23 วัตต์ มาติดตั้งแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ที่ติดตั้งอยู่ในโคมเดิม จำนวน 5,000 หลอด มีขั้นตอนเบื้องต้นดังต่อไปนี้

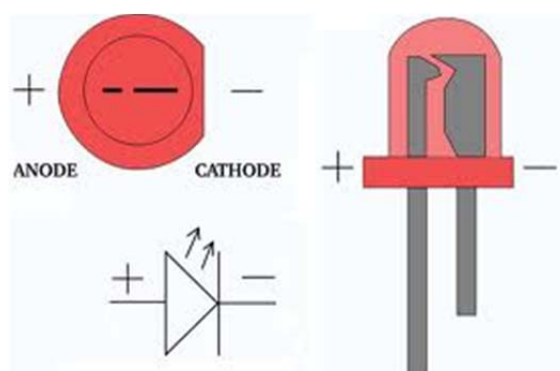
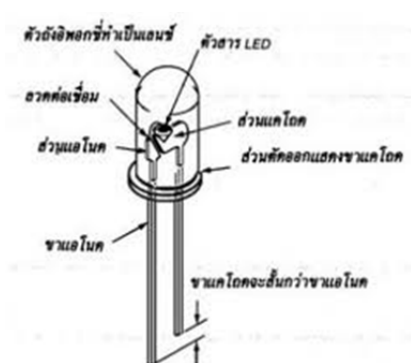
1. จัดเตรียมข้อมูลของหลอดประหยัดพลังงานแบบ LED
2. ประเมินการต้นทุนและค่าใช้จ่ายของโครงการ
3. ดำเนินการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรระบบแสงสว่างและค่าความสว่างภายในห้องทำงานก่อนการปรับปรุง
4. ช่างดำเนินการติดตั้งหลอดประหยัดพลังงานแบบ LED ตามแผนงาน

5. ช่างดำเนินการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรระบบแสงสว่างและค่าความสว่างภายในห้องทำงานหลังการปรับปรุง
6. เปรียบเทียบผลกำลังไฟฟ้าและค่าความสว่างก่อนและหลังการปรับปรุง
7. สรุปผล

หลักการทำงานหรือการใช้งาน

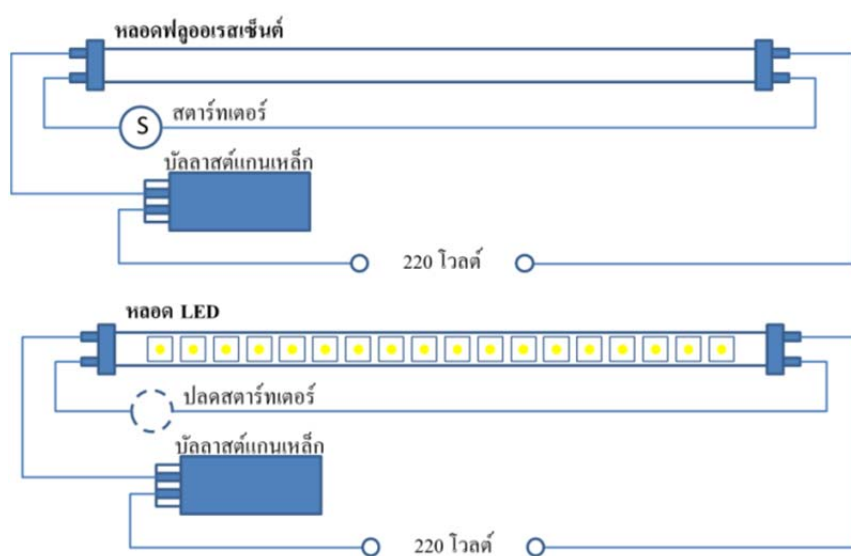
1. หลักการทำงานของหลอด LED

หลอด LED มีชื่อจริงว่า Light Emitting Diode เป็นตัวไดโอดที่สามารถเปล่งแสงสว่างได้ โครงสร้างประกอบไปด้วยสารกึ่งตัวนำสองชนิด (สารกึ่งตัวนำชนิด N และสารกึ่งตัวนำชนิด P) ประกบเข้าด้วยกัน มีผิวข้างหนึ่งเรียบคล้ายกระจกเมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงผ่านตัว LED โดยจ่ายไฟบวกให้ขาแอนโนด (A) จ่ายไฟลบให้ขาแคโทด (K) ทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้น จนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อจากสารชนิด N ไปรวมกับโฮลในสารชนิด P การที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้เกิดกระแสไหล เป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไป และคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง



ภาพที่ 6 วงจร LED เบื้องต้น

LED ได้ถูกพัฒนาเรื่อยมาจากการใช้งานในวงจรไฟฟ้า จนสามารถพัฒนาให้เกิดความสว่างมากขึ้น และสามารถนำมาใช้กับระบบแสงสว่างตามที่พักหรืออาคารสำนักงานได้ ในการนำหลอด LED มาใช้งานแทน หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ นั้น สามารถนำมาติดตั้งแทนชุดโคมเดิมได้เลยเนื่องจากตัวหลอดมีชุด Driver อยู่ในตัว แต่ทั้งนี้เนื่องจากเพื่อเป็นการลด Loss จากบัลลาสต์แกนเหล็กที่ติดตั้งอยู่ในชุดโคมเดิม เลยจำเป็นต้องปลดบัลลาสต์และคาปาซิเตอร์ออก ซึ่งอุปกรณ์ที่ทำการปลดออกมานั้น สามารถนำไปเป็นอะไหล่ให้กับชุดโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ให้อยู่ในอาคารอื่นๆ ได้



ภาพที่ 7 วงจรหลอด LED ที่มาใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์

2. ข้อกำหนดเทคนิคเบื้องต้นของหลอด LED

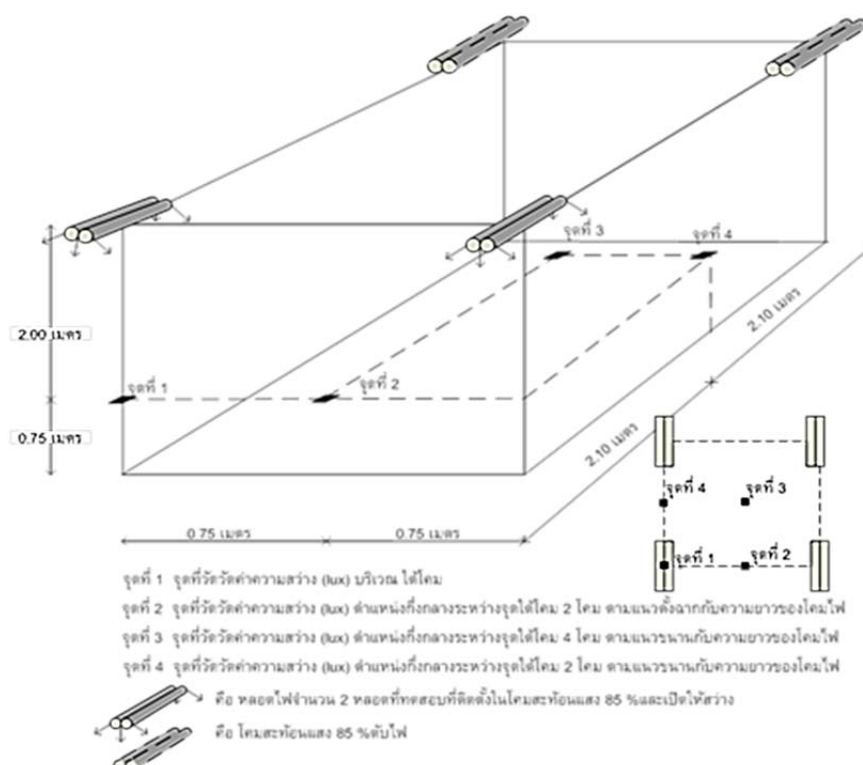
กฟภ. ได้จัดทำข้อกำหนดด้านเทคนิคของหลอด LED ที่จะนำมาติดตั้งแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ สรุปเบื้องต้นได้ดังนี้

