

สำนักหอสมุดกลาง - พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและพัฒนาคอมพิวเตอร์ส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์
สำหรับสวนสาธารณะ

A STUDY AND DEVELOPMENT THE SOLAR
POWERED PUBLIC PARK LIGHT
IN YARD



รื่อง พาดทองหลาง
ROONG PADTONGLANG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....49532
จัน, เดือน, ปี 24 ก.พ. 2547

b.....
i.....

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-423-9
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**A STUDY AND DEVELOPMENT THE SOLAR POWERED
PUBLIC PARK LIGHT IN YARD**



**A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF
SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION PROGRAM
IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2003

ISBN 974-324-423-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่าง	ใช้พลังงานแสงอาทิตย์
	สำหรับสวนสาธารณะ	
นักศึกษา	นายรุ่ง พาคทองหลาง	
รหัสประจำตัว	44064830	
ปริญญา	ครุศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	
คณะ	ครุศาสตรอุตสาหกรรม	
พ.ศ.	2546	
อาจารย์ผู้ควบคุมสารนิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สถาพร	ตีบุญมี ณ ชุมแพ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโคมไฟส่องสว่าง ใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ และหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ 2 ด้าน คือ ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านรูปทรงและความสวยงาม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ กลุ่มเจ้าหน้าที่และลูกจ้างสวนสาธารณะสวนหนองจอก จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบประเมินความคิดเห็น 3 ตอน วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยทำเป็นรายข้อเฉพาะ ด้านและรวมทุกด้าน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบประเมินเกี่ยวกับ โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อยู่ในระดับดีทุกด้าน
2. ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบประเมินเกี่ยวกับ โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ ในภาพรวมอยู่ในระดับดี

Thematic Paper Title	A Study and Development the solar Powered Public Park Light in Yard
Student	Mr. Roong Padtonglang
Student ID.	44064830
Degree	Master of Science in Industrial Education
Programme	Industrial Design Technology
Year	2003
Thematic Paper Advisor	Asst. Prof Sataporn D. Na-Chumphae

ABSTRACT

The purpose of this study was to study and development the solar powered public park light in yard. The study also investigated the equipment for its efficiency in two aspects: utilities convenience for use, strength of strength based on its design.

The samples of the study were 15 official employee of Nongjok public park. The research instrument was two parts questionnaire conducted to find data concerning on each specific aspect and the whole aspect of the equipment. The data were analyzed and reported as descriptive statistics means and standard deviation.

The finding revealed that opinions of the subjects on each specific aspects were all in high level. Their opinions on the equipment as the whole aspect were also in high degree.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำสารนิพนธ์ครั้งนี้ บรรลุล่วงประสงค์ ได้ด้วยความเมตตาอนุเคราะห์ จากท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ อาจารย์ผู้ควบคุมสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา ที่ได้กรุณาให้ คำปรึกษาแนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ให้กำลังใจและติดตามผลการดำเนินการมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณท่าน ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ ดร.สมชัย หิรัญวโรดม อาจารย์ธนะพงศ์ นพวงศ์ ณ อยุธยา ดร.พิชัย อัมภมมงคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิระศักดิ์ ว่องปรีชา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ วงศ์กระจำง อาจารย์สุรชาติ ทินานนท์ อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์ ที่ได้กรุณาให้ คำแนะนำ ตรวจแก้ไข ปรับปรุง จนทำให้งานเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ให้ความรู้ประสบการณ์ ความเมตตา ความห่วงใย การเอาใจใส่ และให้กำลังใจอยู่เสมอ

คุณประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นในภายภาคหน้าจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขออุทิศคุณงามความดีทั้งหลายให้แก่ บิดา-มารดา ครู-อาจารย์ ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

รุ่ง พาดทองกลาง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	5
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 ประวัติความเป็นมาของสวนสาธารณะ.....	9
2.2 โคมไฟส่องสว่าง.....	15
2.3 เซลล์แสงอาทิตย์.....	22
2.4 ความเข้มของแสงอาทิตย์.....	25
2.5 การส่องสว่าง.....	25
2.6 โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์.....	30
2.7 การออกแบบโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์.....	35
2.8 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....	39
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	44
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	46
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	46
3.2 การศึกษารายละเอียดต่างๆที่ใช้ในการออกแบบและสร้างโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์.....	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 การออกแบบและพัฒนาส่วนประกอบของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์..	50
3.4 การสร้างเครื่องมือ.....	52
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	60
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
4.1 ผลการศึกษาจากเอกสารตำรา.....	62
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านประสิทธิภาพการออกแบบของโคมไฟส่องสว่างพลัง พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ.....	67
4.3 การประเมินผลและหาประสิทธิภาพ ของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ.....	69
4.4 ผลการออกแบบ.....	71
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	82
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	82
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	86
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	88
บรรณานุกรม.....	89
ภาคผนวก	92
ภาคผนวก ก.....	93
ภาคผนวก ข.....	105
ภาคผนวก ค.....	115
ประวัติผู้เขียน.....	138

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ตัวอย่างระดับค่าความสว่าง.....	20
4.1 วิเคราะห์ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งานจากแบบร่าง.....	65
4.2 วิเคราะห์ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้างจากแบบร่าง.....	66
4.3 วิเคราะห์ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งานจากผู้เชี่ยวชาญ.....	68
4.4 วิเคราะห์ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้างจากผู้เชี่ยวชาญ.....	69
4.5 วิเคราะห์ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งานจากกลุ่มตัวอย่าง.....	70
4.6 วิเคราะห์ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้างจากกลุ่มตัวอย่าง.....	71



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

2.1 การกำหนดตำแหน่งของเสาโดยตั้งเสาเพียงสองเสา.....	18
2.2 กฎ 2X-4X.....	19
2.3 ตัวอย่างการจัดวางตำแหน่งของโคมไฟถนน.....	21
2.4 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเซลล์แสงอาทิตย์.....	24
2.5 การตกกระทบของแสงตามกำลังสองผกผัน.....	27
2.6 ลักษณะของแผ่นรองรับแสงสว่างที่เอียงออกไปรับแสงสว่างจากแนวตั้งฉากเป็นมุม.....	27
2.7 ความเข้มของการส่องสว่างขนาด 1 ฟุต-เทียน.....	28
2.8 โครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆ ของโคมฉายชนิดปรับทิศทางการฉายได้.....	31
2.9 ลักษณะของโคมไฟถนนและโคมไฟที่ใช้กับเสาสูง.....	32
2.10 ระยะเวลาติดตั้งดวงโคมฉายเพื่อให้ได้รับปริมาณแสงสว่างมากที่สุด.....	32
2.11 การติดตั้งโคมฉาย 2 ดวงในแนวระดับเพื่อให้แสงสว่างที่ดี.....	33
2.12 เส้นกราฟแรงดันและกระแสประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่.....	34
2.13 วงจรการประจุชนิดกึ่งกระแสประจุที่.....	35
3.1 ขั้นตอนในการศึกษาค้นคว้าการพัฒนาและสร้างโคมไฟส่องสว่าง.....	47
3.2 รูปแบบโคมไฟชนิดต่างๆ ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์.....	54
3.3 Idea Sketch.....	56
3.4 การปรับปรุงรูปแบบ หลังจากสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญครั้งที่ 1.....	56
3.5 การเลือกรูปแบบการยึดโครงร่าง 3 แบบ.....	57
3.6 การเลือกรูปแบบในส่วนของความสูงของโคมไฟ.....	57
3.7 โคมไฟส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ.....	58
6.1 อิทธิพลดวงอาทิตย์ทำให้สภาพภูมิอากาศของโลกแตกต่างกัน.....	94
6.2 อิทธิพลดวงอาทิตย์ทำให้เกิดวัฏจักรของน้ำ.....	95
6.3 รังสีอัลตราไวโอเลต.....	96
6.4 การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์.....	97
6.5 เซลล์แสงอาทิตย์.....	98
6.6 การกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์.....	99
6.7 DC-Solar System.....	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ให้ใช้เพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่

6.8 AC- Solar System	101
6.9 Grid Connected Power System.....	102
6.10 เครื่องควบคุมการประจุ.....	103



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากปัญหาแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในโลกเริ่มจะหมดลง หลายฝ่ายต่างพยายามที่จะหาวิธีที่จะประหยัดพลังงานต่างๆ และหาแหล่งพลังงานทดแทน ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาความต้องการใช้พลังงานของประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน จนกระทั่งเกิดภาวะเศรษฐกิจถดถอยในปี 2541 ส่งผลให้ความต้องการใช้พลังงานรวมลดลงจากปีก่อนหน้าถึงร้อยละ 8.9 ทั้งนี้ประเทศไทย ต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ คิดเป็นร้อยละ 44 ของการจัดหาพลังงานทั้งหมด ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 56 เป็นพลังงานที่ผลิตขึ้นภายในประเทศเอง และถึงแม้ว่าในปัจจุบันปริมาณความต้องการใช้พลังงานโดยรวมของคนไทยจะลดลงเนื่องจากการหดตัวของเศรษฐกิจ แต่ราคาน้ำมันดิบในช่วงกลางปี พ.ศ. 2543 นี้ได้ขยับตัวสูงขึ้นจากเดือน มกราคมในปี 2541 ประมาณ 1 เท่าตัว ดังนั้นประเทศไทยจึงยังคงต้องแบกรับด้านการเงินอันเนื่องมาจากการใช้พลังงานอีกมาก โครงการสนับสนุนการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในเชิงพาณิชย์ (สำนักงานประสานความร่วมมือด้านพลังงานกรรมาพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. 2545 : 1-5)

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ ในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชนและเป็นปัจจัยพื้นฐาน การผลิตในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม การเลือกใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าต้องเป็นเชื้อเพลิงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ดังเช่นการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้พิจารณาถึงการนำพลังงานและเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ มาใช้ สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าได้แก่ พลังงานน้ำ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซธรรมชาติเหลว ถ่านหินลิกไนต์ นิวเคลียร์ และการซื้อไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้าน นอกจากนี้ยังมีพลังงานทดแทนพลังงานที่นำมาใช้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น (สุกรานต์ โรจนไพรวงศ์. 2542 : 8-11)

พลังงานไฟฟ้าทุกๆ หน่วยที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดจากกระบวนการ การผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน หรือน้ำมันเป็นเชื้อเพลิง เมื่อเผาเชื้อเพลิงเหล่านี้จะทำให้เกิดมลพิษ ทำให้อุณหภูมิของโลกร้อนขึ้น และเกิดสภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) ทำลายโอโซนที่ห่อหุ้มผิวโลก ในบริเวณชั้นบรรยากาศรอบนอก (Stratosphere) ซึ่งทำหน้าที่ดูดซับรังสีอุลตราไวโอเลตที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ไม่ให้ผ่านมาถึงผิวโลก ในปัจจุบันมนุษย์มีความต้องการ การใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในบ้านที่อยู่อาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานประกอบการ และโรงงานอุตสาหกรรม จึงต้องมีการอนุรักษ์พลังงานหรือการจัดการพลังงาน ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อใช้พลังงานได้ประโยชน์อย่างสูงสุด ใช้พลังงานให้น้อยลงและสามารถ รักษาสิ่งแวดล้อมให้ดำรงอยู่ต่อไป ในปัจจุบันกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานได้ มีบทบาทสำคัญ ในการดำเนินการ ให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานขึ้น โดยตราพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์ พลังงาน พ.ศ. 2535 และประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2535 มีผลบังคับใช้ ในเวลาต่อมา โดยมีนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อกำกับดูแลให้ บรรลุถึงการอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรมและพาณิชย์ ซึ่งเป็นกลุ่มที่ใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก และภายในปี พ.ศ. 2563 จะมีประชากรโลกเป็นจำนวน 8.1 พันล้านคนและการใช้พลังงานจะ เพิ่มขึ้นอย่างมากมาฆมโหฬาร (กรมวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2538 : 123-124)

การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากทำให้เกิดปัญหาคับกับสิ่งแวดล้อม จึงได้คำนึงถึงคุณภาพของพลังงานที่จะนำมาใช้ กล่าวคือ พลังงานที่มีคุณภาพสูงจะต้องเป็นพลังงานที่ไม่ก่อมลพิษให้แก่สิ่งแวดล้อม เช่นน้ำมันคุณภาพดีจะต้องเผาไหม้ได้อย่างสะอาดไม่ก่อให้เกิดไอเสียประเภท ไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนมอนอกไซด์ และสารตะกั่วเป็นต้น นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงความ ยั่งยืนของพลังงานนั้นอีกด้วย ในกรณีนี้ทำให้มีความคิดกันว่า ควรนำพลังงานจากแหล่งที่อาจฟื้นฟู กลับมาใช้ใหม่ได้หรือแหล่งที่ใช้ได้ไม่หมดสิ้น โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานที่มี คุณภาพที่สุดเป็นพลังงานจากธรรมชาติที่ควรนำมาใช้ แต่ในการศึกษาค้นคว้าหาวิธีนำพลังงานแสง อาทิตย์มาใช้ให้ได้ผลสูงสุด สามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานที่สิ้นเปลืองและมีมลพิษได้ ซึ่งอยู่ใน ช่วงกำลังศึกษาค้นคว้าวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ คาดว่าในช่วงศตวรรษที่ 21 นี้จะประสบความสำเร็จ (มุลนิธิโลกสีเขียว. 2535 : 11)

พลังงานทดแทนที่นำมาจากพลังงานธรรมชาติ ได้รับการนำมาพิจารณามากขึ้นมีหลายหน่วย งานกำลังดำเนินการพัฒนาพลังงานจากแหล่งธรรมชาติต่างๆ เช่นแสงอาทิตย์ ถม ชีวมวล ความร้อน ได้พิภพ เป็นต้น และมีโครงการพัฒนาพลังงานจากแสงอาทิตย์สำหรับเป็นพลังงานทดแทน เช่น โครงการบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ โดยนำเซลล์แสงอาทิตย์ติดไว้บนหลังคาบ้านซึ่งโครงการนี้เป็น ความร่วมมือกันระหว่างสำนักงานพลังงานแห่งชาติกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิต และกำลังอยู่ในช่วง ทดลอง (ตุกรานต์ โรจนไพวงศ์. 2542 : 312-313)

ประเทศไทยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ในปริมาณมาก เมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ ของโลก เนื่องจากอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรจะได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์เฉลี่ยวันละ 17 เมกะจูลต่อพื้นที่ 1 ตาราง เมตร (มุลนิธิโลกสีเขียว. 2535 : 93) หรือพลังงานที่ดวงอาทิตย์ปล่อยออกมาวินาทีละ 4×10^{20} จูล หรือพลังงานที่พื้นผิวโลกได้รับคือ 844 วัตต์ต่อวินาที ต่อตารางเมตร (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2538 : 130) พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษใดๆ ดังนั้นพลังงานจากแสงอาทิตย์จึงเป็นแหล่งที่ให้ความหวังสำหรับอนาคตเป็นอย่างมาก จึงได้มีการ นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์มากขึ้น และได้มีการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อรู้เหตุเห็นไปใช้ประโยชน์ทางอื่นถือว่าผิด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพในการใช้งานอย่างต่อเนื่อง และประสบผลสำเร็จ มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน เซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบัน ได้นำไปใช้งานในพื้นที่ต่างๆ เพื่อใช้ในการกำเนิดพลังงาน ไฟฟ้า เช่นสำหรับใช้ในพื้นที่ ที่ห่างไกลและทุรกันดาร (Remote and Rural Areas) สถานีตรวจอากาศ สถานีเชื่อมต่อ เครือข่ายการติดต่อสื่อสาร (Communication Links) และยังนำไปใช้กับ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่นนาฬิกา เครื่องคิดเลข และอุปกรณ์กล้องถ่ายรูป (Kwok, 1995 : 480)

โคมไฟส่องสว่างในสวนสาธารณะนั้น เป็นโคมไฟที่ใช้สายไฟต่อมาตามท่อ หรือฝังมาได้ ดิน ตามแต่ผู้ออกแบบคิดตั้งทำการออกแบบ ส่วนใหญ่จะต่อไปตามท่อร้อยสายแล้วรวมมาอยู่ที่ สวิตช์ ตำแหน่งเปิดอยู่ที่เดียวกันซึ่งในสวนสาธารณะนั้นใช้โคมไฟเป็นจำนวนมาก ทำให้ต้องมีการเดินสายไฟมากมายที่เดียว สำหรับโคมไฟที่ใช้ในสวนสาธารณะนั้นมีหลากหลายรูปแบบแล้ว แต่ ผู้จัดสวนสาธารณะแต่ละแห่งจะเลือกมาติดตั้ง ซึ่งโคมไฟสาธารณะส่วนใหญ่จะเป็นโคมไฟ ชนิด กระจายแสงรอบด้านหรือกระจายแสงแบบ ขึ้น-ลง (General Diffuse or Direct-Indirect Luminaire) ลักษณะของโคมไฟประเภทนี้จะกระจายแสงลงสู่พื้น และกระจายแสงพุ่งขึ้นสู่ท้องฟ้า พอกๆ กัน และโคมไฟอีกประเภทหนึ่งที่นิยมใช้ในสวนสาธารณะคือ โคมไฟชนิดกระจายแสงลง (Direct Luminaire) ซึ่งแสงส่วนใหญ่จากโคมไฟประเภทนี้ประมาณ 90-100 เปอร์เซ็นต์ จะกระจายลงสู่เบื้องล่าง โคมไฟประเภทนี้สามารถที่จะควบคุมทิศทางของลำแสงให้ไปตกบนพื้นที่ ที่เราต้องการได้ตามแต่การออกแบบ (พิบูลย์ ดิษฐ์อุดม. 2540 : 66-69)

ส่วนรูปแบบของโคมไฟส่องสว่าง ที่ใช้ในสวนสาธารณะ ถูกจัดอยู่ในประเภท โคมฉาย (Floodlight) กับ ประเภท Fixed Aiming ชนิดแรกสามารถปรับทิศทาง การฉายได้ (Aiming) ได้ส่วนชนิดที่สองไม่สามารถปรับทิศทางการฉายได้ ชนิดที่สองถูกนิยมนำมาใช้ในสวนสาธารณะมากที่สุด โคมฉายชนิด Fixed Aiming บริษัทผู้ผลิตส่วนใหญ่จะออกแบบให้สามารถทำการส่องสว่างได้ดี บนพื้นที่ขาวและแคบ กล่าวคือความสูงของดวงโคมจะยาวประมาณสองเท่าหรือมากกว่า ความกว้างของถนนและตำแหน่งของดวงโคม (พิบูลย์ ดิษฐ์อุดม. 2540 : 117-119)

โคมไฟส่องสว่างในสวนสาธารณะ ที่ใช้เป็นระบบพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell) ยังไม่มีใช้ในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะมีใช้เป็นการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งขึ้นอยู่กับสถานที่ ที่การต่อสายไฟเข้าไปไม่ถึงและลำบาก อย่างเช่น ตามเกาะ บนเขา สถานที่อยู่นอกเหนือการติดตั้งไฟฟ้าขององค์การ และส่วนใหญ่การใช้โคมไฟส่องสว่างจะใช้ในการศึกษาเพื่อหาวิธีประหยัดพลังงาน ของหน่วยงานต่างๆ เช่น สำนักนโยบายพลังงานแห่งชาติ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยธนเรศวร โคมไฟพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผลิตขายในประเทศไทยหาได้ยากมาก ส่วนใหญ่จะนำเข้ามาจากต่างประเทศ เช่นอเมริกา แคนาดา เยอรมันนำเข้าในราคาค่อนข้างสูง ซึ่งราคาตกอยู่ในราว 3,000 บาทขึ้นไป มีขายอยู่ตามห้างสรรพสินค้า ร้านขายอุปกรณ์เดินป่า ร้านขายอุปกรณ์ตกแต่งบ้าน ร้านขายอุปกรณ์ประดับยนต์ โดยส่วนใหญ่จะมีให้

เลือกอยู่สองรูปแบบคือ แบบที่ใช้ชุดรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell) อยู่ด้านบน ส่วนด้านล่างเป็นโคมไฟ อีกแบบ เป็นแบบที่แยกชุดต่างหากคือ ชุดรับพลังงานแสงอาทิตย์แยกต่างหากจากโคมไฟ ซึ่งหลักการทำงานของ โคมไฟพลังงานแสงอาทิตย์ก็คือ แผงรับแสงจากดวงอาทิตย์จะรับลำแสงโฟตอนจากดวงอาทิตย์ ส่งต่อไปยังเซมิคอนดักเตอร์ ให้เก็บประจุไว้ที่แบตเตอรี่ ซึ่งเป็นแบตเตอรี่ที่สามารถชาร์จประจุกลับคืนได้ แบตเตอรี่จะเก็บประจุไว้ เพื่อจ่ายกระแสไฟให้แก่หลอดไฟ พอไม่มีแสงหลอดไฟก็จะดับ เป็นขั้นตอนการทำงานของโคมไฟพลังงานแสงอาทิตย์

จากที่ผู้วิจัยได้ไปสำรวจรูปแบบของโคมไฟที่มีขายคงที่ได้กล่าวมาแล้ว เห็นว่าน่าสนใจมากเกี่ยวกับการนำเอาแสงอาทิตย์มาใช้งาน แต่ยังมีปัญหาอยู่ที่ว่าราคาค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับโคมไฟที่ใช้โดยกระแสไฟฟ้า และรูปลักษณ์ การออกแบบไม่ดึงดูดใจต่อผู้พบเห็นมากนัก อีกทั้งปัญหาการติดตั้งยุ่งยาก ต้องทำตามขั้นตอนที่ผู้ผลิตกำหนดไว้อย่างรอบครอบ เพราะถ้าติดตั้งไม่ถูกต้องแล้ว จะไม่สามารถใช้งานได้ การติดตั้งจะต้องปักฐานโคมลงดิน ทำให้เกิดปัญหาเวลาติดตั้งกับพื้นซีเมนต์ ตัวครอบชุดแผงรับแสงจากดวงอาทิตย์เป็นพลาสติก เมื่อใช้ไปนานๆ อาจเกิดการบิดเบี้ยวหรือหลอมละลาย เป็นสาเหตุให้น้ำเข้าแผงรับพลังงาน เมื่อเวลาฝนตกได้ จากปัญหาที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยคิดหาทางออกแบบให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งในด้านรูปลักษณ์ ความสวยงามที่สะดุดตา สะดุดใจต่อผู้พบเห็น ออกแบบให้สะดวกต่อการใช้งานให้มากที่สุดและใช้วัสดุอุปกรณ์ภายในประเทศ ไม่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ เป็นการลดต้นทุนค่าภาน้ำเข้า และค่าขนส่งอีกด้วย

ผู้วิจัยจึงมีความคิดว่าสามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์ มาใช้ทดแทนพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยมีปริมาณในการให้พลังงานได้มาก เพราะอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรทำให้ทุกๆ พื้นที่ของประเทศไทยสามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้เป็นปริมาณมาก พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานธรรมชาติที่สะอาดที่สุดและไม่มีมลพิษ และเซลล์แสงอาทิตย์สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในขณะที่ใช้งาน ไม่มีของเสียที่เหลือใช้ สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง ดังนั้นผู้วิจัยจึงจินตนาการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์ มาจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโคมไฟส่องสว่างในสวนสาธารณะแทนกระแสไฟฟ้าที่ใช้อยู่แต่เดิม เพื่อให้เกิดประโยชน์ทั้งทางด้านการประหยัดพลังงานและความสะดวกในการติดตั้งซ่อมบำรุง และยังเป็นแนวทางการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาทดแทนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อลดมลพิษและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดปริมาณเชื้อเพลิง ที่นำมาใช้สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าในอนาคต อีกทั้งยังสะดวกในการใช้งานในการควบคุมการปิดเปิดโคมไฟได้ด้วย

ดังนั้น การพัฒนาโคมไฟส่องสว่างโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะนี้ จึงมีขึ้นเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น และเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มีประโยชน์ใช้สอยและความเหมาะสมกับการใช้งาน มากยิ่งขึ้นอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อพัฒนาโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์
3. เพื่อหาประสิทธิภาพโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 2 ด้านดังนี้
 - 3.1 ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
 - 3.2 ด้านรูปทรงและความสวยงาม

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาโคมไฟส่องสว่างโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ ได้กรอบแนวคิดที่จะมาทำการศึกษา 2 ด้านคือ

1. เป็นการศึกษาด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. เป็นการศึกษาด้านรูปทรงและความสวยงาม

โดยได้นำนโยบายในการสนับสนุนการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในเชิงพาณิชย์ ซึ่งกล่าวว่า พลังงานหมุนเวียน (New and Renewable Energy หรือ NRSE) ได้แก่พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานจากชีวมวล และไฟฟ้าพลังน้ำ ซึ่งมีอยู่ในประเทศและเป็นพลังงานที่สะอาด ดังนั้นจึงจำเป็นที่รัฐบาลจะส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานหมุนเวียนมากขึ้น โดยเฉพาะพลังงานจากแสงอาทิตย์ ซึ่งหน่วยงานรัฐบาลหลายแห่ง เช่น สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (NEPO) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT) กรมโยธาธิการ มหาวิทยาลัยต่างๆ และกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ซึ่งได้ดำเนินการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีด้านพลังงานหมุนเวียนมาเกือบสองทศวรรษ (สำนักงานประสานความร่วมมือด้านพลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. 2545 : 1-2)

และได้นำกรอบความคิดในด้านการออกแบบของ Page. (อ้างใน นวลน้อย บุญวงศ์. 2539 : 2) Design is the Imaginative Jump from Present Facts to Future Possibilities. การออกแบบคือการก้าวอย่างใช้ความคิดจินตนาการจากความจริงในปัจจุบันไปยังความเป็นไปได้ในอนาคตมาเป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบเพื่อพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ ในด้านความสวยงามและความเรียบง่ายในการใช้งาน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยสามารถดำเนินการศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์และออกแบบ ให้เป็นผลสำเร็จ บรรลุได้ดังวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จึงกำหนดขอบเขตของการออกแบบโคมไฟส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์ดังต่อไปนี้

1.4.1 ทำการศึกษาโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (ตามแหล่งที่มีการนำเข้า โคมไฟพลังงานแสงอาทิตย์ ในเชิงพาณิชย์)

1.4.2 ทำการศึกษาโคมไฟส่องสว่างที่ใช้ในสวนสาธารณะ

1.4.3 ทำการหาประสิทธิภาพ โคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 2 ด้านดังนี้

1. ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

1.4.4 ประชากร คือ ผู้ใช้สวนสาธารณะทั่วทั้งประเทศไทย

1.4.5 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัย คือ กลุ่มเจ้าหน้าที่และลูกจ้างสวนสาธารณะสวนหนองจอกจำนวน 15 คน โดยการใช้ตารางสำเร็จรูปของ Robert V. Krejcie. (อ้างใน เอกสารประกอบการสอน เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม. 2546 : 1-10) เป็นเกณฑ์ในการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้ คือ

1. โคมไฟส่องสว่าง หมายถึง โคมไฟที่ให้แสงสว่างภายในสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ โดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน

2. สวนสาธารณะ หมายถึง สวนที่ใช้สำหรับการพักผ่อน และประกอบกิจกรรมนันทนาการ ต่างๆ ในที่นี้เป็นสวนสาธารณะประเภทสวนปิด มีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยดูแลตลอด 24 ชั่วโมง

3. พลังงานแสงอาทิตย์ คือ พลังงานตามธรรมชาติที่เกิดจากการนำแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำไปใช้งาน

4. การพัฒนา หมายถึง การพัฒนารูปแบบโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้วัสดุที่ผลิตขึ้นเองภายในประเทศ (นำมาใช้เป็นส่วนประกอบของโคมไฟที่ใช้ระบบโซลาร์เซลล์) เพื่อลดต้นทุนการนำเข้าโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งชุดในราคาที่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การหาประสิทธิภาพ หมายถึง การหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ให้แสงสว่างภายในสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ โดยผู้วิจัยทำการหาประสิทธิภาพ 2 ด้านคือ

5.1 ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน หมายถึง มีหน้าที่ใช้สอยที่สนองความต้องการของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี มีระบบการควบคุมและการออกแบบที่ใช้งานได้ง่ายและสะดวกในการใช้งาน

5.2 ด้านรูปทรงและความสวยงาม หมายถึง มีโครงสร้างมั่นคง มีรูปร่างสีทันสมัย น่าใช้ และมีขนาดสัดส่วนเหมาะสม

ทั้งสองด้านนี้ผู้ดำเนินการวิจัย ได้ทำการออกแบบและทำการระบุ วัสดุที่นำมาประกอบเป็นชุดโคมไฟส่องสว่างโดยใช้โซลาร์เซลล์ เป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน ให้แสงสว่างภายในสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ โดยผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ และนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินผลการออกแบบ จากนั้นนำมาสร้าง และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลผลิตภัณฑ์ที่สร้าง และหลังจากนั้นนำไปหาประสิทธิภาพทั้งสองด้านโดยกลุ่มตัวอย่าง โดยมีผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ที่ประเมินผล ผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ ให้คำปรึกษาด้านแนวความคิดในการออกแบบ ด้านแนวทางในการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของผลิตภัณฑ์ ด้านความสวยงามของผลิตภัณฑ์ และประเมินผลผลิตภัณฑ์หลังจากผู้วิจัยสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้น

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต (วิศวกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมอุตสาหการ) ให้คำปรึกษาด้านการเลือกใช้วัสดุในการออกแบบ และประเมินผลผลิตภัณฑ์หลังจากผู้วิจัยสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้น

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้า (วิศวกรรมไฟฟ้า) ให้คำปรึกษาในด้านระบบการทำงานของโซลาร์เซลล์ การนำโซลาร์เซลล์มาประยุกต์ใช้งาน และประเมินผลผลิตภัณฑ์หลังจากผู้วิจัยสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้น

กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง กลุ่มเจ้าหน้าที่และลูกจ้างสวนสาธารณะสวนหนองจอกจำนวน 15 คน ซึ่งผู้ดำเนินการวิจัยได้ทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ในด้านการหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 2 ด้านคือ

1. ด้านหน้าที่ใช้สอย และความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. โคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับตกแต่ง สวนสาธารณะเฉพาะที่
2. สามารถนำไปใช้กับสถานที่อื่นๆได้ เช่น สวนภายในบ้าน สวนตามสถานที่ราชการ
ต่างๆ
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับผู้ที่สนใจ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อเป็นข้อมูล สำหรับออกแบบและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ โดยทำการ ศึกษาเรื่องที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยดังต่อไปนี้

2.1 ประวัติความเป็นมาของสวนสาธารณะ

2.2 โคมไฟส่องสว่าง

2.3 เซลล์แสงอาทิตย์

2.4 ความเข้มแสงอาทิตย์

2.5 การส่องสว่าง

2.6 โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์

2.7 การออกแบบโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์

2.8 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติความเป็นมาของสวนสาธารณะในประเทศไทย

2.1.1 สวนไทย

ไขแสง สุชะวณิช (2539 : 1-181) สวนของชนชาติต่างๆ ที่มีมาแล้วตั้งแต่อดีต ย่อมมี ลักษณะเฉพาะ (Characteristics) แตกต่างกันไป ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ลักษณะของภูมิประเทศ ลมฟ้าอากาศ ชนิดของพันธุ์ไม้ประจำถิ่น ตลอดจนศาสนา สังคม และวัฒนธรรมของแต่ละชนชาติ สวนที่มีชื่อเสียงของโลก เช่น สวนจีน สวนญี่ปุ่น สวนอินเดีย (ในสมัย ราชวงศ์โมกุล) สวนสเปน และสวนฝรั่งเศส ล้วนแต่มีลักษณะเฉพาะอันน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง สำหรับ “ สวนไทย ” นั้นถึงแม้จะไม่มีชื่อเสียงทัดเทียมสวนต่างๆ ดังกล่าวมานี้ แต่ก็มีประวัติอันเก่า แก่ เชิงคู่กันมากับสถาปัตยกรรมไทย และมีลักษณะเฉพาะอันน่าตื่นตาตื่นใจ และชวนให้ศึกษาค้นคว้าอยู่มิใช่น้อย ลักษณะเฉพาะของสวนไทยที่มีมาตั้งแต่อดีต อาจจะกล่าวโดยสังเขปได้ดังนี้

ก. พันธุ์ไม้ที่นำมาปลูกในสวนไทย มิใช่จะมีแต่ไม้ดอกเพียงอย่างเดียว หากยังมีไม้ผลนำ มาปลูกรวมอยู่ด้วย ทั้งนี้เพราะคนไทยเห็นความสำคัญของไม้ผลว่าเป็นพืชเศรษฐกิจมาช้านานแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ในอดีต พระเจ้าแผ่นดินและพระมหากษัตริย์เหล่านั้นจะมีอุทยานหรือสวนขนาดใหญ่ได้ สวนเหล่านี้มักนิยมสร้างอยู่นอกกำแพงพระราชวัง หรือไม่ก็นอกกำแพงเมืองและมักจะมีลักษณะเป็นสวนธรรมชาติเกือบทั้งสิ้น สวนดังกล่าวนี้ถูกกำหนดเป็นเขตหวงห้าม มีผู้ดูแลสวนเป็นยามเฝ้าสวนภายในตัว ประชาชนทั่วไปไม่สามารถจะเข้าไปได้

ค. สวนที่ใช้เป็นส่วนประกอบสถาปัตยกรรมถาวร มักจะเป็นสวนไม้ดัด และไม้กระถางเป็นส่วนใหญ่ สวนเหล่านี้มักมีอยู่ในพระราชวัง วัง และพระอารามใหญ่ต่างๆ สวนภูเขาจำลองชนิดหนึ่ง ที่เรียกว่าเขามอนั้น ก็มีอยู่แต่ในพระราชวัง วัง และตามพระอารามต่างๆ เช่นกัน เพราะถือเป็นธรรมเนียมว่าสวนชนิดนี้ จะไม่ทำในบ้านเรือนของวัดวาอารามเท่านั้น นอกจากนี้ เขาก่อ ในพิธีของศาสนาพราหมณ์ ซึ่งนับเป็นสวนภูเขาจำลองอีกชนิดหนึ่ง ก็ได้มีการสร้างขึ้น เพื่อประกอบพระราชพิธีซึ่งจัดในเขตพระราชฐานเท่านั้น

ง. สวนสมุนไพร หากจะมีก็คงมีตามวัด โดยพระภิกษุผู้มีความรู้เป็นหมอยาได้สร้างขึ้นเพื่อนำสมุนไพรมาประกอบเป็นโอสถชนิดต่างๆ ในสมัยกรุงศรีอยุธยา คนไทยเราต้องทำศึกสงครามกับพม่า และบางครั้งก็ต้องต่อสู้กันเองในการช่วงชิงอำนาจ ดังนั้นการปลูกว่านชนิดต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในทางอยู่ยงคงกระพัน จึงได้มีขึ้นตามสำนักผู้ทรงวิทยาคม ซึ่งกล่าวกันว่า การปลูกว่านนิยมกันมาตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยาตอนต้น

จ. การสร้างสวนน้ำ ด้วยความจงใจให้มีขึ้น หากได้ยากส่วนมากมักจะเป็นสระ กระจับปี่ กระจับปี่ คลอง เพื่อให้ได้น้ำจืดไว้ใช้ ต่อมาภายหลังเมื่อมีการนำบัวพันธุ์ต่างๆ ไปปลูกแหล่งน้ำนั้นจึงกลายเป็นสวนน้ำไปโดยปริยาย

ฉ. ในสมัยก่อนเจ้านาย ขุนนาง ตลอดจนสามัญชน ตั้งแต่ผู้ร่ำรวยเป็นเศรษฐี ไปจนถึงคนพอมือพอใช้ ก็จะมีเรือนไม้เป็นที่อยู่อาศัย ขนาดของเรือนจะใหญ่โตโอโง่งเพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับอำนาจวาสนา และกำลังทรัพย์ แต่อย่างไรก็ตาม เรือนไทยส่วนใหญ่จะมีนอกชานเป็นลานโล่ง และที่ลานโล่งนี้จะได้รับการตกแต่งให้เป็นสวนกระถาง ปลูกพันธุ์ไม้ต่างๆ ตั้งเรียงรายอยู่ภายนอกชานและได้ชานคา

ช. ในอดีต สวนที่สร้างขึ้นเพื่อให้เป็น “ สวนสาธารณะ ” อย่างแท้จริงแทบจะไม่ปรากฏ นอกจากป่าตาลของพ่อขุนรามคำแหง ซึ่งโปรดฯ ให้ประชาชนใช้เป็นที่พักผ่อน และบริเวณบึงพระราม (บึงชีขัน) ภายในกรุงศรีอยุธยา ซึ่งเป็นที่ว่างสวนสาธารณะ สวนสาธารณะไม่จำเป็นสำหรับชีวิตความเป็นอยู่ของคนในเมือง เพราะสมัยก่อนจำนวนคนที่อยู่ในเมืองยังน้อยและไม่ได้อยู่กันอย่างอัดแอ ถ้าเขาต้องการที่โล่งแจ้งอันกว้างขวางเพื่อใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ หรือมีการเล่นกันอย่างสนุกสนาน ที่ที่ที่สุดนั้นก็คือท้องทุ่งนอกกำแพงเมืองโดยรอบ

ซึ่งสวนสาธารณะในประเทศไทยตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบันได้แบ่งแยกโดยการจัดเป็นยุคสมัยดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมัยสุโขทัย สวนสาธารณะในสมัยสุโขทัย จากข้อความในหลักศิลาจารึกของพ่อขุนรามคำแหงทำให้เราทราบว่า ประชากรชาวสุโขทัย ได้สร้างสวนผลไม้ขึ้นทั่วไป เพื่อให้ได้ถูกผลเป็นอาหารการสร้างสวนผลไม้เป็นมูลเหตุอย่างหนึ่ง ที่บ่งให้ประจักษ์ว่าอาชีพหลักของประชาชนในสมัยนั้น คือเกษตรกรรม (อาชีพรองลงมาก็คือ การค้าขาย) ส่วนสวนดอกไม้ที่สร้างขึ้นเพื่อความรื่นรมย์นั้น ถ้าจะให้สันนิษฐานในแง่ประวัติศาสตร์และโบราณคดี ก็พอจะทราบว่าคงมีการทำสวนดอกไม้กันบ้างในเขตพระราชฐานของพระเจ้าแผ่นดิน เพื่อใช้สำหรับเป็นที่ทรงพระตำราญพระราชหฤทัยในยามว่าง แต่การที่จะตกแต่งสวนให้มีลักษณะใดนั้นยากที่จะกล่าวให้แน่นอนลงไป ทั้งนี้ เพราะไม่ปรากฏหลักฐานใดๆ เหลืออยู่เลย (แม้แต่พระที่นั่ง ปราสาทราชมนเฑียรในสมัยนั้น ก็ไม่สามารถจะทราบได้ว่าปลูกสร้างกันลักษณะใด) แต่เนื่องจากยังมีสถาปัตยกรรมแห่งศาสนา ที่สร้างด้วยศิลาแลง ศิลาทราย และอิฐเผา เหลือปรากฏอยู่หลายแห่ง ก็พอจะอนุมานได้ว่า สวนในเขตพระราชฐาน และเขตพระราชอารามหลวง คงใช้วัสดุดังกล่าวเป็นเครื่องตกแต่งบ้างไม่มากนักน้อย พันธุ์ไม้ผลปลูกปนกันไป วิธีการแต่งสวนก็คงเป็นไปตามพระราชประสงค์ของพระเจ้าแผ่นดิน หรือตามวิสัยผู้ก่อสร้างปราสาทราชมนเฑียร ตำหนัก หรือพระอาราม จะเห็นว่าเหมาะสมและสวยงาม บริเวณสวนสาธารณะคือป่าและเขาบางแห่งที่อยู่นอกเมือง บริเวณเหล่านี้ไม่เพียงแต่จะเป็นที่ทรงตำราญพระราชอิริยาบถของพระองค์พระเจ้าแผ่นดินและเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจของชาวเมือง หากยังเป็นที่ตั้งของพระอารามคณะสงฆ์ฝ่ายอริยวาที ผู้แสวงหาความวิเวกในการเจริญสติภาวนาธรรม บริเวณใดที่งดงามและร่มรื่นด้วยพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ดั้งเดิม แล้วก็คงรักษาไว้ตามธรรมชาติ เป็นแต่ตกแต่งให้บริเวณนั้นสะอาดตาและสวยงามยิ่งขึ้น

สมัยกรุงศรีอยุธยาตอนต้น สวนสาธารณะในสมัยกรุงศรีอยุธยาตอนต้น เท่าที่สันนิษฐานได้จากเรื่องราวในวรรณกรรม ก็ยังคงเป็นสวนแบบธรรมชาติเสียเป็นส่วนใหญ่ สวนที่สร้างขึ้นในพระราชวังก็เป็นสวนที่มีต้นไม้ผลปลูกประดับเช่นเดียวกับสวนในพระราชวังสมัยสุโขทัย

