



การอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมโดยใช้ไดโอดเรืองแสง
กรณีศึกษา บริษัท ไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด
Energy Saving by using Light Emitting Diode
Simulation : Case study of Thai Toray Synthetics Co.,Ltd.

นางสาวอติตา บุรพาสิงห์

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

คณะบริหารธุรกิจ

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

พ.ศ. 2553

การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้ไดโอดเรืองแสง

กรณีศึกษา บริษัท ไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด

Energy Saving by using Light Emitting Diode

Simulation : Case study of Thai Toray Synthetics Co.,Ltd.

นางสาวอติดา บุรพาสิงห์

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

คณะบริหารธุรกิจ

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

พ.ศ. 2553

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการสอบ

(อาจารย์รังสรรค์ เลิศในสัตย์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์จิรภา คำทา)

.....กรรมการ

(อาจารย์อลงกรณ์ ประพฤติพงศ์)

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

หัวข้อ	การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมโดยการใช้ไดโอดเรืองแสง
	กรณีศึกษา บริษัท ไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	นางสาวอติดา บุรพาสิงห์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์จิรภา คำทา
หลักสูตร	บริหารธุรกิจบัณฑิต
สาขาวิชา	การจัดการอุตสาหกรรม
คณะ	บริหารธุรกิจ
พ.ศ.	2553

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษานี้ ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน การลดปริมาณการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม และลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า การศึกษาครั้งนี้ได้ ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลการใช้พลังงานในองค์กรเพื่อนำมาวิเคราะห์ และหาข้อมูลของ เทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมจะนำมาใช้ โดยเทคโนโลยีที่ถูกเลือกมานั้นคือ ไดโอดเรืองแสงหรือ หลอด LEDs ซึ่งจะถูกนำมาใช้แทนหลอดไฟแบบฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เนื่องจาก หลอด LEDs ใช้พลังงานน้อยแต่ประโยชน์สูง และยังให้แสงสว่างที่มีความเหมาะสมอันส่งผล กระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรตามหลักการยศาสตร์

จากการศึกษาพบว่า หลอด LEDs สามารถลดการใช้พลังงานด้านแสงสว่างจากในปัจจุบัน ลงได้กว่า 60 เปอร์เซ็นต์ต่อปี และลดค่าใช้จ่ายได้กว่า 63 เปอร์เซ็นต์ต่อปี มีระยะคืนทุนที่ 1.35 ปี

คำสำคัญ : หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง / การลดการใช้พลังงาน / แสงสว่างกับการทำงาน

/ การยศาสตร์ / ไดโอดเรืองแสง

Title	Energy Saving by using Light Emitting Diode Simulation : Case study of Thai Toray Synthetics Co.,Ltd.
Credits	6
Candidate	Miss Atita Burapasingh
Advisor	Miss Jirapa Khumthar
Program	Bachelor Degree of Business Administration
Field of Study	Industrial Management
Faculty	Business Administration
B.E.	2010

Abstract

In addition to joining the cooperative education, I am working on a project called Energy Saving by using Light emitting Diode. The goal of these project is To studies about the energy demand and cost in the factory so that we can plan to decrease them, From the recent goal, we must gathering the information about energy demand to analyze and find out the technology that suitable for the factory. In this case ,I am choosing LEDs to use as a fluorescent tube because LEDs use less energy but give more power. The purpose of using LEDs is to achieve the objective to improve the factory to become more advancement by using high efficient light bulb which is respond to the world situation about energy saving. Beside the cost, LEDs give a suitable light which increasing the capacity of the employees in ergonomic theory.

From the conclusion this project can decrease the demand of energy in lighting system for 60% and Lighting energy cost for 63% ,Payback period is at 1.35 years.

Keywords : Light Emitting diode/Ergonomics/Saving Energy/Payback period

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ที่ บริษัทไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด ทำให้ได้เรียนรู้
 สิ่งต่างมากมายที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่ข้าพเจ้าได้เรียนมาปฏิบัติงานในสถานประกอบการว่า
 ความแตกต่างระหว่างภาคทฤษฎีที่เรียนมา กับสถานที่ประกอบการจริงมีความแตกต่างกันอย่างไร
 ได้เรียนรู้ถึงงานด้านอื่นๆที่ใช้ในการสนับสนุนการผลิตเพิ่มขึ้นด้วยรวมทั้งได้ฝึกทักษะด้านภาษา
 กลายเป็นประสบการณ์ที่มีคุณค่ามาก ไม่เพียงแต่เรื่องวิชาการเท่านั้น ข้าพเจ้ายังได้เรียนรู้เกี่ยวกับ
 การตัดสินใจและการใช้ชีวิตอีกด้วย สำหรับโครงการวิชาสหกิจศึกษานี้ สำเร็จได้ด้วยดีจาก
 ความร่วมมือและสนับสนุน จากหลายฝ่าย ดังนี้ คุณมิยาอิชิ คาซุฮิโกะ ,คุณประทีป ถาวร ,
 คุณสามารถ ญาณะรักษ์,คุณ อนุชา แซ่ตั้ง ,คุณบวร ชมพูบริสุทธิ์ และบุคลากรท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้
 กล่าวถึงที่ได้ให้ความร่วมมือและคอยช่วยเหลือ แนะนำในการปฏิบัติสหกิจศึกษา รวมถึงการทำ
 โครงการฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

นางสาวทิตา บุรพาสังห์

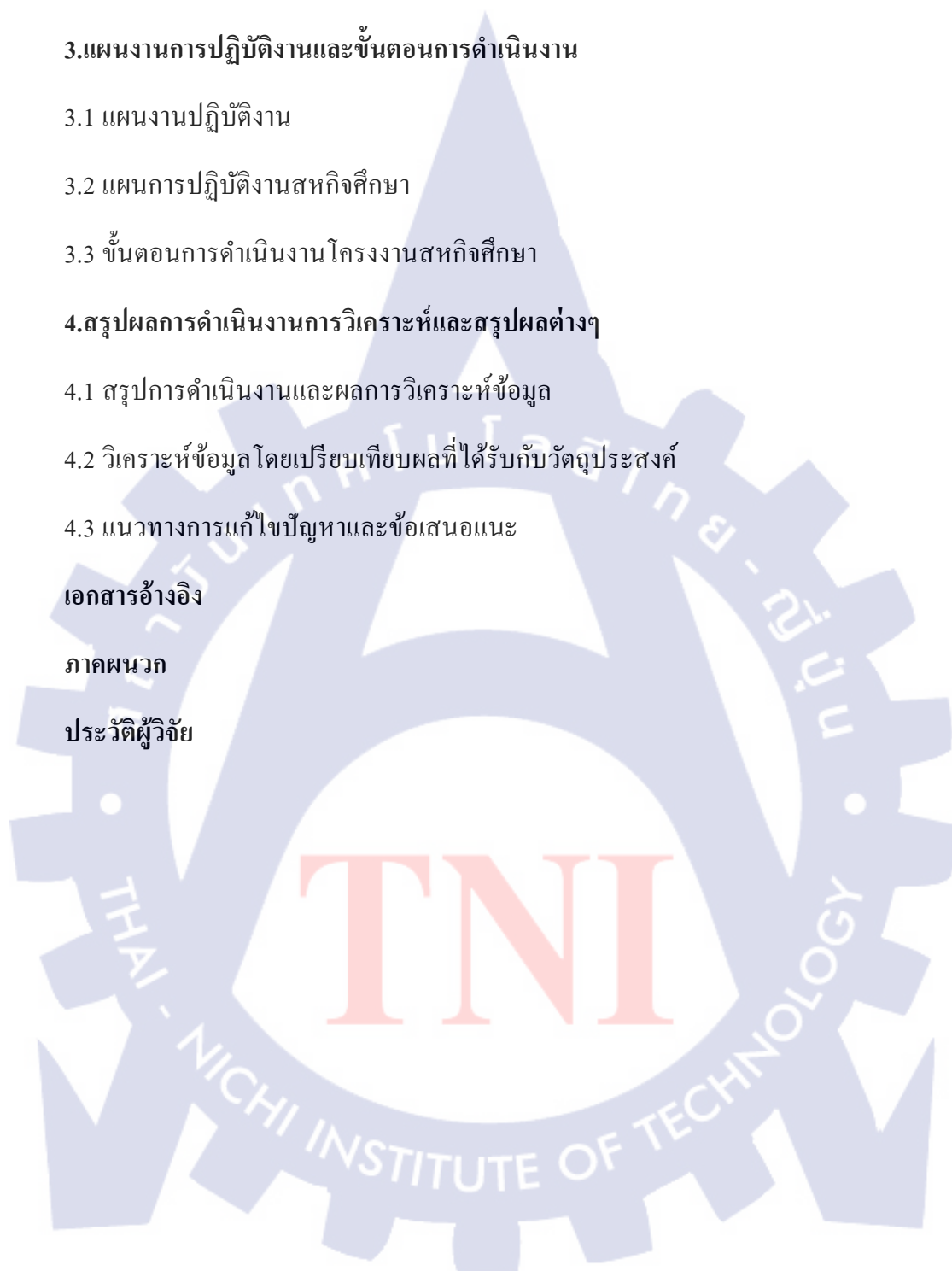
TNI

THAI - NICHII INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ฉ
รายการรูปประกอบ	ช
บทที่	
1.บทนำ	1
1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	1
1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการ	2
1.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารองค์กร	7
1.4 รายละเอียดเกี่ยวกับการทำงานและสวัสดิการ	9
1.5 นโยบายความปลอดภัย	10
1.6 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งพนักงานที่ปรึกษา	12
1.7 ระยะเวลาการปฏิบัติงาน	12
1.8 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	12
1.11 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาในการทำโครงการสหกิจศึกษา	12
1.12 วัตถุประสงค์ของโครงการ	13
1.13 ขอบเขตของโครงการ	13
1.14 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ	13

1.15 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงการ	14
2.ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	15
3.แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน	43
3.1 แผนงานปฏิบัติงาน	43
3.2 แผนการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	43
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงการสหกิจศึกษา	44
4.สรุปผลการดำเนินการวิเคราะห์และสรุปผลต่างๆ	57
4.1 สรุปการดำเนินงานและผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
4.2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบผลที่ได้รับกับวัตถุประสงค์	58
4.3 แนวทางการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ	58
เอกสารอ้างอิง	59
ภาคผนวก	60
ประวัติผู้วิจัย	74



รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ตารางแสดงความยาวคลื่นและสีที่แสดง	15
2.2 ความสว่างที่เหมาะสมตามมาตรฐาน CIE	25
2.3 Specific lighting levels	26
3.1 ตารางการปฏิบัติงาน	43
3.2 คุณสมบัติโดยประมาณของหลอดชนิดต่างๆ	49
3.3 การเลือกใช้งานหลอดแบบต่างๆ	51
3.4 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอด LEDs และหลอดอื่นๆ	53



รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า	
1.1	แผนที่ตั้งบริษัท ไทยโทเรซินเทคิกส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพ)	1
1.2	แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์เส้นใยสังเคราะห์โพลีเอสเตอร์และไนลอน	3
1.3	แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกอุตสาหกรรม	3
1.4	แสดงผลิตภัณฑ์หลักและกำลังการผลิต	3
1.5	แผนผังกระบวนการผลิตโดยรวมของกระบวนการต่างๆ	4
1.6	แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตโพลิเมอร์ (Polymer Process)	5
1.7	แผนภาพแสดงกระบวนการสปินนิ่งและแพคเกจจิ้ง	5
1.8	แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกอุตสาหกรรม (Compound Chip Process)	6
1.9	สัดส่วนการตลาดตามชนิดผลิตภัณฑ์	6
1.10	กลุ่มลูกค้า	6
1.11	แผนผังองค์กร	7
1.12	Bangkok Factory Organization Chart	8
2.1	ตำแหน่งของไฟเสริมที่การติดตั้งทำให้ไม่มีแสงสะท้อนมารบกวนสายตา	20
2.2	ตำแหน่งของไฟเสริมที่การติดตั้งทำให้เกิดแสงสะท้อนมารบกวนสายตา	20
2.3	การติดตั้งไฟเสริมในมุมต่ำเมื่อต้องการเน้นพื้นผิวงานเป็นพิเศษ	21
2.4	การติดตั้งแผงไฟเสริมที่มีขนาดใหญ่และมีหลอดไฟจำนวนมากอาจทำให้เกิดแสงสะท้อนเข้าตาได้	21
2.5	การติดตั้งโคมไฟให้มีระดับสูงที่เหมาะสม	21
2.6	การเปลี่ยนตำแหน่งหลอดไฟให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน	22
2.7	ปริมาณแสง	24
2.8	ป้ายไฟ LED	30
2.9	ตัวอย่าง LED และสัญลักษณ์	32

2.10	LED ทั่วไปในวงจรอิเล็กทรอนิกส์	32
2.11	LED ชนิด 7 Segments สำหรับ Display หรือแสดงผลเป็นตัวเลข	33
2.12	LED ชนิด SMD ที่ใช้ในโทรศัพท์มือถือ หรือเครื่องเล่น MP 3 ชนิดพกพา	33
2.13	At the junction, free electrons from the N-type material fill holes from the P-type material. This creates an insulating layer in the middle of the diode called the depletion zone.	34
2.14	When the negative end of the circuit is hooked up to the N-type layer and the positive end is hooked up to P-type layer, electrons and holes start moving and the depletion zone disappears.	35
2.15	When the positive end of the circuit is hooked up to the N-type layer and the negative end is hooked up to the P-type layer, free electrons collect on one end of the diode and holes collect on the other. The depletion zone gets bigger.	35
2.16	LEDs light tubes	36
2.17	Principle of the LEDs	39
3.1	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานภายในองค์กร	45
3.2	อัตราค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในแต่ละปี	46
3.3	ภาพแสดงขั้นตอนการเปลี่ยนหลอดแอลอีดี	54
3.4	การเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดแอลอีดี	54

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

ชื่อภาษาอังกฤษ :	THAI TORAY SYNTHETICS CO., LTD. (BANGKOK FACTORY)
ชื่อภาษาไทย :	บริษัท ไทยโทเรซินเทติกส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพฯ)
สำนักงานใหญ่:	เลขที่ 20 ชั้น 6, อาคารบุปผชาติ ถนนสาทรเหนือ กรุงเทพมหานคร 10500
ที่ตั้ง :	112 หมู่ 1 ซอยลาดปลาเค้า 71 ถนนลาดปลาเค้า แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10220
เบอร์โทรศัพท์:	(+662) 522-1640-7
แฟกซ์:	(+662) 522-1827
เว็บไซต์:	http://www.toray.co.th
เงินทุนจดทะเบียน	3,080,000,000 บาท
ขนาดพื้นที่ใช้สอย	พื้นที่ทั้งหมด 136,000 ตารางเมตร พื้นที่อันเป็นอาคารสิ่งปลูกสร้าง 38,100 ตารางเมตร



รูปที่ 1.1 แผนที่ที่ตั้งบริษัท ไทยโทเรซินเทติกส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพฯ)

1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการ หรือการให้บริการหลักขององค์กร

บริษัท ไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด ก่อตั้ง เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ. 2506 ในชื่อบริษัท โทเรโน ลอนไทย จำกัด (เริ่มดำเนินการวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2510) รวมกิจการ เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2546 และได้เปลี่ยนชื่อเป็น บริษัท ไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพฯ) ปัจจุบันบริษัทได้ ดำเนินธุรกิจมาแล้วเป็นเวลา 43 ปี มีพื้นที่ครอบคลุมทั้งหมด 136,000 ตารางเมตรโดยประมาณ พื้นที่ อันเป็นอาคารสิ่งปลูกสร้าง 38,100 ตารางเมตร มีพนักงานทั้งหมด 689 คน โดยแบ่งเป็น TTS 394 คน และ ผู้รับเหมา 295 คน แบ่งเป็นพนักงานชายจำนวน 284 คน คิดเป็น 72.08% พนักงานหญิง จำนวน 110 คน คิดเป็น 27.92 % อายุเฉลี่ยของพนักงาน(Average age) 44 ปีอายุงานโดยเฉลี่ย (Average age work) 20 ปี

บริษัท ไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพฯ) เป็นบริษัทผู้ผลิตเส้นใยสังเคราะห์และ เม็ดพลาสติกอุตสาหกรรมสำหรับตัวอย่างผลิตภัณฑ์หลักที่โรงงานดังกล่าวทำการผลิตมีดังต่อไปนี้

1.2.1 เส้นใยสังเคราะห์โพลีเอสเตอร์

1.2.1.1) Apparel Yarn เป็นเส้นด้ายสำหรับนำไปใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม เช่น ด้ายสำหรับทอ เป็นต้น โดยด้ายชนิดนี้ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก แต่ต้องการ ความนุ่มสบาย ความยืดหยุ่นสูง การย้อมติดสีที่ดี และสีย้อมสม่ำเสมอตลอดทั้งเส้น เพื่อความสวยงาม ของผลิตภัณฑ์

1.2.1.2) Industrial Yarn เส้นด้ายสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตที่ต้องการความเหนียว ของเส้นด้ายสูง และความยืดหยุ่นต่ำ และการหดตัวเมื่อได้รับความร้อนต่ำ เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ ผลิตภัณฑ์ เช่น เข็มขัดนิรภัย ผ้าใบในล้อรถยนต์และเส้นด้ายสำหรับเย็บ เป็นต้น

1.2.2 เส้นใยสังเคราะห์ไนลอน

1.2.2.1) Apparel Yarn เป็นเส้นด้ายที่สำหรับนำไปใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มเช่นเดียวกับเส้นใยโพลีเอสเตอร์แต่จะมีความแข็งแรงมากกว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ นำไปใช้ เช่น เส้นด้ายสำหรับถักและสายเสื้อชั้นใน เป็นต้น

1.2.2.2) Industrial Yarn เป็นเส้นด้ายสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเหวอน เช่นแห,อวน เป็นต้น

1.2.2.3) Monofilament เป็นเส้นด้ายสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเบ็ดตกปลา และบางส่วน สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ เช่น เข็มขัดนิรภัย เป็นต้น



รูปที่ 1.2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์เส้นใยสังเคราะห์โพลีเอสเตอร์และไนลอน

1.2.3 เม็ดพลาสติกอุตสาหกรรม

เม็ดพลาสติกอุตสาหกรรม (รูปที่ 1.3) เป็นเม็ดพลาสติกสำหรับนำไปใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมต่างๆ อาทิ ชิ้นส่วนยานยนต์ และชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น



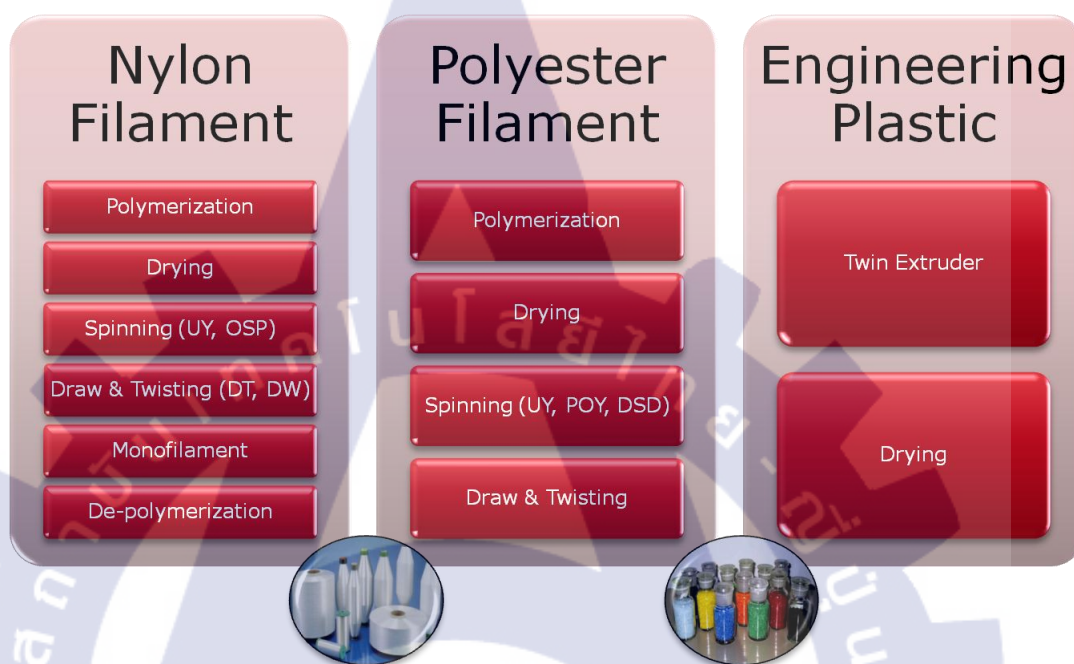
รูปที่ 1.3 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกอุตสาหกรรม

Product		Capacity (t/M)	Usage
Nylon Filament	Apparel	640	Tricot, Narrow Tape
	Industrial	880	Fishing Net
	Monofilament	100	Fishing Net, Seat Belt
Sub Total		1,620	
Polyester Filament	Apparel	600	Weaving, Circular Knit
	Industrial	740	Seat Belt, Sewing Thread
Subtotal		1,340	
Compound Chip	Nylon	500	Automobile, Electricity & Electronic Equipment
	PBT	500	
Sub Total		1,000	
Grand Total		3,960	

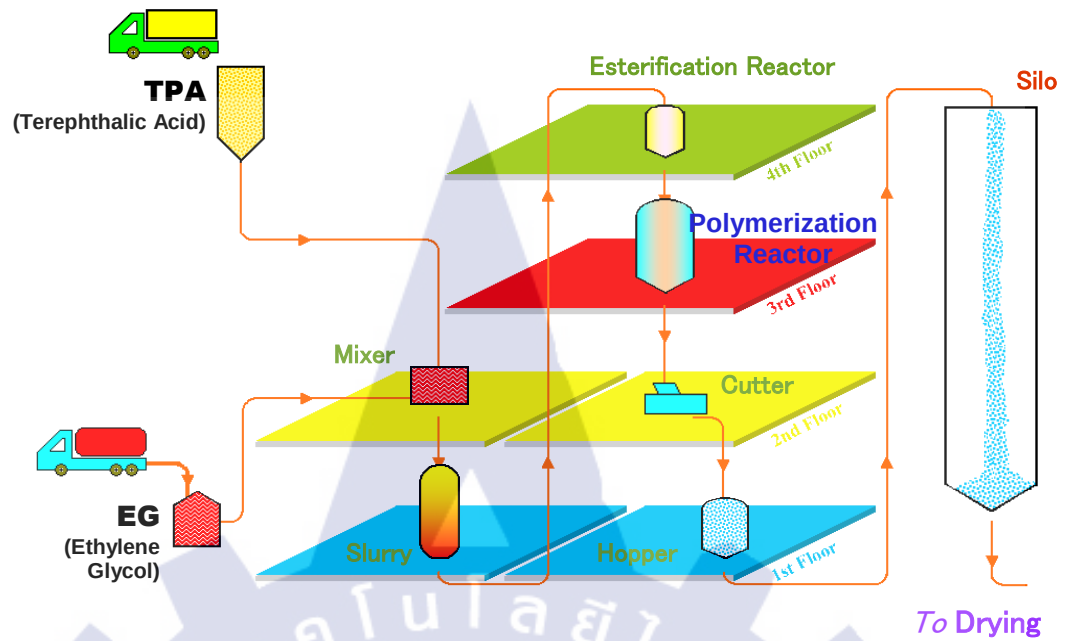
รูปที่ 1.4 แสดงผลิตภัณฑ์หลักและกำลังการผลิต