ชุดหลอด LED ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 23 วัตต์ สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าที่ 220 โวลต์ $\pm 10\%$ มีความถี่ 50 เฮิรตซ์ โดยน้ำหนักของหลอดต้องไม่เกิน 400 กรัม มีค่าฟลักซ์การส่องสว่างไม่น้อยกว่า 2,000 ลูเมน มีมุมกระจายแสงของหลอดไม่น้อยกว่า 120 องศา ค่า Power Factor ไม่น้อยกว่า 0.90 ค่าความถูกต้องของสีไม่น้อยกว่า 80 อุณหภูมิสี 6,500 K ± 500 K มีค่าฮาร์โมนิก THDi ไม่นเกิน 15% มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง โดยยังคงความสว่างไม่น้อยกว่า 70% โดย

มีเอกสารรองรับจากบริษัทผู้ผลิต โดยข้อหาคือเป็นชนิด G13 ฝาครอบมีสีขาวุ่นชุดขับ (LED Driver) ติดตั้งอยู่ภายในหลอด LED สามารถทำงานได้ปกติ ที่อุณหภูมิแวดล้อม 45 องศาเซลเซียส และมีค่าความสว่างในแนวราบระดับต่ำสุดไม่น้อยกว่า 400 ลักซ์ โดยวัดตามที่ กฟผ. กำหนด

วิธีการทดสอบ

1. วิธีตรวจวัดค่าความสว่าง ทดสอบในห้องที่มีความสูงห้อง 2.75 เมตร โดยทดสอบค่าความสว่างของหลอดไฟ ณ ระดับความสูงของโต๊ะทำงานคือ 0.75 เมตร ซึ่งเดิมเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 2 x 36 W แผ่นสะท้อนแสง ร้อยละ 85 ติดตั้งโคมห่างกันในแนวขวาง 1.5 เมตร และระยะห่างจากกึ่งกลางโคมถึงอีกโคมในแนวขนาน 2.1 เมตร และวัดค่าความสว่าง 4 จุดบนพื้นที่ใช้งานจริงดังรูป



ภาพที่ 8 วิธีการตรวจวัดค่าความสว่าง

2. การติดตั้งอุปกรณ์ ข้างทำการติดตั้งโดยถอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 36 วัตต์ออกจากโคมพร้อมทั้งปลดสตาเตอร์, คาปาซิเตอร์และบัลลาสต์ออกจากชุดโคม และนำหลอดประหยัดพลังงานแบบ LED 23 วัตต์มาใส่แทนหลอด T8 เดิม



ภาพที่ 9 การติดตั้งหลอด LED

3. **เครื่องมือวัดความเข้มของแสงสว่าง** ซึ่งอ่านค่าเป็น ลักซ์ หรือ ฟุตแคนเดิล เครื่องมือวัดมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ เซลล์รับแสง (Photo Cell) ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกด้านในเคลือบด้วยสารซิลิกอน (Silicon) หรือเซเลเนียม (Selenium) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า ถ้าความเข้มแสงสว่างมาก พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมากตามไปเป็นสัดส่วน เซลล์รับแสงอาจถูกออกแบบให้โค้งมนเล็กน้อยเพื่อให้แสงจากทิศทางต่างๆ ตกกระทบในมุม 90° หรือใกล้เคียงที่สุดได้รอบด้าน



ภาพที่ 10 อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความสว่าง

4. การตรวจวัดค่าความสว่าง ใช้ Lux meter ทำการวัดค่าความสว่างตามวิธีการตรวจวัด



ภาพที่ 11 การตรวจวัดค่าความสว่าง

5. การตรวจวัดค่าพลังงาน กฟภ. ทำการวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ตู้ Main Circuit Breaker (MCB) ของระบบแสงสว่างทั้งก่อนและหลังการติดตั้งหลอด LED แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.1 ค่ากำลังไฟฟ้า (kW)

5.2 ค่ากระแสไฟฟ้า (A)



ภาพที่ 12 การตรวจวัดค่าชี้วัดทางไฟฟ้า

6. การตรวจวัดและวิเคราะห์พลังงาน

6.1 ค่าส่องสว่าง ช่างทำการตรวจวัดค่าความส่องสว่างก่อนและหลังการติดตั้งหลอด LED ซึ่งใช้เครื่อง Lux meter ในการตรวจวัดทั้งบนพื้นที่ใช้งานและบนพื้นราบ และค่าส่องสว่างดังกล่าวก่อนปรับปรุงส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่ามาตรฐาน แต่เมื่อติดตั้งหลอด LED ค่าส่องสว่างสอดคล้องตามหลักของชีวอนามัยในการทำงาน

6.2 ค่ากำลังไฟฟ้าและคุณภาพทางไฟฟ้า จากการตรวจวัดวงจรระบบแสงสว่าง พบว่าเดิมมีค่าคุณภาพทางไฟฟ้าไม่ดี (บัลลาสต์เสื่อมอายุการใช้งานและสร้างกระแสฮาร์มอนิกส์สูง) ซึ่งภายหลังติดตั้งหลอด LED ค่าดังกล่าวมีค่าอยู่ในเกณฑ์ และค่ากำลังไฟฟ้าลดลง โดยมีข้อสังเกตสำหรับบัลลาสต์แกนเหล็กที่เสื่อมอายุการใช้งานง่าย ๆ ใด้ว่ายังมีเสียงดังสิ่งๆ มากเท่าใดก็จะยิ่งเกิดความสูญเสียพลังงานและเสี่ยงต่อไฟฟ้าลัดวงจรมากขึ้นเท่านั้น

7. ผลที่ได้รับ

ตารางที่ 1 ค่าความส่องสว่างก่อนและหลังการติดตั้งหลอด LED

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ประเภทโคม	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W	หลอด LED 23 W
อายุการใช้งาน	15,000 ชม.	40,000 ชม.
ค่าความสว่างเฉลี่ย (Lux)	492 Lux	562 Lux
ค่าความสว่างเพิ่มขึ้น		14.20%

ที่มา: จากการสำรวจ

จากตารางดังกล่าว ชุดหลอด LED ที่ติดตั้งใหม่ให้ค่าความสว่างเพิ่มจากเดิมประมาณร้อยละ 14 โดยใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า และมีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W ชนิดเดิม แต่อย่างไรก็ตาม เราต้องศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการด้วย ซึ่งดูในส่วนของต้นทุนและผลประโยชน์ว่ามีความคุ้มค่าหรือไม่ อันจะศึกษาในบทต่อไป

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในบทนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาและวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของ โครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ ในส่วนที่สองนั้น จะเป็นการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการดังกล่าว

วิธีการและข้อสมมุติที่ใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านการเงิน จะใช้แนวทางวิธีการเปรียบเทียบต้นทุน และผลประโยชน์ที่จะได้รับกลับคืนระหว่างสถานการณ์ที่มีโครงการและไม่มีโครงการ เพื่อประเมินผลประโยชน์ส่วนเพิ่มที่จะเกิดจากการมีโครงการ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เปรียบเทียบกระแสเงินสดต้นทุน และผลประโยชน์ที่แท้จริงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตมาเป็นมูลค่าปัจจุบันทั้งหมด (Discounted Measure) ตามระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงการเพื่อขจัดความแตกต่างของ ค่าเงินตามกาลเวลาออกไป โดยใช้สมมติฐานดังนี้

1. กำหนดอัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 6.69 ต่อปี ซึ่งเป็นอัตราต้นทุนเงินทุน (WACC) ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (ภาคผนวก ก)
2. กำหนดอายุของโครงการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED เป็นการศึกษาเฉลี่ยตลอดอายุการใช้งาน คือ 8 ปี คิดจากอายุการใช้งานของหลอด LED 40,000 ชม. โดยคิดเฉลี่ยการเปิดใช้งานหลอด ประมาณ 13 ชม./วัน จำนวน 365 วัน
3. กำหนดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4.17 บาท ซึ่งเป็นอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ปี พ.ศ. 2557 (ภาคผนวก ค ตารางผนวกที่ 2)

การศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์

1. ต้นทุนของโครงการ

ต้นทุนและค่าใช้จ่าย ในโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ ซึ่งต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่สามารถคิดเป็นมูลค่าหรือเป็นตัวเงินได้ จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment Costs) หรือต้นทุนคงที่ของโครงการ ซึ่งหมายถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปเพื่อการลงทุนในสินทรัพย์ถาวรของโครงการ และ (2) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Costs) หรือค่าใช้จ่ายประจำ

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ จะประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สามารถจำแนกได้ ดังนี้

1.1 ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งหลอด LED เป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรกเพื่อใช้ในการซื้อหลอด LED

1.1.1 หลอด LED ขนาด 23 วัตต์พร้อมอุปกรณ์ประกอบราคาชุดละ 703 บาท

1.1.2 รวม 5,000 หลอด * 703 = 3,515,000 บาท

ราคาเป็นราคาจากการประกวดราคาและทำสัญญาซื้อขายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกับบริษัท XXX

1.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Costs)

1.2.1 ค่าดำเนินการติดตั้งหลอด LED ราคาชุดละ 25 บาท

1.2.2 รวม 5,000 หลอด * 25 = 125,000 บาท

ราคาเป็นราคาจากการประกวดราคาและทำสัญญาซื้อขายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกับบริษัท XXX

1.3 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (Maintenance Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ค่าดูแลรักษาหลอดไฟ ทุก 1 ปี = 2,500 บาท ราคาจากการสอบถามบริษัททำความสะอาด

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของกรมไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ ตั้งแต่ปีที่ 1 ถึงปีที่ 8

รายการ/ปี	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	3,515,000								
รวมค่าใช้จ่ายในการลงทุน	3,515,000								
2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน									
2.1 ค่าแรงงานติดตั้ง	125,000								
รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	125,000								
3. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา									
3.1 เชื้อและดูแลหลอดไฟ		2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
รวมค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา		2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	3,640,000	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบหลอดประหยัดพลังงาน LED เทียบกับ หลอดไฟเดิมชนิดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์

ข้อมูลเบื้องต้น	ฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์	หลอด LED 23 วัตต์
อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)	12,000	40,000
ราคาหลอดไฟ (บาท)	65	703
เมื่อเปิด - ปิด	มีการกระพริบ	ไม่มีการกระพริบ
กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (W)	48.2	23.16
บัลลาสต์	ใช่	ไม่ใช่
ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีสารปรอทบรรจุในหลอด	ไม่มีสารปรอท

ที่มา: จากการสำรวจและภาคผนวก ง ตารางผนวกที่ 3

จากตารางข้างต้น

1.3.1 หลอด LED มีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์

1.3.2 หลอด LED มีราคาสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์

1.3.3 หลอด LED ประหยัดพลังงานกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ เนื่องจากหลอด LED ใช้กำลังไฟที่น้อยกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ ในขณะที่ให้ความสว่างเท่ากัน

1.3.4 หลอด LED ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ เนื่องจากไม่มีสารปรอทเป็นองค์ประกอบ

จะเห็นได้ว่า ต้นทุนของหลอด LED มีราคาสูงกว่า หลอดไฟเดิมชนิดฟลูออเรสเซนต์ แต่หากดูปัจจัยอื่นๆ จะเห็นว่าหลอด LED มีข้อได้เปรียบหลอดฟลูออเรสเซนต์อยู่เช่นกัน อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้หลอด LED อาจไม่ได้เป็นทางเลือกที่ต้นทุนต่ำสุด เพราะใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ ว่าเป็นการลดการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างหรือไม่ โดยทำการวิเคราะห์ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการด้านการเงิน ว่าคุ้มค่าไหมที่เราจะต้องลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED หากเปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบเดิมที่มีอยู่แล้ว

2. ผลประโยชน์ของโครงการ

การวิเคราะห์ผลประโยชน์ของโครงการ จะใช้แนวทางวิธีการเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่จะได้รับกลับคืนระหว่างสถานการณ์ที่มีโครงการและไม่มีโครงการ ซึ่งคือ เปรียบเทียบระหว่างการติดตั้งหลอดประหยัดพลังงาน LED เทียบกับ หลอดไฟเดิมชนิดฟลูออเรสเซนต์ T8 36 วัตต์ และเพื่อประเมินผลประโยชน์ส่วนเพิ่มที่จะเกิดจากการติดตั้งหลอด LED

โดยการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ สามารถแยกได้ เป็น 4 จุด ดังนี้

1. ในอาคารสำนักงาน จำนวน 3,884 หลอด เปิดใช้งาน 240 วันต่อปี 10 ชม./วัน
2. สำนักงาน SAP บริเวณลานจอดรถชั้น 6 และ 7 จำนวน 785 หลอด เปิดใช้งาน 240 วันต่อปี 14 ชม./วัน
3. บริเวณลานจอดรถชั้น 5B และ 6 จำนวน 190 หลอด เปิดใช้งาน 365 วันต่อปี 24 ชม./วัน
4. บริเวณลานจอดรถชั้น 1 จำนวน 141 หลอด เปิดใช้งาน 365 วันต่อปี 24 ชม./วัน

ตารางที่ 4 ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากหลอด LED ที่ติดตั้ง “สำนักงาน SAP บริเวณลานจอดรถชั้น 6 และ 7” (785 หลอด)

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลประหยัด
ประเภทโคม	หลอดฟลูออเรสเซนต์	หลอด LED	-
	36 W	23 W	
กำลังไฟฟ้า/โคม (W) 1 หลอด	48.2	23.16	25.04
กำลังไฟฟ้า/โคม (kW) 3, 884 หลอด	37.83	18.18	19.65
1 หลอด	สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ (25.04 W / 1,000 x 14 ชม. x 240 วัน)		84.13 หน่วยต่อปี
785 หลอด	สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ (25.04W / 1,000 x 14 ชม. x 240 วัน x 785 หลอด)		66,040.04 หน่วยต่อปี

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 5 ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากหลอด LED ที่ติดตั้ง "ในอาคารสำนักงาน" (3,884 หลอด)

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลประหยัด
ประเภทโคม	หลอดฟลูออเรสเซนต์	หลอด LED	-
	36 W	23 W	
กำลังไฟฟ้า/โคม (kW) 1 หลอด	48.2	23.16	25.04
กำลังไฟฟ้า/โคม (kW) 3,884 หลอด	187.19	89.95	97.25
1 หลอด	สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ (25.04 W / 1,000 x 10 ชม. x 240 วัน)		60.09 หน่วยต่อปี
3,884 หลอด	สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ (25.04W / 1,000 x 10 ชม. x 240 วัน x 3,884 หลอด)		233,393.57 หน่วยต่อปี

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 6 ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากหลอด LED ที่ติดตั้ง “บริเวณลานจอดรถชั้น 5B และ 6”
(190 หลอด)

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลประหยัด
ประเภทโคม	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W	หลอด LED 23 W	-
กำลังไฟฟ้า/โคม (W) 1 หลอด	48.2	23.16	25.04
กำลังไฟฟ้า/โคม (kW) 3,884 หลอด	9.16	4.40	4.76
1 หลอด	สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ (25.04 W / 1,000 x 24 ชม. X 365 วัน)		219.35 หน่วยต่อปี
190 หลอด	สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ (25.04W / 1,000 x 24 ชม. x 365 วัน x 190 หลอด)		41,673.13 หน่วยต่อปี

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 7 ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากหลอด LED ที่ติดตั้ง “บริเวณลานจอดรถชั้น 1” (141 หลอด)

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลประหยัด
ประเภทโคม	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W	หลอด LED 23 W	-
กำลังไฟฟ้า/โคม (W) 1 หลอด	48.2	23.16	25.04
กำลังไฟฟ้า/โคม (kW) 3,884 หลอด	6.80	3.27	3.53
1 หลอด	สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ (25.04 W / 1,000 x 24 ชม. X 365 วัน)		219.35 หน่วยต่อปี
141 หลอด	สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ (25.04W / 1,000 x 24 ชม. x 365 วัน x 141 หลอด)		30,925.85 หน่วยต่อปี

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 8 ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งหลอด LED