สำหรับสวนขนาดใหญ่ของพระเจ้าแผ่นดิน หรือที่เรียกว่าพระราชอุทยานนั้น มักจะอยู่นอกกำแพงพระราชวัง หรือไม่ก็อยู่นอกกำแพงพระนคร เช่นสวนหลวงสบสวรรค์ ซึ่งอยู่นอกกำแพงพระราชวังออกไปทางทิศตะวันตก พระอุทยานเท่าที่ปรากฏในวรรณคดีก็อยู่นอกกำแพงแทบทั้งนั้น เช่น สวนขวัญของพระเพื่อนพระแพง ในลิลิตพระลอ ก็อยู่นอกกำแพงวัง เพราะต้อง “ ลีลาขึ้นช้างเผือก กลับคล้ายเข้าทวารหลวง ” (เสด็จมาขึ้นช้างแล้วก็ขับไป พอเข้าประตูพระราชวัง) แต่ระยะทางคงไม่ไกลนักคือ “ ไปกระบัดบึง ถึงประตูอุทยาน ” (ไปไม่นานก็ถึงประตูสวน) พระอุทยานสวนหลวงของเมืองไตรตรึงส์ ในเรื่องท้าวแสนปม ก็อยู่ห่างจากวังไม่มากนักดังที่กล่าวว่า “ ครั้นมาถึงสวนหลวงจวนจะล่งลวงบึงนี้ ”

เนื่องจากพระราชอุทยานมีพื้นที่กว้างใหญ่ จึงคิดว่าจะต้องมีสระน้ำอย่างแน่นอน สระมีด้วยกันสองชนิด ชนิดแรกเป็นสระที่มีอยู่แต่เดิม ในบริเวณที่จะตกแต่งเป็นสวนอีกชนิดหนึ่ง เป็นสระที่ขุดขึ้น เพื่อเอาดินไปถมบริเวณใกล้เคียง ซึ่งอาจจะมีการก่อประดับด้วยหินอย่างสวยงาม ภาย

ในสระก็จะปลูกบัวนานาชนิด ส่วนตามขอบสระก็จะมีต้นไม้ใหญ่น้อยปลูกไว้อย่างงดงามและร่มรื่น และเนื่องจากเมืองไทยเป็นเมืองร้อน ตอนกลางวันมักมีแดดจัดและอากาศร้อนอบอ้าว ฉะนั้น อาจจะมีการสร้างศาลาพักร้อน ปลูกไว้ในบริเวณสวน พระอุทยาน แบบนี้พื้นที่ส่วนใหญ่จะจัดเป็นแบบสวนธรรมชาติ

พระอุทยานอีกแบบหนึ่ง ก็คือ พระอุทยานในบริเวณพระตำหนัก ที่ใช้เป็นที่ประทับเมื่อเสด็จประพาส การแต่งพระอุทยานแบบนี้ ย่อมขึ้นอยู่กับภูมิประเทศอันเป็นที่ตั้งของพระตำหนักเป็นสำคัญ ภูมิประเทศมีด้วยกัน สองลักษณะคือ ภูมิประเทศซึ่งเป็นที่ราบลุ่ม มีน้ำท่วมในฤดูน้ำหลาก และมีหนองหรือบึงอยู่ก่อนแล้วในบริเวณนั้น กับภูมิประเทศตามเชิงเขา มีแอ่งน้ำธรรมชาติ และมีลำธารไหลผ่าน พระอุทยานแบบนี้ก็คงจัดแบบ สวนธรรมชาติอีกเช่นกัน กล่าวคือพยายามรักษาสวนธรรมชาติเดิมไว้ให้มากที่สุด หากจะมีการตกแต่งบ้างก็เพียงส่วนน้อย อนึ่งพระอุทยานของพระเจ้าแผ่นดินที่กล่าวมานี้จะถูกกำหนดเป็นเขตหวงห้าม มีผู้ดูแลสวนเป็นยามเฝ้าสวนไปในตัว ประชาชนทั่วไปไม่สามารถเข้าไปได้

ในสมัยกรุงศรีอยุธยาตอนต้นนี้ สวนสาธารณะอันแท้จริง ที่สร้างขึ้นสำหรับประชาชนทั่วไป ยังไม่ปรากฏที่ว่างสาธารณะที่ใหญ่ที่สุดภายในเมือง ที่ประชาชนใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ ก็คือบริเวณบึงพระราม (บึงชีขัน) ถ้าประชาชนต้องการจะใช้ที่ว่างสาธารณะอื่นๆ นอกเหนือไปจากที่แห่งนี้ เพื่อพักผ่อนหย่อนใจ หรือมีการเล่นกันอย่างสนุกสนาน เขาก็จะพากันออกไปสู่ท้องทุ่งนอกกำแพงเมือง

สมัยกรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้น สวนสาธารณะในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้นเริ่มต้นเมื่อพระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก ทรงสถาปนากรุงเทพมหานครเป็นราชธานี ในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกปรากฏว่า ไทยยังคงทำสงครามรบพุ่งติดพันกับพม่าอยู่ และกบฏกับเป็นระยะเวลาเริ่มแรกของการฟื้นฟู เมื่อเป็นดังนี้ แทบทุกสิ่งแทบทุกอย่างที่สร้างสรรค์ขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการสร้างพระนครก็ดี การสร้างพระมหาปราสาทราชมณเฑียรก็ดี จึงมิได้กระทำกันอย่างประณีตและมั่นคงเท่าใดนัก เพราะยังขาดทั้งเวลา กำลังคน อีกทั้งกำลังทรัพย์ แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่พระองค์โปรดฯ ให้กระทำขึ้นนั้น ส่วนใหญ่แล้วก็ยังคงมีแบบแผนดั้งเดิมครั้งกรุงศรีอยุธยาอยู่ ทั้งนี้ก็เนื่องจากพระองค์ทรงมีพระราชประสงค์ ที่จะให้นานาประเทศรู้ว่าไทยได้เข้าสู่สภาพ “ ครองบ้านเมืองดี ” อีกครั้งหนึ่งแล้ว ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาแล้ว สวนในพระบรมมหาราชวัง ก็ยังคงรักษาลักษณะของสวนในพระราชวังหลวงที่กรุงศรีอยุธยาไว้ พระองค์โปรดฯ ให้สร้างพระราชอุทยานขนาดพระราชมณเฑียรขึ้น และได้ทรงขนานนามว่า “ สวนขวา ” และ “ สวนซ้าย ” โดยลำดับ ในพระราชอุทยานทั้งสองแห่งนี้ ได้มีการนำเอาไม้ผลประจำถิ่นของเมืองไทยมาปลูกไว้ สวนไม้ประดับซึ่งเป็นไม้ดอกและไม้ใบ ก็ปลูกเลี้ยงไว้ในกระถาง ไม้กระถางอีกชนิดหนึ่งซึ่งจะขาดเสียมิได้นั่นคือ ไม้ดัด กล่าวกันว่าการเล่น ไม้ดัดมีมาตั้งแต่กรุงศรีอยุธยา ถึงดัดแต่งที่สำคัญอีกสิ่งหนึ่งที่จะต้อง มี ก็คือเขามอหรือภูเขาจำลอง ในสมัยนั้นภูเขาลูกนี้ข่มก่อด้วยฟองน้ำหรือหินปะการัง เนื่องจาก

เอกลักษณะนี้เองที่ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้มีการขุดลอกแม่น้ำเจ้าพระยาขึ้นใหม่ตั้งแต่ปากน้ำเจ้าพระยาถึงปากน้ำอ่าวไทย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากบริเวณพระราชอุทยานมีพื้นที่กว้างขวางพอ จึงโปรดฯให้ขุดสระขึ้น และภายในสระนั้นก็ให้นำเอาบัวพันธุ์ต่างๆ มาปลูกไว้อย่างงดงาม ถึงสุดท้ายภายในพระราชอุทยานที่จะต้องกล่าวถึงก็คือ พระตำหนักกลางสระน้ำ และพลับพลาโถง หรือพระที่นั่งเย็นภายในสวน สถาปัตยกรรมเหล่านี้จำเป็นต้องจัดสร้างขึ้น เพื่อเป็นที่ประทับสำราญพระราชหฤทัยเป็นการส่วนพระองค์

ในส่วนของสวนสาธารณะที่ผู้วิจัยเลือกใช้สำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโคมไพส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างคือสวนสาธารณะในกรุงเทพมหานคร คือสวนหนองจอก ผู้วิจัยได้เลือกมาวิจัยเป็นกรณีศึกษา

สวนสาธารณะหนองจอก ตั้งอยู่บนที่ดินว่างเปล่าประมาณ 35 ไร่ งานเศษ อยู่ตรงข้ามโรงพยาบาลชุมชนหนองจอก ถนนเลียบวารี ห่างจากสำนักงานเขตหนองจอกประมาณ 500 เมตร ลักษณะที่ดินยาวเชื่อมระหว่างถนนเลียบวารีกับถนนเชื่อมสัมพันธ์ ดำเนินการก่อสร้างโดยใช้งบประมาณกรุงเทพฯ โดยจัดตั้งเป็นโครงการเพื่อร่วมกิจกรรมเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ในมหามงคลสมัยพระราชพิธีเฉลิมพระชนมพรรษาครบ 5 รอบ ในปี พ.ศ. 2530 เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจของประชาชนหนองจอก และบริเวณใกล้เคียง เป็นสนามกีฬา และใช้เป็นสถานที่จัดงานตามประเพณี ในวันนักขัตฤกษ์ต่างๆ

มีการปรับปรุงก่อสร้างโดยเริ่มตั้งแต่ปี 2529-2530 ดังนี้

1. ปีงบประมาณ 2529 ได้รับงบประมาณรายจ่ายในกิจกรรมก่อสร้างสวนสาธารณะหนองจอก หมวดค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง เป็นเงิน 7,952,000 บาท โดยดำเนินการ

1.1 ถมดินพร้อมบดอัดแน่นทั่วบริเวณพื้นที่ โดยรอบสวนทั้งหมด ปริมาณดินประมาณ 75,000 ตารางเมตร

1.2 ก่อสร้างถนนลูกรังบดอัดแน่นหนาเฉลี่ย 0.20 เมตร กว้าง 6 เมตร เนื้อที่ประมาณ 6,940 ตารางเมตร

1.3 ขุดสระน้ำจำนวน 2 แห่ง

2. ปีงบประมาณ 2530

2.1 กรุงเทพฯ ได้อนุมัติงบประมาณรายจ่ายให้เป็นเงิน 7,840,000 บาท โดยดำเนินการ

2.1.1 สร้างถนนแอสฟัลต์ผสมร้อนความหนาประมาณ 0.06 เมตร เนื้อที่ประมาณ 6,940 ตารางเมตร

2.2.2 สร้างทางเดินภายในคอนกรีตบล็อกพร้อมคัตหิน ค.ส.ล. หนาประมาณ 0.12 เมตร เนื้อที่ประมาณ 2,550 ตารางเมตร

2.2.3 สร้างป้ายชื่อสวนสาธารณะทางด้านหน้าและด้านหลังพร้อมทั้งรั้ว ค.ส.ล. ยาวประมาณ 125 เมตร

2.2.4 สร้างศาลาเอนกประสงค์ จำนวน 1 หลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 2.2.5 สร้างศาลาพักผ่อน จำนวน 5 หลัง นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 สร้างเรือนเพาะชำ จำนวน 1 หลัง

2.2.7 สร้างบ้านพักคนงาน จำนวน 1 หลัง

2.2.8 สร้างเวทีกลางแจ้ง 1 หน่วย

2.2.9 สร้างห้องน้ำ ส้วมชาย หญิง จำนวน 3 หน่วย

2.2.10 สร้างสนามฟุตบอล จำนวน 1 สนาม

2.2.11 ตกแต่งเรียงหินสระน้ำ จำนวน 2 สระ เนื้อที่ประมาณ 7,472 ตาราง
เมตร

2.2.12 สร้างรางระบายน้ำ ค.ส.ล. พร้อมท่อลอดยาวประมาณ 441 เมตร

2.2.13 ตกแต่งสวนสาธารณะและบริเวณโดยรอบ

3. งบประมาณ 2530

3.1 ได้รับอนุมัติโอนเงินเหลือจ่ายหมวดค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้างจำนวน 530,000 บาทที่
ก่อสร้างรั้วลวดหนามบริเวณด้านข้างสวนทั้งสองข้าง ความยาว 1,665 เมตร

3.2 ได้รับการจัดสรรเงินยืมสะสม จำนวน 1,704,000 บาท เพื่อเป็นค่าถมดินและปลูก
หญ้าบริเวณสวนทั้งหมด โดยมีเนื้องานดังนี้

3.2.1 ถมดินปรับระดับเนื้อที่ประมาณ 33,200 เมตร

3.2.2 ปลูกหญ้านวลน้อย เนื้อที่ประมาณ 33,200 เมตร

ผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร (พลตรีจำลอง ศรีเมือง) เป็นประธานทำพิธีเปิดป้ายสวน
สาธารณะ 8 สวนหนองจอก) ในวันศุกร์ 27 พฤศจิกายน 2530 จากนั้น สำนักงานเขตหนองจอก
ได้ทำบันทึกขอโอนสวนสาธารณะแห่งนี้ไว้ในความรับผิดชอบของกองสวนสาธารณะต้องขออัตรา
กำลังและงบประมาณจึงได้มอบหมายให้สวนหนองจอก มาดูแลรับผิดชอบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

กิจกรรมและสิ่งที่น่าสนใจ สวนหนองจอกมีเวทีกลางแจ้งสำหรับจัดกิจกรรมต่างๆ ของ
สวนหนองจอก มีสนามกีฬา ลานไม้ดอก ไม้หอม พืชสมุนไพร ศาลาพักผ่อนและสระน้ำ เปิด
บริการระหว่าง 05.00-20.00 น. ปัจจุบันสวนหนองจอกมีประชาชนเข้าไปพักผ่อนหย่อนใจ
ประมาณ 100-150 คน / วัน หุตุราชการ

สวนหนองจอก มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการให้คำแนะนำแก่ประชาชนที่สนใจเกี่ยวกับ
พันธุ์ไม้ การตกแต่งต้นไม้และสวนไม้ประดับ การเพาะต้นไม้ ปลูกตกแต่งและบำรุงรักษาต้นไม้
ภายในบริเวณสวน การจัดสร้างอาคารสถานที่และสิ่งอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ ในบริเวณ
สวนและปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

อัตรากำลัง ปัจจุบันสวนหนองจอกมีอัตรากำลังดังนี้

- | | |
|-----------------------------------|---------|
| 1. เจ้าหน้าที่บริหารงานการเกษตร 6 | 1 อัตรา |
| 2. เจ้าหน้าที่การเกษตร 1-3 | 3 อัตรา |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 3. เจ้าหน้าที่ธุรการ 1-3 เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุ 1 อัตรา ำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลูกจ้างประจำ

8 อัตรา

5. ลูกจ้างชั่วคราว

49 อัตรา

พื้นที่

35 ไร่ 2 งานเศษ

ที่ตั้ง

หมู่ที่ 2 ถนนเลียบริมทะเล แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร

รถประจำทางผ่าน

ถนนเชื่อมสัมพันธ์ สาย 131

ซึ่งในการศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ ผู้วิจัยได้ใช้สวนสาธารณะหนองจอก เป็นสถานที่ในการติดตั้งโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์และได้ใช้กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มเจ้าหน้าที่และลูกจ้างสวนสาธารณะสวนหนองจอกจำนวน 15 คน ซึ่งผู้ดำเนินการวิจัยได้ทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ในด้านการหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 2 ด้านคือ ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านรูปทรงและความสวยงาม

2.2 โคมไฟส่องสว่าง

2.2.1 ชนิดและหน้าที่ของดวงโคม

พินุลย์ คิชรูอดม (2540 : 63-140) เมื่อกล่าวถึงดวงโคม (Luminaires) เราหมายถึงความรวมถึงตัวหลอดไฟ (Lamp) โคมไฟ (Fixtures) และตัวบัลลาสต์ ดวงโคมมีหน้าที่หลักในการควบคุมลำแสงให้กระจายไปตกบนพื้นที่ที่เราต้องการ นอกจากนั้นยังช่วยป้องกันอันตรายใดๆ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นกับหลอดไฟได้อีกด้วย เราสามารถแบ่งดวงโคมออกเป็นชนิดต่างๆ ตามชนิดของหลอดไฟที่ใช้ หรือแบ่งชนิดของดวงโคมตามลักษณะการติดตั้ง หรืออาจแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ตามลักษณะของการนำไปใช้งานก็ได้

2.2.2 ชนิดของดวงโคม

ดวงโคมสามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ดังนี้

1. แบ่งตามชนิดของหลอดไฟที่ใช้ ดวงโคมอาจจะแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ตามชนิดที่ใช้ กล่าวคือ ดวงโคมที่ใช้กับหลอดอินแคเรสเซสเซนต์ ดวงโคมที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซสเซนต์ และดวงโคมที่ใช้กับหลอด HID

2. แบ่งตามลักษณะการติดตั้ง เราสามารถแบ่งชนิดของดวงโคมตามลักษณะการติดตั้งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ด้วยกันคือ ติดแบบฝังเข้าไปในเพดาน (Recessed) แบบยึดติดกับเพดาน (Surface) และแบบห้อย (Pendant)

ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบ่งตามลักษณะการใช้งาน บางครั้งเราก็จะจำแนกชนิดของดวงโคม ออกตามลักษณะการนำไปใช้งานอย่างเช่น ดวงโคมสำหรับงานอุตสาหกรรม ดวงโคมสำหรับบ้านพักอาศัย ดวงโคมสำหรับใช้เป็นไฟถนนนอกจากนี้ก็ยังมียังมีดวงโคมที่ออกแบบขึ้นสำหรับงานพิเศษเฉพาะอย่าง เช่นในสถานที่หรือบรรยากาศที่อาจคิดไปได้ มีความชื้นมาก หรือไอของสารเคมีสูง เป็นต้น

4. แบ่งตามลักษณะการกระจายแสง อีกวิธีหนึ่งในการจำแนกชนิดของดวงโคมก็คือ พิจารณาจากการกระจายแสงในแนวตั้งของดวงโคม (Vertical Light Distribution) กล่าวคือ พิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่พุ่งจากดวงโคมขึ้นสู่พื้น กับปริมาณแสงที่พุ่งจากดวงโคมขึ้นสู่เพดาน

ก. ดวงโคมชนิดกระจายแสงลง (Direct Luminaire) แสงส่วนใหญ่จากดวงโคมประเภทนี้ประมาณ 90-100 เปอร์เซ็นต์จะกระจายลงสู่เบื้องล่าง ข้อดีของลักษณะดวงโคมประเภทนี้คือ เราสามารถที่จะควบคุมทิศทางของลำแสงให้ไปตกบนพื้นที่ที่เราต้องการได้โดยง่าย อย่างไรก็ตามสิ่งที่จะต้องพิถีพิถันเป็นพิเศษก็คือ ความแตกต่างของความจ้ำระหว่างผนังเพดานกับตัวดวงโคมเอง ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยทาสีห้อง หรือใช้วัสดุต่างๆ คลอคอนเฟอร์นิเจอร์ที่มีเปอร์เซ็นต์ในการสะท้อนแสงสูงเข้าช่วย

ข. ดวงโคมชนิดกึ่งกระจายแสงลง (Semi-Direct Luminaire) ดวงโคมประเภทนี้จะกระจายแสงลงสู่เบื้องล่างประมาณ 60-90 เปอร์เซ็นต์ และปล่อยให้แสงกระจายขึ้นสู่เพดานประมาณ 10-40 เปอร์เซ็นต์ วิธีนี้เราสามารถที่จะลดความแตกต่างของความจ้ำระหว่างดวงโคมและเพดานได้อย่างดีทีเดียว ข้อเสียของดวงโคมประเภทนี้และดวงโคมชนิดกระจายแสงลงก็คืออาจจะเกิดเงาขึ้นบนพื้นได้ง่าย ถ้าระยะระหว่างดวงโคมอยู่ห่างจากกันมากเกินไป

ค. ดวงโคมชนิดกระจายแสงรอบด้านกระจายแสงแบบขึ้น-ลง (General Diffuse or Direct - Indirect Luminaire) ลักษณะของดวงโคมประเภทนี้จะกระจายแสงลงสู่พื้นและกระจายแสงพุ่งขึ้นสู่เพดานพอๆ กัน ข้อแตกต่างของลักษณะการกระจายแสงแบบรอบด้านและการกระจายแสงแบบขึ้น-ลงก็คือการกระจายแสงแบบรอบด้านจะมีแสงบางส่วนพุ่งออกมาในแนวระดับด้วย

การควบคุมการกระจายแสงของดวงโคมประเภทนี้ให้ ไปตกบนพื้นที่ที่เราต้องการทำได้ยากกล่าวคือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ (Coefficient of Utilization) ของดวงโคมประเภทนี้จะมีค่าต่ำกว่าดวงโคมสองประเภทแรกแต่ ดวงโคมประเภทนี้จะให้ค่าความจ้ำทั้งพื้นผิวห้องดูสม่ำเสมอและสบายตา

ง. ดวงโคมชนิดกึ่งกระจายแสงขึ้น (Semi-Direct Luminaire) ปริมาณแสงส่วนใหญ่ประมาณ 60-90 เปอร์เซ็นต์จากดวงโคมชนิดนี้ จะกระจายขึ้นสู่เพดาน และปล่อยให้แสงส่วนที่เหลือกระจายลงสู่พื้น เพดานจึงทำหน้าที่คล้ายกับแหล่งกำเนิดแสงแผ่นใหญ่แผ่นหนึ่ง ซึ่งจะสะท้อนแสงลงของเพดานจะต้องสูงมาก ลักษณะการกระจายแสง เช่นนี้ ความจ้ำระหว่างตัวดวงโคมกับเพดานจะไม่

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แตกต่างกันมากนัก เรามักจะใช้ดวงโคมชนิดนี้ในสถานที่ที่มีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องการที่แสงแยงตา (Glare) มากๆ

จ. ดวงโคมชนิดกระจายแสงขึ้น (Indirect Luminaire) ปริมาณแสงจากดวงโคมเกือบทั้งหมด ประมาณ 90-100 เปอร์เซ็นต์จะกระจายขึ้นสู่เพดานและส่วนบนของผนังแล้วจึงสะท้อนสู่พื้นงาน ความจ้าทั่วบริเวณห้องจะสม่ำเสมอจนเกือบเท่ากันหมดถ้าระยะที่ห้อยดวงโคมจากเพดานมีค่ามากพอ ข้อเสียของดวงโคมประเภทนี้ก็คือ มันจะมีค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ต่ำสุด

ดวงโคมสำหรับระบบแสงสว่างภายนอกอาคาร แบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน ชนิดแรก เรียกว่า โคมฉาย (Floodlight) โคมชนิดนี้เราสามารถที่จะปรับทิศทางการฉาย (Aiming) ได้ ซึ่งเราจะศึกษากันในส่วนนี้ โคมชนิดที่สองเป็นแบบที่เราไม่สามารถเปลี่ยนแปลงทิศของการฉายได้ (Fixed Aiming) เช่น โคมไฟถนน

โดยทั่วไปแล้วโคมไฟถนนจะถูกออกแบบ ให้สามารถทำการส่องสว่างได้คืบพื้นที่ที่ยาว และแคบกล่าวคือ ความสูงของดวงโคม (เสา) จะยาวประมาณสองเท่าหรือมากกว่าความกว้างของถนนและตำแหน่งของดวงโคม มักจะอยู่ภายในพื้นที่ที่ทำการส่องสว่าง เช่น การส่องสว่างไฟถนน ลานจอดรถ หรือบริเวณสนามหญ้ารอบอาคาร เป็นต้น แต่สำหรับโคมฉายแล้ว ตำแหน่งของมันมักจะอยู่บริเวณรอบนอกของพื้นที่ที่มันส่องสว่าง และมักจะส่องสว่างครอบคลุมระยะทางที่ไกลออกไปมากกว่าระยะสองเท่าของความสูงของดวงโคมไฟสนามเทนนิส ไฟสนามฟุตบอล เป็นต้น

ในปัจจุบันนี้ โคมฉายมักจะใช้คู่กับหลอด HID เพราะจะมีประสิทธิภาพสูงและมีอายุการใช้งานนาน อย่างไรก็ตามยังมีผู้นิยมใช้โคมฉายกับหลอดควอดซ์ฮาโลเจนอยู่ไม่น้อย เนื่องจากราคาถูก และหลอดควอดซ์ฮาโลเจนเองก็มีความคงที่ในการส่องสว่างที่ดีอีกด้วย

โคมฉายที่ผลิตกันออกมามีอยู่หลายชนิดตามขนาดของกำลังไฟ ที่ใช้ความกว้างของลำแสง (Beam Spread) ที่มันฉายออกมา ชนิดของหลอดที่ใช้หรือแม้กระทั่งชนิดของบัลลาสต์ผู้ออกแบบจึงจำเป็นที่จะต้องศึกษารายละเอียดต่างๆ เหล่านี้ ตลอดจนกระทั่งถึงตารางฟิโตเมตริกของโรงงานผู้ผลิตดวงโคมก่อนที่จะตัดสินใจเลือกใช้ดวงโคมชนิดใดชนิดหนึ่ง

2.2.3 การออกแบบระบบแสงสว่างภายนอกอาคาร

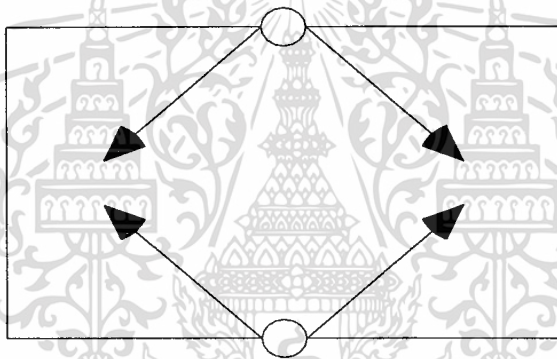
การออกแบบระบบแสงสว่างภายนอกอาคาร ในส่วนนี้จะมุ่งพิจารณาเฉพาะการออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับพื้นที่กว้างๆ เท่านั้น เช่น ลานจอดรถ หรือบริเวณรอบๆ ภายนอกอาคาร โดยใช้โคมฉายมาใช้ในการออกแบบ สำหรับการออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับไฟถนนไฟสนามกีฬา หรือการใช้โคมไฟชนิดอื่น

สิ่งหนึ่งซึ่งผู้ออกแบบจะต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย ในขั้นตอนของการออกแบบเสมอก็คือ ตำแหน่งของเสา ตำแหน่งของเสาอาจจะตั้งอยู่บริเวณรอบนอกของพื้นที่ หรือตั้งอยู่ภายในกลางพื้นที่ที่ต้องการส่องสว่างก็ได้ หรืออาจจะติดตั้งอยู่กับส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคาร แล้วต้องออกไป

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของสถานที่ที่จะทำการออกแบบ ความสวยงาม ความเป็นระเบียบเรียบร้อย ตลอดจนกระทั่งถึงความสะดวกในการควบคุมทางด้านความปลอดภัย ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาถึงประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดคร่าวๆ ด้วยเสมอ

2.2.3.1 การเลือกกำหนดตำแหน่ง ของเสา

สมมติว่าเรามีพื้นที่หนึ่งที่จะต้องทำการออกแบบระบบแสงสว่างให้กับมัน พื้นที่นี้อาจจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าก็ได้ วิธีแรกที่เป็นไปได้ในการกำหนดตำแหน่งของเสาก็คือ ตั้งอยู่ที่มุมทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยม วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในเทอมของการใช้ประโยชน์และสามารถกำจัดมุมมืดต่างๆ หรือเงาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ด้วย เพราะแสงพุ่งมาจากทิศทางต่างๆ กัน อย่างไรก็ตามมีข้อเสียที่ว่าจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากเราจะต้องใช้เสาทั้งสี่มุม อีกวิธีหนึ่งที่ทำให้ก็คือ ตั้งเสาเพียงสองเสาที่ ขอบสนามหันหน้าเข้าหากันดังแสดงใน ภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การกำหนดตำแหน่งของเสาโดยตั้งเสาเพียงสองเสา

วิธีที่สองนี้จะมีประสิทธิภาพ ต่ำกว่าวิธีแรกเล็กน้อย แต่จะประหยัด ค่าใช้จ่ายกว่ามาก เพราะใช้เสาน้อยกว่า การแก้ไขเรื่องความสม่ำเสมอของแสงและเงาที่เกิดขึ้นก็สามารถทำได้โดยติดตั้งโคมไฟมากกว่าหนึ่งโคมขึ้นไปทีละเสาแต่ละต้น

อีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดที่สุดก็คือ ใช้เสาเพียงต้นเดียวติดตั้งอยู่ข้างใดข้างหนึ่งของสนาม แล้วติดตั้งโคมไฟขึ้นไปหลายๆ โคม ส่งออกไปตามบริเวณต่างๆ โดยให้ความสว่างทับกันไปเรื่อยๆ วิธีที่เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดในเทอมของการใช้ประโยชน์ และอาจจะไม่สามารถใช้ได้ ในกรณีที่พื้นที่ที่ต้องการส่องสว่างอยู่ไกลออกไปมาก

การกำหนดตำแหน่งของเสาทั้งสามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้ว เป็นวิธีหลักเท่านั้น ผู้อ่านสามารถที่จะเลือกใช้หรือกำหนดตำแหน่งของเสาขึ้นเองได้ตามความเหมาะสม อย่างไรก็ตามองค์ประกอบที่จะต้องพิจารณาร่วมด้วยว่ามีความสำคัญมากน้อยเพียงไรสำหรับงานออกแบบนั้นๆ ก็คือ ความสม่ำเสมอของระดับความสว่าง สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์และค่าใช้จ่าย

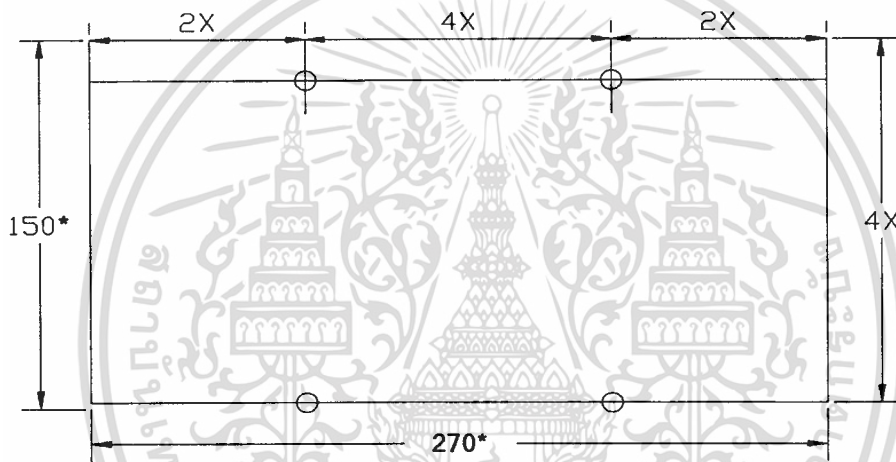
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่พื้นที่ที่ต้องการออกแบบระบบแสงสว่าง ไม่มีกิจกรรมใดๆ ที่เกิดขึ้นอันเป็นอุปสรรคต่อการตั้งตำแหน่งของเสาภายในสนาม ผู้อ่านอาจจะเลือกใช้วิธีนี้ได้ โดยการกำหนดตำแหน่งเสาขึ้นที่กลางสนาม แล้วใช้โคมหลายโคมติดตั้งหันทิศทาง ต่างๆ กันไป โคมชนิดนี้จะ เป็นโคม อีกชนิดหนึ่งซึ่งต่างจากโคมชนิดโคมฉาย เราเรียกว่า High Mast Luminaire

2.2.3.2 กฎ 2x-4x

กฎ 2x-4x เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้กันมาก ในการออกแบบระบบส่องสว่าง ภายนอกอาคาร สามารถทำได้เร็วและสะดวก โดยยึดหลักที่ว่า โคมที่อยู่บนเสาแต่ละต้นไม่ควรส่องสว่างครอบคลุมพื้นที่ที่ไกลออกไปเกินระยะสองเท่าของความสูงของเสา



ภาพที่ 2.2 กฎ 2x - 4x

จากภาพที่ 2.2 พื้นที่ที่ต้องการส่องสว่างมีความ กว้าง 150 ฟุต และยาว 270 ฟุต สมมติว่าเราได้กำหนดที่จะตั้งเสาขึ้นที่ขอบสนามทั้งสองข้างดังรูปเมื่อพิจารณาทางด้านกว้าง ความสูงของเสาควรมีค่าน้อยเท่ากับ $150/4 = 37.5$ ฟุต เมื่อพิจารณาทางด้านยาว ความสูงของเสาควรมีค่าน้อยเท่ากับ $270/8 = 33.75$ ฟุต ฉะนั้นในกรณีนี้เราจึงเลือกใช้เสาที่มีความสูงเท่ากับ 37.5 ฟุต โดยประมาณ

2.2.4 ไฟถนน

จากส่วนที่ที่เราได้เรียนรู้เกี่ยวกับโคมฉาย และวิธีการออกแบบระบบแสงสว่างโดยใช้โคมฉาย สำหรับการส่องสว่างพื้นที่กว้างๆ เช่น สนามหญ้า ลานจอดรถ สนามกอล์ฟ สนามกีฬา และยังได้รู้อีกว่านอกจากโคมฉายนี้แล้วเรายังอาจจะใช้โคมชนิดอื่น เช่น โคมไฟถนน และโคม High Mast แทนก็ได้ถ้าหากโคมนี้ไม่เกิดขวางกั้นกิจกรรมใดๆ อันอาจจะเกิดขึ้นบนพื้นที่ที่ส่องสว่าง

นั้น ทั้งนี้ก็ด้วยข้อจำกัดที่ว่าโคมไฟถนนและโคม High Mast สามารถส่องสว่างได้เฉพาะพื้นที่ ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารของกองช่างโยธาเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบๆ ตัวมันเท่านั้น และไม่สามารถที่จะปรับมุมเล็งได้หลังจากติดตั้งตัวโคมกับเสาเรียบร้อยแล้ว ยิ่งไปกว่านั้น ตารางฟโโตเมตริกของโคมไฟถนน ก็เหมาะที่จะใช้งานสำหรับการออกแบบแสงสว่างบนพื้นที่ที่ขามากๆ แต่แคบ ในที่นี้จะเป็นการเลือกตำแหน่งการจัดวาง ของโคมไฟถนน การจัดวางตำแหน่งของเสาบนถนน ตลอดจนการอ่านข้อมูลจากตารางฟโโตเมตริกของโคมถนนและการออกแบบไฟถนน

2.2.4.1 ระดับความสว่างบนพื้นถนน

การออกแบบระบบแสงสว่างบนพื้นถนน โดยทั่วไปแล้วจะคำนึงถึงระดับความสว่างและความสม่ำเสมอของระดับความสว่างเป็นสำคัญ ค่าระดับความสว่างที่ให้ไว้ดังตารางที่ 2.1 นี้เป็นเพียงข้อเสนอแนะซึ่งผู้อ่านสามารถที่จะนำไปปรับใช้ตามความเหมาะสม

ตัวอย่างค่าระดับความสว่าง

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างระดับค่าความสว่าง

สถานที่	ลักษณะของถนน	ระดับความสว่างที่ต้องการคงไว้ (ft-cd)	ความสม่ำเสมอของระดับความสว่าง (ค่าเฉลี่ย/ ค่าสูงสุด)
หมู่บ้าน	-ตรอก ซอย	0.4	6:1
	-ถนนเชื่อมตรอก ซอย	0.6	3:1
	-ถนนจากหมู่บ้านเข้าตัวเมือง	1.0	3:1
เขตเทศบาล	-ถนนเล็ก ๆ ซึ่งการจราจรไม่คับคั่ง	0.6	3:1
	-ถนนที่เชื่อมถนนเล็ก ๆ กับถนนหลัก	0.9	3:1
	-ถนนหลัก	1.4	3:1
	-ถนนทั่วไป	1.2	3:1
เมืองใหญ่	-ถนนหลัก ทางด่วน	2.0	3:1

2.2.4.2 การจัดวางตำแหน่งของเสา

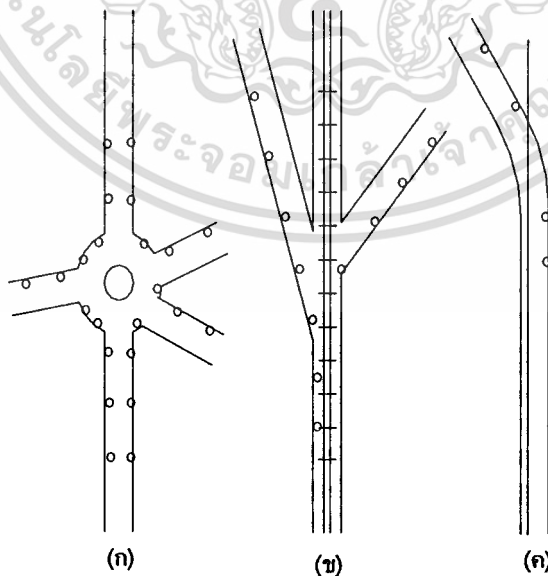
การจัดวางตำแหน่งของเสาของโคมไฟถนน โดยทั่วไปแล้วมีอยู่สามวิธีด้วยกัน คือ

วิธีแรกคือ การจัดให้เสาทุกเสาอยู่ด้านเดียวกันหมด(One Side Arrangement) วิธีนี้ใช้เมื่อความกว้างของถนนพอ ๆ กับความสูงของเสาของโคมไฟ

วิธีที่สองคือ การจัดวางเสาสลับข้างกันไปมาตลอดแนวถนน (Staggered Arrangement) การจัดวางเสาโดยวิธีนี้จะให้ความสม่ำเสมอของระดับแสงสว่างดีกว่าแบบแรก ระยะห่างระหว่างเสาก็สามารถที่จะจัดได้มากกว่า แต่ก็มีความเสี่ยงที่จะต้องเดินสายไฟป้อนให้กับโคมไฟทั้งสองแนวตลอดความยาวของถนน

วิธีที่สามคือ การจัดวางเสาไว้ตรงข้ามกัน (Opposite Arrangement) วิธีนี้มักจะใช้ในกรณีที่ถนนมีความยาวกว้างมากๆ (ความกว้างของถนนกว้างมากกว่าสองเท่าของความสูงของเสาไฟถนน)

นอกจากจะต้องพิจารณาลักษณะการจัดวาง ตำแหน่งของเสาของโคมไฟถนนบนถนนต่างๆ ไปแล้ว การจัดวางตำแหน่งของเสาของโคมไฟถนนตาม ทางแยก ทางร่วม ทางโค้ง และตามทางวงเวียน ก็เป็นสิ่งที่ผู้ออกแบบจะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษและระดับความสว่างก็ต้องมากกว่าบนถนนต่างๆ ไปด้วย ดังภาพที่ 2.3 เป็นตัวอย่างของการจัดวางตำแหน่งของโคมไฟถนนในกรณีต่างๆ ดังกล่าวนี้นี้



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการจัดวางตำแหน่งของโคมไฟถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นประติสัมพันธ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำจากสารกึ่งตัวนำ ซิลิคอน (Silicon) เมื่อด้านหนึ่งถูกแสงผิวโลหะจะส่งอิเล็กตรอนออกไป ทำให้จำนวนอิเล็กตรอนลดลงและเกิดความต่างศักย์ขึ้นระหว่างผิวโลหะอีกด้านหนึ่งที่ไม่ถูกแสง ทำให้วัตถุกึ่งตัวนำนี้ทำหน้าที่เป็นเซลล์ไฟฟ้า สามารถนำไปใช้งานได้และวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้โดยการต่อผิวโลหะทั้งสองเข้ากับกัลวานอมิเตอร์ (Galvanometer) ซึ่งเข็มของกัลวานอมิเตอร์จะเบนขึ้นเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตามจำนวนความเข้มของแสงที่มากกระทบผิววัตถุ กึ่งตัวนำนั้น เซลล์แสงอาทิตย์สร้างขึ้นมาครั้งแรกโดย แฮปปิน (Hapin) ฟูลเลอร์ (Fuller) และเพียร์สัน (Pearson) แห่งบริษัท เบลล์ เทเลโฟน (Bell Telephone) ในสหรัฐอเมริกา เมื่อปี พ.ศ. 2497 โดยทั้งสามท่านนี้ได้ค้นพบเทคโนโลยีการสร้างรอยต่อ พี-เอ็น (P-N) แบบใหม่ โดยวิธีแพร่สารเข้าไปในผลึกของซิลิคอน เซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผ่นหรือเซลล์จะให้แรงดันไฟฟ้าประมาณ 0.5 โวลต์ ส่วนกระแสไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับความสว่างของแสงและขนาดของเซลล์ โดยปกติเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 4 นิ้ว ได้รับแสงอาทิตย์ในช่วงเที่ยงวันจะให้กระแสไฟฟ้าประมาณ 2 แอมป์ (วัฒนา ถาวร. 2540 : 4)

เซลล์แสงอาทิตย์เมื่อถูกแสงแดดจะผลิตกระแสไฟฟ้าออกมา เป็นเซลล์ที่ใช้ในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง บางทีเรียกว่า โซลาร์แบตเตอรี่ (Solar Battery) เซลล์แสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ (สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย ญี่ปุ่น . 2539 : 132-134)