1.2.4 กระบวนการผลิต

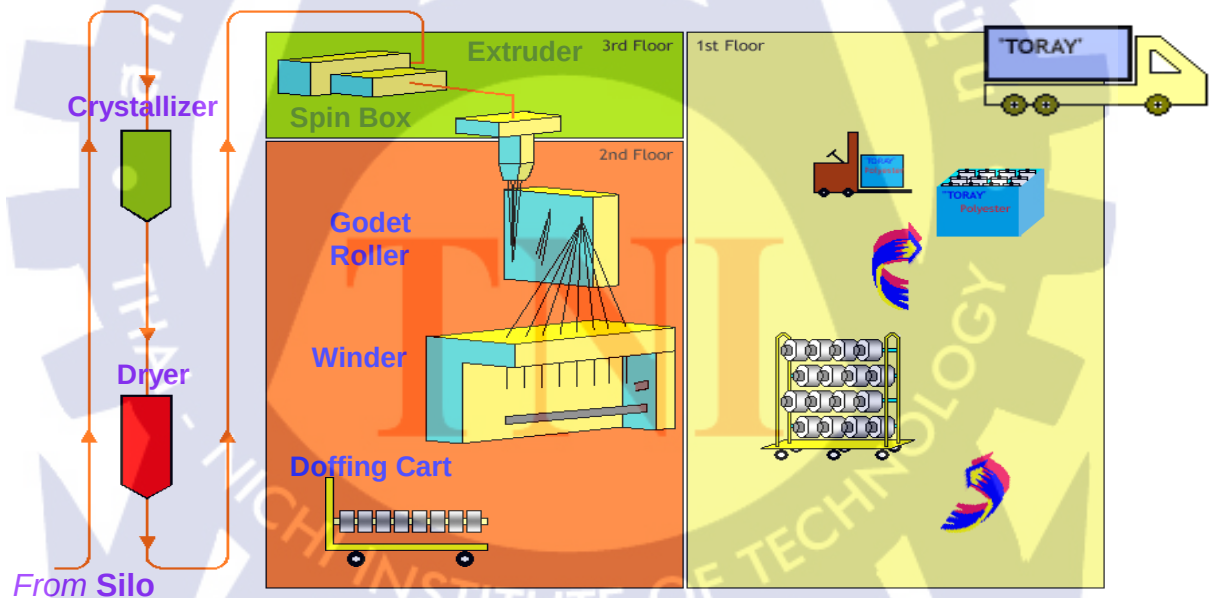
1. กระบวนการผลิตไนลอน
2. กระบวนการผลิตโพลีเอสเตอร์
3. กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกเกรซิน (COMPOUND)



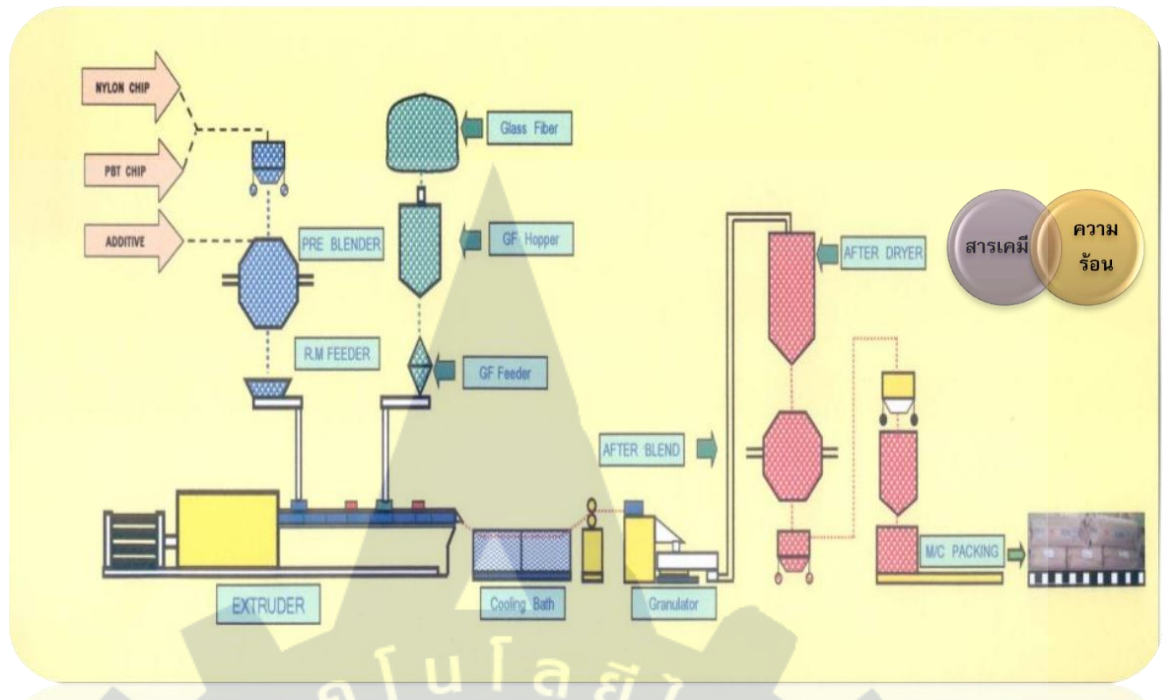
รูปที่ 1.5 แผนผังกระบวนการผลิตโดยรวมของกระบวนการต่างๆ



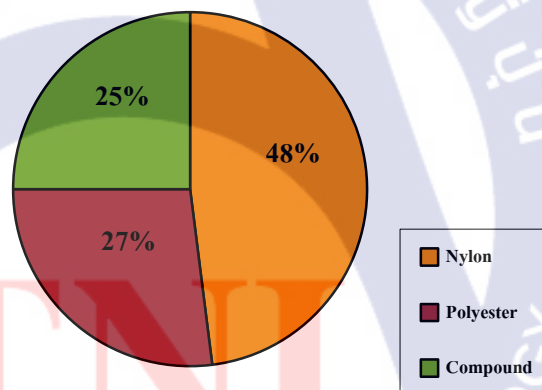
รูปที่ 1.6 แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตโพลีเมอร์ (Polymer Process)



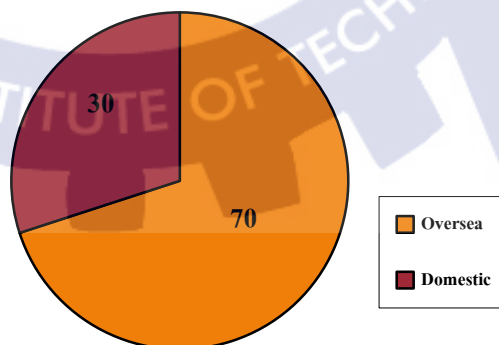
รูปที่ 1.7 แผนภาพแสดงกระบวนการปั่นและแพ็คเกจจิง (Spinning and Packaging Process)



รูปที่ 1.8 แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกอุตสาหกรรม (Compound Chip Process)

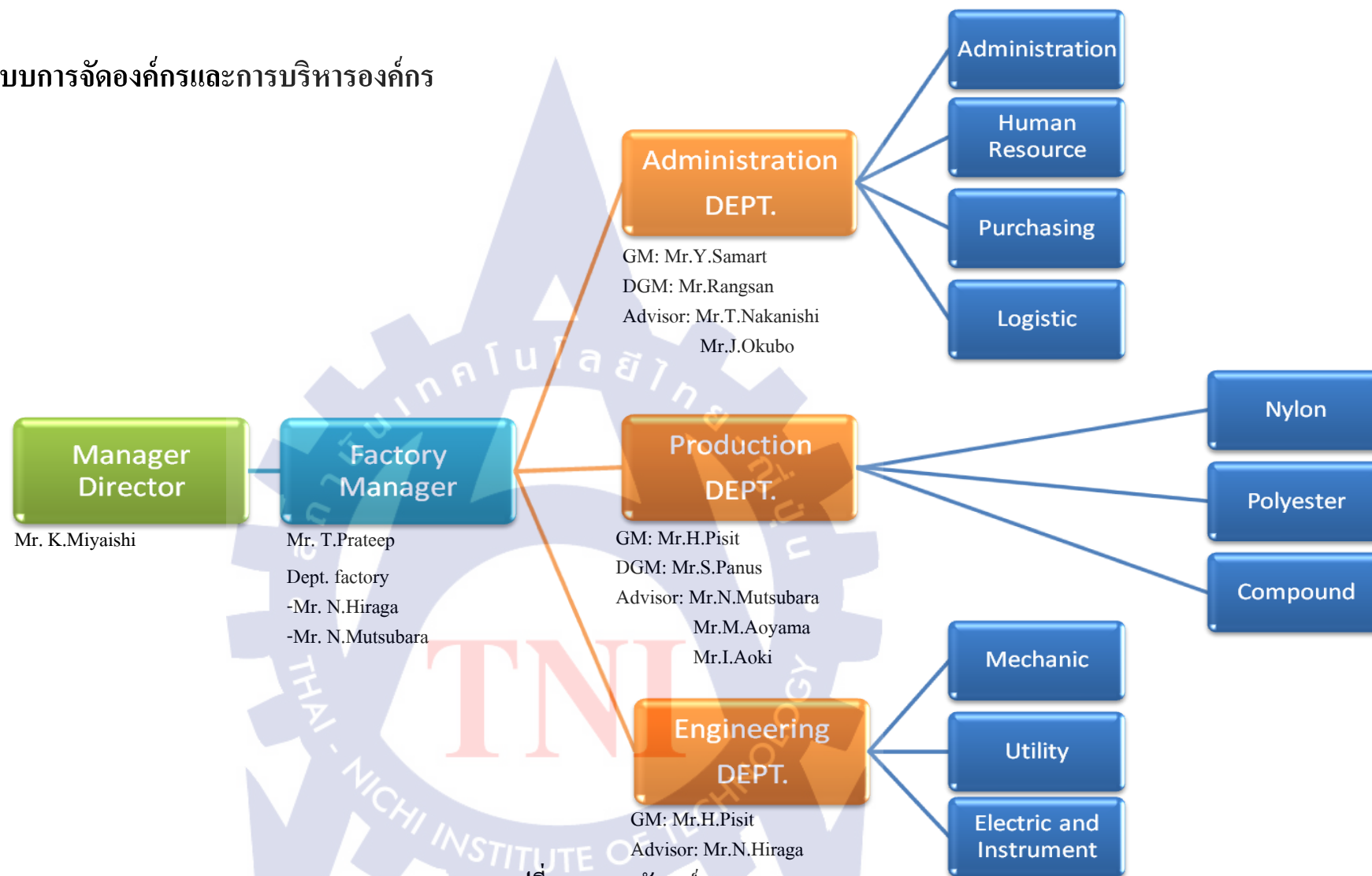


รูปที่ 1.9 สัดส่วนการตลาดตามชนิดผลิตภัณฑ์

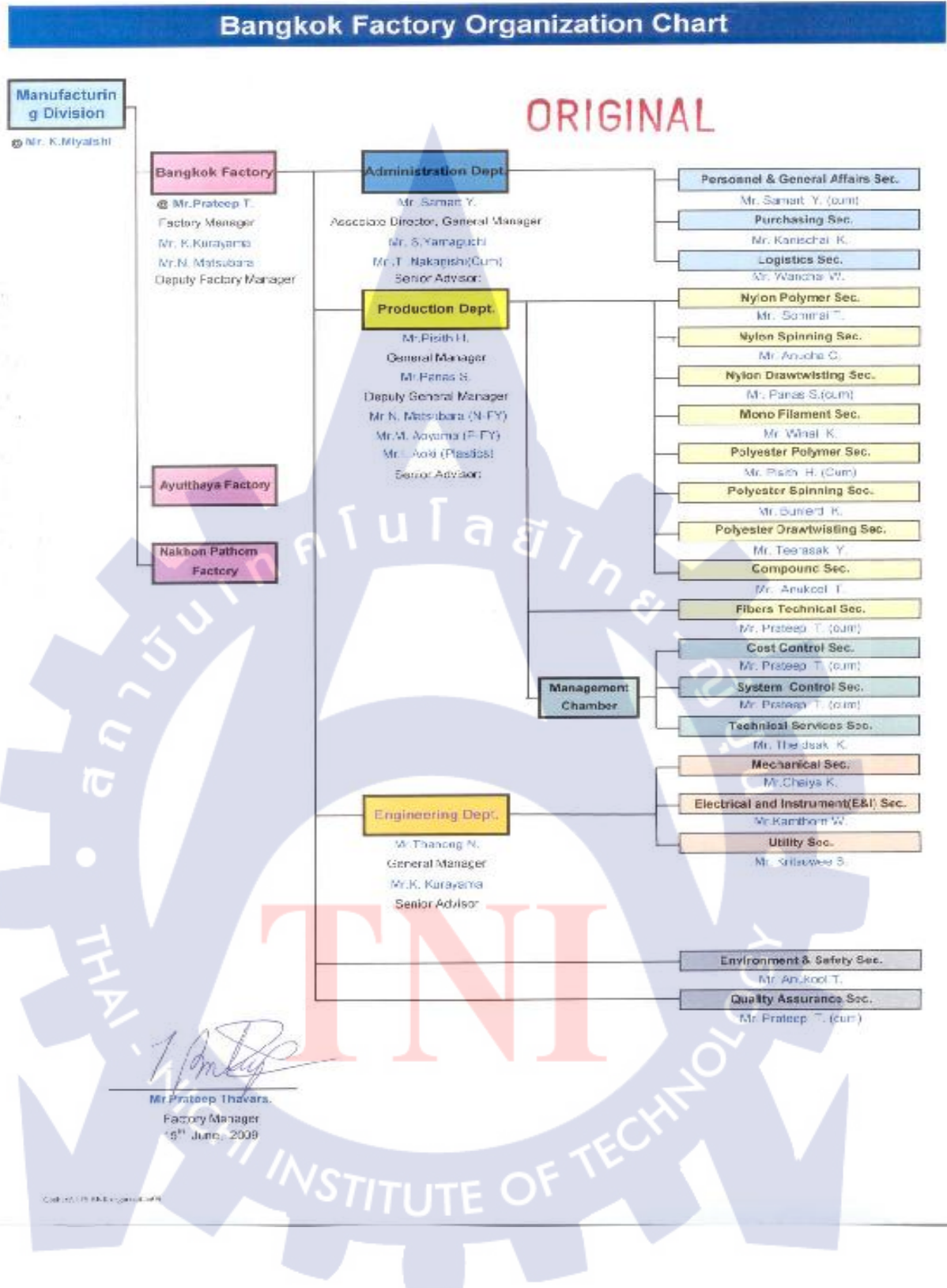


รูปที่ 1.10 กลุ่มลูกค้า

1.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารองค์กร



รูปที่ 1.11 แผนผังองค์กร



รูปที่ 1.12 Bangkok Factory Organization Chart

1.4 รายละเอียดเกี่ยวกับการทำงานและสวัสดิการ

1.4.1 เวลาการทำงาน

1.4.1.1 ชั่วโมงการทำงาน (ปกติ)

วันจันทร์ – วันเสาร์ (เสาร์เว้นเสาร์)

0.800 -16.30 น. พัก 12.00 - 13.00 น. (เวลาการทำงาน 7.5 ชั่วโมง)

1.4.1.2 ชั่วโมงการทำงาน (กะ)

กะเช้า: 08.00 – 16.30 น. พัก 1 ชั่วโมง (เวลาทำงาน 7.5 ชั่วโมง)

กะบ่าย: 16.30 – 01.00 น. พัก 1 ชั่วโมง (เวลาทำงาน 7.5 ชั่วโมง)

กะดึก: 01.00 – 08.00 น. พัก 1 ชั่วโมง (เวลาทำงาน 6 ชั่วโมง)

1.4.1.3 วันหยุด

หยุดทุกวันอาทิตย์และวันเสาร์เว้นเสาร์ (78 วันต่อปี)

วันหยุดตามประเพณี 17 วันต่อปีรวมวันแรงงานแห่งชาติ

1.4.2 สวัสดิการ

1. จัดที่พักอาศัย หอพักชายโสด,หอพักหญิงโสด, หอพักแม่หม้ายและหอครอบครัวพร้อมสนามเด็กเล่น
2. รถรับ – ส่งพนักงานทั้งหมด 4 สาย ได้แก่ สายสนามหลวง, สายบางกะปิ, สายลำลูกกา และสายปากเกร็ด
3. ค่ารักษาพยาบาล 15,000 – 50,000 บาท/คน/ปี
4. ห้องพยาบาลประจำบริษัท เปิดบริการตลอด 24 ชั่วโมง โดยแพทย์แผนปัจจุบัน
5. จัดให้มีการตรวจสอบสุขภาพประจำปี
6. ด้านกีฬา จัดให้มี สระว่ายน้ำ , สนามเทนนิส , สนามแบดมินตัน , สนามเปตอง ,สนามฟุตบอล , สนามตะกร้อ เป็นต้น
7. ศาลาคลายกังวล (ร้านค้าสวัสดิการพนักงานในบริเวณหอพัก)
8. โรงอาหารถูกสุขอนามัยในบริษัท คุณภาพดี ราคาถูก เป็นต้น

1.5 นโยบายความปลอดภัย

ให้ความสำคัญสูงสุด ด้านความปลอดภัย โดยมีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานอยู่เสมอ เพื่อสุขภาพจิต และสุขภาพกายที่ดี

PLACING TOP PRIORITY ON SAFETY. ALWAYS ENSURE TO IMPROVE WORKING CONDITION FOR GOOD MENTAL AND PHYSICAL HEALTH.

1.5.1 นโยบายความปลอดภัย

อุบัติเหตุเป็นศูนย์ ให้ความสำคัญสูงสุดด้านความปลอดภัยโดยมีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานอยู่เสมอ เพื่อสุขภาพจิตและสุขภาพกายที่ดี

1.5.2 กฎพื้นฐานบริหารงานความปลอดภัย

- การตั้งใจปฏิบัติด้วยความจริงใจ กระตือรือร้นและมุ่งมั่น
- จัดอุปกรณ์ความปลอดภัยอย่างสมบูรณ์ส่งเสริมให้ห่างไกลจากอุบัติเหตุ (การจัดการจากบนลงล่างต้องให้รอบคอบ)
- มีคำสั่งเด็ดขาดต้องหยุดทุกสิ่งเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน
- ส่งเสริมให้เพิ่มสามัญสำนึก (ร่วมมือกันสร้างสิ่งแวดล้อมที่ปลอดภัย)
- การฝึกงานในสถานที่ทำงานจริง (พนักงานจะต้องทำตามหัวหน้างาน)
- ต้องเชื่อฟังและทำตามคำแนะนำอย่างเข้มแข็ง

1.5.3 พื้นฐานสำคัญของอุบัติเหตุ

- เล่นเล่อ ถัดขั้นตอน ความไม่รู้
- อย่าสอดมือเข้าวัตถุที่หมุน OK
- ต้องหยุดเครื่องจักร ก่อนที่จะเริ่มปฏิบัติงาน OK
- ต้องใช้อุปกรณ์ความปลอดภัยทุกครั้ง และฝึกให้ชำนาญ OK
- ฝึกสัญญาณ และการยืนยันสัญญาณ OK
- รายงานความผิดปกติต่อหัวหน้างาน OK

1.5.4 นโยบายคุณภาพ (ISO – 9001)

มีความมุ่งมั่นในการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้เป็นที่ยอมรับ ด้วยผลิตภัณฑ์ที่มีการรับรองคุณภาพ โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

- ปฏิบัติตามระเบียบบริหารงานคุณภาพ
- สนองตอบความพึงพอใจของลูกค้าในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการส่งมอบ
- พัฒนาทรัพยากรบุคคลโดยการฝึกอบรมให้กับพนักงานทุกระดับ
- เพิ่มประสิทธิภาพหรือลดการสูญเสียในกระบวนการ

1.5.5 นโยบายสิ่งแวดล้อม ISO 14001

ปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่องเพื่อดำรงไว้ซึ่งสิ่งแวดล้อมที่ดี ปฏิบัติตามกฎหมายกฎข้อบังคับ และข้อกำหนดเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม มุ่งเน้นการพัฒนาในหัวข้อ

- รักษาและพัฒนาซึ่งคุณภาพของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน
- รักษาและพัฒนาคุณภาพของของเสียอันตรายในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน
- ลดปริมาณการใช้พลังงานน้ำและไฟฟ้า
- จัดการกากอุตสาหกรรมในโรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ
- สร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชนใกล้เคียง

1.6 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งพนักงานที่ปรึกษา

คุณอนุชา แซ่ตั้ง ตำแหน่ง ผู้จัดการ (Cost Control) ฝ่ายเอนจิเนียร

1.7 ระยะเวลาการปฏิบัติงาน

ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2553 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2553 ระยะเวลารวมทั้งหมด 4 เดือน

1.8 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งที่ได้รับมอบหมายในการสหกิจที่บริษัท ไทยโทเรซินเทติกส์ จำกัด (โรงงาน กรุงเทพฯ) คือการทำงานในตำแหน่งพนักงานฝ่ายเอนจิเนียร

หน้าที่งานที่ได้รับมอบหมายคือ การศึกษางานภายในฝ่ายทั้งสามแผนกย่อย ได้แก่ Mechanic, Utility , Electric and Instrument ช่วยงานเอกสารต่างๆ และ ศึกษางานโปรเจกต์ที่สนใจ

1.9 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาในการทำโครงงานสหกิจศึกษา

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นและการใช้ในการผลิตของทุกโรงงาน ความสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจึงไม่ใช่เพียงแค่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเพียงเท่านั้นแต่ยังเป็นความจำเป็นและมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศด้วย เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศ ไทยในปัจจุบัน ยังต้องพึ่งเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศ และมีแนวโน้มว่า จะต้องมีการนำเข้าเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความต้องการ การใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคธุรกิจอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นสาขาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด เนื่องจากสถานประกอบการต่าง ๆ มีการดำเนินกิจกรรมทางธุรกิจที่แตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของกลุ่มธุรกิจนั้นๆ จึงทำให้มีการใช้พลังงานที่แตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปแล้วพลังงานที่มีการนำมาใช้นั้นสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1.พลังงานความร้อน (Thermal Energy) ได้จากการแปรสภาพเชื้อเพลิง ให้เป็นพลังงานความร้อนแล้วจึงนำไปใช้ประโยชน์ ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานความร้อน จึงมีปัจจัยมากมายที่ต้องนำมาพิจารณา รวม เช่น ชนิดของเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ประโยชน์ , วิธีการแปรสภาพเชื้อเพลิง หรืออุปกรณ์เครื่องจักรที่นำความร้อนนั้นๆ ไปใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งหากโรงงานสามารถใช้เชื้อเพลิงได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดก็จะเป็นการประหยัดเชื้อเพลิง อันเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้ทางหนึ่ง ผลดี คือ จะทำให้ผลกำไรเพิ่มขึ้น 2.พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) ซึ่งเป็นพลังงานสำเร็จรูปได้จากการแปรสภาพเชื้อเพลิงโดยโรงงานไฟฟ้าและส่งต่อมายังผู้บริโภคหรือผู้ใช้ในภายหลัง

การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสามารถกระทำได้โดยการนำไฟฟ้ามาใช้เท่าที่จำเป็น และอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องมีประสิทธิภาพสูง กล่าวคือใช้พลังงานน้อยแต่ให้ประโยชน์มาก ซึ่งบริษัทไทยโเทรียนั้นเน้นมีการใช้พลังงานหลักจากไฟฟ้า ข้าพเจ้าจึงให้ความสนใจในเรื่องนี้ โดยจะศึกษาการใช้พลังงานและการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงเข้ามาใช้ร่วม ในที่นี้คือ Lighting emitting Diode หรือหลอดไฟ LED ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่มาใช้ โดยจะทำการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดไฟในปัจจุบันกับแบบใหม่ ว่ามีการใช้พลังงานที่แตกต่างกันอย่างไร คิดเป็นผลประหยัดอย่างไร มีข้อดีและข้อเสียอย่างไร เหมาะสมหรือไม่กับสภาพการใช้งาน มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจหรือไม่อย่างไร

ปัจจุบันความต้องการพลังงานไฟฟ้าจัดว่า มีความต้องการสูงมาก นอกจากนั้นการพัฒนาประเทศและการขยายตัวของเศรษฐกิจนั้นจะต้องใช้พลังงานอย่างมหาศาล จึงเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกคนจะให้ความสนใจในเรื่องการบริหารจัดการการใช้พลังงาน อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อชะลอการใช้พลังงานในส่วนนี้

1.10 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน
2. เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม
3. เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า

1.11 ขอบเขตของโครงการ

ศึกษาและปรับปรุงการใช้พลังงานทางด้านแสงสว่างภายในหน่วยงานวิศวกรรม

1.12 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

1. ศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในองค์กรและวิเคราะห์การใช้พลังงาน
2. ศึกษา หาข้อมูลผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสม
3. วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการลงทุนและผลตอบแทน
4. วางแผนการปฏิบัติงาน
5. ดำเนินการตามแผนงาน
6. วัดผลและเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพการทำงาน
7. สรุปผล

1.13 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงการ

1. สามารถลดการใช้พลังงานในองค์กร
2. ลดต้นทุนด้านพลังงานในองค์กร
3. เป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ลดปัญหามลพิษต่างๆ เช่น การปล่อยโลหะหนักสู่ธรรมชาติ จากการกำจัดขยะสารพิษที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น



บทที่ 2

ทฤษฎีเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

2.1 ความสว่างและหลักการยศาสตร์

โลกปัจจุบันจำเป็นต้องแข่งขันกันมาก ทั้งในด้านการเรียน การทำงาน ทำให้เราจะต้องใช้สายตา หรือมีการใช้ชั่วโมงการใช้สายตาเพื่ออ่านหนังสือ หรือการทำงาน หรือนั่งหน้าจอทีวีและคอมพิวเตอร์มากขึ้นซึ่งมีผลทำให้เกิดการเมื่อยล้าของสายตาได้มากขึ้น การใช้แสงที่ไม่เหมาะสมทั้งที่สว่างไปหรือมืดไป ก็จะทำให้เกิดการเพ่งของสายตา เพื่อให้เห็นภาพชัดทำให้มีการเพิ่มการทำงานของดวงตา มากกว่าปกติ และนำมาซึ่งความเมื่อยล้าของสายตาและปวดหัวหรืออาการแสบตาได้ดังนั้นในการทำงานที่ต้องใช้สายตาจึงควรจัดแสงให้พอเหมาะ และจำกัดชั่วโมงระยะเวลาการทำงานให้ไม่มากเกินไป ควรมีการพักเป็นระยะทุกชั่วโมง

การตรวจวัดแสงสว่าง (Illumination Measurement)

2.1.1. ทฤษฎีและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

แสงสว่าง เป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีความยาวคลื่นประมาณ 380-780 นาโนเมตร ($1 \text{ นาโนเมตร} = 10^{-9} \text{ เมตร}$) ซึ่งเป็นระยะความยาวคลื่นที่มองเห็นได้ (Visible Light) การเปลี่ยนแปลงของความยาวคลื่นของแสงสว่าง จะทำให้ตารู้สึกเห็นเป็นสีต่างๆ ตามความยาวคลื่นนั้น

ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)	สีที่มองเห็น
< 450	ม่วง
450 - 500	น้ำเงิน
500 - 570	เขียว
570 - 590	เหลือง
> 610	แดง

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความยาวคลื่นและสีที่แสดง
ความเข้มของแสงสว่างหรือปริมาณการส่องสว่าง (Illuminance) หมายถึง ปริมาณแสงสว่างที่ตกกระทบลงบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่กำหนด
แหล่งกำเนิดแสง

แหล่งกำเนิดของแสงสว่างมี 2 แหล่ง คือ

1. แสงสว่างจากธรรมชาติ (Natural Lighting) แหล่งกำเนิดของแสงสว่างในธรรมชาติที่สำคัญ คือ ดวงอาทิตย์ การใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์อย่างเหมาะสม จะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก

2. แสงสว่างจากการประดิษฐ์ (Artificial Lighting) เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่างที่มนุษย์ได้ประดิษฐ์คิดค้นโดยอาศัยธรรมชาติและเทคโนโลยี ได้แก่ หลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ เช่น หลอดไฟฟ้าชนิดไส้หลอด, หลอดฟลูออเรสเซนต์, หลอดเมอคิวรี, หลอดโซเดียม เป็นต้น

แสงสว่างกับการมองเห็น

แสงสว่าง เป็นสิ่งที่สำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะถ้าปราศจากแสงสว่าง การมองเห็นก็จะเกิดขึ้นไม่ได้ แสงสว่างจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการมอง การรับรู้ การปฏิบัติงานต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง นอกจากแสงสว่างซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการมองเห็นของมนุษย์แล้ว ยังมีปัจจัยสำคัญอื่นๆ ที่ช่วยในการมองเห็น คือ

1. ความสามารถในการมองเห็นของดวงตา
2. ความสว่างของวัตถุ (Brightness) – ปริมาณแสงสว่างที่ตกกระทบลงบนวัตถุ
3. ขนาดและรูปร่างของวัตถุ (Size&Shape) – วัตถุที่มีขนาดใหญ่ย่อมจะมองเห็นได้ง่ายกว่าวัตถุที่มีขนาดเล็กในระยะที่เท่ากัน
4. ความแตกต่างระหว่างวัตถุกับฉาก (Contrast) – ฉากที่มีสีจะให้ความรู้สึกในการมองเห็นน้อยกว่าฉากที่สว่าง
5. การเคลื่อนที่ของวัตถุ
6. สีของวัตถุ – สีแต่ละสีจะสะท้อนแสงได้ไม่เท่ากัน กลุ่มสีอ่อนจะสะท้อนแสงได้มากกว่าทำให้วัตถุสีอ่อนมีความสว่างมากกว่าพวกที่มีสีเข้ม

2.1.2. อันตรายและผลกระทบต่อสุขภาพ

แสงสว่าง มีความสำคัญอย่างมากที่จะช่วยให้ผู้ทำงานสามารถทำงานได้อย่างสะดวกสบาย ทำให้งานมีคุณภาพจากการที่สามารถมองเห็นชิ้นงานได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้เกิดผลผลิตที่มีคุณภาพและมีปริมาณเพิ่มขึ้น และลดอัตราการสูญเสียของชิ้นงานได้ ฉะนั้น การจัดแสงสว่างในสถานที่ทำงานให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมการทำงาน จึงมีความสำคัญต่อผู้ปฏิบัติงานและต่อเจ้าของสถานประกอบการ ปัญหาของแสงสว่างที่มีผลกระทบต่อผู้ทำงาน คือ

1. แสงสว่างน้อยเกินไป จะมีผลเสียต่อตา ทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากเกินไป โดยบังคับให้ ม่านตาเปิดกว้าง เพราะการมองเห็นนั้นไม่ชัดเจน ต้องใช้เวลาในการมองเห็นรายละเอียดนั้น ทำให้เกิดการเมื่อยล้าของตาที่ต้องเพ่งออกมา ปวดตา มึนศีรษะ ประสิทธิภาพและขวัญกำลังใจในการทำงานลดลง การหยิบจับ ใช้เครื่องมือเครื่องจักรผิดพลาดเกิดอุบัติเหตุขึ้น หรือไปสัมผัสวัตถุส่วนที่เป็นอันตราย
2. แสงสว่างที่มากเกินไป แสงจ้าตาที่เกิดจากการแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง (Direct glare) หรือ แสงจ้าตาที่เกิดจากการสะท้อนแสง (Reflected glare) จากวัสดุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อม เช่น ผนังห้อง เครื่องมือเครื่องจักร โต๊ะทำงาน เป็นต้น จะทำให้ผู้ทำงานเกิดความไม่สบายใจ เมื่อยล้า ปวดตา มึนศีรษะ กล้ามเนื้อหนังตากระตุก วิงเวียน นอนไม่หลับ การมองเห็นแย่ง นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดผลทางจิตใจ

คือเป้าหมายในการทำงาน ขวัญและกำลังใจในการทำงานลดลง เป็นผลทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ เช่นเดียวกัน

นอกจากอันตรายของแสงสว่างดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีอันตรายอื่นของแสงที่ไม่อยู่ในช่วงของความยาวคลื่นที่มองเห็นได้ อาทิเช่น

อันตรายจากแสงเหนือม่วง ซึ่งจะทำให้ชั้นตาอักเสบ ตาแดง หรือเยื่อตาในชั้นตาอาจถูกทำลาย ทำให้ขุนมองเห็นไม่ชัด จะพบในงานเชื่อมโลหะ การฆ่าเชื้อโรคโดยแสงเหนือม่วง งานเกษตรกลางแจ้ง งานก่อสร้างกลางแจ้ง งานถนนอาหาร

อันตรายจากแสงใต้แดง ช่วงคลื่นของแสงใต้แดงที่ยาวจะถูกกลืนไว้หมดโดยตา ทำให้ตาขุน ส่วนช่วงคลื่นของแสงใต้แดงที่สั้นกว่าจะส่องผ่านตาและถูกดูดกลืนโดยเลนส์ จนเกิดเป็นต่อกระจกจากความร้อน (Heat Cataract) นอกจากแสงใต้แดงอาจจะทะลุทะลวงถึงจอภาพ (Retina) ของนัยน์ตา ทำให้เซลล์ของเรตินาตายได้ ทำให้ไม่สามารถมองเห็นได้ชัด จะพบในงานอุตสาหกรรมเป่าแก้ว งานหล่อหลอมโลหะ งานเชื่อมชนิดต่างๆ และการอบสี เป็นต้น

อันตรายจากแสงในช่วงคลื่นของความถี่วิทยุโทรทัศน์ ช่วงคลื่นนี้จะทำอันตรายต่อเลนส์ของนัยน์ตามากที่สุด เพราะมีการดูดกลืนของรังสีวิทยุ ทำให้เกิดความร้อนสูง ซึ่งนัยน์ตาจะมีการไหลเวียนหรือถ่ายเทความร้อนที่ไม่เพียงพอทำให้เซลล์ของนัยน์ตาเกิดการขุนมัวได้เร็ว ทำให้เป็นตาต้อได้

2.1.3. อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

สำหรับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างนั้น ดูเหมือนว่ากิจการทุกประเภท จำเป็นต้องใช้แสงสว่างในการส่องสว่างในการทำงาน ความเข้มแสงสว่างจะเพียงพอกับงานที่ทำอยู่หรือไม่ขึ้นขึ้นกับลักษณะงาน/ประเภทของงานนั้นๆ ซึ่งส่วนมากมักปฏิบัติงานในสถานประกอบการ งานทั่วไปที่ทำในอาคาร เช่น งานเย็บผ้า งานเขียน พิมพ์ อ่าน วาด งานตรวจสอบ งานผลิตเครื่องไฟฟ้า ผลิตเหล็กและเหล็กกล้า (บริเวณเตาไฟ บริเวณโรงกลึงเหล็ก) โรงชุบ งานผลิตเครื่องจักร เครื่องยนต์ งานเกี่ยวกับสารเคมี งานหล่อ งานประกอบชิ้นส่วน เป็นต้น งานบางประเภทต้องการความละเอียดมากในการปฏิบัติงานจึงย่อมต้องการปริมาณความเข้มแสงมากกว่างานที่ต้องการความประณีตหรือต้องการความละเอียดในงานปานกลางหรือเล็กน้อยและเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน จึงได้มีมาตรฐานแนะนำความเข้มของแสงสว่างของแต่ละประเภทงานไว้สำหรับการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้มีสภาพการทำงานที่เหมาะสมตามลักษณะงานที่ต้องใช้แสงสว่างในการปฏิบัติงาน อาทิเช่น

งานบางประเภทที่ต้องการแสงสว่างมากเป็นพิเศษ เช่น งานเย็บผ้าหรืองานตรวจสอบผ้าสีทึบ/สีเข้ม งานเจียรไน การประกอบอุปกรณ์/ชิ้นส่วนขนาดเล็ก เช่น นาฬิกา วงจรไฟฟ้า เป็นต้น

งานที่ต้องการแสงสว่างมาก เช่น งานกลึง งานตกแต่ง งานตรวจสอบคุณภาพต่างๆ งานซ่อมแซม การอ่านและการเขียน เป็นต้น

งานที่ต้องการแสงสว่างปานกลาง เช่น งานเย็บ งานประกอบชิ้นส่วนที่มีขนาดปานกลาง งานตัดหรืองานเลื่อย เป็นต้น

งานที่ต้องการแสงสว่างน้อย เช่น การสีข้าว การสาวข้าว การเตรียมวัตถุดิบ เบื้องต้น เพื่อรอเข้ากระบวนการผลิต เป็นต้น นอกจากนี้มีงานบางประเภทที่ไม่ต้องการแสงสว่าง หรือต้องการแสงสว่างน้อยมาก เช่น งานในห้องมืด ห้องถ่ายภาพรังสีต่างๆ เป็นต้น

2.1.4. มาตรฐานแสงสว่าง

เกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานของแสงสว่างตามประกาศกระทรวงมหาดไทยเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม หมวด 2 แสงสว่าง

ข้อ 7 ภายในสถานที่ประกอบการที่ให้ลูกจ้างทำงาน ดังต่อไปนี้

1. งานที่ไม่ต้องการความละเอียด เช่น การขนย้าย การบรรจุ การบด การเกลี่ยวัตถุดิบหยาบ เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 50 ลักซ์
2. งานที่ต้องการความละเอียดเล็กน้อย เช่น การผลิตหรือการประกอบชิ้นงานอย่างหยาบๆ การสีข้าว การสาวฝ้าย หรือการปฏิบัติงานขั้นแรกในกระบวนการอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 100 ลักซ์

ข้อ 8 ที่ให้ลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงาน ดังต่อไปนี้

1. งานที่ต้องการความละเอียดปานกลาง เช่น การเย็บผ้า การเย็บหนัง การประกอบภาชนะ เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 200 ลักซ์
2. งานที่ต้องการความละเอียดสูงกว่าที่กล่าวใน (1) แต่ไม่ถึง (3) เช่น การกลึงหรือแต่งโลหะ การซ่อมแซมเครื่องจักร การตรวจตราและทดสอบผลิตภัณฑ์ การตกแต่งหนังสือและผ้าฝ้าย การทอผ้า เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 300 ลักซ์
3. งานที่ต้องการความละเอียดมากเป็นพิเศษ และต้องใช้เวลาทำงานนาน เช่น การประกอบเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก นาฬิกา การเจียรไนเพชร พลอย การเย็บผ้าที่มีลวดลาย เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 1,000 ลักซ์

ข้อ 9 ถนนและทางเดินภายนอกอาคารในบริเวณสถานที่ประกอบการ ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 20 ลักซ์

ข้อ 10 ในโกดังหรือห้องเก็บวัสดุ ทางเดิน เถลิง และบันไดในบริเวณสถานที่ประกอบการต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 50 ลักซ์

ข้อ 11 ให้นายจ้างป้องกันมิให้มีแสงตรงหรือแสงสะท้อนของดวงอาทิตย์หรือเครื่องกำเนิดแสงที่มีแสงจ้าส่องเข้าตาลูกจ้างในขณะที่ทำงาน ในกรณีที่ไมอาจป้องกันได้ให้นายจ้างจัดให้ ลูกจ้างซึ่งทำงานในลักษณะเช่นว่าสวมใส่แว่นตา หรือ กระบังหน้าลดแสง ตามมาตรฐานที่กำหนด ไว้ในหมวด 4 ตลอดเวลาที่ทำงาน

ข้อ 12 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานในถ้ำ อุโมงค์ หรือในที่ที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอ สวมหมวกแฉ่งที่มีอุปกรณ์ส่องแสงสว่างตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหมวด 4 ตลอดเวลาที่ทำงาน

2.1.5. การป้องกันและการควบคุม

การจัดให้มีแสงสว่างเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการมองเห็น เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความรู้สึกรู้สึกในการมอง และในแง่เศรษฐกิจนั้น เป็นการนำพลังงานมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพและที่สำคัญ คือ เพื่อช่วยผลผลิตให้กับสถานประกอบการ การบำรุงรักษาระบบแสงสว่างให้มีสภาพดีคงอยู่เสมอ ก็เป็นวิธีการป้องกันและการควบคุม ในเรื่องของแสงสว่างที่เหมาะสมและดีที่สุด

การจัดแสงสว่างในสถานประกอบการให้มีสภาพที่เหมาะสม มีหลักในการพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. การเลือกระบบแสงสว่างและแหล่งกำเนิดแสงสว่าง
2. ลักษณะของห้องหรือพื้นที่ใช้งาน
3. คุณภาพและปริมาณของแสงสว่าง
4. การดูแลบำรุงรักษาระบบแสงสว่าง

1. การเลือกระบบแสงสว่างและแหล่งกำเนิดแสงสว่าง

แสงสว่างตามธรรมชาติ เป็นแหล่งกำเนิดของแสงสว่างที่ดีที่สุดและถูกที่สุด การจัดพื้นที่ของสถานประกอบการให้มีพื้นที่ของหน้าต่างหรือช่องแสงเข้าจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ หากต้องการนำประโยชน์จากแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ ควรให้มีพื้นที่ของหน้าต่างมากกว่า 1/3 ของพื้นที่ของสถานประกอบการ แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความร้อนที่จะเข้ามาด้วย

2. ลักษณะของห้องหรือพื้นที่ใช้งาน

ลักษณะของห้องหรือพื้นที่ใช้งาน นับเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการที่จะนำรายละเอียดไปใช้เป็นข้อพิจารณาในการกำหนดความสว่างให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดการมองเห็นที่ดี การจัดสภาพแวดล้อมในการมองเห็นเพื่อให้เกิดความรู้สึกรู้สึกสบาย และอยากทำงาน การพิถีพิถันในการเลือกใช้สี และวัสดุในการทำเพดานและผนัง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเพิ่มการมองเห็นได้ยิ่งขึ้น โดยจะลดการสูญเสียจากแสงสะท้อน การกระจายของแสงดีขึ้น ปกติแล้วการทำสีเพดานควรทาสีที่ใกล้เคียงกับสีขาว ให้มากที่สุด และผนังไม่ควรทาสีที่มีความมันวาว ควรทาสีอ่อนๆ

3. ปริมาณของแสงสว่างที่เพียงพอและมีคุณภาพ

ลักษณะงานแต่ละชนิด ต้องการปริมาณแสงสว่างไม่เท่ากัน ลักษณะงานที่มีความละเอียดมาก หรือมีชิ้นงานขนาดเล็กมาก หรือทำงานกับงานที่มีสีทึบ ย่อมต้องการปริมาณแสงสว่างมากกว่างานที่มีชิ้นงานขนาดใหญ่หรือมีสีอ่อน นอกจากปริมาณแสงสว่างที่พอเหมาะกับลักษณะงานแล้ว คุณภาพของแสงสว่างก็มีความสำคัญมาก

คุณลักษณะของแสงสว่างที่ควรหลีกเลี่ยง คือ

การเกิดแสงจ้า (Glare)

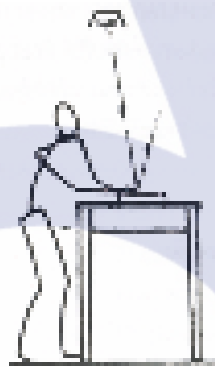
แสงจ้า (Glare) คือ จุดหรือพื้นที่ที่มีแสงจ้าเกิดขึ้นในระยะของเวลาลานสายตา (Visual field) ทำให้ตา รู้สึกว่ามีแสงสว่างมากเกินไปกว่าตาที่จะปรับได้ เป็นสาเหตุของความรำคาญ ไม่สบาย หรือ ความสามารถในการมองเห็นลดลง

แสงจ้ามี 2 ชนิด คือ

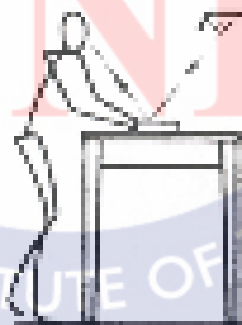
1. แสงจ้าตาโดยตรง (Direct glare) เกิดจากแหล่งกำเนิดที่แสงสว่างจ้าในระยะลานสายตา ซึ่ง อาจเกิดจากแสงสว่างที่ส่องผ่านหน้าต่าง หรือแสงสว่างที่เกิดจากดวงไฟติดตั้ง

การลดแสงจ้าจากหน้าต่าง ทำได้โดย

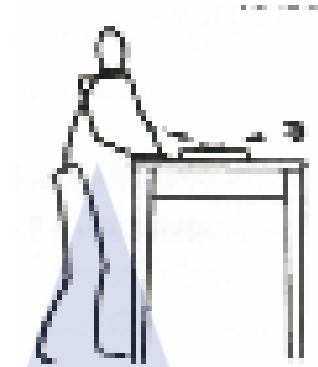
- ติดผ้าม่าน ที่บังตา บานเกร็ด ต้นไม้ หรือไม้เลื้อยต่างๆ
- เปลี่ยนเป็นกระจกฝ้าแทนกระจกใส
- เปลี่ยนทิศทางของโต๊ะและการนั่งทำงาน โดยให้แสงสว่างเข้าด้านข้าง หรือนั่งหันหลังให้หน้าต่าง แทนการหันหน้าไปหาแสง



รูปที่ 2.1 ตำแหน่งของไฟเสริมที่การติดตั้งทำให้ไม่มีแสงสะท้อนมารบกวนสายตา



รูปที่ 2.2 ตำแหน่งของไฟเสริมที่การติดตั้งทำให้เกิดแสงสะท้อนมารบกวนสายตา



รูปที่ 2.3 การติดตั้งไฟเสริมในมุมต่ำเมื่อต้องการเน้นพื้นผิวงานเป็นพิเศษ



รูปที่ 2.4 การติดตั้งแผงไฟเสริมที่มีขนาดใหญ่และมีหลอดไฟจำนวนมากอาจทำให้เกิดแสงสะท้อนเข้าตาได้

การลดแสงจ้าจากดวงไฟ ทำได้โดย

- การใช้โคมไฟ หรือที่ครอบลึกลงกว่า ขอบด้านในทาสีเข้มและผิวด้าน
- ติดตั้งโคมไฟให้ต่ำพอ เพื่อว่าแสงจ้าที่พื้นผิวจะถูกกลบหายไป แต่ก็ให้มีระดับสูงพอที่จะช่วยในการส่องสว่าง



รูปที่ 2.5 การติดตั้งโคมไฟให้มีระดับสูงที่พอเหมาะ

2. แสงจ้าจากการสะท้อน (Reflected glare) เกิดจากเมื่อแสงตกกระทบบนพื้นผิวต่างๆ เช่น วัตถุผิวมันและสะท้อนมาเข้าตา แสงจ้าชนิดนี้ จะก่อให้เกิดความรำคาญมากกว่าแสงจ้าโดยตรง

การลดแสงจ้าจากการสะท้อนทำได้โดย

- การปรับเปลี่ยนตำแหน่งของแหล่งแสง
- การลดความสว่างของแหล่งแสง
- การเลือกใช้ผิววัสดุที่มีการสะท้อนแสงต่ำ
- การทำเบกกราวด์ข้างเคียงให้สว่างกว่า โดยจัดวางนั้นให้พื้น/วัสดุผิวสีอ่อนให้อยู่ด้านหลัง



รูปที่ 2.6 การเปลี่ยนตำแหน่งหลอดไฟให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน

3. การเกิดเงา

เงา เป็นอุปสรรคต่อการทำงานอย่างยิ่ง บริเวณที่มีเงามืดบนพื้นผิวของชิ้นงาน จะทำให้การทำงานลำบากยากยิ่งขึ้น มองไม่เห็นชัด คุณภาพของงานแย่ลง เมื่อขยตา และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้

การหลีกเลี่ยงการเกิดเงาทำได้โดย

- จัดกลุ่มดวงไฟสำหรับกลุ่มต่างๆ ของเครื่องจักร
- ใช้แสงสะท้อน เพื่อหลีกเลี่ยงแสงจ้า
- จัดทิศทางของแสงให้ดีขึ้น
- ดูแลความสะอาดและเพิ่มจำนวนหน้าต่างและช่องแสง เป็นต้น

4. การบำรุงรักษาแสงสว่าง

แม้จะมีปริมาณและคุณภาพของแสงสว่าง ที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานนั้นแล้ว แต่หากไม่มีการดูแลบำรุงรักษาระบบแสงสว่างอย่างเหมาะสม ความเข้มของการส่องสว่างที่ได้รับจะเหลือเพียงครั้งเดียว และทำให้การจัดแสงสว่างที่ดำเนินการไว้ไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงานได้

สาเหตุที่ทำให้ระบบการส่องสว่างลดลง คือ

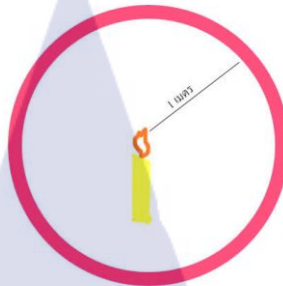
- ผู้คน หรือสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนดวงไฟ พื้นผิวงานต่างๆ รวมทั้งพื้นผิวห้องด้วย อาทิ เช่น ฝ้า กำแพง เพดาน หน้าต่าง ช่องแสง เป็นต้น
- อายุการใช้งานของแหล่งกำเนิดแสง เช่น ดวงไฟ – หลอดฟลูออเรสเซนต์ ก่อนที่หลอดจะขาดหรือหมดอายุ ความสว่างของหลอดจะลดลง 25-30% เมื่อเทียบกับหลอดไฟใหม่
- การนำสิ่งของต่างๆ วางกีดขวางทางเข้าแสงสว่าง หรือบังทางที่แสงสว่างผ่านมายังบริเวณที่ปฏิบัติงาน

ข้อเสนอแนะในการป้องกันอันตรายจากแสงที่ไม่อยู่ช่วงของความยาวคลื่นที่มองเห็นได้

1. ให้คนงานที่ต้องทำงานเกี่ยวกับแสงจ้าสวมแว่นตากรองรังสีในขณะที่ทำงาน สำหรับงานเชื่อมด้วยไฟฟ้านั้นควรคำนึงถึงอันตรายที่จะเกิดกับผิวหนังด้วย ดังนั้น ควรใช้เครื่องใช้ป้องกันอันตรายที่มีลักษณะเป็นกระบังหน้ามีแว่นกรองแสงรวมอยู่และควรสวมเสื้อ แขนยาวและถุงมือเพื่อปกปิดผิวหนังไม่ให้สัมผัสกับรังสี
2. สำหรับงานเชื่อมด้วยไฟฟ้านั้นควรคำนึงถึงอันตรายที่จะเกิดกับผิวหนังด้วยดังนั้น ควรใช้เครื่องป้องกันอันตรายที่มีลักษณะเป็นกระบังหน้ามีแว่นกรองแสงรวมอยู่และควรสวมเสื้อแขนยาวและถุงมือเพื่อปกปิดผิวหนังไม่ให้สัมผัสกับรังสี ิ
3. เมื่อคนงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับแสงจ้ามีอาการเจ็บแสบที่ตาและที่ผิวหนัง ควรให้หยุดพักจากงานเสียชั่วคราว เพื่อรักษาตัวจนกว่าจะหาย เพราะถ้ายังปล่อยให้ทำงานอยู่ต่อไป อันตรายที่เกิดจะรุนแรงมากขึ้น
4. การเลือกใช้แว่นตากันแสงและรังสี ควรจัดหาอย่างเหมาะสมและถูกต้องกับสภาพ อันตราย โดยการเลือกใช้แว่นตานี้ควรคำนึงถึงขนาดของความยาวคลื่นที่สามารถกันได้ และไม่รบกวนต่อการทำงาน รวมทั้งวิธีการบำรุงรักษาควรมีได้ด้วย การออกแบบที่พักออาศัยหรือโรงงาน ในภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงเรื่องความประหยัดพลังงาน ซึ่งโดยมากนั้นก็จะมีการลดการติดตั้งโคมไฟลง ตลอดจนการเปลี่ยนหลอดนีออนไฟฟ้าหรือหลอดอินแคน ให้เป็นแบบหลอดคอมแพ็ค (หลอดตะเกียบ) เพื่อให้ประหยัดพลังงาน แต่ถ้าหากมีการลดการติดตั้งโคมไฟลงแล้วนั้น จะทำให้ห้องนั้นมีความสว่างเพียงพอกับความต้องการใช้หรือไม่นั้น ก็ยังเป็นสิ่งที่นักออกแบบควรพิจารณาเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้น บทความนี้ จึงมุ่งแนะนำความสว่างเท่าไร จึงจะพอเพียงต่อความต้องการ หรือ ตรงต่อวัตถุประสงค์ในการใช้สอยห้องแต่ละห้อง
5. การควบคุมด้านสิ่งแวดล้อมและการบริหารงานในสถานประกอบการที่มีการใช้ แสงรังสี ควรมีการตรวจสภาพแวดล้อมและควบคุมเป็นประจำ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน จะต้องตรวจสอบบริเวณที่เสี่ยงต่ออันตรายมากที่สุด และกำหนดชั่วโมงการทำงานและวิธีการบริหารงานด้านความปลอดภัย ทั้งนี้เพื่อไม่ให้คนงานปฏิบัติงานภายใต้สภาพแวดล้อม การทำงานที่มีอันตราย

ปริมาณแสง

ปริมาณแสงนั้นมีหน่วยเป็นลูเมน ปริมาณแสงที่ส่องพื้นที่ 1 ตารางเมตรบนผิวทรงกลมที่มีรัศมี 1 เมตร ได้อย่างทั่วถึง โดยมีแหล่งกำเนิดแสง 1 แรงเทียน วาง ที่จุดศูนย์กลางของพื้นที่ทรงกลมนั้น



รูปที่ 2.7 ปริมาณแสง

ความส่องสว่าง

ความส่องสว่างมีหน่วยเป็นลักซ์ (หรือลูเมนต่อตารางเมตร) ซึ่งความส่องสว่าง คือ ปริมาณแสงเป็นลูเมนในพื้นที่ 1 ตารางเมตร

ลักษณะของการส่องสว่าง

แสงสว่างที่ได้จากการส่องสว่างมีวิธีการคำนวณได้หลายวิธี เช่น วิธีลูเมน ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$E = (N \times LU \times MF \times CU) / A$$

โดยที่ E คือ ความสว่างเป็นลักซ์ที่เราต้องการ

N คือ จำนวนหลอดไฟ

LU คือ ปริมาณแสงเป็นลูเมนต่อหลอด ซึ่งดูจากชนิดของหลอด

MF คือ ตัวประกอบบำรุงรักษา หากทำความสะอาดบ่อยจะเป็น 0.9
สำนักงานจะเป็น 0.75 และห้องเก็บของจะเป็น 0.5

CU คือ สัมประสิทธิ์การใช้งานซึ่งดูจากชนิดของโคมของแต่ละผู้ผลิต
ทั้งนี้จะต้องทราบค่า RCR (Room cavity ratio) ซึ่งมีค่า

$$RCR = (5 \times H \times (L+W)) / L \times W$$

A คือ พื้นที่ห้องเป็นตารางเมตร

L คือ ความยาวห้องเป็นตารางเมตร

W คือ ความกว้างของห้องเป็นเมตร

H คือ ความสูงของห้องเป็นเมตรที่อยู่เหนือพื้นที่ที่ต้องการให้แสงกระทบ เช่น
ห้องสูง 3 เมตร โตะสูง 0.7 เมตร ดังนั้น H = 2.3 เมตร

ซึ่งความสว่างที่เหมาะสมตามมาตรฐาน CIE (International commission on illumination) และสถิติทั่วไปนั้น มีดังต่อไปนี้

สถานที่	ความสว่าง (ลักซ์)
ทางเดินภายนอก	30
ทางเดินภายใน	100
ห้องใช้งานไม่ต่อเนื่อง, ห้องเก็บของ	150
งานโรงงาน (ชิ้นใหญ่, งานหยาบ)	300
งานสำนักงาน, ห้องคอมพิวเตอร์, ห้องเรียน	500
งานเขียนแบบ, งานละเอียด	750
งานชิ้นส่วนเล็ก	1,000
งานชิ้นส่วนเล็กมาก, เครื่องมือวัด	1,500
งานผ่าตัด	2,000

ตารางที่ 2.2 ความสว่างที่เหมาะสมตามมาตรฐาน CIE

Lighting at Work

Every workplace must have suitable and sufficient lighting and, where possible, be by natural light.

Practical steps

The key points to remember when thinking about lighting are:

- Try where possible to light areas by natural lighting. If you can't then you will have to use artificial lighting (the law is not being broken if your work area is not lit by natural means).
- Lighting should **not** create glare problems - natural lighting should be controlled by the use of blinds. Artificial lighting should not be in the direct line of sight of individuals.
- Avoid creating shadows, particularly on stairwells or other changes in level. Also try to avoid large differences in the lighting of adjacent areas. Ensure that all staircase lighting in your building is left on during normal working hours.
- Light switches should be in readily accessible positions. You should not have to walk into a dark room to find a light switch.
- If general lighting levels do not provide sufficient levels at work level then supplementary lighting should be provided eg desk lamps.
- Take care to avoid strobe effects particularly in areas where this will increase the risk, working on rotating equipment.

This can be achieved by:

supplying adjacent runs of light fittings from different phases

providing a high frequency supply

washing out the effect with local tungsten filament lighting

keep manufacturers filters fitted to high intensity tungsten halogen or mercury lamps

Specific lighting levels

The CIBSE Code on Lighting 2002 recommends the following lighting levels (in lux) for various workplaces:

General Education areas	Level
Classrooms, tutorial rooms	300
Lecture halls	500
Art rooms	500
Technical drawing areas	500
Music practice rooms	300
Entrance halls	200
Stairs	150
Circulation routes	100
Common rooms	200
Kitchens	500
Store rooms	100
Sports halls	350
Rest rooms	100
Cloakrooms, washrooms, bathrooms, toilets	200
Offices (filing, copying), reception desks	300
Conference and meeting rooms	500
Offices (writing, typing, reading)	500
External loading ramps and bays	150
Canteens	200

Other work areas	Level
Woodworking - benchwork	300
Woodworking - machine work	500
Civil engineering - mixers and kilns	200
Civil engineering - general machine work	300
Civil engineering - rough forms	300
Energy areas - boiler houses	100
Energy areas - machine halls	200
Energy areas - side rooms	200
Control rooms	200
Libraries - book shelves	200
Libraries - reading areas	500
Libraries - counters	500
Nurseries - playrooms	300
Plant rooms, switch gear rooms	200
Electrical workshops - printing circuit boards	500
Electrical workshops - circuit boards soldering	750
Electrical workshops - circuit boards inspection	1000

ตารางที่ 2.3 Specific lighting levels

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม

ในยุคที่เศรษฐกิจฝืดเคืองเช่นนี้ การบริหารโรงงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องคำนึงถึงการผลิตที่มีค่าใช้จ่ายเป็นต้น ทวนการผลิตที่ต่ำลง หนทางหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิต คือการใช้พลังงานทุกประเภทอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

การประหยัดพลังงานของโรงงาน หมายถึงการลดใช้พลังงานลงโดยการจัดการใช้พลังงานให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ ประโยชน์สูงสุด โดยไม่ทำให้กระบวนการผลิตลดลงและไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นและการใช้ในการผลิตของทุกโรงงาน ความจำเป็นและความสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จึงไม่ใช่เพียงแค่เอื้อ ประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเพียงเท่านั้นแต่ยังเป็นความจำเป็นและมี ความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ ด้วย เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศ ไทยในปัจจุบัน ยังต้องพึ่งเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศ และมีแนวโน้มว่าจะต้องมีการนำเข้าเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความต้องการ การใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคธุรกิจอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นสาขาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ดังจะเห็นได้จากรายงานสถานการณ์ พลังงานในช่วงครึ่งปีแรกของปี พ.ศ. 2543 ระบุว่าภาคธุรกิจอุตสาหกรรมยังต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 10.3

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานได้เสนอแนะว่าการประหยัดพลังงานในโรงงาน ควรมีการดำเนินเป็นขั้นตอนโดยเริ่มจากเทคโนโลยีที่ง่ายที่สุด และใช้เงินลงทุนน้อยที่สุดไปจนถึงงานที่ต้องใช้เทคโนโลยีสูง และเงินลงทุน มากได้แก่

1. การบำรุงรักษาและการดูแลเบื้องต้น (House Keeping) การประหยัดพลังงานโดยวิธีนี้เป็นการปรับแต่งเครื่อง และการทำงานต่างๆ เช่น การกำหนดให้มีกรรมวิธีดูแลรักษาที่ถูกต้อง วิธีเหล่านี้โดยมากแล้วจะไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หรือเป็นมาตรการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่มีระยะคืนทุนสั้นๆ คือน้อยกว่า 4 เดือน
2. การปรับปรุงขบวนการเดิมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือทำให้การสูญเสียต่างๆ ลดน้อยลง ซึ่งจะต้องอาศัยการตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยทั่วไปมาตรการนี้จะต้องการเงินลงทุนปานกลาง โดยมีระยะเวลาคืนทุน 1 - 2 ปี
3. การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ (Major Change Equipment) เมื่อการตรวจวิเคราะห์ขั้นต้นชี้ให้เห็นว่าสามารถ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้มาก โดยการเปลี่ยนหรือเพิ่มอุปกรณ์ ทั้งนี้จะต้องมีการประเมินผลตอบแทนทางการเงินที่ได้จากการดำเนินการมาตรการ ดังกล่าว ถ้าพบว่ามีความสอดคล้องเข้ากับเกณฑ์การลงทุนของฝ่าย บริหาร ก็จะเสนอขอความเห็นชอบ มาตรการนี้จะต้องมีการลงทุนสูงโดยมีระยะเวลาคืนทุน 2-5 ปี

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถทำได้หลายวิธี เช่น

- การปรับปรุงต้นพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยการผลิต
- การปรับปรุง Load Factor ให้สูงขึ้น
- การปรับปรุงค่า Power factor
- การควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของโรงงาน

ซึ่งแต่ละวิธีสามารถทำได้โดยการบริหารจัดการ การปรับปรุงการทำงาน การใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพการลดการสูญเสีย การบำรุงรักษา ตลอดจนการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ในการวางแผนจัดการด้านพลังงานให้มีการใช้พลังงานอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องมีการดำเนินการตรวจสอบ และวิเคราะห์หาสภาพการใช้พลังงานที่เป็น อยู่ในปัจจุบันของ โรงงานที่เรียกว่า Energy Audit เสียก่อน การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานดังกล่าวจะให้ทราบถึง สภาพการใช้พลังงาน และการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปมีการปฏิบัติอยู่ 3 ขั้นตอนคือ

1. การตรวจสอบวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น (Preliminary Audit) เป็นการตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลด้านการผลิตระบบการใช้พลังงานในปีก่อนๆ ที่ทางโรงงานจดบันทึกไว้เพื่อทราบ ปริมาณการใช้พลังงานทุกรูปแบบ ค่าใช้จ่าย ด้านพลังงาน ผลผลิตที่ได้ต่อพลังงานที่ใช้ ตัวแปรของการ ใช้พลังงานในแต่ละช่วงตลอดจนรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง

2. การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยการสำรวจแผนผังโรงงานเพื่อทราบลักษณะทั่ว ไป ของโรงงาน กระบวนการผลิตและเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ พิจารณาสถานที่มีการใช้พลังงานสูง ระบบการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆและบริเวณที่เกี่ยวข้อง และในขั้นตอนต่อมาคือ การเข้าสำรวจ ในโรงงานเพื่อหาสาเหตุการสูญเสียพลังงาน โดยการสำรวจใช้พลังงานทุกระบบทั้งในช่วงทำการผลิต และช่วงหยุดการผลิต รวมทั้งทำการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือต่างๆทำให้ได้ข้อมูลสภาพการใช้ พลังงาน ของโรงงานนั้น

3. การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด (Detailed Audit) ผลการ ตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น นำข้อมูลมาสร้างรูปแบบการใช้พลังงานว่าจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขส่วนใดบ้าง ซึ่งจะต้องทำการตรวจสอบและวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยการ ตรวจวัดและบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง หรือเป็นช่วงเวลาอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อให้ทราบสภาพ การทำงานและวิเคราะห์การสูญเสียพลังงานโดยจัดทำสมดุล พลังงาน เพื่อหาประสิทธิภาพของ ระบบ และของอุปกรณ์ที่สำคัญ และหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งจะต้องมีการวิเคราะห์ทางด้าน เศรษฐศาสตร์ในแต่ละมาตรการลงทุนเพื่อหา มาตรการที่เหมาะสมและเป็นไปได้

กล่าวโดยสรุป การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมมีความจำเป็นมาก สามารถดำเนินการได้โดยอาศัยวิธีการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานหรือ Energy Audit ซึ่งเป็นแนวทางที่เหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันเนื่องจากช่วยให้สามารถหาแนวทางการประหยัดพลังงานลงได้ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตของผู้ประกอบการลงได้ และเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศ รวมทั้งช่วยรักษาสภาพแวดล้อม

เทคโนโลยีที่นำมาใช้

LED เทคโนโลยีแสงสว่างแห่งอนาคต

มนุษย์ ได้ประดิษฐ์ตะเกียงเพื่อให้แสงสว่างมาตั้งแต่สมัยโบราณ ต่อมาได้พัฒนาเทคโนโลยีไปสู่การให้แสงสว่างในรูปแบบเทียนไข จากนั้นมีความก้าวหน้าครั้งสำคัญเมื่อมีการประดิษฐ์หลอด ไฟฟ้าแบบไส้หลอด หลอดนีออน และหลอดฟลูออเรสเซนต์ สำหรับในยุคปัจจุบัน โลกกำลังก้าวสู่เทคโนโลยีใหม่ คือ ไดโอดเรืองแสง (Light Emitting Diode – LED)



รูปที่ 2.8 ป้ายไฟ แอลอีดี

LED นับเป็นอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์แบบหนึ่งที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านและจะปล่อยแสงสว่างออกมา ความจริงแล้ว LED ไม่ใช่เรื่องใหม่แต่อย่างใด โดยนักวิทยาศาสตร์ได้สังเกตมาตั้งแต่ปี 2450 ว่า เซมิคอนดักเตอร์จะเปล่งแสงออกมาเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน อย่างไรก็ตามแสงที่เปล่งออกมามีปริมาณน้อยมาก จึงทำให้เทคโนโลยีนี้ไม่ได้รับความสนใจการนำเทคโนโลยี LED มาใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้เริ่มต้นขึ้นเมื่อนาย Nick Holonyak นักวิจัยแห่งบริษัท GE ประสบผลสำเร็จเมื่อปี 2505 ในการประดิษฐ์ LED ที่ สามารถเปล่งแสงสีแดงที่มีความสว่างออกมามากเพียงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ ทำให้ทั่วโลกเริ่มมีการตื่นตัววิจัยและพัฒนาในด้านนี้อย่างจริงจัง

อย่างไรก็ตาม LED ที่ ได้จากการวิจัยและพัฒนาในช่วงนั้นยังเปล่งแสงสว่างน้อยมาก จึงไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปให้แสงสว่างแต่อย่างใด ส่วนใหญ่นำไปใช้เป็นปุ่มสัญญาณแสงสีต่างๆ ในอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้นว่า หลอด LED ขนาดเล็กเท่าหัวเข็มหมุด ได้ติดตั้งในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้สัญญาณว่าเครื่องกำลังเปิดหรือปิด

เดิมแสงจาก LED จะเป็นสีต่างๆ ไม่ได้เป็นสีขาว จึงมีข้อจำกัดในการนำมาให้แสงสว่างแทนหลอดไฟ สำหรับบุคคลสำคัญที่สามารถแก้ไขปัญหานี้ คือ นาย Shuji Nakamura แห่งบริษัท Nichia Chemical ของญี่ปุ่น ได้ประสบผลสำเร็จในการประดิษฐ์ LED สีน้ำเงินที่มีความสว่างจ้าจากนั้นได้นำ LED สีน้ำเงินไปเคลือบด้วยสารเคลือบเรืองแสงสีเหลือง จะทำให้แสงจาก LED ที่ออกมากลายเป็นสีขาว สามารถนำไปใช้ในรูปแบบให้แสงสว่าง โดยได้เริ่มวางตลาด LED สีขาวนับตั้งแต่ปี 2536 เป็นต้นมา

ปัจจุบันจากความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีเซมิคอนดักเตอร์ ทำให้เทคโนโลยีของ LED ก้าวหน้าอย่างรวดเร็วตามไปด้วย ได้มีการนำ LED มา ใช้ประโยชน์แพร่หลายมากขึ้นเรื่อยๆ เช่น ในเครื่องคิดเลข สัญญาณจราจร ไฟท้ายรถยนต์ ป้ายสัญญาณต่างๆ ไฟฉาย ไฟให้สัญญาณของประชากร จอภาพยนตร์ขนาดใหญ่ ยิ่งไปกว่านั้น หน้าจอ LCD ของโทรศัพท์มือถือที่เราใช้กันทั่วไป เกือบทั้งหมดจะให้แสงสว่างด้วย LED

LED เป็นไดโอดชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N ต่อชนกัน เช่นเดียวกับไดโอดธรรมดาที่มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา คือขาแอนโนด (A) และขาแคโทด (K) เหมือนกัน การจ่ายไบอัสเพื่อให้ไดโอดเปล่งแสงทำงานก็เหมือนกันคือแบบอัสตรงนำกระแส ไบอัสกลับไม่นำกระแส ส่วนที่แตกต่างกันของไดโอดเปล่งแสงกับไดโอดธรรมดา ตรงที่ไดโอดเปล่งแสง สามารถเปล่งแสงออกมาได้ เมื่อได้รับไบอัสตรง แสงที่ เปล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียว และมีเฟส ต่อเนื่องกัน ซึ่งแตกต่างไปจากแสงธรรมดาที่ตาคนมองเห็น จะประกอบไปด้วยคลื่นที่มีเฟส และความถี่ต่างกันมารวมกัน แสงที่เปล่งออกมาจากตัวไดโอดเปล่งแสง แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ แสงที่ตาคนมองเห็น และแสงที่ตาคนมองไม่เห็น แสง ที่เปล่งออกมาจากไดโอดเปล่งแสง เกิดขึ้นเนื่องจากการจ่ายไบอัสตรงให้สารชนิด P และสารชนิด N จะทำให้เกิดกระแสไหล (ID) อิเล็กตรอนอิสระเกิดการเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN เป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนอิสระเกิดการเปลี่ยนแปลง อิเล็กตรอนอิสระ จะคายพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแสง และความร้อน แต่พลังงานส่วนใหญ่ที่ได้ ออกมา จะเป็นคลื่นแสง

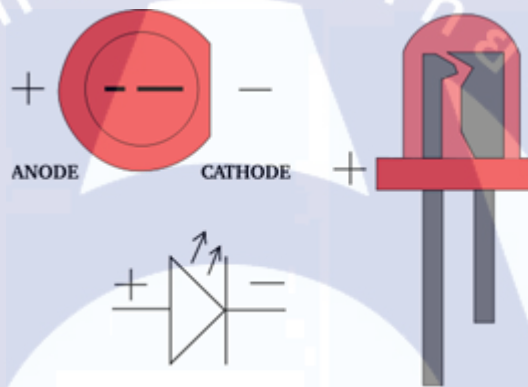
แสงที่เปล่งออกมาไดโอดเปล่งแสง ที่มีสีต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อสารกึ่งตัวนำที่ใช้ ในการผลิต เนื้อสารที่ใช้มีดังนี้

- ใช้แกเลียมอาร์ซีไนด์ (GALLIUM ARSENIDE) เขียนย่อ GaAs จะให้กำเนิดแสงอินฟราเรด ออกมา

-ใช้แกเลียมอาร์ซีไนด์ ฟอสไฟด์ (GALLIUM ARSENIDE PHOSPHIDE) เขียนย่อ GaAsP จะให้กำเนิดแสงสีเหลือง และแสงสีเขียว

-ใช้แกเลียมฟอสไฟด์ (GALLIUM PHOSPHIDE) เขียนย่อ GaP จะให้กำเนิดแสงสีแดง

การจ่ายไบอัสตรงให้ตัวไดโอดเปล่งแสง จะต้องมีความพอเหมาะไดโอดเปล่งแสง จึงจะเปล่งแสงออกมาพอเหมาะ ยิ่งเพิ่มแรงดันไบอัสตรงให้ไดโอดเปล่งแสงมากขึ้น ไดโอดเปล่งแสงจะมีแสงสว่างมากขึ้น ถ้าจ่ายแรงดันไบอัสตรงให้ตัวไดโอดเปล่งแสงมากเกินไป จะทำให้ไดโอดเปล่งแสงชำรุดเสียหายได้ ไดโอดเปล่งแสงจะ กำเนิดแสงขึ้นมามีความสว่างพอเหมาะ จะมีแรงดันโดยประมาณ 1.6V~ 3V และมีกระแสไหลลดประมาณ 20 mA ~ 50 mA ใน การจ่ายไบอัสกลับให้ไดโอดเปล่งแสง ไดโอดเปล่งแสงจะไม่นำกระแส ถ้าจ่ายไบอัสกลับให้มากเกินไป จนถึงค่าแรงดันเบรคดาวน์ ไดโอดเปล่งแสงก็จะชำรุดทันที ค่าแรงดันเบรคดาวน์ของไดโอดเปล่งแสงจะมีค่าต่ำมากประมาณ 3V ~ 10V



รูปที่ 2.9 ตัวอย่าง LED และ สัญลักษณ์



รูปที่ 2.10 LED ทั่วไปในวงจรอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2.11 LED ชนิด 7 Segments สำหรับ Display หรือแสดงผลเป็นตัวเลข



รูป 2.12 LED ชนิด SMD ที่ใช้ในโทรศัพท์มือถือ หรือ เครื่องเล่น MP3 ชนิดพกพา
ประโยชน์

1. ใช้พลังงานต่ำ กินไฟน้อย แต่ประสิทธิภาพสูง
2. อายุการใช้งานยาวนาน
3. ลดต้นทุนทางด้านค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงาน
4. ไม่มีการเผาไหม้ของไส้หลอดจึงไม่ร้อน
5. ไม่มีค่าบำรุงรักษา , ติดตั้งง่าย
6. ไม่มีอันตรายจากเศษแก้วแตก
7. ทนต่อการสั่นสะเทือน , ไม่มีเสียงรบกวน
8. ไม่มีการกระพริบ เปิดแล้วติดทันทีไม่ต้องรอวอร์มหลอด
9. ไม่มีอันตรายจากไฟฟ้าแรงสูง
10. ไม่มีแมลง เพราะ ไม่ผลิตรังสี Ultraviolet
11. ไม่มีอันตรายจากโลหะหนัก เช่นปรอท หรือตะกั่ว
12. ลดปัญหามลพิษ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

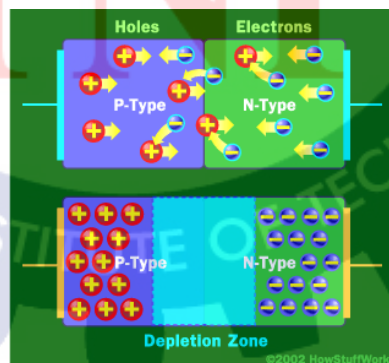
A diode is the simplest sort of semiconductor device. Broadly speaking, a semiconductor is a material with a varying ability to conduct electrical current. Most semiconductors are made of a poor conductor that has had impurities (atoms of another material) added to it. The process of adding impurities is called doping.

In the case of LEDs, the conductor material is typically aluminum-gallium-arsenide (AlGaAs). In pure aluminum-gallium-arsenide, all of the atoms bond perfectly to their neighbors, leaving no free electrons (negatively-charged particles) to conduct electric current. In doped material, additional atoms change the balance, either adding free electrons or creating holes where electrons can go. Either of these additions make the material more conductive.

A semiconductor with extra electrons is called N-type material, since it has extra negatively-charged particles. In N-type material, free electrons move from a negatively-charged area to a positively charged area.

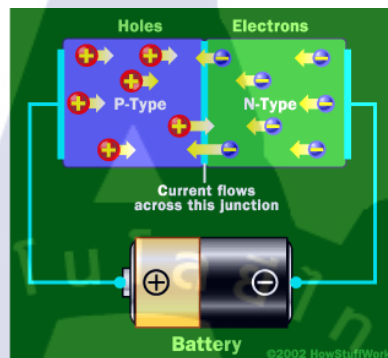
A semiconductor with extra holes is called P-type material, since it effectively has extra positively-charged particles. Electrons can jump from hole to hole, moving from a negatively-charged area to a positively-charged area. As a result, the holes themselves appear to move from a positively-charged area to a negatively-charged area.

A diode comprises a section of N-type material bonded to a section of P-type material, with electrodes on each end. This arrangement conducts electricity in only one direction. When no voltage is applied to the diode, electrons from the N-type material fill holes from the P-type material along the junction between the layers, forming a depletion zone. In a depletion zone, the semiconductor material is returned to its original insulating state -- all of the holes are filled, so there are no free electrons or empty spaces for electrons, and charge can't flow.



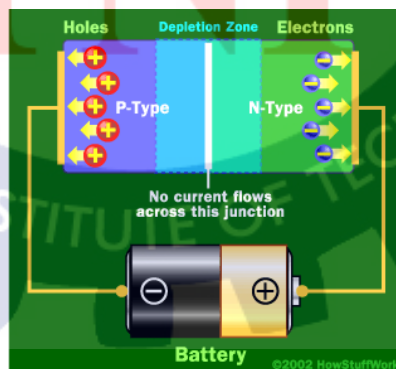
รูปที่ 2.13 At the junction, free electrons from the N-type material fill holes from the P-type material. This creates an insulating layer in the middle of the diode called the depletion zone.

To get rid of the depletion zone, you have to get electrons moving from the N-type area to the P-type area and holes moving in the reverse direction. To do this, you connect the N-type side of the diode to the negative end of a circuit and the P-type side to the positive end. The free electrons in the N-type material are repelled by the negative electrode and drawn to the positive electrode. The holes in the P-type material move the other way. When the voltage difference between the electrodes is high enough, the electrons in the depletion zone are boosted out of their holes and begin moving freely again. The depletion zone disappears, and charge moves across the diode.



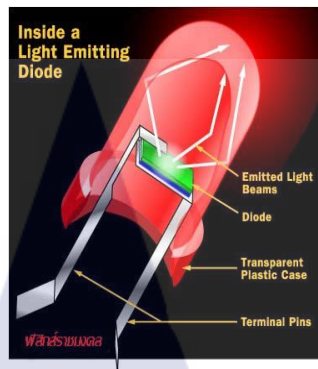
รูปที่ 2.14 When the negative end of the circuit is hooked up to the N-type layer and the positive end is hooked up to P-type layer, electrons and holes start moving and the depletion zone disappears.

If you try to run current the other way, with the P-type side connected to the negative end of the circuit and the N-type side connected to the positive end, current will not flow. The negative electrons in the N-type material are attracted to the positive electrode. The positive holes in the P-type material are attracted to the negative electrode. No current flows across the junction because the holes and the electrons are each moving in the wrong direction. The depletion zone increases. (See How Semiconductors Work for more information on the entire process.)



รูปที่ 2.15 When the positive end of the circuit is hooked up to the N-type layer and the negative end is hooked up to the P-type layer, free electrons collect on one end of the diode and holes collect on the other. The depletion zone gets bigger.

LED Advantages



รูปที่ 2.16 LEDs light tubes

While all diodes release light, most don't do it very effectively. In an ordinary diode, the semiconductor material itself ends up absorbing a lot of the light energy. LEDs are specially constructed to release a large number of photons outward. Additionally, they are housed in a plastic bulb that concentrates the light in a particular direction. As you can see in the diagram, most of the light from the diode bounces off the sides of the bulb, traveling on through the rounded end.

LEDs have several advantages over conventional incandescent lamps. For one thing, they don't have a filament that will burn out, so they last much longer. Additionally, their small plastic bulb makes them a lot more durable. They also fit more easily into modern electronic circuits.

But the main advantage is efficiency. In conventional incandescent bulbs, the light-production process involves generating a lot of heat (the filament must be warmed). This is completely wasted energy, unless you're using the lamp as a heater, because a huge portion of the available electricity isn't going toward producing visible light. LEDs generate very little heat, relatively speaking. A much higher percentage of the electrical power is going directly to generating light, which cuts down on the electricity demands considerably.

LED lamps are used for both general lighting and special-purpose lighting. Where colored light is required, LEDs come in multiple colors, which are produced without the need for filters. This improves the energy efficiency over a white light source that generates all colors of light then discards some of the visible energy in a filter.

Compared to fluorescent bulbs, advantages claimed for LED light bulbs are that they do not contain mercury (unlike compact fluorescent light bulbs), that they turn on instantly, and that the lifetime is unaffected by cycling on and off, so that they are well suited for light fixtures where the bulbs are frequently turned on and off. LED light bulbs are also less apt to break.

White-light light-emitting diode lamps have the characteristics of long life expectancy and relatively low energy consumption. The LED sources are compact, which gives flexibility in designing lighting fixtures and good control over the distribution of light with small reflectors or lenses. Due to the small size of LEDs, control of the spatial distribution of illumination is extremely flexible, and the light output and spatial distribution of a LED array can be controlled without efficiency loss.

LED lamps have no glass tubes to break, and their internal parts are rigidly supported, making them resistant to vibration and impact. With proper driver electronics design, an LED lamp can be made dimmable over a wide range; there is no minimum current needed to sustain lamp operation. LEDs using the color-mixing principle can produce a wide range of colors by changing the proportions of light generated in each primary color. This allows full color mixing in lamps with LEDs of different colors. In contrast to other lighting technologies, LED emission tends to be directional (or at least lambertian). This can be either an advantage or a disadvantage, depending on the requirements of the application. For applications where non-directional light is required, either a diffuser is used, or multiple individual LED emitters are used to cover different directions.

Up until recently, LEDs were too expensive to use for most lighting applications because they're built around advanced semiconductor material. The price of semiconductor devices has plummeted over the past decade, however, making LEDs a more cost-effective lighting option for a wide range of situations. While they may be more expensive than incandescent lights up front, their lower cost in the long run can make them a better buy. In the future, they will play an even bigger role in the world of technology.

with imminent legislative changes concerning the use of traditional power hungry bulbs.

Led lighting source will be the light source of the future. to develop an innovative, environment and economical LED lighting solution. the follower are the advantage of using LED tube instead of the traditional lamp. LED light is energy saving light source which is made up of multiple LEDs installed in the case. Not only it is energy saving, it is also environment friendly. As the entire structure of LED lighting does not contain any harmful chemical substance, therefore no special preparation is required during disposal. It is also UV-ray free.

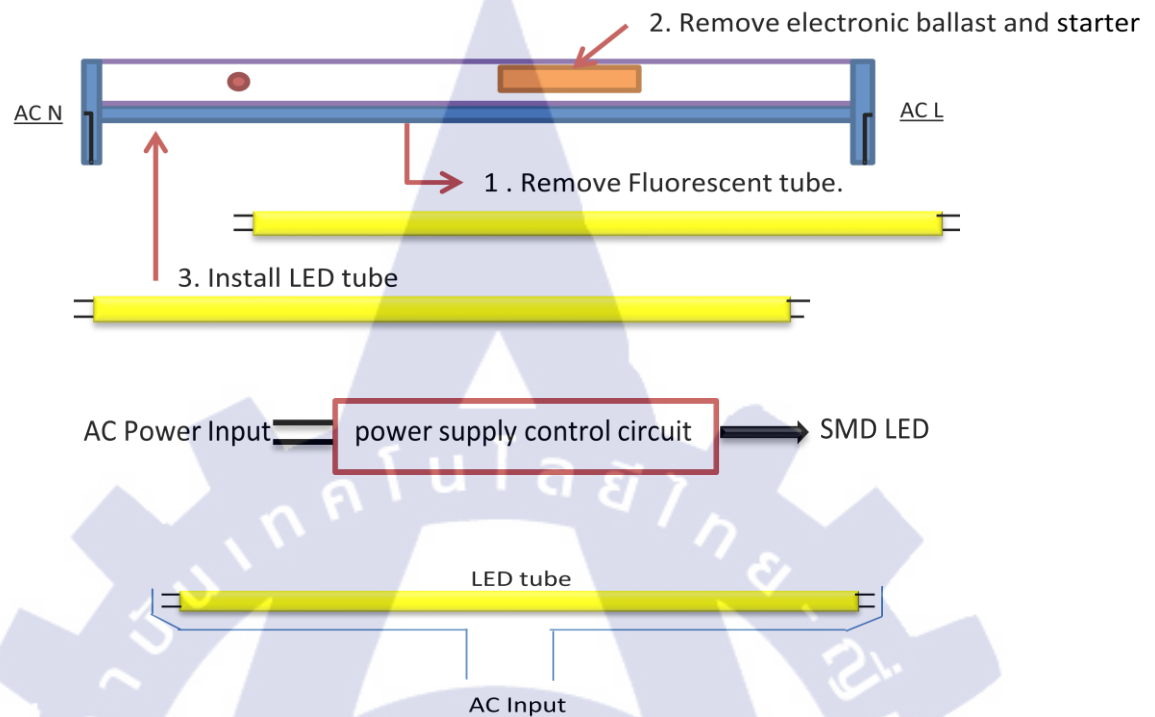
1. Energy saving : energy consumption is only 10 - 25%
2. No flickering : Constant current driver and stable power supply to the LED has no flickering.

3. Environment-friendly : LED tube used only semiconductor materials which are innocuous; fluorescent tube contains hydrargyrum heavy metal(mercury) and fluorescent powder which are harmful to the environment.
4. Easy to install: LED tube requires no ballast or starter and can use existing fixture after simple modification
5. Long lifespan : The lifespan of LED tube is 5 to 10 times longer than fluorescent tube
6. Flexibility : LED tube can be made between 0.3m. To 2.4m,whereas fluorescent tubes can only be made between 0.3m to 1.5 m
7. Low maintenance : Minimum tube replacement therefore saving maintenance cost ,LED tubes can be repaired again when a few of LEDs are spoiled. However, you can't repair the fluorescent tubes when it spoiled
8. Bug free : LED lighting do not produce ultra violet ray, unlike traditional incandescent or fluorescent lamps which will attract many insects when turned on, thereby creating a cleaner and more hygiene environment.

Instructions:

1. Turn power off and remove original Fluorescent tubes.
2. Remove the starter (open circuit)
3. Remove electronics ballast and connect directly to AC power
4. Finally install LED tube (like original fluorescent)

Principle of the LED tube as below



รูปที่ 2.17 Principle of the LEDs

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนระยะเวลาคืนทุน (Payback Period :PB)

ส่วนระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period) หมายถึง ระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดเข้าเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน โดยไม่คำนึงถึงเรื่องมูลค่าของเงินตามระยะเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนจึงมองที่กระแสเงินสดรับ ไม่ใช่ตัวกำไรหรือขาดทุนของกิจการ โดย ณ จุดได้ที่ผลสะสมของกระแสเงินสดรับเท่ากับเงินลงทุนในครั้งแรกก็จะได้ระยะเวลาคืนทุนนั่นเอง ยกตัวอย่าง ลงทุนในโครงการหนึ่ง ใช้เงินลงทุน 1,200,000 บาท จะให้กระแสเงินสดในแต่ละปีจำนวน 400,000 บาท เป็นเวลา 6 ปี ระยะเวลาคืนทุนก็คือ 3 ปี

การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนจึงเป็นการวิเคราะห์โครงการลงทุนที่มีระยะค่อนข้างนาน และพิจารณาความเสี่ยงจากการลงทุน เพื่อใช้ในการเลือกโครงการลงทุน โดยดูจากระยะเวลาคืนทุนที่เร็วที่สุด เพราะจะทำให้ผู้ประกอบการมีความเสี่ยงจากการลงทุนน้อยที่สุดด้วย แต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์การลงทุนโดยใช้ระยะเวลาคืนทุนเพียงอย่างเดียวไม่เหมาะสมนักต้องใช้เครื่องมืออื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return) เป็นต้น

การคำนวณระยะเวลาคืนทุน อาจทำได้ ดังนี้

ระยะเวลาคืนทุน (Pay-back Period) คือ ระยะเวลาที่ทำให้กระแสเงินสดรับสุทธิในแต่ละปีรวมกันมีค่าเท่ากับเงินสดจ่ายลงทุนเริ่มแรก หลักเกณฑ์ กิจการจะตอบรับโครงการลงทุนนั้น ถ้าระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าอายุโครงการ หรือน้อยกว่าระยะเวลาคืนทุนที่กิจการต้องการ มีสูตรในการคิดคำนวณหา ดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุน} / \text{ผลตอบแทน}$$

กรณีที่ 1 ถ้ากระแสเงินสดรับสุทธิในแต่ละปีมีค่าเท่ากัน

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{เงินสดลงทุนจ่ายเริ่มแรก} / \text{กระแสเงินสดรับสุทธิตายปี}$$

ตัวอย่างที่ 1 โครงการเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ของบริษัทการกิจจำกัด มีระยะเวลาคืนทุนดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 123.500 / 45,000 \\ &= 2.74 \text{ ปี}\end{aligned}$$

สมมติให้ ระยะเวลาคืนทุนที่บริษัทกำหนดไว้เป็น 4 ปี ดังนั้นสมควรตอบรับโครงการลงทุน เพราะ $2.74 \text{ ปี} < 4 \text{ ปี}$

กรณีที่ 2 ถ้ากระแสเงินสดรับสุทธิในแต่ละปีไม่เท่ากัน

การคำนวณระยะเวลาคืนทุน ทำได้โดยการรวมกระแสเงินสดรับสุทธิในแต่ละปีเรียงไปตามลำดับจนกระทั่งได้ผลรวมของกระแสเงินสดรับสุทธิเท่ากับเงินสดจ่ายลงทุนเริ่มแรก

ตัวอย่างที่ 2 จากตารางแสดงเงินสดรับสุทธิของโครงการหนึ่งซึ่งต้องใช้เงินลงทุนเริ่มแรก 180,000

ปีที่	1	2	3	4	5
เงินสดรับสุทธิ	40,000	60,000	60,000	50,000	40,000

คำนวณระยะเวลาคืนทุนของโครงการได้ 3.4 ปี ดังนี้

$$\text{เงินสดรับสุทธิ รวม 3 ปี แรก} = 40,000 + 60,000 + 60,000 = 160,000 \text{ บาท}$$

$$\text{แต่เงินสดจ่ายลงทุนเริ่มแรก} = 180,000 \text{ บาท}$$

ดังนั้น เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 3 ปี กิจการยังต้องการเงินสดรับสุทธิอีก 20,000 บาท จึงจะทำให้ผลรวมของกระแสเงินสดรับสุทธิเท่ากับเงินสดจ่ายลงทุนเริ่มแรก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (ปี)} = 3 + \frac{20,000}{50,000} = 3.4 \text{ ปี}$$

สมมติให้ ระยะเวลาคืนทุนที่กิจการต้องการ กำหนดไว้เป็น 3 ปี ดังนั้น ไม่สมควรตอบรับโครงการลงทุนนี้ เพราะระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้ > ระยะเวลาคืนทุนที่กิจการต้องการ (3.4 ปี > 3 ปี)

วิธีระยะเวลาคืนทุนทำได้ง่ายและสะดวกเช่นเดียวกับวิธีอัตราผลตอบแทนถัวเฉลี่ย (ARR) แต่มีข้อดีกว่า คือ เป็นวิธีที่คำนวณจากกระแสเงินสดรับ – จ่ายที่เกิดขึ้นจริง ข้อเสีย คือ เป็นวิธีที่ไม่ได้คำนึงถึงมูลค่าของเงินตามกาลเวลาและกระแสเงินสดรับสุทธิภายหลังระยะเวลาคืนทุน การไม่คำนึงถึงกระแสเงินสดรับสุทธิภายหลังระยะเวลาคืนทุนอาจทำให้การประเมินค่าโครงการลงทุนผิดพลาดได้ เช่น โครงการ 2 โครงการซึ่งมีวัตถุประสงค์เดียวกัน ใช้เงินลงทุนเริ่มแรก 100,000 บาท เท่ากัน และมีกระแสเงินสดรับสุทธิดังนี้

ปีที่	1	2	3	4	5
โครงการ ก .	30,000	60,000	20,000	10,000	10,000
โครงการ ข .	30,000	30,000	40,000	60,000	50,000

จากตารางจะเห็นว่า โครงการ ก . และโครงการ ข . มีระยะเวลาคืนทุน 2.5 ปี และ 3 ปี ตามลำดับ และเนื่องจากการวิเคราะห์ค่าของโครงการลงทุนที่มีวัตถุประสงค์เดียวกัน จะต้องเลือกเพียงโครงการใดโครงการหนึ่ง ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์ค่าของโครงการด้วยวิธีระยะเวลาคืนทุนสมควรตอบรับโครงการ ก . เพราะว่ามีระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าโครงการ ข . แต่ถ้าพิจารณาปัจจัยด้านอื่น ๆ ประกอบด้วย ซึ่งถ้าใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าของโครงการลงทุนด้วยวิธีอื่น เช่น IRR หรือ NPV จะได้ผลตรงกันข้าม คือ โครงการ ข . สมควรลงทุนมากกว่าโครงการ ก . เพราะหลังจากระยะเวลาคืนทุนไปแล้ว ยังมีเงินสดรับสุทธิอีกเป็นจำนวนมากที่ได้รับจากโครงการ ข



บทที่ 3

แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

หลังจากที่ได้รวบรวมทฤษฎีและความรู้ที่จำเป็นเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินโครงการ ในบทนี้จะทำการศึกษาการใช้พลังงานโดยทั่วไปของโรงงาน เพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงพัฒนาเพื่อทำการลดต้นทุนอันเนื่องมาจากการใช้พลังงานในองค์กร

3.1 แผนงานการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานประกอบการ และกระบวนการการผลิต
2. ศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในองค์กรและวิเคราะห์การใช้พลังงาน
3. วิเคราะห์ปัญหา
4. ศึกษา หาข้อมูลผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสม
5. วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการลงทุนและผลตอบแทน
6. วางแผนการปฏิบัติงานและออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหา
7. ดำเนินการตามแผนงาน
8. ติดตามวัดผลและเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพการทำงาน
9. สรุปผล

3.2 แผนการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

รายการ	มิถุนายน				กรกฎาคม				สิงหาคม				กันยายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. แนะนำเพื่อนร่วมงานในฝ่ายช่าง																
2. ศึกษาการทำงานแต่ละแผนกและใช้พลังงานต่างๆ ในโรงงาน																
- แผนก ME																
- แผนก EI																
- แผนก UTL																
3. เสนอหัวข้อและโครงร่าง Project เสนอแก่นักงานที่ปรึกษา และศูนย์สหกิจศึกษา																
4. ส่งแผนงานแก่นักงานที่ปรึกษา																
5. ดำเนินการตามแผนงาน																
6. สรุปผลเบื้องต้น รวมถึงปัญหาและอุปสรรค แก่นักงานที่ปรึกษา																
7. ปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการจนเสร็จ																
8. นำเสนอผลงาน ด้วยการรายงานผลจากการฝึกงานกับทางบริษัท																

ตารางที่ 3.1 ตารางการปฏิบัติงาน

3.3 ขั้นตอนการดำเนินโครงการสหกิจศึกษา

- 3.3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้พลังงานในองค์กร
- 3.3.2 วิเคราะห์การใช้พลังงาน และหาแนวทางในการปรับปรุงการใช้พลังงาน
- 3.3.3 ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้
- 3.3.4 ทำการคำนวณเกี่ยวกับผลตอบแทนและการลงทุนในการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้

3.3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้พลังงานในองค์กร

จากการเข้าไปศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในองค์กรจากแผนกวิศวกรรมซึ่งเป็นผู้ดูแลเกี่ยวกับพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในองค์กรพบว่า มีการใช้พลังงานหลักอยู่จำแนกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. พลังงานไฟฟ้า
2. พลังงานน้ำ
3. ไนโตรเจน
4. แอลพีจี
5. น้ำมันเตา C (Generator)
6. น้ำมันเตา C (Boiler)

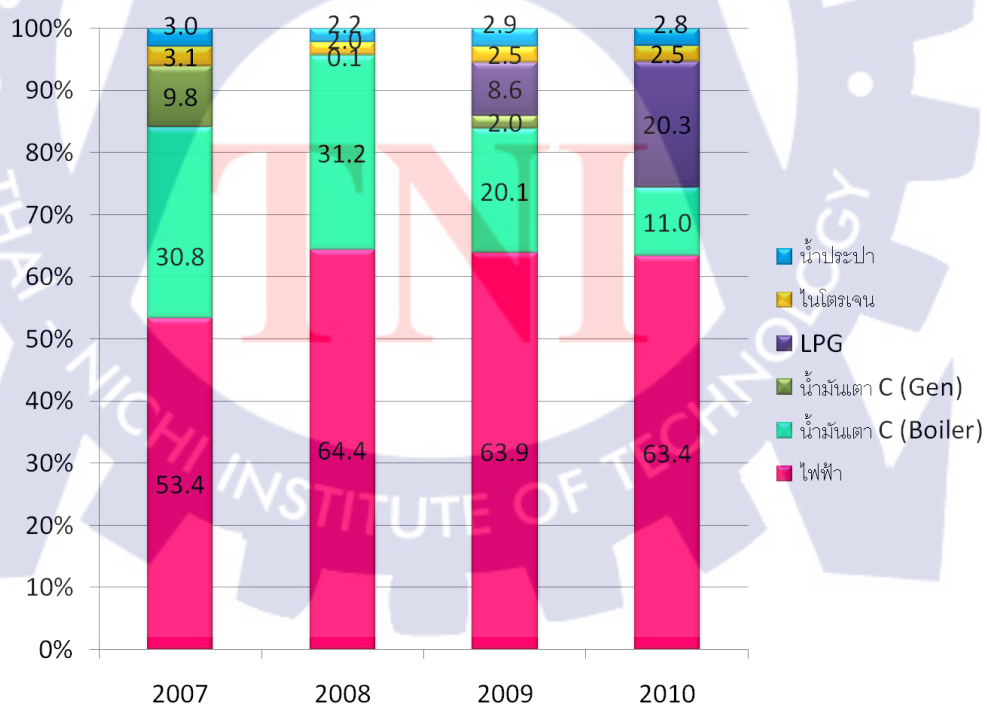
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานถือเป็นค่าใช้จ่ายหลักขององค์กรและในยุคที่เศรษฐกิจฝืดเคืองเช่นนี้ การบริหารโรงงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องคำนึงถึงการผลิตที่มีค่าใช้จ่ายเป็นต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง หนทางหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิต คือการใช้พลังงานทุกประเภทอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

การประหยัดพลังงานของโรงงาน หมายถึง การลดใช้พลังงานลงโดยการจัดการใช้พลังงานให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพกระบวนการผลิตลดลงและไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

พลังงานทั้งหมดที่ถูกนำมาใช้นั้นได้มาจากภายนอกทั้งสิ้น ไฟฟ้านั้นรับจากการไฟฟ้านครหลวง น้ำประปา รับมาจากประปานครหลวง ไนโตรเจน แอลพีจี และ น้ำมันที่เหลือนั้นได้ทำการซื้อมาจากภาคเอกชน ไนโตรเจนและแอลพีจีนั้นจะนำมาเพื่อใช้ในการกระบวนการผลิต ส่วนน้ำมันที่ซื้อมานั้นเพื่อนำมารันเครื่องเจนเนอเรเตอร์หรือเครื่องปั่นไฟ เดือนละครั้ง เครื่องนี้จะทำงาน 2 กรณีคือ 1.เทสรัน เดือนละครั้ง และ 2. เมื่อการไฟฟ้าขัดข้องไม่สามารถส่งไฟฟ้ามาให้เราได้ เราจะทำกรเดินเจนเนอเรเตอร์ทันที เนื่องด้วยกระบวนการบางส่วนเป็นโพลีเมอร์ที่ต้องใช้ความร้อนเมื่อไม่มีไฟฟ้าแล้วจะเกิดปัญหาต่อไลน์การผลิตและเครื่องบางส่วนก็ต้องมีการวอร์มก่อนทำงานเช่นในหน่วยงานของ Polymerization ซึ่งตามปกติจะทำงานแบบ Continuous ไม่มีการพักเครื่อง เมื่อมีการหยุดเครื่อง กระทันหัน การจะเดินเครื่องอีกครั้งนั้นจึงต้องใช้เวลานานพอสมควรในการเตรียมเครื่องให้พร้อมต่อการทำงานอีกครั้ง ตามปกติแล้วพลังงานที่ได้จากเจนเนอเรเตอร์จะไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการไฟฟ้าทั้งหมดภายในโรงงานได้ ดังนั้นเราจะจ่ายไฟฟ้าไปได้เฉพาะไลน์ที่จำเป็นเท่านั้นเพื่อให้โปรดักชันสามารถดำเนินการต่อไปได้ ก่อนที่การไฟฟ้าจะสามารถส่งไฟฟ้ามาให้ได้ตามปกติ

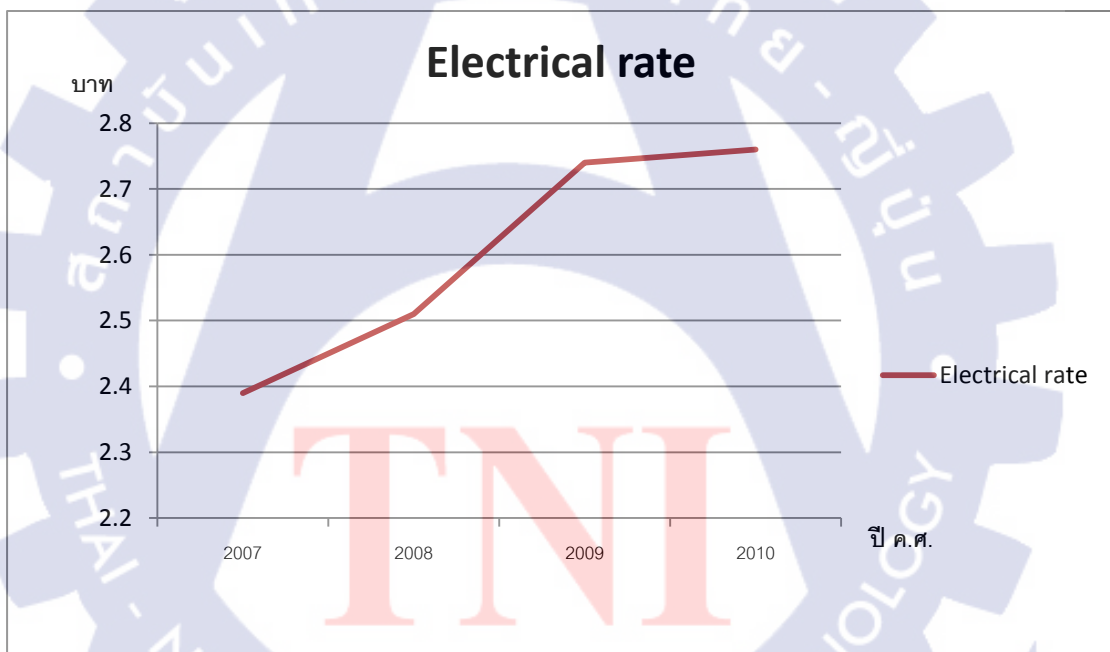
3.3.2 วิเคราะห์การใช้พลังงาน และหาแนวทางในการปรับปรุงการใช้พลังงาน

ภายในโรงงานที่ได้เข้าไปทำศึกษานั้นมีการใช้พลังงานคิดตามค่าใช้จ่ายดังนี้



รูปที่ 3.1 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานภายในองค์กร

จะเห็นว่าอัตราการใช้ไอน้ำเตา C (Boiler) นั้นมีการใช้ลดลงในปี 2009 เนื่องจากการติดตั้ง LPG Station เพื่อทดแทนพลังงานจากน้ำมัน แอลพีจีเป็นพลังงานทดแทนซึ่งถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง มีราคาไม่สูงมากเมื่อเทียบกับราคาน้ำมันซึ่งมีความผันผวนสูง และมีการเปลี่ยนแปลงราคาบ่อยๆ การคาดเดา ในขณะเดียวกัน ที่ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นอันหมายถึงอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นแต่กลับไม่สามารถหาพลังงานมาทดแทนพลังงานจากไฟฟ้าได้ ดังนั้น เราจึงต้องทำการคิดหาวิธี หรืออุปกรณ์ที่จะทำให้การใช้ไฟฟ้าในโรงงานมีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้อัตราค่าไฟฟ้าในแต่ละปียังเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นอีก เราจึงต้องคิดหาวิธีการที่เหมาะสม เนื่องจากโรงงานที่ทำการศึกษานี้มีการดำเนินการเกี่ยวกับการประหยัดไฟฟ้าไปแล้วค่อนข้างมาก จึงทำให้ต้องค้นหาวิธีการในการประหยัดพลังงานที่ยังไม่ได้ดำเนินการและมีความเหมาะสม



รูปที่ 3.2 อัตราค่าใช้ไฟฟ้าในแต่ละปี

3.3.3 ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นจะพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด นอกเหนือจากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในไลน์การผลิตแล้ว มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยอื่นๆ เช่น แอร์คอมเพรสเซอร์ และ อุปกรณ์ต่างๆ แต่ที่ข้าพเจ้าเล็งเห็นความสำคัญและเลือกมาเพื่อแก้ปัญหาคือระบบแสงสว่าง

แสงสว่าง มีความสำคัญอย่างมากที่จะช่วยให้ผู้ทำงานสามารถทำงานได้อย่างสะดวกสบาย ทำให้งานมีคุณภาพจากการที่สามารถมองเห็นชิ้นงานได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้เกิดผลผลิตที่มีคุณภาพและมีปริมาณเพิ่มขึ้น และลดอัตราการสูญเสียของชิ้นงานได้ ฉะนั้น การจัดแสงสว่างในสถานที่ทำงานให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมการทำงาน จึงมีความสำคัญต่อผู้ปฏิบัติงานและต่อเจ้าของสถานประกอบการ

สำหรับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างนั้น ดูเหมือนว่ากิจการทุกประเภท จำเป็นต้องใช้แสงสว่างในการส่องสว่างในการทำงาน ความเข้มแสงสว่างจะเพียงพอกับงานที่ทำอยู่หรือไม่นั้น ขึ้นกับลักษณะงาน/ประเภทของงานนั้นๆ ระบบแสงสว่าง เป็นระบบหลักที่มีการใช้ในโรงงานทุกประเภท ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการดำเนินการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง ซึ่งสามารถทำได้ โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน

หลักในการใช้งานแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ

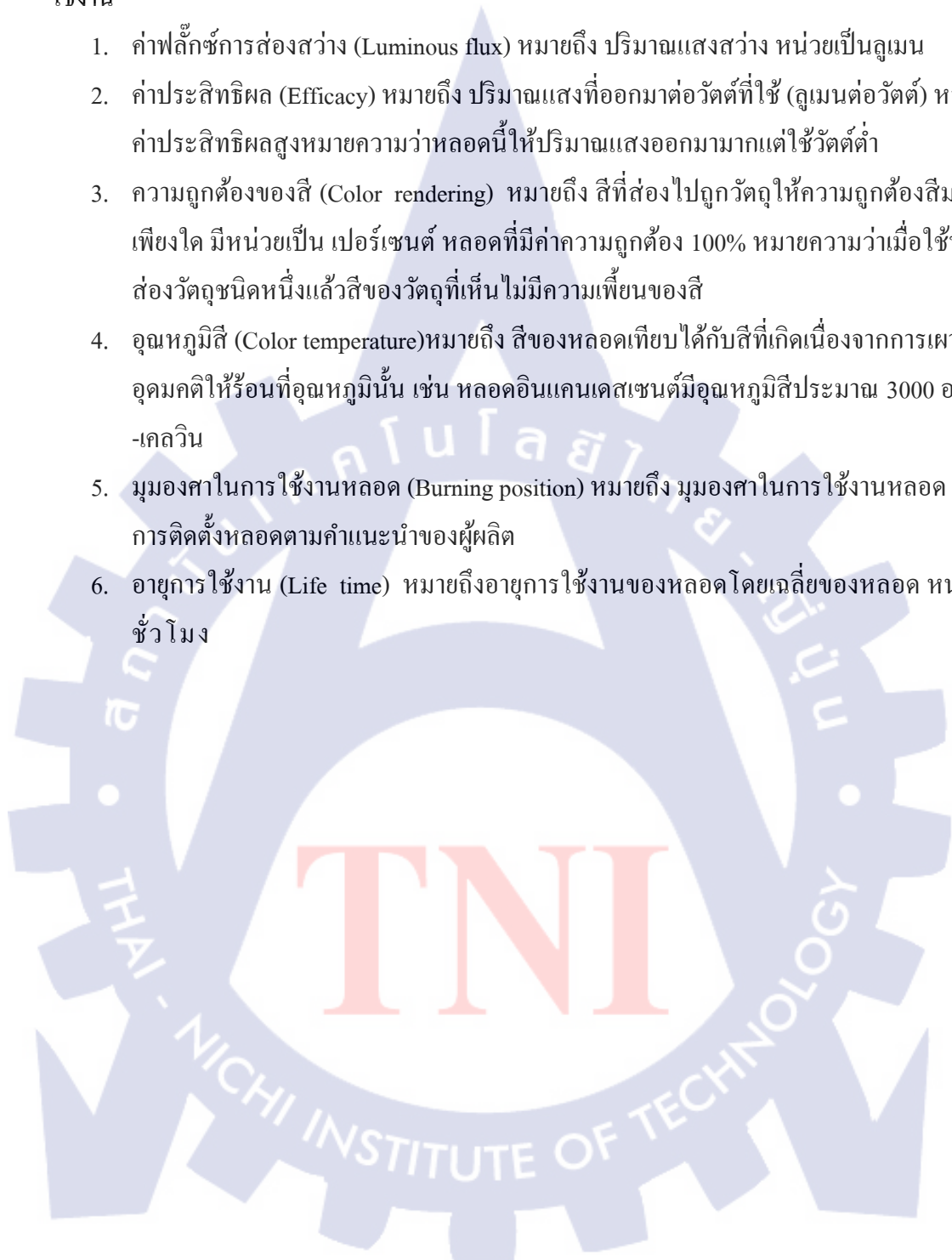
1. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างอย่างเหมาะสมตามลักษณะการใช้งาน
2. ออกแบบระบบแสงสว่างให้เหมาะสม
3. ใช้งานไฟฟ้าแสงสว่างอย่างถูกวิธี
4. หมั่นบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง

ทางผู้จัดทำเล็งเห็นถึงความสำคัญในเรื่องนี้จึงทำการเปรียบเทียบหลอดไฟฟ้าเพื่อหาประเภทที่เหมาะสมและข้อดีข้อเสียของหลอดไฟฟ้าประเภทต่างๆ หลอดไฟฟ้าที่มีใช้กันอยู่มีหลายชนิดด้วยกัน หลอดแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติทางแสงและทางไฟฟ้าต่างกัน ในการเลือกหลอดเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ต้องเลือกหลอดที่มีประสิทธิภาพ (ลูเมนต่อวัตต์) สูง อายุการใช้งานนาน และคุณสมบัติทางแสงของหลอดด้วย แต่งานบางอย่างก็ต้องเลือกใช้หลอดที่ไม่ประหยัดพลังงาน ฉะนั้นการนำหลอดไปใช้งานต้องพิจารณาความเหมาะสมในการนำไปใช้

ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการเลือกหลอดไฟฟ้า

การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อใช้งานต้องพิจารณาหลายองค์ประกอบร่วมกันก่อนที่จะนำไปใช้งาน

1. ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous flux) หมายถึง ปริมาณแสงสว่าง หน่วยเป็นลูเมน
2. ค่าประสิทธิภาพ (Efficacy) หมายถึง ปริมาณแสงที่ออกมาต่อวัตต์ที่ใช้ (ลูเมนต่อวัตต์) หลอดที่มีค่าประสิทธิภาพสูงหมายความว่าหลอดนี้ให้ปริมาณแสงออกมามากแต่ใช้วัตต์ต่ำ
3. ความถูกต้องของสี (Color rendering) หมายถึง สีที่ส่องไปถูกวัตถุให้ความถูกต้องสีมากน้อยเพียงใด มีหน่วยเป็น เปอร์เซนต์ หลอดที่มีค่าความถูกต้อง 100% หมายความว่าเมื่อใช้หลอดนี้ส่องวัตถุชนิดหนึ่งแล้วสีของวัตถุที่เห็น ไม่มีความเพี้ยนของสี
4. อุณหภูมิสี (Color temperature) หมายถึง สีของหลอดเทียบได้กับสีที่เกิดเนื่องจากการเผาวัตถุดำอุดมคติให้ร้อนที่อุณหภูมินั้น เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์มีอุณหภูมิสีประมาณ 3000 องศา-เคลวิน
5. มุมองศาในการใช้งานหลอด (Burning position) หมายถึง มุมองศาในการใช้งานหลอด สำหรับการติดตั้งหลอดตามคำแนะนำของผู้ผลิต
6. อายุการใช้งาน (Life time) หมายถึง อายุการใช้งานของหลอดโดยเฉลี่ยของหลอด หน่วยเป็น ชั่วโมง



ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติโดยประมาณของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ

ชนิดของหลอดไฟ	ช่วงกำลัง ที่มี (วัตต์)	คุณสมบัติของหลอดไฟ					
		ปริมาณแสงที่ให้ (ลูเมน, lm)	ความเข้มการส่อง สว่าง (แคนเดลา, Cd)	ประสิทธิภาพของการ ส่องสว่าง (ลูเมน/วัตต์, lm/W)	อุณหภูมิสี (เคลวิน, K)	ดัชนีความถูกต้องของสี	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)
1. หลอดอินแคนเดสเซนต์ # หลอดไส้ธรรมดา	15 - 200	90 - 3,150		5 - 12	2,500 - 2,700	100	1,000
# หลอดไส้ฟลักซ์การส่องสว่างสูง - ชนิดมีตัวสะท้อนแสง	25 - 300	210 - 1,300	180 - 40,000	8 - 13	2,500	100	1,000
# หลอดไส้ทั้งสแตน-ฮาโลเจน - แรงดันปกติ - แรงดันต่ำ	40 - 2,000 5 - 150	490 - 44,000 60 - 3,200	300 - 48,000 (เฉพาะที่มีตัวสะท้อนแสง)	12 - 22 12 - 22	2,800 3,000		1,500 - 3,000 2,000 - 3,000
2. หลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ # หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา - ชนิดตรง (T8) - ชนิดกลม (T9)	10 - 58 22 - 40	450 - 4,600 1,350 - 2,800		45 - 80 60 - 70	2,700 - 6,500 2,700 - 6,500	60 - 80 60 - 80	8,000 - 10,000 5,000 - 8,000
# หลอดฟลูออเรสเซนต์ฟลักซ์การส่องสว่างสูง - ชนิดตรง (T8) - ชนิดตรง (T5)	18 - 58 14 - 54	1,300 - 5,200 1,300 - 5,200		73 - 93 90 - 93	2,700 - 6,500 2,700 - 6,500	80 - 90 80 - 90	8,000 - 10,000 10,000 - 12,000

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติโดยประมาณของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ

ชนิดของหลอดไฟ	ช่วงกำลัง ที่มี (วัตต์)	คุณสมบัติของหลอดไฟ					
		ปริมาณแสงที่ให้ (ลูเมน, lm)	ความเข้มการส่อง สว่าง (แคนเดลา, Cd)	ประสิทธิภาพของการ ส่องสว่าง (ลูเมน/วัตต์, lm/W)	อุณหภูมิสี (เคลวิน, K)	ดัชนีความถูกต้องของสี	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)
# หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ	18 - 180	1,800 - 32,000		100 - 180	2,000	0 - 20	22,000 - 24,000
3. หลอดปล่อยประจุความดันไอสูง # หลอดไอปรอมแบบใช้บัลลาสต์ # หลอดไอปรอทแบบไม่ใช้บัลลาสต์	50 - 1,000 80 - 160	1,800 - 58,000		30 - 60	3,000 - 4,200	40 - 60	20,000 - 24,000
# หลอดโซเดียมความดันไอสูง	35 - 1,000	2,400 - 130,000		70 - 130	2,000 - 2,200	30 - 50	18,000 - 24,000
# หลอดเมทัลฮาไลด์	35 - 2,000	2,400 - 240,000		60 - 120	2,900 - 6,000	60 - 90	8,000 - 15,000

หมายเหตุ อายุการใช้งานในตาราง หมายถึง อายุการใช้งานที่กำหนดวิธีการทดสอบตามมาตรฐาน มอก. หรือ IEC

ตารางที่ 3.3 การเลือกใช้งานหลอดแบบต่างๆ

ชนิดของหลอดไฟ	ลักษณะการใช้งานที่นิยมโดยทั่วไป											
	ให้แสงสว่างในบ้านพักอาศัย	ให้แสงสว่างในห้องสำนักงาน	ให้แสงสว่างภายในอาคารสูง, โรงงาน	ให้แสงสว่างภายนอกอาคาร	ให้แสงสว่างไฟถนน	ให้แสงสว่างตกแต่งประดับ	ไปส่องอาคารส่องวัตถุสูง	ไฟส่องใน ระยะไกล	ไฟส่องสินค้าในห้องแสดงสินค้า	ไฟแสงสว่างในห้องอาหาร	ไฟส่องสว่างในสนามกีฬา	ไฟส่องสว่างในที่สาธารณะ
1. หลอดอินแคนเดสเซนต์ # หลอดไส้ธรรมดา	x					x			x	x		
# หลอดไส้ฟลักซ์การส่องสว่างสูง - ชนิดมีตัวสะท้อนแสง	x	x							x	x		
# หลอดไส้ทั้งสแตน-ฮาโลเจน - แรงดันปกติ - แรงดันต่ำ	x							x	x	x		
2. หลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ # หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา - ชนิดตรง (T8) - ชนิดกลม (T9)	x	x	x	x	x				x	x		x

ตารางที่ 3.3 การเลือกใช้งานหลอดแบบต่างๆ

ชนิดของหลอดไฟ	ลักษณะการใช้งานที่นิยมโดยทั่วไป											
	ให้แสงสว่างในบ้านพักอาศัย	ให้แสงสว่างในห้องสำนักงาน	ให้แสงสว่างภายในอาคารสูง, โรงงาน	ให้แสงสว่างภายนอกอาคาร	ให้แสงสว่างไฟถนน	ให้แสงสว่างตกแต่งประดับ	ไปส่องอาคารส่องวัตถุสูง	ไฟส่องในระยะไกล	ไฟส่องสินค้าในห้องแสดงสินค้า	ไฟแสงสว่างในห้องอาหาร	ไฟส่องสว่างในสนามกีฬา	ไฟส่องสว่างในที่สาธารณะ
# หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ - ชนิดมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัว - ชนิดมีบัลลาสต์แกนเหล็กในตัว - ชนิดไม่มีบัลลาสต์ในตัว	x	x	x	x	x					x		x
# หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ			x	x	x							
3. หลอดปล่อยประจุความดันไอสูง # หลอดไอปรอทแบบใช้บัลลาสต์ # หลอดไอปรอทแบบไม่ใช้บัลลาสต์			x	x	x							x
# หลอดโซเดียมความดันไอสูง			x	x	x		x	x			x	x
# หลอดเมทัลฮาไลด์			x	x			x	x	x		x	x

จากตารางข้างต้นผู้จัดทำได้ให้ความสนใจในเทคโนโลยีแบบใหม่คือ LEDs ซึ่งตั้งแต่สมัยโบราณมนุษย์ได้ประดิษฐ์ตะเกียงเพื่อให้แสงสว่าง ต่อมาได้พัฒนาเทคโนโลยีไปสู่การให้แสงสว่างในรูปแบบเทียนไข จากนั้นมีความก้าวหน้าครั้งสำคัญเมื่อมีการประดิษฐ์หลอด ไฟฟ้าแบบใช้ขดลวด หลอด นีออน และหลอดฟลูออเรสเซนต์ สำหรับในยุคปัจจุบัน โลกกำลังก้าวสู่เทคโนโลยีใหม่ คือ ไดโอดเรืองแสง (Light Emitting Diode – LED) LED นับเป็นอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์แบบหนึ่งที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านและจะปล่อยแสงสว่างออกมา ความจริงแล้ว LED ไม่ใช่เรื่องใหม่แต่อย่างใด โดยนักวิทยาศาสตร์ได้สังเกตมาตั้งแต่ปี 2450 ว่า เซมิคอนดักเตอร์จะเปล่งแสงออกมาเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน อย่างไรก็ตามแสงที่เปล่งออกมามีปริมาณน้อยมาก จึงทำให้เทคโนโลยีนี้ไม่ได้รับความสนใจ แต่ในปัจจุบัน LED มีความก้าวหน้ามาก จึงสามารถนำมาพัฒนาเพื่อปรับปรุงใช้ได้

ในที่นี้ผู้จัดทำได้เลือกหลอดไฟฟ้าประเภทอินแคนเดสเซนต์และหลอดที่จะทำการเปลี่ยนซึ่งก็คือฟลูออเรสเซนต์มาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพกับแอลอีดี

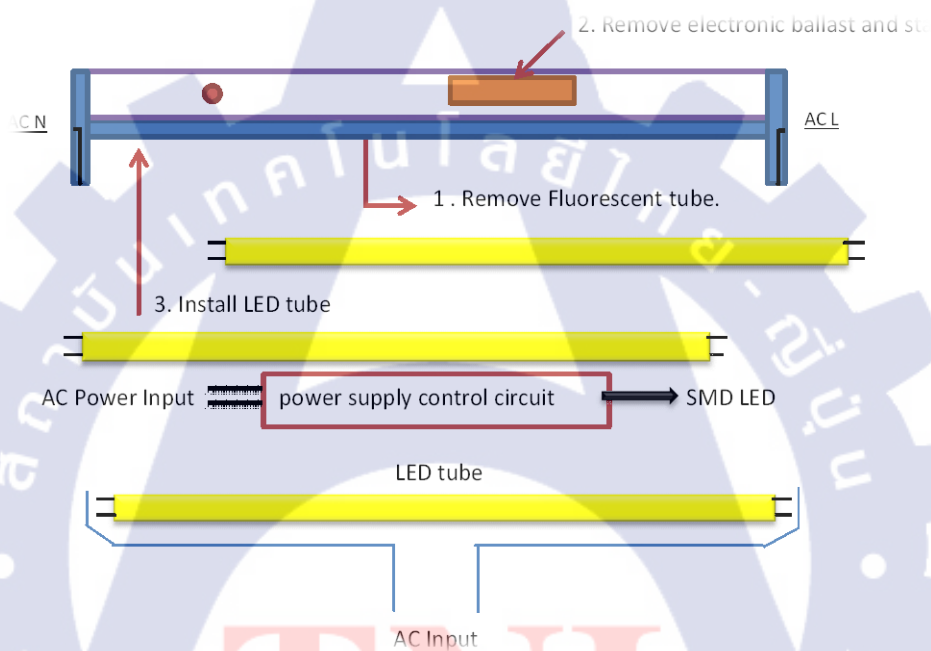
	หลอดไส้	ฟลูออเรสเซนต์	LED
อายุการใช้งานที่ 25°C	1500-2000 ชม.	18000-20000 ชม.	50000 ชม.
อัตราการใช้ไฟ	15-200W	36W	18W
หลอด	แก้ว	แก้ว	หลอดพลาสติก ตัวหลอดเป็นอุมิเนียม
ความเข้มของแสงสว่าง(lm/W)	12.5	30-80	4-5lm/LED (288Pcs,1152lm)
ลูเมน	150-500	2600	ขึ้นกับขนาดของ LED
ขนาด	Round Bulb (limited)	0.3-1.5	0.3-2.4 (26x1213mm)
การกำจัดทิ้ง	ทำลาย	ทำลาย	สามารถนำกลับมาใช้ใหม่
ค่าบำรุงรักษา	มี	มี	ไม่มี
ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	มีส่วนประกอบจากทั้งสเตน	มีส่วนประกอบจากปรอทและตะกั่ว	ไม่มีสารอันตราย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
ส่วนประกอบ	เส้นใย	ผงฟลูออเรสเซนต์	วัสดุสารกึ่งตัวนำ
พลังงานความร้อน	สูง	ปานกลาง	ต่ำมาก
ภาพประกอบ			

ตารางที่ 3.4 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอด LEDs และ หลอดอื่นๆ

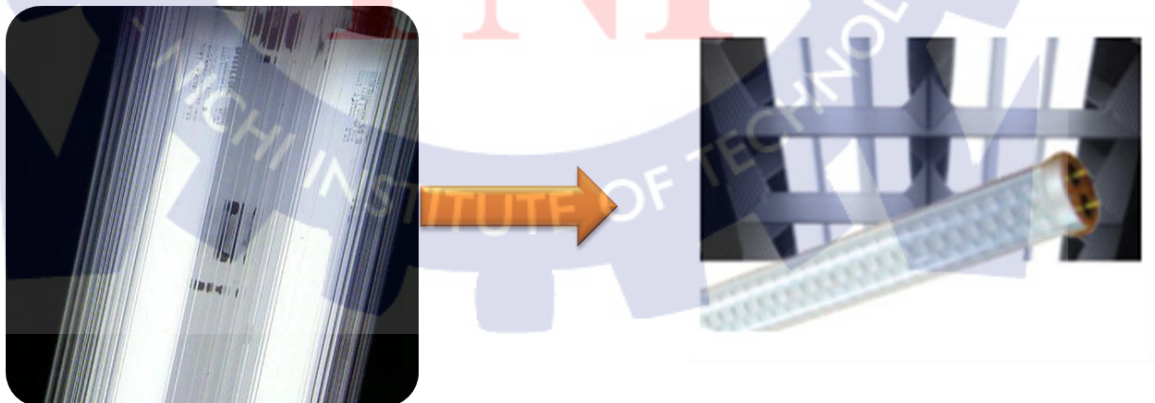
จะเห็นได้ว่าจากตารางที่ 3.4 แอลอีดีสามารถตอบสนองความต้องการในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี คือ ใช้พลังงานต่ำ ให้ประสิทธิภาพสูง มีความทนทานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทางผู้จัดทำจึงได้ให้ความสนใจในเทคโนโลยีดังกล่าว

ขั้นตอนการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นแอลอีดี

1. ปิดไฟฟ้าและทำการถอดหลอดไฟฟ้าประเภทเดิมออก
2. ทำการถอดบัลลาสต์ และ Starter
3. ทำการติดตั้งหลอดแอลอีดีลงไปแทนหลอดไฟเดิม ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ภาพแสดงขั้นตอนการเปลี่ยนหลอดแอลอีดี



รูปที่ 3.4 การเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดแอลอีดี

3.3.4 ทำการคำนวณเกี่ยวกับผลตอบแทนและการลงทุนของหลอดLED

Replacement LED.

1.)	Fluorescent	36	W.	Apx 80 Baht
	Ballast	10	W.	
	Hrs.	24	Hrs.	
	Working/Days	7	Days	
	Week/Year	52	week	
	No. of fluorescent	500	Pcs.	
	Plus Maintenance cost	70	Bath/years	

Total Power Consume	46	W.
Power (Kwh) consume/year =	200,928	Kwh.
Electric / Years.	552,552.00	Baht/years
Electric / Years.+Maint.cost	587,552.00	Baht/years

2.)	LED	18	W.
	(Ballast is unneeded)		
	Hrs.	24	Hrs.
	Working/Days	7	Days
	Week/Year	52	Week
	No. of LED.	500	Pcs.
	Maint.Cost free		
Total Power Consume		18	W.
Power (Kwh.) consume/year =		78,624.00	Kwh.
Electric / Years.		216,216.00	Baht/Years

Energy saving / Years	=	200,928	-	78,624
	=	122,304	Kwh	

Electrical Charge / Kwh.	=	2.75	Baht/Kwh.
Saving/Year	=	122,304.00	x 2.75
	=	336,336.00	Baht
Plus Maintenance cost	=	35,000.00	Baht
	=	371,336.00	Baht/year

Pay Back Period = Cost of investment / Saving per Year

Cost of Investment	=	1,000.00	Baht.	x	500	Pcs.
Saving per Year.	=	371,336.00				
PB	=	1.35	Years.			

จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าในครั้งนี้สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1.35 ปี มีการประหยัดพลังงาน 122,304 Kwh ต่อปี คิดเป็นเงิน 371,336 บาท ต่อปี ซึ่งถึงแม้ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานที่เกี่ยวกับหลอดไฟจะคิดเป็นไม่กี่เปอร์เซ็นต์ของค่าไฟฟ้าทั้งหมด แต่เมื่อคิดเป็นจำนวนเงินและผลดีต่อสิ่งแวดล้อมแล้วก็ถือว่าคุ้มค่าต่อการลงทุนมาก

บทที่ 4

สรุปผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่างๆ

จากการศึกษาข้อมูลรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เหมาะสม ได้ผลการศึกษาข้อมูล และผลการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามแผน ดังนี้

4.1 สรุปการดำเนินงานและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการดำเนินงานตามขั้นตอนในบทที่ 3 ได้ผล ดังต่อไปนี้

LEDs 500 tubes Invest	=	500	x	1000	
	=	500,000	Baht		
using for 5.71 years					
Fluorescen 500 tubest Invest	=	500	x	80	
	=	40,000	Baht		
Can be using for 1.7 years ,if we use for 5.71 years					
must use	=	40,000	x	3.33464	
	=	133,386	Baht		
LEDs use eletrical	=	78,624	x	5.71	
	=	448,943	Kwh./5.71 years		
Electric cost	=	448,943	x	2.75	baht
	=	1,234,593.36	per 5.71 years		
	=	216,216	baht/years		
Fluoerscent use electrical	=	200,928	x	5.71	
	=	1,147,299	Kwh./5.71 years		
Electric cost	=	1,147,299	x	2.75	baht
	=	3,155,072	per 5.71 years		
	=	552,552	Years		
Plus Maint.Cost	=	552,552	+	35,000	
	=	587,552	Baht/Years		
Use less energy from before	=	60.87%			
Cost reduce from before	=	63.20%			

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบผลที่ได้รับกับวัตถุประสงค์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า

- 1.ปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานวิศวกรรมลดลงจากเดิม
- 2.สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 122,304 Kwh.
- 3.สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 371,336 บาทต่อปี

จากการดำเนินงานในบทที่สาม พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานในหน่วยงานได้ ซึ่งส่งผลไปถึงลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวข้องกับพลังงาน ด้วยการประยุกต์ใช้หลอดแอลอีดี แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ จากตารางการคำนวณที่ได้กล่าวไปก่อนหน้านี้จะเห็นได้ว่า สามารถประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้กว่า 60% เมื่อเทียบกับก่อนการนำหลอดแอลอีดีมาใช้ สามารถคืนทุนในระยะเวลาไม่นานมาก ทั้งยังมีประโยชน์ทางอ้อมด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า หลอดแอลอีดี เหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อการพัฒนาอย่างแท้จริง

4.3 แนวทางการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นแอลอีดีจะช่วยประหยัดพลังงานได้มากแค่ไหน แต่ก็ต้องอาศัยความร่วมมือจากพนักงานในโรงงานทุกคนในการประหยัดพลังงานทางด้านอื่นๆ เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานให้กับองค์กร อันจะส่งผลให้สถานประกอบการมีประสิทธิภาพมากขึ้น การปลูกฝังจิตสำนึกที่ดีจะส่งผลในระยะยาวมากกว่าการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี เพราะ เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงตลอดเวลา แต่การปลูกฝังจิตสำนึกนั้นทำได้ค่อนข้างยากจึงต้องมีการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องจนติดเป็นนิสัย

นอกจากนี้แหล่งพลังงานของโลกยังมีอยู่อย่างจำกัด เราจึงต้องหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ที่ใช้พลังงานต่ำแต่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ผลิตได้ จึงจะทำให้เรามีความได้เปรียบทางเศรษฐศาสตร์อีกทั้งยังสามารถตอบสนองต่อแนวโน้มของโลกในอนาคตได้อีกด้วย

ปัญหาสิ่งแวดล้อมก็ล้วนเป็นอีกหนึ่งปัญหาที่ผู้คนกำลังให้ความสนใจ หลายๆประเทศได้ตระหนักถึงปัญหานี้และเริ่มพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีความสามารถในการอนุรักษ์พลังงาน เช่นเดียวกับเทคโนโลยี LEDs ที่ยังคงมีการเร่งพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ถึงราคาจะยังสูงอยู่ แต่จะค่อยๆต่ำลงเรื่อยๆในอนาคตอันใกล้แน่นอน คล้ายๆกับสมัยที่หลอดประหยัดไฟเพิ่งเริ่มใหม่ๆที่หลายคนคงเกี่ยวกับเรื่องราคาที่สูงกว่าปกติ แต่ต่อมาก็มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย จะเห็นได้ว่าโดยระยะยาวแล้วคุ้มค่าต่อการลงทุนมาก

เอกสารอ้างอิง

สืบค้นเมื่อ สิงหาคม , 2553

<http://en.wiktionary.org/wiki/LED>.

<http://www.jmargolin.com/history/trans.htm>.

<http://www.lunaraccents.com/educational-LED-thermal-management.html>.

<http://www.sciencedaily.com/releases/2009/01/090113123718.htm>.

<http://www.philipslumileds.com/pdfs/WP12.pdf>.

<http://web.mit.edu/invent/a-winners/a-holonyak.html>

http://eartheasy.com/live_energyeff_lighting.htm

http://en.wikipedia.org/wiki/Fluorescent_light

http://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent_lightbulb

สืบค้นเมื่อ กันยายน , 2553

http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_ballast

http://en.wikipedia.org/wiki/High-intensity_discharge_lamp

http://en.wikipedia.org/wiki/Halogen_lamp

<http://www.sudipan.net/phpBB2/viewtopic.php?p=28209>

<http://www.nsthai.com/Download/led/Catalog%20LED.pdf>

<http://www.atom.rmutphysics.com/charud/howstuffwork/LED/thaiLED4.htm>

<http://www.wintesla2003.com/smf/index.php?topic=113767.0>

<http://www.guide2lightbulbs.com/light-bulb-types/>

<http://www.icnirp.de/Documents/Led.pdf>

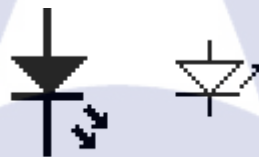
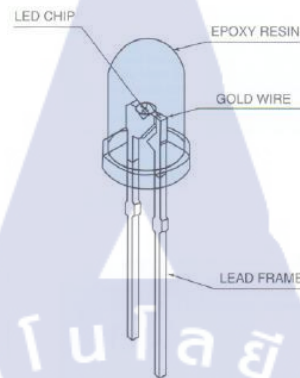
<http://electronics.howstuffworks.com/led1.htm>

<http://electronics.howstuffworks.com/led3.htm>

ภาคผนวก

Overall Description

A Light Emitting Diode (LED) is a solid-state component that uses electricity to make light. LEDs produce no significant waste heat and have lives so long that they basically don't burn out. LEDs come in a huge array of sizes, shapes, and colors.



This drawing, from the Photron catalog, shows the anatomy of a common LED

The part that actually makes the light is the "die", or "chip". The "lead frame" holds the chip and extends out of the package to provide electrical connection. The whole thing is encapsulated in an epoxy plastic package that may be colored or shaped.

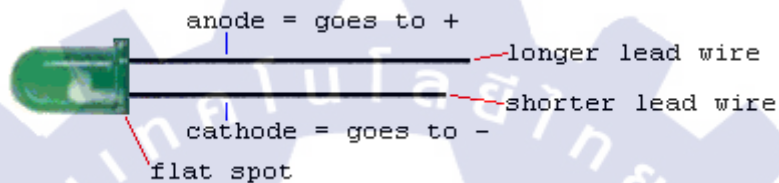
This is the schematic symbol for a LED. Expect plenty of artistic variation, such as a triangle that is filled in or hollow, differing number of arrows coming out of it, and sometimes the greek letter Lambda alongside.

The "triangle" side is the "Anode". This connects to the positive side of your power supply. The "flat" side is the "Cathode". This connects to the negative side of the power.

Polarity

It is important to remember that LEDs are polarized. If you hook LEDs up backwards, they won't work, and might be damaged. There are several ways to determine the polarity of a LED:

- If the package is round, look for a flat spot on the edge of the LED package. The lead wire nearest this flat spot is probably the cathode.
- If the LED is new (not cut out of some old device), the longer lead wire is usually the Anode.
- The most reliable method of identification is to read the instructions or data sheet, if available.



In summary:

anode	cathode
hooks to + supply	hooks to - supply
longer lead wire	shorter lead wire
case stays round	flat spot on case

LED Selection

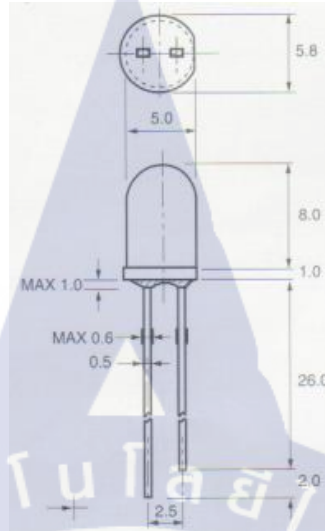
There is a nearly infinite assortment of LEDs to choose from. Some selection factors are:

- size
- shape
- color of emitted light
- color of the case
- brightness
- beam pattern (spread)

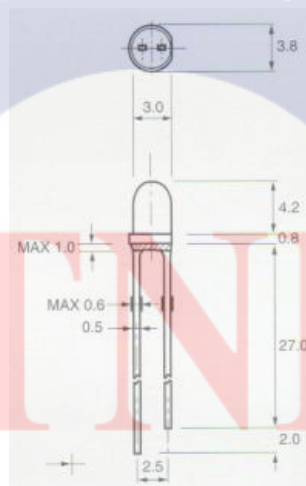
Size and Shape

LEDs come in a huge variety of sizes and shapes. Perhaps the most common size is called "T1 3/4".

His smaller brother is "T1".



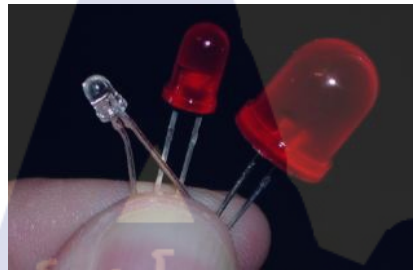
Dimensioned drawing, from the Photron catalog, of the standard LED size called T1 3/4. All dimensions are in mm.



Dimensioned drawing, from the Photron catalog, of the standard LED size called T1. All dimensions are in mm.

Note that the drawings of T1 and T1 3/4 both show one wire longer than the others, and one side of the package with a flat spot on it. These are important indicators of device polarity. If you apply power backwards, the LED will not function, and can be destroyed.

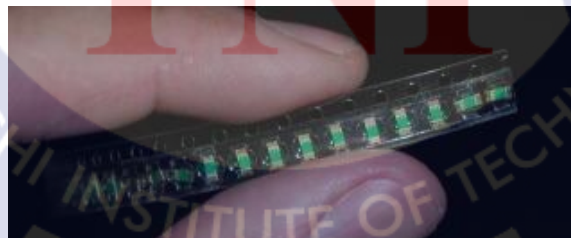
When it comes to LED performance, "size doesn't matter". You might have a huge LED, the size of a gumdrop, and the chip inside is the same one that is normally built into a much smaller case. If you want something bright, get one that is specified as high brightness, or has a large MCD rating.



Three red LEDs, in sizes T1, T1 3/4, and 10mm.

Some common round LED sizes:

name	slang	diameter
T1	miniature	3mm
T1 3/4	standard	5mm
	jumbo	8mm
		10mm



This strip contains "surface mount" LEDs, each the size of a grain of rice.

Light Color

The color of the plastic case around a LED chip doesn't always indicate the color of the light coming out. When a LED emits a "pure spectral color", the color can be objectively described in terms of the wavelength of the emitted light. This is usually specified in nanometers (nm).

LEDs emitting other colors, such as purples and pinks, are often described by their position on the CIE chromaticity diagram.

LEDs sold through electronic surplus outlets, a common source for hobbyists, may not be so precise. You might find them described as "red", "crimson", "orange", "yellow", "amber". Light from LEDs tends to be monochromatic. Exceptions are (a) LASER LEDs, which are also coherent, and (b) LEDs that produce interesting colors via secondary emission from phosphors.

Case Color



The color of the LED case sometimes has little to do with the color of light coming out of it. These are all green LEDs. Even the yellow one,

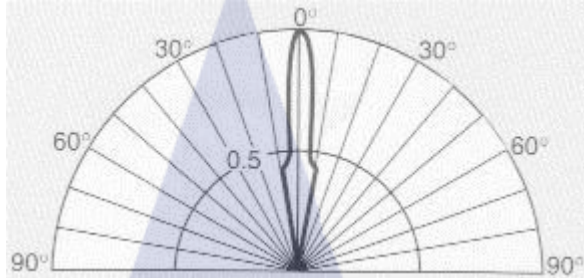
Cases described as "milky" or "diffuse" will spread the light around more.

Brightness

LEDs sold through electronic surplus outlets, a common source for hobbyists, are seldom uniformly rated for brightness. Instead, you might find local terminology like "bright", "super bright", and "ultra bright". I have never seen a merchant selling "rather dim" LEDs. The better sources rate their LEDs in millicandella (mcd), a measure of luminous intensity. A higher number is a brighter LED.

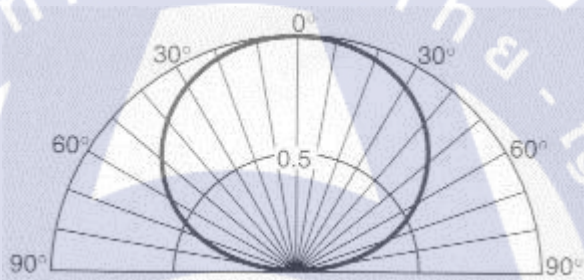
Beam Pattern

The light coming out of a LED doesn't always shoot out in a straight line. There is a pattern to it.



This radiation diagram shows the output of a blue LED with a water-clear case (Photron PL-BA31).

Most of the light is shooting straight out the front of the package.



This radiation diagram shows the output of a green LED with a diffused colored case (Photron PL-GB574G).

If you have the manufacturer's part number for a LED, you can probably look up information about the beam pattern - at the very least a viewing angle.

If you are buying LEDs surplus and the part number is unknown, just remember that a "milky" or "diffused" case will spread the beam more, affording a wider viewing angle, but at a reduced intensity.

All LEDs Are Not Created Equal

In the section on LED Selection, I described some of the ways that LEDs can differ. But I feel the need to hammer home the point that if you are building a project that calls for a "yellow LED", and that's what you ask for, you could get something that is very different from the original. Perhaps your yellow LED will work as well, or even better. But without more specifications, it will probably be different.

The following table was compiled from the web sites of Hosfelt Electronics and Jameco Electronics, two companies that offer a wide range of LEDs at competitive prices. The information was collected 24 September 2004, and will certainly be out of date by the time that you read this. But it does a good job of pointing out the range of options.

I looked only for yellow LEDs. I tried to use only LEDs with lenses that are clear or transparent yellow. The prices are for just one LED, but when purchased in quantities of 10. There may well be errors: Hosfelt provided less technical information, but Jameco provided details that sometimes conflicted with the basic description of the part.

<i>vendor</i>	<i>part number</i>	<i>price</i>	<i>brightness</i>	<i>test current</i>	<i>voltage</i>	<i>size</i>	<i>lens color</i>	<i>wavelength</i>	<i>mcd/penny</i>
Hosfelt	25-342	\$3.49	23000mcd	20mA	1.9-2.5V	10mm	water clear	590nm	66
Hosfelt	25-408	\$1.45	9500mcd	20mA	2-2.4V	5mm	clear	587nm	66
Hosfelt	25-335	\$.75	8000mcd	20mA	2.1-2.5V	5mm	colorless, transparent	-	107
Jameco	197641	\$.62	7800mcd	20mA	2.3V	oval	transparent yellow	590nm	126
Jameco	215597	\$.55	5000mcd	20mA	2.2V	5mm	water clear	-	91
Hosfelt	25-357	\$.49	3600mcd	20mA	2.1-2.5V	5mm	water clear	-	73
Jameco	197675	\$.36	2800mcd	20mA	2.8V	5mm	water clear	592nm	78
Hosfelt	25-337	\$.45	2000mcd	20mA	2.1-2.5V	5mm	water clear	-	45
Jameco	152792	\$.24	1040mcd	20mA	2.1V	5mm	-	593nm	44
Jameco	206501	\$.19	700mcd	20mA	2.2V	5mm	transparent yellow	595nm	37
Hosfelt	25-275	\$.12	550mcd	30mA	2V	5mm	colorless	-	46

<i>vendor</i>	<i>part number</i>	<i>price</i>	<i>brightness</i>	<i>test current</i>	<i>voltage</i>	<i>size</i>	<i>lens color</i>	<i>wavelength</i>	<i>mcd/penny</i>
Jameco	206480	\$.14	450mcd	20mA	2.3V	3mm	transparent yellow	595nm	32
Jameco	253796	\$.24	150mcd	20mA	2.2v	5mm	clear	585nm	6
Hosfelt	25-414	\$.04	80mcd	10mA	2V	3mm	yellow	-	20
Hosfelt	25-285	\$.10	80mcd	30mA	2V	3mm	clear	-	8
Jameco	175695	\$.15	60mcd	10mA	2.1V	5mm	water clear	585nm	4
Hosfelt	25-411	\$.05	50mcd	20mA	2.5V	5mm	clear	-	10
Hosfelt	25-328	\$.06	40mcd	10mA	2.1V	3mm	-	585nm	7
Jameco	136493	\$.19	38mcd	20mA	2.3V	5mm	water clear	589nm	2

To summarize, by just checking two vendors, I found 19 different kinds, with properties ranging:

- brightness 38mcd- 23000mcd
- wavelength 585nm - 595nm
- voltage 1.9V - 2.8V
- current 10mA - 30mA
- size 3mm - 10mm
- cost \$.04- \$3.49

Special LEDs

There are various special LEDs on the market:

- resistor LEDs - Contain their own current-limiting resistor.
- blinkers - Contain a timer chip that makes them automatically flash on and off.
- multichip - Contain more than one LED of the same color. Takes more power, but lights brighter.
- nonpolarized - Contains two LED chips of the same color, back-to-back. Lights up the same when voltage is positive, negative, or AC.
- multicolor - Contains two or more LED chips that light different colors.

Multicolor LEDs

Multicolor LEDs contain two or more LED chips that light different colors.

The most common type has one red chip and one green chip. There are two common types of packaging: a three-lead package that allows independent access to the two LED chips, and a two-lead package that connects the two chips back-to-back (to change color, reverse polarity).



This T1 3/4 package contains two LED chips.

- Apply power to one wire and the package lights green.
- Apply power to the other, and it glows red.
- Apply power to both, and the package glows yellow.

Self-Flashing LEDs

Self-flashing LEDs are packaged in a normal LED case, but include an integrated circuit that makes the LED flash on and off.

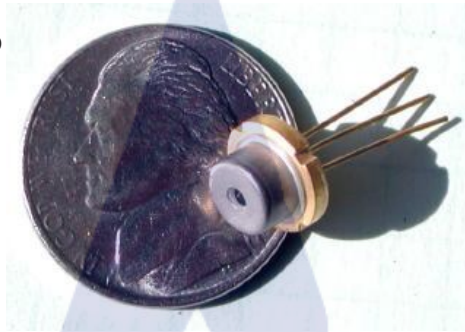
Built-in flashing unit 3 - 5 Vdc operation	CAT#	1-99	100	1000
T-1 3/4 (5mm) RED - diffused High Brightness	LED-4	2 for .90	.40	.30
T-1 3/4 (5mm) GREEN - diffused	LED-4G	.50	.45	.40
T-1 3/4 (5mm) YELLOW - diffused	LED-4Y	.50	.45	.40
SPECIAL - RED T-1 3/4 - water clear	LED-84	3 for \$1.00	.25	.18
T-1 (3mm) RED - diffused	LED-72R	.65	.55	.45
T-1 (3mm) GREEN - diffused	LED-72G	.75	.65	.55
T-1 (3mm) YELLOW - diffused	LED-72Y	.75	.65	.55

This section of the All Electronics catalog offers several different kinds of self-flashing LEDs

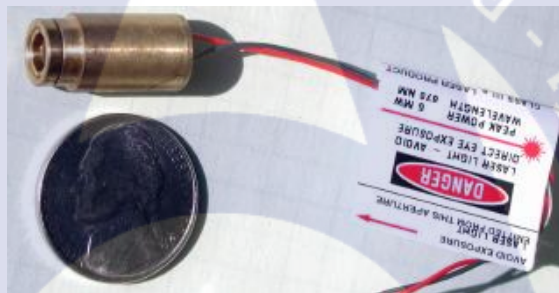
[January 2004].

LASER LEDs

LASER LEDs are Light Emitting Diodes that emit LASER light. They are often called simply "LASER diodes". This was a technological breakthrough that transformed LASERS into simple and inexpensive gadgets. LASER diodes are used in everything from DVD players to light beam pointers.



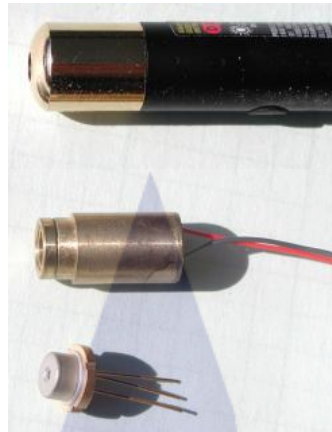
CAUTION: Because LASER light is coherent, it packs a punch far greater than its brightness might suggest. LASER light can be dangerous. Keep it away from eyes.



LASER diodes are also available built up into "modules" that contain the LASER LED, driving electronics, and lenses. These are very convenient for the experimenter.



The simplest, cheapest, and easiest way to get LASER light is to take a cheap LASER pointer and modify it to suit your purposes.



So you start with a LASER diode, build it up into a module, and then do something useful with it.

As of this writing, commonly available LASER diodes are confined to the red and infrared portion of the spectrum. Laboratory prototype blue LASER diodes exist, but have short lifetimes, or need to sit in liquid nitrogen. Green LASER diode assemblies exist, but they cheat: an infrared LASER diode is used to pump a frequency-doubling crystal.

The brightness of a LED can be increased in numerous ways:

1. Use a larger piece of light-emitting material.
2. Make the LED more efficient, so that more of the electrical power going in comes out as light and less as heat.
3. Shove more current through the LED so that it produces more light and more heat.
 - Heat kills LEDs. Accept a shorter operating life time.
 - Make the LED out of material that better resists the extra heat.
 - Modify the LED package to carry more heat away from the essential part of the LED and dissipate it.
4. Change the output wavelength(s) to where the human eye is more sensitive, making it look brighter.
 - This can be done by altering the chemistry of the light-emitting part of the LED itself.
 - This can be done by using secondary emission from phosphors or frequency-doubling crystals to take in the generated light and emit light of a different wavelength.

5. Make the LED more efficient, so that more of the light coming out is in the useful part of the spectrum.
6. Use a LASER LED, which emits coherent light. You aren't getting any more light out, but the light waves are synchronized, so they pack more punch.
7. Increased power via pulse drive is something of an urban legend. But if you turn off the LED while nobody is looking at it (e.g. during video retrace interval), you can increase the current while it is visible.

History

The history of Light Emitting Diodes (LEDs) is the struggle for shorter and shorter wavelengths: the quest for blue, with efficiency improvements along the way.

The first light-emitting semiconductor was a yellow-glowing piece of Silicon Carbide invented by Henry Joseph Round in 1907. There was not enough light to be useful, and silicon carbide is hard to work with, so the invention was mostly forgotten.

The modern LEDs were based on Gallium Arsenide (GaAs) and emitted infra-red light. If memory serves me, the early lab models needed to sit in liquid nitrogen while operating. Getting them to operate with reasonable efficiency at room temperature was a big breakthrough, providing a commercial product useful in things like object sensors and remote controls. Red LEDs came next, using Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP on GaAs substrate). Eventually these led to the development of high efficiency red, red-orange, and orange LEDs by changing to a GaP substrate. Mid 1970's brought Gallium Phosphide (GaP) diodes, providing greater efficiency, but a somewhat orangeish red light. Soon GaP diodes were putting out pale green, and dual chip GaP LEDs (red and green) were emitting yellow. Then they got to a pure green.

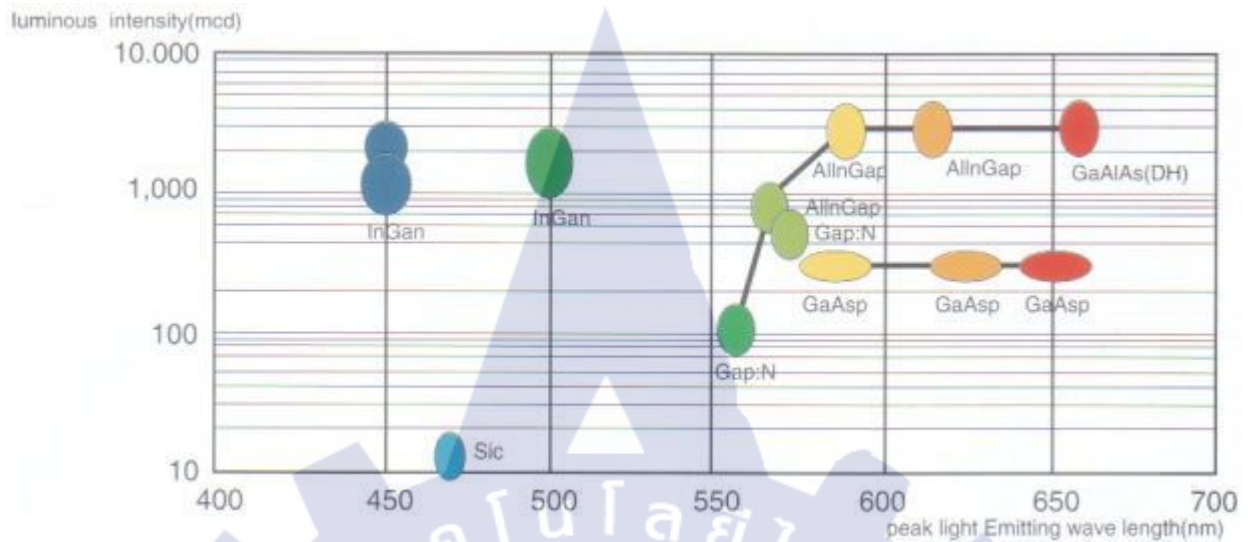
In the mid 1970s, yellow LEDs were made in Russia using Silicon Carbide. The rest of the world used Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP on GaP substrate).

Mid 1980's saw the arrival of super high brightness (GaAlAsP) LEDs, first in red, then yellow.

In the early 1990's, ultrabright InGaAlP LEDs were made in orange-red, orange, yellow and green. The first significant blue LEDs came in the early 1990's, using Silicon Carbide. This was a throwback to the earliest semiconductor light sources.

The mid 1990's brought ultrabright blue GaN LEDs, then Indium Gallium Nitride (InGaN) LEDs, producing high-intensity green and blue.

The bright blue LEDs were then made the basis of white LEDs by painting the LED chip with fluorescent phosphors. This same trick can produce virtually any visible color.



There are now LEDs that emit black light.

This chart, from the Photron catalog, shows the various LED materials and the colors and intensities they can produce, circa 2001.

Breakthrough: Secondary Emissions

The wavelength of light naturally emitted by LEDs depends on their manufacturing process, but generally turns out to be the commonly found red, yellow, green, and recently blue. It is possible to make other colors by mixing light with two or more light emitters within a single package. But the wavelengths that are available to work with make this problematic.

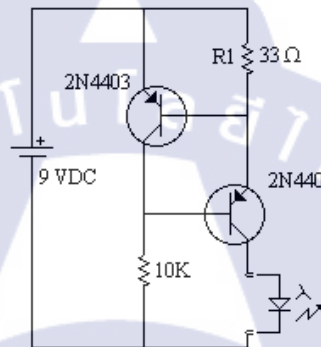
An important LED breakthrough of 1990s was the application of fluorescent phosphors to change the spectrum of light emitted by LEDs. In this process, blue and near-UV emitting LEDs are painted with a mix of phosphors that absorbs the incoming light and emits the desired mixture of wavelengths.

Playing With LEDs

LEDs can be a lot of fun to experiment and play with. It's even affordable, now that they no longer cost \$10 apiece.

Sooner or later, you will run across an electronic parts vendor who offers "grab bag" kits of assorted LEDs or support parts (perhaps 100 LED's for \$5 or 300 1/4W Resistors \$2.50). Should you do it?

If you don't want to experiment, but are just building a project that is described by somebody else, avoid grab bags. Instead, buy exactly what you need. If you demand instant gratification, pop down to Radio Shack. If you want to save a couple bucks and time is not an issue, buy mail-order.



If you like to experiment, it is a good idea to build a "junk box" of parts that you can play with and rummage through. In the old days, hobbyists populated their junk boxes with components removed from old equipment. Nowadays, the grab bag is a good way to get started. You will probably get an assortment of different shapes, colors, and sizes. Some of them you might never use, but at least you will have an assortment of different things to play with. And if you burn up a LED in your experiments, no worries - they only cost a few pennies apiece.

LED Tester

When experimenting with LEDs, it is handy to have around a simple way of testing them. This circuit is a constant-current source, providing about 20 mA, which is a good rule-of-thumb for LEDs.

The current is set to $V_{BE}/R1$, where V_{BE} of a 2N4403 transistor is a minimum of .75 V and a maximum of .95 V. Depending on exactly which transistor you use, a little fiddling with R1 can be set to any convenient current. [David threw one of these together with junk box parts and it delivers 17 mA, which is close enough.]

ประวัติผู้ทำโครงการสหกิจ

ชื่อ - สกุล

นางสาวอติดา บุรพาสังห์

วัน เดือน ปีเกิด

22 กุมภาพันธ์ 2532

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6

โรงเรียนไพฑูรย์ศึกษา พ.ศ. 2545

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนห้วยวัง พ.ศ. 2547

แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนห้วยวัง พ.ศ. 2550

แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์

ทุนการศึกษา

ทุนการศึกษาประเภทที่ 2 สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประวัติการฝึกอบรม

The3rd KU-SEA Forum ; Global Crisis in Food and Energy:

Thailand-Japan Perspectives

ระบบการผลิตแบบ โตโยต้า ที่บริษัทศรีไทยซูเปอร์แวร์

ประวัติการทำงาน

2007 - As a model for Tony & guys.

Summer 2008 Employees at “Big sky resort, Montana”

as a public area attendant and As a Part-time employees
in Ski storage.

Summer 2009 Employees at “Yellowstone National Park, WY”

as a server assistant & server.