บริเวณที่ปรับปรุง	จำนวน หลอด	กำลังไฟฟ้า ก่อนปรับปรุง (kW)	กำลังไฟฟ้า หลังปรับปรุง (kW)	กำลังไฟฟ้าที่ ลดลง (kW)	ชั่วโมงเปิด ใช้งานต่อ วัน	วันเปิดใช้ งานต่อปี	พลังงานไฟฟ้า ก่อนปรับปรุง	พลังงานไฟฟ้า ก่อนปรับปรุง	พลังงานไฟฟ้าที่ ประหยัดต่อปี	ค่าไฟฟ้าที่ ประหยัดได้
อาคารสำนักงาน	3,884	187.19	89.95	97.25	10	240	449,262.20	215,868.63	233,393.57	973,251.19
สำนักงาน SAP บริเวณลาน จอดรถชั้น 6,7	785	37.83	18.18	19.65	14	240	127,121.31	61,081.26	66,040.04	275,386.99
ลานจอดรถ ชั้น 5B , 6	190	9.16	4.40	4.76	24	365	80,217.13	38,544.00	41,673.13	173,776.96
ลานจอดรถชั้น 1	141	6.80	3.27	3.53	24	365	59,529.56	28,603.71	30,925.85	128,960.79
รวม	5,000	240.98	115.79	125.19			716,130.20	344,097.60	372,032.60	1,551,375.93

งานติดตั้งหลอดประหยัดพลังงานชนิดหลอด LED จำนวน 5000 หลอด

1. หลอดไฟเดิมชนิดฟลูออเรสเซนต์ T8 36 วัตต์ กำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์รวม
ความสูญเสียบัลลาสต์ เท่ากับ 48.20 วัตต์/ หลอด

2. หลอดใหม่ที่น่าสนใจไปเปลี่ยนชนิด LED กำลังไฟฟ้าต่อหลอด รวมความสูญเสียในสายไฟ
23.16 วัตต์/หลอด

3. ผลประหยัดที่เกิดขึ้น สามารถประหยัดพลังงานต่อหลอดเท่ากับ 25.04 วัตต์/หลอด

ภาพรวมการประหยัดพลังงานทั้ง		5,000 หลอด
กำลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุง	240.98 kW	คิดเป็น 716,130 หน่วย/ปี
กำลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง	115.79 kW	คิดเป็น 344,098 หน่วย/ปี
สามารถประหยัดพลังงานได้	125.19 kW	คิดเป็น 372,033 หน่วย/ปี

ตารางที่ 9 ผลประหยัดจากการติดตั้งหลอด LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
สำนักงานใหญ่ จำนวน 5,000 หลอด

ปีที่	ผลประหยัดจากการติดตั้งหลอด LED
1	1,551,375.93
2	1,551,375.93
3	1,551,375.93
4	1,551,375.93
5	1,551,375.93
6	1,551,375.93
7	1,551,375.93
8	1,551,375.93
รวม	12,411,007.44

ที่มา: จากการคำนวณ

การวัดความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่

ในการวิเคราะห์ทางการเงินนี้ จะเริ่มจากการศึกษาผลประโยชน์และ ค่าใช้จ่ายของการลงทุนติดตั้งหลอด LED จากนั้นจึงทำการวัดความคุ้มค่าทางการเงินในการลงทุนติดตั้งหลอด LED ด้วยวิธีการหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อทุน (BCR) อัตราผลตอบแทนของการลงทุน (IRR) และระยะเวลาคืนทุน กำหนดอัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 6.69 ต่อปี ซึ่งเป็นอัตราต้นทุนเงินทุน (WACC) ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและอายุการลงทุนโครงการเท่ากับ 8 ปี โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 10 ผลประโยชน์สุทธิจากการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่

หน่วย : บาท

รายการ/ปีที่	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ผลประโยชน์ที่เกิดจากการติดตั้ง LED	0	1,551,375.93	1,551,375.93	1,551,375.93	1,551,375.93	1,551,375.93	1,551,375.93	1,551,375.93	1,551,375.93
รวมผลประโยชน์จากการติดตั้ง LED	0	1,551,375.93	1,551,375.93	1,551,375.93	1,551,375.93	1,551,375.93	1,551,375.93	1,551,375.93	1,551,375.93
ค่าใช้จ่ายของการลงทุนติดตั้ง หลอด LED									
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	3,515,000.00								
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	125,000.00								
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา		2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
รวมค่าใช้จ่ายของการลงทุน ติดตั้งหลอด LED	3,640,000.00	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
รวมผลประโยชน์สุทธิของการ ลงทุนติดตั้งหลอด LED	-3,640,000.00	1,548,875.93	1,548,875.93	1,548,875.93	1,548,875.93	1,548,875.93	1,548,875.93	1,548,875.93	1,548,875.93

ตารางที่ 11 การหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่
หน่วย : บาท

ปี	ค่าใช้จ่ายของโครงการ			รวมค่า	ผลประโยชน์	DF	PVC	PVB	NPV	
	การลงทุน	การดำเนินงาน	การบำรุงรักษา	ใช้จ่าย	รวม	สุทธิ				6.69%
0	3,515,000.00	125,000.00	-	3,640,000	0	-2,088,624.07	1.00	3,640,000.00	0	-3,640,000.00
1	-	-	2,500.00	2,500	1,551,375.93	1,548,875.93	0.94	2,343.24	1,454,096.85	1,451,753.61
2	-	-	2,500.00	2,500	1,551,375.93	1,548,875.93	0.88	2,196.30	1,362,917.66	1,360,721.35
3	-	-	2,500.00	2,500	1,551,375.93	1,548,875.93	0.82	2,058.59	1,277,455.86	1,275,397.28
4	-	-	2,500.00	2,500	1,551,375.93	1,548,875.93	0.77	1,929.50	1,197,352.95	1,195,423.45
5	-	-	2,500.00	2,500	1,551,375.93	1,548,875.93	0.72	1,808.51	1,122,272.89	1,120,464.38
6	-	-	2,500.00	2,500	1,551,375.93	1,548,875.93	0.68	1,695.11	1,051,900.73	1,050,205.62
7	-	-	2,500.00	2,500	1,551,375.93	1,548,875.93	0.64	1,588.82	985,941.26	984,352.45
8	-	-	2,500.00	2,500	1,551,375.93	1,548,875.93	0.60	1,489.19	924,117.78	922,628.59
รวม	3,515,000.00	125,000.00	20,000.00	3,660,000	12,411,007.44	8,751,007.44		3,655,109.26	9,376,056.00	5,720,946.74

NPV = 5,720,946.74 BCR = 2.57 IRR = 40% ระยะเวลาคืนทุน 2.35 ปี

ที่มา: จากการคำนวณ

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

การลงทุนในโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ ผู้ลงทุนอาจประสบกับความเสี่ยงและความไม่แน่นอน โดยอาจมีการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์บางอย่าง เช่น ต้นทุนเพิ่มขึ้นหรือลดลง จะมีผลทำให้ต้นทุนและผลประโยชน์จากโครงการที่ลงทุนไปได้รับผลกระทบ ซึ่งอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามไปด้วย ดังนั้น เพื่อลดอัตราความเสี่ยงของโครงการจึงต้องทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าโครงการสามารถรองรับความเสี่ยงได้มากน้อยเพียงใด โดยการศึกษาครั้งนี้ตัวแปรหลักที่มีผลต่อการดำเนินโครงการ ได้แก่ ราคาหลอดไฟแบบประหยัดพลังงาน LED และผลประโยชน์จากหลอดไฟแบบประหยัดพลังงาน LED

1. ราคาหลอดไฟแบบประหยัดพลังงาน LED เพิ่มขึ้น ร้อยละ 10
2. ราคาหลอดไฟแบบประหยัดพลังงาน LED เพิ่มขึ้น ร้อยละ 20
3. ผลประโยชน์จากหลอดไฟแบบประหยัดพลังงาน LED ลดลง ร้อยละ 10
4. ผลประโยชน์จากหลอดไฟแบบประหยัดพลังงาน LED ลดลง ร้อยละ 20