2.3.1 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวของซิลิคอน

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวของซิลิคอน (Silicon Monocrytalline) ใช้ผลึกซิลิคอนมาทำรอยต่อ P N บนแผ่นเวเฟอร์ชนิด N และใช้สาร B (boron) แพร่ซึมลงไปเพื่อทำชั้น P ที่มีความหนาในระดับ เพื่อไม่ให้แสงสะท้อนกลับ บนผิวของรอยต่อนี้จะคลุมด้วยชั้นซิลิคอนออกไซด์ (Silicon Oxide : SiO) เมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่านชั้น (SiO และชั้น P เข้าไปที่รอยต่อพลังงานจากแสงอาทิตย์จะทำให้อิเล็กตรอนวิ่งออกจากอะตอมและเกิดโฮลขึ้นที่ตรงบริเวณรอยต่อ P N ก่อนที่จะถูกแสง โฮลในชั้น P และอิเล็กตรอนในชั้น N จะแพร่กระจายออกและรวมตัวกันบริเวณที่เกิดการรวมตัวกันนี้ จะไม่มีประจุใดๆ อยู่เลย และเรียกชั้นนี้ว่า คีพลิตชั้นเดพลี (Depletion Layer) ในชั้น P เมื่อโฮลเคลื่อนตัวออกไปจะเกิด อีออนลบ ส่วนที่ชั้น N จะเกิดอีออนบวก อีออนทั้งคู่นี้จะสร้างสนามไฟฟ้าขึ้นที่ตรงบริเวณรอยต่อ

เมื่อแสงอาทิตย์มาตกกระทบตรงบริเวณรอยต่อจน ทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอนและโฮลขึ้น สนามไฟฟ้าจะดึงอิเล็กตรอนให้วิ่งไปสู่ขั้วบวกทางด้านชั้น N ส่วนโฮลจะวิ่งไปสู่ขั้วลบที่อยู่ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

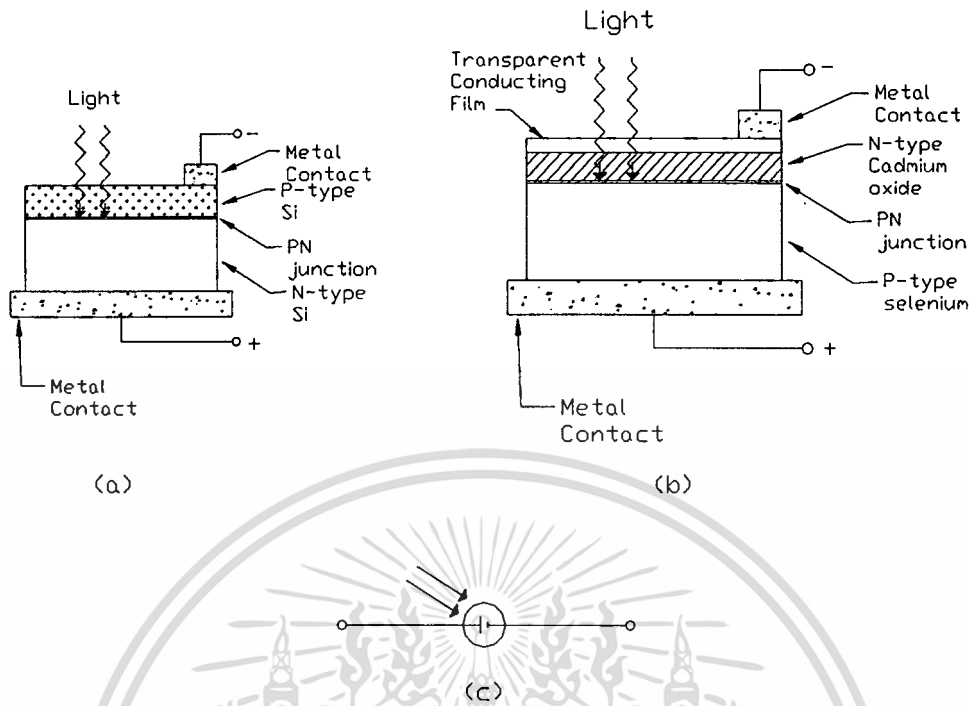
P และเมื่อต่อเชื่อมชั้น N และ P ด้วยสายตัวนำไฟฟ้า จะเกิดการวิ่งของอิเล็กตรอนจาก N ไป P หรือกระแสไฟฟ้าจะวิ่งจาก P ไป N เช่นเดียวกับการทำงานของแบตเตอรี่

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน 1 เซลล์ จะให้แรงดันไฟฟ้าเมื่อเปิดวงจรประมาณ 0.45 โวลต์ มีประสิทธิภาพสูงสุดได้ร้อยละ 22 และขนาดพื้นที่ผิวของเซลล์ตารางเมตร จะให้กำลังไฟฟ้าได้ 100 วัตต์ จึงนิยมนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับสถานีวิทยุที่อยู่ห่างไกลประชากรในทะเล หรือสถานีตรวจสอบสภาพอากาศที่ไม่มีคนควบคุม เป็นต้น

2.3.2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) แตกต่างกับเซลล์ชนิดผลึกเดี่ยวของซิลิคอนตรงที่เซลล์อะมอร์ฟัสซิลิคอนไม่เป็นผลึก และการเรียงตัวของโมเลกุลไม่เป็นระเบียบ จึงเกิดเป็นชั้นหรือผิวซิลิคอนที่ไม่มีคุณสมบัติเป็นผลึก การสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้เริ่มจากการฉาบผิวแผ่นแก้วด้วยอินเดียมออกไซด์ เพื่อใช้เป็นขั้วไฟฟ้าชนิดโปร่งใส ซึ่งแสงสามารถทะลุผ่านได้ จากนั้นฉาบผิวด้วยก๊าซ Monosilane (SiH_4) ด้วยกรรมวิธี Glow Discharge สร้างชั้นของ อะมอร์ฟัสซิลิคอน ขึ้น 3 ชั้น คือ P, I และ N แสดงดังภาพประกอบ 2.4 ซึ่งด้านบนจะฉาบด้วยออกซิเจนนิยมนำไปใช้เป็นขั้วไฟฟ้า

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน เมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ชนิดผลึกเดี่ยวของซิลิคอนจะมีราคาถูกกว่ามาก นอกจากนั้นมีความไวต่อแสงขนาดความยาวคลื่นต่ำดีว่าสามารถใช้กับแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ จึงนิยมใช้กับเครื่องคิดเลข เครื่องเล่นเกม วิทยุแสงอาทิตย์ เป็นต้น ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานจะต่ำกว่าชนิดเซลล์ผลึกเดี่ยวของซิลิคอนตามทฤษฎีจะได้ประสิทธิภาพสูงสุดร้อยละ 12 แต่ในปัจจุบันสามารถทำได้ร้อยละ 10.2



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเซลล์แสงอาทิตย์ (Michael, 1987 : 131)

2.3.3 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแกเลียมอาร์เซไนด์

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแกเลียมอาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide : GaAs) เป็นเซลล์ที่เกิดจากการสร้างชั้น P บนฐานซิลิคอน GaAs ชนิด N และสร้างชั้น P ชนิด แกเลียมออลูมิเนียมอาร์เซไนด์ (Gallium Aluminum Arsenide : GaAlAs) เซลล์ชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้สูงกว่าร้อยละ 20 สามารถใช้ในสภาวะอุณหภูมิสูงกว่า 200 องศาเซลเซียส นำไปใช้งานบนยานอวกาศที่มีรังสี และความทนทานมาก จึงนิยมใช้กับดาวเทียม แต่เซลล์ชนิดนี้มีราคาแพง

การศึกษาวิจัยเรื่องนี้ผู้วิจัยมีความคิดว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด ผลึกเดี่ยวของซิลิคอน (Silicon Monocrystalline) มีความเหมาะสมสำหรับการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ นำมาเก็บไว้ในแบตเตอรี่ และให้ความสว่างในเวลากลางคืนได้ดี

2.4 ความเข้มของแสงอาทิตย์

ความเข้มของแสงอาทิตย์หรือความเข้มแห่งการส่องสว่าง (Intensity of Illumination) หมายถึง ปริมาณของแสง (Luminous Flux) ที่ตกตั้งฉากบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ผิววัตถุนั้นในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น ลูเมน (วัฒนา ถาวร. 2540 : 27)

ความเข้มแห่งการส่องสว่าง สามารถวัดค่าได้ตามความมากน้อยของพลังงานหรือกำลังงานที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงซึ่งมีหน่วยเป็น แคนเดลา (Candela) กำลังส่องสว่างหรือความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา มีค่าเท่ากับ $1/60$ ของความเข้มแห่งการส่องสว่างต่อ ตารางเซนติเมตรบนทุก ๆ พื้นผิวของวัตถุค่าที่อุณหภูมิเท่ากับจุดเยือกแข็งของทองคำขาว ภายใต้ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542 : 8)

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญที่สุด และอยู่ห่างจากโลก เป็นระยะทางเฉลี่ย 1.5×10^8 กิโลเมตร แสงจากดวงอาทิตย์เดินทางมาถึง โลกประมาณ 8 วินาที หรือเดินทางจากดวงจันทร์มาถึงโลกประมาณ 1.28 วินาที ดวงอาทิตย์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.39×10^6 กิโลเมตร หนัก 2.2×10^{27} ตัน หมุนรอบตัวเองอัตรา 1 รอบต่อ 28 วัน ให้พลังงานมานาน กว่า 300 ล้านปีที่แล้วมา และคาดว่า อีก 300 ล้านปีต่อไป ดวงอาทิตย์ยังคงจะให้พลังงานออกมาด้วยอัตราใกล้เคียงกันกับ ที่ให้อยู่ในปัจจุบัน ดวงอาทิตย์ปล่อยพลังงาน ออกมาทั้งหมดในอัตรา 3.83×10^{23} กิโลวัตต์ และจากปริมาณดังกล่าวจะมีส่วน ที่ตกกระทบมายังผิวโลก ด้วยอัตรา 1.79×10^{14} กิโลวัตต์ (วัฒนา ถาวร. 2540 : 1)

2.5 การส่องสว่าง

แสง คือ การเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) มีความถี่ของคลื่นระหว่าง 4×10^{14} ถึง 7×10^{14} เฮิรตซ์ (Hertz) ซึ่งเป็นช่วงความถี่ที่ตามนุษย์มองเห็น แสงมาจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ เช่น จากดวงอาทิตย์ จากวัตถุที่มีความร้อนสูงดังเช่น ไส้ของหลอดไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เป็นต้น (Hyde. 1994 : 102) และแสงเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีลักษณะเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ได้ ตามของมนุษย์สามารถมองเห็นได้เป็นสีต่างๆ ได้ ขึ้นอยู่กับความยาวของคลื่นแสงที่ตากระทบดวงตา (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542 : 1) แสงทำให้เกิดแสงสว่างช่วยให้มนุษย์มองเห็นสิ่งต่างๆ แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปริมาณของแสงนั้นๆ สามารถอธิบายการส่องสว่าง (Illumination) ได้ดังต่อไปนี้

2.5.1 กฎการส่องสว่าง

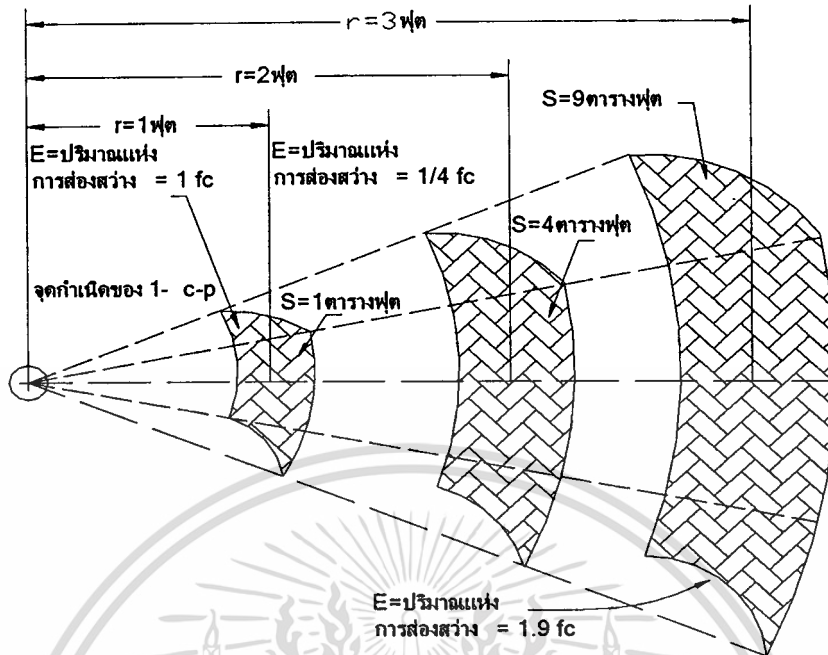
กฎของการส่องสว่าง (Laws of Illumination) เป็นข้อกำหนดที่เกิดขึ้นจากความ ต้องการที่จะทราบปริมาณของแสงสว่างที่ตกลงบนพื้นที่หนึ่งๆ แต่กฎที่จะกล่าวถึงเป็นกฎที่เกี่ยวข้องกับวิธีการคำนวณ แบบจุดต่อจุด (Point by Point Method) กฎของการส่องสว่างที่สำคัญมี ดังนี้

1. ปริมาณแห่งการส่องสว่างจะแปรผัน ตรงกับความเข้มแห่งการส่องสว่างปริมาณแห่ง การส่องสว่างหรือกำลังส่องสว่างจะเปลี่ยนแปลงค่าไป ตามความเข้มแห่งการส่องสว่าง คือ ความ เข้มแห่งการส่องสว่างมาก ค่ากำลังส่องสว่าง จะมากตามไปด้วย หรือถ้าความเข้มแห่งการส่อง สว่างน้อยกำลังการส่องสว่างน้อยลง (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542 : 143)

เขียนเป็นสมการได้คือ

$$\begin{array}{lcl} E & \propto & I \\ \text{เมื่อ } E & = & \text{ปริมาณแห่งการส่องสว่าง (กำลังส่องสว่าง)} \\ I & = & \text{ความเข้มแห่งการส่องสว่าง} \end{array}$$

2. กฎกำลังสองผกผัน กฎกำลังผกผัน (Inverse Square Law) สามารถทราบค่า ความเข้มแห่ง การส่องสว่างของแสงสว่าง ที่ตกกระทบบนพื้นที่ หรือวัตถุจะแปรผันตรงกัน กับกำลัง การส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางจากแหล่ง กำเนิดแสง ถึงจุดที่รองรับแสง หรือจุดที่แสงตกกระทบบ ดังภาพประกอบที่ 2.5 (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542 : 145)

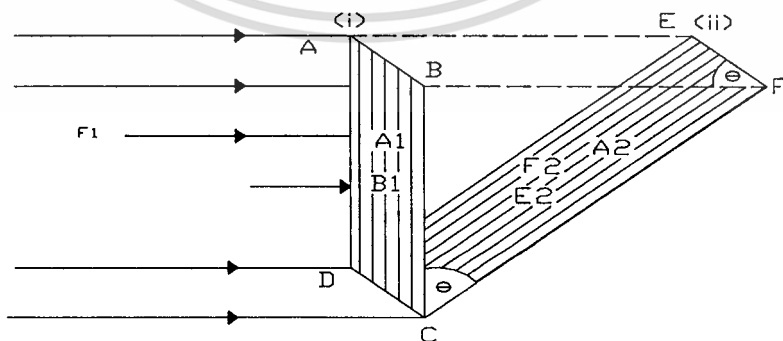


ภาพที่ 2.5 แสดงการตกกระทบของแสงตามกำลังสองผกผัน (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542 : 144)

จากภาพที่ 2.5 กล่าวได้ว่าความเข้มแสงของการส่องสว่าง ณ จุดๆ หนึ่งจะเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงจุดหรือพื้นผิวของวัตถุที่รองรับแสง

3. กฎโคไซน์ของแลมเบิร์ต (Lambert's Cosine Law) กฎโคไซน์ของแลมเบิร์ตกล่าวไว้ว่า ปริมาณแสงของการส่องสว่างจะแปรผันไปตามค่า Cosine ของมุมที่เปลี่ยนจากแนวตั้งฉากหรือมุมที่เอียงไปจากแนวตั้งฉาก สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$E_2 = E_1 \cos \theta$$



ภาพที่ 2.6 แสดงลักษณะของแผ่นรองรับแสงสว่างที่เอียงออกไปรับแสงสว่างจาก แนวตั้งฉาก

เป็นมุม θ (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542 : 145)

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้

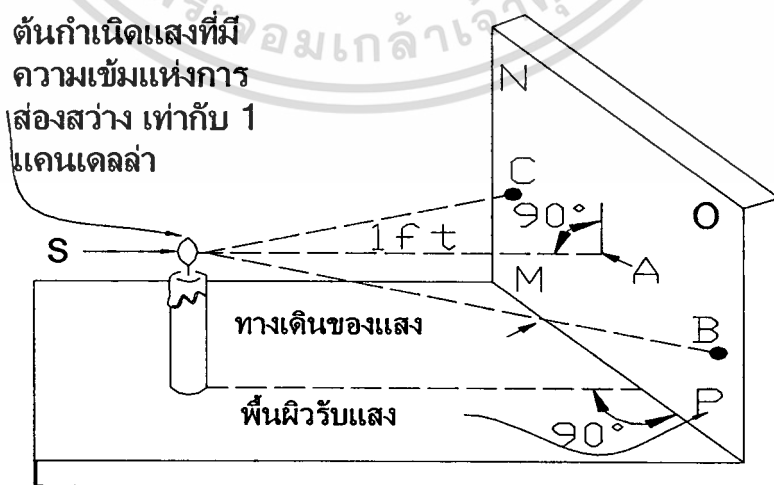
- E_1 = ปริมาณแห่งการส่องสว่าง ณ จุดเริ่มแรก
 E_2 = ปริมาณแห่งการส่องสว่างเมื่อฉากเอียงออกไปรับแสง
 $\cos \theta$ = มุมที่เอียงจากแนวตั้งเพื่อไปรับแสง
 F_1 = ปริมาณแสงสว่างที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงไปตกลงบนฉากที่ตั้ง

ฉาก

- F_2 = ปริมาณแสงสว่างที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงไปตกลงบนพื้นที่เอียงไปรับแสง
 A_1 = พื้นที่รองรับแสงสว่างที่อยู่ในแนวตั้งฉาก
 A_2 = พื้นที่รองรับแสงสว่างที่เอียงไปรับแสงจากแนวตั้งฉาก

2.5.2 ความเข้มแห่งการส่องสว่าง

ความเข้มแห่งการส่องสว่าง (Intensity of Illumination) บนผิววัตถุใดๆ คือ ปริมาณของแสงที่ตกกระทบตั้งฉากบน 1 หน่วยพื้นที่ผิววัตถุใน 1 วินาที (วัตนา ถาวร. 2540 : 29-34) หรือความเข้มแห่งการส่องสว่าง สามารถวัดค่าได้ตามความมากน้อยของพลังงานหรือกำลังงานที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงซึ่งมีหน่วยเป็น แคนเดลา (Candela) กำลังส่องสว่างหรือความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา มีค่าเท่ากับ $1/60$ ของความเข้มแห่งการส่องสว่างต่อตารางเซนติเมตรบนทุกๆ พื้นผิวของวัตถุที่อุณหภูมิเท่ากับจุดเยือกแข็งของทองคำขาว ภายใต้ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542 :8)



ภาพที่ 2.7 ความเข้มแห่งการส่องสว่างขนาด 1 ฟุต - เทียน (วัตนา ถาวร. 2540 : 28)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 หน่วยความเข้มแห่งการส่องสว่าง ระบบ SI (The International System Unit)

หน่วยความเข้มแห่งการส่องสว่างระบบ SI มีข้อกำหนดดังต่อไปนี้คือ

ถ้ากำหนดให้ E หรือ P เป็นกำลังเทียบ R เป็นฟุต I จะมีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางฟุต หรือ ฟุต - เทียน

ถ้ากำหนดให้ E หรือ P เป็นกำลังเทียบ R เป็นเมตร I จะมีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ เทียน - เมตร หรือ ลักซ์ (Lux)

ถ้ากำหนดให้ E หรือ P เป็นกำลังเทียบ R เป็นเซนติเมตร I จะมีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางเซนติเมตร หรือ ฟอด (phot)

ความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1ฟุต - เทียน หรือ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต คือความเข้มแห่งการส่องสว่างที่จุดหนึ่ง ซึ่งอยู่ห่างจากดวงไฟ 1 กำลังเทียบ เป็นระยะทาง 1 ฟุต

ความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 ลักซ์ หรือ 1 เทียน - เมตร หรือ 1 ลูเมนต่อตารางเมตร คือความเข้มแห่งการส่องสว่างที่จุดหนึ่ง ซึ่งอยู่ห่างจากดวงไฟ 1 กำลังเทียบ เป็นระยะทาง 1 เมตร

หน่วยของความเข้มแห่งการส่องสว่างสรุปได้ดังนี้คือ (วัฒนา ถาวร. 2540 :28)

1 ฟุต - เทียน	1 ลูเมนต่อตารางฟุต
1 เทียน - เมตร	1 ลูเมนต่อตารางเมตร
หรือ 1 เทียน - เมตร	1 ลูเมนต่อตารางเซนติเมตร
1 ลักซ์	0.0929 ฟุต - เทียน

1. แคนเดลา (Candela) เป็นหน่วยกำลังเทียบ มาตรฐานที่ใช้ในปัจจุบันโดยเริ่มใช้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2498 กำลังส่องสว่างหรือความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา คือกำลังส่องสว่างที่มีค่าเท่ากับ 1/60 เท่าของกำลังส่องสว่างที่เปล่งออกมาทั้งหมด จากพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตรของทองคำขาว (Platinum) ณ อุณหภูมิเท่ากับจุดเยือกแข็งของทองคำขาว (Freezing Temperature) คือ 2046 องศาเซลเซียส (วัฒนา ถาวร. 2540 : 25)

2. ลูเมน (Lumen) หรือปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่าง ใช้สำหรับการบอกค่าความมากน้อยของพลังงานหรือกำลังงานของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ วิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้กันโดยบอกในรูปของปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงนั้นเช่น ถ้ามีแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็กมากๆ เสมือนจุด และมีค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างเปล่งออกมารอบตัวมันอย่างสม่ำเสมอรอบทุกทิศทาง มีค่าเท่ากับ 1 แคนเดลา นำมาวางที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมโดยมีรัศมี 1 หน่วย ปริมาณแสงที่พุ่งไปตกลงบนทุกๆ 1 ตารางหน่วยพื้นที่ที่ผิวของทรงกลม จะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน ถ้าพิจารณาพื้นที่ทั้งหมดของทรงกลม จะมีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ เพราะ

ฉะนั้นความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างออกได้เท่ากับ 12.57 ลูเมน

3. ฟุตแคนเดิล (Footcandle) , ถ้ามีแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็กมากๆ เสมือนจุด และมีค่ากำลังส่องสว่างเปล่งออกมารอบตัวมันอย่างสม่ำเสมอรอบทุก ๆ ทิศทาง และมีค่าเท่ากับ 1 แคนเดลา นำมาวางที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมโดยมีรัศมี 1 ฟุต และมีปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่าง 1 ลูเมน ไปตกลงบนทุก ๆ ตารางฟุต บนพื้นที่ผิวของทรงกลมปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ฟุตแคนเดิล หรือเท่ากับ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต ปริมาณแห่งการส่องสว่าง 1 ฟุตแคนเดิลมีค่าเท่ากับ 10.76 ลักซ์

4. ลักซ์ (Lux) ถ้ามีแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็กมาก ๆ เสมือนจุดและมีค่ากำลังส่องสว่างเปล่งออกมารอบตัวมันอย่างสม่ำเสมอรอบทุก ๆ ทิศทาง มีค่าเท่ากับ 1 แคนเดลา นำมาวางที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมโดยมีรัศมี 1 เมตร และมีปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่าง 1 ลูเมน ไปตกลงบนทุก ๆ ตารางเมตร บนพื้นที่ผิวของทรงกลม ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ลักซ์ หรือเท่ากับ 1 ลูเมน ต่อตารางเมตร

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าปริมาณแห่งการส่องสว่างที่นิยมใช้กันอยู่ ในปัจจุบันมีด้วยกัน 2 แบบ คือ ฟุตแคนเดิลมิเตอร์ (Footcandlemeter) และลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter) สำหรับการวัดค่าปริมาณของแสง (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542 : 8-9)

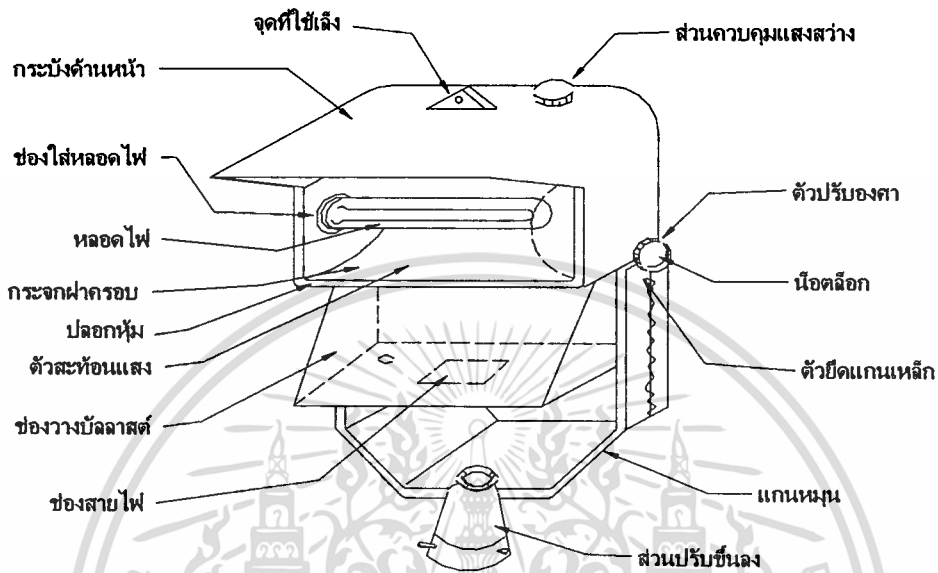
2.6 โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์

โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้งานร่วมกัน ได้แก่ หลอด LED แบบพิเศษให้แสงสว่างสูงแต่สิ้นเปลืองพลังงานต่ำ มีอายุการใช้งานนานใช้แบบ Yellow Light Emission Diode ชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์และแบตเตอรี่นิกเกิลเมทาทัลไฮไดรด์ มาประกอบเข้าด้วยกันเป็นชุดโคมฉาย โดยใช้งานร่วมกับแผงวงจรชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และแบตเตอรี่นิกเกิลเมทาทัลไฮไดรด์ให้พลังงานไฟฟ้าในเวลากลางคืน โดยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้งานร่วมกับชุดโคมฉายไฟแสงสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ มีดังต่อไปนี้

2.6.1 โคมฉาย (Flood Light) ที่ใช้สำหรับระบบแสงสว่างภายนอกอาคารโดยทั่วไป แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ คือ (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542 : 241-250)

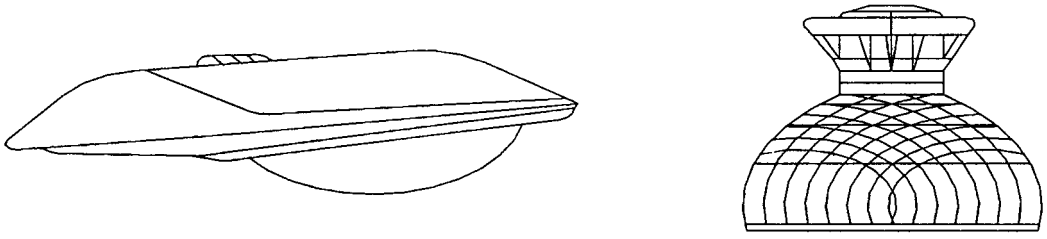
1. ประเภทของโคมฉายสำหรับระบบแสงสว่างภายนอกอาคาร เป็นดวงโคมที่สามารถปรับทิศทางการฉายแสงได้ โดยทั่วไปตำแหน่งของดวงโคมมักจะถูกติดตั้งหรือออกแบบให้ติดตั้งอยู่นอกบริเวณพื้นที่ที่ต้องการการส่องสว่าง และนิยมให้มีการส่องสว่างครอบคลุมเป็นระยะทาง

ไกลออกไปมากกว่าหรือเท่ากับ 2 เท่าของความสูงของดวงโคม ลักษณะของโคมฉาย แสดงดังภาพประกอบที่ 2.8



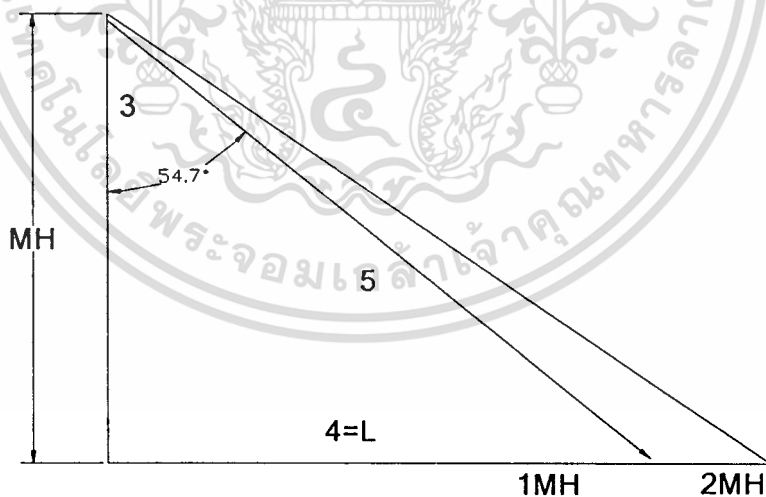
ภาพที่ 2.8 โครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆ ของโคมฉายชนิดปรับทิศทางการฉายได้ (ชาญศักดิ์ อภิชนิพัฒน์. 2542 : 241)

2. ดวงโคมที่ไม่สามารถปรับทิศทางการฉายแสง หรือเปลี่ยนแปลงได้โคมชนิดนี้ส่วนใหญ่จะเป็นโคมไฟถนนและโคมไฟที่ใช้กับเสาสูง จะถูกออกแบบให้สามารถทำการส่องสว่างได้ดีบนพื้นที่ที่มีความยาวและแคบ หรือติดตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่กลางสนามและความสูงของดวงโคมจะสูงประมาณ 2 เท่า หรือมากกว่าความกว้างของถนน ตำแหน่งของดวงโคมมักจะอยู่ภายในพื้นที่ทำการส่องสว่าง สำหรับโคมที่ใช้กับเสาสูงของดวงโคม มีลักษณะแสดงดังภาพประกอบที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 ลักษณะของโคมไฟถนนและโคมไฟที่ใช้กับเสาสูง (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542 : 243)

3. การติดตั้งโคมฉาย การติดตั้งโคมฉายเพื่อให้ได้ค่าปริมาณแสงสว่างสูงสุดจะต้องมุมที่เหมาะสม เรียกว่า มุมกำลังส่องสว่างสูงสุด (Angle of Maximum Candlepower) จากการทดสอบแสงสว่างโดยการเล็งจุดศูนย์กลางของโคมฉายไปทำมุมประมาณ 54.7 องศา ถึง 60.0 องศา ในแนวตั้ง (Vertical Aiming Angles) เทียบกับเสา หรือประมาณ $\frac{2}{3}$ ถึง $\frac{3}{4}$ ของความกว้างของพื้นที่ที่ต้องการส่องสว่างหรือประมาณ 2 เท่าของความสูงของระยะดวงโคมจากพื้น ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่าง ของพื้นที่ที่ต้องการการส่องสว่าง แสดงดังภาพประกอบที่ 2.10

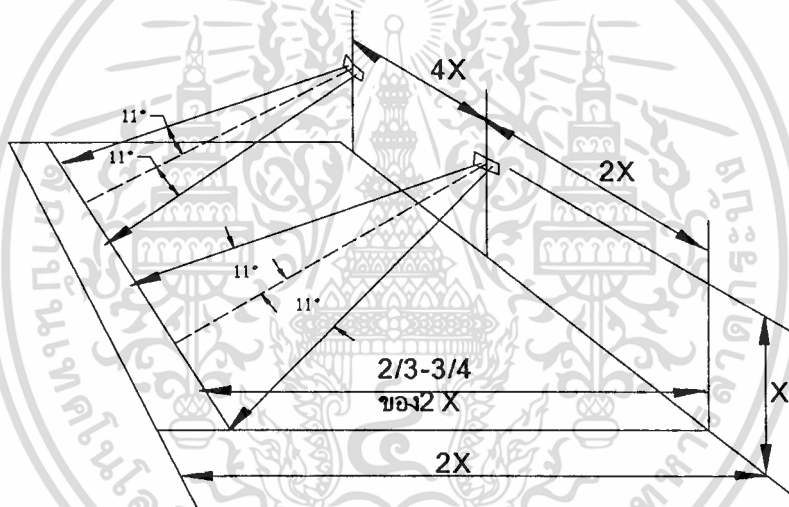


ภาพที่ 2.10 ระยะการติดตั้งดวงโคมฉายเพื่อให้ได้ปริมาณแสงสว่างมากที่สุด (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542 : 250)

ถ้าพิจารณาในรูปของมุมในสามเหลี่ยม (มุม = 54.7 องศาโดยประมาณ) จะมีอัตราส่วน 3 : 4 : 5 คือ ความสูงของดวงโคม (MH) เท่ากับ 3 เท่าระยะจากจุดที่เล็งไปจากโคนเสา (L) ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 4 เท่า และระยะจากตัวดวงโคมถึงจุดที่ถึงเท่ากับ 5 เท่า หรือจุดที่ถึงไปควรจะมีค่า $MH/L = 3/4 L$ หรือ $L/MH = 4/3 = 1 \frac{1}{3}$ $MH = 1.33$ MH การพิจารณาการกระจายของลำแสงในแนวระดับ (Horizontal Beam Spread) ของโคมฉายว่าจะมีความกว้างมากน้อยเท่าไรสามารถพิจารณาได้จากตารางข้อมูลแสงสว่างของดวงโคมต่างๆ โดยดูได้จากกราฟแสดงรอยเส้นความเข้มของแสงสว่าง

โดยทั่วไป การออกแบบติดตั้งดวงโคมฉายเพื่อให้แสงสว่างครอบคลุมพื้นที่หนึ่ง มักจะติดตั้งดวงโคมฉายไว้มากกว่าหนึ่งโคมขึ้นไปและการติดตั้งจะพยายามออกแบบให้ระดับ ความสว่างบนพื้นที่ที่ต้องการส่องสว่างมีความสม่ำเสมอใกล้เคียงกันมากที่สุด และส่วนหรือบริเวณที่ลำแสง (beam) ของดวงโคมแต่ละดวงมาทับกัน (Overlap) ควรมีค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างไม่มากกว่าค่าแคนเดลาสูงสุด (Maximum Candela) ของแต่ละดวงโคม หรือควรมีค่าประมาณครึ่งหนึ่งของค่าแคนเดลาสูงสุดของแต่ละดวงโคมที่จะมาทับกัน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 การติดตั้งโคมฉาย 2 ดวงในแนวระดับเพื่อให้แสงสว่างที่ดี (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542 : 250)

2.6.2 หลอด LED Super Bright Yellow Light Emission Diode

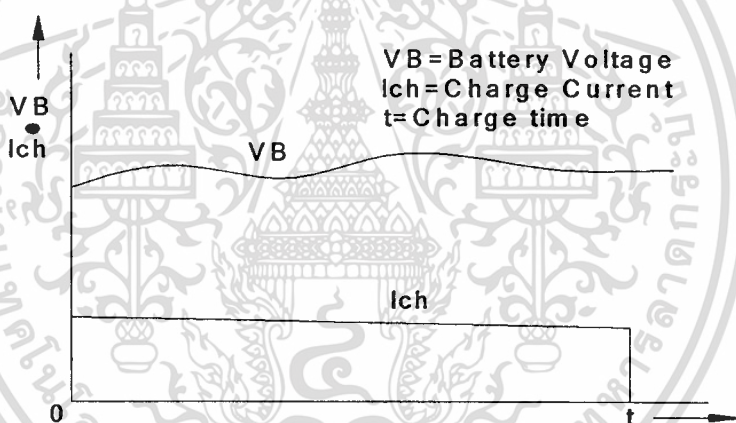
หลอดไฟฟ้าใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงให้กับโคมฉาย ใช้หลอด LED Super Bright Yellow Light Emission Diode สีของแสงจะมีสีเหลืองนวลให้ความสวยงามต่อบริเวณที่ให้ความส่องสว่าง เหมาะสำหรับการให้ความสว่างเฉพาะที่ สามารถให้ความส่องสว่างได้ดี ซึ่งมีอายุการใช้งานยาวนาน

2.6.3 แบตเตอรี่นิกเกิลเมทัลไฮไดรด์

แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ (Nickel Metal Hydride Battery) มีความสามารถในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้สูงกว่าแบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลแคดเมียม ในขนาดที่เท่ากัน และบริษัทผู้ผลิตต่างๆ ที่มีขนาดเล็กกระทัดรัด แต่ต้องการพลังงานไฟฟ้าสูง แบตเตอรี่ชนิดนี้มีอายุการใช้งานยาวนาน สามารถทำการประจุไฟฟ้าและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ประมาณ 500 ครั้ง

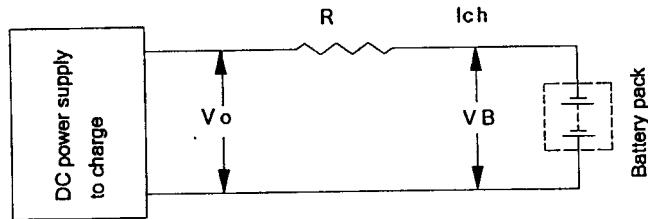
1. การประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่นิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ การประจุไฟฟ้าเป็นกระบวนการประจุพลังงานไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ที่ใช้พลังงานหมดไป ให้มีพลังงานไฟฟ้ากลับคืนมาอีกครั้ง สามารถนำไปใช้งานได้อีกต่อไป และจะต้องได้รับการประจุไฟฟ้าอย่างเหมาะสมกับขนาด ความจุกระแสไฟฟ้า และชนิดของแบตเตอรี่

การประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ส่วนมากจะใช้การประจุชนิดที่เรียกว่า ประจุชนิดกึ่งกระแสประจุคงที่ (Semi- Constant Current Charge) ซึ่งแสดงเส้นกราฟแรงดันและกระแสประจุ ดังภาพประกอบที่ 2.12 และแสดงวงจรการประจุชนิดกึ่งกระแสประจุคงที่ดังภาพประกอบที่ 2.13



ภาพที่ 2.12 เส้นกราฟแรงดันและกระแสประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ (Panasonic. 1998 : 14)

จากภาพประกอบที่ 2.12 แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่เมื่อเริ่มประจุจะเพิ่มสูงขึ้น โดยปกติแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่เมื่อหมดประจุ จะมีค่าแรงดัน 0.8-1.0 โวลต์ และจะเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่เต็ม จะมีค่าแรงดัน 1.2-1.45 โวลต์ เมื่อประจุเต็มแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะลดลงเล็กน้อย ส่วนกระแสประจุจะมีค่ากระแสลดลงอย่างสม่ำเสมอและเป็นจำนวนน้อย การประจุชนิดนี้จะใช้กับกระแสประจุเท่ากับ 0.1 CmA คือใช้กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.1 เท่าของความจุกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ มีหน่วยเป็น มิลลิแอมป์ ใช้เวลาในการประจุ 15 ชั่วโมง



ภาพที่ 2.13 วงจรการประจุชนิดกึ่งกระแสประจุคงที่ (Panasonic. 1998 : 14)

วงจรการประจุชนิดกึ่งกระแสประจุคงที่ดังภาพประกอบ 2.23 มีความต้านทานต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงกับแบตเตอรี่ มีหน้าที่ทำให้กระแสประจุมีเสถียรภาพคงที่ ทำให้กระแสประจุเหมาะสมกับขนาดของแบตเตอรี่ เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับแบตเตอรี่

2.7 การออกแบบคอมพิวเตอร์ส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์

2.7.1 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

งานออกแบบที่ดี นวน้อย นุญวงศ์. (2539 : 115 - 120) ความเป็นมาของการพิจารณา
งานออกแบบที่ดี