ผลการวิเคราะห์	NPV	BCR	IRR	PB
กรณีพื้นฐาน	5,720,946.74	2.57	40	2.35
กรณีราคาหลอด LED สูงขึ้น ร้อยละ 10	5,369,446.74	2.34	35	2.57
กรณีราคาหลอด LED สูงขึ้น ร้อยละ 20	5,017,946.74	2.15	32	2.80
กรณีผลประโยชน์ ลดลง ร้อยละ 10	4,783,341.14	2.31	35	2.61
กรณีผลประโยชน์ ลดลง ร้อยละ 20	3,845,733.54	2.05	30	2.93

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 12 การหาค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED กรณีราคาหลอด LED สูงขึ้น ร้อยละ 10

หน่วย : บาท

ปี	ค่าใช้จ่ายของโครงการ			รวมค่าใช้จ่าย	ผลประโยชน์สุทธิ	DF 6.69%	PVC	PVB	NPV
	การลงทุน	การดำเนินงาน	การบำรุงรักษา						
0	3,866,500.00	125,000.00	-	3,991,500.00	-	-3,991,500.00	1.00	3,991,500.00	-3,991,500.00
1	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.94	2,343.24	1,451,753.61
2	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.88	2,196.30	1,362,917.66
3	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.82	2,058.59	1,275,397.28
4	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.77	1,929.50	1,195,423.45
5	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.72	1,808.51	1,120,464.38
6	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.68	1,695.11	1,051,900.73
7	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.64	1,588.82	984,352.45
8	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.60	1,489.19	922,628.59
รวม	3,866,500.00	125,000.00	20,000.00	4,011,500.00	12,411,007.44	12,411,007.44		4,006,609.26	5,369,446.74

NPV = 5,369,446.74

BCR = 2.34

IRR = 35%

ระยะเวลาคืนทุน 2.57 ปี

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 13 การหาค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED กรณีราคาหลอด LED สูงขึ้น ร้อยละ 20

หน่วย : บาท

ปี	ค่าใช้จ่ายของโครงการ			รวม ค่าใช้จ่าย	ผลประโยชน์ สุทธิ	DF 6.69%	PVC	PVB	NPV
	การลงทุน	การดำเนินงาน	การบำรุงรักษา						
0	4,218,000.00	125,000.00	-	4,343,000.00	-	-4,343,000.00	1.00	4,343,000.00	-4,343,000.00
1	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.94	2,343.24	1,451,753.61
2	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.88	2,196.30	1,360,721.35
3	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.82	2,058.59	1,275,397.28
4	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.77	1,929.50	1,195,423.45
5	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.72	1,808.51	1,120,464.38
6	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.68	1,695.11	1,050,205.62
7	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.64	1,588.82	984,352.45
8	-	-	2,500.00	2,500.00	1,551,375.93	1,548,875.93	0.60	1,489.19	922,628.59
รวม	4,218,000.00	125,000.00	20,000.00	4,363,000.00	12,411,007.44	8,048,007.44		4,358,109.26	5,017,946.74

NPV = 5,017,946.74

BCR = 2.15

IRR = 32%

ระยะเวลาคืนทุน 2.80 ปี

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 14 การหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED กรณีผลประหยัด ลดลง ร้อยละ 10

หน่วย : บาท

ปี	ค่าใช้จ่ายของโครงการ			รวม ค่าใช้จ่าย	ผลประหยัด รวม	ผลประโยชน์ สุทธิ	DF 6.69%	PVC	PVB	NPV
	การลงทุน	การดำเนินงาน	การบำรุงรักษา							
0	3,515,000.00	125,000.00	-	3,640,000.00	-	-3,640,000.00	1.00	3,640,000.00	-	-3,640,000.00
1	-	-	2,500.00	2,500.00	1,396,238.34	1,393,738.34	0.94	2,343.24	1,308,687.17	1,306,343.93
2	-	-	2,500.00	2,500.00	1,396,238.34	1,393,738.34	0.88	2,196.30	1,226,625.89	1,224,429.59
3	-	-	2,500.00	2,500.00	1,396,238.34	1,393,738.34	0.82	2,058.59	1,149,710.28	1,147,651.69
4	-	-	2,500.00	2,500.00	1,396,238.34	1,393,738.34	0.77	1,929.50	1,077,617.65	1,075,688.15
5	-	-	2,500.00	2,500.00	1,396,238.34	1,393,738.34	0.72	1,808.51	1,010,045.60	1,008,237.09
6	-	-	2,500.00	2,500.00	1,396,238.34	1,393,738.34	0.68	1,695.11	946,710.66	945,015.55
7	-	-	2,500.00	2,500.00	1,396,238.34	1,393,738.34	0.64	1,588.82	887,347.14	885,758.32
8	-	-	2,500.00	2,500.00	1,396,238.34	1,393,738.34	0.60	1,489.19	831,706.01	830,216.81
รวม	3,515,000.00	125,000.00	20,000.00	3,660,000.00	11,169,906.70	7,509,906.70		3,655,109.26	8,438,450.40	4,783,341.14

NPV = 4,783,341.14

BCR = 2.31

IRR = 35%

ระยะเวลาคืนทุน 2.61 ปี

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 15 การหาค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED กรณีผลประหยัด ลดลง ร้อยละ 20

หน่วย : บาท

ปี	ค่าใช้จ่ายของโครงการ			รวม ค่าใช้จ่าย	ผลประหยัด รวม	ผลประโยชน์ สุทธิ	DF 6.69%	PVC	PVB	NPV
	การลงทุน	การดำเนินงาน	การบำรุงรักษา							
0	3,515,000.00	125,000.00	-	3,640,000.00	-	-3,640,000.00	1.00	3,640,000.00	-	-3,640,000.00
1	-	-	2,500.00	2,500.00	1,241,100.74	1,238,600.74	0.94	2,343.24	1,163,277.48	1,160,934.24
2	-	-	2,500.00	2,500.00	1,241,100.74	1,238,600.74	0.88	2,196.30	1,090,334.13	1,088,137.82
3	-	-	2,500.00	2,500.00	1,241,100.74	1,238,600.74	0.82	2,058.59	1,021,964.69	1,019,906.10
4	-	-	2,500.00	2,500.00	1,241,100.74	1,238,600.74	0.77	1,929.50	957,882.36	955,952.86
5	-	-	2,500.00	2,500.00	1,241,100.74	1,238,600.74	0.72	1,808.51	897,818.31	896,009.80
6	-	-	2,500.00	2,500.00	1,241,100.74	1,238,600.74	0.68	1,695.11	841,520.59	839,825.48
7	-	-	2,500.00	2,500.00	1,241,100.74	1,238,600.74	0.64	1,588.82	788,753.01	787,164.19
8	-	-	2,500.00	2,500.00	1,241,100.74	1,238,600.74	0.60	1,489.19	739,294.23	737,805.04
รวม	3,515,000.00	125,000.00	20,000.00	3,660,000.00	11,169,906.66	6,268,805.95		3,655,109.26	8,741,945.52	3,845,735.54

NPV = 3,845,735.54

BCR = 2.05

IRR = 30%

ระยะเวลาคืนทุน 2.93 ปี

ที่มา: จากการคำนวณ

บทที่ 5

ผลการศึกษา กรณีทดลองขยายผลไปบ้านอยู่อาศัย

ในบทนี้ได้จะเป็นการศึกษาและวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของ โครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในบ้านอยู่อาศัย เนื่องจากในบทที่ 4 เราได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ในกรณีขององค์กรขนาดใหญ่ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ ในบทนี้ จึงทำการศึกษาและวิเคราะห์โครงการติดตั้งหลอดไฟ ประหยัดพลังงานแบบ LED ในกรณีบ้านอยู่บ้านอาศัย เพื่อจะได้มองในมุมมองของบุคคลทั่วไปหากจะดำเนินการติดตั้งหลอด LED ที่บ้านว่าจะมีความคุ้มค่าหรือไม่