งานออกแบบมีอิทธิพลต่อวิถีการดำเนินชีวิตของเรอย่างปฏิเสธมิได้ หากพิจารณาย้อนไปถึงสาเหตุของการเกิดงานออกแบบ จะพบว่าจุดกำเนิดของมันนั้นมาจากความต้องการของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นความต้องการเพื่อสนองด้านการใช้สอยหรือด้านจิตใจ จึงทำให้เกิดแรงผลักดันในการคิดค้นและสร้างสรรค์ให้เกิดเป็นผลผลิตที่เป็นงานออกแบบขึ้นมา เมื่อนำผลผลิตนั้นๆ มาใช้งานตามหน้าที่ ยังเป็นลักษณะการใช้งานที่ไม่เคยมีมาก่อนมากเท่าใดก็จะพบว่ามันมีผลต่อพฤติกรรมและสร้างให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในการดำรงชีวิตของมนุษย์ได้มากขึ้นเท่านั้น ดังตัวอย่างอุปกรณ์เครื่องทุ่นแรงต่างๆ ในบ้านช่วยให้กิจวัตรประจำวันของแม่บ้านสมัยใหม่มีความแตกต่างไปจากเดิมอย่างมาก แม่บ้านใช้เวลาและพลังงานในการทำงานบ้านลดน้อยลง จึงสามารถจัดการงานบ้านได้ตามลำพังโดยไม่ต้องมีผู้ช่วย มีเวลาสำหรับการพักผ่อนหรือทำงานนอกบ้านได้มากขึ้น และมีวิถีชีวิตที่เป็นอิสระจากความผูกพันกับงานและจากการพึ่งพาผู้อื่นขึ้น นอกจากนี้ตัวอย่างดังกล่าวยังแสดงให้เห็นว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีช่วยให้เกิดการประดิษฐ์คิดค้น เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ทำงานแทนที่มนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เทคโนโลยีสมัยใหม่เสนอแนะให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทั้งในทางที่ดี แต่ในขณะเดียวกันก็ก่อให้เกิดผลกระทบที่เป็นปัญหาทางสังคมด้วย นั่นคือช่วยลดความต้องการใช้แรงงานของคนลง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เพิ่มในด้านการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้น ยิ่งในปัจจุบันมีการแข่งขันกันผลิตสินค้าเพื่อจำหน่าย ผู้ผลิตมักจะใช้วิธีการต่างๆ นานาตั้งแต่ในการออกแบบตัวสินค้าให้มีความหลากหลายการสร้างหน้าตาของผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ตลอดจนถึงการโฆษณาประชาสัมพันธ์เพื่อดึงดูดความสนใจเหล่านี้ล้วนมีส่วนสร้างความสับสนให้แก่ผู้บริโภคในการเลือกซื้อสินค้า อีกทั้งงานออกแบบเองก็เพิ่มความซับซ้อนในองค์ประกอบมากขึ้น

ผลิตภัณฑ์บางกลุ่มเน้นทางด้านรูปแบบหน้าตาที่แสดงถึงความสวยงามมีรสนิยมดี และมีราคาสูง ในขณะที่ไม่สามารถสนองประโยชน์ใช้สอยตามหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงทำให้เกิดความพยายามในการค้นหาและการพิจารณาถึงงานออกแบบที่ดี (Good Design) ว่าควรมีลักษณะและขอบเขตอย่างไร การพิจารณาเกี่ยวกับการออกแบบที่ดีอย่างเป็นทางการหลักเกณฑ์เกิดขึ้นเป็นครั้งแรกโดยมีหน่วยงานสนับสนุน 2 ฝ่าย คือพิพิธภัณฑ์ศิลปะสมัยใหม่ (Museum of Modern Art) ในนครนิวยอร์ก และห้างสรรพสินค้า Merchandise Mart แห่งนครชิคาโกร่วมกันโดยมี Edgar Kaufman Jr. เป็นผู้อำนวยการในการคัดเลือกงานออกแบบที่ดี และนำมาจัดนิทรรศการเผยแพร่ต่อสาธารณะชนในระหว่างปี ค.ศ. 1950 ถึงปี 1955 การจัดทำโครงการคัดเลือกงานออกแบบที่ดีนี้มีหลักเกณฑ์การพิจารณา 4 ด้านด้วยกันได้แก่

1. ดึงดูดสายตาด้วยลักษณะรูปทรงที่น่าสนใจ (Eye Appeal)
2. สอนประโยชน์ใช้สอยได้ครบถ้วนชัดเจน (Function)
3. สร้างขึ้นอย่างถูกต้องให้ความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน (Construction)
4. มีราคาเหมาะสม (Price)

ด้วยหลักเกณฑ์การพิจารณาดังกล่าวผู้จัดทำโครงการสามารถคัดเลือกผลงานการออกแบบที่ดีของแต่ละปีนำมาจัดนิทรรศการ ผลที่ตามมานอกจากจะเป็นการช่วยแนะนำผู้บริโภคในการเลือกซื้อสินค้าแล้วยังเป็นการกระตุ้นนักออกแบบให้หันมาออกแบบงานที่มีคุณภาพมากขึ้น เพราะงานออกแบบที่ดีย่อมเป็นที่ต้องการของตลาด จึงมีส่วนสนับสนุนให้สามารถจำหน่ายได้ดีกว่าสินค้าของกลุ่มคู่แข่ง จากการริเริ่มเป็นครั้งแรกในสหรัฐอเมริกา ต่อมาจึงมีประเทศอื่นๆ จัดทำโครงการเดียวกันนี้ตามมา ได้แก่ อิตาลีจัดประกวดแบบในปี ค.ศ. 1954 และญี่ปุ่นเริ่มทำการคัดเลือกงานออกแบบที่ดีขึ้นในปี ค.ศ. 1957 หัวข้อการออกแบบที่ดีจึงกลายเป็น สิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้หน่วยงานของรัฐและสมาคมนักออกแบบตระหนักถึงความสำคัญของการออกแบบมากขึ้น เพราะผลงานการออกแบบที่ดีสามารถนำมาซึ่งยอดการจำหน่ายที่สูงขึ้นในตลาดนานาชาติ จึงมีส่วนในการช่วยแก้ปัญหาทางเศรษฐกิจของประเทศ และยังเป็นการช่วยให้ความคุ้มครองแก่ผู้บริโภคให้ได้ใช้งานออกแบบที่เหมาะสมในขณะเดียวกันด้วย

2.7.2 หลักเกณฑ์การพิจารณางานออกแบบ

งานออกแบบเป็นผลรวมขั้นสุดท้ายจากกระบวนการทำงานของฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องร่วมกันพัฒนาแบบดั่งนั้นงานออกแบบที่ดี จึงเกิดขึ้นจากการทำงานประสานกันอย่างรอบคอบในการรวบรวมข้อมูล การแยกแยะและจัดลำดับความสำคัญของปัญหาได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนความสามารถในการเชื่อมโยงองค์ประกอบต่างๆ ในงานออกแบบเข้าด้วยกันได้เป็นอย่างดีจนทำให้เหลือปัญหาตกค้างอยู่น้อยที่สุด หลักเกณฑ์การพิจารณางานออกแบบโดยทั่วไปมีมาจากการพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่องานออกแบบนั้นๆ ซึ่งแบ่งออกเป็นปัจจัยจากภายในและปัจจัยจากภายนอก เกณฑ์ดังกล่าวนี้สามารถสรุปออกได้เป็น 5 หัวข้อ

2.7.2.1 ประโยชน์ใช้สอย

ประโยชน์ใช้สอยเป็นศูนย์กลางของการออกแบบที่นักออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงเป็นประการแรกเพราะงานออกแบบที่นำมาพิจารณาหาความเหมาะสมทางการใช้สอย ตลอดจนไม่ให้ความสะดวกสบายและความปลอดภัย ถิ่นที่ว่าเป็นความสิ้นเปลืองและความสูญเปล่า ประโยชน์ใช้สอยมีผลต่อการเลือกใช้ลักษณะรูปทรง วัสดุและกรรมวิธีการผลิต งานออกแบบที่ดีอย่างแท้จริงจึงควรเป็นงานที่มีประโยชน์ครอบคลุมตั้งแต่ก่อนการใช้งาน ขณะใช้งานและภายหลังเสร็จสิ้นการใช้งานแล้ว มีลักษณะถูกต้องสอดคล้องกับสรีระส่วนที่ใช้งาน จึงไม่ก่อให้เกิดความขัดข้องเมื่อยล้า อันเป็นการบั่นทอนประสิทธิภาพในการทำงาน

2.7.2.2 ความงาม

ความงามมักเกิดขึ้นจากลักษณะโดยรวม ของรูปทรงตลอดจนการตกแต่งหน้าตาของงานออกแบบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่า ด้านประโยชน์ใช้สอยลักษณะความงามของงานออกแบบควรพิจารณาตามประเภทหรือธรรมชาติเฉพาะของงานออกแบบนั้นๆ ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีหน้าที่ใช้สอยเฉพาะอย่างและทำขึ้นให้เหมาะสมกับผู้ใช้เฉพาะกลุ่ม ดังนั้นลักษณะหน้าที่ที่ปรากฏจึงควรสามารถสื่อถึงลักษณะการใช้งานและอยู่ในแนวทางที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้ จึงจะเรียกได้ว่าเป็นงานออกแบบที่มีความงามอย่างถูกต้อง นอกจากมีลักษณะหน้าที่สื่อได้เหมาะสมดังกล่าวแล้ว งานออกแบบที่ดีต้องมีลักษณะเฉพาะซึ่งสามารถสร้างความสนใจต่อผู้พบเห็น มีความใหม่และมีเอกลักษณ์แตกต่างจากงานออกแบบที่มีอยู่ทั่วไป

2.7.2.3 การเลือกใช้วัสดุและคุณภาพการผลิต

ในปัจจุบันนักออกแบบมีทางเลือกอย่างกว้างขวาง สำหรับการนำวัสดุชนิดต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยีทางการผลิตที่มีความก้าวหน้ามาใช้กับงานออกแบบ ลักษณะงานออกแบบที่ดีควรมีการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสม กับหน้าที่ใช้สอยในด้านความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน ผลิตได้ง่าย ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ก่อให้เกิดการสูญเสียระหว่างการผลิต และเป็นกรรมวิธีที่ช่วยให้งานออกแบบมีความประณีต เรียบร้อยปราศจากตำหนิแม้ในส่วนรายละเอียดให้สังเกตเห็นได้ ลักษณะโดยรวมที่เกิดขึ้นจากการรู้จักเลือกใช้วัสดุ และกรรมวิธีการผลิตอย่างถูกต้องช่วยให้งานออกแบบมีคุณภาพดี อันเป็นคุณค่าที่สำคัญสำหรับงานออกแบบในปัจจุบัน ซึ่งผู้บริโภคมีมาตรฐานการดำรงชีวิตที่ดีขึ้นและต้องการงานออกแบบที่มีคุณภาพสูง

2.7.2.4 ความเหมาะสมทางการตลาด ความถูกต้องตามกฎระเบียบ ระบบและการคำนึงถึงสภาพแวดล้อม

เกณฑ์การพิจารณาเหล่านี้มาจากปัจจัยภายนอกงานออกแบบ ลักษณะงานออกแบบที่ดีควรมีความสอดคล้องกับความต้องการของตลาด มีราคาที่เหมาะสมสามารถแข่งขันได้เป็นอย่างดี มีการออกแบบอย่างรอบคอบไม่ขัดกับกฎระเบียบข้อบังคับตลอดจนระบบที่ใช้กันเป็นมาตรฐานสากลในขณะนั้น นอกจากนี้ยังเป็นงานออกแบบที่แสดงสำนึกความมีส่วนรับผิดชอบต่อปัญหาสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นปัจจัยจากภายนอกเหล่านี้ แม้จะไม่ใช่เกณฑ์สำคัญเป็นอันดับแรกของการพิจารณางานออกแบบ แต่ก็อาจเป็นเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินชี้ขาดเมื่อเปรียบเทียบกับในด้านต่างๆ แล้ว

2.7.2.5 ความก้าวหน้าทางการประดิษฐ์คิดค้น

นอกเหนือจากเกณฑ์พื้นฐานแล้ว ใจปัจจุบันจะพบว่างานออกแบบส่วนใหญ่ได้รับการออกแบบให้ถูกต้องตามมาตรฐานและมีลักษณะสอดคล้องตามเกณฑ์เบื้องต้นครบถ้วน จึงทำให้การพิจารณาผลิตภัณฑ์ที่ดีของสมัยใหม่นี้ มุ่งเน้นไปในประเด็นเกี่ยวกับการประดิษฐ์คิดค้นหรือการสร้างให้เกิดสิ่งใหม่ การริเริ่มใหม่ (Innovation) นั้นอาจทำได้ 2 ลักษณะคือ การนำงานออกแบบเก่ามาปรับปรุงทั้งทางด้านการใช้สอยให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น และอยู่ในลักษณะหน้าตาใหม่ และการสร้างให้เกิดการใช้งานอย่างใหม่สอดคล้องตามวิถีชีวิตที่เปลี่ยนไป โดยอาศัยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ที่เกิดขึ้นมาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม

เกณฑ์การพิจารณางานออกแบบทั้ง 5 ข้อดังกล่าวแล้วเป็นการกำหนดหัวข้อหรือประเด็นในขอบเขตที่ใช้ สำหรับการตรวจสอบเพื่อคัดแยกงานออกแบบที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมออกไป จากนั้นการพิจารณาคัดเลือกเพื่อเฟ้นหางานออกแบบที่ดีผู้พิจารณาคัดเลือกจะมุ่งเปรียบเทียบงานออกแบบด้วยคุณสมบัติที่สำคัญ 2 ประการคือ

1. ความคิดริเริ่ม (Originality)

ความคิดริเริ่มในงานออกแบบไม่ได้หมายถึงความแปลกประหลาดมหัศจรรย์ และก็ไม่ใช่แค่การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบบางอย่างเพื่อไม่ให้ซ้ำแบบใคร หรือการยืมความคิด แนวทางจากงานออกแบบของผู้อื่นตลอดจนของเก่าจากประวัติศาสตร์ แต่เป็นงานออกแบบที่มีแนวความคิดริเริ่มเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว และสามารถพัฒนาแนวความคิดนั้นต่อไปได้ตลอดจนบรรลุเป็นผลงาน

เอกสรเริ่มเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว และสามารถพัฒนาแนวความคิดนั้นต่อไปได้ตลอดจนบรรลุเป็นผลงาน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นสุดท้าย ความโดดเด่นแตกต่างของแนวความคิดนี้ย่อมยังคงอยู่ในใจที่ว่ามันต้องมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การพิจารณาทั้ง 5 ข้อดังกล่าวข้างต้น ความคิดริเริ่มแสดงถึงความสามารถทางการสร้างสรรค์อันเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่งสำหรับงานออกแบบ

2. ความเรียบง่าย (Simplicity)

ความเรียบง่ายเป็นสิ่งที่จำเป็นในงานออกแบบ ความเรียบง่ายไม่ได้หมายถึงความโล้นเกลี้ยงปราศจากการประดับตกแต่งของรูปทรง แต่หมายถึงความหมกมุ่นของแนวความคิด ลักษณะการใช้งานตลอดจนลักษณะภาพพจน์ของงาน งานออกแบบที่ดีจำเป็นต้องแสดงถึงความเหมาะสมพอดี ความตรงไปตรงมาความชัดเจน และความสามารถในการหลอมรวมองค์ประกอบต่างๆ ให้เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในงานออกแบบ สามารถกำจัดความรุงรัง สิ่งแปลกปลอมและส่วนเกินจนเหลือแต่เฉพาะความจำเป็น

2.7.3 ข้อควรคำนึงในการออกแบบ

1. ผลิตภัณฑ์ ต้องมีกลไกถูกต้องและไม่ยุ่งยาก ผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องกลไกจะต้องมีการทดสอบในการทำงานอย่างถูกต้อง และเมื่อใช้ก็มีความสะดวกปลอดภัย ไม่ซับซ้อน การดูแลรักษา

ง่าย

2. ผลิตภัณฑ์ ต้องมีกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบ ซึ่งต้องมีลักษณะเรียบเพื่อให้สามารถหล่อ หรือทำพิมพ์อัดปั๊มได้ง่าย ทั้งสามารถประกอบง่าย ขนส่งง่าย

2.8 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.8.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

2.8.1.1 วัสดุที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

(สถาพร คีบุญมี ณ ชุมแพ. 2540 : 73-76)

1. โลหะ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- โลหะประเภทเหล็ก (Ferrous Metal)
- โลหะประเภทไม่ใช่เหล็ก (Non-Ferrous Metal)

2. อโลหะ คือวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ สามารถแยกได้ 2 ประเภท คือ

- สารอินทรีย์ธรรมชาติ (Organics Material From Natural

Soures) เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สารอินทรีย์สังเคราะห์ (Organics Material Synthetically)

2.8.1.2 กฎในการเลือกใช้วัสดุ ในการนำวัสดุต่างๆ มาใช้เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นั้น มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ที่ถูกต้องและเหมาะสม การเลือกใช้วัสดุมีข้อกำหนดและกฎในการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ดังนี้ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2540 : 106-109)

1. Formalbility ความสามารถที่จะทำให้วัสดุนั้นเป็นงานสำเร็จรูปได้ง่าย
2. Machinability ความสามารถที่จะทำให้วัสดุนั้นสำเร็จรูปได้ ต้องอาศัยเครื่องจักรกล
3. Macanical- Stability คุณสมบัติทางกลในขณะใช้งานไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
4. Electical Behaiours คุณสมบัติทางไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับงาน
5. Cost ราคาพอสมควร

2.8.2 วัสดุที่นำมาวิเคราะห์ศึกษาประกอบการวิจัย

การศึกษาวัดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตและออกแบบโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ ได้ทำการศึกษาวัดที่เหมาะสมในการนำมาใช้งาน รวมทั้งการออกแบบและสอดคล้องกับกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยศึกษาจาก

2.8.2.1 เหล็ก (Steel)

แร่เหล็กพบอยู่มากมายในโลก ประกอบกับการถลุงเหล็กก็กระทำได้ไม่ยากนักเครื่องจักรเครื่องมือตลอดจนอุปกรณ์ทางช่างกลต่างๆ ส่วนมากทำด้วยเหล็กทั้งเหล็กเส้นเหล็กกล้า เป็นโลหะที่ใช้งานมากกว่าโลหะอื่นรวมกัน แม้ว่าเหล็กกล้าจะสามารถหล่อลงแบบให้มีรูปร่างต่างๆ ที่สลับซับซ้อนได้โดยตรงก็ตามแต่ ส่วนมากจะหล่อเหล็กกล้าเป็นแท่ง (Ingot) ไว้ใช้สำหรับนำไปทำท่อเหล็กเส้น เหล็กแผ่น หรือมีรูปร่างอื่นต่อไป

เหล็กกล้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

1. เหล็กกล้าธรรมดา (Plain Carbon Steels)
2. เหล็กกล้าผสม (Alloy Steels)

เหล็กกล้าสามารถแบ่งแยกประเภทได้ตามจำนวนธาตุต่างๆ ที่ผสมอยู่ใน คาร์บอนเป็นธาตุที่มีความสำคัญมากที่สุด เหล็กกล้าชนิดธรรมดา จะมีเนื้อเหล็กและคาร์บอนเป็นธาตุหลัก เหล็กกล้าชนิดนี้จะแยกรหัส เช่น 10xx เลขสองตัวแรกจะหมายถึงเหล็กกล้าชนิดธรรมดา เลขตัวที่ 3 และ

เลข 4 หมายถึง ส่วนผสมของคาร์บอนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 1/100 เช่น 1035 Steel หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอน 0.35% ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมดาซึ่งมีคาร์บอนผสมอยู่ 0.35 % นอกจากนี้อาจมีคุณสมบัติอื่นๆ อีกแต่มีปริมาณน้อยมาก ซึ่งไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเหล็ก

1. เหล็กกล้าธรรมดา (Plain Carbon Steels)

เป็นเหล็กที่มีคาร์บอนเพียงอย่างเดียวเป็นส่วนผสมที่สำคัญ แต่โดยทั่วไปแล้วมีแมงกานีส ซิลิคอน ฟอสฟอรัสผสมอยู่เล็กน้อย เหล็กกล้าธรรมดา คือ เหล็กที่อาจมีแมงกานีสผสมได้ไม่เกิน 1.55 % ซิลิคอน 0.6 % ทองแดง 0.6 % นอกจากนั้นแล้วจะมีธาตุอื่นๆ ที่ปนอยู่เล็กน้อย เหล็กกล้าธรรมดา สามารถแบ่งย่อยไปอีก 3 ประเภท คือ

ก. เหล็กกล้าที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steels) หมายถึงเหล็กมีส่วนผสมของคาร์บอนต่ำกว่า 0.2 %

ประโยชน์

เหล็กกล้าที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่ำ จะถูกนำไปใช้สำหรับทำเส้นลวด เหล็กหน้าต่าง เช่น เหล็กฉาก เหล็กตัวซี เหล็กตัวไอ เป็นต้น

ข. เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนปานกลาง จะถูกนำไปใช้สำหรับทำราวเหล็ก ทำขวาน ทำเฟือง และชิ้นส่วนส่วนที่ต้องการความแข็งแรงสูง

ค. เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนสูง จะนำไปใช้ทำมีดต่างๆ เช่น มีดครก สว่าน ดอกทำเกลียว และงานที่ต้องการทนต่อการเสียดสี

2. เหล็กกล้าแบบผสม (Alloy Steels)

ซึ่งมีปริมาณ 15 % ของเหล็กกล้าที่มีผลิตได้ทั้งหมดจะถูกนำไปใช้งานเฉพาะอย่าง เพราะมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากเหล็กกล้าแบบอื่นๆ ถึงแม้ว่าเหล็กกล้าผสมจะมีคุณสมบัติไม่ครบถ้วน แต่ก็พอจะสรุปคุณสมบัติต่างๆ ได้ดังนี้ คือ

- 2.1 นำไปปรับปรุงความเหนียวได้โดยไม่ทำให้ค่าความเค้นแรงดึงต่ำลง
- 2.2 สามารถนำไปทำให้แข็งโดยการชุมน้ำมัน หรือ อากาศแทนการชุมน้ำได้ทำให้มีโอกาสแตกหรือบิดงอมีน้อย
- 2.3 สามารถนำไปปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ ณ อุณหภูมิสูงๆ ได้
- 2.4 สึกหรอถูกกัดกร่อนได้น้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนผสม
- 2.5 มีคุณสมบัติทางโลหะวิทยาที่ดี เช่น มีเม็ดเกรนละเอียด

เหล็กกล้าผสมสามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 ประเภท ดังนี้

Low Alloys ส่วนผสมต่างๆ รวมกันน้อยกว่า 8.0 %

High Alloys ส่วนผสมต่างๆ รวมกันมากกว่า 8.0 %

ประโยชน์

เหล็กกล้าผสมเป็นเหล็กที่มีธาตุอื่นๆ ผสมอยู่นอกจากคาร์บอนที่สำคัญมีโครเมียม

นิกเกิล โมลิบดีนัม ทังสเตน วาเนเดียมแมงกานีส ฯลฯ สามารถแบ่งเป็น 5 ชนิดใหญ่ๆ คือ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เหล็กกล้าที่มีส่วนผสมด้าและทนแรงดึงสูง
2. เหล็กกล้าที่ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร
3. เหล็กกล้าทำเครื่องมือ
4. เหล็กสแตนเลส
5. เหล็กใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า

การทำเส้นลวด เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก หรือเหล็กรูปต่างๆ ทำโดยการนำเอาแท่ง เหล็กกล้าไปเผาให้ร้อนแล้วนำไปรีด นำไปอัด หรือนำไปดึงให้ได้รูปต่างๆ ตามต้องการแท่งเหล็ก กล้านี้จะหล่อไว้ เป็นแท่งๆ น้ำหนักของเหล็กอาจมีตั้งแต่ 300 ปอนด์ถึง 25 ตัน

2.8.2.2 พลาสติก

1. พลาสติกอ่อน (Thermo Plastics) เป็นวัสดุที่มีโครงสร้างไม่เป็นตาข่ายยึดติดกันที่อุณหภูมิห้อง จะมีความยืดหยุ่น เมื่อค่อยๆ ได้รับความร้อนขึ้นเรื่อยๆ จะอ่อนตัว จนสามารถขึ้นรูปโดยไม่ปาดผิวได้ เมื่อให้ความร้อนมากขึ้นจะหลอมละลายและเชื่อมประสานกันได้ เมื่อปล่อยให้เย็นจนแข็งตัวจะมีความแข็งและความเค้นเหมือนเดิม จึงสามารถนำพลาสติกชนิดนี้มาหลอมละลายได้ ใหม่หลายๆครั้ง พลาสติกประเภทนี้ส่วนมากละลายในสารละลายบางชนิดได้ พลาสติกอ่อนสามารถจำแนกประเภทและการใช้งานได้ดังนี้ (มานพ ดันตระบัณฑิตย์. 2540 : 271-283)

1.1 โพลีเอทิลีน (Polyethylene) อักษรย่อ PE แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ โพลีเอทิลีนอ่อน (ความหนาแน่น 0.92 g/cm^3) ใช้ทำพลาสติกแผ่นบางห่อบรรจุภัณฑ์สินค้า อีกชนิดหนึ่งคือ โพลีเอทิลีนแข็ง (ความหนาแน่น 0.94 g/cm^3) ใช้ทำถังซัก ภาชนะ ท่อ เป็นต้น

1.2 โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) อักษรย่อ PP ประโยชน์ใช้ทำเป็นชิ้นส่วนของเครื่องซักผ้า ชิ้นส่วนรถยนต์ ตัวเรือนของเครื่องใช้ภายในครัวเรือน

1.3 โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) อักษรย่อ PVC แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดแข็งและอ่อน ประโยชน์ PVC ชนิดแข็ง ใช้ทำเป็นท่อสุขภัณฑ์ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ทนสารเคมี ชนิดอ่อนใช้ทำเป็นหนังเทียม

1.4 โพลีสไตรีน (Polystyrene) อักษรย่อ PS ประโยชน์ใช้ทำเป็นตู้กระจก กระจ้ออง แผ่นปิด Covering Plate

1.5 สไตรีน-บิวตาไดเิน (Styrene- Butadiene) อักษรย่อ SB ประโยชน์ใช้ผลิตเป็นฝาปิดเครื่องจักรกล ปุ่มกดและชิ้นส่วนทางไฟฟ้าต่างๆ

1.6 อะคริไอน์ไคล-บิวตาไดเิน-สไตรีน (Acrylonitrile-Butadiene-styrene) อักษรย่อ ABS ประโยชน์ผลิตชิ้นส่วนบริเวณบอร์ดอุปกรณ์ Instrument Board ใบพัดลม หมวกกันน็อค ตัวเรือนอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

1.7 อคริลิกกลาส (Polymethylmethacrylate) อักษรย่อ PMMA มีชื่อเรียกตามตลาดว่า เพลลิกกลาส (Plexiglass) ประโยชน์ใช้ทำเป็นแผ่นแก้วนิรภัย แผ่นกระจกแทนหินเจียรนัย ฝาครอบไฟฟ้า ไฟเลี้ยวรถยนต์ ของใช้ในงานสุขภัณฑ์ และผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการประกอบเป็นฝาครอบแผงโซลาร์เซลล์ ในงานวิจัยครั้งนี้

1.8 โพลีเอไมด์ (Polyamide) อักษรย่อ PA ประโยชน์ใช้ผลิตเฟือง บูรรองเพลารางเลื่อน ลูกกลิ้งนำร่อง พู่กัน

2. พลาสติคแข็ง (Thermosetting Plastics) เกิดจากการ Pre Product ที่ยังไม่ยึดติดกันเป็นตาข่ายแล้ว จะมีการใส่สารแข็งตัว (Hardener) หรือให้ปฏิกิริยาความดันและความร้อนให้กลายเป็นตาข่ายแคบยึดติดกัน ที่อุณหภูมิห้องจะมีสภาพหยุ่นตัวคล้ายเหล็กกล้า เมื่อถูกความร้อนจะทำให้เหนียว ยึดหยุ่นได้ แต่ถ้าได้รับความร้อนมากเกินไป พลาสติคจะสลายตัว โดยที่ไม่เกิดเป็นของเหลว ด้วยเหตุนี้ จะนำมาขึ้นรูปโดยไม่แปดผิว (Non-Cutting) เชื่อมประสานไม่ได้ในสภาพแข็ง ไม่สามารถละลายในสารละลายได้ จึงขึ้นรูปใช้งานได้เพียงครั้งเดียว (มานพ ดันตระบัณญัติ. 2540 : 284-289)

2.8.2.3 การชุบโครเมียม

โครเมียมเป็นโลหะที่มีสีขาววาวสดใส ไม่ขุ่นมัว ไม่ต้องขัดถูบ่อย มีจุดหลอมตัวที่ 1615 องศา เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีไม่เป็นสนิม ประโยชน์ของโครเมียมคือนำไปผสมกับโลหะอื่นๆ ในอุตสาหกรรมหล่อหลอมโลหะและใช้ชุบเคลือบโลหะอื่นๆ เพื่อป้องกันการเกิดสนิมและขุ่นมัว ฯลฯ การเคลือบผิวโลหะชนิดอื่นๆ ด้วยโครเมียมในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ การชุบโครเมียมชนิดหนา (สุชาติ กิจพิทักษ์. 2540 : 40-42) หรือชุบเพื่อความสวยงาม Chromium การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อป้องกันมิให้โลหะอื่นเป็นสนิมและให้ความสวยงามทนทานต่อการเสียดสีและทนทานต่อการผุกร่อนการชุบเคลือบในลักษณะนี้ มักจะชุบโครเมียมค่อนข้างบางมากโดยประมาณ 0.0001 ถึง 0.0003 นิ้วหรือ 0.25 ไมครอนถึง 0.8 ไมครอน

การชุบโครเมียมชนิดหนา ซึ่งเรียกว่า Hard Chrome การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความหนาในผิวโลหะนั้นๆ เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่สึกหรอไปเพราะการใช้งาน ถ้านำมาชุบโครเมียมให้หนาขึ้นแล้วไปเจียรไนก็สามารถนำไปใช้ได้ดี เหมือนเดิม หรือมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้โลหะนั้นมีความแข็งแรงทนต่อความร้อน ทนต่อการเสียดสี สาเหตุที่ชุบหนาจะได้โลหะโครเมียมที่หนา และแข็งแรงมาก ปรกติแล้วมักชุบกันที่ความหนาดั้งเดิม 0.001 นิ้วขึ้นไปและโดยมากชุบโครเมียมโดยตรงบนเหล็ก การชุบโครเมียมหนาบนโลหะอื่นไม่ใช่เหล็กมักไม่ค่อยทำกัน

การรองพื้นก่อนชุบโครเมียม

เนื่องจากโครเมียมเป็นโลหะที่แข็งมากดังนั้น จึงเปราะมากและเนื่องจากแรงเค้น แรงเครียด รวมทั้งการหนีออกไปของแก๊สไฮโดรเจนที่ผสมอยู่ในโลหะโครเมียมที่ไม่เกาะชิ้นงาน ทำให้ไม่ผ่านการฉีกทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิวโลหะโครเมียมที่ใช้ชุบมีลักษณะแตกร้าวหรือเป็นรูพรุน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาของ โครเมียมที่ไม่มีรอยแตกร้าว แต่จะมีรอยพรุนอยู่โดยทั่วไป หากมีความหนาของโครเมียมมากกว่า 0.02 มิลลิเมตร ขึ้นไป จะไปปรากฏรูพรุนแต่จะมีรอยร้าวอยู่ทั่วไป โดยเหตุที่มีรูพรุนเพราะชุบบางจึงเป็นเหตุให้โครเมียมป้องกันสนิมไม่เต็มที่ ถ้าเราชุบโครเมียมบางๆ โดยตรงบนแกนเหล็ก สนิมจะเริ่มก่อในรูพรุนก่อนแล้วต่อมาก็จะเริ่มแพร่ขยายกว้างออกไปในผิวของโครเมียมและในที่สุดทำให้ป้องกันสนิมไม่ได้ เพื่อแก้จุดอ่อนเรื่องนี้ในการชุบโครเมียม บางจึงมักจะรองพื้นด้วยทองแดง และนิเกิลเสียก่อน การทำคังนี้มีส่วนคิดว่าชุบโครเมียมโดยตรงบนเหล็ก หรือโลหะอื่นๆ คือ

รองพื้นชั้นงานด้วยทองแดงก่อนชุบนิกเกิล เพื่อให้การจับเกาะที่แน่น ชกตัวอย่าง เช่น ชิ้นงานที่เป็นเหล็ก เหล็กหล่อ โลหะผสม ฯลฯ ทองแดงมักจะจับได้แน่นสนิทกว่านิเกิล

รองพื้นด้วยนิเกิลก่อนชุบโครเมียม นิเกิลจะช่วยเป็นตัวประสานยึดเหนี่ยวระหว่างทองแดงกับโครเมียม ได้เป็นอย่างดี ประการสำคัญนิเกิลจะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้สนิมซึมผ่านไปเกาะกินสนิมเหล็กได้ นิเกิลเป็นโลหะไม่เกิดสนิมเช่นกับ โครเมียมสีดิสโตแกรมเช่นเดียวกับโครเมียมแต่สีดิสโตแกรมของนิเกิลมีโอกาสขุ่นมัวได้ ดังนั้นจึงต้องอาศัยโครเมียมเคลือบชั้นบนของนิเกิลอีกทีหนึ่ง เพื่อว่าชิ้นงานนั้นๆ จะได้มีความสดใสอยู่ได้นาน

การรองพื้นนิเกิลอย่างน้อยที่สุดควรจะหนาประมาณ 0.0006 นิ้ว หรือ 0.005 มิลลิเมตร สำหรับงานที่ทำด้วยเหล็กต้องใช้งานกลางแจ้งอย่างน้อย นิเกิลควรหนา 0.001 นิ้ว หรือ 0.025 มิลลิเมตร ถ้าเป็นน้ำยาชุบนิกเกิลชนิดคัง ความหนาของนิเกิลควรหนาเพื่อไว้เป็นพิเศษอีก 20 ถึง 25 % สำหรับการสูญเสียไปเนื่องจากการขัดเงา ถ้าเป็นน้ำยาชุบนิกเกิลชนิดเงาก็ไม่จำเป็นต้องเผื่อไว้

สำหรับงานวิจัยการศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ ในส่วนของตัวโครงร่างซึ่งเป็นส่วนประกอบของฐานรองรับโคมไฟซึ่งเป็นเพลกซิกลาส (Plexiglass) ผู้วิจัยได้ใช้เหล็กกล้าแบบผสม SCM 440 ที่นำมาขึ้นรูปและนำมาชุบโครเมียมเป็นส่วนประกอบสำคัญของงานวิจัยนี้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุทธนา กุลวิฑิต (2542 : บทคัดย่อ) สร้างบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์มาใช้แทนบัลลาสต์แกนเหล็ก เพื่อลดพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียในแกนเหล็ก บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ทำงานได้อย่างถูกต้อง มีเสถียรภาพ และมีประสิทธิภาพสูง โดยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่ กำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงระหว่าง 25 กิโลเฮิร์ตซ์ ถึง 50 กิโลเฮิร์ตซ์ ป้อนให้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ เพื่อเผาไส้หลอดจนหลอดให้ติดสว่าง

เอกสารและควมคุมกระแสด้านให้หลอดไฟ ซึ่งมีความต้องการเมื่อหลอดติดสว่างแล้ว ใช้ประโยชน์บัลลาสต์ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กทรอนิกส์ใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ 50/60 เฮิรตซ์ เรียงกระแสไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงและป้อนให้กับวงจรอินเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงใช้ในการเผาไหม้หลอดให้ติดสว่าง

สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว (2535 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับโครงการอีสานเขียว โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 300 วัตต์ นำพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าและเก็บไว้ในแบตเตอรี่ แล้วนำพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปใช้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งเป็นอุปกรณ์ในการปั๊มลม ใช้สำหรับการเติมออกซิเจนในน้ำ เพื่อให้ น้ำมีคุณภาพดีเหมาะกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ

ยิ่งรักษ์ อรรถเวชกุล (2539 : บทคัดย่อ) ศึกษาวิจัยเรื่องวิธีการจัดเรียงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการนำเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 2.65 ตารางเมตร รับพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าและ เก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรดและนำพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปใช้กับรถไฟฟ้ที่สร้างขึ้น โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวขับเคลื่อน ได้ศึกษาถึงการจัดเรียงเซลล์แสงอาทิตย์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ผลว่า การจัดเรียงเซลล์แบบอนุกรมจะให้ความเร็วรอบของมอเตอร์สูง และการจัดเรียงเซลล์แบบขนานจะให้แรงบิดของมอเตอร์มากเนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์จ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งาน เพื่อศึกษาโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อพัฒนาโคมไฟส่องสว่าง โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และเพื่อหาประสิทธิภาพโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 การศึกษารายละเอียดต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบและ สร้างโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์

3.3 การออกแบบและพัฒนาส่วนประกอบ ของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้ พลังงานแสงอาทิตย์

3.4 การสร้างเครื่องมือ

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การพัฒนาโคมไฟส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ ได้ใช้ประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. ประชากร ได้แก่ ผู้ใช้สวนสาธารณะทั่วทั้งประเทศไทย

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มเจ้าหน้าที่และลูกจ้างสวนสาธารณะสวนหนองจอกจำนวน 15 คน โดยการใช้ตารางสำเร็จรูปของ Robert V. Krejcie. (อ้างใน เอกสารประกอบการสอน เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม. 2546 : 1-10) เป็นเกณฑ์ในการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้ดำเนินการวิจัยได้ทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ในด้านการหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 2 ด้านคือ

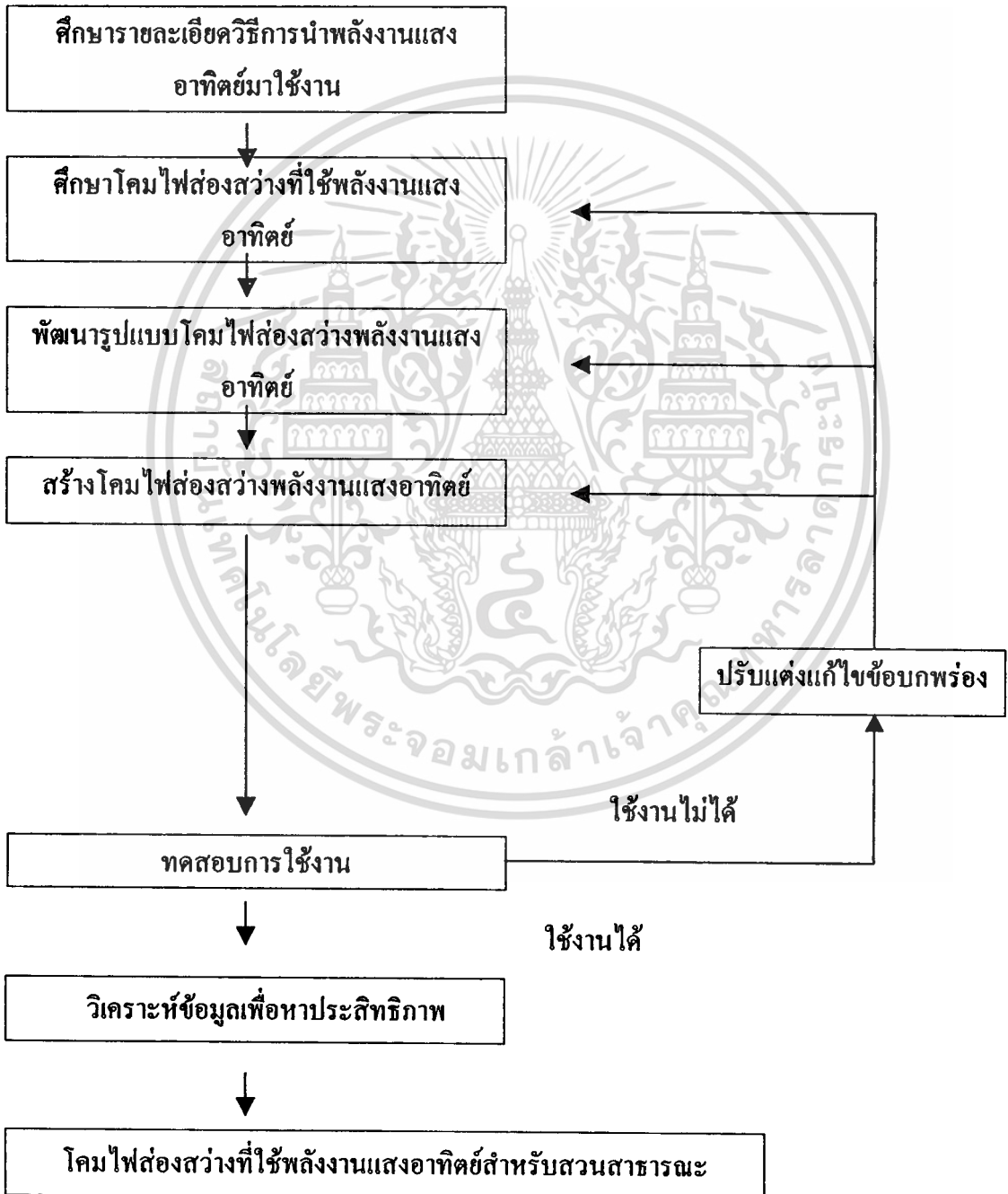
1. ด้านหน้าที่ใช้สอย และความสะดวกสบายในการใช้งาน

2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การศึกษารายละเอียดต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบ และสร้างโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงาน แสงอาทิตย์

การศึกษาและค้นคว้าเรื่องการพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อใช้สำหรับสวนสาธารณะ ผู้วิจัยได้แสดงลำดับขั้นตอนในการศึกษา ในการวางแผนการคิด ได้ดังภาพประกอบลำดับขั้นตอนการวางแผนการคิดและการค้นคว้าดังต่อไปนี้



เอกสารที่ 3.1 ขั้นตอนในการศึกษาค้นคว้าการพัฒนาและสร้างโคมไฟส่องสว่างนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ศึกษารายละเอียดวิธีการนำแสงอาทิตย์มาใช้งาน

การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการนำพลังงานแสงอาทิตย์ มาใช้ประกอบด้วยการศึกษาค้นคว้าจากส่วนต่าง ๆ ดังนี้คือ

ศึกษาค้นคว้าจากตำราจากอินเทอร์เน็ต และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องเกี่ยวกับวิธีการใช้งานพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และทำการศึกษาทฤษฎีของพลังงานแสงอาทิตย์ตลอดจนถึงวิธีการ ขั้นตอน กระบวนการต่างๆ ของการใช้งานพลังงานจากแสงอาทิตย์

3.2.2 ศึกษารูปแบบคอมโพสิตที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และระบบการทำงาน

การศึกษารูปแบบต่างๆ ของคอมโพสิตพลังงานแสงอาทิตย์ ทำการศึกษาจากตำรา เอกสารจากอินเทอร์เน็ต จากการสำรวจห้างร้านต่างๆ ที่ขายคอมโพสิตส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สอบถามถึงคุณสมบัติต่างๆ เกี่ยวกับการใช้งาน และระบบการทำงานของคอมโพสิตแต่ละรุ่น และทดลองใช้งาน ทำการศึกษาถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างคอมโพสิตพลังงานแสงอาทิตย์ ในด้านคุณสมบัติของอุปกรณ์แต่ละชิ้นส่วน เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบประกอบเข้าด้วยกันเป็นชุดอุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานไฟฟ้า

3.2.3 พัฒนารูปแบบคอมโพสิตที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์

นำรายละเอียดและข้อมูลจากการศึกษาถึงการนำแสงอาทิตย์มาใช้ และการศึกษาข้อมูลของรูปแบบต่างๆ ของคอมโพสิตที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ทำการศึกษาจากตำรา เอกสาร จากอินเทอร์เน็ต จากการสอบถามถึงข้อดี ข้อเสียในการใช้งาน จากผู้ขายตามห้างร้านต่างๆ สอบถามถึงปัญหาในด้านการขาย การนำเข้าคอมโพสิตส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์จากต่างประเทศ จากนั้นทำการจดบันทึกต้นทุนและรูปแบบต่างๆ ของคอมโพสิตแต่ละรุ่นทำการเปรียบเทียบในเรื่องของราคาของแต่ละร้านและสินค้าแต่ละรุ่น เปรียบเทียบรูปแบบ ความสวยงามในด้านรูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ว่ามีอิทธิพลดึงดูดใจผู้บริโภคมากน้อยแค่ไหน ตลอดจนศึกษาถึงวิธีการนำวัสดุอุปกรณ์ ที่เกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์ ในเรื่องของการผลิต ในเรื่องของราคาค่าต้นทุนของอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่นำมาประกอบเป็นชุดคอมโพสิตพลังงานแสงอาทิตย์ หลังจากนั้นได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบที่ดีว่าดีที่สุด และทำการพัฒนาคอมโพสิตพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความสวยงามในด้านของรูปลักษณะที่ดึงดูดใจผู้พบเห็น และหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในประเทศไทยมาทำการออกแบบและทำการผลิต

3.2.4 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือในการพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ASI – Solar Cell ให้แรงดันไฟฟ้า 3.6 โวลต์
2. วงจรประจุไฟฟ้า
3. แบตเตอรี่นิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ NiMH 3.6 โวลต์ / 1200 mAh จำนวน 3 ก้อน ก้อนละ 1.2 โวลต์
4. หลอด LED Yellow Light Emission Diode 2 หลอดให้แสงสว่างสูงสุด 20 ชั่วโมง (ในกรณีที่แบตเตอรี่ประจุเต็ม)
5. วงจรสวิตช์อัตโนมัติ
6. โคมไฟส่องสว่าง

3.2.5 สร้างโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์

การสร้างโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ผู้วิจัยได้พัฒนาจากผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ในท้องตลาดโดยการสร้างโคมไฟพลังงานแสงอาทิตย์มีดังนี้

1. ประกอบชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
2. จัดหาซื้ออุปกรณ์
3. ประกอบอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน

3.2.6 ทดสอบการใช้งานและแก้ไขปรับแต่งข้อบกพร่อง

ทำการทดสอบการใช้งานโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์และวิเคราะห์หาข้อดีข้อเสียเพื่อนำมาพัฒนารูปแบบให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานและรูปทรงความสวยงาม

3.2.7 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพ

จากข้อมูลรายละเอียดผลการทดสอบทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำมาพัฒนาเพื่อหารูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดโดยการออกแบบและนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ และจากนั้นได้ทำการสร้างและนำไปติดตั้งที่สวนสาธารณะสวนหนองจอก และให้กลุ่มตัวอย่างทำการประเมินหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 2 ด้านคือ

1. ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

3.3 การออกแบบและพัฒนาส่วนประกอบของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์

การออกแบบและพัฒนาส่วนประกอบของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้นำรายละเอียดและข้อมูลจากการศึกษาถึงวิธีการนำแสงอาทิตย์ มาใช้งานศึกษาข้อมูลของรูปแบบต่างๆ ของผลิตภัณฑ์และรูปลักษณะของโคมไฟที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการศึกษาจากตำรา จาก เอกสาร จากอินเทอร์เน็ต จากการสอบถามถึงข้อดีข้อเสีย ในการใช้งาน จากผู้ขายตามห้างร้านต่างๆ สอบถามถึงปัญหาในด้านการขาย การนำเข้าโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์จากต่างประเทศ จากนั้นทำการจดบันทึกกรุ่นและรูปแบบต่างๆ ของโคมไฟในแต่ละรุ่นทำการเปรียบเทียบในเรื่องของราคา ของแต่ละร้านและสินค้าแต่ละรุ่น เปรียบเทียบรูปแบบ ความสวยงามในด้านรูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ว่ามีอิทธิพลดึงดูดใจผู้บริโภคมากน้อยแค่ไหน ตลอดจนศึกษาถึงวิธีการนำวัสดุอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่นำมาประกอบเป็นชุดโคมไฟพลังงานแสงอาทิตย์ หลังจากนั้นได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบที่คิดว่าดีที่สุด และทำการพัฒนาโคมไฟพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความสวยงามในด้านของรูปลักษณะที่ดึงดูดใจผู้พบเห็น และหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในประเทศไทยมาทำการออกแบบและทำการผลิต

ออกแบบโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ โดยคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย ความสะดวกสบายในการใช้งาน ผลิตได้ภายในประเทศ และได้ทำการปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุม และผู้เชี่ยวชาญในขบวนการออกแบบและสร้างโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

1. คร. สมชัย หิรัญวโรคม

อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลอง 6 ปรึกษาในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ การเลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์ เลือกใช้แบตเตอรี่ เลือกใช้หลอดไฟ เลือกใช้วงจร และประเมินคุณภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ด้านคือ หนึ่งด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน สองด้านรูปทรงและความสวยงาม

2. อาจารย์ธนะพงศ์ นพวงศ์ ณ อยุธยา

รองหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าฝ่ายกิจกรรมนักศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลอง 6 ปรึกษาในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ การเลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์ เลือกใช้แบตเตอรี่ เลือกใช้หลอดไฟ เลือกใช้วงจร และประเมินคุณภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ด้านคือ หนึ่งด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน สองด้านรูปทรงและความสวยงาม

3. คร. พิชัย อัมมมงคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่วหน้าภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ปรึษาในการเลือกใช้วัสดุ ที่นำมาประกอบโครงร่างครอบแผงโซลาร์เซลล์ วัสดุที่ใช้ประกอบเป็นชุดโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และประเมินคุณภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ด้านคือ หนึ่ง ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน สองด้านรูปทรงและความสวยงาม

4. ผศ. วีระศักดิ์ ว่องปรีชา

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

ภาควิชาออกแบบอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปรึษาในการออกแบบ ด้านความงามของผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบ และประเมินคุณภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ด้านคือ หนึ่งด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน สองด้านรูปทรงและความสวยงาม

5. ผศ. ดร. อนันต์ วงศ์กระจ่าง

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลอง 6 ปรึษาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ด้านการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ และการเลือกใช้วัสดุในการออกแบบ และประเมินคุณภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ด้านคือ หนึ่งด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน สองด้านรูปทรงและความสวยงาม

6. อาจารย์สุรชาติ ทินานนท์

อาจารย์ประจำคณะศิลปกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร ปรึษาในการออกแบบ ด้านความงามของผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบ และประเมินคุณภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ด้านคือ หนึ่งด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน สองด้านรูปทรงและความสวยงาม

7. อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สาขาออกแบบอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตอุเทนถวาย ปรึษาในการออกแบบ ด้านความงามของผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบ

และในส่วนของการขอความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ และข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. ผู้อำนวยการสวนสาธารณะเขตนองจอก โดยขอความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ และกลุ่มตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 2 ด้านดังนี้

1.1 ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน

1.2 ด้านรูปทรงและความสวยงาม นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้อำนวยการสวัสดิการสังคมกรุงเทพมหานคร 2 โดยขอความอนุเคราะห์ด้านการจัดวางระบบไฟในสวนสาธารณะ

3. คุณพรเลิศ ละออสุวรรณ

Renewable Energy Project Manager

บริษัท ลีโอนิกส์ ประเทศไทย จำกัด ให้คำปรึกษาทางด้านการเลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์ การติดตั้ง การคำนวณหาขนาดของแผง การเลือกใช้หลอด การเลือกใช้แบตเตอรี่

4. คุณวิสูตร บินชูเกอร์

Industrial Designer

บริษัท วีเอลพี โลดิง จำกัด ให้คำปรึกษาทางด้านการผลิตโมดูล ในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับโคมไฟ หลอดไฟ และด้านการออกแบบโคมไฟ

5. คุณสุทธิพันธ์ อวตกุลสุทธิ

General Manager

บริษัท สยามไทโรแองเกิ้ล จำกัด ให้คำปรึกษาทางด้านการเลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์ แหล่งนำเข้าโซลาร์เซลล์ในประเทศไทย แหล่งผลิตผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับโซลาร์เซลล์

3.4 การสร้างเครื่องมือ

การพัฒนาแบบโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ โดยการออกแบบและนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นสร้างผลิตภัณฑ์ไปติดตั้งที่สวนสาธารณะสวนหนองจอกและทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 2 ด้านดังนี้คือ

1. ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน

2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

และทำการกำหนดขั้นตอนในการวิจัยได้ตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจผลิตภัณฑ์เดิม

ในการวิจัยการศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่าง ใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์ตามแหล่งที่มีการนำเข้าโคมไฟส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยการรวบรวมรูปแบบโคมไฟต่างๆ ดังต่อไปนี้



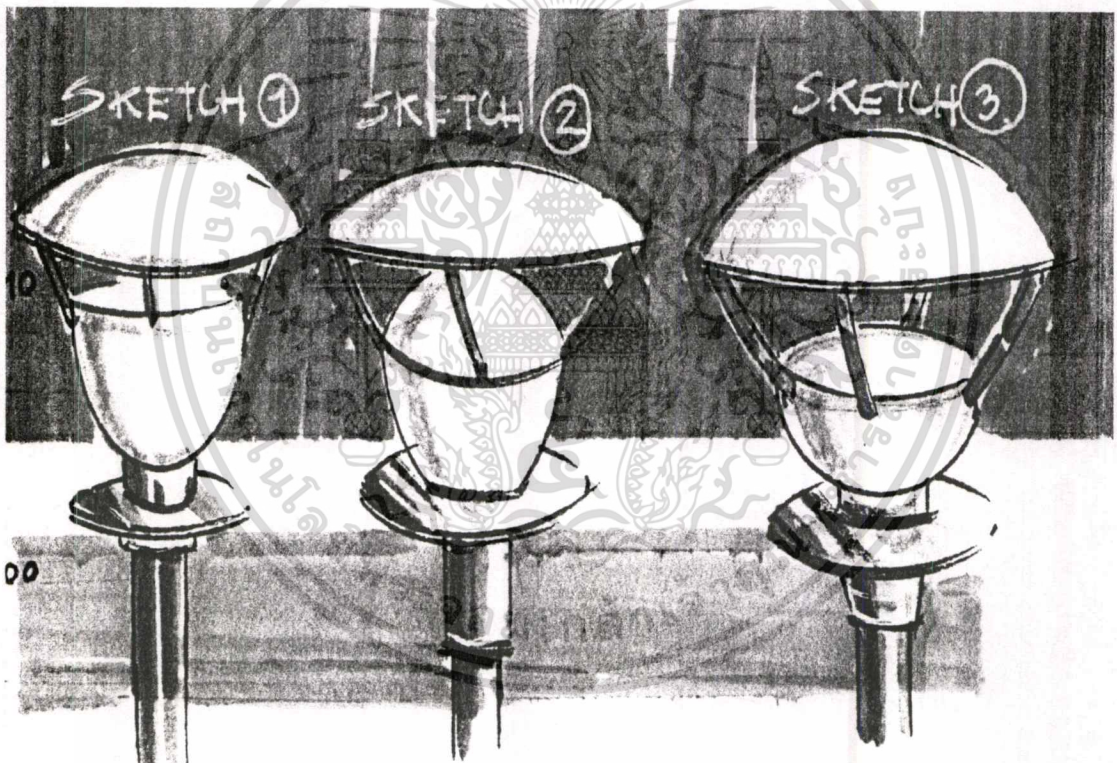
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

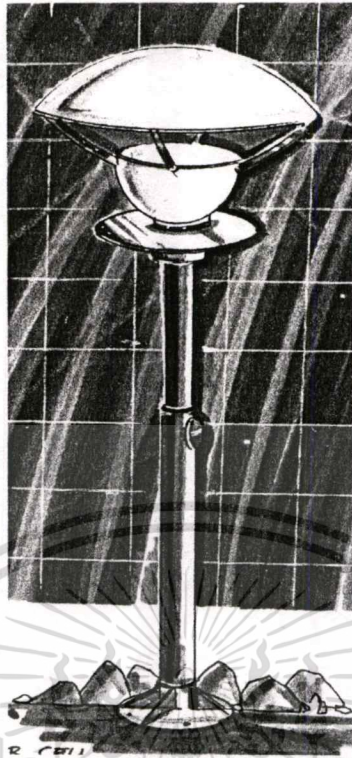


ภาพที่ 3.2 รูปแบบโคมไฟชนิดต่างๆ ที่ใช้ปฏิบัติงานแสงอาทิตย์
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในส่วนของการออกแบบโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และประเมินคุณภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ด้านคือ หนึ่ง ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน สองด้านรูปทรงและความสวยงาม

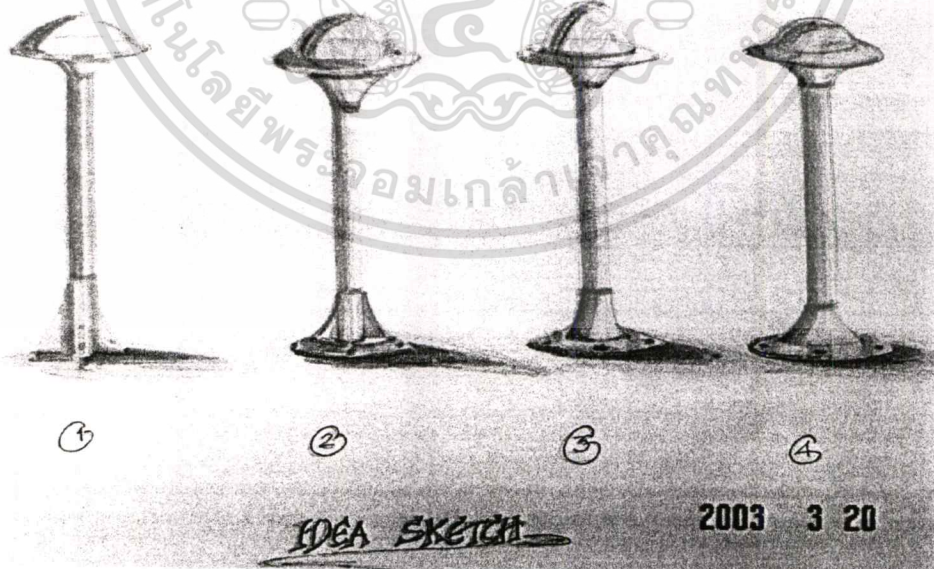
จากการรวบรวมรูปแบบของโคมไฟที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ตามแหล่งที่มีการนำเข้า ได้นำข้อมูลมาศึกษา ทางด้านรูปลักษณะ ราคา การเลือกใช้วัสดุ และได้ทำการร่างแบบ (Idea Sketch) ทำการระบุวัสดุ นำมาปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อหารูปแบบของผลิตภัณฑ์ และการใช้วัสดุที่เหมาะสมในการสร้างโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ ดังต่อไปนี้





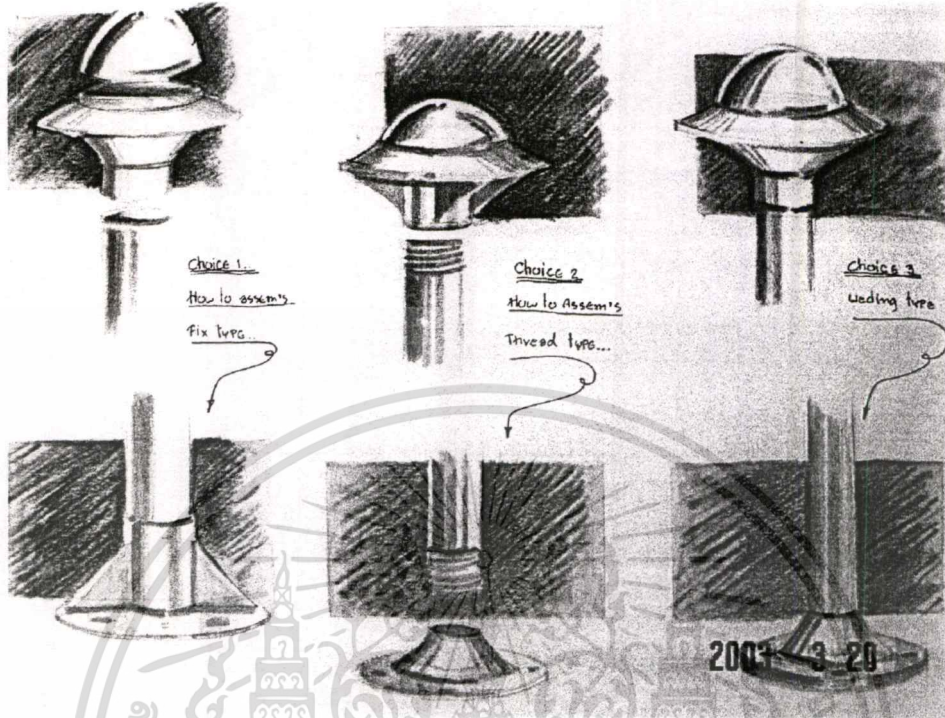
ภาพที่ 3.3 Idea Sketch

นำมาปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อแสดงความคิดเห็นในด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ด้านการจัดวางแสงโซลาร์เซลล์ ด้านการเลือกใช้วัสดุ และนำมาแก้ไขหลังจากผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น

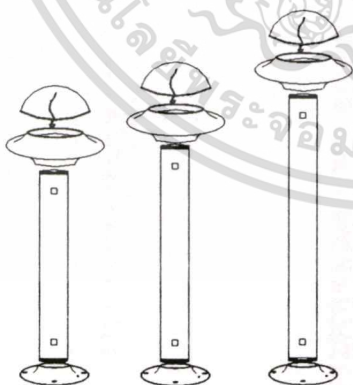


ภาพที่ 3.4 การปรับปรุงรูปแบบ หลังจากสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญครั้งที่ 1 ออกแบบรูปแบบใหม่หลังจากการปรับปรุง และนำมาประเมินความคิดเห็นโดยผู้เชี่ยวชาญ

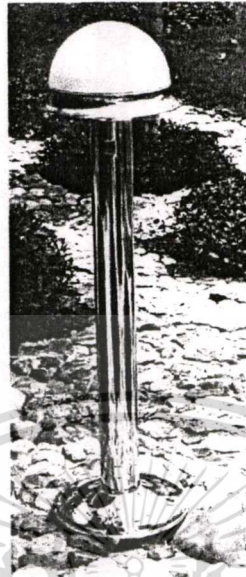
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 การเลือกรูปแบบการยึดโครงร่าง 3 รูปแบบ แบบสวมอัด แบบเกลียวยึด และแบบเชื่อมติด ผลสรุปใช้แบบวิธีเกลียวยึดเพื่อความสะดวกในการผลิตเป็นแบบ Mass Product และให้ความสะดวกในการบรรจุหีบห่อ



ภาพที่ 3.6 การเลือกรูปแบบในส่วนของความสูงของของโคมไฟ มี 3 ระดับดังนี้ ระดับความสูงของโคมไฟ 40 เซนติเมตร ระดับความสูงของโคมไฟ 50 เซนติเมตร ระดับความสูงของโคมไฟ 60 เซนติเมตร ซึ่งได้ผลการประเมินระยะที่เหมาะสมที่สุดคือ 60 เซนติเมตร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 โคมไฟส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่

ตอนที่ 3 เป็นแบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ 2 ด้านดังนี้คือ

1. ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน

2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 ปรีกษาด้านการออกแบบและการใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินคุณภาพการออกแบบ และการใช้งานของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ ผู้วิจัยได้ทำการปรึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ที่ตรงกับงานวิจัยนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไฟฟ้า แสงสว่าง ผู้เชี่ยวชาญด้านความงาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ด้วยการออกแบบรูปแบบโคมไฟส่องสว่างไปปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ และนำข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาทำการการสร้างโคมไฟส่องสว่าง ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อนำไปใช้งาน และทดสอบหาประสิทธิภาพโดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ออกแบบโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ และนำไปปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบ และการใช้งานโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ โดยการศึกษจากการสังเกตจากแหล่งจำหน่ายและนำข้อมูลมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับสำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์เพื่อทำการออกแบบและกำหนดคุณลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวกับการออกแบบ และการใช้งานของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการศึกษาและรวบรวมจากความเป็นจริงเพื่อนำไปใช้งานจริง และจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ

2. ตรวจสอบแบบสอบถามความคิดเห็นได้ดำเนินการตรวจสอบแบบสอบถามดังนี้

นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา และความถูกต้องของภาษา โดยขอความอนุเคราะห์ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา และแนะนำกระบวนการในการสร้างแบบสอบถาม จากผู้เชี่ยวชาญงานวิจัยทางการศึกษา ดังนี้

ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามและให้คำปรึกษา ทางด้านกระบวนการสร้างแบบสอบถาม และหาความเชื่อมั่น (Reliability) หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการ (IOC Index of Item Objective Congruence) ของแบบสอบถาม

3. นำแบบสอบถามที่ตรวจสอบและแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในขอบเขตของการวิจัย ประเมินความคิดเห็น และนำผลการประเมินไปวิเคราะห์เพื่อทำการสร้างโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ

4. แบบประเมินประสิทธิภาพการออกแบบและการใช้งาน แบบประเมินแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจผลิตภัณฑ์เดิมโดยการรวบรวมรูปแบบต่างๆ ของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแหล่งจำหน่าย จากการสอบถามถึงข้อดี ข้อเสียในการใช้งาน จากผู้ขายตามห้างร้านต่างๆ สอบถามถึงปัญหาในการขาย การนำเข้าโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์จากต่างประเทศ จากนั้นทำการรวบรวมรูปแบบต่างๆ ของโคมไฟในแต่ละรุ่นทำการเปรียบเทียบในเรื่องของราคา ของแต่ละร้านและสินค้าแต่ละรุ่น เปรียบเทียบด้าน ความสวยงามในด้านรูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ว่ามีอิทธิพลดึงดูดใจผู้บริโภคมากน้อยแค่ไหน ตลอดจนศึกษาถึงวิธีการนำวัสดุอุปกรณ์ ที่เกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์ ในเรื่องของการผลิต ในเรื่องของการตลาดต้นทุนของอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่นำมาประกอบเป็นชุดโคมไฟพลังงานแสงอาทิตย์ หลังจากนั้นได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบที่คิดว่าดีที่สุด และทำการพัฒนาโคมไฟพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความสวยงามในด้านของรูปลักษณะที่ดึงดูดใจผู้พบเห็น และหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในประเทศไทยมาทำการออกแบบและทำการผลิต

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ปรีกษาในด้านการออกแบบ และประเมินคุณภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ด้านดังนี้คือ

1. ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

ลักษณะของแบบประเมินความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยกำหนดน้ำหนักแบบสอบถาม ประมาณค่า 5 ระดับคือ

5	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับดีมาก
4	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับดี
3	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับพอใช้
2	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง
1	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

ตอนที่ 3 เป็นแบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ 2 ด้านดังนี้คือ

1. ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

ลักษณะของแบบสัมภาษณ์เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยกำหนดน้ำหนักแบบสอบถาม ประมาณค่า 5 ระดับคือ

5	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับดีมาก
4	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับดี
3	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับพอใช้
2	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง
1	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ทำเป็นขั้นตอนดังนี้

1. บันทึกลงเสนอขออนุญาตให้หน่วยงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ออกหนังสือขอความร่วมมือในเรื่องขอความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่าง (สวนสาธารณะหนองจอก) ในการใช้สถานที่ทดลองการตอบแบบสอบถาม ไปถึงผู้บริหารสวนหนองจอก เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร ขอความอนุเคราะห์ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลเกี่ยวกับการวางตำแหน่งโคมไฟในสวนสาธารณะเขตหนองจอกจากผู้อำนวยการสวัสดิการสังคม กรุงเทพมหานคร

2. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์บุคลากรภาคหน่วยงานเอกชน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการประกอบกิจการเกี่ยวกับการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งาน ขอความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลและการเลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์และการออกแบบ และทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในด้านให้คำปรึกษาด้านการออกแบบ ด้านการสร้างและการเลือกใช้วัสดุในการสร้างโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามแล้วตรวจให้คะแนน ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์

ตอนที่ 1 เป็นการหาข้อมูลของผลิตภัณฑ์เดิมของ โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ และหารูปแบบของโคมไฟต่างๆ ที่ใช้ในสวนสาธารณะ

ตอนที่ 2 และตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในส่วนของการออกแบบโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และแบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งวิเคราะห์เป็นรายข้อ เฉพาะด้านและรวมทุกด้านโดยนำเสนอในรูปแบบของตารางพร้อมคำบรรยายประกอบ

เกณฑ์ในการวิเคราะห์พิจารณาประเมินจากช่วงของค่าเฉลี่ยเลขคณิตดังนี้

4.50 - 5.00	หมายถึง	ผลการประเมินระดับมากที่สุด
3.50 - 4.49	หมายถึง	ผลการประเมินระดับมาก
2.50 - 3.49	หมายถึง	ผลการประเมินระดับปานกลาง
1.50 - 2.49	หมายถึง	ผลการประเมินระดับน้อย
1.00 - 1.49	หมายถึง	ผลการประเมินระดับน้อยที่สุด

ซึ่งใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)
2. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ วัดอุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อพัฒนาโคมไฟส่องสว่างโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และเพื่อหาประสิทธิภาพโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

4.1 ผลการศึกษาจากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.2 ผลจากการออกแบบและสร้างโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ

4.3 การประเมินผลและหาประสิทธิภาพ ของโคมไฟส่องสว่าง พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ

4.4 ผลการออกแบบ

4.1 ผลการศึกษาจากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบระบบส่องสว่างโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน โดยได้ทำการศึกษาถึงหลักการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งาน และนำข้อมูลจากการรวบรวมรูปแบบโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแหล่งต่างๆ มาเป็นข้อมูล เพื่อใช้ในการออกแบบรวมทั้งปรึกษากับผู้ที่มีความรู้ทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ ปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุม และปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งการศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้ผลวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบดังนี้

4.1.1 ระบบการทำงานของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่

4.1.2 ขนาดสัดส่วนของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่

4.1.1 ระบบการทำงานของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ จากการศึกษาข้อมูลของโคมไฟส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ตามแหล่งที่มีการนำเข้า และปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ และบุคลากรที่ทำงานคลุกคลีอยู่กับการนำแสงอาทิตย์มาใช้ งาน ได้ข้อมูลเป็นผลสรุป เพื่อการออกแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเลือกใช้ระบบในการใช้งานของ โซลาร์เซลล์ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ โคมไฟส่องสว่าง สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ได้ศึกษาจากเอกสารตำรา เกี่ยวกับ เซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมีทั้งหมดอยู่ 3 ประเภทคือ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวของซิลิคอน เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน และเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเกล็ดเลียมอาร์เซไนต์ ซึ่งเซลล์ทั้งสามประเภทนี้มีคุณสมบัติในการใช้งานเหมือนกัน แต่ประสิทธิภาพการทำงานแตกต่างกัน ราคา และกรรมวิธีในการผลิตแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน

จากการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และผู้เชี่ยวชาญที่ทำงานเกี่ยวข้องกับโดยตรงเกี่ยวกับโซลาร์เซลล์ ได้ให้ความคิดเห็นว่า ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน ในส่วนของโคมไฟส่องสว่าง สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ เป็นโคมไฟที่ใช้สำหรับการประดับ ตกแต่งให้สถานที่นั้นมีความสวยงาม มีคุณค่า ควรเลือกใช้ระบบโซลาร์เซลล์ที่ให้กำเนิดพลังงานโดยตรง เป็นกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และเป็นแหล่งป้อนพลังงานให้กับหลอดไฟ DC ประเภทหลอด LED ที่มีความหลากหลายของการเลือกใช้สี และเป็นหลอดที่มีคุณสมบัติไม่มีความร้อนออกมาจากตัวหลอด ทำให้ไม่เป็นอันตรายต่ออุปกรณ์ที่ใช้งานร่วม

ในส่วนของแผงโซลาร์เซลล์ ที่ควรเลือกใช้ขึ้นอยู่กับการราคา และการนำมาออกแบบได้ง่าย ในส่วนของการศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ได้ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นชนิดผลึกเดี่ยวของซิลิคอน เป็นตัวเก็บพลังงานแสงอาทิตย์และนำมาเก็บประจุไว้ที่แบตเตอรี่ และจ่ายกระแสในเวลาที่ไม่ได้แสงให้กับหลอด LED เพื่อการส่องสว่าง โดยมีรายละเอียดของแผงโซลาร์เซลล์ หลอด LED แบตเตอรี่ แผงวงจร ดังนี้

โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ ASI-Solar Cell (ผลึกเดี่ยวซิลิคอน) ให้แรงดันไฟฟ้าขนาด 3.6 โวลต์ ใช้แบตเตอรี่ นิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ NiMH ขนาด 3.6 โวลต์ 1200 mAh ใช้หลอด LED แบบ Yellow Light Emission Diode ความส่องสว่าง 5-14 Lux ให้ความสว่างสูงสุด 20 ชั่วโมง (ถ้าแบตเตอรี่ประจุเต็ม)

Specification :

Bright Color : Yellow Light Emission Diode

Operating Time : 20 hour (In Case of Full current)

Starting Illuminance : 5~14 Lux

Solar Panel : Mono Crystalline Solar Cell (ASI-Solar Cell)

Lamp : Super Bright LED

Rechargeable Battery : High Temperature, NiMH, AA Size, 1.2 V, 1200 mAh

4.1.2 ขนาดสัดส่วนของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ จากการศึกษาข้อมูลเรื่องขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ พบว่าขนาดสัดส่วนของโคมไฟที่จะทำการออกแบบให้มีความเหมาะสม ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่างดังนี้

1. ความส่องสว่าง เป็นปัจจัยอันดับแรกที่มีความสำคัญ ในการกำหนดขนาดที่เหมาะสมของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ จากการศึกษาจากเอกสาร ตำรา เกี่ยวกับการออกแบบระบบแสงสว่าง พบว่าระดับค่าความสว่าง ตามมาตรฐานของ IES ที่กำหนดให้ระดับค่าความสว่างของ ตรอก ซอย อยู่ที่ 0.4 ฟุต แคนเดิล (ft-cd) เป็นมาตรฐานหลักไว้สำหรับกำหนดระยะในการออกแบบระบบการส่องสว่าง

จากนั้นผู้วิจัยได้นำมาตรฐาน การกำหนดระดับความสว่างมาคำนวณ หาระยะความสูงของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ โดยใช้ ทฤษฎีวิธีลูเมน (Lumen Method) ในการหาระยะความสูงของโคมไฟ โดยใช้กฎ 2X – 4X มาคำนวณหาระยะความสูงดังต่อไปนี้

ลูเมน (Lumen) ใช้บอกค่าความมากน้อยของพลังงานหรือกำลังงานของแหล่งกำเนิดแสง บอกในรูปของจำนวนเส้นแรงของปริมาณแสง (Luminous Flux) โดยผลสรุปว่า ความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดิลจะสามารถเปล่งปริมาณเส้นแรงของแสงออกมาได้ 12.57 ลูเมน

ฟุตแคนเดิล (Footcandle) ปริมาณแห่งการส่องสว่าง 1 ฟุตแคนเดิล มีค่าเท่ากับ 10.76 ลักซ์

จากปริมาณการส่องสว่างของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ เท่ากับ 5- 14 ลักซ์นำมาคำนวณได้ดังนี้

$$1 \text{ ฟุตแคนเดิล} = 10.76 \text{ ลักซ์}$$

$$10 \text{ ลักซ์} = 0.93 \text{ ฟุตแคนเดิล}$$

$$0.4 \text{ ฟุตแคนเดิล} = 4.3 \text{ ลักซ์}$$

จากกฎ 2X – 4X คำนวณหาระยะความสูงเท่ากับ 10 ลักซ์ ได้ความส่องสว่างเท่ากับ 0.93 ฟุตแคนเดิล ได้ความสูงของเสาเท่ากับ 1.86 ฟุต หรือเท่ากับ 55.8 เซนติเมตร

จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า ระยะความสูงของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ มีขนาดโดยประมาณ 40 – 80 เซนติเมตร และได้ทำการออกแบบ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลของการออกแบบครั้งที่ 1 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 วิเคราะห์ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งานประเมินความคิดเห็น
จากแบบร่าง (N = 7)

ลำดับ	ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน	$\bar{X}$	S.D	แปลความ
1	การติดตั้งและประกอบอุปกรณ์ต่างๆเพื่อใช้งานมีความสะดวก.....	3.33	0.58	ปานกลาง
2	มีความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้.....	3.67	1.00	ดี
3	การเคลื่อนย้ายหรือนำไปใช้งานในพื้นที่ต่างๆ.....	4.33	0.58	ดี
4	สามารถให้แสงสว่างได้.....	4.33	0.58	ดี
5	มีขนาดสัดส่วนของตัวเครื่องที่ทำการออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน.....	3.33	0.58	ปานกลาง
6	วงจรควบคุมทำงานได้ถูกต้อง.....	4.33	0.58	ดี
7	การนำเทคโนโลยีอุปกรณ์ต่างๆมาใช้ในการออกแบบ	3.00	0.00	ปานกลาง
8	การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานเหมาะสม.....	3.67	1.15	ดี
	รวม	3.74	0.63	ดี

จากตารางที่ 4.1 สามารถวิเคราะห์ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
คอมพิวเตอร์ส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ในด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งานอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 3.74$)

การติดตั้งและประกอบอุปกรณ์ต่างๆเพื่อใช้งานมีความสะดวก อยู่ในระดับปานกลางคือมี
ค่า ($\bar{X} = 3.33$)

มีความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 3.67$)

การเคลื่อนย้ายหรือนำไปใช้งานในพื้นที่ต่างๆอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.33$)

สามารถให้แสงสว่างได้อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.33$)

มีขนาดสัดส่วนของตัวเครื่องที่ทำการออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน อยู่ในระดับปาน
กลาง คือมีค่า ($\bar{X} = 3.33$)

วงจรควบคุมทำงานได้ถูกต้องอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.33$)

การนำเทคโนโลยีต่างๆมาใช้ในการออกแบบอยู่ในระดับปานกลาง คือมีค่า ($\bar{X} = 3.00$)

การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานเหมาะสมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.67$)

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ด้านรูปทรงความสวยงาม และความแข็งแรงของโครงสร้างประเมินความคิด
เห็นจากแบบร่าง (N = 7)

ลำดับ	ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง	$\bar{X}$	S.D	แปลความ
1	มีรูปทรงสวยงามน่าใช้.....	3.00	0.58	ปานกลาง
2	มีโครงสร้างมั่นคงแข็งแรง.....	4.33	0.58	ดี
3	ขนาดของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์มีความกะทัดรัดและสวยงาม.....	3.33	0.58	ปานกลาง
4	มีความเหมาะสมในการใช้วัสดุที่นำมาผลิตโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์.....	3.67	0.58	ดี
	รวม	3.58	0.58	ดี

จากตารางที่ 4.2 สามารถวิเคราะห์ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้างโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะดังรายละเอียดต่อไปนี้

ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้างอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X}$ = 3.58)

มีรูปทรงสวยงามน่าใช้อยู่ในระดับปานกลาง คือมีค่า ($\bar{X}$ = 3.00)

มีโครงสร้างมั่นคงแข็งแรงอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X}$ = 4.33)

ขนาดของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์มีความกะทัดรัดและสวยงามอยู่ในระดับปานกลาง คือมีค่า ($\bar{X}$ = 3.00)

มีความเหมาะสมในการใช้วัสดุที่นำมาผลิตโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X}$ = 3.67)

นำมาปรับปรุงรูปแบบของการออกแบบในด้านความคิดเห็นที่ยังไม่เป็นผลดี ต่อผลิตภัณฑ์ที่จะทำการสร้าง เพื่อนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพ นำแบบประเมินความคิดเห็นไปปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านงานวิจัยทางการศึกษา และทำการแก้ไขแบบสอบถามให้มีความหมายตรงกับวัตถุประสงค์ และนิยามศัพท์ ให้กระชับรัดกุมมากที่สุด จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ประเมินผลของผลิตภัณฑ์หลังจากการแก้ไขแล้ว

2. รูปแบบของตัวโคม สำหรับโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ จากการศึกษาในส่วนของรูปแบบตัวโคมที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ และจากการออกแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ได้ผลสรุปว่าในส่วนของตัวพลาสติกที่เป็นลักษณะใสที่ใช้ครอบตัวแผงโซลาร์เซลล์ ควรใช้พลาสติกที่มีความแข็งแรงทนทาน มีอายุการใช้งานยาวนาน ควรใช้พลาสติก เพกซิกลาส (Plexiglass) ซึ่งเป็นพลาสติกที่ใช้แทนแก้ว มีส่วนผสมของไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์กลาส ทนความร้อน เพลกซิกลาส มีประโยชน์โดยการใช้ทำเป็นแผ่นแก้วนิรภัย แผ่นกระจก แทนหินเจียรนัย ฝาครอบไฟฟ้า ไฟเลี้ยวรถยนต์ ของใช้ในงานสุขภัณฑ์ ฯลฯ

3. ตัวฐานบน ฐานล่าง และตัวโครงร่างของโคมไฟส่องสว่าง พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ จากการศึกษาในส่วนของรูปแบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพลาสติก ทำให้เกิดปัญหาเรื่องความแข็งแรง และความคงทนของผลิตภัณฑ์ และการประเมินความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญได้ผลสรุปว่า วัสดุที่เหมาะสมในการใช้เป็นส่วนประกอบของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ใช้เหล็กกล้าแบบผสม SCM 440 ที่นำมาขึ้นรูปและนำมาชุบโครเมียมเป็นส่วนประกอบสำคัญของงานวิจัย โดยผ่านการชุบ 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ชุบนิเกิล
2. ชุบทองแดง
3. ชุบโครเมียม

จะทำให้วัสดุมีความสวยงามและไม่เกิดสนิมได้ถ้าผ่านการชุบตามขั้นตอนที่ถูกต้อง

4.2 ผลจากการออกแบบและสร้างโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทำให้สามารถสรุปประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ และนำมาสู่ขบวนการออกแบบและสร้างโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ และนำมาประเมินหาคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านวิศวกรรมไฟฟ้า จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านความงาม 3 ท่าน ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ 2 ด้าน ได้แก่ ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านรูปทรงและความสวยงาม ซึ่งมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

4.2.1 นำข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ผลการประเมินในลักษณะเป็นรายด้านดังนี้ คือ

ตารางที่ 4.3 วิเคราะห์ด้านหน้าที่ใช้สอย และความสะดวกสบายในการใช้งาน โดยผู้เชี่ยวชาญ
(N = 7)

ลำดับ	ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน	$\bar{X}$	S.D	แปลความ
1	สนองความต้องการของผู้ใช้.....	4.29	0.49	ดี
2	ขนาดสัดส่วนมีความสัมพันธ์กับผู้ใช้.....	4.29	0.76	ดี
3	การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานที่เหมาะสม.....	4.43	0.53	ดี
4	วงจรควบคุมการทำงานมีความถูกต้อง.....	4.29	0.49	ดี
5	การออกแบบระบบที่ใช้งานได้ง่าย.....	4.43	0.53	ดี
6	มีความสะดวกในการนำไปใช้งาน.....	4.71	0.49	ดีมาก
7	การติดตั้งมีความสะดวก.....	4.57	0.53	ดีมาก
8	การประกอบอุปกรณ์มีความสะดวก.....	4.71	0.49	ดีมาก
	รวม	4.47	0.54	ดี

จากตารางที่ 4.3 สามารถวิเคราะห์ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ในด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งานสรุปผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.47$)

โดยสรุปผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในรายด้านได้ผลสรุปดังรายละเอียดต่อไปนี้

สนองความต้องการของผู้ใช้อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.29$)

ขนาดสัดส่วนมีความสัมพันธ์กับผู้ใช้อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.29$)

การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานที่เหมาะสมอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.43$)

วงจรควบคุมการทำงานมีความถูกต้องอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.29$)

การออกแบบระบบที่ใช้งานได้ง่ายอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.43$)

มีความสะดวกในการนำไปใช้งานอยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.71$)

การติดตั้งมีความสะดวกอยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.57$)

การประกอบอุปกรณ์มีความสะดวกอยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.71$)

ตารางที่ 4.4 วิเคราะห์ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง โดยผู้เชี่ยวชาญ
(N = 7)

ลำดับ	ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง	$\bar{X}$	S.D	แปลความ
1	มีรูปทรงสวยงามน่าใช้.....	4.57	0.79	ดีมาก
2	มีโครงสร้างมั่นคงเรียบง่าย.....	4.57	0.53	ดีมาก
3	ส่วนประกอบต่างๆ มีความแข็งแรง.....	4.57	0.53	ดีมาก
4	ขนาดของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์มีความกะทัดรัดและสวยงาม.....	4.00	0.58	ดี
5	มีความเหมาะสมในการใช้วัสดุที่นำมาผลิตโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์.....	4.57	0.53	ดีมาก
	รวม	4.46	0.59	ดี

จากตารางที่ 4.4 สามารถวิเคราะห์ด้านรูปทรงความสวยงาม และความแข็งแรงของโครงสร้างโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะดังรายละเอียดต่อไปนี้

ในด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของ โครงสร้างสรุปผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.46$)

โดยผลสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในรายด้าน ได้ผลสรุปดังรายละเอียดต่อไปนี้

มีรูปทรงสวยงามน่าใช้อยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.57$)

มีโครงสร้างมั่นคงเรียบง่ายอยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.57$)

ส่วนประกอบต่างๆ มีความแข็งแรงอยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.57$)

ขนาดของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์มีความกะทัดรัดและสวยงามอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.00$)

มีความเหมาะสมในการใช้วัสดุที่นำมาผลิต โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.57$)

4.3 การประเมินผลและหาประสิทธิภาพ ของโคมไฟส่องสว่าง พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ

การประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่ม
เอนก
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจ้าหน้าที่และลูกจ้างสวนสาธารณะสวนหนองจอกจำนวน 15 คน ซึ่งผู้ดำเนินการวิจัยได้ทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ในด้านการหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 2 ด้านคือ

1. ด้านหน้าที่ใช้สอย และความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

ซึ่งมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 วิเคราะห์ด้านหน้าที่ใช้สอย และความสะดวกสบายใน การใช้งานโดยกลุ่มตัวอย่าง
(N = 15)

ลำดับ	ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน	$\bar{X}$	S.D	แปลความ
1	การติดตั้งและประกอบอุปกรณ์ต่างๆเพื่อใช้งานมีความสะดวก.....	4.33	0.79	ดี
2	การเคลื่อนย้ายหรือนำไปใช้งานในพื้นที่ต่างๆ.....	4.33	0.72	ดี
3	มีขนาดสัดส่วนของตัวโครงร่างที่ทำการออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน.....	4.40	0.63	ดี
4	มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ สภาพบริเวณรอบข้าง.....	4.33	0.62	ดี
	รวม	4.35	0.70	ดี

จากตารางที่ 4.5 สามารถวิเคราะห์ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ในด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งานสรุปผลความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างในภาพรวมอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.35$)

โดยผลสรุปความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างในรายด้านได้ผลสรุปดังรายละเอียดต่อไปนี้ การติดตั้งและประกอบอุปกรณ์ต่างๆเพื่อใช้งานมีความสะดวก อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.33$)

การเคลื่อนย้ายหรือนำไปใช้งานในพื้นที่ต่างๆอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.33$)

มีขนาดสัดส่วนของตัวโครงร่างที่ทำการออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.40$)

มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ สภาพบริเวณรอบข้างอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.33$)

ตารางที่ 4.6 วิเคราะห์ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง โดยกลุ่มตัวอย่าง
(N = 15)

ลำดับ	ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง	$\bar{X}$	S.D	แปลความ
1	มีรูปทรงสวยงามน่าใช้.....	4.27	0.80	ดี
2	มีโครงสร้างมั่นคงเรียบง่าย.....	4.40	0.74	ดี
3	ขนาดของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์มีความกะทัดรัดและสวยงาม.....	4.43	0.62	ดี
4	มีความเหมาะสมในการใช้วัสดุที่นำมาผลิตโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์.....	4.40	0.63	ดี
	รวม	4.39	0.70	ดี

จากตารางที่ 4.6 สามารถวิเคราะห์ด้านรูปทรงความสวยงาม และความแข็งแรงของโครงสร้างโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะดังรายละเอียดต่อไปนี้

ในด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของ โครงสร้างสรุปผลความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างในภาพรวมอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.39$)

โดยผลสรุปความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างในรายด้านได้ผลสรุปดังรายละเอียดต่อไปนี้

มีรูปทรงสวยงามน่าใช้อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.27$)

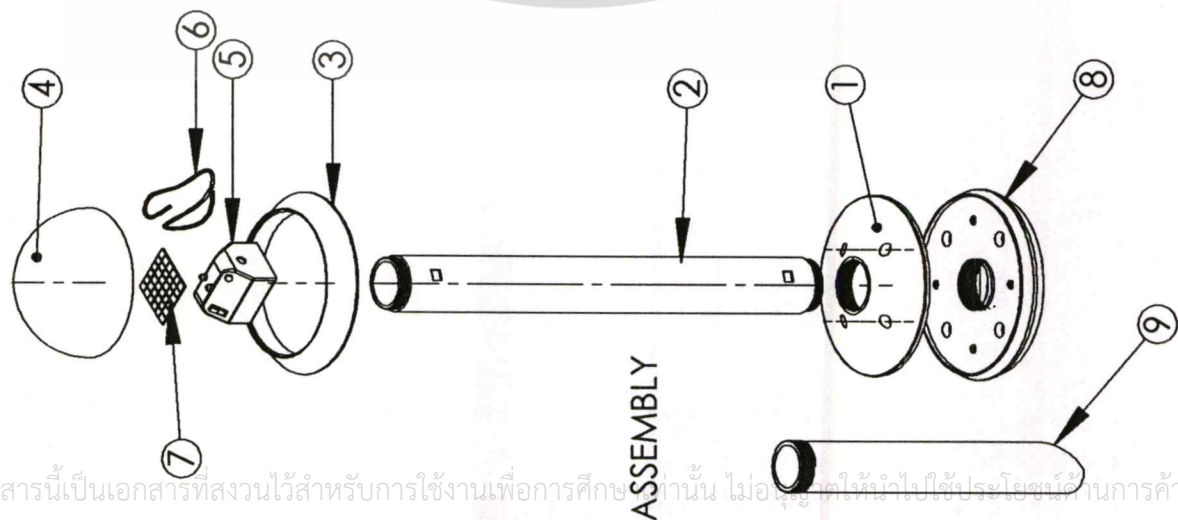
มีโครงสร้างมั่นคงเรียบง่ายอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.40$)

ขนาดของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์มีความกะทัดรัดและสวยงามอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.43$)

มีความเหมาะสมในการใช้วัสดุที่นำมาผลิต โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.40$)

4.4 ผลการออกแบบ

การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ได้ทำการสร้างแบบเพื่อการผลิต ดังรายละเอียดดังนี้



ISOMETRIC

Options



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
BREAK SHARP
EDGES

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN P.Roong		
CHKD P.Roong		
APPRVD		
MFG		
Q.A		

MATERIAL:

No.	Description	QTY.	Materials
1	ฐาน	1	โลหะ
2	เสา	1	โลหะ
3	ฐานโคม	1	โลหะ
4	โคม	1	พลาสติก
5	ชุดวงจรและแบตเตอรี่	1	พลาสติก
6	สายไฟ	1	มาตรฐาน
7	แผงโซลาร์เซลล์	1	มาตรฐาน
8	ฐานสำหรับยึดติดตั้ง	1	โลหะ
9	เสาสำหรับฝังดิน	1	โลหะ

REVISION 000

DO NOT SCALE DRAWING

INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATIONAL
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

A STUDY AND DEVELOPMENT THE SOLAR POWERED PUBLIC
PARK LIGHT IN YARD

BY : MR. ROONG PADTONGLANG 44064830

72

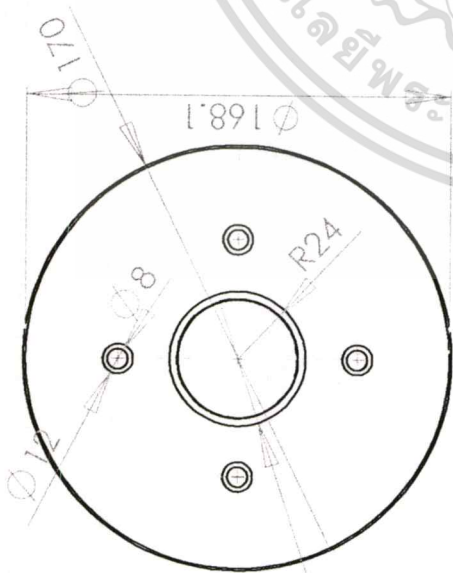
DWG NO.

Bill of Materials

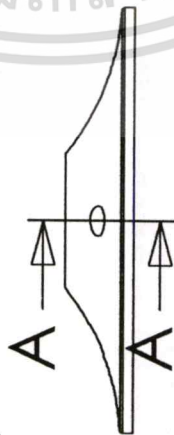
SCALE:1:5

SHEET 1 OF 1

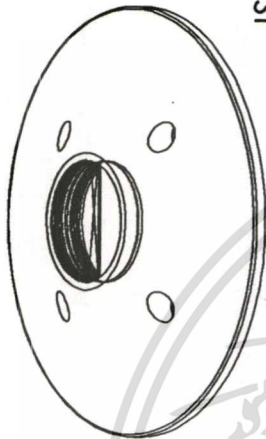
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



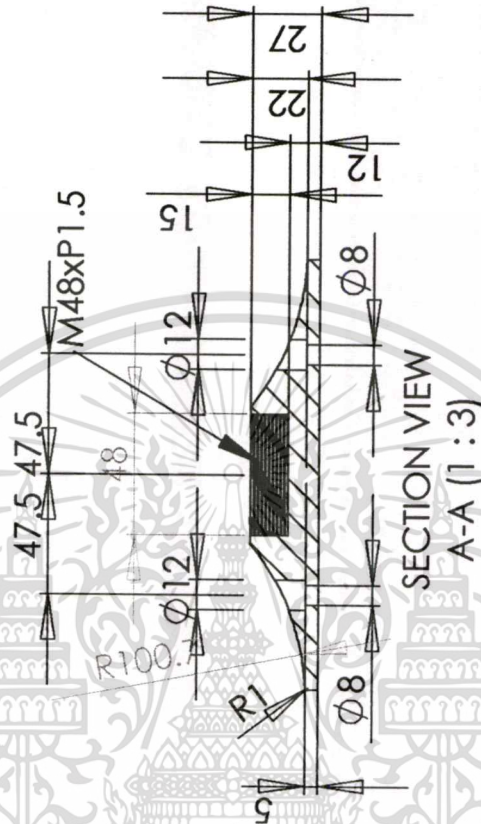
TOP VIEW



FRONT VIEW

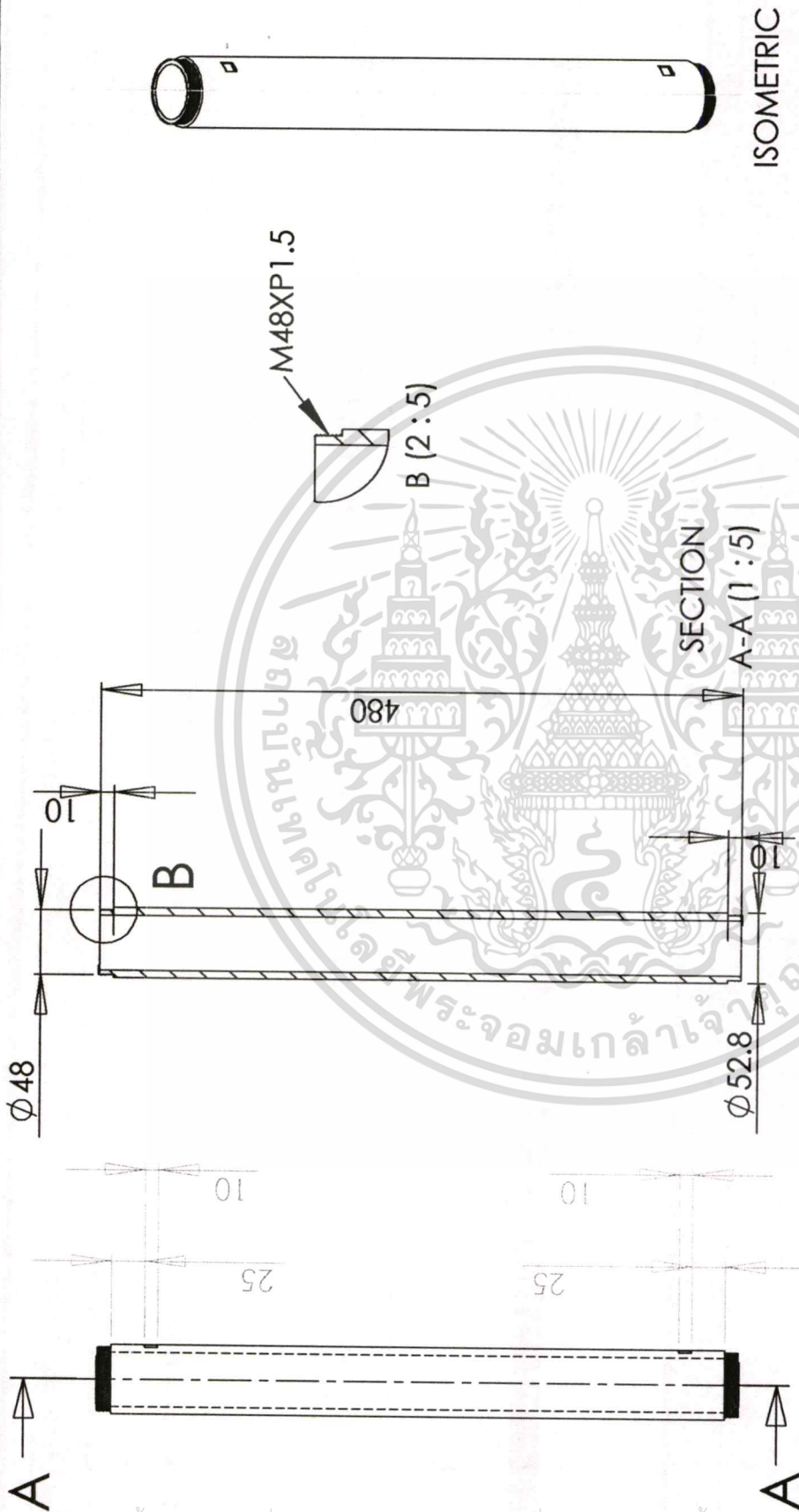


ISOMETRIC



SECTION VIEW
A-A (1 : 3)

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 000	
SURFACE FINISH:				TOLERANCES:		INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATIONAL KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		A STUDY AND DEVELOPMENT THE SOLAR POWERED PUBLIC PARK LIGHT IN YARD		73	
LINEAR:				ANGULAR:		BY : MR. ROONG PADTONGLANG 44064830		DWG NO.		PART : 1	
NAME		SIGNATURE		DATE		MATERIAL:		SCALE:1:2		SHEET 1 OF 1	
DRAWN P. Roong											
CHK'D P. Roong											
APPVD											
MFG											
Q.A											



SIDE VIEW



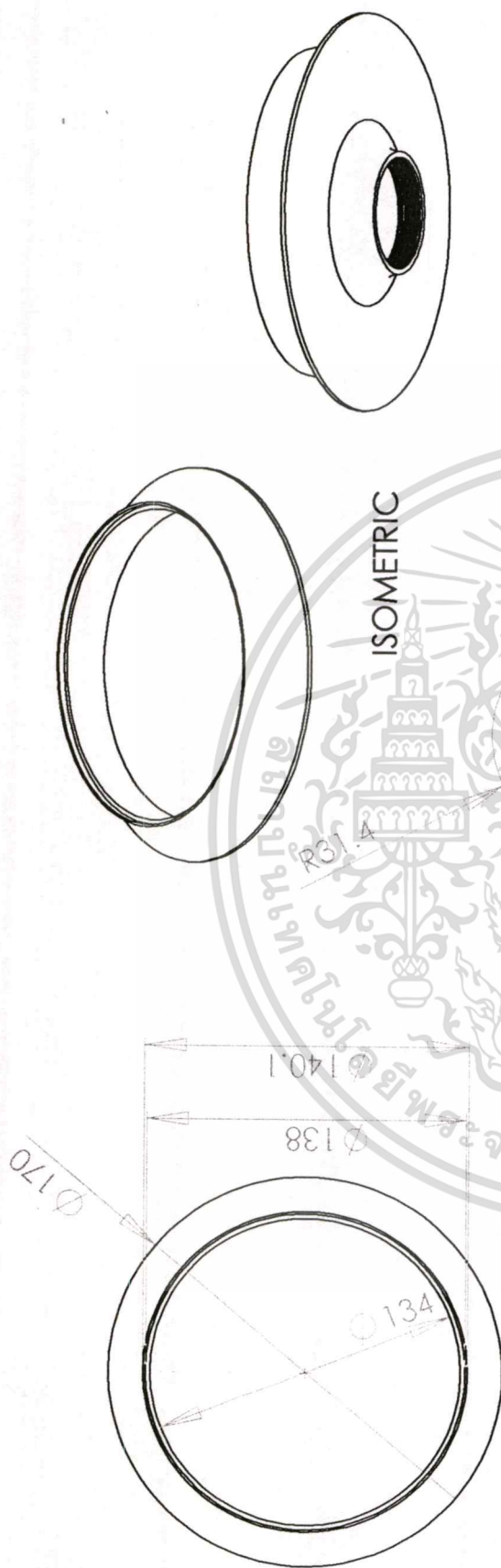
TOP VIEW

ISOMETRIC

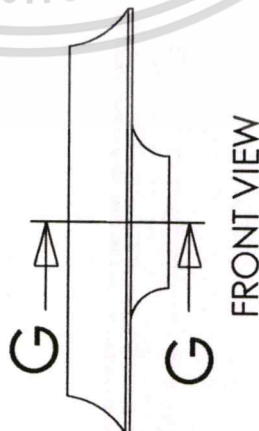
DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		000	
INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATIONAL KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG					
A STUDY AND DEVELOPMENT THE SOLAR POWERED PUBLIC PARK LIGHT IN YARD					
BY : MR. ROONG PADTONGLANG 44064830					
DWG NO.					
74					
PART : 2					
SCALE:1:10					
SHEET 1 OF 1					

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	
SURFACE FINISH:		SIGNATURE		DATE	
TOLERANCES:		NAME			
LINEAR:		DRAWN		P.Roong	
ANGULAR:		CHK'D		P.Roong	
		APP'VD			
		MFG			
		Q.A			
				MATERIAL:	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TOP VIEW

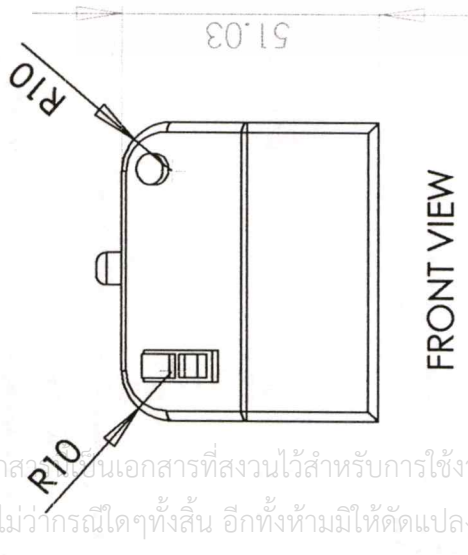


FRONT VIEW

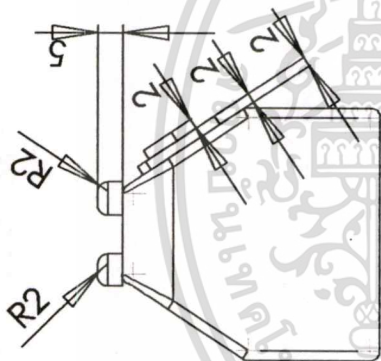
ISOMETRIC

SECTION
G-G (1:2)

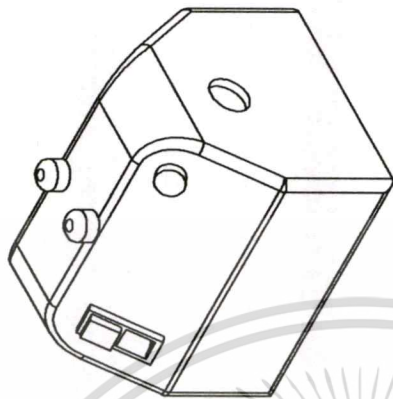
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 000	
SURFACE FINISH:				TOLERANCES:		INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY		INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY		FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATIONAL	
LINEAR:				ANGULAR:		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		A STUDY AND DEVELOPMENT THE SOLAR POWERED PUBLIC		PARK LIGHT IN YARD	
DRAWN				NAME		SIGNATURE		DATE		BY : MR. ROONG PADTONGLANG 44064830	
CHK'D				P.Roong		P.Roong		MATERIAL:		DWG NO.	
APPVD				P.Roong		P.Roong		PART : 3		75	
MFG				Q.A		Q.A		SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1	



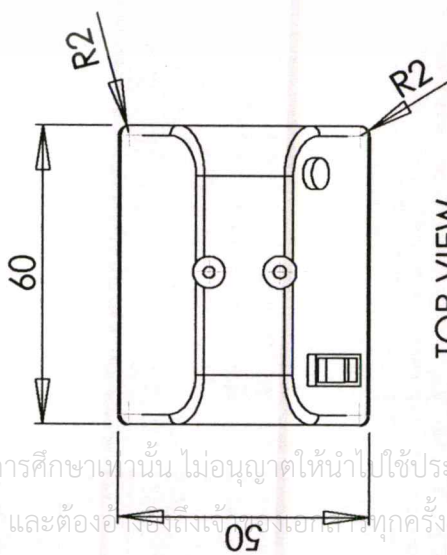
FRONT VIEW



SIDE VIEW



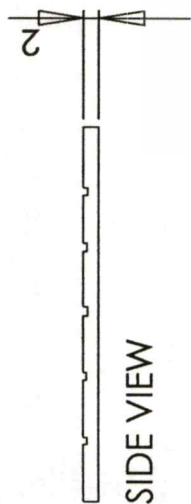
ISOMETRIC



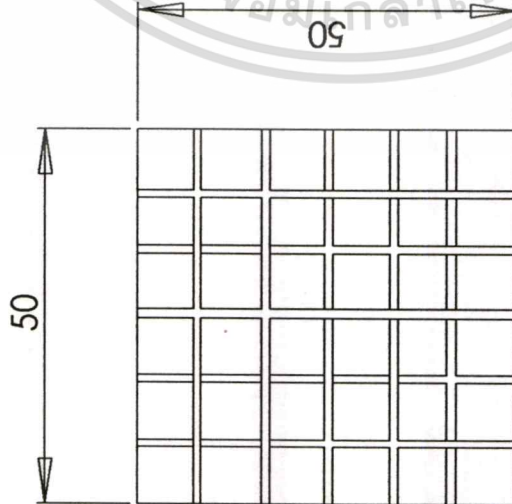
TOP VIEW

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		000	
SURFACE FINISH:		TOLERANCES:		NAME		SIGNATURE		DATE		INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATIONAL KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	
LINEAR:		ANGULAR:		DRAWN		P.Roong				A STUDY AND DEVELOPMENT THE SOLAR POWERED PUBLIC PARK LIGHT IN YARD	
				CHK'D		P.Roong				BY : MR. ROONG PADTONGLANG 44064830	
				APPVD						DWG NO.	
				MFG						PART : 5	
				Q.A						SCALE: 1:1	
										SHEET 1 OF 1	

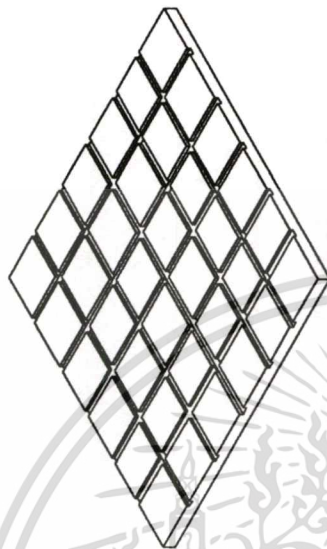
77



SIDE VIEW



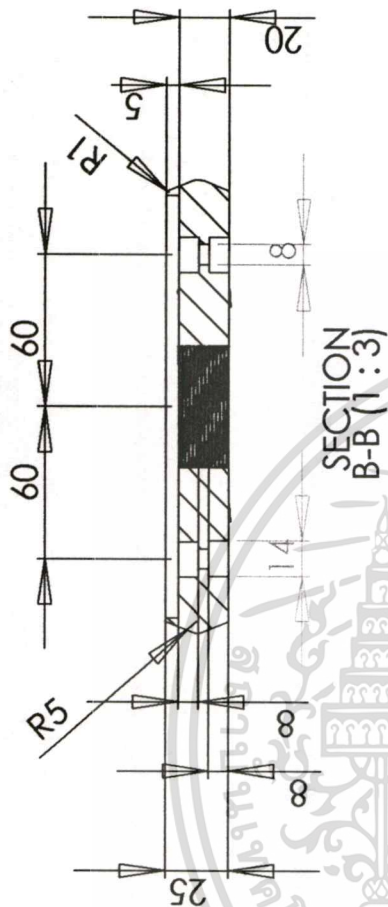
TOP VIEW



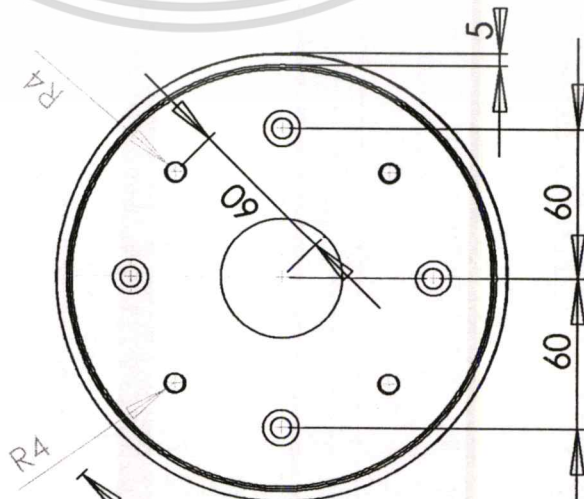
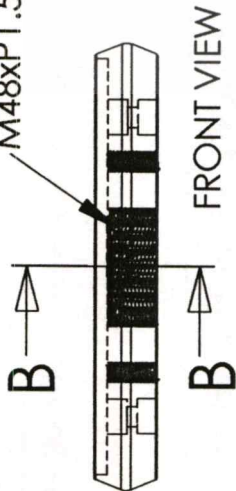
ISOMETRIC

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION	000
SURFACE FINISH:		DATE				INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATIONAL KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		
TOLERANCES:		SIGNATURE				A STUDY AND DEVELOPMENT THE SOLAR POWERED PUBLIC PARK LIGHT IN YARD		
LINEAR:		NAME				BY : MR. ROONG PADTONGLANG 44064830		
ANGULAR:		DRAWN				78		
		CHK'D				DWG NO.		
		APV'D				PART : 7		
		MFG				SCALE: 1:1		
		QA				SHEET 1 OF 1		

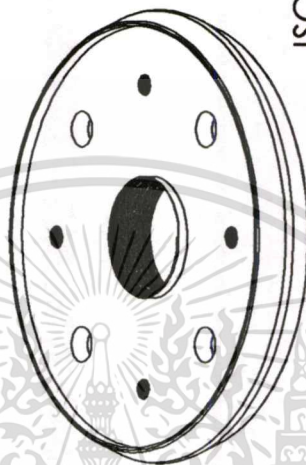
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



M48xP1.5

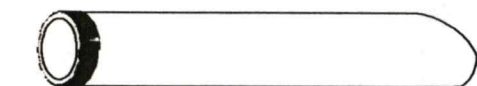
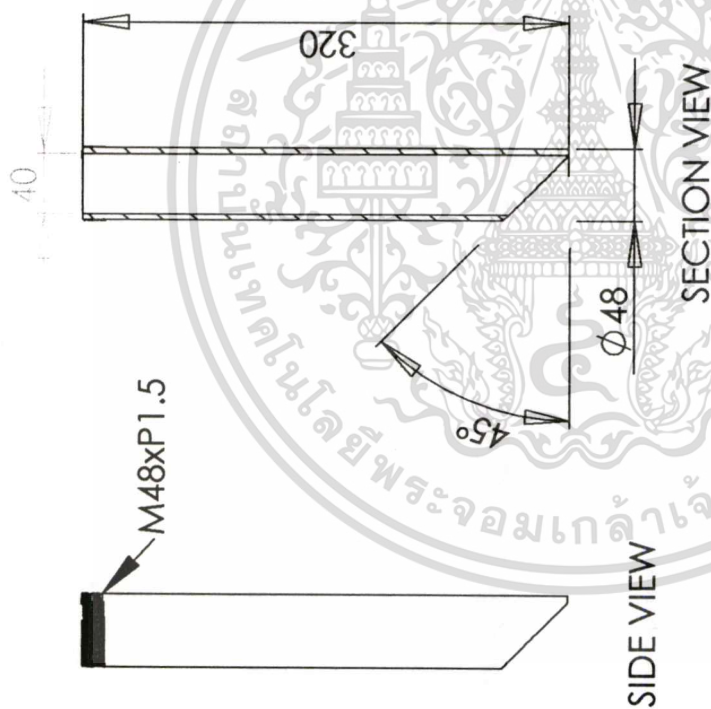
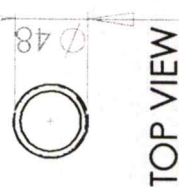
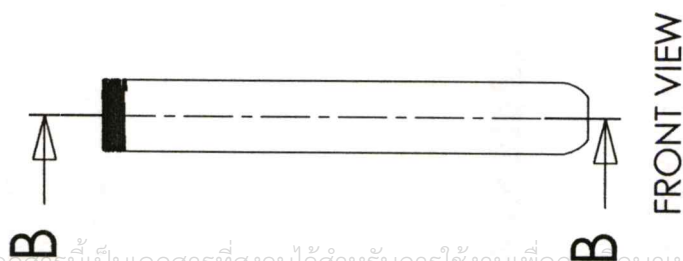


ISOMETRIC



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 000	
SURFACE FINISH:				NAME		SIGNATURE		INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY		FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATIONAL	
TOLERANCES:				P.ROOM		DATE		KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		A STUDY AND DEVELOPMENT THE SOLAR POWERED PUBLIC	
LINEAR:				CHK'D		MATERIAL:		BY : MR. ROONG PADTONGLANG 44064830		PARK LIGHT IN YARD	
ANGULAR:				APP'VD		DWG NO.		PART : 8		79	
				MFG		SCALE: 1:5		SHEET 1 OF 1			
				Q.A							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	000	
			INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATIONAL KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY IADKRBANG				
			A STUDY AND DEVELOPMENT THE SOLAR POWERED PUBLIC PARK LIGHT IN YARD				
			BY : MR. ROONG PADTONGLANG 44064830				
			80				
				DWG NO.		PART : 9	
				SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1	



DEFENDING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ในบทนี้เป็นบทสรุปผลการวิจัย วัตถุประสงค์ของการวิจัย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ โดยประกอบด้วยข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไปดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อพัฒนาโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์
3. เพื่อหาประสิทธิภาพโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 2 ด้านดังนี้

3.1 ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน

3.2 ด้านรูปทรงและความสวยงาม

โดยจากผลการวิจัยสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์การวิจัย ที่ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพ โคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ทั้ง 2 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน จากผลการวิจัย และนำมาประเมินผลของการวิจัยในรูปของการแปลความหมายให้สามารถเข้าใจได้ง่าย เป็นตารางข้อมูล บอกรายการวัดการประเมินออกมาเป็นตัวเลข ด้วยค่าสถิติ ซึ่งผลการประเมินโดยภาพรวมในด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ได้สรุปผลการประเมินเป็น 3 ตอน โดยในส่วนของ ตอนที่ 1 เป็นการรวบรวมข้อมูลผลิตภัณฑ์เดิม และผลิตภัณฑ์ข้างเคียง ตอนที่ 2 เป็นผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ตอนที่ 3 เป็นการประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสามารถสรุปเป็นภาพโดยรวมในด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คือให้ผลการประเมินอยู่ในระดับดี

โดยแสดงออกมาเป็นค่าเฉลี่ยรวมของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 7 ท่าน มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.47$)

ซึ่งแปลความหมาย ว่าด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งานอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการประเมินเหมือนกับ การประเมินจากกลุ่มตัวอย่าง โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.35$) แปลผลอยู่ในเกณฑ์ดี เหมือนกับความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

ด้านที่ 2 ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง จากผลการประเมินมองโดยภาพรวมของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในเกณฑ์ดีเช่นเดียวกับด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน คือมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.46$) และในส่วนของผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง ได้ผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดี เช่นเดียวกัน คือมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.39$)

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลการวิจัยสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรได้แก่ ผู้ใช้สวนสาธารณะทั่วทั้งประเทศไทย

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มเจ้าหน้าที่และลูกจ้างสวนสาธารณะสวนหนองจอกจำนวน 15 คน โดยการใช้ตารางสำเร็จรูปของ Robert V. Krejcie. (อ้างใน เอกสารประกอบการสอน เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม. 2546 : 1-10) เป็นเกณฑ์ในการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้ดำเนินการวิจัยได้ทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ในด้านการหาประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 2 ด้านคือ

1. ด้านหน้าที่ใช้สอย และความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

- ## 2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ได้ทำการประเมินความคิดเห็นจากการหาประสิทธิภาพ ของ
คอมพิวเตอร์ส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ โดยการให้คำ
ตอบจากแบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่างให้ความร่วมมือในการประเมินเป็นอย่างดี ซึ่ง จากผลสรุป
ความคิดเห็นรวมของกลุ่มตัวอย่างจาก ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน และ
ด้านรูปทรงและความสวยงามของโครงสร้าง ได้ผลสรุปการประเมินผลิตภัณฑ์ในเกณฑ์ดี

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และแบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง มีทั้งหมด 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจผลิตภัณฑ์เดิม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในส่วนของการออกแบบโคมไฟส่องสว่างที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และประเมินคุณภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ด้านคือ หนึ่ง ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน สองด้านรูปทรงและความสวยงาม

ตอนที่ 3 เป็นแบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพ ของคอมพิวเตอร์สว่านที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ จากการนำผลิตภัณฑ์ไปติดตั้งที่สวนสาธารณะแห่งหนึ่ง ผลปรากฏว่าสวนสาธารณะแห่งนี้มีความสวยงามและร่มรื่นมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต้นไม้และสวนสาธารณะได้อีกด้วย

ตั้ง และทำการประเมินจากกลุ่มตัวอย่าง 2 ด้านดังนี้คือ หนึ่งด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน สองด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง

5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลรูปแบบต่างๆ ของโคมไฟที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแหล่งที่มีการนำเข้า และนำผลสรุปมาออกแบบ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของแบบ โดยการออกแบบ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน และนำแบบประเมินครั้งที่ 1 มาสรุปและแก้ไขและทำการปรับปรุงแบบและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินครั้งที่ 2 และนำผลการประเมินมาสรุปและสร้างโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ จากนั้นนำไปหาประสิทธิภาพ โดยให้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ ทั้งในส่วนของการเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บแบบประเมิน นำแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน นำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบหาประสิทธิภาพ เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมดนี้ ผู้ดำเนินการวิจัยเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเอง

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ เป็นงานวิจัยที่อธิบายคุณลักษณะของข้อมูล (รายละเอียดของข้อมูล) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และแบบสัมภาษณ์ โดยใช้วิธีการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ซึ่งใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) ในการอธิบายผลของการวิจัย และใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ควบคู่กับค่าเฉลี่ยเพื่อใช้อธิบายความคิดเห็นที่แตกต่างของผู้ตอบแบบประเมิน ในแต่ละรายชื่อ

5.1.6 ผลการวิจัย

ผลสรุปของการศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ได้ผลสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจากการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และกลุ่มตัวอย่างจากการประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการประเมิน 2 ด้านคือ หนึ่งด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน สองด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจากผลสรุปการประเมิน จากแบบประเมินคุณภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ เมื่อพิจารณาเป็นภาพรวมพบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ในระดับดี โดยในด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.47$) แปลผลการประเมินอยู่ในระดับดี และในด้านรูปทรงความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นมองในภาพรวมอยู่ในระดับดี เช่นกัน คือมีค่า ($\bar{X} = 4.46$)

ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อแล้วพบว่าความคิดเห็นส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี โดยเรียง 8 ลำดับ จากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นสูงสุดมาถึงต่ำสุดดังนี้ มีความสะดวกในการนำไปใช้งานอยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.71$) การประกอบอุปกรณ์มีความสะดวกอยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.71$) การติดตั้งมีความสะดวกอยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.57$) การออกแบบระบบที่ใช้งานได้ง่ายอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.43$) การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานที่เหมาะสมอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.43$) สนองความต้องการของผู้ใช้อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.29$) ขนาดสัดส่วนมีความสัมพันธ์กับผู้ใช้ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.29$) วงจรควบคุมการทำงานมีความถูกต้องอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.29$)

ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อแล้วพบว่า ความคิดเห็นส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี โดยเรียง 5 ลำดับ จากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นสูงสุดมาถึงต่ำสุดดังนี้ มีรูปทรงสวยงามน่าใช้อยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.57$) มีโครงสร้างมั่นคงเรียบง่ายอยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.57$) ส่วนประกอบต่างๆ มีความแข็งแรงอยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.57$) มีความเหมาะสมในการใช้วัสดุที่นำมาผลิต โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{X} = 4.57$) ขนาดของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์มีความกะทัดรัดและสวยงามอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.00$)

ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างจากผลสรุปการประเมิน จากแบบประเมินประสิทธิภาพของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ เมื่อพิจารณาเป็นภาพรวมพบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ในระดับดี โดยในด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.35$) แปลผลการประเมินอยู่ในระดับดี และในด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นมองในภาพรวมอยู่ในระดับดี เช่นกัน คือมีค่า ($\bar{X} = 4.39$)

ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อแล้วพบว่าความคิดเห็นส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี โดยเรียง 4 ลำดับ จากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นสูงสุดมาถึงต่ำสุดดังนี้ มีขนาดสัดส่วนของตัวโครงร่างที่ทำการออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.40$) การติดตั้งและประกอบอุปกรณ์ต่างๆ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อใช้งานมีความสะดวก อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.33$) การเคลื่อนย้ายหรือนำไปใช้งานในพื้นที่ต่างๆอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.33$) มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ สภาพบริเวณรอบข้างอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.33$)

ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรง ของโครงสร้าง ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อแล้วพบว่า ความคิดเห็นส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี โดยเรียง 4 ลำดับ จากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นสูงสุดมาถึงต่ำสุดดังนี้ ขนาดของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์มีความกะทัดรัดและสวยงามอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.43$) มีโครงสร้างมั่นคงเรียบง่ายอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.40$) มีความเหมาะสมในการใช้วัสดุที่นำมาผลิต โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.40$) มีรูปทรงสวยงามน่าใช้อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{X} = 4.27$)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยมีสาระที่จะนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งานภาพรวมอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เป็นเพราะผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองตรงตามวัตถุประสงค์ได้ดี มีความสะดวกในการนำไปใช้งานอยู่ในระดับดีมาก การประกอบอุปกรณ์มีความสะดวกอยู่ในระดับดีมาก การติดตั้งมีความสะดวกอยู่ในระดับดีมาก การออกแบบระบบที่ใช้งานได้ง่ายอยู่ในระดับดี การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานที่เหมาะสมอยู่ในระดับดี สนองความต้องการของผู้ใช้อยู่ในระดับดี ขนาดสัดส่วนมีความสัมพันธ์กับผู้ใช้ในระดับดี วงจรควบคุมการทำงานมีความถูกต้องอยู่ในระดับดี ซึ่งผลการหาประสิทธิภาพสามารถสนองตอบ กับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตามกรอบแนวคิด ของ (นวณ้อย บุญวงศ์. 2539 : 115 - 120) จากการหาคุณภาพ ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ซึ่งให้ผลอยู่ในเกณฑ์ดี ตรงกับการคัดเลือกงานออกแบบที่ดีของนวณ้อย บุญวงศ์ ซึ่งพิจารณาดังนี้

1. ดึงดูดสายตาด้วยลักษณะรูปทรงที่น่าสนใจ (Eye Appeal)
2. สนองประโยชน์ใช้สอยได้ครบถ้วนชัดเจน (Function)
3. สร้างขึ้นอย่างถูกต้องให้ความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน (Construction)

และในด้านขนาดสัดส่วนของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ออกแบบได้ในเกณฑ์มาตรฐาน ของ IES ในเรื่องระดับความส่องสว่างที่เป็นมาตรฐานสากล

ในการเลือกใช้วัสดุในการออกแบบและสร้างโคมไฟส่องสว่าง พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะเพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ผู้ดำเนินการวิจัยได้ทำการเลือกใช้วัสดุและทำการออกแบบโดยปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ และศึกษาจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสอดคล้องกับการเลือกใช้วัสดุของ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2540 : 106-109)

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง ภาพรวมอยู่ในระดับดี ซึ่งมองผลรวมของค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เห็นว่าด้านนี้ดีกว่าด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ทั้งนี้เป็นเพราะผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองตรงตามวัตถุประสงค์ได้ดี มีความเหมาะสมในการใช้วัสดุที่นำมาผลิต โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในระดับดีมาก มีรูปทรงสวยงามน่าใช้อยู่ในระดับดีมาก มีโครงสร้างมั่นคงเรียบง่ายอยู่ในระดับดีมาก ส่วนประกอบต่างๆ มีความแข็งแรงอยู่ในระดับดี ขนาดของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์มีความกะทัดรัดและสวยงาม อยู่ในระดับดี ซึ่งผลการหาประสิทธิภาพสามารถสนองตอบ กับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตามกรอบแนวคิด ของ (นวลน้อย บุญวงศ์. 2539 : 115 - 120) จากการหาประสิทธิภาพ ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง ซึ่งให้ผลอยู่ในเกณฑ์ดี ตรงกับการคัดเลือกงานออกแบบที่ดีของนวลน้อย บุญวงศ์ ซึ่งพิจารณาดังนี้

1. ดึงดูดสายตาด้วยลักษณะรูปทรงที่น่าสนใจ (Eye Appeal)
2. สนองประโยชน์ใช้สอยได้ครบถ้วนชัดเจน (Function)
3. สร้างขึ้นอย่างถูกต้องให้ความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน (Construction)

ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งานภาพรวมอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เป็นเพราะผลิตภัณฑ์ สามารถตอบสนองตรงตามวัตถุประสงค์ได้ดี มีขนาดสัดส่วนของตัวโครงร่างที่ทำการออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน การติดตั้งและประกอบอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้งานมีความสะดวก อยู่ในระดับดี การเคลื่อนย้ายหรือนำไปใช้งานในพื้นที่ต่างๆ อยู่ในระดับดี มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ สภาพบริเวณรอบข้างอยู่ในระดับดี ซึ่งผลการหาประสิทธิภาพสามารถสนองตอบ กับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตามกรอบแนวคิด ของ (นวลน้อย บุญวงศ์. 2539 : 115 - 120) จากการหาประสิทธิภาพ ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ซึ่งให้ผลอยู่ในเกณฑ์ดี ตรงกับการคัดเลือกงานออกแบบที่ดีของ

นวลน้อย บุญวงศ์ ซึ่งพิจารณาดังนี้

การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ดึงดูดสายตาด้วยลักษณะรูปทรงที่น่าสนใจ (Eye Appeal)
2. สนองประโยชน์ใช้สอยได้ครบถ้วนชัดเจน (Function)
3. สร้างขึ้นอย่างถูกต้องให้ความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน (Construction)

ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ เพื่อการตกแต่งเฉพาะที่ ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง ภาพรวมอยู่ในระดับดี ซึ่งมองผลรวมของค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง เห็นว่าด้านนี้กับด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน มีการประเมินความคิดเห็นอยู่ในเกณฑ์เท่าๆ กัน ซึ่งหมายถึงว่า ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ได้ดี ขนาดของโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์มีความกะทัดรัดและสวยงามอยู่ในระดับดี มีโครงสร้างมั่นคงเรียบง่ายอยู่ในระดับดี มีความเหมาะสมในการใช้วัสดุที่นำมาผลิต โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในระดับดี มีรูปทรงสวยงามน่าใช้อยู่ในระดับดี ซึ่งผลการหาประสิทธิภาพสามารถสนองตอบ กับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตามกรอบแนวคิด ของ (นวลน้อย บุญวงศ์. 2539 : 115 - 120) จากการหาประสิทธิภาพ ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง ซึ่งให้ผลอยู่ในเกณฑ์ดี ตรงกับการคัดเลือกงานออกแบบที่ดีของนวลน้อย บุญวงศ์ ซึ่งพิจารณาดังนี้

1. ดึงดูดสายตาด้วยลักษณะรูปทรงที่น่าสนใจ (Eye Appeal)
2. สนองประโยชน์ใช้สอยได้ครบถ้วนชัดเจน (Function)
3. สร้างขึ้นอย่างถูกต้องให้ความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน (Construction)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ และเพื่อการวิจัยต่อไป

จากผลการวิจัยสามารถนำผลมาเป็นข้อเสนอแนะและนำไปใช้ได้ดังนี้

ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ควรต้องมีความรู้ ทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ในการรู้จักหลักการทำงานของ โซลาร์เซลล์ และอุปกรณ์ ต่างๆ ที่เป็นอุปกรณ์เกี่ยวกับทางด้านไฟฟ้า และควรมีความรู้ในด้านระบบส่องสว่าง เพื่อเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ในการกำหนดระยะ กำหนดขนาดในการออกแบบ ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับระบบส่องสว่าง ทั้งสองด้านนี้เป็นประเด็นหลักที่ทำให้ผลการออกแบบเกี่ยวกับระบบส่องสว่าง ในที่นี้คือโซลาร์เซลล์ มีประสิทธิภาพในการออกแบบได้ดียิ่งขึ้น

ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง ควรออกแบบระบบโครงสร้าง โดยคำนึงถึงหลักการผลิต แบบปริมาณเยอะๆ (Mass Product) เพื่อเป็นประโยชน์ในด้านการผลิตที่ลดต้นทุน และการออกแบบในแต่ละชิ้นส่วน แต่ละตำแหน่งในการใช้งานมีความเรียบง่าย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสามารถใช้แทนกันได้ เพื่อความสะดวกในการประกอบชิ้นส่วน และลดความซับซ้อนในการสร้างแบบ

ในด้านการหาประสิทธิภาพด้านต่างๆ ควรหาข้อมูลและสอบถามความต้องการของผู้ใช้ก่อน เป็นลำดับแรก จากนั้นจึงนำข้อมูลมาสรุปเพื่อใช้สร้างเครื่องมือในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทุกคำถามจากแบบสอบถามต้องศึกษาจากนิยามศัพท์และวัตถุประสงค์ ให้สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์และนิยามศัพท์ จากนั้นวิเคราะห์เครื่องมือในแต่ละรายการ หาผลลัพธ์ของเครื่องมือในแต่ละรายการเช่นกัน

ในส่วนของการออกแบบที่ใช้ในสวนสาธารณะนั้น ควรคำนึงถึงความคงทนของผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมาคือการออกแบบที่คำนึงถึงการใช้งานให้เหมาะสมกับสถานที่ ความเหมาะสมในด้านราคา ความเหมาะสมในด้านประโยชน์ใช้สอย



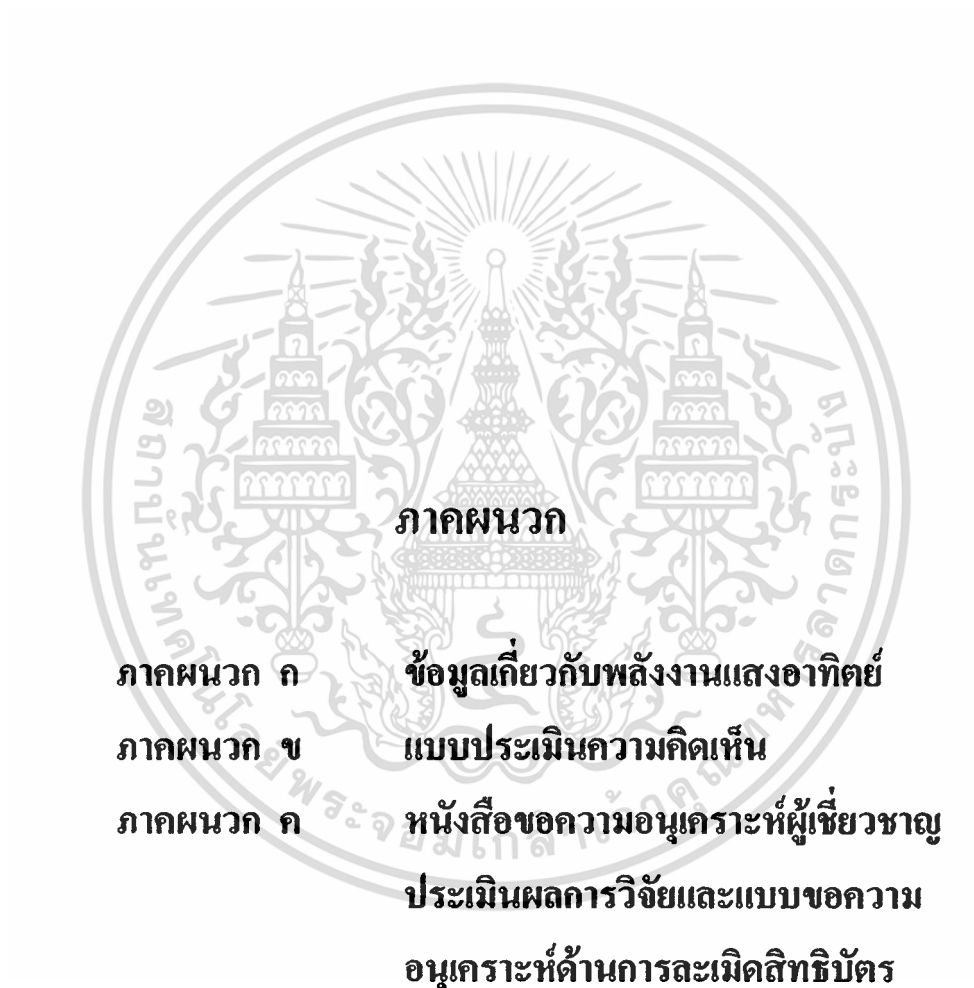
บรรณานุกรม

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2537. 25ปีแห่งความมุ่งมั่น. กรุงเทพฯ : กฤษฎา วิศวกรรม. 2539. เทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำ. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น)
- ไชแสง สุขะวัฒน์. 2539. สวนไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542. เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี. (ไทย - ญี่ปุ่น)
- มานพ ดันตระบัณฑิตย์. 2540. วัสดุวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : บริษัทประชาชนจำกัด.
- นวนน้อย บุญวงศ์. 2539. หลักการออกแบบ. กรุงเทพฯ : พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระชัย สุขสด. 2544. การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2535. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : พิมพ์ครั้งที่ 3. บริษัทสุวีริยาสาส์นจำกัด.
- พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2539. วงจรพัลส์และสวิตชิง. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- พิบูลย์ ดิษฐอุคม. 2540. การออกแบบระบบแสงสว่าง. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม. 2546. “เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การจัดกระทำกับข้อมูล.” กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.
- โลกสีเขียว มูณิธิ. 2535. แรงจูงและพลังงาน. กรุงเทพฯ : มูณิธิโลกสีเขียว ในพระอุปถัมภ์ของสมเด็จพระพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา สามัคคีสาร.
- วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กระทรวง. 2538. พลังงานสำหรับโลกอนาคต. รายงานประจำปี 2537 กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- วัฒนา ถาวร. 2540. การส่องสว่าง. กรุงเทพฯ : พิมพ์ครั้งที่ 7. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น)
- สำนักงานประสานความร่วมมือด้านพลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. 2545. ข่าวสารพลังงาน. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน.
- สถาพร คิบุญมี ณ ชุมแพ. 2540. การออกแบบอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : งานตำราและเอกสารการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุชาติ กิจพิทักษ์. 2540. งานโลหะแผ่นเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : เม็คทราย พรินติ้ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ยิ่งรักษ์ อรรถเวชกุล. 2539. **วิธีการจัดรูปแบบการจัดเรียงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตพลังงานแสงอาทิตย์**. วิทยานิพนธ์ วศ.บ. นนทบุรี : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ยุทธนา กุลวิทิต. 2542. **บัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์**. วารสารงานวิจัย กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว และคนอื่น ๆ . 2535. **การประยุกต์ใช้ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับโครงการอีสานเขียว**. วารสารงานวิจัย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุกรานต์ ไรจน์ไพรวงศ์. 2542. **สถานะการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2540-2541**. กรุงเทพฯ:อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2540. **การออกแบบเฟอร์นิเจอร์**. กรุงเทพฯ : งานตำราและเอกสารการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Cirovic, Michael M. and Harter, James H. 1987. **Electronics Devices Circuit and Systems**. 3rd ed. United States of America : Prentice-Hall Inc.,
- Neaman, Donal A. 1992. **Semiconductor Physics and Devices**. United States of America : Richard D.Irwin Inc.,
- Ng, KwoK K. 1995. **Complete Guide To Semiconductor Devices**. United States of America: McGraw-Hill.
- Panasonic. 1998. **NiKel- Metal Hydride Batteries Handbook**. Panasomic.
- Ramshaw, R.S. 1994. **Power Electronics Semiconductor Switches**. 2nd ed. Great Britain: St. Edmundsbury Press Ltd.,
- Tyagi, M.S. 1991. **Introduction To Semiconductor Materials And Devics**. Singapore:john Wiley & Son.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

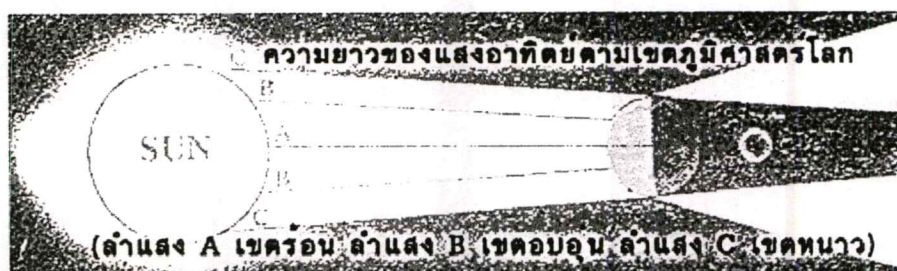
Renewable Energy

Renewable Energy คือ การอนุรักษ์พลังงานด้วยการกระบวนการแปรรูปพลังงานจากธรรมชาติมาใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งพลังงานเหล่านี้ ได้แก่ พลังงานลม, พลังน้ำขึ้นน้ำลง, พลังงานแสงอาทิตย์, พลังงานจากความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น โดยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงาน ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สะอาดและไร้มลภาวะ สามารถนำไปใช้ได้อย่างอิสระทั้งในครัวเรือนชนบท และหมู่บ้านที่อยู่ห่างไกลที่ระบบสายส่งกระแสไฟฟ้าไปไม่ถึง โดยกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้นี้จะสามารถเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่เพื่อนำมาใช้ในเวลากลางคืน หรือต่อเข้าสายส่งของการไฟฟ้าได้ การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์นี้มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่ต่ำกว่าการผลิตด้วยวิธีอื่น เมื่อต้องการนำไฟฟ้าเข้าสู่พื้นที่ห่างไกล และการต่อกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เข้าระบบสายส่ง เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการสร้างหรือขยายโรงงานไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่เพิ่มขึ้นในค่าที่ดิน และค่าสายส่ง และยังเป็นทางเลือกการสูญเสียกำลังไฟฟ้าจากการส่งกระแสไฟฟ้าจากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าเข้าสู่เมืองผ่านสายส่งอีกด้วย

อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อโลกของเรา

ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของสุริยจักรวาล โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง ซึ่งเป็นบริวารของดวงอาทิตย์ดวงอาทิตย์มีอิทธิพลต่อโลกและความเป็นอยู่ของมนุษย์มาก ที่สำคัญๆ คือ ดวงอาทิตย์ทำให้สภาพภูมิศาสตร์ของโลกแตกต่างกันคือ เขตร้อน เขตอบอุ่นเขตหนาว ดวงอาทิตย์ทำให้เกิดการหมุนเวียนของกระแสอากาศที่สำคัญคือ ลม การหมุนเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทรคือกระแสน้ำอุ่น กระแสน้ำเย็น นอกจากนั้น ดวงอาทิตย์ทำให้เกิดวัฏจักรของน้ำซึ่งมีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดวงอาทิตย์นอกจาก จะให้แสงสว่างแก่โลกเรายังกระจายรังสีออกมาด้วย ซึ่งมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อโลกเรานั้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ดวงอาทิตย์ทำให้สภาพภูมิอากาศของโลกแตกต่างกัน เขตต่างๆ ของโลกที่สำคัญๆ คือ เขตร้อน เขตอบอุ่น และเขตหนาว เพราะเขตร้อนได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ที่มีระยะทางสั้นที่สุด จึงทำให้อุณหภูมิร้อนที่สุด ส่วนเขตอบอุ่น เขตหนาว ระยะของแสงจะยาวขึ้นไปตามลำดับ



ภาพที่ 6.1 อิทธิพลดวงอาทิตย์ทำให้สภาพภูมิอากาศของโลกแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ดวงอาทิตย์ทำให้เกิดการหมุนเวียนของกระแสอากาศ ในเวลาเดียวกัน แต่ละเขตแต่ละถิ่นจะได้รับแสงอาทิตย์ไม่เท่ากันและระบายความร้อนไม่เท่ากัน เมื่ออากาศ ณ ที่แห่งหนึ่งได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์จะมีคุณสมบัติเบา ขยายตัวลอยสูงขึ้น ณ ที่อีกแห่งหนึ่งมวลอากาศเย็น ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าเคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ ขณะที่มวลอากาศที่เย็นกว่าเคลื่อนตัวมาแทนที่ เราเรียกว่า “ลม” หรือการหมุนเวียนของกระแสอากาศ และแต่ละแห่งของโลกจะมีอุณหภูมิแตกต่างกันตามเขตร้อน เขตอบอุ่น เขตหนาวจะมีลมประจำปีคือ ลมมรสุม ลมตะวันตก ลมตะวันออก ตามสถานที่เฉพาะถิ่นจะมีลมบก ลมทะเล ลมว่าว ลมตะเภา เป็นต้น แต่ลมภูเขา ลมบก ลมทะเล เกิดจากการรับความร้อนและการคายความร้อนไม่เท่ากัน คุณสมบัติของน้ำจะรับความร้อนช้าคายความร้อนเร็ว คุณสมบัติของดินจะรับความร้อนเร็วกว่าน้ำคายความร้อนช้ากว่าน้ำ คุณสมบัติของหินภูเขา จะรับความร้อนเร็วกว่าดินคายความร้อนเร็วกว่า

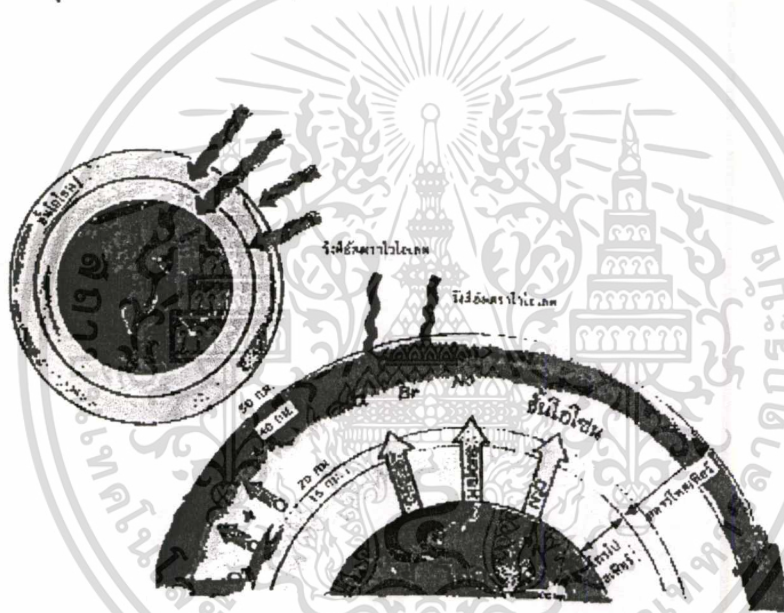
(3) การหมุนเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทร เกิดจากอิทธิพลของลมและอิทธิพลของการรับความร้อนมากน้อยของกระแสน้ำในมหาสมุทร จะทำให้เกิดกระแสน้ำเย็นไหลมายังเขตอบอุ่นและเขตร้อน และกระแสน้ำร้อนไหลจากเขตร้อนไปยังเขตอากาศเย็น เช่น กระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีม กระแสน้ำเย็นแลบราดอร์ เป็นต้น

(4) ดวงอาทิตย์ทำให้เกิดวัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของน้ำทำให้เกิดชีวิตเกิดฝน เกิดเมฆหมอก หยาดน้ำค้าง ไอน้ำในบรรยากาศ หรืออาจกล่าวได้ว่า วัฏจักรของน้ำทำให้เกิดชีวิตและสิ่งแวดล้อม วัฏจักรของน้ำเกิดจาก ขณะที่บรรยากาศรอบขยายตัวลอยขึ้นเบื้องบนพาไอน้ำไปด้วย และในเงื่อนไผ่ของอุณหภูมิที่ต่างๆ กัน รวมทั้งสถานการณ์สิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น ลมกระแสอากาศ จึงทำให้เกิดเมฆฝน พายุฝนฟ้าคะนอง ลูกเห็บ



ภาพที่ 6.2 อิทธิพลดวงอาทิตย์ทำให้เกิดวัฏจักรของน้ำ

(5) รังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ รังสีอัลตราไวโอเลตเป็นรังสีที่ทำอันตรายต่อมนุษย์ เช่น โรคผิวหนัง โรคมะเร็งผิวหนังที่ได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตนานๆ อาจเป็นมะเร็งได้ในบรรยากาศชั้นโอโซน (Ozone) ประกอบด้วยออกซิเจน 2 อะตอม (O+O) ชั้นโอโซนจะมีความหนาพอสมควร ทำหน้าที่รับรังสีอัลตราไวโอเลตไว้ รังสีที่เหลือลงมายังโลกมีเพียงส่วนน้อยไม่ทำอันตรายต่อมนุษย์ สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chloro Fluorocarbons) หรือซีเอฟซี (CFC) เป็นสารที่มนุษย์ใช้เกี่ยวข้องกับเครื่องทำความเย็นและโฟม สารเฮลโรน (Halons) ซึ่งมีธาตุจำพวกคลอรีน (Cl) โบรมีน (Br) สารไนโตรสออกไซด์ สารเหล่านี้มนุษย์มีส่วนทำให้เกิดมากขึ้นในบรรยากาศ มีผลทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ทำลายชั้นโอโซน ทำให้ชั้นโอโซนบางลงและเมื่อชั้นโอโซนบางลงทำให้อัลตราไวโอเลตทะลุผ่านมายังผิวโลกได้มาก ผลคืออุณหภูมิโลก ร้อนขึ้นจึงเกิดอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ



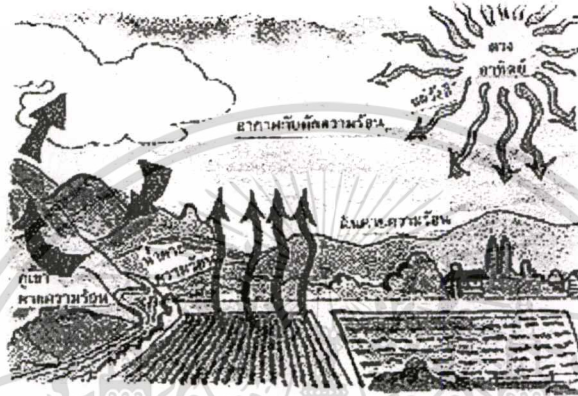
ภาพที่ 6.3 รังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญที่สุด

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานทั้งทางตรงและทางอ้อม พลังงานที่ดวงอาทิตย์ให้กับโลกทางตรงคือ แสงสว่างซึ่งมีผลทำให้เกิดความร้อน สร้างความอบอุ่นให้กับโลก พลังงานทางอ้อมคือดวงอาทิตย์ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีพอยู่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชเจริญเติบโตโดยอาศัยการสังเคราะห์แสงจากแสงอาทิตย์ และมนุษย์ได้อาศัยพลังงานจากต้นไม้ที่สำคัญ ๆ คือ ฟืน ถ่าน และเมื่อพืชและสัตว์ตายทับถมกันเป็นเวลานานๆ จะกลายเป็นถ่านหิน ปิโตรเลียม รวมทั้งการนำหลักการย่อยสลายของพืชมาทำเป็นก๊าซชีวภาพ สำหรับตอนนี้จะกล่าวถึงเฉพาะพลังงานในทางตรงคือ ความร้อนและแสงสว่างที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) ดวงอาทิตย์ให้พลังงานแสงสว่างแก่โลกโดยการแผ่รังสี เมื่อวัตถุต่างๆ บนผิวโลกได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและกระจายความร้อนออกมา ซึ่งอยู่ในรูปของรังสีอินฟราเรด เราจึงรู้สึกร้อน ขณะที่แสงอาทิตย์เดินทางมาถึงเรา ส่วนหนึ่งของแสงอาทิตย์จะเดินทางผ่านบรรยากาศที่หุ้มห่อโลกและมาสู่ดิน ทั้งอากาศและน้ำ จะเป็นกับดักพลังงานความร้อน ต่อมาดินและน้ำจะคายความร้อนให้อากาศ เราจึงรู้สึกร้อน อากาศจึงเป็นที่ดักความร้อนครั้งสุดท้ายของโลก



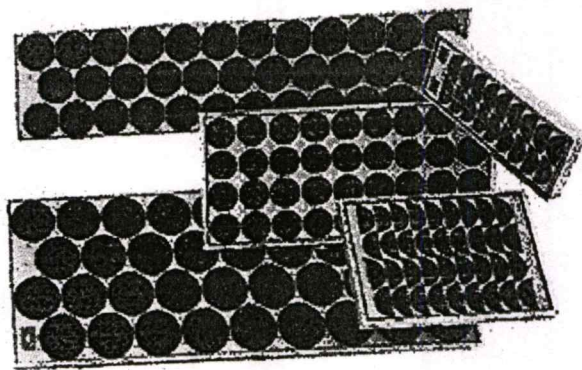
ภาพที่ 6.4 การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์

(2) วัตถุต่างๆ บนผิวโลกจะมีคุณสมบัติในการรับความร้อนและคายความร้อนไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับระยะใกล้ ไกลจากดวงอาทิตย์ คือที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ได้แก่เขตหนาว เขตร้อน เขตอบอุ่น ระยะเวลา คือ เวลากลางวัน กลางคืน เนื้อของวัตถุ เช่น ดิน หิน น้ำ ฯลฯ จะรับความร้อนและคายความร้อนไม่เท่ากันทำให้เกิดลมบก ลมทะเล เป็นต้น นอกจากนั้น สีของวัตถุจะมีคุณสมบัติในการรับและคายความร้อนต่างกันอีกด้วย

(3) มนุษย์สามารถประดิษฐ์อุปกรณ์ที่สามารถรวมพลังงานและให้มีความร้อน แสงจากดวงอาทิตย์จะเดินทางเป็นเส้นตรง เมื่อเดินทางผ่านตัวกลางบางชนิดจะรวมมากขึ้น และเรายังสามารถนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ได้

(4) เซลล์แสงอาทิตย์ (Solarcell) หรือเซลล์สุริยะทำด้วยสารประเภทกึ่งตัวนำพวกซิลิคอน เยอรมันเนียมหรือสารอื่น เมื่อแสงอาทิตย์กระทบสารกึ่งตัวนำเหล่านี้ อิเล็กตรอนในแผ่นซิลิคอนมีพลังงานเพิ่มขึ้น จนสามารถหลุดเป็นอิเล็กตรอนอิสระได้และเมื่ออิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนไป ตามวงจรไฟฟ้าเกิดกระแสไฟฟ้านำไปใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



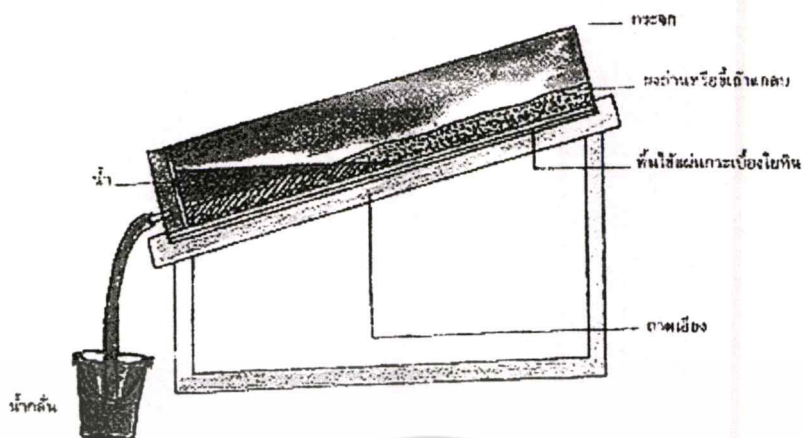
ภาพที่ 6.5 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solarcell)

การนำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มนุษย์รู้จักนำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์โดยตรงมาตั้งแต่สมัยโบราณคือใช้ในการตากผ้า ตากผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมทำนาเกลือ เป็นต้น

ในสมัยปัจจุบันได้นำความรู้เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์โดยใช้เทคโนโลยีและออกแบบเครื่องมือในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 500,000 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในเขตใกล้เส้นศูนย์สูตร หรืออยู่ในแถบร้อนมีค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยค่อนข้างสูงประมาณวันละ 4.7 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร หากสามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกลงบนประเทศไทยเพียงร้อยละ 1 ของพื้นที่ทั้งหมดต่อปี จะได้พลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิบประมาณ 700 ล้านตัน การค้นคว้าเพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้แทนพลังงานเชื้อเพลิงอื่นซึ่งเป็นพลังงานที่หมดไปจากโลกได้จึงมีความจำเป็นต้องวิจัยและพัฒนา เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานได้ต่อไป การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ โดยการประดิษฐ์เครื่องมือต่างๆ เช่น การกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์ การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ และการแปรรูปพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงหรือที่เรียกว่าโซลาร์เซลล์

(1) การกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์ ทำงานโดยให้น้ำรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ในภาคน้ำจะใช้วัสดุสีดำ เช่น ขี้เถ้า แกลบ หรือทาสีดำ เพื่อเพิ่มการดูดกลืนพลังงานความร้อน จะทำให้ การระเหยน้ำในภาคน้ำจะระเหยได้เร็วมากเมื่อน้ำกลายเป็นไอระเหยเกาะแผ่นกระจกใสแล้วเกาะ เป็นหยดน้ำ เมื่อปริมาณมากเข้า จะไหลลงไปในที่รองรับปกติระบบกลั่นน้ำนี้จะผลิตน้ำร้อนได้ประมาณ 2-3 ลิตร ต่อตารางเมตรต่อวัน ณ ความเข้มแสงอาทิตย์โดยเฉลี่ยปกติ

น้ำกลั่นนี้ใช้น้ำไปใส่แบตเตอรี่รถยนต์ รถมอเตอร์ไซด์ หรืออื่นๆ ที่ใช้น้ำกลั่นได้



กลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์

ภาพที่ 6.6 การกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์

(2) การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ ใช้ระบบเดียวกับการกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์ คือมีพื้นทาสีดำ อากาศที่ไหลเข้ามาจะร้อนและลอยตัวผ่านผลผลิตที่นำมาอบให้แห้ง อากาศที่ร้อนจะพาความชื้นจากพืชผลออกไปที่ปล่องด้านบน เมื่ออากาศร้อนไหลออกไปจะเกิดช่องว่าง อากาศภายนอกจะไหลเข้ามาแทนที่วนเวียนเช่นนี้

ประโยชน์ใช้ขอผลผลิตทางการเกษตร เช่น ถั่วลิสงตาก พริก ถั่ว ข้าวโพด และอบไม้ ฯลฯ เป็นต้น

(3) เตาแสงอาทิตย์ ใช้หลักการรวมแสงอาทิตย์ด้วยกระจกโค้งรับแสงอาทิตย์จากนั้นจึงปรุงอาหารบนกระจกโค้ง ตรงจุดรวมแสงอาทิตย์

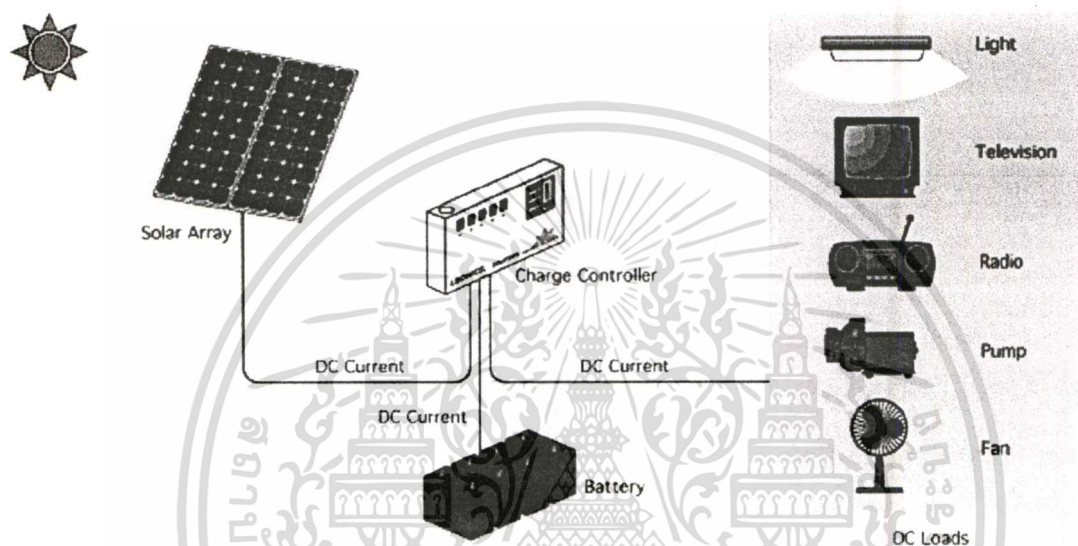
ประโยชน์ใช้แทนเตาหุงต้ม โซลาร์เซลล์กระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละเซลล์มีค่าไม่มากนัก จึงนิยมนำมาใช้กับอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ไม่มากนัก เช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกาข้อมือ เป็นต้น หากต้องการพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนมากต้องนำเซลล์แสงอาทิตย์มาต่อกันเป็นจำนวนมากทีเดียว จึงสามารถนำมาใช้ได้ไฟในครัวเรือน ไฟฟ้าสื่อสาร ใช้สูบน้ำ ฯลฯ เป็นต้น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้นำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานหลายแห่งคือ ที่คลองช่องกล้า อำเภอดอนจาน จังหวัดปราจีนบุรี นำมาใช้ผลิต กระแสไฟฟ้าในครัวเรือนโดยใช้ร่วมกับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ ที่ควนพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต นำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าร่วมกับกังหันลม ที่หมู่บ้านสหกรณ์ อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ได้นำมาใช้ผลิตกระแส ไฟฟ้าร่วมกับเครื่องย่นคัสดีเซลล์ ที่สถานีทวนสัญญาณจอบจอบ อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี ที่สถานีทวนสัญญาณ เขาฟ้าผ่า อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ที่อ่างเก็บน้ำ โรงไฟฟ้า จังหวัดกระบี่ ที่สถานีทวนสัญญาณบ้านนาแก้ว จังหวัดกระบี่ ได้นำเซลล์ไฟฟ้ามาไว้ในไฟฟ้าสื่อสาร ที่หน้าพระตำหนัก เขื่อนภูมิพล จังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตากได้นำมาใช้ในคอมไฟฟ้า 5 คัน และที่เขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ได้นำมาใช้สำหรับการผลิตไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างและปั้มน้ำ

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบ Solar Power

Remoted Area Power Solution (DC- Solar System)



ภาพที่ 6.7 DC- Solar System

เป็นระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งอิสระ (Stand Alone) ใช้ได้กับพื้นที่ที่สายส่งของการไฟฟ้าเข้าไปไม่ถึง โดยมี Charger/Controller เป็นอุปกรณ์ควบคุมการประจุพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ เก็บเข้าสู่แบตเตอรี่ โดยแบตเตอรี่จะทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมพลังงานเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 12 V หรือ 24 V

(1) Solar Home/ School

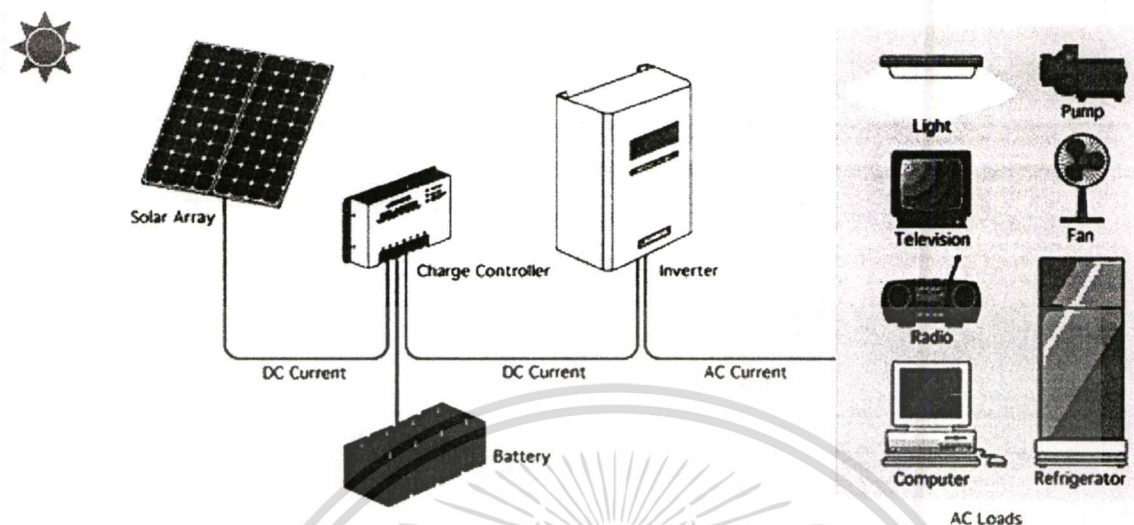
เหมาะสำหรับบ้านพักอาศัย หรือโรงเรียนในถิ่นทุรกันดารที่อยู่ห่างไกล จากสายส่งของการไฟฟ้า หรือไฟฟ้ายังเข้าไม่ถึง โดยสามารถใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงต่างๆ ได้ เช่น โทรทัศน์ขาว-ดำ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่มี DC-ballast, วิทยุ เป็นต้น

(2) Solar Clinic

เหมาะสำหรับสถานพยาบาลในชนบท ที่อยู่ห่างไกลจากสายส่งของการไฟฟ้า โดยระบบดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่จำเป็นในสถานพยาบาลได้ เช่น ตู้เย็นที่ใช้แรงดัน 12 หรือ 24 V สำหรับเก็บวัคซีน หรือยารักษาโรคที่ต้องรักษาระดับอุณหภูมิ

ประกอบด้วยการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ การเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม การบำรุงรักษาเป็นประจำ และการคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งาน นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงต้นทุนการดำเนินงาน และการบำรุงรักษาในระยะยาวอีกด้วย

Remoted Area Power Solution (AC-Solar System)



ภาพที่ 6.8 AC- Solar System

เป็นระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งอิสระ (Stand Alone) ใช้กับพื้นที่ที่สายส่งของการไฟฟ้าเข้าไปไม่ถึง โดยมี Charger/Controller เป็นอุปกรณ์ควบคุมการประจุพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ เก็บเข้าสู่แบตเตอรี่ โดยแบตเตอรี่จะทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมพลังงานเพื่อจ่ายให้กับ Inverter ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ เพื่อจ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไป

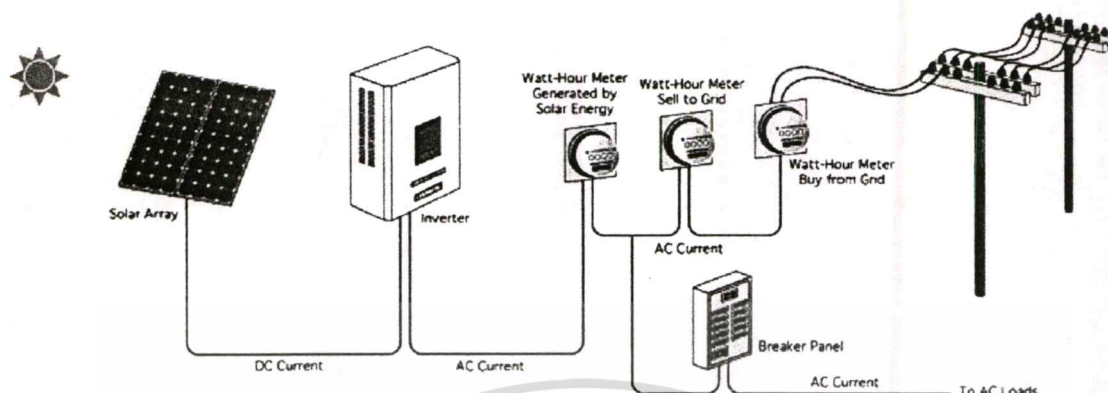
(1) Small AC Solar System (Modified Sine Wave)

เหมาะสำหรับบ้านพักอาศัย โรงเรียน หรือสถานีนามัย โดยสามารถใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ไม่มีส่วนประกอบของมอเตอร์ เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เป็น Electronics ballast, โทรทัศน์, วิทยุ, คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

(2) Medium and Large AC-Solar System (Pure Sine Wave)

เหมาะสำหรับบ้านพักอาศัย โรงเรียน สถานีนามัย สถานีวิทยุสมัครเล่น สามารถใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับทุกชนิด เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์, โทรทัศน์, วิทยุ, พัดลม, ตู้เย็น, ปั๊มน้ำ เป็นต้น

Grid Connected Power System



ภาพที่ 6.9 Grid Connected Power System

การผลิตกระแสไฟฟ้าชนิดต่อเชื่อมสายส่ง (Grid Connected Power System) เป็นระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมี Grid Connected Inverter เป็นอุปกรณ์หลักในการทำงาน โดยทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรง ที่ได้รับจากเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นกระแสสลับ เพื่อต่อเชื่อมเข้ากับสายส่งของการไฟฟ้า ที่มาถึงบ้าน (ขายคืนกลับให้การไฟฟ้า) โดยระบบดังกล่าวนี้เป็นที่นิยมกันมากในต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เช่น ฝรั่งเศส เยอรมัน ญี่ปุ่น อเมริกา และอีกหลายประเทศในแถบยุโรป เนื่องจากระบบนี้มีประโยชน์หลายประการ คือ

1. เป็นระบบที่ช่วยประหยัดไฟฟ้าให้กับเจ้าของบ้าน
2. เป็นระบบที่ช่วยลดภาระในการผลิตกระแสไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้า
3. เป็นส่วนหนึ่งในการช่วยลดการสร้างโรงไฟฟ้า หรือเขื่อนเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

4. เป็นส่วนหนึ่งในการรณรงค์ให้ใช้พลังงานธรรมชาติทดแทน

(ข้อมูลจาก <http://www.Lionics.co.th>)

อุปกรณ์และส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

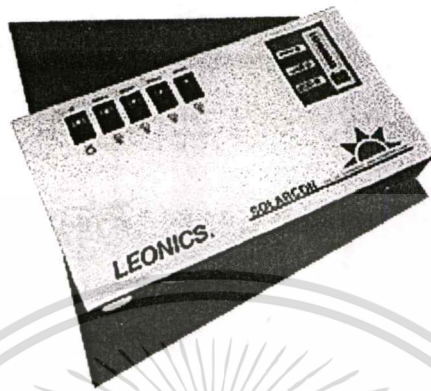
(1) เซลล์แสงอาทิตย์ Solar Modules

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยทั่วไปผลิตจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Si) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า เมื่อมีแสงมาตกกระทบ ปัจจุบันได้มีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพดีขึ้น และยังคงค้นคว้าสารประกอบอื่นแทนซิลิคอนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) Charger/Controller เครื่องควบคุมการประจุ

ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่ โดยควบคุมและป้องกันการประจุ กระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่



ภาพที่ 6.10 เครื่องควบคุมการประจุ

(3) Battery แบตเตอรี่

ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในเวลาที่ต้องการ มีหลายขนาดหลายประเภท ทั้งชนิดแห้งและชนิดน้ำกรด สามารถเลือกใช้งานได้ตามลักษณะของระบบ

(4) Inverter เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) เป็นกระแสสลับ (AC) เพื่อนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

การบำรุงรักษาเซลล์แสงอาทิตย์และอายุการใช้งาน

(1) อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์โดยทั่วไปยาวนานกว่า 20 ปี การบำรุงรักษาที่ง่ายเพียงแค่ออกดูแลว่ามีสิ่งสกปรกตกค้างบนแผงเซลล์หรือไม่ เช่น ฝุ่น มูลนก ใบไม้ ถ้าพบว่ามีสิ่งสกปรกก็ใช้น้ำสะอาดล้างทำความสะอาด ปีละ 1-2 ครั้งก็พอ ห้ามใช้น้ำยาพิเศษล้างหรือใช้กระดาษทรายขัดผิวกระจกโดยเด็ดขาด เมื่อเวลาฝนตก น้ำฝนจะช่วยชำระล้างแผงเซลล์ได้ตามธรรมชาติ

(2) สำหรับระบบที่มีการใช้แบตเตอรี่ชนิดใช้น้ำกลั่น (Lead Acid) ห้ามใช้ไฟฟ้าจนแบตเตอรี่หมดควรใช้ไฟฟ้าเพียงร้อยละ 30-40 และเริ่มประจุไฟฟ้าใหม่ให้เต็มก่อนใช้งานครั้งต่อไป และต้องคอยหมั่นเติมน้ำกลั่นและเช็ดทำความสะอาดขั้วของแบตเตอรี่

(3) ในกรณีที่มีการใช้อินเวอร์เตอร์ ควรสังเกตว่ามีเสียงดังผิดปกติหรือเกิดความร้อนผิดปกติหรือไม่ ถ้าพบความผิดปกติให้รีบตัดไฟฟ้าออกจากอินเวอร์เตอร์และติดต่อบริษัทผู้ขาย เพื่อให้

ตรวจสอบหาสาเหตุและแก้ไขให้ใช้งานได้ต่อไป

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแบตเตอรี่ (Battery) แบตเตอรี่ หมายถึง แหล่งสะสมพลังงานในรูปแบบสารเคมี แล้วจ่ายเป็นพลังงานไฟฟ้าออกไปใช้งาน เป็นไฟฟ้ากระแสตรง เหตุที่ต้องเก็บภาษี เพราะขบวนการผลิตแบตเตอรี่ ก่อให้เกิดมลภาวะ และสิ่งแวดลอมเป็นพิษต่อ สังคม รัฐบาลจึงเห็นสมควรควบคุม โดยใช้มาตรการทางภาษี โดยทั่วไปแบตเตอรี่ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. แบตเตอรี่แห้ง (Dry Cell)มีอายุการใช้งานสั้นใช้งานได้ครั้งเดียว โดยใช้กับเครื่องไฟฟ้า ขนาดเล็ก ราคาไม่แพง เช่น ถ่านไฟฉาย ถ่านนาฬิกา

ข. แบตเตอรี่น้ำ (Storage Battery)ส่วนมากทำจากตะกั่ว-กรด แบตเตอรี่ประเภทนี้ เมื่อใช้งานจน ไฟหมดหรือเลิกใช้งานแล้วสามารถนำไปประจุไฟเพิ่มเติม นำมาใช้หมุนเวียนได้ จนกว่าแบตเตอรี่นั้นจะเสื่อมสภาพ ซึ่งจะพบเห็นกันมากในรถยนต์ รถจักรยานยนต์ และใช้เป็นพลังงานไฟฟ้าสำรองในระบบต่างๆ

โดยสภาพแล้วแบตเตอรี่มีอายุการใช้งานจำกัดเพียง 1-3 ปี ดังนั้นส่วนซากของแบตเตอรี่ที่เลิกใช้แล้วจัดเป็นขยะจำพวกที่ก่อให้เกิดสารพิษ และยากต่อการทำลาย

(ข้อมูลจาก <http://www.rexcise2.net>)

Nickel-Cadmium Battery (Ni/Cd)

หากเรามาศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง Nickel-Cadmium Battery กับ Lead-Acid Battery แล้วพบว่า Nickel-Cadmium Battery มี Specific Energy สูงกว่าประมาณ 30% และมีอายุการใช้งานนานกว่าอยู่ถึง 2-3 เท่าโดยคิดจากรอบการใช้งาน แต่เมื่อมาพิจารณาถึงราคาแล้วพบว่ามีความสูงกว่าถึง 5 เท่าด้วยกันเพราะวัตถุดิบที่ใช้มีราคาแพง อีกทั้งต้นทุนการนำมากลึงมาใช้ใหม่ยังใช้ต้นทุนสูง

Nickel-Hydrogen Battery

เป็นแบตเตอรี่ตระกูลอัลคาไลน์รุ่นใหม่ล่าสุดซึ่งเดิมทีเดียว ต้องการที่จะเอามาทดแทน Ni/Cd Battery ชนิดแท่งที่ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบพกพาและเริ่มใช้กันเป็นที่แพร่หลายตั้งแต่ปี ค.ศ.1990 ต่อมาจึงนำมาใช้กับรถไฟฟ้าเพราะมีขนาดกระทัดรัดอีกทั้งมี specific energy และรอบการใช้งานที่สูงกว่า Lead-Acid Battery มาก ลักษณะของแบตเตอรี่ชนิดนี้จะต่างกับ ตระกูลอัลคาไลน์ทั้งหลายที่กล่าวมา คือเป็นระบบ Gas Systems ตัวที่นิยมและกำลังมาแรงนั้นก็คือ Ni/MH Battery



ภาคผนวก ข

แบบประเมินความคิดเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามประกอบการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์

สำหรับสวนสาธารณะ

A STUDY AND DEVELOPMENT THE SOLAR
POWERED PUBLIC PARK LIGHT
IN YARD

โดย

นายรุ่ง พาดทองกลาง

ROONG PADTONGLANG

หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินประกอบการวิจัย
การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับ
สวนสาธารณะ

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบประเมินประกอบการศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ

.....

คำชี้แจง

แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 การสำรวจผลิตภัณฑ์เดิม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับประสิทธิภาพ ในการออกแบบโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 13 ข้อ ประกอบด้วย

1. ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

ตอนที่ 3 เป็นแบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง (เจ้าหน้าที่สวนสาธารณะสวนหนองจอก) ในการหาประสิทธิภาพโคมไฟส่องสว่าง พลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 8 ข้อ ประกอบด้วย

1. ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

ตอนที่ 1 การสำรวจผลิตภัณฑ์เดิมใช้วิธีการสังเกตจากแหล่งจำหน่าย

การสังเกตและการจดบันทึกภาคสนาม

	วันที่..... เวลา..... สถานที่.....
Observation Note	คอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์
Theoretical Note	ตีความเบื้องต้น
Methodolo- gical Note	ระเบียบวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพ ในการออกแบบโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ 2 ด้านดังนี้

1. ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. ด้านรูปทรงและความสวยงาม

ข้อเสนอแนะในการตอบแบบประเมิน

1. แบบประเมินตอนที่ 3 นี้มีทั้งหมด 13 ข้อ
2. กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามความคิดเห็นของท่าน หลังจากตรวจการออกแบบและการใช้งานของ โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ
3. ค่าระดับคะแนนที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

5	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับดีมาก
4	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับดี
3	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับพอใช้
2	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง
1	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

ลำดับ	รายการ	ระดับการประเมิน				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	<u>ด้านหน้าที่ใช้สอยและความ</u> <u>สะดวกสบายในการใช้งาน</u>					
1	สนองความต้องการของผู้ใช้.....					
2	ขนาดสัดส่วนมีความสัมพันธ์กับ ผู้ใช้.....					
3	การออกแบบวงจรควบคุมการ ทำงานที่เหมาะสม.....					
4	วงจรควบคุมการทำงานมีความถูก ต้อง.....					
5	การออกแบบระบบที่ใช้งานได้ ง่าย.....					
6	มีความสะดวกในการนำไปใช้ งาน.....					
7	การติดตั้งมีความสะดวก.....					
8	การประกอบอุปกรณ์มีความ สะดวก.....					

ลำดับ	รายการ	ระดับการประเมิน				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	<u>ด้านรูปทรงความสวยงามและความ</u> <u>แข็งแรงของโครงสร้าง</u>					
1	มีรูปทรงสวยงามน่าใช้.....					
2	มีโครงสร้างมั่นคงเรียบง่าย.....					
3	ส่วนประกอบต่างๆ มีความแข็งแรง..					
4	ขนาดของโคมไฟส่องสว่างพลังงาน แสงอาทิตย์มีความกะทัดรัดและสวย งาม.....					
5	มีความเหมาะสมในการใช้วัสดุที่นำ มาผลิตโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสง อาทิตย์.....					

ตอนที่ 3 แบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง (เจ้าหน้าที่สวนสาธารณะสวนหนองจอก)

ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1. แบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างตอนที่ 3 นี้มีทั้งหมด 8 ข้อ
2. กรุณาตอบคำถามตามแบบสัมภาษณ์ต่อไปนี้ โดยระบุความเป็นจริงเกี่ยวกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีความคิดเห็น 5 ระดับให้ท่านเลือกตอบดังนี้

1. ดีมาก หรือ ตอบ 5
2. ดี หรือ ตอบ 4
3. พอใช้ หรือ ตอบ 3
4. ต้องปรับปรุง หรือ ตอบ 2
5. ใช้ไม่ได้ หรือ ตอบ 1

3. คำระดับคะแนนที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

- | | | |
|---|---------|---------------------------------|
| 5 | หมายถึง | ผลการประเมินในระดับดีมาก |
| 4 | หมายถึง | ผลการประเมินในระดับดี |
| 3 | หมายถึง | ผลการประเมินในระดับพอใช้ |
| 2 | หมายถึง | ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง |
| 1 | หมายถึง | ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้ |

ลำดับ	รายการ	ระดับการประเมิน				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	<u>ด้านหน้าที่ใช้สอยและความ</u> <u>สะดวกสบายในการใช้งาน</u>					
1	การติดตั้งและประกอบอุปกรณ์ ต่างๆเพื่อใช้งานมีความสะดวก.....					
2	การเคลื่อนย้ายหรือนำไปใช้งาน ในพื้นที่ต่างๆ.....					
3	มีขนาดสัดส่วนของตัวโครงสร้างที่ ทำการออกแบบเหมาะสมกับการ ใช้งาน.....					
4	มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ สภาพ บริเวณรอบข้าง.....					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	ระดับการประเมิน				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	<u>ด้านรูปทรงความสวยงามและความ</u> <u>แข็งแรงของโครงสร้าง</u>					
1	มีรูปทรงสวยงามน่าใช้.....					
2	มีโครงสร้างมั่นคงแข็งแรง.....					
3	ขนาดของโคมไฟส่องสว่างพลังงาน แสงอาทิตย์มีความกะทัดรัดและสวย งาม.....					
4	มีความเหมาะสมในการใช้วัสดุที่นำ มาผลิตโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสง อาทิตย์.....					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

**หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลการวิจัยและแบบขอ
ความ อนุเคราะห์ด้านการละเมิดสิทธิบัตร**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการปฏิบัติงานสารนิพนธ์

การศึกษาและพัฒนาโคมไพ์สองสว่านใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ

หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายละเอียด	พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				หมายเหตุ
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
- นำเสนอหัวข้อต่ออาจารย์ผู้ควบคุมสารนิพนธ์																					
- ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม																					
- นำเสนอรายละเอียดโครงการต่ออาจารย์ผู้ควบคุมสารนิพนธ์																					
- ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม																					
- นำเสนอหัวข้อโครงการต่อคณะกรรมการสาขาเทคโนโลยีผลิตภัณ์อุตสาหกรรม																					
- เพิ่มเติม แก๊ว ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการ และนำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมสารนิพนธ์																					
- ปฏิบัติการในขั้นตอนของการออกแบบ และนำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมสารนิพนธ์																					
- ผลิตตัวต้นแบบเพื่อทดสอบหาคุณภาพ																					
- นำไปติดตั้งและทำการหาคุณภาพโดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง																					
- นำเสนอโครงการ เพื่อประเมินผล โดยคณะกรรมการของสาขาวิชา																					
- แก๊ว เพิ่มเติม ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการ เพื่อนำเสนอต่อสาขาวิชาเทคโนโลยี																					
ผลิตภัณ์อุตสาหกรรม																					

ผู้ควบคุมสารนิพนธ์

ผศ.สถาพร คิบุญมี ณ ชุมแพ

ผู้รับผิดชอบงานวิจัย

นายรุ่ง พาดทองกลาง 44064830



ที่ ทม 1504/ 1377

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

2/ เมษายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สมชัย หิรัญโรคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรุ่ง พาดทองกลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของนายรุ่ง พาดทองกลาง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร. 3264325

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 1377

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

21 เมษายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ธนะพงศ์ นพวงศ์ ณ อุบลราชธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรุ่ง พาดทองกลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ”

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของนายรุ่ง พาดทองกลาง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร. 3264325

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 1377

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

21 เมษายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.พิชัย อัมมมงคล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรุ่ง พาดทองกลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของนายรุ่ง พาดทองกลาง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร. 3264325

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 0673

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

21 กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.วีระศักดิ์ ว่องปรีชา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรุ่ง พาดทองหลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของนายรุ่ง พาดทองหลาง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ผ่านการคัด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาในการนำไปใช้

14/3/46



ที่ ทม 1504/ 0673

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

21 กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.อนันต์ วงศ์กระจำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรุ่ง พาดทองกลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์”

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของนายรุ่ง พาดทองกลาง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

วันททป

16/กคท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไป

17-ม.ค. 46

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 1377

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

2/ เมษายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สุรชาติ ทินานนท์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรุ่ง พาดทองกลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของนายรุ่ง พาดทองกลาง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร. 3264325

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/0673

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕/ กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์พรชัย หอสุวรรณศักดิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรุ่ง พาดทองหลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของนายรุ่ง พาดทองหลาง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โศภิตา วัฒนกุล

14/2/46



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ทม 1504/ 0631

วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์

ด้วย นายรุ่ง พาดทองกลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนา คอมพิวเตอร์สว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรุ่ง พาดทองกลาง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทสอบถามและแบบทดสอบ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 2855

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

7 สิงหาคม 2545

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการสวนสาธารณะเขตนองจอก

ด้วย นายรุ่ง พาคทองกลาง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างสวนสาธารณะเขตนองจอก ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดวางตำแหน่งโคมไฟในสวนสาธารณะ ถ่ายภาพเกี่ยวกับรูปแบบโคมไฟที่ใช้ในสวนสาธารณะ เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงสารนิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 0-2326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา หรือต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20/3/46
พิมพ์สาร 10/10/46



สำนักสวัสดิการสังคม
รับที่ ร. 6938
วันที่ 23 ส.ค. 2545
เวลา 11.00 น.

ที่ ทม 1504/ 2545

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

20 สิงหาคม 2545

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้แก่นักศึกษา

คุณงามจะเกษมพันธ์ สวัสดิ์ ส.ค.

รับที่ 7 1079

เรียน ผู้อำนวยการสวัสดิการสังคม ทม. 2

26 ส.ค. 2545

ด้วย นายรุ่ง พาดทองกลาง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างสวนสาธารณะเขตหนองจอก ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดวางตำแหน่งโคมไฟในสวนสาธารณะ ถ่ายภาพเกี่ยวกับรูปแบบโคมไฟที่ใช้ในสวนสาธารณะ เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงสารนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้แก่นักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ทอ.สาร.

เพื่อโปรดทราบ เป็นความลับ ส.ค.

ณ ลำเนาเกษมพันธ์ สวัสดิ์

0

(นายวรวิทย์ ศรีสาร)

หัวหน้าฝ่ายแผนงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หน่วยบัณฑิตศึกษา 2545

โทร. 0-2737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 0-2326-4325

ขอแสดงความนับถือ

(นายรุ่ง พาดทองกลาง)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ขอบ ผอ.ส.ส.น. พิจารณา

นายวรวิทย์ ศรีสาร
รับที่ 7 6968
วันที่ 23 ส.ค. 2545
เวลา.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

(นายทวีศักดิ์ เศรษฐ์)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รองผู้อำนวยการสำนักสวัสดิการสังคม

ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการสำนักสวัสดิการสังคม



ที่ ทม 1504/

4460

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

23 ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน คุณพรเลิศ ละออสุวรรณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านวัสดุ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรุ่ง พาดทองกลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้กรเก็บรวบรวมข้อมูลของนายรุ่ง พาดทองกลาง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 4475

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๔๓ ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน คุณวิสูตร บินชูเกอร์

ด้วย นายรุ่ง พาดทองหลาง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการออกแบบและการผลิตในโรงงาน และเยี่ยมชมกระบวนการออกแบบและผลิต เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงสารนิพนธ์เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสวนสาธารณะ”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 0-2326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 1377

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

21 เมษายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน คุณสุทธิพันธ์ อวสกุลสุทธิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรุ่ง พาดทองกลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนา โคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามี เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นายรุ่ง พาดทองกลาง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร. 3264325

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทบ 1504/ 134-1

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

18 เมษายน 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน General Manager Solar Trend Co.,Ltd.

ด้วย นายรุ่ง พาดทองกลาง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้ออกแบบและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ ซึ่งในการนี้ออกแบบโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์นี้ หากผลงาเนางส่วนขอ นักศึกษาพาดพิงถึงการจดสิทธิบัตรการประดิษฐ์กับผลงานของท่าน ก็เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและ เค้าโครงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ” เท่านั้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 0-2326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 1344

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

/๕ เมษายน 2546

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน คุณสุทธิพันธ์ อวสกุลสุทธิ

ด้วย นายรุ่ง พาดทองกลาง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้ออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ ซึ่งในการนี้ออกแบบคอมพิวเตอร์ไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์นี้ หากผลงานบางส่วน ของนักศึกษาพาดพิงถึงการจดสิทธิบัตรการประดิษฐ์กับผลงานของท่าน ก็เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและ แก่โครงการนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาคอมพิวเตอร์ไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ” เท่านั้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 0-2326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 134.4

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

/8 เมษายน 2546

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน คุณโรจน์ เปเรร่า และ/หรือ คุณเนศ เปเรร่า

ด้วย นายรุ่ง พาดทองหลาง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้ออกแบบและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ ซึ่งในการนี้ออกแบบโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์นี้ หากผลงานบางส่วนของ นักศึกษาพาดพิงถึงการจดสิทธิบัตรการประดิษฐ์กับผลงานของท่าน ก็เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและ คำโครงการสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโคมไฟส่องสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับสวนสาธารณะ” เท่านั้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 0-2326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ ๖
ข้อยกเว้นการละเมิดลิขสิทธิ์

มาตรา ๓๒ การกระทำแก่งานอันมีลิขสิทธิ์ของบุคคลอื่นตามพระราชบัญญัตินี้ หากไม่ขัดต่อการแสวงหาประโยชน์จากงาน อันมีลิขสิทธิ์ตามปกติของเจ้าของลิขสิทธิ์ และไม่กระทบกระเทือนถึงสิทธิอันชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของลิขสิทธิ์เกินสมควร มิให้ถือว่าเป็น การละเมิดลิขสิทธิ์ภายใต้บังคับบทบัญญัติในวรรคหนึ่ง การกระทำอย่างหนึ่งอย่างใดแก่งานอันมีลิขสิทธิ์ตามวรรคหนึ่ง มิให้ถือว่าเป็น การละเมิดลิขสิทธิ์ ถ้าได้กระทำได้ต่อไปนี้

- (๑) วิจัยหรือศึกษางานนั้น อันมิใช่การกระทำเพื่อหากำไร
- (๒) ใช้เพื่อประโยชน์ของตนเอง หรือเพื่อประโยชน์ของตนเองและบุคคลอื่นในครอบครัวหรือญาติสนิท
- (๓) ดิชม วิจารณ์ หรือแนะนำผลงานโดยมีการรับรู้ถึงความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ในงานนั้น
- (๔) เสนอรายงานข่าวทางสื่อสารมวลชนโดยมีการรับรู้ถึงความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ในงานนั้น
- (๕) ทำซ้ำ ดัดแปลง นำออกแสดง หรือทำให้ปรากฏ เพื่อประโยชน์ในการพิจารณาของศาลหรือเจ้าพนักงาน ซึ่งมีอำนาจตามกฎหมาย หรือในการรายงานผลการพิจารณาดังกล่าว
- (๖) ทำซ้ำ ดัดแปลง นำออกแสดง หรือทำให้ปรากฏ โดยผู้สอนเพื่อประโยชน์ในการสอนของตน อันมิใช่การกระทำเพื่อหากำไร
- (๗) ทำซ้ำ ดัดแปลงบางส่วนของงาน หรือตัดทอน หรือทำบทสรุปโดยผู้สอน หรือสถาบันศึกษา เพื่อแจกจ่ายหรือจำหน่ายแก่ผู้เรียนในชั้นเรียนหรือในสถาบันศึกษา ทั้งนี้ ต้องไม่เป็นการกระทำเพื่อหากำไร
- (๘) นำงานนั้นมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการถามและตอบในการสอบ

มาตรา ๓๓ การกล่าว คัดลอก เลียน หรืออ้างอิงงานบางตอนตามสมควรจากงานอันมีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัตินี้ โดยมีการรับรู้ถึง ความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ในงานนั้น มิให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ ถ้าได้ปฏิบัติตาม มาตรา ๓๒ วรรคหนึ่ง

มาตรา ๓๔ การทำซ้ำโดยบรรณารักษ์ของห้องสมุดซึ่งงานอันมีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัตินี้ มิให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ หากการทำซ้ำนั้นมิได้มีวัตถุประสงค์เพื่อหากำไร และได้ปฏิบัติตาม มาตรา ๓๒ วรรคหนึ่งในกรณีดังต่อไปนี้

- (๑) การทำซ้ำเพื่อใช้ในห้องสมุดหรือให้แก่ห้องสมุดอื่น
- (๒) การทำซ้ำงานบางตอนตามสมควรให้แก่บุคคลอื่น เพื่อประโยชน์ในการ วิจัยหรือการศึกษา

มาตรา ๓๕ การกระทำแก่โปรแกรมคอมพิวเตอร์อันมีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัตินี้ มิให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ หากไม่มีวัตถุประสงค์ เพื่อหากำไรและได้ปฏิบัติตาม มาตรา ๓๒ วรรคหนึ่ง ในกรณีดังต่อไปนี้

- (๑) วิจัยหรือศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- (๒) ใช้เพื่อประโยชน์ของเจ้าของสำเนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น
- (๓) ดิชม วิจารณ์ หรือแนะนำผลงานโดยมีการรับรู้ถึงความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น
- (๔) เสนอรายงานข่าวทางสื่อสารมวลชนโดยมีการรับรู้ถึงความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (๕) ทำสำเนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในจำนวนที่สมควร โดยบุคคลผู้ซึ่งได้ซื้อหรือได้รับโปรแกรมนั้นมาจาก บุคคลอื่นโดยถูกต้อง เพื่อเก็บไว้ใช้ประโยชน์ในการบำรุงรักษา หรือป้องกันการสูญหาย
- (๖) ทำซ้ำ คัดแปลง นำออกแสดง หรือทำให้ปรากฏ เพื่อประโยชน์ในการพิจารณาของศาลหรือเจ้าพนักงาน ซึ่งมีอำนาจตามกฎหมาย หรือในการรายงานผลการพิจารณาดังกล่าว
- (๗) นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการถามและตอบในการสอบ
- (๘) ดัดแปลงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในกรณีที่เป็นแก่การใช้
- (๙) จัดทำสำเนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บรักษาไว้สำหรับการอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อประโยชน์

ของสาธารณชน

มาตรา ๓๖ การนำงานนาฏกรรม หรือดนตรีกรรม ออกแสดงเพื่อเผยแพร่ต่อสาธารณชนตามความเหมาะสมโดยมิได้จัดทำขึ้น หรือดำเนินการ เพื่อหากำไรเนื่องจากการ จัดให้มีการเผยแพร่ต่อ สาธารณชนนั้น และมีได้จัดเก็บค่าเข้าชมไม่ว่าโดยทางตรง หรือโดยทางอ้อม และนักแสดงไม่ได้ รับค่าตอบแทนในการแสดงนั้น มิให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ หากเป็นการดำเนินการโดยสมาคม มูลนิธิ หรือองค์การอื่นที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการสาธารณกุศล การศึกษา การศาสนา หรือการสังคมสงเคราะห์ และได้ปฏิบัติตามมาตรา ๓๒ วรรคหนึ่ง

มาตรา ๓๗ การวาดเขียน การเขียนระบายสี การก่อสร้าง การแกะสลัก การปั้น การ แกะสลัก การพิมพ์ภาพ การถ่ายภาพ การถ่ายภาพยนตร์ การแพร่ภาพ หรือการ กระทำใด ๆ ทำนอง เดียวกันนี้ซึ่งศิลปกรรมใดอันตั้งเปิดเผยประจำอยู่ในที่สาธารณะ นอกจากงานสถาปัตยกรรม มิให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ในงานศิลปกรรมนั้น

มาตรา ๓๘ การวาดเขียน การเขียนระบายสี การแกะสลัก การปั้น การแกะสลัก การ พิมพ์ภาพ การถ่ายภาพ การถ่ายภาพยนตร์หรือ การแพร่ภาพซึ่งงานสถาปัตยกรรมใด มิให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ในงานสถาปัตยกรรมนั้น

มาตรา ๓๙ การถ่ายภาพหรือการถ่ายภาพยนตร์หรือการแพร่ภาพซึ่งงานใด ๆ อันมีศิลปกรรมใด รวมอยู่เป็นส่วนประกอบด้วย มิให้ถือว่าเป็นการ ละเมิดลิขสิทธิ์ในศิลปกรรมนั้น

มาตรา ๔๐ ในกรณีที่ลิขสิทธิ์ในศิลปกรรมใดมีบุคคลอื่นนอกจากผู้สร้างสรรค์เป็นเจ้าของอยู่ด้วยการที่ผู้สร้างสรรค์คนเดียวกันทำได้ ศิลปกรรมนั้นอีกในภายหลังในลักษณะที่เป็นการทำซ้ำบางส่วนกับศิลปกรรมเดิม หรือใช้แบบพิมพ์ ภาพร่าง แผนผัง แบบจำลอง หรือข้อมูล ที่ได้จากการศึกษาที่ใช้ในการทำศิลปกรรมเดิม ถ้าปรากฏว่าผู้สร้างสรรค์มิได้ทำซ้ำหรือลอกแบบในส่วนอันเป็น สำคัญของศิลปกรรมเดิม มิให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ในศิลปกรรมนั้น

มาตรา ๔๑ อาคารใดเป็นงานสถาปัตยกรรมอันมีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัตินี้ การบูรณะอาคารนั้นในรูปแบบเดิม มิให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์

มาตรา ๔๒ ในกรณีที่อายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ในภาพยนตร์ใดสิ้นสุดลงแล้ว มิให้ถือว่าการนำภาพยนตร์นั้นเผยแพร่ต่อ สาธารณชนเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ในวรรณกรรม นาฏกรรม ศิลปกรรม ดนตรีกรรม โสตทัศนวัสดุ สิ่งบันทึกเสียงหรืองานที่ใช้จัดทำ ภาพยนตร์นั้น

มาตรา ๔๓ การทำซ้ำ เพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติราชการโดยเจ้าพนักงาน ซึ่งมีอำนาจตามกฎหมายหรือตามคำสั่งของเจ้าพนักงาน ดังกล่าวซึ่งงานอันมีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัตินี้ และที่อยู่ในความครอบครองของทางราชการ มิให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ ถ้าได้ปฏิบัติตาม มาตรา๓๒ วรรคหนึ่ง

PART 6 EXCEPTIONS FROM INFRINGEMENT OF COPYRIGHT

Section 32 An act against a copyright work by virtue of this Act of another person which does not conflict with a person's right in the work is not an infringement of copyright if it is done for one of the purposes mentioned in this section. It is not an infringement of copyright if it is done for one of the purposes mentioned in this section. It is not an infringement of copyright if it is done for one of the purposes mentioned in this section. It is not an infringement of copyright if it is done for one of the purposes mentioned in this section.

normal exploitation of the copyright work by the owner of copyright and does not unreasonably prejudice the legitimate right of the owner of copyright shall not be deemed an infringement of copyright.

Subject to the provision of paragraph one, any act against the copyright work in paragraph one shall not be deemed an infringement of copyright provided that the act is each of the followings :

- (1) research or study of the work which is not for profit;
- (2) use for personal benefit or, for the benefit of himself and other family members or close relatives;
- (3) comment, criticism or introduction of the work with an acknowledgement of the ownership of copyright in such work;
- (4) reporting of the news through mass-media with an acknowledgement of the ownership of copyright in such work;
- (5) reproduction, adaptation, exhibition or display for the benefit of judicial proceedings or administrative proceedings by authorized officials or for reporting the result of such proceedings;
- (6) reproduction, adaptation, exhibition or display by a teacher for the benefit of his teaching provided that the act is not for profit;
- (7) reproduction, adaptation in part of a work or abridgement or making a summary by a teacher or an educational institution so as to distribute or sell to students in a class or in an educational institution provided that the act is not for profit;
- (8) use of the work as part of questions and answers in an examination.

Section 33. A reasonable recitation, quotation, copy, emulation or reference in part of and from a copyright work by virtue of this Act with an acknowledgement of the ownership of copyright in such work shall not be deemed an infringement of copyright provided that Section 32 paragraph one is complied with.

Section 34. A reproduction of a copyright work by virtue of this Act by a librarian in the following cases shall not be deemed an infringement of copyright provided that the purpose of such reproduction is not for profit and Section 32 paragraph one is complied with :

- (1) reproduction for use in the library or another library;
- (2) reasonable reproduction in part of a work for another person for the benefit of research or study.

Section 35. An act against a computer program which is a copyright work by virtue of this Act in the following cases shall not be deemed an infringement of copyright provided that the purpose is not for profit and Section 32 paragraph one is complied with :

- (1) research or study of the computer program,
- (2) use for the benefit of the owner of the copy of the computer program,
- (3) comment, criticism or introduction of the work with an acknowledgement of the ownership of the copyright in the computer program;
- (4) reporting of the news through mass media with an acknowledgement of the ownership of copyright in the computer program;
- (5) making copies of a computer program for a reasonable quantity by a person who has legitimately bought or obtained the program from another person so as to keep them for maintenance or prevention of loss;
- (6) reproduction, adaptation, exhibition or display for the benefit of judicial proceedings or administrative proceedings by authorized officials or for reporting the result of such proceedings;
- (7) use of the computer program as part of questions and answer in an examination;
- (8) adapting the computer program as necessary for use;
- (9) making copies of the computer program so as to keep them for the reference or research for public interest.

Section 36. The public performance of a dramatic work or a musical work as appropriate which is not organized or conducted for seeking profit from such activity and without direct or indirect charge for watching the performance and the performers not receiving remuneration for such performance shall not be deemed an infringement of copyright provided that it is conducted by an association, foundation or another organization which has objectives for public charity, education, religion or social welfare and that Section 32 paragraph one is complied with.

Section 37. A drawing, painting, construction, engraving, moulding, carving, lithographing, photographing, cinematographing, video broadcasting or any similar act of an artistic work, except an architectural work, which is openly located in a public place shall not be deemed an infringement of copyright in the artistic work.

Section 38. A drawing, painting, engraving, moulding, carving, lithographing, photographing, cinematographing or video broadcasting of an architectural work shall not be deemed an infringement of copyright in the architectural work.

Section 39. A photographing or cinematographing or video broadcasting of a work of which an artistic work is a component shall not be deemed an infringement of copyright in the artistic work.

Section 40. In case another person apart from the author jointly owns the copyright in an artistic work, the subsequent creation by the same author of the artistic work in such a manner that a part of the original artistic work is reproduced or the printing pattern, sketch, plan, model or data acquired from a study which has been applied in the creation of the original artistic work is used shall not be deemed an infringement of copyright in the artistic work provided that the author does not reproduce or copy the substantial part of the original artistic work.

Section 41. A restoration in the same appearance of a building which is a copyright architectural work by virtue of this Act shall not be deemed an infringement of copyright.

Section 42. When the term of protection for a cinematographic work has come to an end, the communication to public of the cinematographic work shall not be deemed an infringement of copyright in the literary work, dramatic work, artistic work, musical work, audiovisual work, sound recording or any work previously used to create such cinematographic work.

Section 43. A reproduction of a copyright work by virtue of this Act which is in the possession of the government by an authorized official or by an order of such official for the benefit of government service shall not be deemed an infringement of copyright provided that Section 32 paragraph one is complied with.

หน้าที่ผ่านมา

ดูข้อมูลพระราชบัญญัติ

ต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ ๕
การละเมิดลิขสิทธิ์

มาตรา ๒๗ การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งแก่งานอันมีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัตินี้ โดยไม่ได้รับอนุญาตตามมาตรา ๑๕ (๕) ให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ ถ้าได้กระทำได้ดังต่อไปนี้

- (๑) ทำซ้ำหรือดัดแปลง
- (๒) เผยแพร่ต่อสาธารณชน

มาตรา ๒๘ การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งแก่โสตทัศนวัสดุ ภาพยนตร์ หรือสิ่งบันทึกเสียง อันมีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัตินี้ โดยไม่ได้รับอนุญาต ตามมาตรา ๑๕ (๕) ทั้งนี้ ไม่ว่าในส่วนที่เป็นเสียง และหรือภาพ ให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ ถ้าได้กระทำได้ดังต่อไปนี้

- (๑) ทำซ้ำหรือดัดแปลง
- (๒) เผยแพร่ต่อสาธารณชน
- (๓) ให้เช่าต้นฉบับหรือสำเนางานดังกล่าว

มาตรา ๒๙ การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งแก่งานแพร่เสียงแพร่ภาพอันมีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัตินี้ โดยไม่ได้รับอนุญาตตามมาตรา ๑๕(๕) ให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ ถ้าได้กระทำได้ดังต่อไปนี้

- (๑) จัดทำโสตทัศนวัสดุ ภาพยนตร์ สิ่งบันทึกเสียง หรืองานแพร่เสียงแพร่ภาพทั้งนี้ ไม่ว่าทั้งหมดหรือบางส่วน
- (๒) แพร่เสียงแพร่ภาพซ้ำ ทั้งนี้ ไม่ว่าทั้งหมดหรือบางส่วน
- (๓) จัดให้ประชาชนฟังและหรือชมงานแพร่เสียงแพร่ภาพ โดยเรียกเก็บเงินหรือผลประโยชน์อย่างอื่นในทางการค้า

มาตรา ๓๐ การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งแก่โปรแกรมคอมพิวเตอร์อันมีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัตินี้ โดยไม่ได้รับอนุญาตตามมาตรา ๑๕(๕) ให้ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ ถ้าได้กระทำได้ดังต่อไปนี้

- (๑) ทำซ้ำหรือดัดแปลง
- (๒) เผยแพร่ต่อสาธารณชน
- (๓) ให้เช่าต้นฉบับหรือสำเนางานดังกล่าว

มาตรา ๓๑ ผู้ใดรู้อยู่แล้วหรือมีเหตุอันควรรู้อย่างใดได้ทำขึ้นโดยละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่น กระทำอย่างใดอย่างหนึ่งแก่งานนั้นเพื่อหากำไร ให้ถือว่าผู้นั้นกระทำการละเมิดลิขสิทธิ์ ถ้าได้กระทำได้ดังต่อไปนี้

- (๑) ขยาย มีไว้เพื่อขาย เสนอขาย ให้เช่า เสนอให้เช่า ให้เช่าซื้อ หรือเสนอให้เช่าซื้อ
- (๒) เผยแพร่ต่อสาธารณชน
- (๓) แจกจ่ายในลักษณะที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่เจ้าของลิขสิทธิ์
- (๔) นำหรือส่งเข้ามาในราชอาณาจักร

PART 5
INFRINGEMENT OF COPYRIGHT

Section 27. Any of the following acts against a copyright work by virtue of this Act without the permission in accordance with Section 15(5) shall be deemed an infringement of copyright :

- (1) reproduction or adaptation,
- (2) communication to public

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Section 28. Any of the following acts against an audiovisual work, a cinematographic work or a sound recording copyrightable by virtue of this Act without the permission in accordance with Section 15(5) whether against the sound or image shall be deemed an infringement of copyright :

- (1) reproduction or adaptation,
- (2) communication to public,
- (3) letting of the original or copies of the work.

Section 29. Any of the following acts against a sound and video broadcasting copyrightable by virtue of this Act without the permission in accordance with Section 15(5) shall be deemed an infringement of copyright :

- (1) making an audiovisual work, a cinematographic work, a sound recording or a sound and video broadcasting work whether of the whole or in part,
- (2) rebroadcasting whether of the whole or in part,
- (3) making a sound and video broadcasting work to be heard or seen in public by charging money or another commercial benefit.

Section 30. Any of the following acts against a computer program copyrightable by virtue of this Act without the permission in accordance with Section 15(5) shall be deemed an infringement of copyright :

- (1) reproduction or adaptation,
- (2) communication to public,
- (3) letting the original or copy of the work.

Section 31. Whoever knows or should have known that a work is made by infringing the copyright of another person and commits any of the following acts against the work for profit shall be deemed to infringe the copyright :

- (1) selling, occupying for sale, offering for sale, letting, offering for lease, selling by hire purchase or offering for hire purchase,
- (2) communication to public,
- (3) distribution in the manner which may cause damage to the owner of copyright,
- (4) self-importation or importation by order into the Kingdom.

หน้าที่ผ่านมา

ข้อมูลพระราชบัญญัติ

ต่อ



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายรุ่ง พาดทองกลาง
วัน เดือน ปี เกิด	29 กรกฎาคม 2513
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	119/2 หมู่ 8 อาคารบางนาธานี ถนนบางนา-ตราด กม.3 แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพมหานคร 10260
สถานที่ทำงาน	บริษัท โมริเซอิกิ ประเทศไทย จำกัด
ตำแหน่ง	วิศวกร
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2541 สำเร็จการศึกษาลัทธิไตรศึกษาสาตรบัณฑิต สาขาออก แบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏราชนครินทร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้