วิธีการและข้อสมมุติที่ใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านการเงิน จะใช้แนวทางวิธีการเปรียบเทียบต้นทุน และผลประโยชน์ที่จะได้รับกลับคืนระหว่างสถานการณ์ที่มีโครงการและไม่มีโครงการ เพื่อประเมินผลประโยชน์ส่วนเพิ่มที่จะเกิดจากการมีโครงการ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เปรียบเทียบกระแสเงินสดต้นทุนและผลประโยชน์ที่แท้จริงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตมาเป็นมูลค่าปัจจุบันทั้งหมด (Discounted Measure) ตามระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงการเพื่อหาค่าความแตกต่างของค่าเงินตามกาลเวลาออกไป โดยใช้สมมติฐานดังนี้

1. อัตราคิดลด จะใช้ค่าเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ MRR ของ 8 ธนาคารพาณิชย์ เท่ากับ 7.95 % (ภาคผนวก ก ตารางผนวกที่ 2)
2. กำหนดอายุของโครงการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED เป็นการคิดเฉลี่ยตลอดอายุการใช้งาน คือ 8 ปี
3. หลอดไฟที่ติดตั้งในบ้านอยู่อาศัย ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน (เฉพาะกลางวันและก่อนนอน)
4. กำหนดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4.17 บาท ซึ่งเป็นอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ปี พ.ศ. 2557 (ภาคผนวก ก ตารางผนวกที่ 2)

5. จำนวนหลอดที่เปลี่ยนทั้งสิ้นจำนวน 5 หลอด

การศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์

ต้นทุนของโครงการ

ต้นทุนและค่าใช้จ่าย ในโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในบ้านอยู่อาศัย ซึ่งต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่สามารถคิดเป็นมูลค่าหรือเป็นตัวเงินได้ จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment Costs) หรือต้นทุนคงที่ของโครงการ ซึ่งหมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปเพื่อการลงทุนในสินทรัพย์ถาวรของโครงการ และ (2) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Costs) หรือค่าใช้จ่ายประจำ

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในบ้านอยู่อาศัย จะประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สามารถจำแนกได้ ดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งหลอด LED เป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรกเพื่อใช้ในการซื้อหลอด LED

1.1 หลอด LED ขนาด 23 วัตต์พร้อมอุปกรณ์ประกอบราคาชุดละ 703 บาท

1.2 รวม 5 หลอด * 703 = 3,515 บาท

2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Costs)

2.1 ค่าดำเนินการติดตั้งหลอด LED ราคาชุดละ 25 บาท

2.2 รวม 5 หลอด * 25 = 125 บาท

3. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (Maintenance Cost) เนื่องจากเป็นบ้านอยู่อาศัย ผู้อยู่อาศัยจึงสามารถบำรุงรักษาหลอดไฟ เช็ดทำความสะอาดได้เอง จึงไม่มีต้นทุนในการบำรุงรักษา

ตารางที่ 16 ค่าใช้จ่ายในลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในบ้านอยู่อาศัยตั้งแต่ปีที่ 1 ถึงปีที่ 8

รายการ/ปี	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	3,515								
รวมค่าใช้จ่ายในการลงทุน	3,515								
2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน									
2.1 ค่าแรงงานติดตั้ง	125								
รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	125								
3. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา									
3.1 เชื้อและดูแลหลอดไฟ									
รวมค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา									
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	3,640								

ที่มา: จากการสำรวจ

ผลประโยชน์ของโครงการ

การวิเคราะห์ผลประโยชน์ของโครงการ จะใช้แนวทางวิธีการเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่จะได้รับกลับคืนระหว่างสถานการณ์ที่มีโครงการและไม่มีโครงการ ซึ่งคือ เปรียบเทียบระหว่างการติดตั้งหลอดประหยัดพลังงาน LED เทียบกับ หลอดไฟเดิมชนิดฟลูออเรสเซนต์ และเพื่อประเมินผลประโยชน์ส่วนเพิ่มที่จะเกิดจากการติดตั้งหลอด LED

ตารางที่ 17 ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งหลอด LED

บริเวณที่ปรับปรุง	จำนวนหลอด	กำลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (kW)	กำลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง (kW)	กำลังไฟฟ้าที่ลดลง (kW)	ชั่วโมงเปิดใช้งานต่อวัน	วันเปิดใช้งานต่อปี	พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง	พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดต่อปี	ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (บาท)
บ้านอยู่อาศัย	5	0.24	0.11	0.13	8	365	700.8	321.2	379.6	1,582.932

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 18 ผลประหยัดจากการติดตั้งหลอด LED ในบ้านอยู่อาศัย จำนวน 5 หลอด

ปีที่	ผลประหยัดจากการติดตั้งหลอด LED
1	1,582.93
2	1,582.93
3	1,582.93
4	1,582.93
5	1,582.93
6	1,582.93
7	1,582.93
8	1,582.93
รวม	12,663.44

**การวัดความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED
ในบ้านอยู่อาศัย**

ในการวิเคราะห์ทางการเงินนี้ จะเริ่มจากการศึกษาผลประโยชน์และ ค่าใช้จ่ายของ การลงทุนติดตั้งหลอด LED จากนั้นจึงทำการวัดความคุ้มค่าทางการเงินในการลงทุนติดตั้งหลอด LED ด้วยวิธีการหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อทุน (BCR) อัตราผลตอบแทนของการลงทุน (IRR) และระยะเวลาคืนทุน กำหนดอัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 7.95 ต่อปี ซึ่งค่าเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ MRR ของ 8 ธนาคารพาณิชย์ และอายุการลงทุนโครงการเท่ากับ 8 ปี โดยมีผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 19 ผลประโยชน์สุทธิจากการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในบ้านอยู่อาศัย

รายการ/ปีที่	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ผลประหยัดที่เกิดจากการติดตั้ง LED	0	1,582.9	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93
		3							
รวมผลประโยชน์จากการติดตั้ง LED	0	1,582.9	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93
		3							
ค่าใช้จ่ายของการลงทุนติดตั้งหลอด LED									
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	3,515.00								
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	125.00								
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา									
รวมค่าใช้จ่ายของการลงทุนติดตั้งหลอด LED	3,640.00								
รวมผลประโยชน์สุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอด LED	-3,640.00	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93	1,582.93

ตารางที่ 20 การหาค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในบ้านอยู่อาศัย

หน่วย : บาท

ปี	ค่าใช้จ่ายของโครงการ			รวม	ผลประโยชน์	DF	PVC	PVB	NPV	
	การลงทุน	การดำเนินงาน	การบำรุงรักษา	ค่าใช้จ่าย	สุทธิ	7.95%				
0	3,515.00	125.00	-	3,640.00	0.00	-3,640.00	1.00	3,640.00	-	-3,640.00
1	-	-	-		1,582.93	1,582.93	0.93	-	1,466.35	1,466.35
2	-	-	-		1,582.93	1,582.93	0.86	-	1,358.36	1,358.36
3	-	-	-		1,582.93	1,582.93	0.79	-	1,258.33	1,258.33
4	-	-	-		1,582.93	1,582.93	0.74	-	1,165.66	1,165.66
5	-	-	-		1,582.93	1,582.93	0.68	-	1,079.81	1,079.81
6	-	-	-		1,582.93	1,582.93	0.63	-	1,000.29	1,000.29
7	-	-	-		1,582.93	1,582.93	0.59	-	926.62	926.62
8	-	-	-		1,582.93	1,582.93	0.54	-	858.38	858.38
รวม	3,515.00	125.00	-	3,640.00	12,663.44	9,023.44		3,640.00	9,113.81	5,473.81

NPV = 5,473.81

BCR = 2.50

IRR = 41%

ระยะเวลาคืนทุน 2.30 ปี

ที่มา: จากการคำนวณ

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

ระบบเศรษฐกิจของไทยในปัจจุบันที่มุ่งเน้นการเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นหลักนั้น ทำให้ความต้องการพลังงานเป็นเรื่องที่สำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อนำไปใช้ในระบบการผลิต การขนส่ง และกิจกรรมต่างๆ รวมถึงชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชน และเป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ การต้องการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรม การกระจายรายได้ และการสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันในด้านการผลิตทำให้ประเทศไทยมีความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ภาครัฐจึงได้ให้ความสำคัญในการบริหารจัดการพลังงานให้เกิดเสถียรภาพ มีเพียงพอต่อความต้องการใช้ของประเทศ แต่ในขณะที่ปริมาณผลิตไฟฟ้ามีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นเราจึงควรให้ความสำคัญกับการจัดการกับปัญหาด้านพลังงาน โดยมี 2 ด้าน คือ 1) การจัดการด้านการผลิตและจัดหาไฟฟ้า (Supply Side Management) 2) การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า (Demand Side Management) อย่างไรก็ตาม การจัดการด้านการผลิตและจัดหาไฟฟ้า เป็นมาตรการที่ต้องใช้ระยะเวลานานและอาศัยการลงทุนสูง ดังนั้น การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าจึงมีบทบาทสำคัญมากขึ้น การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้เล็งเห็นว่า หลอด LED เป็นนวัตกรรมใหม่ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการประหยัดพลังงานของประเทศ โดยวิธีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า เป็นหลอดประหยัดพลังงาน จึงได้จัดทำโครงการต้นแบบ ติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ โดยเป็นโครงการนำร่องหากโครงการนี้ ประสบความสำเร็จ จะขยายผล ไปยังภาคประชาชน และภาคอุตสาหกรรมอื่นๆ ต่อไป

จากการศึกษาความคุ้มค่าการเงินของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่โดยทำการศึกษา มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน ระยะเวลาคืนทุน และการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการกรณีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนและผลตอบแทน ผลการวิเคราะห์ทางการเงิน ในระยะเวลาโครงการ 8 ปี และอัตราคิดลดร้อยละ 6.69 ซึ่งคำนวณจากดัชนีชี้วัดความคุ้มค่าการลงทุนทั้ง 4 ตัว สามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ มีค่าเท่ากับ 5,720,946.74 บาท

2. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน มีค่าเท่ากับ 2.57
3. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ มีค่าเท่ากับร้อยละ 40
4. ระยะเวลาคืนทุน มีค่าเท่ากับ 2.35 ปี

ผลจากดัชนีชี้วัดความคุ้มค่าการลงทุนทั้ง 4 ตัว แสดงให้เห็นว่า โครงการนี้มีความคุ้มค่าการลงทุน

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis) โดยในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งเป็น 4 กรณี ดังนี้

1. กรณีที่ต้นทุนราคาหลอด LED เพิ่มขึ้น ร้อยละ 10 จากการวิเคราะห์พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 5,369,446.74 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 35 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนของโครงการ มีค่าเท่ากับ 2.34 และ ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ เท่ากับ 2.57 ปี
2. กรณีที่ต้นทุนราคาหลอด LED เพิ่มขึ้น ร้อยละ 20 จากการวิเคราะห์พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 5,017,946.74 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 32 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนของโครงการ มีค่าเท่ากับ 2.15 และ ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ เท่ากับ 2.80 ปี
3. กรณีที่ผลประหยัด ลดลง ร้อยละ 10 จากการวิเคราะห์พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 4,783,341.14 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 35 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนของโครงการ มีค่าเท่ากับ 2.31 และ ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ เท่ากับ 2.61 ปี
4. กรณีที่ผลประหยัด ลดลง ร้อยละ 20 จากการวิเคราะห์พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 3,845,735.54 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 30 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนของโครงการ มีค่าเท่ากับ 2.05 และ ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ เท่ากับ 2.93 ปี

ผลของการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในอาคารสำนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ ทั้ง 4 กรณี มีความเหมาะสมในการลงทุนด้านการเงินและผ่านเกณฑ์ยอมรับได้

และจากการศึกษาความคุ้มค่าการเงินของโครงการติดตั้งหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบ LED ในบ้านอยู่อาศัยโดยทำการศึกษา มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน ระยะเวลาคืนทุน ผลการวิเคราะห์ทางการเงิน ในระยะเวลาโครงการ 8 ปี และอัตราคิดลดร้อยละ 7.95 ซึ่งคำนวณจากดัชนีชี้วัดความคุ้มค่าลงทุนทั้ง 4 ตัว สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ มีค่าเท่ากับ 5,473.81 บาท
2. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน มีค่าเท่ากับ 2.50
3. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ มีค่าเท่ากับร้อยละ 41
4. ระยะเวลาคืนทุน มีค่าเท่ากับ 2.30 ปี

ผลจากดัชนีชี้วัดความคุ้มค่าลงทุนทั้ง 4 ตัว แสดงให้เห็นว่า โครงการนี้มีความคุ้มค่าลงทุน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า มีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจ ดังต่อไปนี้

1. ประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ปริมาณผลิตไฟฟ้ามีอยู่อย่างจำกัด จึงต้องเร่งหาแนวทางจัดการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้น โครงการเปลี่ยนหลอดไฟ เป็นหลอดประหยัดพลังงานจึงเข้ามาเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการประหยัดพลังงาน และช่วยรักษาสีสิ่งแวดล้อม เนื่องจากในปัจจุบัน ราคา หลอด LED ได้ปรับตัวลดลง มีราคาใกล้เคียงหลอดไฟชนิดอื่น แต่สามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าและ การติดตั้งหลอด LED ยังช่วยลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ตลอดจนลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ได้อีกด้วย ซึ่งโครงการดังกล่าวเป็นการดำเนินการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ประชาชนสามารถทำใช้เองได้ทั้งในระดับครัวเรือนและในระดับชุมชน ดังนั้นหากมีการส่งเสริม

และให้ความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชนอย่างจริงจัง น่าจะช่วยลดการใช้พลังงานของประเทศได้
อย่างมาก

2. หน่วยงานภาคเอกชนและผู้ประกอบการต่างๆ ที่สนใจเปลี่ยนมาใช้หลอด LED สามารถ
คำนวณค่าไฟฟ้าที่ประหยัดลงได้ เพื่อนำมาปรับปรุงต้นทุนของธุรกิจให้ลดลง และดังนั้นธุรกิจจะมี
ขีดความสามารถในการแข่งขันมากขึ้นเพราะค่าไฟฟ้าถือเป็นต้นทุนที่สำคัญอย่างหนึ่งในการ
ประกอบธุรกิจ

3. ภาครัฐควรมีการส่งเสริม และรณรงค์ให้มีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ประสิทธิภาพสูง เช่น
หลอดประหยัดพลังงาน LED พร้อมกับพัฒนาให้มีการผลิตในประเทศและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
รัฐบาลควรรณรงค์ให้ประชาชน ทั่วประเทศร่วมมือกันประหยัดพลังงาน โดยอาจมีมาตรการอุดหนุน
ค่าหลอด LED ส่วนหนึ่ง เพื่อเป็นการชักจูงให้ประชาชนทั่วไปให้ความสนใจ เพราะหากได้รับ
แรงจูงใจ และได้รับแรงสนับสนุนจากภาครัฐบาลแล้ว คนจะปรับเปลี่ยนพฤติกรรม หันมาใช้หลอด
LED ส่งผลให้ ช่วยลดการใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของประเทศได้มาก

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. แผนพัฒนาพลังงานทดแทน. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2556. สถิติกำลังผลิตไฟฟ้าในระบบ. กรุงเทพฯ: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

ชูชีพ พิพัฒน์ศิริ. 2544. เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ. กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชนวัฒน์ ศิวะโสภณพงศ์. 2553. การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2557. ประเด็นเศรษฐกิจในรอบปี 2556. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

นราทิพย์ ชูติวงศ์. 2542. เศรษฐศาสตร์การจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประสิทธิ์ ตงยั้งศิริ. 2545. การวางแผนและการวิเคราะห์โครงการ. กรุงเทพฯ: บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.

ยุพิน ประจวบเหมาะ. 2537. การจัดทำและประเมินโครงการ. กรุงเทพฯ: คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณพลฐ์ ศิริสังวรรณ. 2553. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในอำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมาคมตลาดตราสารหนี้ไทย. (ม.ป.ป). ตารางเปรียบเทียบอัตราดอกเบี้ยธนาคาร. (Online),
http://www.thaibond.com/bond_info/bankrate.aspx, 15 มิถุนายน 2558.

สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. (2557). ราคาหมวดวัสดุและ
 อุปกรณ์สำหรับงานไฟฟ้า ปี 2557. (Online), <http://www.price.moc.go.th/Default5.aspx>,
 15 มิถุนายน 2558.

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน. 2556. การผลิตพลังงานไฟฟ้าแยกตามประเภทเชื้อเพลิงตามแผน
 กำลังผลิตไฟฟ้า. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

อัตราต้นทุนเงินทุนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (WACC)

การคำนวณอัตราต้นทุนเงินทุนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (WACC) ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

สัดส่วนของหนี้สินต่อเงินทุนทั้งหมด (D:E)

ส่วนของเงินกู้	79,993.75
ส่วนของเงินกู้และทุน	200,908.78
สัดส่วนของหนี้สินต่อเงินทุนทั้งหมด	39.82%
ต้นทุนเงินกู้ (Cost of Debt)	
ดอกเบี้ยจ่าย (PL+IDC+Fee)	3,454.45
หนี้สินที่มีดอกเบี้ยเฉลี่ย	79,689.51
ต้นทุนเงินกู้ของผู้ให้กู้ก่อนหักภาษี (Kd-Pretax)	4.33%
ต้นทุนเงินกู้ของผู้ให้กู้หลังหักภาษี (Kd-aftertax)	3.03%

สัดส่วนของเงินทุนจากผู้ถือหุ้นต่อเงินทุนทั้งหมด

ส่วนของทุน (Invested Capital)	130,406.03
ส่วนของเงินกู้และทุน	200,908.78
สัดส่วนของเงินทุนจากผู้ถือหุ้นต่อเงินทุนทั้งหมด	64.91%

ต้นทุนเงินทุนของผู้ถือหุ้น (Cost of Equity)

Risk Free Rate	4.00%
Market Risk Premium	7.00%
Unlevered Beta	0.49
Levered Beta	0.70
ต้นทุนเงินทุนของผู้ถือหุ้น (Ke)	8.90%

การคำนวณ WACC

$K_d \cdot (D/D+E)$	1.21%
$K_e \cdot (E/D+E)$	5.78%
อัตราต้นทุนเงินทุน (WACC) ประจํารอบ 12 เดือน	6.99%

ภาคผนวก ข
เปรียบเทียบอัตราดอกเบี้ยธนาคาร

ตารางผนวกที่ 1 เปรียบเทียบอัตราดอกเบี้ยธนาคาร

ธนาคารพาณิชย์	อัตราดอกเบี้ยเงินฝาก						อัตราดอกเบี้ยเงินกู้
	ออมทรัพย์	ประจำ 3 เดือน	ประจำ 6 เดือน	ประจำ 12 เดือน	ประจำ 24 เดือน	ประจำ 36 เดือน	MRR
ธ. กรุงศรีอยุธยา จก.	0.4000	0.9000	1.1500	1.5000	1.7500	1.8000	7.95
ธ. กรุงเทพ จก.	0.5000	1.0000	1.2500	1.5000	1.7500	1.7500	7.88
ธ. ออมสิน	1.0000	2.2500	2.5000	2.9000			8.00
ธ. กสิกรไทย จก.	0.5000	0.9000	1.1500	1.5000	1.7000	1.7000	7.87
ธ. กรุงไทย จก.	0.5000	0.9000	1.3500	1.5000	1.7000	1.7000	7.88
ธ. ไทยพาณิชย์ จก.	0.5000	0.9000	1.1500	1.5000	1.7000	1.7000	7.82
ธ. ทหารไทย จก.	0.1250	0.7500	1.0000	1.1500	1.4000	1.6500	8.03
ธ. ยูโอบี จก.	0.2500	0.8000	1.0500	1.3000	1.5500	1.6000	8.15

ที่มา: สมาคมตลาดตราสารหนี้ไทย 2558

ภาคผนวก ค

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2557 เพื่อคำนวณหาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย

ตารางผนวกที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2557 เพื่อคำนวณหาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด			พลังงานไฟฟ้า			ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	ค่าตัวประกอบภาระ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าไฟฟ้า			% อัตราต่อหน่วย
	P	PP/OP1	OP/OP2	ค่าใช้จ่าย	ปริมาณ	ค่าใช้จ่าย			เฉลี่ย	%	%	
	(กิโลวัตต์)	(กิโลวัตต์)	(กิโลวัตต์)	(บาท)	(กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	(บาท)			(บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	หน่วยการใช้	ค่าใช้จ่าย	
ม.ค.	1,048	3,628	1,999	450,642	939,000	2,524,032	3,777,188	34.79	4.02	-7.1%	-5.0%	2.3%
ก.พ.	1,072	4,065	2,059	481,800	932,000	2,505,216	3,786,156	34.12	4.06	-9.3%	-8.1%	1.2%
มี.ค.	1,389	4,378	2,733	571,926	1,110,000	2,983,680	4,513,946	34.08	4.07	8.1%	9.5%	1.3%
เม.ย.	1,569	4,608	3,346	626,180	1,075,000	2,809,600	4,440,866	32.40	4.13	14.4%	17.2%	2.5%
พ.ค.	1,149	4,419	3,285	520,060	1,067,000	2,868,096	4,413,427	32.45	4.14	4.1%	7.7%	3.5%
มิ.ย.	1,159	4,371	3,115	519,496	1,134,000	3,048,192	4,654,992	36.03	4.10	14.2%	20.0%	5.1%
ก.ค.	1,591	4,392	3,168	618,437	1,143,000	3,072,384	4,793,390	34.98	4.19	11.7%	18.6%	6.1%
ส.ค.	1,212	4,313	3,028	528,067	1,070,000	2,876,160	4,446,011	33.35	4.16	0.9%	5.7%	4.7%
ก.ย.	1,500	4,248	3,116	589,377.00	1,110,000	2,983,680.00	4,656,339.24	36.29	4.19	5.8%	9.7%	3.6%
ต.ค.	1,303	4,015	2,897	531,102.71	1,070,000	2,876,160.00	4,444,645.27	35.82	4.15	-2.9%	0.4%	3.4%
พ.ย.	1,385	3,989	2,909	548,117.77	999,000	2,685,312.00	4,204,927.85	34.78	4.21	-3.3%	2.8%	6.3%
ธ.ค.	1,548	3,962	2,806	583,393.72	969,000	2,604,672.00	4,132,694.93	32.87	4.26	9.6%	13.7%	3.7%
รวม				6,568,599.44	12,618,000	33,837,184.00	52,264,584.16					
เฉลี่ย				547,383.29	1,051,500	2,819,765.33	4,355,382.01	34.33	4.17	-91.4%	-91.0%	4.4%

ภาคผนวก ง

ราคาหมวดวัสดุและอุปกรณ์สำหรับงานไฟฟ้า ปี 2557

ตารางผนวกที่ 3 ราคาหมวดวัสดุและอุปกรณ์สำหรับงานไฟฟ้า กรุงเทพมหานคร (ราคาเงินสด ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม ไม่รวมค่าขนส่ง) ปี 2557

หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
แบบวงกลม เดย์ไลท์ ขนาด 32 วัตต์	81.00	81.00	81.0	81.00	81.0	81.00	81.00	81.00	81.00	83.70	83.70	83.70	81.68
ชนิดผอม แบบยาว ขนาด 18 วัตต์	42.06	42.06	42.0	42.06	42.06	42.0	42.0	42.0	42.0	42.06	42.0	42.06	42.06
ชนิดผอม แบบยาว ขนาด 36 วัตต์	51.40	51.4	51.40	51.4	51.4	51.4	51.4	51.40	51.40	51.40	51.40	51.40	51.40
แบบผอม ชนิดธรรมดา เดย์ไลท์ ขนาด 18 วัตต์	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	46.50	46.50	46.50	55.88
แบบผอม ชนิดธรรมดา เดย์ไลท์ ขนาด 36 วัตต์	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	55.80	55.80	55.80	64.95

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาววรรณมน สารชุม
วัน เดือน ปี ที่เกิด	23 พฤศจิกายน 2530
สถานที่เกิด	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	เศรษฐศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เศรษฐกร 5
สถานที่ทำงาน	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค