



โครงการออกแบบปรับปรุงคู่มือที่ระลึกสำหรับพนักงานแหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทย
ของ บริษัท เมเจอร์ เน็ตเวิร์ค จำกัด

ROLLING MAP DESIGN PROJECT FOR PUBLIC RELATIONS TOUR
IN THAILAND FOR MAJOR NETWORK CO.,LTD.



นางสาวสุกัญญา เอ่ออำนวยพร
MISS SUKUNYA AUEAMNUAYPORN



A021675

เลขหมู่.....	01906
เลขทะเบียน.....	-7 กค 2540
วัน เดือน ปี.....	

021675

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROLLING MAP DESIGN PROJECT FOR PUBLIC RELATIONS TOUR
IN THAILAND FOR MAJOR NETWORK CO.,LTD.



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE
BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



INDUSTRIAL DESIGN. 60

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุงตู้แช่ที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทย
ของบริษัท เมจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด
นักศึกษา นางสาวสุกัญญา เอื้ออำนวยพร

หลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลงนาม
อาจารย์อุดมศักดิ์	สารบุตร	
อาจารย์สถาพร	ดิบุญมี ณ ชุมแพ	
อาจารย์ธเนศ	ภิรมย์การ	
อาจารย์พิศุทธิ์	ศิริพันธ์	
อาจารย์ดารณี	เพ็งสะละ	
อาจารย์นิรัช	สุดสังข์	
อาจารย์ประวิทย์	เหลียงกอบกิจ	
อาจารย์เอกชัย	เลิศช้ำของ	
รศ. นพคุณ	สุขสถาน	
อาจารย์มงคล	นาชัยเทพ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 7 มีนาคม 2540

สถานที่สอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณบดี

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทย ของ บริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด
นักศึกษา	นางสาวสุกัญญา เอื้ออำนวยพร
อาจารย์ผู้ควบคุมโครงการ	อาจารย์นิรัช สุตสังข์
อาจารย์ผู้ควบคุมโครงการร่วม	อาจารย์ประวิทย์ เหลียงกอบกิจ
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
ภาควิชา	ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
พ.ศ.	2540

บทคัดย่อ

การวิจัยในโครงการนี้มีวัตถุประสงค์ในการทำงาน เพื่อออกแบบปรับปรุงตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทย และเพื่อออกแบบตู้ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวของบริษัท เมเจอร์เน็ทเวิร์ค จำกัด เพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างประเทศ

วิธีการดำเนินการวิจัยเริ่มจาก เสนอหัวข้อวิทยานิพนธ์ หาข้อมูลที่เกี่ยวข้องศึกษารวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและขั้นสุดท้ายสรุปผลการวิจัย หลังจากนั้นดำเนินการเขียนแบบขั้นผลิต ทำแผ่นงาน เสนองาน ทำหุ่นจำลอง

ผลการวิจัย ผู้วิจัยได้ออกแบบตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวของ บริษัท เมเจอร์เน็ทเวิร์ค จำกัด ซึ่งเป็นสื่อประชาสัมพันธ์ถึงตำแหน่งท่องเที่ยวต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ ตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นตัวผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในการส่องแสงสว่างในเวลากลางคืน ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้กับสถานที่ท่องเที่ยวไปในโอกาสต่อไป

กิติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตา จากอาจารย์
อุดมศักดิ์ สารินทร, อาจารย์นิรัช สุตสังข์ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำแก่ผู้ทำโครงการตลอด
มา ผู้ทำโครงการรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ อาจารย์ชเนศ ภิรมย์การ อาจารย์ประวิทย์ เหลียงกอบกิจ ที่
กรุณาแนะนำแนวทางและคอยให้กำลังใจแก่ผู้ทำโครงการอย่างสม่ำเสมอ

ขอขอบคุณ ดร.สมเกียรติ สุขเกษ อาจารย์ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์, คุณอนุชิต วาณิชย์เสริมกุล ผู้อำนวยการบริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด,
คุณเพชรรัตน์ เจ้าหน้าที่ฝ่ายสถิติการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, เจ้าหน้าที่ฝ่ายประชาสัมพันธ์
ศาลาว่าการเมือง

สุดท้ายนี้ผู้ทำโครงการขอขอบคุณมารดา และครอบครัว พี่ น้อง เพื่อน ๆ ทุก
ท่าน ที่คอยห่วงใย เป็นกำลังใจเสมอมา และทำให้โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นางสาวสุกัญญา เอื้ออำนวยพร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	XV
คำอธิบายสัญลักษณ์/คำย่อ/คำนิยามของศัพท์ที่ใช้	XVIII
บทที่	
1 บทนำ	
เหตุผลในการนำเสนอ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
ที่มาของปัญหา	3
ปัญหาที่เกิดขึ้น	4
แนวทางในการแก้ปัญหา	5
วิธีดำเนินการวิจัย	11
ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล	12
ขอบเขตของการออกแบบ	12
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	13
2 วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
ประวัติการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย	15
การส่งเสริมการท่องเที่ยวไทยให้เป็นที่รู้จักทั่วโลก	21
ความปลอดภัยของนักท่องเที่ยว	26
กฎหมายคุ้มครองการท่องเที่ยวของไทย	28
การศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ	32
การศึกษา ไปสเตอร์ แผนที่ของผลิตภัณฑ์เดิม	33
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	36
ป้าย	63

การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้งป้าย	86
- ความสำคัญและประโยชน์ของแผนที่	91
การจำแนกชนิดของแผนที่	93
ลักษณะภูมิประเทศ	102
ลักษณะภูมิอากาศ	107
ปริมาณน้ำฝน	110
ฤดูกาลในประเทศไทย	114
ลมที่พัดในประเทศไทย	117
การแบ่งเขตภูมิอากาศในประเทศไทย	121
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้าง	123
สแตนเสด	125
อลูมิเนียม	126
สังกะสี	126
พลาสติก	127
สติ๊กเกอร์	127
การเชื่อม	128
ตัวหมุดย้ำ	129
การบัดกรี	133
ตัวยึดโลหะ	135
การใช้กาวหรือยาง	142
ข้อมูลโลหะท่อ	143
พลาสติก	147
วิธีการผลิตพลาสติก	150
ไฟเบอร์กลาส	152
ลักษณะของการใช้แสง	164
ธรรมชาติของแสงและการเห็น	168
การกำเนิดของแสง	169
ประสิทธิภาพของหลอดไฟ	177
ความเสื่อมของหลอดไฟ	179
ระบบไฟฟ้า	199
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์	202
การต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนานและแบบอนุกรม	209
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ร่วม	230

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แบดเจอร์	231
สวิทช์	235
หลักการทำงานของวงจรในผลิตภัณฑ์	244
ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียง	245
การออกแบบระบบแสงสว่างภายนอกอาคาร	247
ความสม่ำเสมอของระดับความสว่าง	252
การพิมพ์ระบบเลดเตอร์เพรส	252
การพิมพ์ระบบออฟเซต	255
การพิมพ์ระบบกรเวียร์	256
การพิมพ์ระบบซิลค์สกรีน	257
ความรู้เกี่ยวกับสัดส่วนของมนุษย์กับการออกแบบ	258
ขอบเขตและความไวในการรับสีของประสาทตา	259
ข้อมูลเกี่ยวกับแสงสว่างของป้าย	264
องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีความสำคัญเกี่ยวกับคุณภาพของระบบแสงสว่าง	265
การให้แสงสว่างแก่ป้าย	267
จิตวิทยาของสี	281
ทฤษฎีสี	282
อิทธิพลของสีที่มีผลต่อความรู้สึกรของมนุษย์	284
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจิตวิทยาการใช้สี	285
การใช้สีบนตัวผลิตภัณฑ์	286
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	297
วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล	299
แหล่งที่มาของข้อมูล	299
วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	299
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	299
วิธีการสร้างเครื่องมือในการวิจัย	300

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์	
ผลการวิเคราะห์	302
การออกแบบ	
แนวทางการออกแบบ	347
แบบถ่ายย่อ	349
แบบร่าง SKETCH DESIGN	357
แบบไข WORKING DRAWING	
แบบเสนองาน PRESENTATION	358
หุ่นจำลอง MODEL	365
5 สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะ	367
สรุปความเป็นมาและกรอบความคิดในการวิจัย โดยย่อ	367
สรุปผลการวิจัย	367
ข้อเสนอแนะ	368
บรรณานุกรม	369
ภาคผนวก	370
ภาคผนวก ก แบบอนุมติหัวข้อวิทยานิพนธ์	
ภาคผนวก ข หนังสือเชิญ	
ภาคผนวก ค ข้อมูลหลังการพิมพ์	
ภาคผนวก ง ข้อมูลอ้างอิง	
ภาคผนวก จ ตัวอย่างเครื่องมือการวิจัย	
ประวัติผู้เขียน	376

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพแสดงลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์เดิม	3
2	ภาพแสดงปัญหาการย่อยต่อของเทปใสที่ติดแผ่นแผ่นที่	4
3	ภาพแสดงปัญหาในการจัดตำแหน่งของตู้แผ่นที่	5
4	ภาพแสดงปัญหาลักษณะการโค้งงอของแผ่นแผ่นที่	6
5	ภาพแสดงปัญหาของแผ่นป้ายโฆษณาประชาสัมพันธ์	7
6	ภาพแสดงปัญหาการขีดขีดของลักษณะการเปิดตู้แผ่นที่	8
7	ภาพแสดงตำแหน่งในการหมุนแผ่นที่	9
8	ภาพแสดงปัญหาการติดตั้งหลอดไฟ	10
9	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	36
10	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	36
11	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	37
12	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	38
13	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	39
14	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	40
15	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	41
16	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	42
17	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	43
18	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	44
19	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	45
20	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	46
21	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	47
22	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	48
23	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	49
24	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	50
25	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	51
26	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	52
27	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	53
28	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	54
29	ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
30	ผลิตภัณฑ์โกล์เคียง	56
31	ผลิตภัณฑ์โกล์เคียง	57
32	ผลิตภัณฑ์โกล์เคียง	58
33	ผลิตภัณฑ์โกล์เคียง	59
34	ผลิตภัณฑ์โกล์เคียง	60
35	ผลิตภัณฑ์โกล์เคียง	61
36	ผลิตภัณฑ์โกล์เคียง	62
37	ลักษณะป้ายกล่องไฟให้แสงสว่าง	67
38	ป้ายที่รับแสงสว่างจากภายนอก	68
39	โครงสร้างป้ายกล่องไฟอลูมิเนียม	69
40	ลักษณะแผ่นป้ายที่นูนออกจากตัวอย่าง	70
41	ป้ายที่ใช้วิธีการพันสีจากด้านใน	71
42	ป้ายที่ติดสติ๊กเกอร์บนแผ่นพลาสติก	72
43	แผ่นป้ายที่ใช้วิธีฉีกล้ำสกรีน	73
44	ป้ายที่ใช้ตัดตัวอักษรติดลงบนพื้นพลาสติก	74
45	ป้ายพันสีโดยการติดสติ๊กเกอร์บนแผ่นพลาสติก	75
46	ป้ายที่ทำจากพิมพ์ฉีกล้ำสกรีน	76
47	ป้ายที่ติดด้วยสติ๊กเกอร์	77
48	ป้ายที่ผลิตด้วยการเซาะร่อง	78
49	ป้ายโลหะติดสติ๊กเกอร์	79
50	ตู้โลหะพันสี	80
51	ป้ายไม้เซาะร่องด้วยเครื่องมือ	81
52	ป้ายชื่อเขียนด้วยปากกา, ภูกัน	81
53	ป้ายที่ทำด้วยคอมพิวเตอร์	82
54	ป้ายระบบออฟเซ็ท 4 สี	83
55	ป้ายติดตั้งแบบถาวร	83
56	ป้ายถาวรที่ทำด้วยพลาสติก	84
57	ป้ายที่เขียนสีลงบนผ้า	85
58	ป้ายติดตั้งแบบถาวร	87

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
59	ป้ายที่ติดตั้งห้อยลงมาจากเพดาน	88
60	ป้ายที่ขึ้นออกมาจากเสา	89
61	ป้ายที่ติดตั้งขนานกับผนัง	90
63	แผนที่ประเทศไทยแสดงการแบ่งเขตปริมาณน้ำฝนของประเทศของกรมอุตุนิยมวิทยา	112
64	แผนภูมิแสดงลักษณะการเกิดลมกลมทะเลที่เกิดขึ้นตามบริเวณชายฝั่งทะเลทั่วไป	118
65	ลักษณะการเกิดลมหุบเขาและลมภูเขาที่พัดประจำวันอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศที่เป็นทิวเขาสูง	119
66	ภาพแสดงหมุดย้ำชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในโรงงานโลหะแผ่น	129
67	การแสดงผลของหมุดย้ำที่นิยมใช้กันทั่ว ๆ ไป	130
68	ภาพแสดงความยาวของหมุดและส่วนที่ย้ำแล้ว	130
69	ภาพแสดงลักษณะของหัว Pop rivet	133
70	ภาพแสดงลักษณะของ Sheet Metal Screw ชนิด A	135
71	ภาพแสดงลักษณะของ Sheet Screw ชนิด B	135-136
72	ภาพแสดงลักษณะของ Sheet Metal Screw ชนิดพิเศษ	136
73	ภาพแสดงการใช้งานของ Sheet Metal Screw	137
74	ภาพแสดงลักษณะของ Machine Bolt	138
75	การแสดงผลของ Machine Screw	139
76	Set Screw แลวบน ชนิดมีหัวสี่เหลี่ยม	140
77	ภาพแสดงสัญลักษณ์ของ Thumb Screw	141
78	แสดงลักษณะของ Nut ชนิดต่าง ๆ	153
79	แสดงแบบใช้มือทา (Hand Lay-Up)	153
80	แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาสแบบใช้มือทา	154
81	แบบใช้เครื่องพ่น (Spray-Up)	154
82	แบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding)	155
83	แบบอัดเหลว (Premix Molding)	156
84	แบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding)	156
85	แบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding)	157
86	แสดงแบบรีด	157
87	แบบฉีดตรงกลางและมีท่อดูดอากาศด้านข้าง	158

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
88	แบบฉีดด้านข้างขวา ท่อดูดอากาศอยู่ด้านซ้าย	159
89	แบบฉีดด้านขวา ท่อดูดอากาศอยู่ตรงกลาง	159
90	ภาพขยายของแม่แบบและเส้นทางของท่อดูดอากาศ	160
91	ขั้นตอนผลิตแบบ RTM (Resin Transfer Molding)	161
92	แลลหล่อเหวี่ยง	162
93	สเปกตรัมของพลังงานต่าง ๆ	168
94	กราฟแสดงค่ากำลังของเทียนไข	170
95	ความสัมพันธ์ระหว่างฟุตแคนเคิลกับลิกซ์	171
96	การกระจายของฟลักซ์จะลดลงโดยแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง	173
97	ความแตกต่างระหว่างการส่องสว่างกับความจ้า	174
98	ปรากฏการณ์ของก้อนปริซึม	175
99	การผสมของแสงสีปฐมภูมิ	175
100	แสดงรูปหน้าตัดของลูกนัยน์ตา	176
101	กราฟแสดงความสามารถของตามในการเห็นในเวลากลางวันและกลางคืน	176
102	กราฟแสดงอายุการใช้งานของหลอดอินแคนเดสเซนส์	179
103	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของหลอดไฟ	179
104	แสดงส่วนประกอบและโครงสร้างของหลอดอินแคนเดสเซนส์	181
105	ลักษณะของไส้หลอดแบบต่าง ๆ	182
106	รูปร่างและขนาดของหลอดแบบต่าง ๆ	183
107	ขั้วหลอดของหลอดอินแคนเดสเซนส์ชนิดต่าง ๆ ตามมาตรฐาน ANSI	184
108	ขั้วหลอดแบบมาตรฐานยุโรป	185
109	ประสิทธิภาพการทำงานระหว่างหลอดอินแคนเดสเซนส์และหลอดควอดซ์	186
110	ลักษณะการเผาไหม้ของไส้หลอดและการเกิดตะกอนดำ	186
111	ลักษณะของตารางคู่มือหลอดไฟ	187
112	แสดงรูปร่างหลอดแก้วของหลอดฟลูออเรสเซนต์	188
113	วงจรของหลอดชนิดอุณหภูมิต่ำ	190
114	วงจรของหลอดชนิดติดทันที	190
115	วงจรการทำงานของหลอดชนิดติดเร็ว	191
116	สเปกตรัมของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่าง ๆ	193-194

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
117	ค่าตัวประกอบขอดคลื่อน	200
118	การ Encapsulation ของเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่าง ๆ	207
119	การห่อหุ้มตัวเซลล์ในท่อแก้วกลมอัดแรงดันก๊าซเฉื่อย	208
120	การห่อหุ้มตัวเซลล์ แบบแผงแบนเรียบและอัดแรงดันก๊าซเฉื่อย	209
121	การต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรมขนานและแบบผสมกัน	210
122	การนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เป็น Standard Modules ต่อมาเป็นระบบ	211
123	ระบบการใช้งานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์	211
124	การแบ่งส่วนราคาของการประดิษฐ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์	214
125	ราคาเปรียบเทียบของแบตเตอรี่ Lead Acid และ Nickel Cadmium	216
126	การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในลักษณะต่าง ๆ	217
127	การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่าง ๆ ที่ให้ผลต่ออายุการใช้งานที่แตกต่างกัน	220
128	การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมที่จะป้องกันข้อผิดพลาดต่าง ๆ ได้ดีและประหยัด เพราะใช้จำนวน By-pass Diode และ Blocking Diode ที่เหมาะสม	221
129	เซลล์แสงอาทิตย์	223
130	ค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนมกราคม (หน่วย Langleys)	226
131	ค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนเมษายน (หน่วย Langleys)	227
132	ค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนกรกฎาคม (หน่วย Langleys)	228
133	ค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนตุลาคม (หน่วย Langleys)	229
134	วงจรตัวอย่างของเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบใช้งานเดี่ยว	236
135	แสดงลักษณะของวงจร	238
136	แสดงลักษณะของวงจร	241
137	แสดงลักษณะของวงจร	242
138	โคมไฟนริภัยพลังงานแสงอาทิตย์	245
139	โคมไฟส่องบันไดในสนามพลังแสงอาทิตย์	246
140	การกำหนดตำแหน่งของเสาโดยตั้งเสาเพียงสองเสา	247
141	กฎ $2x - 4x$	249
142	ตัวอย่างการจัดการวางโคมไฟสนาม	249
143	ตารางที่ช่วยในการกำหนดจำนวนและขนาดของหลอดไฟที่ต้องการ	250
144	หลักการเกิดภาพ	253

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
145	หลักการพิมพ์แบบเพลทเทน	253
146	หลักการพิมพ์แบบไซลินเดอร์	254
147	หลักการพิมพ์แบบโรตารี	256
148	หลักการเกิดภาพ	255
149	หลักการพิมพ์ของระบบออฟเซต	256
150	หลักการเกิดภาพ	257
151	การพิมพ์ซิลค์สกรีน	257
152	แสดงขอบเขตความไวในการรับสีของประสาทตา	260
153	ขนาดจำกัดในการมองเห็น	260
154	มุมมองต่าง ๆ ในระนาบด้านบน	261
155	มุมมองต่าง ๆ ในระนาบด้านข้าง	262
156	ความสัมพันธ์ของขนาด Sign กับระยะการมอง	264
157	ลักษณะการเคลื่อนไหวส่วนศีรษะ	267
158	ลักษณะการเคลื่อนไหวส่วนลำตัว	268
159	ลักษณะการเคลื่อนไหวของหัวไหล่	268
160	ลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ	269
161	ลักษณะการเคลื่อนไหวของนิ้ว	269
162	ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อศอกและท่อนแขน	270
163	ขนาดของศีรษะและมือ	271
164	แสดงการก้าวเดินของมนุษย์	272
165	แสดงขนาดสัดส่วนทำขึ้นด้านข้างของมนุษย์ผู้ใหญ่ เพศชาย ทั่วไป	273
166	แสดงขนาดสัดส่วนทำขึ้นด้านข้างของมนุษย์ผู้ใหญ่ เพศหญิง ทั่วไป	274
167	แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขพื้นฐานเกี่ยวกับสายตามนุษย์	275
168	แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขการวัดขนาดสัดส่วนมือของมนุษย์ผู้ชาย ผู้หญิง และเด็ก	276
169	แสดงภาพและข้อมูลของผู้ใหญ่เพศชาย ขณะยืนที่แผงควบคุม	277
170	แสดงภาพและข้อมูลของผู้ใหญ่เพศหญิงขณะยืนที่แผงควบคุม	278
171	แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศชายขณะนั่งที่โต๊ะควบคุมการทำงาน	279
172	แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศหญิงขณะนั่งที่โต๊ะพิมพ์ดีด	280
173	แสดงการนำแม่สีมาผสมกันและจะเกิดสีต่าง ๆ	283

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
174	แสดงการนำเสนอระบบเซลล์แสงอาทิตย์	359
175	การนำเสนอข้อมูลการท่องเที่ยว	359
176	รายละเอียดการใช้งาน	360
177	รายละเอียดการใช้งาน	361
178	รายละเอียดการใช้งาน	361
179	รายละเอียดการใช้งาน	361
180	รายละเอียดการใช้งาน	361
181	รายละเอียดการใช้งาน	362
182	การเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้งาน	363
183	การติดตั้งตู้แผนที่	363
184	ทัศนียภาพการติดตั้ง	364
185	ทัศนียภาพหุ่นจำลอง	364
186	ด้านหน้าของหุ่นจำลอง	365
187	ด้านข้างของหุ่นจำลอง	365
188	ด้านหลังของหุ่นจำลอง	366
189	ด้านทัศนียภาพของหุ่นจำลอง	366

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนนักท่องเที่ยวระหว่างประเทศที่เดินทางมาประเทศไทย พ.ศ. 2503-2538	24-25
2	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี โดยเฉลี่ยในคาบ 20 ปี ของภาคต่าง ๆ ในประเทศไทย	109
3	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราการระเหยของภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย	114
4	แสดงคุณสมบัติทางโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่าง ๆ	124
5	ตารางแสดงขนาดของหมุดย้ำ	131
6	ตารางแสดงเปรียบเทียบท่อกลมกลวง/ท่อสี่เหลี่ยมกลวง	144
7	ตารางแสดง Round Steel Tubing	145
8	ตารางแสดง Square Steel Tubing	145
9	ตารางแสดง Rectangular Steel Tubing	146
10	ประสิทธิภาพของแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่าง ๆ	178
11	สารเรืองแสงที่ใช้กันทั่วไป	189
12	ความแตกต่างของแสงสีขาวในการนำไปใช้กับงานต่าง ๆ	196
13	ค่าฟลักซ์แสงสว่างและคุณสมบัติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดอินสแตนดาร์ดแบบหลอดแก้วยาว	197
14	ค่าฟลักซ์แสงสว่างและคุณสมบัติทางแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแรพิดสตาร์ทแบบหลอดแก้วยาว	198
16	แสดงความจุในการจ่ายกระแสของเซลล์ที่ใช้จ่ายกระแสในเวลาต่าง ๆ กัน	233
17	แรงดันในการชาร์จและความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ	234
18	แบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ ที่มีการพัฒนาใช้ในการเก็บพลังงาน	235
19	สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์โดยประมาณของโคมฉาย	251
20	ชนิดความต้องการเกี่ยวกับแสง	265
21	แสดงการสะท้อนของแสง	293
22	แสดงกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	300
23	ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	303
24	ข้อมูลกลุ่มนักท่องเที่ยวและบุคคลทั่วไปต่อผู้แผนที่	304-305
25	จังหวัดที่ผู้เยี่ยมชมสามารถนำมาเปรียบเทียบกันของภาคกลาง	307
26	จังหวัดที่ผู้เยี่ยมชมสามารถนำมาเปรียบเทียบกันของภาคตะวันออก	308

สารบัญญัตราง

ตารางที่		หน้า
27	จังหวัดที่ผู้เยี่ยมชมสามารถนำมาเปรียบเทียบกับกันของภาคเหนือ	308
28	จังหวัดที่ผู้เยี่ยมชมสามารถนำมาเปรียบเทียบกับกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	309
29	จังหวัดที่ผู้เยี่ยมชมสามารถนำมาเปรียบเทียบกับกันของภาคใต้	310
30	แสดงความสูงของตัวอักษรเปรียบเทียบกับระยะทาง	330
ตารางวิเคราะห์ที่		
1	การวิเคราะห์รูปทรงผู้แทนที่	335
2	การวิเคราะห์วัสดุโครงสร้างผู้แทนที่	335
3	การวิเคราะห์วัสดุส่วนที่โปร่งใส	336
4	การวิเคราะห์ฐานรองรับโครงสร้างของแผงเซลล์	337
5	การวิเคราะห์การวางแผนโซลาร์เซลล์ในการติดตั้ง	337
6	การวิเคราะห์การวางแผนเซลล์แสงอาทิตย์	338
7	การวิเคราะห์วัสดุที่นำมาทำแกนหมุน	338
8	การวิเคราะห์ รูปแบบของเซลล์แสงอาทิตย์	339
9	การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบเซลล์แสงอาทิตย์	340
10	การวิเคราะห์รูปแบบของแบตเตอรี่	340
11	การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบแบตเตอรี่, แผงวงจรและสวิทช์ควบคุมระบบ	341
12	การวิเคราะห์ชนิดของบัลลาสต์	342
13	การวิเคราะห์รูปแบบของหลอดไฟ	342
14	การวิเคราะห์ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์	343
15	การวิเคราะห์วิธีการติดตั้งผู้แทนที่	343
16	ตำแหน่งการวางหลอดไฟ	344
17	ตำแหน่งการวางบัลลาสต์	344
18	ตำแหน่งการวางสตาร์ทเตอร์	345
19	จุดเชื่อมระหว่างแกนแผ่นเหล็กกับท่อรับ	345
20	การวิเคราะห์การ ให้แสงสว่างกับผู้แทนที่	346
21	การวิเคราะห์วิธีการผลิตตัวอักษร	346

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
1 คณะรัฐมนตรีและคณะกรรมการ ททท.	31
2 ป้ายแบ่งตามลักษณะการติดตั้ง	65
3 แผนภูมิระยะทางเป็นกิโลเมตรของประเทศไทย	101
แสดงระบบการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์	204
4 สเปกตรัมสุริยชนอกชั้นบรรยากาศและที่ระดับพื้นดิน	224
5 ระบบการจ่ายและสะสมพลังงาน โดยใช้ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นแหล่งจ่ายพลังงานหลัก	230
6 ผลของอุณหภูมิต่อการใช้งานแบตเตอรี่	232
7 แสดงผังการทำงานของผลิตภัณฑ์	243
8 แสดงผังการทำงานของผลิตภัณฑ์	244
9 แสดงขนาดของตัวหนังสือกับระยะการมอง	263
10 แสดงกลุ่มของผู้ใช้	311
11 แสดงพฤติกรรมการใช้งาน	312
12 แสดงปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อวัสดุ	315
13 แสดงขนาดของแผ่น โปสเตอร์	316
14 องค์ประกอบของการโฆษณา	321
15 โครงสร้างการส่งเสริมการขาย	321
16 แสดงระบบการใช้งานและความจำเป็นเกี่ยวกับแผนที่	323
17 แสดงปัจจัยภายนอกงานออกแบบ	327

คำนิยามศัพท์

1. นักท่องเที่ยว คือผู้เดินทางไปเยือนจังหวัดนั้น โดยวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่ไม่ใช่การไปทำงานประจำ การศึกษา และไม่ใช่คนท้องถิ่นที่มีภูมิลำเนาหรือทำงานประจำ หรือศึกษาอยู่ที่จังหวัดนั้น ทั้งนี้ต้องพักค้างคือน้อย 1 คืน
2. นักทัศนาจร คือ นักท่องเที่ยวที่ไม่ได้ค้างคืน
3. การท่องเที่ยวภายในประเทศ คือ การเดินทางของนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ จากจังหวัดหนึ่ง ไปอีกจังหวัดหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่ไม่ใช่การไปทำงานประจำ การศึกษาและต้องไม่เป็นท้องถิ่นที่มีภูมิลำเนาหรือทำงานประจำ หรือศึกษาอยู่ที่จังหวัดที่เดินทางไป
4. ที่พักแรม คือ สถานที่ที่นักเดินทางใช้พักระหว่างการเดินทาง ซึ่งอาจจำแนกประเภทต่าง ๆ ตามลักษณะการใช้
5. โรงแรม คือ ที่พักแรมที่สร้างขึ้นเฉพาะและแบ่งเป็นห้องพัก มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นแก่นักเดินทาง และเก็บค่าเช่าเป็นรายห้อง
6. ระยะเวลาทำนักเฉลี่ย คือ ระยะเวลาที่นักท่องเที่ยวคนหนึ่ง ๆ ใช้ท่องเที่ยว ณ สถานที่หนึ่งในการเดินทางแต่ละครั้ง โดยนับเป็นวันที่ค้างคืน
7. ห้องพักที่ขายได้ คือ จำนวนห้องของที่พักแรมที่มีผู้เข้าพักในช่วงหนึ่ง
8. อัตราการเข้าพัก คือ อัตราร้อยละของจำนวนคืนพักต่อผลคูณของห้องพักกับจำนวนวันในระยะเวลาหนึ่ง โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้
9. อัตราการเข้าพัก 1 ปี = $\frac{\text{จำนวนคืนพักตลอดปี} \times 100}{365 \times \text{จำนวนห้องพักทั้งหมด}}$
10. โรงแรมต่าง ๆ คือ การแบ่งกลุ่มโรงแรมตามระดับราคาและเป็นการจัดกลุ่มเพื่อประโยชน์ทางสถิติเท่านั้น ไม่ได้ถือตามมาตรฐานสากล
11. มาตรฐานของแผนที่ หมายถึง อัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างทางในแผนที่กับระยะทางในภูมิประเทศ

บทที่ 1

บทนำ

เหตุผลในการนำเสนอ

หากจะมองย้อนหลังกลับไปในอดีต จะเห็นได้ว่าการส่งเสริมการท่องเที่ยวของประเทศได้เจริญรุดหน้าเป็นที่น่าพอใจ สามารถทำประโยชน์ให้ประเทศชาติได้นานาประการ ตามที่ได้กำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติทุกฉบับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำรายได้ในรูปของเงินตราต่างประเทศเข้ามาใช้พัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ รวมทั้งการกระจายรายได้และสร้างอาชีพไปยังแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ทั้งในส่วนกลางและในภูมิภาค เสรี วังสีไพจิตร “36 ปี ททท.” 2509 (หน้า 14, 15) ได้กล่าวถึงสถิติจำนวนนักท่องเที่ยวระหว่างประเทศที่เดินทางมาเยือนประเทศไทย เพียง 8 หมื่นคน ในปี พ.ศ. 2503 ได้เพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2337 เป็น 6.16 ล้านคน และเป็นอุตสาหกรรมที่นำเงินตราต่างประเทศเข้าสู่ประเทศไทยได้เป็นอันดับหนึ่งต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี 2525 จนกระทั่งปัจจุบันในปี 2538 มีนักท่องเที่ยวเดินทางมาเที่ยวประเทศไทย 6.9 ล้านคน มีรายได้ประมาณ 180,000 ล้านบาท และในปีมหามงคลเฉลิมฉลองสิริราชสมบัติครบ 50 ปี พ.ศ. 2539 ประมาณว่าจะมีนักท่องเที่ยวต่างประเทศเดินทางมาเที่ยวเมืองไทยเกินกว่า 7.2 ล้านคน และจะหารายได้ให้แก่ประเทศเกินกว่า 200,000 ล้านบาท

ประเทศไทยมีศักยภาพทางอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวสูงมาก Checchi Report : ซึ่งเป็นเอกสารรายงานผลการสำรวจศักยภาพทางอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของประเทศต่าง ๆ ในเอเชียและแปซิฟิก ซึ่งเป็นบริษัท Checchi เป็นผู้จัดทำเมื่อ พ.ศ.2504 ภายใต้การอำนวยการของ Pacific Asie Travel Association <PATA> และด้วยความสนับสนุนของกระทรวงพาณิชย์ สหรัฐอเมริกา ได้กล่าวถึงประเทศเอาไว้ว่า

“ประเทศไทยเป็นประเทศที่สามารถจะพัฒนาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ เพราะมีทุนเดิมอยู่แล้ว 2 ประการ คือ

ประการแรก ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการบินของภาคเอเชียอาคเนย์ ซึ่งมีระหว่างยุโรป อินเดีย ชองกง และโตเกียว ด้วยการบินหลายสายต้องผ่านกรุงเทพฯ ฯลฯ

ประการสอง ประเทศไทยมีวัตถุดิบที่จะพัฒนาการท่องเที่ยวในตัวแล้ว ประกอบทั้งประชาชนชาวไทย มีความเป็นมิตรต่อบุคคลโดยทั่วไป และวิถีการดำเนินชีวิตของประชาชนชาวไทยก็เป็นที่สนใจแก่ชาวต่างประเทศเป็นอย่างยิ่ง

ข้อสำคัญเราจะต้องเปิดการเดินทางและท่องเที่ยวไปยังต่างจังหวัดให้มากยิ่งขึ้นไปอีก เพื่อเพิ่มแรงดึงดูดนักท่องเที่ยวให้สูงขึ้น โดยเสาะหาจุดหมายปลายทางการท่องเที่ยวแปลกใหม่ แล้วทำการพัฒนาอย่างถูกต้องตามหลักวิชา พร้อมทั้งรักษาไว้ให้ดี ทั้งในแง่คุณภาพการท่องเที่ยววัฒนธรรมประเพณี การอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและรักษาความปลอดภัย ทั้งนี้ทั้งนั้นต้องส่งเสริมให้คนไทยเดินทางท่องเที่ยวไปในต่างจังหวัดให้กว้างขวางต่อไปภายหน้า

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ออกแบบคู่มือที่เพื่อนักท่องเที่ยวได้รับประโยชน์ในการเดินทาง
2. ออกแบบเพื่อประชาสัมพันธ์สถานที่ท่องเที่ยว เช่น โรงแรมที่พัก ร้านอาหาร และบริหาร กีฬาต่าง ๆ ฯลฯ ของบริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด
3. ออกแบบเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวในประเทศไทย

ที่มาของปัญหา

ในการเดินทางท่องเที่ยวแต่ละครั้งต้องมีการเตรียมตัวอย่างไรบ้าง สำหรับการท่องเที่ยวเที่ยวหนึ่งก่อนอื่นต้องตั้งเป้าหมายในการเที่ยว เที่ยวที่ไหน พักอย่างไร เดินทางแบบไหน หลายอย่างมากมาย แต่ละจังหวัดในประเทศไทยมีแหล่งท่องเที่ยวหลายประเภท สมมติว่าเราต้องการไปเที่ยวสักแห่งหนึ่ง ณ จังหวัดภาคใต้ เราไม่รู้จักพื้นที่นั้น ไม่รู้ว่าจะเดินทางอย่างไร สถานที่ท่องเที่ยวมีสิ่งน่าเที่ยวใดบ้าง ทางภาครัฐได้จัดตั้งการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ประจำแต่ละจังหวัดเพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักท่องเที่ยว อธิบายแผนที่สถานที่ท่องเที่ยว แต่ความเป็นจริงนักท่องเที่ยวทั้งคนไทยและคนต่างชาติ ที่เข้ามาในพื้นที่มีจำนวนมาก การที่จะเข้าไปขอคำปรึกษาขอมีปัญหาค่าใช้จ่าย ไม่ผจญภัย หรืออยากต่อการติดต่อสอบถาม ไม่เห็นถึงความสำคัญทำให้เกิดปัญหาไม่รู้จะเที่ยวที่ไหน เที่ยวไปไม่รู้จุดหมาย ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการท่องเที่ยว เพราะไม่มีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลที่สามารถค้นหา ค้นคว้า ได้อย่างทั่วถึง เป็นช่องว่างของการท่องเที่ยว ผู้เขียนจึงเห็นถึงปัญหา น่าจะมีสิ่งมารองรับกับกับข้อมูลที่สามารถกระจายประชาสัมพันธ์ เพื่อให้คนในจังหวัดและนักท่องเที่ยวได้ทราบถึงข้อมูลหลัก ๆ ของแต่ละจังหวัด ผลิตภัณฑ์คู่มือที่แสดงสถานที่ท่องเที่ยว จึงเป็นประโยชน์แก่นักท่องเที่ยวโดยตรง และเป็นการลดปัญหาใดก็ตาม และหลอนนักท่องเที่ยว

ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไขปัญหา

จากการศึกษาโดยทั่วไปของคู่มือที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวของบริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด โดยละเอียด ทำให้สามารถมองเห็นปัญหาและวางแผนในการแก้ไขปัญหาได้ดังต่อไปนี้

ภาพที่ 1
ภาพแสดงลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์เดิม



ปัญหาการติดตั้งแผ่น โปสเตอร์แผ่นที่

ปัญหาที่เกิดขึ้น

เหตุ - เกิดจากมีการติดแผ่น โปสเตอร์แผ่นที่ โดยใช้เทปใสติดรอยต่อของแผ่นแผ่นที่ในการใช้ต่อแผ่น โปสเตอร์

ผล - ทำให้เกิดรอยต่อของแผ่นแผ่นที่ โดยจะทำให้เกิดแนวรอยของเทปใส และทำให้แผ่น โปสเตอร์ที่ ติดนั้นมีการโป่งอ ไม่เรียบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2

ภาพแสดงปัญหาารอยต่อของเทปที่ติดแผ่นแผนที่



แนวทางการแก้ไขปัญหา

ใช้วัสดุที่นำมาใช้ในการปะติดที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการใช้งาน

ปัญหาด้านการจัดตำแหน่ง

ปัญหาที่เกิดขึ้น

- เหตุ - ลักษณะการจัดวางตำแหน่งของคู่มือที่นั้น มีการจัดวางตำแหน่งเป็นรูปทรงอักษรรูปตัวยู โดยมีช่องสำหรับคู่มือทางด้านบน, ป้ายโฆษณา และแผนที่ตามลำดับ
- ผล - ทำให้รูปแบบการจัดวางนั้นมีขนาดสัดส่วน ไม่เหมาะสมในลักษณะการมองเห็นของมนุษย์ และแผ่นแผนที่ที่มีความโค้งทำให้เกิดผลกระทบในการมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3

ภาพแสดงปัญหาในการจัดตำแหน่งของตู้แผนที่



แนวทางการแก้ไขปัญหา

พิจารณาตำแหน่งการจัดวางตำแหน่งและลักษณะการจัดติดตั้งแผนที่ใหม่ โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

- การวางตำแหน่ง การจัดวางให้เหมาะสม เพื่อใช้ในการใช้งานและการมอง
- เกิดความสะดวกในการใช้ประโยชน์
- ศึกษาถึงขนาดสัดส่วนของมนุษย์ที่มีผลต่อการมองเห็น

ปัญหาด้านรูปแบบและการใช้งาน

เหตุ - มีการติดตั้งแผ่นแผนที่โดยนำแผ่นโปสเตอร์ 4 แผ่นมาติดกัน พันรอบแกนทรงกลม

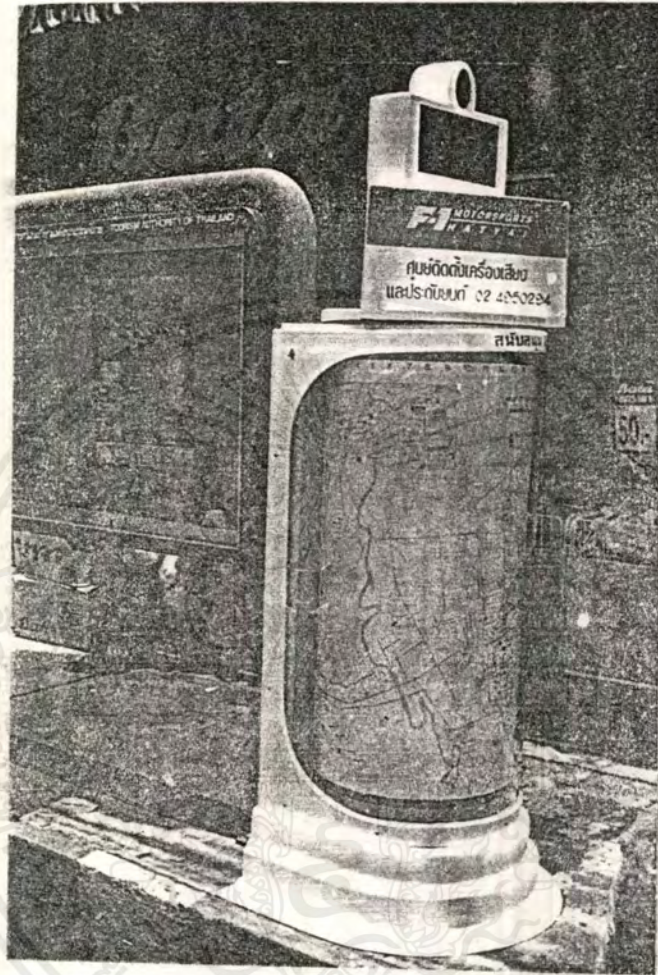
ผล - ทำให้ประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้ง

- ไม่สะดวกในการใช้ประโยชน์ของแผนที่ เกิดความยุ่งยากในการหาดำแหน่ง สถานที่ในการค้นหาเพราะต้องหมุนเลื่อน ทำให้ผลสัมฤทธิ์การการสัมผัสเคลื่อนที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4

ภาพแสดงปัญหาลักษณะการโค้งของแผ่นแผ่นที่



แนวทางการแก้ไขปัญหา

ออกแบบปรับปรุงให้สามารถใช้งานและค้นหาข้อมูลภายในแผ่นที่ได้สะดวกเพิ่มมากขึ้น โดยเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งให้มีความเหมาะสม และมีลักษณะสอดคล้องกับการค้นหา ต้องคำนึงถึงขนาดโปรสเตอร์แผ่นที่และการติดตั้ง

ปัญหาด้านวัสดุ

- เหตุ - แผ่นโปรสเตอร์ประชาสัมพันธ์สนับสนุนแหล่งท่องเที่ยว ใช้วัสดุไม่อด
- ผล - เกิดการโป่งของเนื้อไม้ที่ทำป้ายโฆษณา
- เกิดการชำรุดง่าย เนื่องจากรูปแบบการทำแผ่นโฆษณาใช้สติกเกอร์สีปิดทับ ทำให้น้ำสามารถซึมเข้าได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5

ภาพแสดงปัญหาของแผ่นป้ายโฆษณาประชาสัมพันธ์



แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบแก้ปัญหาโดยศึกษารูปแบบงานกราฟิกให้มีความเหมาะสมกับสภาพการติดตั้ง โดยคำนึงถึงสิ่งกระทบ ได้แก่ แดด อากาศ ค่าความเป็นกรด-ด่าง

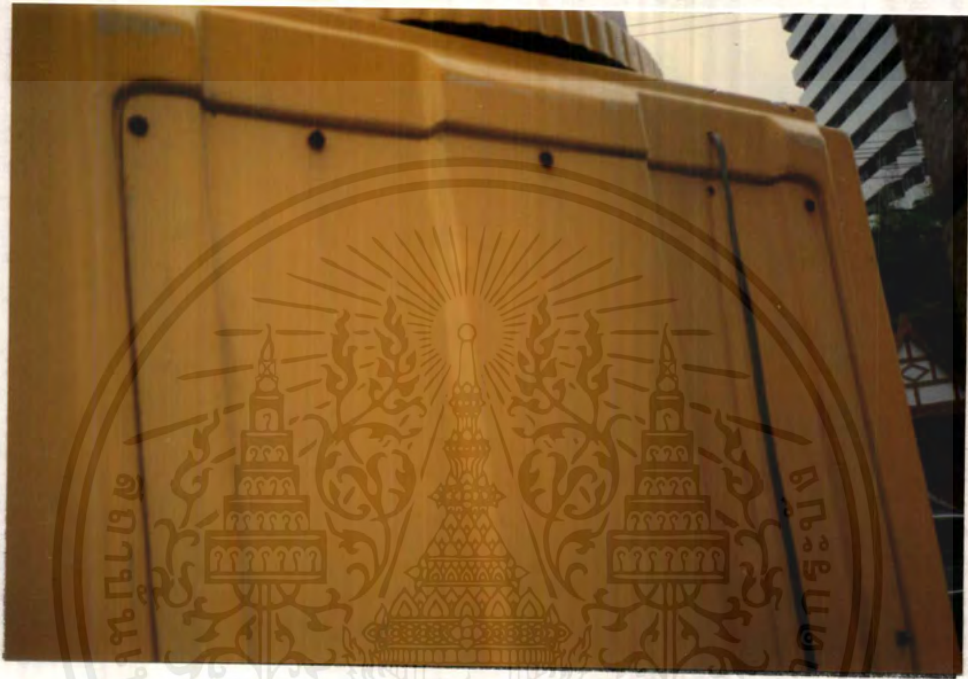
ปัญหาด้านการประกอบ

- เหตุ - เนื่องจากในการติดตั้งประกอบตู้แผ่นที่นั้น มีการใช้วัสดุยึดประเภทน็อตยึดจำนวน 16 ตัว ติดยึดอยู่ในส่วนด้านหลังของตู้แผ่นที่
- ผล - ทำให้ไม่สะดวกในการซ่อมแซม
- เกิดปัญหาของการจับตัวของสนิม ทำให้วัสดุเสื่อมชำรุดง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6

ภาพแสดงปัญหาการยึดติดของลักษณะการเปิดตู้แผนที่



แนวทางการแก้ปัญหา

ติดตั้งโดยศึกษารูปแบบการล็อกในการใช้งาน ได้แก่ ประเภทของโลหะพลาสติกมีความเหมาะสมเพียงใด และสามารถทนต่อสภาพการใช้งาน ไม่ชำรุดง่าย

ปัญหาโครงสร้างและความทนทาน

เหตุผล - ลักษณะโครงสร้างของผู้แผนที่ มีการใช้ในลักษณะการหมุน ประกอบด้วยแกนหมุนเป็นตัวยึดในการยึดโครงสร้างทรงกลมของผู้แผนที่

ผล - รูปทรงมีขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการหยุดไม่สะดวก และไม่สามารถเข้าใจได้ในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7
ภาพแสดงตำแหน่งในการหมนแผ่นที่



แนวทางในการแก้ปัญหา

ศึกษาถึงวัสดุ ระบบกลไก ที่สามารถนำมาประกอบกัน โดยศึกษาผลิตภัณฑ์ข้างเคียง เพื่อนำมาประกอบเพื่อให้มีโครงสร้างมั่นคง แข็งแรงเพียงพอต่อการหมนในขณะการใช้งาน

ปัญหาด้านความปลอดภัยในขณะการทำงาน

- เหตุ - ตู้แชนที่ใช้กระแสไฟ AC ของกระแสไฟของหน่วยราชการ โดยมีการส่งกระแสไฟ 220 โวลต์ เพื่อใช้ส่งแสงสว่างให้แก่แผ่นที่ในยามกลางคืน จำนวน 2 ดวง (@ = 40 วัตต์)
- ผล - แสงไฟที่ส่องแผ่นที่มีกระจายของแสง ไม่สามารถส่องแสงไปยังจุดที่ต้องการได้เท่าที่ควร
- สายไฟที่ต่อนั้น มีการชำรุด ขาดและเป็นอันตราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8
ภาพแสดงปัญหาการติดตั้งหลอดไฟ



แนวทางการแก้ปัญหา

ศึกษาถึงลักษณะความปลอดภัยในการใช้งานของหลอดไฟ ค่าความสว่างในการทำงาน รวมถึงลักษณะการทำงานในการเปิด-ปิด ของหลอดไฟ เพื่อความสะดวกและประหยัดพลังงาน

วิธีการดำเนินการวิจัย

เพื่อที่จะให้การดำเนินงานเกิดประสิทธิภาพและน่าพอใจ จึงได้วางขั้นตอนในการดำเนินงานไว้ ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นรวบรวมปัญหา (PROBLEM IDENTIFICATION)

- ความต้องการในการออกแบบ (DESIGN NEED)
- ข้อบังคับในการออกแบบ (DESIGN CRITERIA)

ขั้นตีปัญหา (PRELIMINARY IDEAS)

- ปัญหาที่เกิดขึ้น (PROBLEM STATEMENT)
- ข้อบังคับปัญหา (PROBLEM REQUIREMENT)
- ขอบเขตปัญหา (PROBLEM LIMITATION)
- แบบร่างจากปัญหา (SKETCH DESIGN)
- หาข้อดีข้อเสีย (GATHER DISTINETS)

ความคิดสร้างสรรค์เบื้องต้น (DESIGN REFINEMENT)

- การเข้าถึงด้วยตนเอง (INDIVIDUAL APPROACH)
- การค้นคว้า (RESEARCH METHOD)

ขั้นวิเคราะห์ทางการออกแบบ (DESIGN ANALYSIS)

- วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (MATERIAL & PROCESSES)
- สุนทรียภาพ (AESTHETICS)
- วิทยาศาสตร์ (SCIENCE)
- ตรรกวิทยา (LOGIC)
- คุณสมบัติพิเศษ (EXPERIENCE)
- ทางด้านวิศวกรรม (ENGINEERING)
- สื่อประกอบ (GRAPHICS)

ขั้นตกลงใจในการออกแบบ (DESIGN DECISION)

ขั้นการทำให้เกิดผลสำเร็จ (IMPLEMENTATION)

ขั้นเสนอการทำโครงการ (PRESENTATION)

ขอบเขตของการออกแบบ

เพื่อให้โครงการนี้สามารถดำเนินการศึกษา, ค้นคว้า, วิเคราะห์และออกแบบให้เป็นผลสำเร็จบรรลุได้ตั้งจุดประสงค์ไว้ดังนี้

จึงกำหนดขอบขอบเขตการออกแบบผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ได้ดังนี้

1. ออกแบบตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์ให้ใช้พลังงานอาทิตย์
2. ออกแบบตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์สำหรับแหล่งท่องเที่ยวภายในประเทศไทย
3. ออกแบบให้สามารถบ่งบอกทิศทางแหล่งท่องเที่ยว

ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

ข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็นต้องศึกษา เพื่อสนับสนุนการออกแบบผลิตภัณฑ์ในระบบอุตสาหกรรมให้สามารถสำเร็จ และใช้การอ้างอิงต่อไป ดังนี้คือ

1. เพื่อศึกษาประวัติความเป็นมาของตู้แผนที่
2. เพื่อศึกษาประเภทของแผนที่
3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้งาน
4. เพื่อศึกษาแหล่งท่องเที่ยว
5. เพื่อศึกษาวัสดุประเภทต่าง ๆ ในการผลิต
6. เพื่อศึกษาโครงสร้างรูปแบบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง
7. เพื่อศึกษากราฟฟิกรูปแบบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง
8. เพื่อศึกษาสปอร์นเซอร์ในการติดต่อสนับสนุน
9. เพื่อศึกษาขอบเขตของเทศบาลเมือง
10. เพื่อศึกษาการติดตั้งของผลิตภัณฑ์
11. เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์
12. เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแสง
13. เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหลอดไฟ
14. เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์
15. เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ร่วมในระบบเซลล์แสงอาทิตย์
16. เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบควบคุมการทำงาน
17. เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการติดตั้งตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์

ประโยชน์ที่ได้รับจากการออกแบบ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการออกแบบคือแผนที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสามารถดำเนินการได้สำเร็จลุล่วง ได้แก่

1. ได้รู้แผนที่ประชาสัมพันธ์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์
2. ได้รู้แผนที่ประชาสัมพันธ์ที่มีความเหมาะสมกับการใช้งาน
3. ได้สื่อประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวให้นักท่องเที่ยวได้ทราบถึงความสำคัญต่าง ๆ
4. เป็นผลให้เพิ่มจำนวนนักท่องเที่ยว ทั้งคนต่างชาติและคนไทย
5. นักท่องเที่ยวสามารถเที่ยวได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องจ้างไกด์



บทที่ 2

วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบคู่มือที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทย ของบริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด โดยนำเสนอไว้ในที่นี้จำแนกเป็น 5 ตอน คือ ตอนที่ 1 : งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง, ความสำคัญและความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการท่องเที่ยว, ข้อมูลแผนที่ ภูมิอากาศ, ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด ตอนที่ 2 : การศึกษา ข้อมูลการออกแบบ ตอนที่ 3 : ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวัสดุ โครงสร้างและกรรมวิธีการผลิต

ข้อมูลเกี่ยวกับระบบภายในและพลังงานที่เกี่ยวข้อง ตอนที่ 4 : ข้อมูลความสัมพันธ์เรื่องสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบ, การออกแบบกราฟฟิกและจิตวิทยาการใช้สี

ตอนที่ 1 : งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2538) ได้จัดโครงการจัดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าประเภทเครื่องด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในโอกาสฉลองสิริราชสมบัติครบ 50 ปี
2. ผลิตไฟฟ้าประเภทเครื่องด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับหมู่บ้านชนบทที่ไม่มีไฟฟ้า

โครงการนี้มีเป้าหมายในการจัดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าประเภทเครื่องด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 3-6 กิโลวัตต์ ในหมู่บ้านชนบทที่ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง แต่ละระบบสามารถประเภทเครื่องได้ครั้งละประมาณ 20 ลูกดักวัน เพื่อนำไปหมุนเวียนใช้งานในแต่ละครั้งภายในหมู่บ้าน จำนวน 300 หมู่บ้าน ในระยะ 5 ปี คือ ปี 2538 จำนวน 50 หมู่บ้าน ปี 2539-2541 ปีละ 60 หมู่บ้าน และปี 2542 จำนวน 70 หมู่บ้าน โดยจะมีครัวเรือนได้รับประโยชน์ไม่น้อยกว่า 80 ครัวเรือน ต่อหมู่บ้าน รวมทั้งสิ้นประมาณ 24,000 ครัวเรือน ทำให้คุณภาพชีวิตของราษฎรดีขึ้น รวมทั้งความรู้สึกรวมของสังคมชนบทจะเข้าใจว่าไม่ถูกทอดทิ้ง ซึ่งไม่สามารถประเมินค่าได้

การดำเนินงานของโครงการจัดตั้งระบบไฟฟ้าฯ จะคัดเลือกหมู่บ้านที่มีความเหมาะสมในการจัดตั้ง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง โดยประสานงานกับจังหวัดและอำเภอ เพื่อจัดตั้งคณะกรรมการบริหารการใช้งานของระบบผลิตไฟฟ้าประเภทเครื่องด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ภายในหมู่บ้าน การบริหารการใช้งานตลอดจนจัดฝึกอบรมให้กับราษฎรที่เกี่ยวข้องในแต่ละหมู่บ้านที่ได้รับการคัดเลือก

สรุปผลการวิจัยโครงการจัดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าประเภทเครื่องด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ จะเป็นประโยชน์ต่อราษฎรในหมู่บ้านชนบทที่อยู่ห่างไกลจากความเจริญและไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง ซึ่งตั้งอยู่บนเกาะ บนคอก บนภูเขา และที่กั้นคดตลอดจนหมู่บ้านในเขตที่ทำการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไม่อาจขยายเขตจำหน่ายไฟฟ้าเข้าไปถึง โครงการนี้จะทำให้ราษฎรในชนบทให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น สามารถรับรู้ข่าวสารของทางราชการโดยใช้ไฟฟ้ากับวิทยุ โทรทัศน์ อุปกรณ์สื่อสาร หรือหอกระจายข่าวในหมู่บ้าน นอกจากนั้นยังเป็นการเสริมสร้างและสนับสนุนให้ราษฎรรู้จักวิธีการรวมกลุ่มบริหารงานการใช้ไฟฟ้าอย่างถูกต้อง ลอการพึ่งพาพลังงานสิ้นเปลืองจากแหล่งภายนอกประเทศ โดยใช้พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์

นายสมิทธิ จันทระโน ได้ทำการศึกษาโครงการออกแบบปรับปรุงป้ายสัญญาณเตือนการจราจร สำหรับงานก่อสร้างและซ่อมแซมทางหลวง กรมทางหลวง พ.ศ. 2539 สาขาศิลปอุตสาหกรรม สจล. เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบปรับปรุงป้ายสัญญาณเตือนการจราจร สำหรับงานก่อสร้างและซ่อมแซมทางหลวง กรมทางหลวง

สรุปผลการวิเคราะห์ โครงสร้างตัวป้ายสามารถพับเก็บได้ ใช้รูปทรงปิรามิด ทำจากพลาสติก (โพลีเอททิลีน) ฝาครอบชุดอุปกรณ์ไฟกระพริบได้แก่ โพลีเมทิลเมทาครีเลท ฝาครอบใช้ฉีดยาสติกสัญญาณไฟติดตั้งด้านบนของป้ายเตือนจราจร ตำแหน่งการจับอยู่ทั้งด้านซ้ายและขวา รูปแบบการล็อกแบบแมกคานิกหรือล็อกโดยตัวของพลาสติกเอง เต้าเสียบไฟฟ้าอยู่ตำแหน่งด้านหลัง ขาดังใช้แบบมุมเหล็กฉาก

นายพูนศักดิ์ วิคสันเทียะ ได้ศึกษาโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ พ.ศ. 2539 สาขาศิลปอุตสาหกรรม สจล.

วัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้ในบ่อปลาสำหรับผู้ประกอบอาหาร เลี้ยงปลาน้ำจืดเป็นอาชีพหลัก และเพื่อความเหมาะสมกับกลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบประมงน้ำจืด ที่ต้องการเครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำ เป็นการนำความรู้ความสามารถในด้านวิชาเฉพาะศิลปอุตสาหกรรมไปใช้ให้สอดคล้องกับงานด้านเกษตรให้เกิดประโยชน์และสามารถนำไปประกอบอาชีพได้

สรุปผลการวิจัย จะได้เครื่องเดิมออกซิเจนในน้ำที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อทดแทนพลังงานเดิมที่ใช้อยู่ มีความเหมาะสมกับบ่อเลี้ยงปลา สภาพแวดล้อมและดินฟ้าอากาศใช้ระบบการบีบอากาศแบบต่อเนื่อง ทำให้การจ่ายออกซิเจนไม่ขาดตอน รวมทั้งประสิทธิภาพการเดิมออกซิเจนแบบกระจายทั้งพื้นที่ตลอดจนเหมาะสมกับงานด้านเกษตรในเรื่องของราคาและการผลิต

ประวัติการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย

สถาพร วรพล (2538) ได้ให้ความเป็นมาของประวัติการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยว่า การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) เป็นที่รู้จักของประชาชนในฐานะองค์กรของรัฐที่ให้บริการข้อมูล ข่าวสารเกี่ยวกับแหล่งท่องเที่ยว โฆษณา ประชาสัมพันธ์ ให้ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศเดินทางท่องเที่ยวในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น ทำการศึกษาเพื่อวางแผนพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว ตลอดจนให้ความร่วมมือ สนับสนุนการผลิตและพัฒนาบุคลากรทางด้านการท่องเที่ยว

ความเป็นมาของอุตสาหกรรมท่องเที่ยวไทย

การส่งเสริมการท่องเที่ยวของประเทศไทยในเมืองแรกเกิดขึ้นจากพระคำริของพระเจ้าบรมวงศ์เธอกรมพระกำแพงเพชรอัครโยธิน ครั้งทรงดำรงตำแหน่งผู้บัญชาการรถไฟ พระองค์ทรงสนพระทัยเรื่องการท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก ถึงกับส่งเรื่องราวเกี่ยวกับเมืองไทยไปเผยแพร่ในสหรัฐอเมริกา 2467 เริ่มมีการจัดตั้งแผนกโฆษณาของการรถไฟขึ้น เพื่อทำหน้าที่รับรองและให้ความสะดวกแก่นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเยือนประเทศไทย รวมทั้งการโฆษณาแผนแพร่ประเทศไทยให้เป็นที่รู้จักของชาวต่างประเทศ สำนักงานแห่งแรกตั้งอยู่ที่กรมรถไฟ เิงสะพานนพวงศ์ ต่อมาจึงย้ายมาตั้งที่สถานีรถไฟหัวลำโพง

เมื่อพระเจ้าบรมวงศ์เธอกรมพระกำแพงเพชรอัครโยธินทรงย้ายไปดำรงตำแหน่งเสนาบดีกระทรวงพาณิชย์และคมนาคม งานด้านส่งเสริมการท่องเที่ยวจึงย้ายไปอยู่ที่กระทรวงพาณิชย์และคมนาคมด้วย

แต่ยังคงทำงานร่วมกับกรมรถไฟ มีสำนักงานอยู่ที่หน้าไประณีย์กลาง ถนนเจริญกรุง ปฏิบัติงานทางด้านส่งเสริมการท่องเที่ยว อบรมมัคคุเทศก์ ฯลฯ งานนี้ดำเนินต่อมาโดยไม่ได้รับงบประมาณจากรัฐบาล

2479 การส่งเสริมการท่องเที่ยวได้เริ่มขึ้นอย่างเป็นทางการเมื่อกระทรวงพาณิชย์และคมนาคม เสนอโครงการบำรุงอุตสาหกรรมท่องเที่ยวในประเทศสยามต่อคณะรัฐมนตรี โดยวางแผนงานและวัตถุประสงค์ของอุตสาหกรรมท่องเที่ยวไว้ 3 ประการ คือ งานโฆษณาชักชวนนักท่องเที่ยว งานรับรองนักท่องเที่ยว และงานบำรุงสถานที่ท่องเที่ยวและที่พัก รวมทั้งได้เสนอให้จัดเป็นรูปของสมาคมไปประกอบการพิจารณาของคณะรัฐมนตรีด้วย คณะรัฐมนตรีได้ประชุมปรึกษากันแล้วมีมติรับหลักการของการบำรุงอุตสาหกรรมท่องเที่ยวเท่านั้น โดยให้กระทรวงพาณิชย์และคมนาคมเป็นเจ้าของเรื่อง ซึ่งกระทรวงพาณิชย์ก็ได้มอบหมายให้กรมพาณิชย์ ซึ่งมีแผนส่งเสริมพาณิชย์และท่องเที่ยวอยู่เป็นผู้ดำเนินการเรื่องนี้เรื่อยมา

2492 คณะรัฐมนตรีมีมติให้กรมโฆษณาการพิจารณาส่งเสริมการท่องเที่ยว ตลอดจนที่พักอาศัยให้เช่าและโรงแรม โดยเฉพาะในขั้นแรกให้เพิ่งเล็งถึงเรื่องอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ที่จะเดินทางมาจากต่างประเทศเพื่อเที่ยวชม “งานแสดงพิพิธภัณฑ์สรรพสินค้าตะวันออกไกล” ซึ่งจะเปิดการแสดงในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2493 และต่อมาก็ได้กำหนดให้เป็นหน้าที่ของกรมโฆษณาการที่จะพิจารณาวางโครงการส่งเสริมการท่องเที่ยวทั้งหมด กรมโฆษณาการจึงได้ทำความตกลงกับกระทรวงพาณิชย์และคมนาคมขอโอนกิจการส่งเสริมการท่องเที่ยวมาขึ้นอยู่กับกรมโฆษณาการ สำนักนายกรัฐมนตรี และให้เรียกส่วนงานนี้ว่า สำนักงานส่งเสริมการท่องเที่ยว

2483 เมื่อกิจการส่งเสริมการท่องเที่ยวตื่นตัวมากขึ้น กรมโฆษณาการจึงได้ยกระดับฐานะสำนักงานส่งเสริมการท่องเที่ยว ขึ้นให้มีฐานะเทียบเท่ากอง เรียกว่า สำนักงานท่องเที่ยว โดยพระราชกฤษฎีกาจัดวางระเบียบราชการกรมโฆษณาในส่วนสำนักนายกรัฐมนตรี พ.ศ. 2493

การจัดตั้งองค์การส่งเสริมการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย

2501 ขณะที่จอมพล สฤษดิ์ ธนะรัชต์ พักรักษาตัวอยู่ ณ โรงพยาบาลวอลเตอร์ริด สหรัฐอเมริกา ท่านได้ศึกษากิจการท่องเที่ยวด้วยความสนใจ และดำริที่จะส่งเสริมอุตสาหกรรมท่องเที่ยวในประเทศไทยอย่างจริงจัง เนื่องจากเล็งเห็นผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่จะได้รับจากอุตสาหกรรมท่องเที่ยวซึ่งกำลังตื่นตัวอยู่ในยุโรปและสหรัฐอเมริกา ด้วยเหตุที่ประเทศไทยมีทรัพยากรพร้อมที่จะพัฒนาเพื่อการท่องเที่ยวอยู่แล้ว ประกอบกับคนไทยเรามีวิถีชีวิต ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณีที่น่าสนใจ และมีความเป็นมิตรกับบุคคลทั่วไป สิ่งเหล่านี้ด้วยดีจึงควรให้นักท่องเที่ยวเดินทางมาเยือนประเทศไทยทั้งสิ้น หากมีการส่งเสริมการท่องเที่ยวอย่างจริงจัง

2502 เมื่อจอมพล สฤษดิ์ ธนะรัชต์ เป็นนายกรัฐมนตรีแล้ว จึงได้ประกาศพระราชกฤษฎีกาจัดแบ่งส่วนราชการกรมประชาสัมพันธ์ พ.ศ. 2502 โดยตัดสำนักงานท่องเที่ยวออก แล้วจัดตั้งองค์การส่งเสริมการท่องเที่ยว มีชื่อย่อว่า อ.ส.ท. ขึ้นเป็นหน่วยงานอิสระอย่างถาวร โดยพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งองค์การส่งเสริมการท่องเที่ยว พ.ศ. 2502 มีนายถนัด คอมันตร์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการต่างประเทศเป็นประธานคณะกรรมการส่งเสริมการท่องเที่ยว

2503 ที่ประชุมคณะกรรมการฯ ได้แต่งตั้งให้ พันเอก เฉลิมชัย จารุวัตร (ยศขณะนั้น) เป็นผู้อำนวยการองค์การส่งเสริมการท่องเที่ยว โดยความเห็นชอบของนายกรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2503

สำหรับสถานที่ทำงานขององค์การฯ ในระยะแรกนั้นได้อาศัยอาคารของกรมประชาสัมพันธ์เป็นสำนักงาน ต่อมาเห็นว่ากิจการส่งเสริมการท่องเที่ยวมีขอบข่ายงานกว้างขวางมาก จะต้องติดต่อกับชาวต่างประเทศ จึงย้ายมาเปิดดำเนินการ ณ สำนักงานถนนศรีอยุธยา เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2503 และได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบพิธีเปิดองค์การส่งเสริมการท่องเที่ยว เมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2503 โดยมี จอมพล สฤษดิ์ ธนะรัชต์ นายกรัฐมนตรี เป็นประธานในพิธี

2504 การดำเนินงานขององค์การส่งเสริมการท่องเที่ยวขยายตัวออกไปมากขึ้น จึงมีการเปิดสำนักงาน ณ อาคาร 2 ถนนราชดำเนินกลางขึ้นอีกแห่งหนึ่ง เมื่อวันที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2505

2506 พระราชกฤษฎีกาจัดตั้งองค์การส่งเสริมการท่องเที่ยว (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2506 กำหนดให้ อ.ส.ท. มีตราเป็นรูปพระปรมาภิไธยของพระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว เบื้องบนมีรูปคล้ายเครื่องบินบินผ่านพระปรมาภิไธย เบื้องล่างมีรูปคล้ายเรือพระที่นั่งสุพรรณหงส์ ทั้งสามอย่างนี้อยู่ภายในวงกลม ในขอบวงกลมด้านบนมีอักษรว่า อ.ส.ท. ที่ขอบวงกลมด้านล่างมีอักษรว่า TOURIST ORGANIZATION, THAILAND และให้เติมคำว่า แห่งประเทศไทย ต่อท้ายคำว่าองค์การส่งเสริมการท่องเที่ยว ทุกแห่ง

2510 ย้ายที่ทำการส่วนหนึ่งจากถนนศรีอยุธยาอยู่ ณ อาคาร สปอ. เดิม ข้างสนามมวยราชดำเนิน ถนนราชดำเนินนอก

2519 พันเอก สมชาย หิรัญกิจ ดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการองค์การส่งเสริมการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สืบต่อจาก พลโท เฉลิมชัย จารุวัตร เมื่อวันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ. 2519

องค์การส่งเสริมการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยและธุรกิจท่องเที่ยวภาคเอกชนได้ขอความร่วมมือจากกรมตำรวจ ให้พิจารณาประเมินมาตรการให้ความคุ้มครองรักษาความปลอดภัยแก่นักท่องเที่ยวระหว่างประเทศเป็นกรณีพิเศษ กรมตำรวจจึงได้ทดลองจัดตั้ง ศูนย์อำนวยความสะดวกและให้ความปลอดภัยแก่นักท่องเที่ยว (ศอ.นท.) ขึ้นในสังกัดกองปราบปราม มีกำลังพลประมาณ 60 คน ทำหน้าที่รับแจ้งเรื่องร้องเรียนและลาดตระเวน ตรวจตรา ให้ความคุ้มครองรักษาความปลอดภัยแก่นักท่องเที่ยวระหว่างประเทศในย่านชุมชนและแหล่งท่องเที่ยวซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักท่องเที่ยวในเขตกรุงเทพฯ ในระยะเริ่มแรกธุรกิจเอกชนได้ร่วมกันบริจาครถยนต์ จักรยานยนต์ และอุปกรณ์สื่อสารให้เพื่อประกอบการปฏิบัติการ

2520 ย้ายหน่วยงานส่วนใหญ่ที่ยังอยู่ที่อาคาร 2 ถนนราชดำเนินกลางมาประจำ ณ อาคาร สปอ.เดิม ถนนราชดำเนินนอก

ตามพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งองค์การส่งเสริมการท่องเที่ยว พ.ศ. 2502 นั้น อ.ส.ท. เป็นรัฐวิสาหกิจ มีฐานะเป็นนิติบุคคล มีอำนาจหน้าที่ในการองค์กรเท่านั้น ไม่มีอำนาจจะไปควบคุมการปฏิบัติงานของผู้ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมท่องเที่ยว ดังนั้น เพื่อให้หน่วยงานการท่องเที่ยวของรัฐมีอำนาจหน้าที่ในการส่งเสริมและดำเนินกิจการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวได้กว้างขวางยิ่งขึ้น จึงได้มีการเสนอร่างพระราชบัญญัติการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย และร่างพระราชบัญญัติระเบียบธุรกิจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมท่องเที่ยวต่อคณะรัฐมนตรีเพื่อพิจารณาขอย้ายอำนาจของ อ.ส.ท. ใหม่

2522 ในการประชุมครั้งที่ 41 เมื่อวันที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2522 สภาริติบัญญัติแห่งชาติทำหน้าที่รัฐสภาได้พิจารณาร่างพระราชบัญญัติทั้ง 2 ฉบับ แล้ว ลงมติให้ประกาศใช้ร่างพระราชบัญญัติการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2522 เป็นกฎหมายเพียงฉบับเดียว และประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่มที่ 96 ตอนที่ 72 ลงวันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2522 ยกฐานะจากองค์การส่งเสริมการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ขึ้นเป็นการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย เรียกโดยย่อว่า ททท. และให้ใช้ชื่อเป็นภาษาอังกฤษว่า Tourism Authority of Thailand เรียกโดยย่อว่า TAT มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. ส่งเสริมการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมท่องเที่ยว ตลอดจนการประกอบอาชีพของคนไทยในอุตสาหกรรมท่องเที่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เผยแพร่ประเทศไทยในด้านความงามของธรรมชาติ โบราณสถาน โบราณวัตถุ ประวัติศาสตร์ ศิลปวัฒนธรรม การกีฬา และวิวัฒนาการของเทคโนโลยี ตลอดจนกิจการอย่างอื่นอันจะเป็นการชักจูงให้มีการเดินทางท่องเที่ยว

3. อำนวยความสะดวกและความปลอดภัยแก่นักท่องเที่ยว

4. ส่งเสริมความเข้าใจอันดีและความเป็นมิตรไมตรีระหว่างประชาชนและระหว่างประเทศ โดยอาศัยการท่องเที่ยว

5. ริเริ่มให้มีการพัฒนาการท่องเที่ยว และเพื่อพัฒนาปัจจัยพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกให้นักท่องเที่ยว

2525 วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2525 คณะรัฐมนตรีมีมติให้ก่อตั้งหน่วยตำรวจท่องเที่ยว ในระดับกองกำกับการ ขึ้น เป็นกองกำกับการ 8 สังกัดอยู่ในกองปราบปราม กองบัญชาการตำรวจสอบสวนกลาง กรมตำรวจ ให้ความปลอดภัยแก่นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ ลดและแก้ไขปัญหอาชญากรรมที่เกิดขึ้นจากการประทุษร้ายต่อร่างกายนักท่องเที่ยวและหรือทรัพย์สินอื่น ๆ

2529 วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2529 นายธรรมนุญ ประจวบเหมาะ ดำรงตำแหน่งผู้ว่าการการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สืบต่อจาก พันเอก สมชาย หิรัญกิจ

2534 วันที่ 26 พฤศจิกายน พ.ศ. 2535 คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบให้ยกฐานะกองกำกับการ 8 กองปราบปราม ขึ้นเป็น กองบังคับการตำรวจท่องเที่ยว

2535 การประกอบธุรกิจนำเที่ยวและอาชีพมัคคุเทศก์ที่มีการขยายตัวออกไปอย่างรวดเร็ว ได้ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ หลายประการ เช่น ปัญหาเรื่องความปลอดภัยของนักท่องเที่ยว การหลอกลวงเอาเปรียบนักท่องเที่ยว เป็นต้น หน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบด้านการท่องเที่ยว จึงได้เสนอให้มีการตราพระราชบัญญัติธุรกิจนำเที่ยวและมัคคุเทศก์ พ.ศ. 2535 ขึ้น ซึ่งสภาพนิติบัญญัติแห่งชาติมีความเห็นชอบ และมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 18 พฤษภาคม 2535 กฎหมายฉบับนี้มุ่งให้ความคุ้มครองนักท่องเที่ยวที่ใช้บริการการท่องเที่ยว รวมทั้งจัดระเบียบกิจการนำเที่ยวและมัคคุเทศก์ด้วย เป็นผลให้มีการก่อตั้งสำนักงานทะเบียนธุรกิจนำเที่ยวและมัคคุเทศก์ขึ้น เพื่อทำหน้าที่ในการส่งเสริม กำกับ ดูแลการประกอบธุรกิจนำเที่ยวและอาชีพมัคคุเทศก์ให้เป็นระเบียบและได้มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด

เนื่องจากสถานที่ทำการที่อาคารถนนราชดำเนินนอกมีการซ่อมแซมและคับแคบ จึงได้ย้ายมาอยู่ ณ ที่ทำการของการประปานครหลวงเดิม เลขที่ 372 ถนนบำรุงเมือง แขวงบ้านบาตร เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เป็นการชั่วคราว แต่ก็ยังมีบางส่วนที่ยังคงปฏิบัติงานอยู่ที่สำนักงานถนนราชดำเนินนอกเช่นเดิม

2507 นายเสรี วงศ์ไพจิตร ขึ้นดำรงตำแหน่งผู้ว่าการการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สืบต่อจาก นายธรรมนุญ ประจวบเหมาะ เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2537

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สำนักงานสาขาในประเทศ

จำนวนนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศผู้เดินทางท่องเที่ยวภายในประเทศซึ่งเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ นับแต่มีการก่อตั้งองค์การส่งเสริมการท่องเที่ยวขึ้นมา ทำให้ อ.ส.ท. เริ่มขยายอัตรากำลังและพื้นที่รับผิดชอบออกไปในส่วนภูมิภาคด้วย ทั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวของจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศ โดยยึดถือหลักการส่งเสริมและรักษาสีลธรรม วัฒนธรรม ประเพณีอันดีงามของท้องถิ่นเอาไว้ ทำหน้าที่ให้ข่าวสาร คำแนะนำ อำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่นักท่องเที่ยว ให้ความร่วมมือช่วยเหลือ ติดต่อและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสานงานกับผู้ที่อยู่ในวงการท่องเที่ยว ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของทางราชการในการพัฒนาบริการท่องเที่ยว สถานที่ท่องเที่ยว สิ่งดึงดูดความสนใจในการท่องเที่ยว และอนุรักษ์ทรัพยากรทางการท่องเที่ยว นอกจากนี้ยังให้การสนับสนุนหรือเป็นผู้จัดการอบรมให้ความรู้ทางด้านการท่องเที่ยวในสาขาต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและเพิ่มจำนวนบุคลากรที่มีประสิทธิภาพเข้าสู่อุตสาหกรรมท่องเที่ยว

นับจากปี พ.ศ. 2511 ที่ได้เปิดสำนักงานในประเทศจีนเป็นแห่งแรกที่จังหวัดเชียงใหม่ จวบจนปัจจุบันนี้มีสำนักงานการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยอยู่ถึง 22 แห่ง ทั่วประเทศดังนี้

สำนักงาน	ปีที่เปิดดำเนินการ	พื้นที่/จังหวัดที่รับผิดชอบ
ททท. ภาคเหนือ เขต 1	2511	เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง และแม่ฮ่องสอน
ททท. ภาคใต้ เขต 1	2514	สงขลา (หาดใหญ่) และสตูล
ททท. ภาคกลาง เขต 1	2516	กาญจนบุรี นครปฐม สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม
ททท. ภาคกลาง เขต 3	2520	เมืองพัทธยา (จังหวัดชลบุรีและจังหวัดสมุทรปราการ อยู่ในความดูแลของฝ่ายส่งเสริมการตลาด ททท.)
ททท. ภาคใต้ เขต 4	2520	ภูเก็ต พังงา และกระบี่
ททท. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เขต 1	2521	นครราชสีมาบุรีรัมย์ สุรินทร์ และชัยภูมิ
ททท. ภาคเหนือ เขต 3	2527	พิษณุโลก เพชรบูรณ์ และสุโขทัย
ททท. ภาคใต้ เขต 5	2528	สุราษฎร์ธานี ชุมพร และระนอง
ททท. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เขต 2	2531	อุบลราชธานี อำนาจเจริญ ศรีสะเกษ และยโสธร
ททท. ภาคกลาง เขต 2	2533	เพชรบุรี (ชะอำ) ราชบุรี และประจวบ-คีรีขันธ์
ททท. ภาคเหนือ เขต 2	2533	เชียงราย พะเยา อุตรดิตถ์ แพร่ และน่าน
ททท. ภาคกลาง เขต 4	2533	ระยอง และจันทบุรี
ททท. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เขต 3	2533	ขอนแก่น ร้อยเอ็ด มหาสารคาม และกาฬสินธุ์
ททท. ภาคใต้ เขต 2	2533	นครศรีธรรมราช ตรัง และพัทลุง
ททท. ภาคกลาง เขต 7	2535	ลพบุรี นครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท และสิงห์บุรี
ททท. ภาคกลาง เขต 6	2535	พระนครศรีอยุธยา สระบุรี อ่างทอง สุพรรณบุรี ปทุมธานี และนนทบุรี
ททท. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เขต 5	2535	อุดรธานี หนองบัวลำภู หนองคาย และเลย
ททท. ภาคกลาง เขต 8	2536	นครนายก สระแก้ว ปราจีนบุรี และฉะเชิงเทรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ททท. ภาคเหนือ เขต 4	2536	ตาก พิจิตร และกำแพงเพชร
ททท. ภาคใต้ เขต 3	2536	นราธิวาส ยะลา และปัตตานี
ททท. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เขต 4	2538	นครพนม สกลนคร และมุกดาหาร
ททท. ภาคกลาง เขต 5	2538	ตราดและหมู่เกาะ

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สำนักงานสาขาต่างประเทศ

เนื่องจากประเทศไทยมีศักยภาพเพียงพอที่จะเผยแพร่และส่งเสริมให้นักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศเดินทางมาเยือนได้เป็นอย่างดี จึงได้ดำเนินงานจัดตั้งสำนักงานสาขาในต่างประเทศขึ้นเป็นแห่งแรกที่ นครนิวยอร์กประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อ พ.ศ. 2508 และได้เปิดสำนักงานในภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลกขึ้นอีกถึง 16 แห่ง ในระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา ตามลำดับดังนี้

สำนักงาน	ปีที่เปิดดำเนินการ
สำนักงานลอสแอนเจลิส ประเทศสหรัฐอเมริกา	2512
สำนักงานโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น	2515
สำนักงานแฟรงก์เฟิร์ต ประเทศเยอรมนี	2515
สำนักงานซิดนีย์ ประเทศออสเตรเลีย	2517
สำนักงานสิงคโปร์ ประเทศสิงคโปร์	2520
สำนักงานลอนดอน สหราชอาณาจักร	2520
สำนักงานปารีส ประเทศฝรั่งเศส	2521
สำนักงานกัวลาสัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย	2525
สำนักงานภูมิภาคญี่ปุ่น	2529
สำนักงานโอซาก้า ประเทศญี่ปุ่น	2529
สำนักงานกรุงโรม ประเทศอิตาลี	2529
สำนักงานภูมิภาคอเมริกา	2530
สำนักงานโซล ประเทศเกาหลี	2535
สำนักงานเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	2535
สำนักงานฟูโอกะ ประเทศญี่ปุ่น	2535
สำนักงานไทเป ไต้หวัน	2535

ท่ามกลางภาวะการแข่งขันทางการท่องเที่ยวที่ทวีขึ้นเรื่อยมา ประเทศไทยในปีพุทธศักราช 2539 ยังคงมีข้อได้เปรียบทางการท่องเที่ยวที่สามารถจะเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดให้สูงขึ้นกว่าประเทศเพื่อนบ้านได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงานด้านการตลาดให้สอดคล้องกับการเติบโตและภาวะการแข่งขันดังกล่าว การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) จึงมีความมุ่งมั่นที่จะขยายโครงข่ายการดำเนินงานส่งเสริมการตลาดให้กว้างขวางและครอบคลุมกลุ่มประเทศเป้าหมายที่สำคัญให้มากขึ้น โดยจะจัดตั้งสำนักงาน ททท. ในต่างประเทศเพิ่มขึ้นอีกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามประธานคณะกรรมการองค์การส่งเสริมการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย

1. พันเอก ถนัด คอมันตร์	พ.ศ. 2502 - 2516
2. พลเอก ประภาส จารุเสถียร	พ.ศ. 2516
3. ศ.ดร. สุกิจ นิมมานเหมินท์	พ.ศ. 2516 - 2517
4. ดร. ประกอบ หุตะสิงห์	พ.ศ. 2517 - 2518
5. พลตรี ประมาณ อติเรกสาร	พ.ศ. 2518 - 2519
6. นายดุสิต ศิริวรรณ	พ.ศ. 2519 - 2520
7. นายสมพร บุญยคุปต์	พ.ศ. 2520 - 2522

รายนามประธานคณะกรรมการการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย

8. พลโท เฉลิมชัย จารุวัสเตอร์	พ.ศ. 2522 - 2523
9. พลเอก ยศ เทพหัสดิน ณ อยุธยา	พ.ศ. 2523
10. นายสมศักดิ์ ชูโต	พ.ศ. 2523 - 2524
11. พันเอก ถนัด คอมันตร์	พ.ศ. 2524 - 2526
12. นายบัญญัติ บรรทัดฐาน	พ.ศ. 2526 - 2529
13. นายจิรายุ อิศรางกูร ณ อยุธยา	พ.ศ. 2529 - 2530
14. นายอรุณ ภาณุพงศ์	พ.ศ. 2530 - 2531
15. นายกร ทัพพะรังสี	พ.ศ. 2531 - 2534
16. นายมีชัย วีระไวทยะ	พ.ศ. 2534 - 2535
17. นายชัยภักดิ์ ศิริวัฒน์	พ.ศ. 2535
18. ม.ร.ว. เกษมสโสมร เกษมศรี	พ.ศ. 2535
19. นายสาวิตร์ โพธิวิหค	พ.ศ. 2535 - 2538
20. นายปองพล อติเรกสาร	พ.ศ. 2538

การส่งเสริมการท่องเที่ยวไทยให้เป็นที่รู้จักทั่วโลก

อำนาจ เทียมศิริกุล (2538) หน้า 75-81 ได้กล่าวในหนังสือ 36 ปี ททท. เรื่องการส่งเสริมการท่องเที่ยวไทยให้เป็นที่รู้จักทั่วโลก ว่า ธุรกิจการท่องเที่ยวของไทย เป็นธุรกิจบริการที่ทำรายได้ให้กับประเทศในแต่ละปีนับแสนล้านบาท ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยมีทรัพยากรทางการท่องเที่ยวที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นความสวยงามทางธรรมชาติ มรดกทางวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ รวมทั้งสิ่งดึงดูดความสนใจทางการท่องเที่ยวอื่น ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญของโลกแห่งหนึ่ง

ในปี พ.ศ. 2537 นักท่องเที่ยวระหว่างประเทศเดินทางมาท่องเที่ยวประเทศไทยทั้งสิ้น 6,166,496 คน ทำรายได้ให้ประเทศ 145,211 ล้านบาท ซึ่งนับว่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับสินค้าออกชนิดอื่น ๆ ของไทย และในระดับนานาชาติในปี พ.ศ. 2537 องค์การการท่องเที่ยวโลกได้จัดให้ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 22 ของโลก เมื่อพิจารณาในด้านจำนวนนักท่องเที่ยวระหว่างประเทศ และอยู่ในอันดับที่ 11 เมื่อพิจารณาในด้านรายได้จากการท่องเที่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ; ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติจำนวนนักท่องเที่ยวระหว่างประเทศที่เดินทางมาเยือนประเทศไทย ได้มีการบันทึกอย่างเป็นทางการครั้งแรกในปี พ.ศ. 2503 หรือ 36 ปีที่แล้ว ที่องค์การส่งเสริมการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (อ.ส.ท.) ได้เริ่มดำเนินการโดยในปีดังกล่าว มีชาวต่างประเทศเดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทย 81,340 คน และจำนวนนักท่องเที่ยวได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในเวลาต่อมา

ในระหว่างปี พ.ศ. 2503 - 2512 หรือ 10 ปีแรกหลังการก่อตั้ง อ.ส.ท. อัตราการเพิ่มโดยเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวสูงถึงร้อยละ 22.7

ในระหว่างปี พ.ศ. 2513 - 2522 อัตราเพิ่มโดยเฉลี่ยของจำนวนนักท่องเที่ยวเท่ากับร้อยละ 11.5 โดยในช่วงเวลาดังกล่าวมีเหตุการณ์สำคัญคือ ในปี พ.ศ. 2516 มีจำนวนนักท่องเที่ยวมากกว่า 1 ล้านคน เป็นครั้งแรก ปี พ.ศ. 2517 ได้เกิดวิกฤติการณ์น้ำมันโลก ครั้งที่ 1 เมื่อกลุ่ม OPEC ที่ผูกขาดการผลิตน้ำมันในขณะนั้น รวมตัวกันขึ้นราคาน้ำมัน ทำให้ราคาน้ำมันในตลาดโลกเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ ส่งผลให้ราคาค่าโดยสารเครื่องบินซึ่งเป็นสัดส่วนสำคัญของค่าใช้จ่ายในการเดินทางท่องเที่ยวได้เพิ่มสูงขึ้นด้วย ทำให้ธุรกิจท่องเที่ยวทั่วโลกตกอยู่ในภาวะชะงักงันในเวลาต่อมา ในส่วนของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2519 จำนวนนักท่องเที่ยวลดลงร้อยละ 6.9 เมื่อเทียบกับระยะเวลาเดียวกันของปี 2518 ถือเป็นครั้งแรกที่จำนวนนักท่องเที่ยวที่มาประเทศไทยลดลง อันมีสาเหตุสืบเนื่องมาจากการค่าต่ำของกระแสการท่องเที่ยวของทั่วโลกดังกล่าว

ในปี พ.ศ. 2522 องค์การส่งเสริมการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (อ.ส.ท.) ก็ได้รับการยกย่องระดับเป็นการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.)

ในระหว่างปี พ.ศ. 2523 - 2532 อัตราเพิ่มของนักท่องเที่ยวเฉลี่ยร้อยละ 11.0 ต่อปี ทั้งนี้สืบเนื่องจากในปี 2523 ได้เกิดวิกฤติการณ์น้ำมันโลกครั้งที่ 2 ส่งผลให้ทั่วโลกเกิดสภาวะเศรษฐกิจชะงักงัน ทำให้ประเทศไทยมีอัตราเพิ่มของนักท่องเที่ยวติดลบเป็นครั้งที่ 2 ในปี พ.ศ. 2526 อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2525 ก็เป็นปีแรกที่มีการท่องเที่ยวทำรายได้ให้กับประเทศไทยสูงกว่าสินค้าออกชนิดอื่น ๆ ของไทย.

ต่อมาในปี พ.ศ. 2530 ธุรกิจการท่องเที่ยวของไทยได้เกิดการขยายตัวครั้งยิ่งใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์วงการท่องเที่ยว อันเนื่องมาจากในวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระชนมพรรษาครบ 5 รอบ การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้จัดทำโครงการปีท่องเที่ยวไทย 2530 Visit Thailand Year 1987 ซึ่งประสบความสำเร็จเป็นอย่างมากและเป็นแบบอย่างให้หลาย ๆ ประเทศลอกเลียนแบบในเวลาต่อมา ในปี พ.ศ. 2530 เป็นครั้งแรกที่นักท่องเที่ยวมีจำนวนมากกว่า 3 ล้านคนต่อปี ถัดมาเพียงปีเดียว คือ ปี พ.ศ. 2531 นักท่องเที่ยวได้เพิ่มขึ้นเป็นกว่า 4 ล้านคน และมีจำนวนถึง 5 ล้านคนในปี พ.ศ. 2533

ในปี พ.ศ. 2534 ได้เกิดสงครามอ่าวเปอร์เซีย ทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวลดลงเป็นครั้งที่ 3 ประกอบเหตุการณ์ไม่สงบทางการเมืองภายในประเทศในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2535 ทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวที่มีแนวโน้มจะฟื้นตัวต้องกลับเป็นสภาพที่ทรงตัว กล่าวคือ ตลอดปี พ.ศ. 2535 มีนักท่องเที่ยวทั้งสิ้น 5,136,443 คน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.97 และ ปี พ.ศ. 2536 ธุรกิจท่องเที่ยวจึงกลับสู่สถานการณ์ปกติ โดยมีจำนวนนักท่องเที่ยวเท่ากับ 5,431,192 คน (เพิ่มขึ้นร้อยละ 12.15) ปี พ.ศ. 2537 จำนวนนักท่องเที่ยวเท่ากับ 6,166,496 คน (เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.05) และล่าสุดในช่วง 6 เดือนแรก (มกราคม-มิถุนายน) ของปี พ.ศ. 2538 จำนวนนักท่องเที่ยวเท่ากับ 3,385,385 คน (เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.3)

สรุปได้ว่าจำนวนนักท่องเที่ยวระหว่างประเทศที่เดินทางมาประเทศไทยในระหว่างปี พ.ศ. 2503 - 2538 มีอัตราเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 13.58 ต่อปี

การที่ธุรกิจท่องเที่ยวไทยเติบโต และประเทศไทยได้กลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียง และเป็นที่รู้จักกันทั่วโลกในปัจจุบัน มิใช่เป็นเพราะความโชคดีที่ประเทศไทยมีสถานที่ท่องเที่ยวที่น่าสนใจเพียง ประการเดียวเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากมีองค์ประกอบหลายประการ ที่สำคัญก็คือการร่วมมือร่วมใจของภาครัฐและ เอกชนในการส่งเสริมการตลาด และพัฒนาคุณภาพของสินค้าและบริการทางการท่องเที่ยว รวมทั้งนโยบายส่งเสริม การท่องเที่ยวของรัฐที่ทำให้เกิดการวางแผนและพัฒนาทางการท่องเที่ยวอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลากว่า 30 ปี ซึ่งองค์ประกอบสำคัญ 5 ประการ คือ

1. ประเทศไทยมีสิ่งดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยว ทั้งสิ่งที่เป็นธรรมชาติ ประวัติศาสตร์ โบราณคดี และกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น รวมทั้งวัฒนธรรม ประเพณี วิถีชีวิตของคนไทย
2. ความสะดวกในการเดินทางเข้าถึงประเทศไทย ทั้งทางอากาศ ทางบก ทางแม่น้ำ และทาง ทะเล
3. ความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวกทางการท่องเที่ยว ได้แก่ โรงแรม ที่พัก ภัตตาคาร ร้านอาหาร สถานบริการต่าง ๆ
4. ความพร้อมของปัจจัยโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนนหนทาง ระบบการคมนาคม สื่อสาร ไฟฟ้า ประปา เป็นต้น
5. ความเป็นมิตรไมตรีของคนไทยที่มีต่อนักท่องเที่ยว

ในปัจจุบันกิจกรรมหลักในด้านการตลาดที่การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยดำเนินการเพื่อเผยแพร่ การท่องเที่ยวของไทยทั้งภายในประเทศและในต่างประเทศ ได้แก่

1. การเป็นแหล่งข้อมูลทางการท่องเที่ยว (Tourist Information Center) หน่วยงานของ การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยจะเป็นแหล่งข้อมูลทางการท่องเที่ยวที่สำคัญสำหรับชาวต่างประเทศที่สนใจเกี่ยวกับ ประเทศไทย โดยผู้สนใจสามารถขอข้อมูลข่าวสารได้ทั้งจากการมาติดต่อด้วยตัวเอง หรือทางไปรษณีย์ หรือ โทรสาร จากสำนักงานใหญ่ในกรุงเทพฯ หรือสำนักงานสาขาในต่างจังหวัด 22 แห่ง หรือสำนักงานสาขาในต่าง ประเทศ 17 แห่ง หรือตัวแทนด้านการตลาด (Marketing Representatives) ของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ในปี 20 กว่าแห่งทั่วโลก

2. การประชาสัมพันธ์ (Public Relation) การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้ทำการประชาสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมการตลาดในประเทศและต่างประเทศ ทั้งโดยการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยดำเนินการเอง และว่าจ้างบริษัทประชาสัมพันธ์ให้เป็นผู้ดำเนินการให้ ซึ่งกิจกรรมหลัก ได้แก่ การจัดทำจดหมายข่าวและเพิ่ม ข้อมูลการท่องเที่ยวเผยแพร่แก่สื่อมวลชนและบริษัทนำเที่ยว การจัดทัศนศึกษาแก่สื่อมวลชน เพื่อให้มีการจัดทำบทความ สารคดีทางวิทยุและโทรทัศน์เผยแพร่ข้อมูลด้านการท่องเที่ยว การจัดงานแถลงข่าวและพบปะสื่อมวลชน รวมทั้งการจัดกิจกรรมพิเศษและการเข้าร่วมหรือสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะสามารถเป็นสื่อกลางทำให้ประชาชนในพื้นที่เป้าหมายรู้จักประเทศไทยให้มากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1
จำนวนนักท่องเที่ยวระหว่างประเทศที่เดินทางมาประเทศไทย
พ.ศ. 2503 - 2538.

ลำดับที่	ปี	จำนวน	เปลี่ยนแปลง(%)	เหตุการณ์สำคัญ
1	2503	81,340	-	เริ่มก่อตั้ง อสท.
2	2504	107,754	+32.4	
3	2505	130,809	+21.4	
4	2506	195,376	+49.1	
5	2507	211,927	+8.6	
6	2508	225,025	+6.1	
7	2509	282,117	+25.3	
8	2510	335,845	+19.0	
9	2511	377,262	+12.3	
10	2512	469,784	+24.5	
11	2513	628,671	+33.8	
12	2514	638,738	+1.6	
13	2515	820,758	+28.5	
14	2516	1,037,737	+26.4	นักท่องเที่ยวมากกว่า 1 ล้านคน เป็นครั้งแรก
15	2517	1,107,392	+6.7	วิกฤตการณ์น้ำมันโลกครั้งที่ 1
16	2518	1,180,075	+6.5	
17	2519	1,098,442	-6.9	นักท่องเที่ยวลดลงเป็นครั้งแรก
18	2520	1,220,672	+11.1	
19	2521	1,453,839	+19.1	
20	2522	1,591,455	+9.4	ยกระดับ อสท. เป็น ททท.
21	2523	1,858,801	+16.8	วิกฤตการณ์น้ำมันโลกครั้งที่ 2
22	2524	2,015,615	+8.4	นักท่องเที่ยวมากกว่า 2 ล้านคน เป็นครั้งแรก
23	2525	2,218,429	+10.0	รายได้จากการท่องเที่ยวสูงกว่าสินค้าออกอื่น ๆ เป็นครั้งแรก
24	2526	2,191,003	-1.2	เศรษฐกิจทั่วโลกตกต่ำ นักท่องเที่ยวลดลง เป็นครั้งที่ 2
25	2527	2,346,709	+7.1	
26	2528	2,438,270	+3.9	
27	2529	2,818,092	+15.5	
28	2530	3,482,958	+23.5	ปีท่องเที่ยวไทย นักท่องเที่ยวมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ถือว่าผิดกฎหมาย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

				3 ล้านคน เป็นครั้งแรก
29	2531	4,230,737	+21.4	นักท่องเที่ยวมากกว่า 4 ล้านคน เป็นครั้งแรก
30	2532	4,809,508	+13.6	
31	2533	5,298,860	+10.1	นักท่องเที่ยวมากกว่า 5 ล้านคน เป็นครั้งแรก
32	2534	5,086,899	-4.0	สงคราวอ่าวเปอร์เซีย นักท่องเที่ยวลดลง เป็นครั้งที่ 3
33	2535	5,136,443	+0.9	เกิดวิกฤติการณ์ทางการเมือง (พฤษภาคม)
34	2536	5,760,533	+12.2	
35	2537	6,166,496	+7.1	นักท่องเที่ยวมากกว่า 6 ล้านคน เป็นครั้งแรก
36	2538	3,385,385	+15.3	(มกราคม-มิถุนายน 2538)

*ที่มา : กองสถิติและวิจัยการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย

3. การโฆษณา (Advertising) การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ได้จัดสรรงบประมาณสำหรับการโฆษณาเพื่อเผยแพร่การท่องเที่ยวของไทยทั้งในประเทศและในต่างประเทศที่เป็นตลาดเป้าหมาย โดยการโฆษณาทางสื่อต่าง ๆ ได้แก่ ทางสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือพิมพ์และนิตยสาร โฆษณาในรายการโทรทัศน์ของไทย หรือของต่างประเทศ ทั้งโทรทัศน์ในท้องถิ่น หรือ โทรทัศน์ผ่านดาวเทียม เช่น CNN, STAR TV, Eurosport, Super Channel ฯลฯ การโฆษณาข้างตัวถังรถประจำทาง ตามป้ายที่พักผู้โดยสารรถไฟ หรือสถานีรถไฟใต้ดิน เป็นต้น

4. การเสนอขาย (Sales Activities) การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้ร่วมกับบริษัทนำเที่ยว โรงแรม สายการบิน และธุรกิจท่องเที่ยวอื่น ๆ จัดและเข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมการขายทั้งระดับภายในประเทศและระดับนานาชาติเพื่อเผยแพร่การท่องเที่ยวและหาโอกาสให้ผู้ประกอบการท่องเที่ยวได้พบปะแลกเปลี่ยนการขายและดำเนินกิจกรรมด้านการขายร่วมกัน โดยงานส่งเสริมการขายที่การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย จัดในประเทศไทย คืองาน International Travel Show และงานส่งเสริมการขายระดับนานาชาติในต่างประเทศ ที่ ททท. ไปร่วม เช่น งาน World Travel Market (WTM) ที่กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ งาน Internationale Tourismus Borse (ITB) ที่กรุงเบอร์ลิน ประเทศเยอรมนี งาน Feria Internacional Del Turismo (FITUR) ที่กรุงแมดริด ประเทศสเปน งาน Borsa Internazionale Del Turismo (BIT) ที่เมืองมิลาน ประเทศอิตาลี งาน Top Resa ที่เมืองเดอวิลล์ ประเทศฝรั่งเศส เป็นต้น

5. กิจกรรมการตลาดเพื่อส่งเสริมการประชุมนานาชาติ ได้แก่ กิจกรรมที่การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยดำเนินการเพื่อส่งเสริมให้มีการจัดการประชุมในระดับนานาชาติในประเทศให้เพิ่มมากขึ้น เช่นการร่วมกับสมาคมส่งเสริมการประชุมนานาชาติ (TICA) เข้าร่วมงาน The European Incentives & Business Travel & Meetings Exhibition (EIBTM) ที่กรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ งาน Incentive Travel & Meetings Executive Show (IT & ME) ที่เมืองชิคาโก ประเทศสหรัฐอเมริกา งาน Incentive Travel & Corporate Asia (IT & CMA) ที่ฮ่องกง เป็นต้น

6. กิจกรรมส่งเสริมการตลาดอื่น ๆ ได้แก่ การผลิตสื่อโสตทัศนูปกรณ์ เพื่อเผยแพร่การท่องเที่ยว การตั้งผู้แทนการตลาดเพื่อให้คำปรึกษาในการดำเนินกลยุทธ์การตลาดในประเทศต่าง ๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการส่งเสริมการท่องเที่ยวตามแนวนโยบายการท่องเที่ยวแบบยั่งยืนนั้น จำเป็นต้องมีการวางแผนพัฒนาและอนุรักษ์แหล่งท่องเที่ยวควบคู่กันกับการส่งเสริมการตลาดเพื่อดึงดูดใจให้นักท่องเที่ยวมาเยือนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการท่องเที่ยวในลักษณะนี้ การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้พยายามผลักดันจนเกิดการดำเนินการขึ้นแล้ว ได้แก่ แผนปฏิบัติการเพื่อฟื้นฟูการท่องเที่ยวเมืองพัทยาและบริเวณใกล้เคียง พ.ศ. 2535 - 2538 เป็นแผนปฏิบัติการที่มีการประสานแผนในการแก้ไขปัญหาทางด้านกายภาพ สิ่งแวดล้อมรวมทั้งการจัดการเกี่ยวกับทางด้านธุรกิจท่องเที่ยว ซึ่งกำหนดให้มีการดำเนินการควบคู่กับการดำเนินการทางด้านการตลาดเพื่อแก้ไขปัญหาสภาพลักษณะของพัทยาในระยะยาว การวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหาในแหล่งท่องเที่ยวในลักษณะเดียวกันนี้ ททท. ยังได้ดำเนินการในแหล่งท่องเที่ยวอีกหลายแห่ง เช่น เกาะสมุย เกาะล้าน และเกาะเต่า เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป การที่ประเทศไทยได้รับการส่งเสริมให้กลายเป็นประเทศที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันทั่วโลกได้นั้น มีสาเหตุสำคัญ คือ นอกจากประเทศไทยจะเป็นประเทศที่มีองค์ประกอบที่ครบถ้วน สำหรับการเป็นแหล่งท่องเที่ยวแล้ว ยังเนื่องมาจากการมีการวางแผนพัฒนาทรัพยากรการท่องเที่ยวอย่างเป็นระบบ ควบคู่กับการใช้กลยุทธ์การตลาดการท่องเที่ยวอย่างเหมาะสม โดยอาศัยความร่วมมือของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งในภาครัฐบาลและเอกชนในการดำเนินการและการผลักดันให้มีการส่งเสริมการท่องเที่ยวอย่างต่อเนื่องเป็นเวลายาวนานถึง 36 ปี จนอาจอาจกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวของไทยมีความเป็นปึกแผ่นมั่นคง และเป็นอุตสาหกรรมสาขาหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในระยเศรษฐกิจของประเทศไทยในปัจจุบัน

ความปลอดภัยของนักท่องเที่ยว

ขนิษฐา พอนอ่วม (2538) หน้า 89 - 92 ได้กล่าวถึงความปลอดภัยของนักท่องเที่ยวไว้ว่า หัวใจสำคัญอีกประการหนึ่งในการพัฒนาอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของประเทศให้ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย ได้แก่ เรื่องความปลอดภัยของนักท่องเที่ยว เพราะเมื่อใด ประเทศใด หากขาดความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินแล้ว เมื่อนั้น ประเทศนั้นก็ย่อมมีผู้เดินทางไปเยี่ยมเยือนน้อยลงด้วย เนื่องจากนักท่องเที่ยวหรือผู้ไปเยือนขาดความมั่นใจในความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้วางนโยบายหลักการพัฒนาในด้านความปลอดภัยของนักท่องเที่ยวไว้ว่า “เพิ่มความปลอดภัยให้แก่นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ ให้สามารถเดินทางไปสู่จุดหมายปลายทางต่าง ๆ ในประเทศไทยด้วยความมั่นใจในความปลอดภัยของร่างกายและทรัพย์สินของตนและหมู่คณะ” ควบคู่กับนโยบายทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวมาเป็นเวลานาน โดยเริ่มตั้งแต่การจัดตั้งศูนย์อำนวยความสะดวกและให้ความปลอดภัยแก่นักท่องเที่ยว

ปัจจุบันกองบังคับการตำรวจท่องเที่ยวมีที่ทำการชั่วคราว อยู่ที่อาคารยูนิโก้เฮาส์ ซอยหลังสวน แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์สานควนหมายเลข 1699 ทั้งนี้กองกำกับการ 1 และกองกำกับการ 2 ซึ่งควบคุมดูแลการปฏิบัติงานในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลก็ตั้งอยู่ ณ ที่ทำการเดียวกันนี้ด้วย

สำหรับกองกำกับการ 3 มีหน้าที่และความรับผิดชอบทั่วราชอาณาจักร โดยแยกเขตพื้นที่รับผิดชอบ ดังนี้

-แผนก 1 รับผิดชอบงานธุรการทั่วไป

-แผนก 2 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ลพบุรี สิงห์บุรี ปทุมธานี นนทบุรี อ่างทอง ชัยนาท และสระบุรี

-แผนก 3 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดชลบุรี ระยอง สมุทรปราการ จันทบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี นครนายก และตราด

-แผนก 4 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร ประจวบคีรีขันธ์ กาญจนบุรี สุพรรณบุรี สมุทรสงคราม เพชรบุรี และราชบุรี

-แผนก 5 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ สุรินทร์ และศรีสะเกษ

-แผนก 6 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ยโสธร มหาสารคาม กาฬสินธุ์ และ ร้อยเอ็ด

-แผนก 7 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดขอนแก่น เลย นครพนม อุรธานี หนองคาย มุกดาหาร และ สกลนคร

-แผนก 8 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง และลำพูน

-แผนก 9 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดเชียงราย น่าน พะเยา และแพร่

-แผนก 10 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

-แผนก 11 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ สุโขทัย พิจิตร และอุตรดิตถ์

-แผนก 12 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ตาก กำแพงเพชร และอุทัยธานี

-แผนก 13 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และชุมพร

-แผนก 14 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดภูเก็ต ระนอง พังงา ภูเก็ต และกระบี่

-แผนก 15 รับผิดชอบเขตพื้นที่จังหวัดสงขลา ยะลา ปัตตานี สตูล และนราธิวาส

นอกจากการประสานงานกับ ททท. แล้วลักษณะการปฏิบัติงานทั่วไปของกองบังคับการ ตำรวจท่องเที่ยวจะเกี่ยวข้องกับนักท่องเที่ยวแทบทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นงานบริการข่าวสารข้อมูลท่องเที่ยวเบื้องต้น การจัดรถนำขบวนท่องเที่ยว รับแจ้งเหตุและคดีความเกี่ยวกับนักท่องเที่ยว เช่น กรณีประทุษร้าย ชิงทรัพย์ ไปจนถึงการหลอกลวงขายสินค้าให้แก่นักท่องเที่ยวด้วยราคาสูงกว่าคุณภาพที่แท้จริง เช่น อัญมณี ศิลปโบราณ วัตถุ อาหารและเครื่องดื่ม ฯลฯ การร้องเรียนเกี่ยวกับอัตราค่าที่พัก ค่าบริการนำเที่ยวในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทาง ตำรวจท่องเที่ยวต้องรับแจ้งคดีแล้วประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

ในส่วนของการปฏิบัติงานทางด้านบริการความสะดวกและรักษาความปลอดภัยให้แก่นักท่องเที่ยวดังกล่าวนี้ยังเน้นการดำเนินการแบบ “บริการเสร็จสิ้น ณ จุดเดียว” (ONE STOP SERVICE) ด้วย นอกจากนี้ยังมีสายตรวจอันประกอบด้วยสายตรวจเดินเท้า สายตรวจจักรยานยนต์ และสายตรวจรถยนต์ คอยตรวจตราดูแลตามแหล่งท่องเที่ยว มีรถบริการรับแจ้งความร้องทุกข์เคลื่อนที่ (MOBILE UNIT) บริการแก่นักท่องเที่ยวตามสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในพื้นที่เป็นประจำอย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 ครั้ง นักท่องเที่ยวจะทราบได้ทันทีว่าเป็น “ตำรวจท่องเที่ยว” จากตราสัญลักษณ์ ททท. ในวงล้อมรูปอาร์มตำรวจและภาษาดังกฤษคำว่า “TOURIST POLICE” ที่ปรากฏอยู่ควบคู่กับเครื่องหมายพาหนะ และที่ทำการของตำรวจท่องเที่ยวทุกแห่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎหมายคุ้มครองการท่องเที่ยวของไทย

วิทยา กุลสมบูรณ์ (2538) หน้า 95 -97 ได้กล่าวในหนังสือ 36 ปี ททท. ในเรื่องกฎหมายคุ้มครองการท่องเที่ยวของไทย ไว้ว่า ททท ได้ดำเนินการร่างพระราชบัญญัติธุรกิจนำเที่ยวและมัคคุเทศก์ขึ้น โดยมีผู้แทนทั้งภาคราชการ และธุรกิจท่องเที่ยวภาคเอกชนร่วมกันยกร่าง ซึ่งต่อมาสภานิติบัญญัติแห่งชาติได้มีมติให้ความเห็นชอบ เมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2535 และ พรบ.นี้มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม 2535 จากนั้นได้มีกฎกระทรวงออกตามความใน พรบ.ดังกล่าว มีผลบังคับใช้วันที่ 28 พฤษภาคม 2536

เหตุผลที่ประกาศใช้เนื่องจากปัจจุบันนี้การประกอบธุรกิจนำเที่ยวและอาชีพมัคคุเทศก์ได้มีการขยายตัวเป็นอันมากสาคร ที่จะมิกฎหมายกำหนดมาตรฐานในเรื่องนี้ และให้ททท.ทำหน้าที่ส่งเสริมและควบคุมการประกอบธุรกิจนำเที่ยวและอาชีพมัคคุเทศก์ให้เป็นระเบียบและได้มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด เพื่อประโยชน์ของบุคคลทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง และของอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของประเทศ

สาระสำคัญของกฎหมาย

1. ห้ามผู้ใดประกอบธุรกิจนำเที่ยวโดยไม่มีใบอนุญาต หากฝ่าฝืนหรือประกอบการในระหว่างถูกสั่งพักการใช้ใบอนุญาต ต้องระวางโทษปรับตั้งแต่ 100,000-500,000 บาท และปรับเพิ่มอีกวันละ 1,000 บาท ตลอดเวลาที่ยังฝ่าฝืนอยู่
2. ห้ามผู้ใดเป็นมัคคุเทศก์โดยไม่มีใบอนุญาตหากฝ่าฝืนหรือปฏิบัติหน้าที่มัคคุเทศก์ไระหว่างถูกสั่งพักการใช้ใบอนุญาต ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 6 เดือน หรือปรับไม่เกิน 50,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ
3. ในระหว่างให้บริการนำเที่ยวต้องให้นักท่องเที่ยวได้รับบริการเท่าเทียมหรือใกล้เคียงกับที่ได้ตกลงกันไว้ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงบริการนำเที่ยวโดยไม่ได้รับความยินยอมจากนักท่องเที่ยว ผู้ประกอบธุรกิจนำเที่ยวต้องรับภาระค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงนั้น
4. ผู้ประกอบธุรกิจนำเที่ยว ต้องไม่กระทำการอย่างหนึ่งอย่างใดอันจะนำมาซึ่งความเสื่อมเสียชื่อเสียงเกียรติยศและจรรยาบรรณของธุรกิจนำเที่ยว
5. มัคคุเทศก์ต้องแต่งกายสุภาพเหมาะสมกับสถานที่ ดิคใบอนุญาตเป็นมัคคุเทศก์ไว้ที่ออกเสียตลอดเวลาที่ปฏิบัติหน้าที่ไม่กระทำการอย่างหนึ่งอย่างใดที่เสื่อมเสียชื่อเสียง เกียรติยศและจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ ไม่อธิบายเรื่องราวที่ไม่ถูกต้องแก่นักท่องเที่ยว อันจะนำมาซึ่งความเสื่อมเสียแก่ประเทศชาติ และไม่กระทำการใดนอกเหนือความตกลงที่มีอยู่กับผู้ประกอบธุรกิจนำเที่ยว หรือนักท่องเที่ยว

การขออนุญาต

ผู้ที่ประสงค์จะประกอบธุรกิจนำเที่ยวหรือเป็นมัคคุเทศก์ สามารถติดต่อขอใบอนุญาตได้ที่สำนักงานทะเบียนธุรกิจนำเที่ยวและมัคคุเทศก์หรือที่ผู้ว่าราชการจังหวัด ในจังหวัดที่จะจัดตั้งสำนักงานธุรกิจนำเที่ยว หรือจังหวัดที่มีภูมิลำเนา

ผู้ที่ขอใบอนุญาตเป็นมัคคุเทศก์จะต้องได้รับวุฒิบัตร โดยผ่านการอบรมหลักสูตรมัคคุเทศก์ที่คณะกรรมการธุรกิจนำเที่ยวและมัคคุเทศก์ให้การรับรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าธรรมเนียมการออกใบอนุญาต

1. ธุรกิจนำเที่ยว

- เฉพาะพื้นที่ ฉบับละ 100 บาท
- ในประเทศ ฉบับละ 300 บาท
- ต่างประเทศ ฉบับละ 500 บาท

2. มัคคุเทศก์

- ทั่วไป ฉบับละ 200 บาท
- พิเศษ ฉบับละ 100 บาท

ประเภทของธุรกิจนำเที่ยวและมัคคุเทศก์

ธุรกิจนำเที่ยว แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1. เฉพาะพื้นที่ หมายถึง การนำเที่ยวในจังหวัดและเขตจังหวัดที่ติดต่อกัน
2. ในประเทศ หมายถึง การนำเที่ยวไปยังจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศ
3. ต่างประเทศ หมายถึง การนำเที่ยวไปต่างประเทศ หรือ การนำเที่ยวจากต่างประเทศมายังสถานที่หนึ่ง

สถานที่ใดภายในประเทศ

มัคคุเทศก์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. ทั่วไป
2. พิเศษ

ปัจจุบันมีเฉพาะมัคคุเทศก์ทั่วไปเท่านั้นแบ่งออกเป็น 8 ประเภท

1. ต่างประเทศ
2. ไทย
3. ระดับจังหวัด(ต่างประเทศ)
4. ระดับจังหวัด(ไทย)
5. เดินป่า
6. ทางทะเล
7. ทางทะเลชายฝั่ง
8. ศิลปวัฒนธรรม

หลักประกัน

ผู้ประกอบการธุรกิจนำเที่ยวจะต้องวางหลักประกันเพื่อประกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดที่มีอยู่กึ่งบังคับท่องเที่ยว และหรือผู้ประกอบการอุตสาหกรรมท่องเที่ยว

- เฉพาะพื้นที่

.... จัดนำเที่ยวครั้งละไม่เกิน 20 คน วางหลักประกัน 3,000 บาท

.... จัดนำเที่ยวครั้งละไม่เกิน 20 คน วางหลักประกัน 10,000 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในประเทศ วงหลักประกัน 50,000 บาท
- ต่างประเทศ วงหลักประกัน 100,000 บาท

จำนวนผู้ได้รับใบอนุญาต ณ วันที่ 31 ตุลาคม 2538

- ธุรกิจนำเที่ยว จำนวน 1,589 ราย
- มัคคุเทศก์ จำนวน 9,726 ราย

อำนาจและหน้าที่ของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย

1. วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว ตลอดจนการประกอบอาชีพของคนไทยในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว

2. เผยแพร่ประเทศไทยในด้านความงามของธรรมชาติ โบราณสถาน โบราณวัตถุ ประวัติศาสตร์ ศิลปวัฒนธรรม การกีฬา และวิวัฒนาการของเทคโนโลยี ตลอดจนกิจการอย่างอื่นอันเป็นการชักจูงให้มีการเดินทางเข้ามาท่องเที่ยว

3. อำนวยความสะดวกและความปลอดภัยแก่นักท่องเที่ยว

4. ส่งเสริมความเข้าใจอันดีงามและความเป็นมิตรไมตรีระหว่างประชาชนและระหว่างประเทศโดยอาศัยกิจการท่องเที่ยว

5. ริเริ่มให้มีการพัฒนาการท่องเที่ยว และเพื่อพัฒนาปัจจัยพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่นักท่องเที่ยว

2. อำนาจหน้าที่ของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย

1. ให้คำปรึกษาแนะนำ ร่วมมือและประสานงานกับส่วนราชการ องค์กร สถาบัน นิติบุคคลและเอกชน ทั้งภายในและนอกราชอาณาจักร

2. ส่งเสริม ร่วมมือหรือดำเนินการในการฝึกอบรม และให้การศึกษาทางวิชาการต่าง ๆ เพื่อสร้างบุคลากรให้ได้มาตรฐานและเพียงพอสำหรับกิจการอุตสาหกรรมท่องเที่ยว

3. ส่งเสริมการทัศนศึกษา

4. สำรวจและรวบรวมหลักฐานต่าง ๆ จากส่วนราชการ องค์กร สถาบัน นิติบุคคลและเอกชนผู้ประกอบกิจการอุตสาหกรรมท่องเที่ยว เพื่อประโยชน์ในการจัดทำสถิติเกี่ยวกับอุตสาหกรรมท่องเที่ยว

แผนภูมิที่ 1

นายกรัฐมนตรี

คณะกรรมการ ททท.

ผู้ว่าการ ททท.

ที่ปรึกษา

สำนักงานผู้ว่าการ

กองประชาสัมพันธ์

กองวิเทศสัมพันธ์

สถาบันฝึกอบรมวิชาการ โรงแรมและการท่องเที่ยว

ผู้สอบบัญชีภายใน

สถานตากอากาศ

รองผู้ว่าการฝ่ายบริหาร

ฝ่ายบริหารทั่วไป

กองกลาง

กองนิติการ

กองบริหารงานบุคคล

กองบริการสำนักงาน

รองผู้ว่าการฝ่ายการตลาด

ฝ่ายส่งเสริมการตลาด

กองพัฒนาการตลาด

กองการประชุมนานาชาติ

กองบริการท่องเที่ยว

สำนักงานสาขาในประเทศ

รองผู้ว่าการฝ่ายวางแผนและพัฒนา

ฝ่ายวิชาการ

กองแผนงาน

กองวิชาการและฝึกอบรม

กองสถิติและวิจัย

ฝ่ายบัญชีและงบประมาณ

กองบัญชีและการเงิน

กองงบประมาณ

กองรายได้

ฝ่ายบริการการตลาด

กองเผยแพร่การตลาด

กองวารสาร

กองผลิตอุปกรณ์โฆษณา

สำนักงานสาขาต่างประเทศ

ฝ่ายวางแผน โครงการและพัฒนา

กองวางแผนโครงการ

กองสำรวจและออกแบบ

กองควบคุมโครงการ

กองพัฒนาการท่องเที่ยว

ฝ่ายการลงทุน

กองวิเคราะห์การลงทุน

กองจัดหาทุน

กองตรวจสอบการลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 : การศึกษาข้อมูลเพื่อออกแบบ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูล โดยได้ไปศึกษาและสำรวจด้วยตนเอง ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลชั้นปฐมภูมิ เช่น การเก็บข้อมูลด้วยภาพถ่ายผลิตภัณฑ์เดิม ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง การสังเกต การสัมภาษณ์ ในหลายๆเรื่อง เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนงานออกแบบของผู้วิจัย ดังนี้

การศึกษาข้อมูลจากผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ข้างเคียง

- รายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบของผู้แทนที่ และอุปกรณ์ที่ใช้
- รายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบผลิตภัณฑ์ข้างเคียง

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้างรูปแบบผลิตภัณฑ์เดิม

ชิ้นส่วนต่าง ๆ ประกอบด้วย

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 1. หลอดหลอดอเรสเซนซ์ | 7. นี้อด |
| 2. โครงสร้างไฟเบอร์กลาส | 8. โปสเตอร์แผ่นที่ |
| 3. พลาสติกใส พีวีซี | 9. แกนเหล็กหมุน |
| 4. นาฬิกา | 10. เทปขาว |
| 5. ไม้อัด | 11. สติกเกอร์ |
| 6. สายไหม | |

หลักการทำงานของผลิตภัณฑ์ คือ มีจอภาพแสดงข้อมูลรายละเอียดโดยใช้พลาสติก พีวีซี ได้ทำโค้งตามแบบเพื่อโชว์แผ่นที่ โดยใช้หลักการทำงานแบบหมุนตรงส่วนด้านบน โดยอาศัยหลักแกนยึดโครงสร้าง แล้วหมุนโดยรอบเพื่อมองดูแผ่นที่

โครงสร้างด้านบน

เป็นไฟเบอร์กลาสหล่อแบบให้สามารถประกอบนาฬิกาทรงกลม สามารถมองเห็น ได้ด้านเดียว โดยมีช่องสำหรับนาฬิกาด้านหน้า

โครงสร้างกลางตอนบน

เป็น ไม้อัดทำมุมสามเหลี่ยม ขนาด 30x60 เซนติเมตร หนุนด้วยสติกเกอร์ทำแบบโฆษณา สปอนเซอร์ผู้สนับสนุน โดยมีการยึดโครงสร้างค่อจากหลักแกนภายใน และตัวหมุนผู้แทนที่จะอยู่ส่วนล่าง

โครงสร้างของการติดตั้งแผ่นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายในเป็นไม้อัดทำแบบทรงกลม เพื่อเป็นโครงสร้างสำหรับติดแผ่นโปสเตอร์แผ่นที่
จำนวน 4 แผ่น @ $55 \times 85 = 4,675$ ตารางเซนติเมตร $4,675 \times 4$ แผ่น = $18,700$ ตารางเซนติเมตร ถ้าคิดเป็นของ
แผ่นที่ที่ติดเป็น 1 แผ่นใหญ่ 110×170 เซนติเมตร

โครงสร้างส่วนด้านล่าง

หล่อไฟเบอร์กลาส เป็นฐานในการติดตั้งมีการลดขนาดตามแบบ

วงจรรีเลย์โทรนิคส์ในผลิตภัณฑ์

1. หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ จำนวน 2 หลอด
2. ลาลาสต์ควบคุม การทำงาน

อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในวงจร

1. ชุดให้แสงสว่าง
2. สายไปตัวเชื่อมกระแสไฟฟ้าในการทำงาน
3. สวิตช์เตอร์
4. บาลาสต์

การศึกษาโปสเตอร์แผ่นที่ของผลิตภัณฑ์เคม

เป็นข้อมูลที่แสดงรายละเอียดของแหล่งท่องเที่ยว เพื่อช่วยประชาสัมพันธ์แก่นักท่องเที่ยว โดยจัดทำเป็นโปสเตอร์ 4 แผ่น คอแบบ เพื่อแสดงรายละเอียดแหล่งท่องเที่ยว โดยนำแบบจากเทศบาลเมืองมาทำอาร์ตเวิร์ค
หาสปอนเซอร์เพื่อมีส่วนช่วยส่งเสริมการผลิตแผ่นที่ พิมพ์ 4 สี ออฟเซท ขนาด 55×85 เซนติเมตร มีรายละเอียด
ภายในข้อมูลดังนี้

ข้อมูลรายละเอียดพร้อมเบอร์โทรศัพท์

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| - โรงแรม | - เคเบิ้ลทีวี |
| - ร้านอาหาร/คัฟ/คาราโอเกะ/เบเกอร์รี่ | - ห้างสรรพสินค้า |
| - บุติก/ผ้าไหม | - ซูเปอร์มาร์เกต |
| - ร้านขายของที่ระลึก/ของฝาก | - แวนตา / นาฬิกา |
| - ร้านหนังสือ / เครื่องเขียน/กีฬ้อุป | - แอ็คเวอร์ไทซิ่ง |
| - ร้านขายดอกไม้ / พันธุ์ไม้ | - จำหน่ายอุปกรณ์ตู้แช่ชั้นวางของ |
| - ร้านถ่ายรูป | - ประดับรถยนต์ |
| - อุปกรณ์ก่อสร้าง /เฟอร์นิเจอร์ | - น้ำดื่ม |
| - ร้านขายยา | - คลินิก |
| - ร้านข้าวต้ม | - โทรศัพท์/แฟกซ์/คอมพิวเตอร์ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รถเช่า
- ทัวร์
- โรงภาพยนตร์
- นวดแผนโบราณ
- โรงพยาบาล
- เอเย่นต์ขายรถ / มอเตอร์ไซด์
- ข้อมูลทิวทัศน์/ ภาพขยายส่วนสำคัญ
- เครื่องใช้ไฟฟ้า/ ร้านวิดีโอ/ เทปคลาสเซท
- ที่ดิน/ บ้านจัดสรร/ อพาร์ทเมนท์
- โรงเรียน
- ปริญญาปัญหาน้ำ
- เครื่องปรับอากาศ
- ข้อมูลเส้นลวดติดจุด/ ลองติดจุด
- ข้อมูลเครื่องหมายสัญลักษณ์จังหวัด

ค่าใช้จ่ายในการหาสปอนเซอร์

ขนาด 30 x 60 เซนติเมตร	10,000 บาท
ขนาดโลโก้ แสดงแผนที่	3,000 บาท (ออฟเซต 4สี)
ชื่อบริษัท / เบอร์โทรศัพท์	1,000 บาท

การติดตั้งแผนที่ประชาสัมพันธ์

ในการส่งมอบตู้ผลิตภัณฑ์จะดำเนินการผลิตจำเป็นต้องทราบถึงสถานที่ติดตั้ง โดยมีการติดต่อ
ดำเนินงานระหว่างทางบริษัทเมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด กับเทศบาลเมืองหรือศาลากลางเมืองจังหวัด ประกอบพิธีส่ง
มอบตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์ โดยถือคำขวัญของทางบริษัท

“ เป็นประโยชน์ต่อสาธารณชน สบายงามต่อบ้านเมือง
เป็นเกียรติแก่ผู้ให้ ค้ำค้ำแก่ผู้สนับสนุน “

ทางบริษัทมีนโยบายขยายการติดตั้งตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์ให้ทั่วทั้งประเทศไทยเพื่อตอบสนอง
การเจริญเติบโตของการท่องเที่ยวตามแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญในประเทศ

การขนส่งในการติดตั้ง

ในการขนส่งแต่ละครั้งจะมีการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สามารถห่อหุ้มชิ้นงานให้มีการกระทบ
กระเทือนและเสียหายน้อยที่สุด โดยจะขนส่งทางบกโดยรถบรรทุก มีการขนส่งในแนวตั้ง และใช้ไม้ถ้ำา หรือไม้
หน้าสาม ทำกรอบโดยรอบของฐานสูงประมาณ 1.00 เมตร ห่อหุ้มตู้แผนที่ โดยมีโครงไม้คอกตะปูทะแยงทุกด้าน
เพื่อความแข็งแรงทนทาน และสะดวกในการขนส่งเคลื่อนย้าย

การประกอบผลิตภัณฑ์นอกสถานที่

ในการขนส่งจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายนั้นต้องสามารถรักษาผลิตภัณฑ์ให้เกิดความปลอดภัยใน
การขนส่ง และสามารถประกอบใช้งานได้สะดวก ส่วนตู้แผนที่นี้ไม่มีการแยกชิ้นส่วนจะประกอบจากโรงงานทุก
ส่วน ในขั้นตอนแรก ส่วนในการประกอบนอกสถานที่ก็จะมีการติดตั้งสายไฟ ตำแหน่งติดตั้งเพื่อทัศนียภาพที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะในการมาใช้บริการ

ส่วนในการคิดตั้งเรีบบร้อยนั้น นักท่องเที่ยวจะมาใช้บริการในการสำรวจหาที่หมายโดยหาตำแหน่งสถานที่ท่องเที่ยว เพื่อหาตำแหน่งสถานที่ที่กำลังอยู่ สำรวจภาพโดยรวมของสถานที่ตั้ง โดยในแต่ละครั้งของการใช้บริการจะสามารถเห็นภาพโดยรวมของพื้นที่ทั้งหมดได้ พร้อมมีรายละเอียดประกอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9
ผลิตภัณฑ์ไม้สักเคียง



สถานที่ : สวนสัตว์เปิดเขาเขียว จ.ชลบุรี

วัสดุ : เสา ทำจากไม้ ติดยึดเสาด้วย อลูมิเนียมทรงแหลม ลักษณะป้ายภายในจะเป็นพลาสติกใส ทำเป็นกล่องไฟ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ด้านบนโฆษณาสินค้าที่เป็นสปอนเซอร์ คือ กล้อง ,ฟิล์มสีอิก้า ด้านล่างเป็นรายละเอียด เกี่ยวกับพื้นที่ภายในสวนสัตว์เปิดเขาเขียว ป้ายทั้ง 2 มี ไฟนีออน ติดตั้งอยู่ภายใน ทั้ง 2 การยึดติดด้วยน็อต 4 ตัวทั้ง 2 เสา ป้ายแสดงรายละเอียดให้เห็นได้ 2 ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10
ผลิตภัณฑ์ไก่ดีเคียง



สถานที่ : เกาะลอย อ. ศรีราชา จ.ชลบุรี

วัสดุ : ป้ายใช้สังกะสีแบบชนิดหนาสกรีนแผ่นที่ขนาด 50 x70 เซนติเมตรแสดง
รายละเอียดด้านเดียว ยึดติดด้วยเสา 2 ต้น ผังดินกลบด้วยปูนซีเมนต์ที่โคนต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 11
ผลิตภัณท์ไก่ต้ไคยง



- สถานที่ : เมืองพ็ทยา บริเวณ หน้า อาคาชา
 วัสดุ : เสาทำจากเหล็กทรงกลม 2 เสา มีรูปทรงที่หัวเสาทั้ง 2 ลักษณะป้ายจะเป็น
 การนำโปรเตอร์ มาติดที่ตุ้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 12
ผลิตภัณฑโกสีย์เคียง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

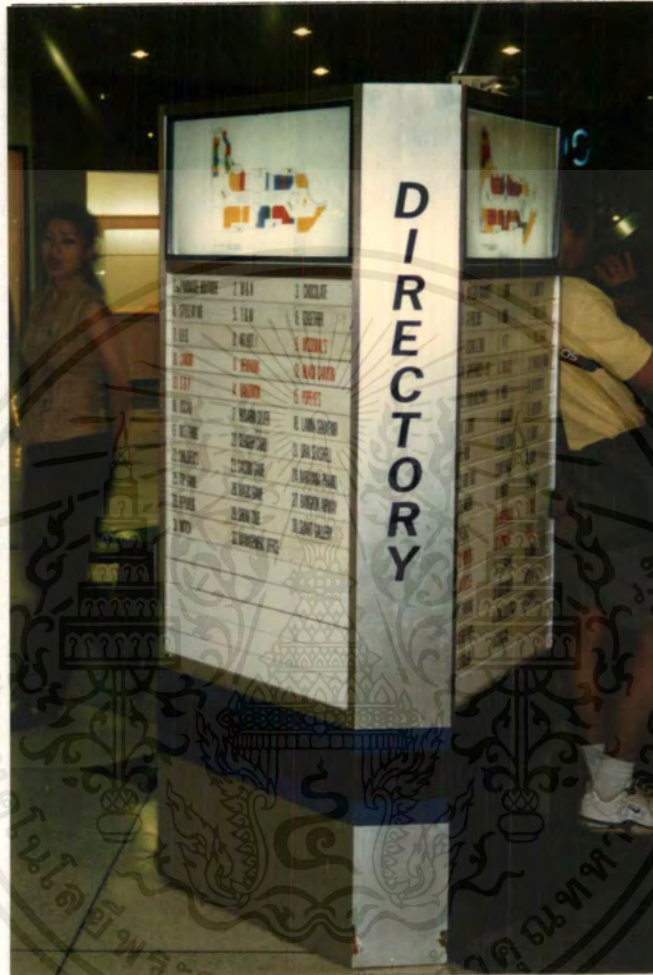
ภาพที่ 13
ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่เทียม



- สถานที่ : บางแสน ต.แสนสุข จ.ชลบุรี
วัสดุ : ไม้ไผ่เทียม ทำลวดลายที่ขอบโค้ง แสดงรายละเอียดภายในเป็นการขึ้นรูป มี
โลโก้ที่เหนือคานบน ผู้สนับสนุนอยู่ด้านล่าง แสดงรายละเอียด 2 ด้าน
เหมือนกัน ความสูงประมาณ 3.00 เมตร X 1.20 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 14
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง



สถานที่ : ห้างรอยัล พัทยา จ.ชลบุรี

วัสดุ : ตู้ไฟทรง 3 เหลี่ยม สูง 2.00 เมตร แสดงรายละเอียดแผนที่ด้านบน และ
บอกตำแหน่งชื่อร้านค้าด้านล่างการติดตั้งไฟต่อกับสายไฟด้านบน เป็นลักษณะ
สายม้วนเกลียวคล้ายสายโทรศัพท์ มีกราฟิกที่มุม เขียน DIRECTORY
ที่มุม 3 ด้าน วางอยู่ในตำแหน่ง ใกล้บันไดเลื่อนของทุกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 15
ผลิตภัณท์ไกด์



สถานที่ : เมืองพัทยา จ.ชลบุรี

วัสดุ : ตู้แผนที่ทำจาก สเตเลส เป็นตู้ไฟซ่อนอยู่ภายใน มองเห็นได้เพียงด้านเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 16
ผลิตภัณฑ์ไม้แกะสลัก



สถานที่ : ห้างซูเปอร์บิ๊กซี เมืองพญาเหนือ จ.ชลบุรี
วัสดุ : เป็นตู้แผนที่ภายในทำจากไม้แกะสลักเคลือบด้วยแลคเกอร์ มีไฟซ่อนอยู่
ภายใน ขาดังเป็นเหล็ก รับน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 17
ผลิตภัณฑ์ไก่ดำเคียง



สถานที่ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

วัสดุ : ด้านบนเป็นสแตนเลสแผ่นแสดงชื่อมหาวิทยาลัยแบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านซ้ายเป็นแผ่นที่ ด้านขวาเป็นรายละเอียด ยึดเกาะด้วยแท่นปูนซีเมนต์ 3 เสา ใช้น็อต 4 ตัว ต่อ 1 ต้น เสาเป็น สีเหลี่ยมสีดำ ทำจากเหล็กฉาก 3 นิ้ว ไม่มีไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 18
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

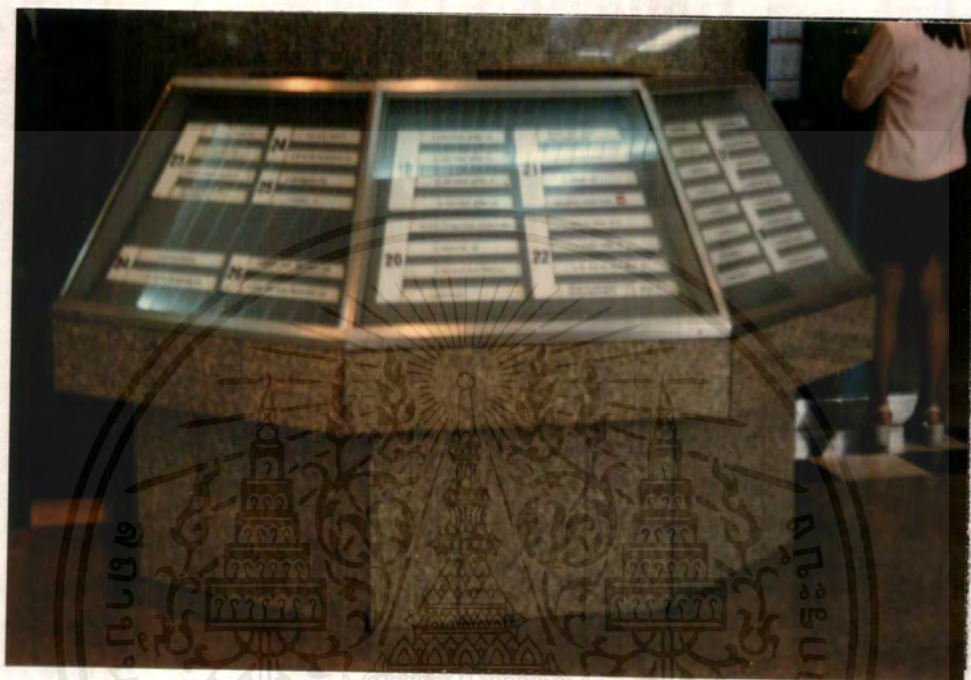


สถานที่ : จ. เชียงใหม่

วัสดุ : เป็นป้ายเหล็กฉลุนูน โดยการเขียนด้วยลายมือ เสาเหล็กทั้ง 2 ข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 19
ผลิตภัณชาติใกล้เคียง



- สถานที่ : ธนาคารแห่งประเทศไทย อ. โสภก
 วัสดุ : โครงสร้างเป็นหินอ่อน ออกแบบเป็น 5 เหลี่ยม มีไฟซ่อนอยู่ด้านหลังตู้
 ตู้ยังเป็นเคาร์เตอร์ประชาสัมพันธ์ ติดต่อสอบถามหน้าตัวตึก ก่อนนั้น
 ตึก มีทางเข้าด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 20
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง



งานวิทยานิพนธ์ : ของ สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม สจล.

วัสดุ : เสาสแตนเลส 2 ด้าน เป็นป้ายประชาสัมพันธ์เส้นทางเดินรถ ตัวป้าย
ใช้การฉีควัสดุกรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 22
ผลิตภัณฑ์ไอดีเคียง



สถานที่ ตามศูนย์การค้าทั่วไป

วัสดุ เป็นตู้ขายหนังสือพิมพ์ โครงสร้างทำจากโครงแผ่นเหล็ก มีเครื่องกลไกอยู่ภายใน
จำหน่ายโดยการหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 23
ผลิตภัณฑ์ไอดีเคียง



สถานที่ ปิมน้ำมัน

วัสดุ เป็นตู้โทรศัพท์ของบริษัท เทเลคอม โครงสร้างเป็นไฟเบอร์กลาสและไม้

ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 24
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง



สถานที่ บริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ กรุงไทยธนกิจ จำกัด ค.อ.โศภ

วัสดุ เป็นตู้แสดงชื่อบริษัทสามารถเห็นได้ 3 ด้าน ภายในมีไฟซ่อนอยู่ โครงสร้างเป็นแผ่นเหล็ก
แผ่นป้ายเป็นพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 25
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง



สถานที่ มินิมาร์ท ด.อ.โสภ

วัสดุ เป็นตู้ไฟสามารถเคลื่อนที่ได้ เพราะมีล้อ 4 ข้าง ขอบเป็นแผ่นสแตนเลส เป็นโครงยึดแผ่นพลาสติก ใช้เทคนิค การติดสติ๊กเกอร์ปะติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 26
ผลิตภัณฑ์ไอดีเคียง



สถานที่ ตามย่านธุรกิจต่าง ๆ

วัสดุ ตู้เงินค้วน ATM ของกรุงเทพ โครงสร้างหน้าจะเป็นเสาเสาคอนกรีต 2 ด้าน
ภายนอกเป็นหินแกรนิตลายลักษณะป้าย เป็นการพ่นสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 27
ผลิตภัณฑาิกัดเคียง

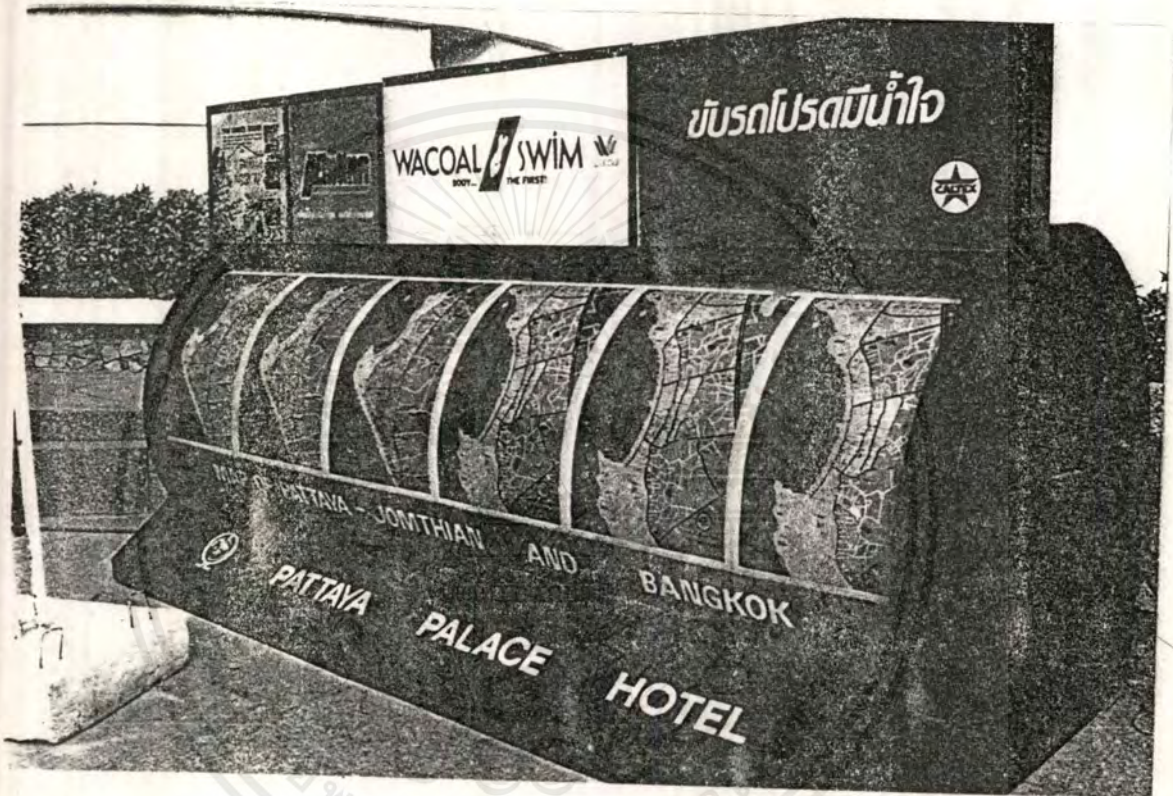


สถานที่ สถานเอกอัครราชทูตญี่ปุ่น

วัสดุ เป็นป้ายนอกสถานที่ ทำจากโครงเสา 2 ต้น เป็นหินแกรนิต แผ่นป้ายเป็นแผ่นอลูมิเนียม
แกะสลัก ลายโดยใช้กรดแล้วเทสีระบายค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 28
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง



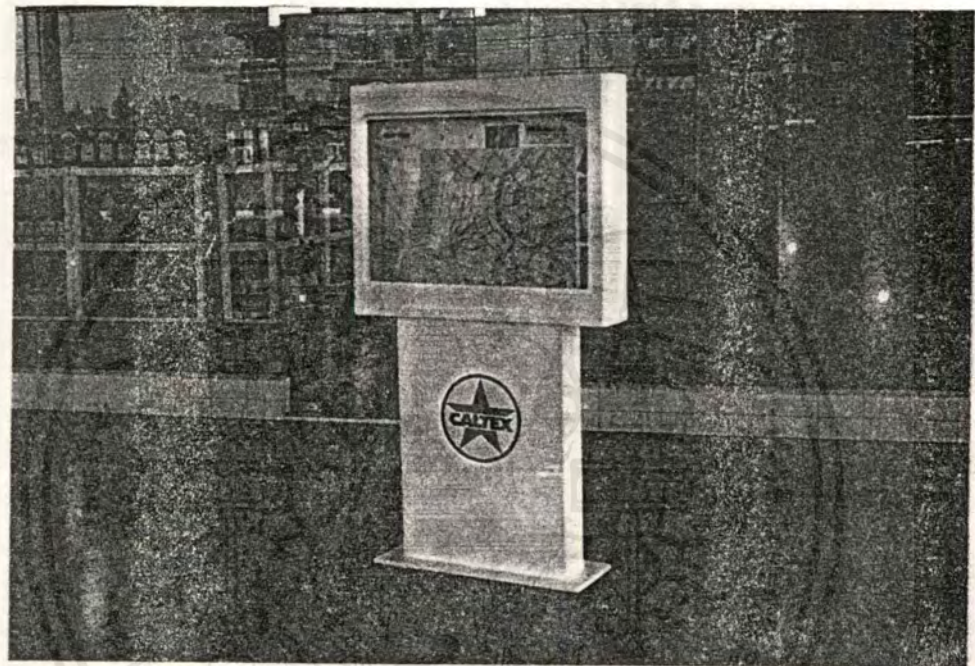
สถานที่ หน้าการท่องเที่ยวน้ำพุพญา จ.ชลบุรี

วัสดุ เป็นตู้แผนที่ขนาดใหญ่ สามารถหมุนได้ ในแนวนอน มีแผ่นป้ายโฆษณาด้านบน 4 ป้าย
เรียงเป็นแถวมีไฟซ่อนอยู่

ด้านหลัง สามารถเห็นได้ 2 ด้าน คือ หน้า และหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 29
ผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียง



สถานที่ ปั้มน้ำมัน ตรา CALTEX

วัสดุ โครงสร้างทำจากไฟเบอร์กลาส มีจอทำจากแผ่นพลาสติกใส โดยแผนที่ติดภายในเป็นแผ่นโปสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 30
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

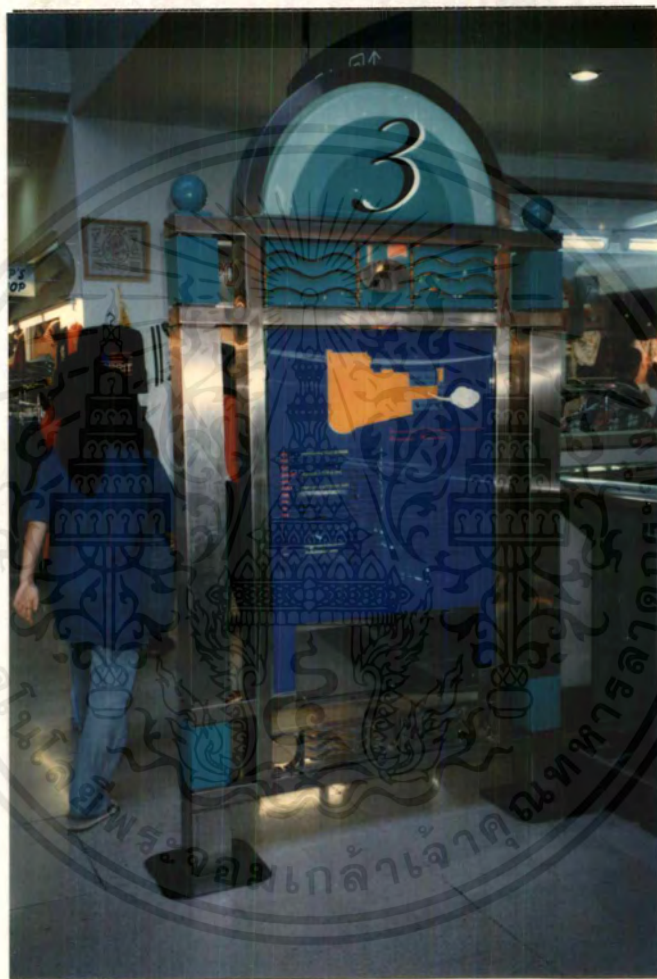


สถานที่ ห้างฟิวเจอร์ บางแค กรุงเทพฯ

วัสดุ โครงโลหะแผ่นเป็นฐานล่าง ส่วนด้านบนเป็นพลาสติกทำแบบตามรูป มีไฟซ่อนอยู่ด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 31
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง



สถานที่ บริเวณภายในห้างฟิวเจอร์ บางแค

วัสดุ อลูมิเนียมทำโครงสร้างมีส่วนประกอบของพลาสติกมาไว้ในบริเวณที่เป็นรายละเอียดในการแสดง
แผนที่บ่งบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 32
ผลิตภัณฑ์ไอดีเคียง

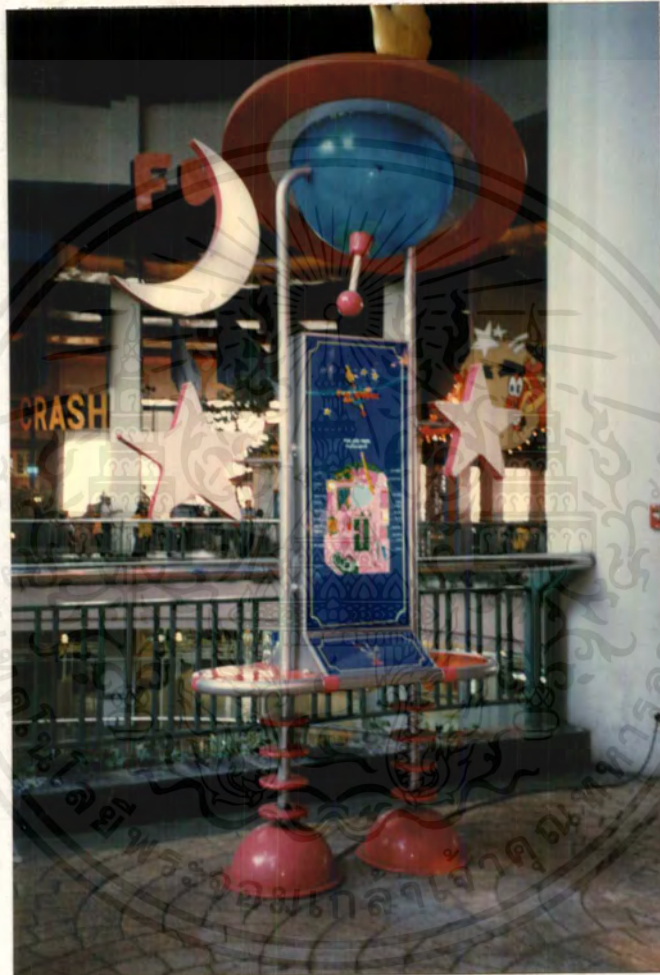


สถานที่ บริเวณหน้าโรงภาพยนตร์ ฟิวเจอร์ บางแค

วัสดุ ทำจากพลาสติกมีการติดตั้งไฟที่ด้านใน แสดงแสงสว่างออกจากด้านใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 33
ผลิตภัณฑาโกดี้เคียง

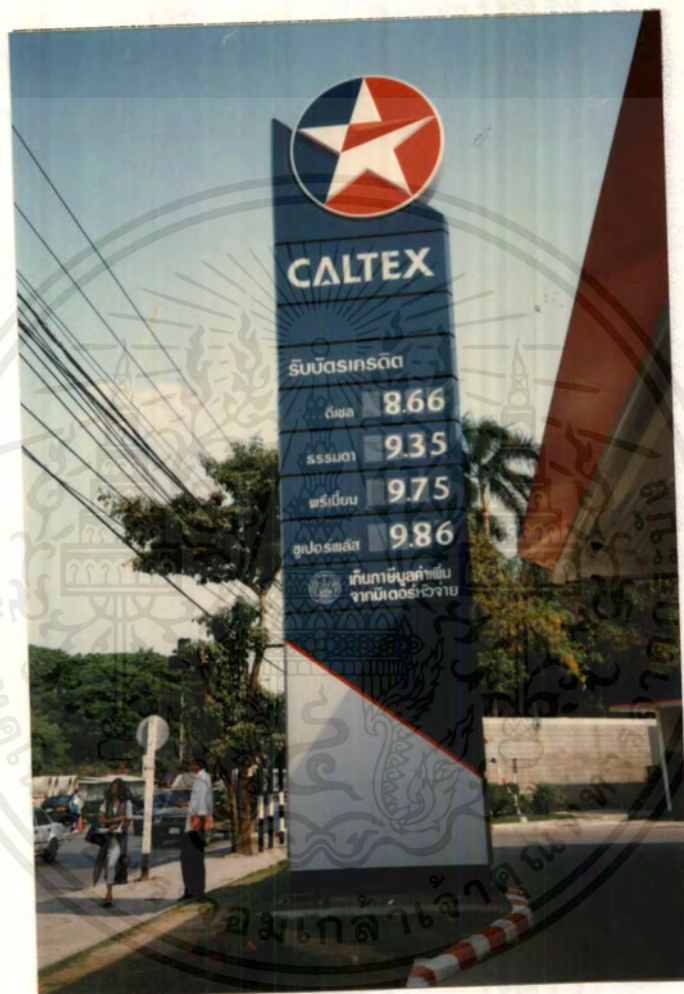


สถานที่ บริเวณหน้าสวนสนุก ฟิวเจอร์ บางแค

วัสดุ โครงสร้างทำจากพลาสติก โครงเสาทำจากโลหะ มีกราฟฟิกประกอบเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 34
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง



สถานที่ ปั๊มน้ำมันคาร์เทค บางเขน

วัสดุ โครงสร้างด้านล่างเป็นโลหะแผ่น ส่วนตราสินค้าทำจากพลาสติก มีไฟอยู่ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 35
ผลิตภัณฑ์ไอ้เก้งเคียง



สถานที่ ปิ๊มน้ำมัน คาร์เทค บางเขน
วัสดุ เคาร์เตอร์เติมน้ำมัน ทำจากโครงสร้างโลหะพ่นสีตามแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 36
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง



งานโครงการปรับปรุงคู่มือแผนที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวเมืองพัทยาของ สัญญา เอื้ออำนวยพร

วัสดุ โครงสร้างทำจากไฟเบอร์กลาส สูง 2.50 เมตร ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ภายในระบบหมุนด้วยแกน 2 แกน โดยมีแผ่นโพลีคาร์บอเนตที่พันอยู่โดยรอบ จอคู่มือที่กว้าง 60 เซนติเมตร ด้านหลังแสดงรายชื่อสปอนเซอร์ ผู้สนับสนุน มีประตูเปิด ปิด เพื่อความสะดวกในการซ่อมแซมและการติดตั้ง

ข้อมูลเกี่ยวกับป้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้ายเป็นสื่อความหมายชนิดหนึ่ง มีลักษณะ 3 มิติ สัญลักษณ์เป็นสื่อความหมายโดยตรงที่ผูกติดอยู่กับป้าย ดังนั้นป้ายจึงมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าสัญลักษณ์ ป้ายที่ดีจะมีส่วนช่วยให้สัญลักษณ์นำดูง่ายขึ้น

ป้ายสามารถแบ่งตามประโยชน์ใช้สอยเป็น 2 ชนิด คือ

1. ป้ายภายนอก
2. ป้ายภายใน

ป้ายภายนอก (EXTERIOR SIGN)

คือป้ายที่ติดตั้งภายนอกอาคาร อันมีลักษณะตามประโยชน์ใช้สอยที่สำคัญคือ

1. เป็นสื่ออันดับแรกกับคนก่อนที่จะเข้ามาใช้บริการของอาคาร
2. เป็นส่วนตกแต่งบริเวณรอบ ๆ อาคาร
3. ต้องมีความแข็งแรง ทนต่อการกัดกร่อนของฝน ลม แสงแดด

ป้ายภายนอกสามารถจะแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ใช้บริการของอาคาร

1. ป้ายที่ติดกับตัวอาคาร (WALL SIGN) เป็นป้ายที่ติดภายนอกอาคาร อาจจะติดตั้งกับผนัง

ของ

อาคารหรือส่วนบางทางเข้าอาคาร ดาดฟ้า ฯลฯ

2. ป้ายที่ติดตั้งอิสระ (FREE SIGN) เป็นป้ายที่อยู่โดด ๆ บริเวณใกล้กับอาคาร สามารถแบ่ง

ได้

เป็น 2 ชนิด คือ

- 2.1 ป้ายติดตาย เป็นป้ายที่ติดตั้งตายตัวไม่สามารถเคลื่อนย้ายไปไหนได้ มักเป็นป้ายที่มี

ความ

สำคัญ เช่น ป้ายชื่อบริษัท เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ป้ายที่เคลื่อนย้ายได้ เป็นป้ายชั่วคราว ที่ใช้ยามกระชั้นหัน เมื่อไม่ต้องการใช้ก็จะนำไปเก็บ หรือใช้กับสถานที่อื่นต่อไป เช่น ป้ายจราจร ป้ายห้ามผ่านชั่วคราว ฯลฯ

ป้ายภายใน (INTERIOR SIGN)

คือป้ายที่อยู่ภายในอาคาร มีลักษณะที่ต่างไปจากป้ายภายนอก ดังนี้

1. เป็นป้ายที่สื่อความหมายต่อมาจากป้ายภายนอกอาคาร เพื่อไปยังจุดหมายที่ต้องการภายในอาคาร

2. เป็นส่วนที่ตกแต่งภายในของอาคาร

3. เนื่องจากอยู่ภายในอาคาร ดังนั้นจึงมีต้องคำนึงถึงการกักร้อนของฝน ลม แสงแดดนัก

ซึ่งก็แล้วแต่ลักษณะสถานที่ติดตั้งภายในอาคาร

ป้ายภายในอาคารสามารถแบ่งได้หลายชนิด ดังนี้คือ

1. ป้ายติดผนัง (WALL SIGN) แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 ป้ายยื่นจากผนัง จะมีลักษณะยื่นออกมาจากผนัง โดยมีแกนติดกับผนัง มุมมองของป้ายจะเป็นด้านหน้าของทางเดิน มองได้ 2 ด้าน

1.2 ป้ายติดผนัง มุมมองของป้ายจะอยู่ทางข้างของทางเดินมองได้ด้านเดียว

2. ป้ายห้อย (SUSPEN SIGN) แบ่งได้เป็น 2 ชนิด เช่นเดียวกับป้ายติดตั้งอิสระภายนอก

แผนภูมิที่ 2
 ป้ายแบ่งตามลักษณะการติดตั้ง



การแบ่งชนิดของป้ายดังกล่าวมานี้เป็นการแบ่งป้ายโดยคำนึงถึงลักษณะการติดตั้งป้าย นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งตามลักษณะป้ายที่บ่งชี้ได้ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น

ป้ายที่มีลูกศร

1. ป้ายทิศทาง (DIRECTION) เป็นป้ายที่บอกตำแหน่งของสถานที่ที่สำคัญบ้างชี้ มักจะ

2. ป้ายบอกแผนก (IDENTIFICA) เป็นป้ายที่แยกจากป้ายทิศทาง โดยจะบอกย่อไปในกรณีที่มีแผนกมาก อาจจะแบ่งโดยการใช้สี เช่น ในโรงพยาบาล เป็นต้น

3. ป้ายแนะนำ (INSTRUCTION) เป็นป้ายแนะนำหรือตักเตือน เช่น ป้ายห้ามผ่านในส่วนเฉพาะของเจ้าหน้าที่, ที่ทิ้งขยะ ฯลฯ

4. ป้ายผัง (INFORMATION) เป็นป้ายแสดงแผนผังของอาคารนั้น หรือแสดงแผนผังภายในที่ทำงานอยู่ พร้อมทั้งมีหน้าที่บอกตำแหน่งของสถานที่ต่าง ๆ ภายในตัวอาคาร

ข้อมูลเกี่ยวกับป้ายนั้นมีรายละเอียดให้ศึกษามากมายรวมทั้งชนิดของป้ายก็ถูกแบ่งออกเป็นหลายชนิดหลายแบบเช่นกัน ข้อมูลเกี่ยวกับป้ายนี้มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการทำวิจัยในโครงการนี้ เมื่อมีข้อมูลในส่วนสำคัญนี้แล้วก็ต้องมีข้อมูลในส่วนอื่น ๆ อีก จึงดำเนินการต่อไปได้

การศึกษาถึงผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงในลักษณะการใช้งานและวิธีต่าง ๆ ในการผลิตป้ายและแผ่นโฆษณา

ลักษณะของป้ายมี 2 ชนิด

1. ป้ายกล่องไฟให้แสงสว่าง

ป้ายชนิดนี้มีไฟฟลูออเรสเซนต์อยู่ภายใน สามารถมองเห็นผ่านแผ่นป้ายได้

ภาพที่ 37
ลักษณะป้ายกล่องไฟให้แสงสว่าง



2. ป้ายที่รับแสงสว่างจากภายนอก

ป้ายชนิดนี้ไม่มีแสงสว่างจากภายในตัวป้าย จึงต้องอาศัยการมองเห็นจากแสงสว่างของสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น หลอดไฟ สปอร์ตไลท์ แสงธรรมชาติ ป้ายชนิดนี้ถูกผลิตและทำขึ้นด้วยวัสดุหลากหลายชนิด ขึ้นอยู่กับความต้องการของเจ้าของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 38
ป้ายที่รับแสงสว่างจากภายนอก



ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ในข้างต้น วัสดุหลักในการนำมาผลิตป้ายส่วนมาก คือ พลาสติกอะครี-
ลิก ซึ่งในการออกแบบป้ายจึงต้องมีข้อจำกัดในเรื่องของขนาดของป้าย ขนาดจำกัดของพลาสติกมีขนาด 1.22 x
2.44

เมตร หรือขนาดยาวที่สุด คือ 3 เมตร ถ้าป้ายมีความยาวกว่านี้ก็จะใช้วิธีการต่อพลาสติก ซึ่งจะไม่สวยและเกิด
รอยต่อ แต่ในปัจจุบันผู้คิดค้นวัสดุชนิดใหม่ขึ้นมา คือ ไวนิล มีลักษณะคล้ายผ้ามีคุณสมบัติไปรับแสงเหมือนกับ
พลาสติกอะครีลิก มีความยาว 45 หนา กว้าง 60 เซนติเมตร ถึง 120 เซนติเมตร ราคาตารางเมตรละ 1,360 บาท

ลักษณะการทำงานของป้ายกล่องไฟ ที่ได้ทำการศึกษาระหว่างนี้ มีรายละเอียด ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 39
โครงสร้างป้ายกล่องไฟอลูมิเนียม



ความหมายของป้ายกล่องไฟไม่ควรต่ำกว่า 6” ถ้าตู้ไฟมีขนาดใหญ่ขึ้น ความหนาจะเพิ่มเป็น 8” จะทำให้การกระจายแสงของป้ายได้ดี ระยะในการจัดวางหลอดไฟหรือตำแหน่งของหลอดไฟไม่ควรห่าง 20 เซนติเมตร ระยะดังกล่าวทำให้แสงมีความนวลและมีความสว่างสม่ำเสมอ ภายในควรทาสีที่ก่อให้เกิดการสะท้อนแสง เช่น สีบอร์น เป็นต้น

ขั้นตอนการผลิตป้ายกล่องไฟ เริ่มต้นด้วยการผลิตโครงสร้างก่อนลำดับแรก โครงสร้างส่วนมากทำด้วยสังกะสีอาจมีวัสดุอื่นอีก เช่น อลูมิเนียม แต่วัสดุดังกล่าวมีราคาค่อนข้างสูงกว่าสังกะสี โครงสร้างป้านส่วนมากจะมีรูปทรงสี่เหลี่ยม ดังภาพ

ภาพที่ 40
ลักษณะแผ่นป้ายที่นูนออกจากตัวอย่าง



การทำตัวอักษรลงบนแผ่นป้ายกล่องไฟที่เป็นพลาสติกอะคริลิก สามารถแบ่งเป็น 4 วิธี คือ

1. การพ่นสีค่านใน คือ การนำพลาสติกมาแกะตัวหนังสือตามต้องการลงบนแผ่นพลาสติก

ค่าน

ในแล้วก็พ่นสีลงไป จากนั้นก็จะได้รับตัวอักษรตามแบบที่ต้องการ ข้อดีของวิธีการนี้จะได้ด้านหน้าที่เรียบแต่จะมีข้อเสีย คือ เมื่อพ่นสีลงไปน้ำหนักจะพ่นสีด้วยมือ นั้น จะไม่สม่ำเสมอทำให้เมื่อเปิดไฟจะเห็นน้ำหนักของสีที่ไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 41
ป้ายที่ใช้วิธีการพ่นสีจากด้านใน



2. การใช้สติ๊กเกอร์ลงบนด้านหลังแผ่นป้าย วิธีดังกล่าวเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน เพราะให้ความสะดวกเร็วในการผลิตและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน วิธีการทำเริ่มจากตัดสติ๊กเกอร์ตามต้องการ อาจตัดด้วยมือหรือคอมพิวเตอร์ก็ได้ จากนั้นนำสติ๊กเกอร์ไปติดด้านหลังของแผ่นพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 42
ป้ายที่ติดสติ๊กเกอร์บนแผ่นพลาสติก



3. การพิมพ์ซิลค์สกรีน เหมาะกับงานที่ต้องการความละเอียดงานที่มีการใช้สีมาก ๆ วิธีนี้จะ
ทำ
ลงบนด้านหน้าของแผ่นพลาสติกได้ทันที สีที่ใช้จะเป็นสีสำหรับการพิมพ์ซิลค์สกรีนโดยเฉพาะ วิธีการนี้งานจะ
ออกมาสวยงามและเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 43
แผ่นป้ายที่ใช้วิธีฉีดยึดสกรีน



4. การติดตัวอักษรด้วยพลาสติกแล้วติดลงบนแผ่นพื้นพลาสติก วิธีนี้เป็นวิธีการที่ยุ่งยากและ
ไม่ทันสมัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 44

ป้ายที่ใช้วิธีตัดตัวอักษรติดลงบนพื้นพลาสติก



2. แผ่น

วัสดุชนิดนี้เหมาะสำหรับป้ายที่มีขนาดใหญ่หรือมีความยาวเกิน 3 เมตรขึ้นไป ปัจจุบันวิธีเป็นที่นิยมมาก เพราะมีความแข็งแรง ทนแดด ทนฝน แต่มีราคาแพงและยังต้องสั่งซื้อมาจากต่างประเทศ วิธีการทำคือ ชั่งไวโนลให้ตึงแล้วนำสติกเกอร์ที่ตัดไว้แล้ว ติดลงไปบนไวโนล

3. ป้ายโฆษณาที่ใช้วิธีฉลัศกรีน

วิธีนี้จะใช้พลาสติกใสชนิด PVC อย่างบางสำหรับการฉลัศกรีนตามแบบที่ต้องการ จากนั้นนำไปติดกับพลาสติกอะคริลิกสีขาว แผ่นพลาสติก PVC จะติดกับพลาสติกอะคริลิกเอง วิธีนี้ใช้สำหรับป้ายที่ต้องการเปลี่ยนแปลงบ่อย ๆ

ป้ายที่ใช้แสงจากภายนอก

ป้ายที่ใช้แสงสว่างจากด้านนอกโดยตรง ป้ายชนิดนี้กรรมวิธีการผลิตมากมายหลายรูปแบบ รวมไปถึงวัสดุในการนำมาผลิตก็มีมากเช่นกัน เทคนิคการผลิตป้ายชนิดนี้ถูกพัฒนาขึ้น โดยผู้ออกแบบและผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านนี้โดยเฉพาะ ผู้วิจัยจะขอกว่าถึงวิธีการที่เป็นที่นิยมและที่สามารถศึกษาค้นคว้าและรวบรวมมาได้

1. ป้ายพลาสติกอะคริลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 วิธีการพ่นสีลงบนแผ่นพลาสติก ลักษณะงานชนิดนี้เป็นงานที่ค่อนข้างหยาบ เหมาะกับ

การทำป้ายที่เป็นตัวหนังสือเป็นส่วนใหญ่ วิธีการทำมี 2 วิธีคือ การแกะตัวหนังสือจากสติ๊กเกอร์บนพลาสติก แล้วพ่นสีลงไปจากนั้นลอกสติ๊กเกอร์ออกจะปรากฏตัวหนังสือตามต้องการ อีกวิธีคือทำต้นแบบตัวอักษรจากกระดาษแล้ววางลงบนแผ่นพลาสติก หลังจากนั้นพ่นสีเปรยลงไป อาแบบออกจะได้ตัวหนังสือตามต้องการ วิธีการที่ 2 นี้ จะได้งานที่ไม่ละเอียดและสวยงามเท่ากับวิธีการแรก

ภาพที่ 45

ป้ายพ่นสีโดยการตัดสติ๊กเกอร์บนแผ่นพลาสติก

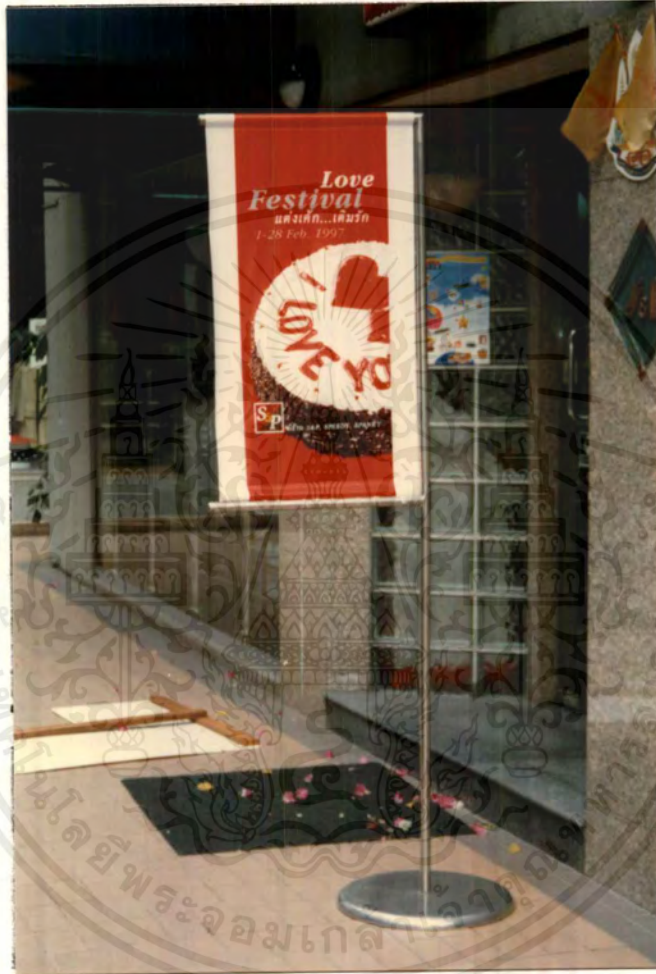


1.2 การพิมพ์ซิลค์สกรีน การผลิตป้ายแบบนี้ใช้สำหรับป้ายที่ต้องการความเรียบร้อยสวยงาม

หรืองานที่มีสีสันจำนวนมาก ๆ วิธีการซิลค์สกรีนนี้เป็นวิธีการผลิตที่ค่อนข้างยุ่งยาก แต่จะใช้เวลาละเอียดเป็นอย่างดี คุมชัดและสวยงาม ป้ายที่ใช้วิธีนี้ได้แก่ ป้ายแผ่นที่ในห้างสรรพสินค้า ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 46
ป้ายที่ทำจากพิมพ์อิงค์สกรีน



1.3 ป้ายติดด้วยสติ๊กเกอร์ ป้ายแบบนี้เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เพราะได้งานที่ปราณีต สวยงามและรวดเร็ว การติดสติ๊กเกอร์จะใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งสะดวกและรวดเร็ว สติ๊กเกอร์ที่เลือกใช้มีทั้ง อย่างดีและอย่างไม่ดี ป้ายชนิดนี้มีอยู่มากภายในห้างสรรพสินค้า ท่าอากาศยาน โรงพยาบาล ป้ายชนิดนี้ ได้แก่ ป้ายสุชา ป้ายลิฟท์ ป้ายภัตตาคาร ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ป้ายที่เขียนสีลงบนผ้า

วัสดุที่ใช้คือ ผ้าดิบ การใช้งานจะเป็นการใช้แบบชั่วคราวประมาณ 1-30 วัน ป้ายนี้จะบ่งบอกประชาสัมพันธ์ให้ผู้พบเห็นได้ทราบข้อมูลที่แสดงไว้บนป้าย ป้ายชนิดนี้จะเป็นป้ายขนาดเล็กไปจนถึงใหญ่ การแขวนป้ายก็ต้องมีการถ่วงน้ำหนักที่ปลายผ้าทั้ง 2 ข้างเพื่อไม่ให้ลมพัด ป้ายชนิดนี้ ได้แก่ ป้ายลดราคา ป้ายเทศกาล ป้ายงานฉลองต่าง ๆ ฯลฯ

ภาพที่ 57

ป้ายที่เขียนสีลงบนผ้า



การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับป้ายนั้นมีประโยชน์เป็นอย่างมาก เพราะทำให้ผู้วิจัยทราบถึงวิธีการผลิตป้ายชนิดต่าง ๆ มากมาย ได้ทราบถึงวัสดุ ราคา และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่นำมาเพื่อการผลิตป้ายโดยเฉพาะ ข้อมูลส่วนนี้ทำให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องป้ายมากขึ้น ผู้วิจัยจึงนำความรู้ตรงนี้มาศึกษา พร้อมทั้งนำมาใช้ประโยชน์ในการออกแบบ

ภาพที่ 55
ป้ายถาวรที่ทำด้วยสะกะสี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 47
ป้ายที่ติดด้วยสติ๊กเกอร์



1.4 วิธีการเจาะเจาะร่อง วิธีการนี้จะนำพลาสติกมาเจาะเจาะร่องด้วยเครื่องมือที่มีความ
ทันสมัย ในปัจจุบันเครื่องมือเหล่านี้จะถูกควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้ได้งานจำนวนมาก ในเวลาอัน
รวดเร็ว พลาสติกที่นิยมนำมาผลิตจะเป็นพลาสติกใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 48
ป้ายที่ผลิตด้วยการเจาะร่อง



1.5 วิธีฉลุดัวหนังสือ วิธีนี้จะนำพลาสติกอะคริลิกมาฉลุดัวเป็นตัวอักษร แล้วนำมาติดบนแผ่นพลาสติกอีกที การเชื่อมติดตัวอักษรลงบนพลาสติกจะใช้น้ำยาเชื่อมโดยเฉพาะ การติดตัวหนังสือ ติดโดยเครื่องฉลุดัว ไฟฟ้า ตัวอักษรจะปราศจากความถี่ไหนนั่น ขึ้นอยู่กับฝีมือของช่างด้วย ป้ายชนิดนี้พบในสถานที่ราชการ เช่น ป้ายหน้าห้อง ป้ายบ้านเลขที่ เป็นต้น

2. ป้ายที่ทำจากโลหะ

ป้ายชนิดนี้ส่วนใหญ่ทำจากสังกะสี เพราะสามารถผลิตได้ง่ายและราคาถูก แต่บางรายอาจใช้อลูมิเนียม ซึ่งไม่นิยมกันมากนักเพราะมีราคาแพง การทำตัวอักษรหรือกราฟฟิคบนแผ่นป้ายโลหะแบ่งได้ดังนี้

2.1 การติดสติ๊กเกอร์ วิธีนี้เป็นที่นิยมกันอย่างมาก เพราะได้งานที่ละเอียดรวดเร็ว สวยงาม การติดสติ๊กเกอร์จะเลือกใช้คอมพิวเตอร์ในการติด ส่วนสติ๊กเกอร์ที่ใช้ถูกพัฒนาให้มีคุณภาพดี อายุการใช้งานยาวนาน มีสีสันทันตักมาย ป้ายชนิดนี้ ได้แก่ ป้ายแผ่นที่ภายในอาคาร ป้ายแสดงส่วนบริการของห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 49
ป้ายโลหะติดสติ๊กเกอร์



2.2 การเขียนด้วยสีน้ำมัน วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย แต่ต้องอาศัยความชำนาญและมีมือของผู้

เขียน

การผสมก็มีส่วนเช่นกัน ถ้าผสมสีเหลวเกินไป หรือผสมสีข้นเกินไป จะทำให้ตัวหนังสือออกมาไม่สวย ไม่ปราณี

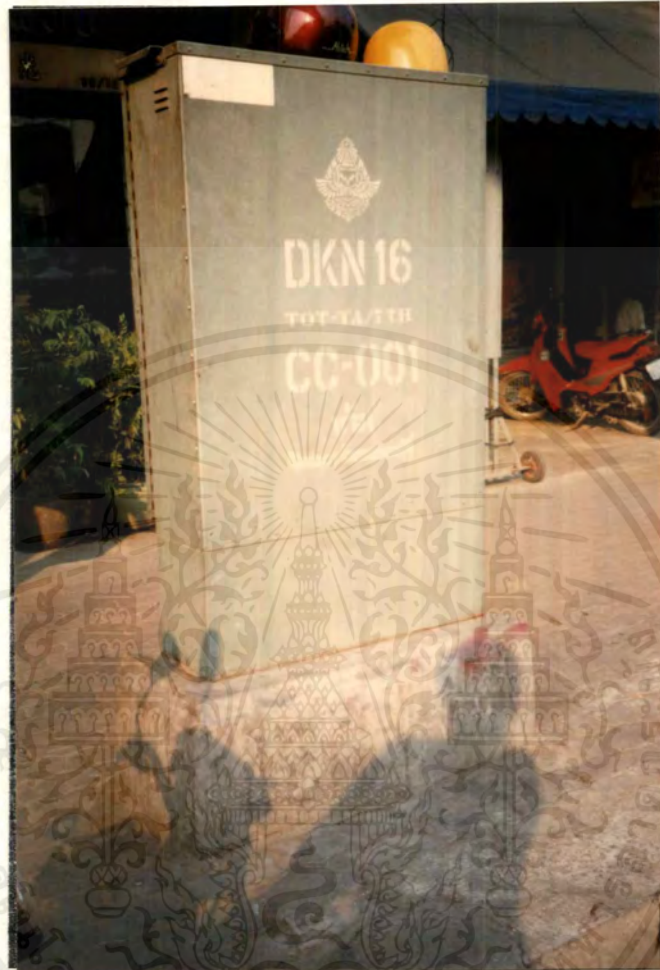
ค

ป้ายชนิดนี้ ได้แก่ ป้ายชื่อ ป้ายบ้านเลขที่

2.3 วิธีการพ่นสี วิธีการคือ ต้องทำแม่แบบขึ้นมาก่อน โดยการเจาะรูแม่แบบให้เป็นตัวหนังสือตามต้องการ จากนั้นวางไว้ด้านหลังของแผ่นโลหะพ่นสีลงไป เมื่อนำแม่แบบออกจะได้ตัวอักษรตามแบบ ป้ายชนิดนี้ไม่เป็นที่นิยมกันมากนัก เพราะไม่ปราณีตสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 50
ตู้โลหะพ่นสี



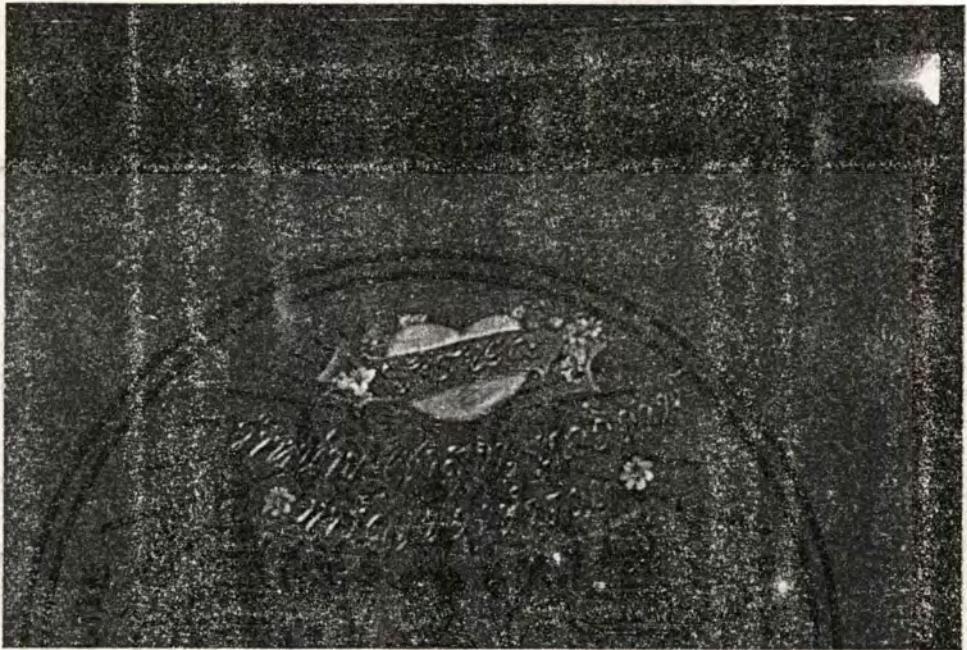
3. ป้ายที่ทำด้วยไม้

ป้ายชนิดนี้ไม่ค่อยนิยมนำมาใช้ภายในอาคารมากนัก ส่วนมากจะใช้ทำป้ายนอกอาคาร เช่น ป้ายคัดเอาท์ ป้ายชนิดนี้ส่วนใหญ่ทำมาจาก ไม้อัด ไม้รัง ไม้แดง ไม้เต็ง หรือไม้เนื้ออ่อน ที่ง่ายต่อการผลิต อีกกรณีขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้ไม้ของลูกค้าผู้ว่าจ้าง

3.1 ป้ายเซาะร่องด้วยเครื่องมือ วิธีการนี้เหมือนกับการเซาะร่องแผ่นพลาสติกเพียงแต่เปลี่ยนวัสดุเป็นไม้เท่านั้น เทคนิคในการตกแต่งตัวอักษรมีหลายวิธี เช่น ทาสีลงไป ปล่อยให้เห็นเนื้อไม้หรืออื่น ๆ ป้ายชนิดนี้ ได้แก่ ป้ายหน้าห้อง ป้ายตั้งโต๊ะ ฯลฯ

ภาพที่ 51

ป้ายไม้เจาะร่องด้วยเครื่องมือ



3.2 ป้ายไม้เขียนด้วยสี สีที่ใช้จะเป็นสีน้ำมันหรือสีพลาสติกก็ได้ วิธีการนี้ถือเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดในการทำป้ายไม้ ความเรียบร้อยและสวยงามของป้ายนั้นขึ้นอยู่กับฝีมือของผู้เขียน และการผสมสีก็มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากเช่นกัน

3.3 การฉลุด้วยคัตวหนังสือ วิธีการนี้ใช้วิธีฉลุดัวอักษรแล้วก็นำไปติดบนแผ่นไม้ด้วยกาว การฉลุที่ใช้เครื่องฉลุไฟฟ้าในการทำตัวอักษรงานจะปราณีตหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับฝีมือของช่างผู้ชำนาญงาน

4. ป้ายที่ทำจากกระดาษ

4.1 ป้ายที่เขียนด้วยปากกาหรือสี ปากกาที่ใช้ส่วนมากเป็นปากกาเคมีเป็นส่วนใหญ่ หรืออีกวิธีคือ ใช้ฟู่กันจุ่มสีแล้วเขียนตัวอักษรลงบนกระดาษ งานประเภทนี้ใช้ชั่วคราวเท่านั้น ป้ายชนิดนี้ ได้แก่ ป้ายชื่อ ป้ายลงทะเบียนการประชุม ฯลฯ

ภาพที่ 52

ป้ายชื่อเขียนด้วยปากกา, ภูเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ป้ายที่ทำด้วยคอมพิวเตอร์ ป้ายนี้ใช้และทำขึ้นเพื่อแจ้งให้ทราบเหตุการณ์ปัจจุบันทันด่วน ป้ายแบบนี้ใช้เป็นการชั่วคราวเท่านั้น การทำก็จะมีขนาด A4 ถ้าต้องการใหญ่กว่านี้ก็คือกระดาษเอา

ภาพที่ 53

ป้ายทำด้วยคอมพิวเตอร์



4.3 ป้ายที่ใช้วิธีซิลค์สกรีน ป้ายประเภทนี้จะใช้สำหรับประชาสัมพันธ์การจัดงานหรือ นิทรรศการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้พบเห็นทราบข้อมูลข่าวสารที่ป้ายบ่งบอกไว้ ขนาดของป้ายจะไม่เล็กไม่ใหญ่มากนัก ส่วนมากสีของป้ายก็จะมีไม่กี่สีแต่ก็มีความสวยงามอยู่ภายในป้าย ป้ายชนิดนี้มีอายุการใช้งานประมาณ 1-30 วัน

4.4 ป้ายที่ใช้วิธีการพิมพ์ออฟเซ็ท 4 สี ขนาดป้ายจะมีขนาดใหญ่พอสมควร ป้ายชนิดนี้ ต้องการความคงทนถาวรในการนำไปใช้งาน ความละเอียดของงานจะมีมากกว่าการซิลค์สกรีน ราคาในการผลิต ถ้าผลิตจำนวนน้อย ราคาจะสูงถ้าผลิตจำนวนมากราคาจะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 54
ป้ายระบบออฟเซต 4 สี



5. ป้ายที่มีลักษณะตัวอักษรแล้วติดตั้งกับบริเวณที่ต้องการ

ป้ายชนิดใช้เป็นการถาวร ตัวอักษรจะเป็นพลาสติกป็นชั้นรูป เรซินหรือสังกะสี เมื่อได้ตัวอักษรแล้วก็ติดตั้งในบริเวณที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้งป้าย

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บเกี่ยวข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้งป้าย พบว่าป้ายและวิธีในการติดตั้งนั้น มีหลายรูปแบบ การติดตั้งนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของป้ายและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ภายในอาคารสถานที่รวมไปถึงการออกแบบของผู้ติดตั้งหรือความต้องการของลูกค้าด้วย วิธีติดตั้งสามารถแยกออกเป็น 4 วิธี คือ

1. การติดตั้งกับพื้น วิธีที่พบเห็นในปัจจุบัน ดังนี้

1.1 การติดตั้งโดยโครงสร้างของป้าย วิธีนี้จะนำป้ายที่ต้องการติดตั้งวางลงไปในพื้นที่ที่ต้องการได้ทันที คือ ออกแบบฐานป้ายโดยใช้โลหะเป็นฐาน การใช้ปูนเป็นฐานป้าย การออกแบบดังกล่าวทำให้ฐานมีน้ำหนักมากและทำให้ป้ายตั้งอยู่ได้ตามต้องการ วิธีนี้ป้ายจะสามารถเคลื่อนย้ายได้ตามความต้องการ

1.2 การติดตั้งโดยการฝังทุก การติดตั้งป้ายวิธีนี้สะดวกรวดเร็ว จึงเป็นที่นิยมมากในปัจจุบันการติดตั้งจะเริ่มจากการใช้สว่านเจาะรูลงบนพื้นที่ที่ต้องการติดตั้งป้าย จากนั้นนำทุกฝังไว้กับพื้นแล้วจึงติดตั้งป้าย โดยการขันน็อตเข้ากับทุกที่ฝังไว้ การติดตั้งนี้เหมาะกับป้ายที่มีน้ำหนักไม่มากนัก

1.3 การติดตั้งแบบถาวร วิธีนี้ตัวป้ายหรือโครงสร้างจะติดตายกับพื้นที่ติดตั้งอย่างถาวร การติดตั้งนั้น ส่วนมากจะฝังไว้กับพื้นปูนเป็นส่วนใหญ่ เพราะมีความแข็งแรงมากกว่าวิธีอื่น ๆ

ภาพที่ 58
ป้ายติดตั้งแบบถาวร



2. การติดตั้งป้ายแขวนลงมาจากเพดาน

การติดตั้งวิธีนี้ป้ายจะห้อยลงมาจากเพดานลักษณะการติดตั้งควรคำนึงถึงความสูงของเพดาน ความสูงของป้าย มิติในการมองเห็นของสายคานมนุษย์ วิธีติดตั้งนี้ถ้าเพดานมีลักษณะเป็นฝ้า จะต้องทำการติดตั้งที่โครงเหล็กของฝ้าเพดานเพื่อความแข็งแรงทนทาน การติดตั้งแบบนี้ค่อนข้าง เป็นการติดตั้งตายตัวลำบากต่อการเคลื่อนย้าย ส่วนถ้าเพดานเป็นคอนกรีตก็ต้องติดตั้งด้วยการฝังทุกการติดตัวป้ายทั้ง 2 ทั้ง 2 วิธี คำนึงถึงระบบไฟภายในอาคารสถานที่นั้นด้วย

ภาพที่ 59
 ป้ายที่ติดตั้งห้อยลงมาจากเพดาน



3. การติดตั้งป้ายแบบยื่นออกจากผนัง

การติดตั้งป้ายชนิดนี้เหมาะสำหรับการแสดงความสำคัญของส่วนนั้น ๆ เช่น ป้ายบอกตำแหน่งเคาน์เตอร์ ป้ายแสดงสิ่งอำนวยความสะดวก วิธีนี้เป็นวิธีการติดตั้งที่ค่อนข้างยุ่งยาก การติดตั้งตัวผนังหรือตัวเสาจะต้องมีส่วนรองรับตัวป้ายก็ต้องมีเช่นกัน จากนั้นสอดป้ายเข้าในส่วนที่รองรับแล้วยึดด้วยน๊อตหรือฝักรอกลงไปก็เป็นอันเสร็จพิธี

ภาพที่ 60
ป้ายที่ยื่นออกมาจากเสา

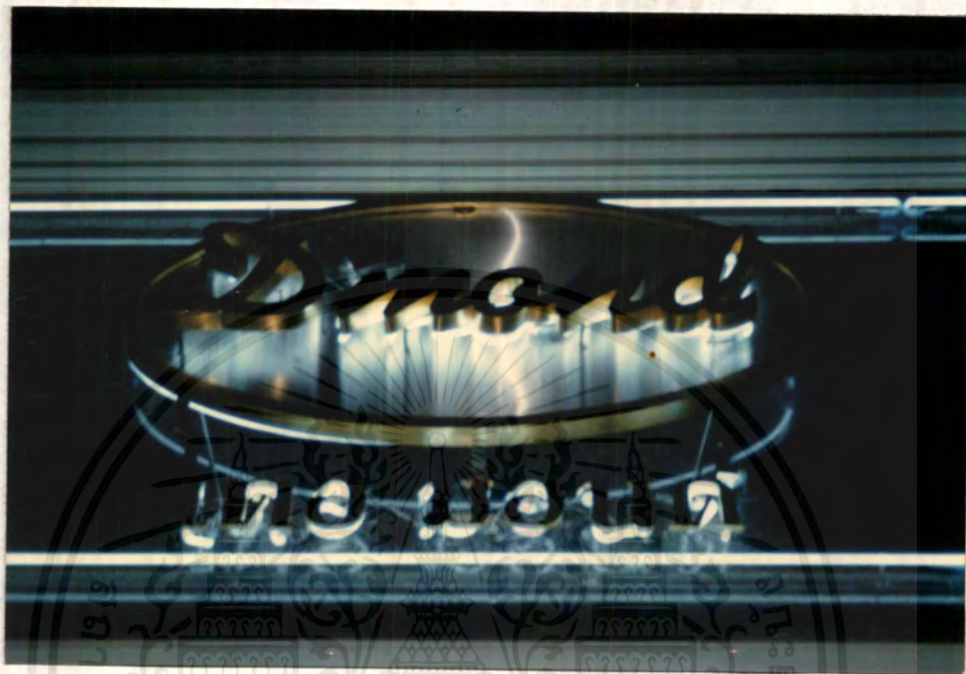


4. การติดตั้งป้ายขนานกับฝรั่ง

เป็นการติดตั้งที่ประหยัดเนื้อที่มากเนื่องจากป้ายขนานกับผนังไม้กินเนื้อที่ส่วนอื่นวิธีนี้ทำได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้นิ๊ตยึดด้านหลังของป้าย ซึ่งจะต้องติดตั้งตัวป้ายก่อนที่จะประกอบส่วนหน้าของป้าย หรือใช้นิ๊ตยึดติดกับตัวป้ายเลย ซึ่งตัวป้ายจะมีหูยื่นออกมาทั้ง 4 มุมของป้าย การติดตั้งป้ายชนิดนี้ต้องอาศัยการฝังทุกไปที่ผนังก่อนจากนั้นจึงใช้นิ๊ตยึดอีกที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 61
 ป้ายติดตั้งขนานกับผนัง



นอกจากการติดตั้งที่กล่าวมาในข้างต้นนั้น มีอีกหลายวิธีหลายรูปแบบมากมายในการติดตั้งขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้ออกแบบและความพอใจของลูกค้าผู้ว่าจ้าง วิธีที่กล่าวไว้แล้วข้างต้นก็สามารถพบเห็นได้ในสถานที่ต่าง ๆ การติดตั้งป้ายทุก ๆ วิธีจะต้องมีหลักในการนำไปปฏิบัติ ก็ต้องคำนึงถึงการมองเห็น ระยะการมอง ความสามารถในการใช้สายตาของมนุษย์ ที่ต้องยึดถือหลักเหล่านี้เพราะป้องกัน ความผิดพลาดในการปฏิบัติงานหรือการติดตั้งจะไม่พบปัญหา และสามารถตอบสนองพฤติกรรมในการใช้ป้ายได้ดีอีกด้วย

รศ.ดร. ธวัช บุรีรักษ์ , รศ. บัญชา จูเจริญไพบูลย์ ได้กล่าวในหัวเรื่อง .”การแปลความหมายในแผนที่” (7-11) ไว้ว่า แผนที่นับว่ามีความสำคัญมากในเรื่องการศึกษาภูมิศาสตร์ เพราะสิ่งที่ปรากฏบนแผนที่ จะมีทั้งสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและสิ่งที่เกิดขึ้นจากแรงงานของมนุษย์ ลักษณะภูมิประเทศแต่ละชนิด ลมฟ้าอากาศ หรือลักษณะของท้องทะเลและแหล่งน้ำ ก็ย่อมจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องต่อไปถึงกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ชาติ ดังนั้นความเข้าใจและตีความจากแผนที่จึงนับเป็นเรื่องสำคัญยิ่งในการศึกษาวิชานี้ จนกระทั่งมีคำกล่าวที่ว่า “อะไรก็ตามที่สามารถลงไปบนแผนที่ได้นับว่าเป็นเรื่องราวภูมิศาสตร์ทั้งสิ้น”

แผนที่คืออะไร

แผนที่คือสิ่งที่แสดงลักษณะของผิวโลก ทั้งที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยแสดงลงบนพื้นราบ อาศัยการย่อส่วนให้เล็กลงตามขนาดที่ต้องการ และใช้เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์แทนสิ่งที่ปรากฏอยู่บนผิวโลก หรืออาจกล่าวได้ว่าแผนที่คือสิ่งที่เราบันทึกเรื่องราวและความรู้ต่าง ๆ ทางภูมิศาสตร์ลงไว้นั่นเอง

อย่างไรก็ตามสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏขึ้นตามธรรมชาติ และสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นย่อมมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เช่น มีการสร้างถนนเพิ่มขึ้น มีชุมชนใหม่ ๆ เกิดขึ้น ฯลฯ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขแผนที่อยู่เสมอเพื่อให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงในภูมิประเทศจริง

ความสำคัญและประโยชน์ของแผนที่

แผนที่เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นทราบทั้งลักษณะของภูมิประเทศและการกระจายของกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ อีกด้วย เราจะเห็นว่าแผนที่นั้นอาจแสดงถึงสถิติต่าง ๆ ที่มนุษย์ต้องการทราบได้เกือบทุกอย่างเช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ลักษณะภูมิประเทศ การกระจายของผลเมือง การกระจายของสัตว์ พืชพรรณ วิศวกรโยธา ซึ่งทำงานเกี่ยวกับการสร้างทางหลวงการก่อสร้าง จำเป็นต้องมีแผนที่ซึ่งแสดงถึงลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณและชนิดของดินและหินตามบริเวณเส้นทางที่จะสร้าง การกระจายของฝน ตลอดจนทั้งอุณหภูมิของแต่ละฤดูกาล สภาวการณ์ดังกล่าวแล้วล้วนแต่มีผลต่อการพิจารณาในการสร้างทางหลวงว่าจะดำเนินการและใช้วัสดุต่าง ๆ ในการก่อสร้างอย่างไร

นอกจากนี้แผนที่ยังมีความจำเป็นต่อสาธารณประโยชน์ เช่น เพื่อใช้ในการวางแผนสร้างสถานีผลิตกระแสไฟฟ้าและการวางสายไฟ การประปา สายโทรศัพท์ และแหล่งที่จะทิ้งขยะมูลฝอย บริษัท ประกันภัยก็ต้องใช้แผนที่เพื่อจะได้ศึกษาถึงทางเดินของพายุ บริเวณที่ถูกภัยธรรมชาติ เช่น พายุลูกเห็บ บริเวณน้ำท่วมหรือบริเวณที่มักจะเกิดแผ่นดินไหวเป็นต้น เนื่องจากราคาของที่ดินจะสูงขึ้นถ้าบริเวณนั้นกลายเป็นแหล่งอุตสาหกรรมหรืออาจจะเนื่องมาจากการค้นพบแร่ธาตุต่าง ๆ ขึ้นมา ดังนั้นแผนที่จำเป็นต้องทำขึ้นใหม่เพื่อความถูกต้อง จะเห็นตัวอย่างเช่นรัฐเท็กซัสกับรัฐโอคลาโฮมามีข้อพิพาทเรื่องพรมแดนจนกระทั่งขั้นต้องพิจารณาในศาลสูงของอเมริกา หลังจากที่ได้มีการค้นพบแหล่งน้ำมันดิบในบริเวณลุ่มน้ำแดง (Red River Valley) แต่ละรัฐก็อยากจะมีส่วนครอบครองดินแดนที่ค้นพบน้ำมัน แต่พรมแดนที่แน่นอนของรัฐทั้งสองไม่ได้มีการทำกันมาก่อนเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนที่เกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานต่างๆ จำเป็นต้องมีอย่างพอเพียงเพื่อนำไปใช้การพัฒนาด้านทรัพยากรธรรมชาติ และในการวางแผนด้านการเศรษฐกิจและสังคม ไม่ว่าโครงการนั้นจะเกี่ยวข้องกับ การสงวนรักษา การสร้างอ่างเก็บน้ำ ท่อน้ำ โรงงานกรองน้ำเสีย การขุดบ่อบาดาล หรือโครงการเกี่ยวกับการป้องกันน้ำท่วม การสร้างคันคู และแหล่งที่จะเก็บกักน้ำ นอกจากนี้ในการพัฒนาด้านพลังงานและการสร้างเขื่อน โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า การวางสายไฟ ความปลอดภัยในการคมนาคมทางน้ำ การวางผังเมือง การคมนาคมขนส่ง การปลูกป่า แหล่งเพาะพันธุ์ปลวหรือการพัฒนาในเรื่องการใช้สินแร่และพลังงานเชื้อเพลิง การวางแผนเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพไม่ได้ถ้าขาดการใช้แผนที่เข้าไปประกอบการพิจารณา

ในด้านการส่งเสริมการท่องเที่ยว แผนที่มีความจำเป็นต่อนักท่องเที่ยวมากในอันที่จะทำให้นักท่องเที่ยวรู้จักสถานที่ท่องเที่ยวได้ง่าย และสะดวกในการที่จะวางแผนการเดินทางหรือตัดสินใจเลือกสถานที่ท่องเที่ยวตามความเหมาะสม

นอกจากนี้ในด้านการทหาร แผนที่มีความจำเป็นอย่างมากในการวางแผนยุทธศาสตร์ ยุทธวิธี ถ้าขาดแผนที่หรือแผนที่ล้าสมัย ข้อมูลไม่ถูกต้อง การวางแผนอาจผิดพลาดได้

แผนที่เป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งในโลกปัจจุบัน ดังนั้นจึงมุ่งหมายที่สำคัญในการศึกษาภูมิศาสตร์ก็คือ การสอนการอ่านและความเข้าใจความหมายในแผนที่เพื่อให้นักเรียนนั้นบรรลุผลครูผู้สอนจำเป็นต้องทราบถึงหน้าที่ต่าง ๆ ของแผนที่ ถ้าเด็กสามารถอ่านและเข้าใจความหมายในแผนที่แล้วเขาก็สามารถที่จะเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วในเรื่องที่ปรากฏบนแผนที่ เช่น

1. ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์และที่ตั้งสัมพันธ์ของสถานที่หรือสิ่งต่าง ๆ บนโลกจากการใช้ละติจูดและลองจิจูดเขาสามารถจะหาตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ทุกแห่งบนโลกได้
2. เรื่องของขนาด รูปร่างของพื้นที่หรือสิ่งที่มีธรรมชาติและมนุษย์ได้สร้างสรรค์ขึ้นมา แผนที่เป็นสิ่ง ที่แสดงถึงขนาดและรูปร่างที่ถูกต้องของทวีป เกาะ รัฐ และท้องทะเล
3. ระยะเวลาอาจจะอ่านได้โดยตรงหรือประมาณอย่างหยาบ ๆ ได้จากการใช้ละติจูด หรือโดยการ ใช้มาตราส่วน
4. จากแผนที่ทางกายภาพและแผนที่ภูมิประเทศ ความสูงและที่ลาดเอียงของภูมิประเทศอาจมองเห็นได้ง่าย ๆ
5. แผนที่แสดงการกระจายของสิ่งต่าง ๆ หลายแบบหลายชนิด ล้วนแต่มีคุณสมบัติพิเศษของมันเองเช่นผู้มองดูแผนที่อาจบอกได้ทันทีว่าการกระจายของพลเมืองมีอยู่ที่ไหนบ้าง และทำไมจึงได้กระจายไปในลักษณะนั้นนอกจากนี้แผนที่ยังแสดงการกระจายของพืชพรรณ ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ ตลอดจนสิ่งที่มนุษย์ได้สร้างขึ้นไว้บนโลก

หน้าที่ที่สำคัญประการหนึ่งของแผนที่ก็คือ เป็นตัวช่วยให้มองเห็นภาพของภูมิภาคต่าง ๆ ทั้งขนาดและระยะเวลา เหมือนดังกับที่นักทำแผนที่ชาวจีนเขียนไว้ว่า “แผนที่นั้นเปรียบเสมือนกับเอาโลกทั้งโลกมาวางไว้ในอุ้งมือของท่าน”

ในแง่ของการเรียนการสอนนั้น แผนที่จะเป็นตัวส่งเสริมความสนใจ และดึงดูดให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น อย่างน้อยที่สุดเมื่อใครมองดูแผนที่แล้วก็ต้องการหาที่ตั้งของสถานที่ที่แน่นอนหรือเริ่มอยากที่จะรู้ว่าสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏบนแผนที่นั้น ๆ มีความหมายอย่างไร ดังนั้นแผนที่จึงเป็นทั้งสิ่งกระตุ้นความสนใจและก่อให้เกิดความเข้าใจในบทเรียนดียิ่งขึ้น

ภาวะจำยอมของแผนที่

ภาวะจำยอมประการหนึ่งที่ใช้แผนที่จะต้องตระหนักอยู่เสมอเพื่อไม่ให้เกิดความเข้าใจผิด คือ รายละเอียดต่าง ๆ ที่ปรากฏในแผนที่นั้นมิได้ถูกต้องตามความจริงเป็นปัจจุบันเสียทั้งหมด รายละเอียดบางอย่างที่ปรากฏอยู่ในภูมิประเทศปัจจุบันอาจไม่มีปรากฏอยู่ในแผนที่ก็ได้ ทั้งนี้เนื่องจากการทำแผนที่จะต้องมีการสำรวจเก็บข้อมูล เพื่อรวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ เป็นเวลานานพอสมควร กว่าจะทำออกมาเป็นแผนที่ได้แต่ละฉบับแต่ละชุด ต้องใช้เวลาเป็นปี ๆ และเมื่อทำออกมาแล้วก็ใช้ไปอีกหลายปี จึงจะมีการปรับปรุงใหม่ ดังนั้นรายละเอียดต่าง ๆ ในแผนที่จึงไม่สามารถทำให้อยู่ในสภาพเป็นปัจจุบันตลอดเวลาได้

นอกจากภาวะจำยอมที่เกี่ยวกับรายละเอียดดังกล่าวนี้แล้ว แผนที่ยังมีภาวะจำยอมอันเนื่องมาจาก ลักษณะเส้นโครงแผนที่อีกด้วย กล่าวคือเส้นโครงแผนที่แต่ละแบบมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป เช่นเส้นโครงแผนที่บางอย่างรักษารูปร่างแต่ผิดพลาตหรือทิศทาง หรือบางอย่างรักษาพื้นที่แต่ไม่รักษารูปร่าง เป็นต้น ยังมีเส้นโครงแผนที่ชนิดใดที่จะมีคุณสมบัติรักษาทั้งรูปร่าง ทิศทาง ระยะทางหรือพื้นที่ อยู่ในแผนที่ฉบับเดียวกัน ดังนั้นแผนที่ที่มีเส้นโครงแผนที่ต่างกันจึงต้องยอมรับภาวะบกพร่องบางอย่างอยู่ในแผนที่ฉบับนั้นด้วย

การจำแนกชนิดของแผนที่

เนื่องจากแผนที่ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ดังนั้นจึงต้องจำแนกที่ออกเป็นชนิดต่าง ๆ กัน ในการจำแนกชนิดของแผนที่อาจแบ่งได้ 3 วิธี คือ

1. การจำแนกชนิดของแผนที่แบบทั่วไป แบบนี้จำแนกแผนที่ออกเป็น 3 ชนิด คือ

1.1 แผนที่แบบแบนราบ (Planimetric Map) คือ แผนที่แสดงพื้นโลกในทางราบเท่านั้นไม่สามารถบอกความสูงต่ำได้ ใช้แสดงตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนทางน้ำ ถนน ฯลฯ

1.2 แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) เป็นแผนที่ที่แสดงให้เห็นความสูงต่ำของภูมิประเทศ ส่วนรายละเอียดต่าง ๆ ก็มีแบบเดียวกับแผนที่แบบแบนราบ มักเป็นแผนที่มาตราส่วนใหญ่

1.3 แผนที่ภาพถ่าย (Pictorial Map) เป็นแผนที่ที่สร้างขึ้นจากภาพถ่ายทางอากาศ โดยการคมชัดใช้สัญลักษณ์ ประกอบเพิ่มเติม สามารถทำได้รวดเร็วแต่อ่านยาก ไม่สามารถสังเกตความสูงต่ำของภูมิประเทศได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า

2. การจำแนกชนิดของแผนที่ตามขนาดของมาตราส่วน

2.1 แบ่งในทางภูมิศาสตร์ มี 3 ชนิดคือ

- แผนที่มาตราส่วนใหญ่ ได้แก่แผนที่มาตราส่วนใหญ่กว่า 1: 250,000

- แผนที่มาตราส่วนปานกลาง ได้แก่มาตราส่วนตั้งแต่ 1:250,000 ถึง 1: 1,000,000

- แผนที่มาตราส่วนเล็ก ได้แก่แผนที่มาตราส่วนเล็กกว่า 1:1,000,000

2.2 แบ่งในกิจการทหารมี 3 ชนิดคือ

- แผนที่มาตราส่วนใหญ่ ได้แก่แผนที่มาตราส่วนตั้งแต่ 1: 75,000 และใหญ่กว่านั้น

- แผนที่มาตราส่วนปานกลาง ได้แก่แผนที่มาตราส่วนใหญ่กว่า 1: 600,000 แต่เล็กกว่า

1: 75,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แผนที่มาตราส่วนเล็ก ได้แก่แผนที่มาตราส่วนตั้งแต่ 1: 600,000

8. การจำแนกชนิดของแผนชนิดของการใช้และชนิดของรายละเอียด แบ่งออกได้ดังนี้

3.1 แผนที่ทั่วไป(General maps) เป็นแผนที่ที่ใช้มาตราส่วนเล็กกว่า 1:1,000,000 แสดงเขตการปกครอง เช่น เขตประเทศ เขตจังหวัด ตลอดจนแสดงความสูงต่ำของภูมิประเทศโดยใช้แถบสีต่าง ๆ

3.2 แผนที่ยุทธศาสตร์ (Strategic maps)เป็นแผนที่มาตราส่วน 1:1,000,000เพื่อให้คลุมพื้นที่ได้กว้างขวาง ใช้สำหรับการวางแผนทางทหาร

3.3 แผนที่ยุทธศาสตร์-ยุทธวิธี (Strategic tactical maps) เป็นแผนที่ที่มีมาตราส่วนใหญ่ขึ้น เพื่อให้มีมาตราส่วนมากกว่าแผนที่ยุทธศาสตร์ ใช้มาตราส่วน 1: 250,000

3.4 แผนที่ยุทธวิธี (Tactical maps) เป็นแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วนใหญ่ มีรายละเอียดมากเพื่อใช้ปฏิบัติงานทางยุทธวิธีของกองทหาร ใช้มาตราส่วน 1:50,000

3.5 แผนที่ที่ใช้ในกิจการทหารปืนใหญ่ (Artillery maps) เป็นแผนที่มาตราส่วนใหญ่ มีรายละเอียดมากกว่าแผนที่ยุทธวิธี มีเส้นโครงกริดประกอบไว้เพื่อให้มีความสะดวกในการใช้ประกอบการยิงปืนใหญ่ใช้มาตราส่วน1:25,000

3.6 แผนที่เดินเรือ (Nautical charts)เป็นแผนที่ที่ใช้ในการเดินเรือในทะเล ในมหาสมุทร แสดงความลึกของท้องน้ำ สันดอน แนวปะการัง ฯลฯ

3.7 แผนที่การบิน (Aeronautical charts)เป็นแผนที่ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเดินทางในอากาศ เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งและทิศทางของเครื่องบิน

3.8 แผนที่ถนน(Road,Highway maps) เป็นแผนที่ที่แสดงเส้นทางถนนและสถานที่สำคัญ เป็นแผนที่มาตราส่วนเล็ก

3.9 แผนที่ตัวเมือง (City maps) เป็นแผนที่ที่มาตราส่วนใหญ่เพื่อแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ได้มากและชัดเจน เช่น ถนน อาคาร สถานที่สำคัญ เป็นต้น ใช้มาตราส่วน 1: 20,000

3.10แผนที่ทรวดทรง (Relief maps) เป็นแผนที่ที่แสดงความสูงต่ำของภูมิประเทศแบบหุ่นจำลอง ทำด้วยพลาสติกหรือกระดาษแข็ง.

3.11แผนที่เฉพาะวิชา(Topical maps) หรือ(Thematic maps) แบ่งออกเป็น

ก. ประเภทแสดงคุณลักษณะ (Quantitative maps)เป็นแผนที่ที่แสดงชนิดของป่าไม้ ชนิดของดิน ฯลฯ เป็นต้น

ข. ประเภทแสดงปริมาณ(Quatitative map)เป็นแผนที่ที่แสดงสถิติต่าง ๆ เช่น แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความหนาแน่นของประชากร เป็นต้น

3.12แผนที่เศรษฐกิจ(Economic maps) เป็นแผนที่ใช้แสดงปัจจัยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่นแหล่งทรัพยากร เขตเกษตรกรรม เป็นต้น

3.13แผนที่โฉนด (Cadastral maps) เป็นแผนที่แสดงการถือกรรมสิทธิ์ที่ดินของเจ้าของที่ดิน

3.14แผนที่การใช้ที่ดิน (Landuse maps) เป็นแผนที่แสดงลักษณะการใช้ที่ดินในบริเวณนั้น เช่น ใช้ทำนา ทำไร่ ทำสวน ฯลฯ มักใช้สีแสดงลักษณะการใช้ที่ดินแบบต่าง ๆ

3.15แผนที่รัฐกิจ (Political maps) เป็นแผนที่แสดงเขตการปกครอง เช่นแสดงเขตประเทศต่าง ๆ หรือแบ่งเขตจังหวัด เป็นต้น

3.16แผนที่ประวัติศาสตร์(Historical maps) เป็นแผนที่แสดงอาณาเขตสมัยต่าง ๆ

3.17แผนที่เพื่อการนิทัศน์(Illustrations maps) เป็นแผนที่แสดงแหล่งท่องเที่ยว อาจมีภาพสถานที่สำคัญหรือสวยงาม เหมาะแก่การท่องเที่ยวประกอบไว้ด้วย

3.18แผนที่เค้าโครง (Outline maps) เป็นแผนที่แสดงเค้าโครง เช่น เขตทวีป หรือเขตประเทศ แต่ไม่มีรายละเอียดอื่น ๆ ใช้ประกอบการสอนหรือทำแบบฝึกหัด

รศ.ดร. ธวัช นูริรักษ์ . รศ. บัญชา กุเจริญไพฑูริย์ ได้กล่าวไว้ว่า” รายละเอียดประจำขอบระวางแผนที่ (หน้า 56-60) ไว้ว่า

รายละเอียดประจำขอบระวางแผนที่

การที่จะใช้แผนที่ให้เป็นผลดีในการปฏิบัติงาน ผู้ใช้แผนที่จำเป็นต้องมีความเข้าใจรายละเอียดที่พิมพ์ไว้ที่ขอบระวางของแผนที่เสียก่อน ข้อความที่ปรากฏอยู่ ณ ขอบระวาง(ขอบนอก) ของแผนที่เป็นคำแนะนำที่ช่วยให้ผู้ใช้แผนที่อ่านแผนที่ได้เข้าใจง่ายขึ้น โดยปกติแผนที่แต่ละระวางมีรายละเอียดไม่เหมือนกัน ดังนั้นทุกครั้งที่ใช้แผนที่จึงจำเป็นต้องตรวจสอบรายละเอียดขอบระวางให้เข้าใจเสียก่อน

รายละเอียดประจำขอบระวางของแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วนใหญ่ (1:50,000) ,มีรายละเอียดที่ควรทราบ ดังนี้

1.ชื่อชุดของแผนที่และมาตราส่วน(Series Name and Scale)

จะปรากฏอยู่ ณ มุมซ้ายด้านบนของแผนที่ คือ “ประเทศไทย” 1:50,000” สำหรับมาตราส่วนของแผนที่จะปรากฏอยู่ตรงกลางด้านล่างของแผนที่อีกแห่งหนึ่งด้วย

2. ชื่อแผ่นระวาง (Sheet Name)

หมายถึงชื่อของระวางแผนที่ ซึ่งเป็นชื่อที่ตั้งขึ้นตามลักษณะที่เด่นทางภูมิศาสตร์หรือวัฒนธรรมในพื้นที่ที่แผนที่ระวางนั้นปกคลุมอยู่ เช่น ถ้าแผนที่ระวางนั้นปกคลุมที่ตั้งจังหวัดกึ่งใช้ชื่อจังหวัดเป็นชื่อแผ่นระวาง ถ้าแผนที่ระวางนั้นปกคลุมที่ตั้งอำเภอก็เอาชื่ออำเภอนั้นเป็นชื่อแผ่นระวาง ถ้าแผนที่ระวางนั้นไม่ได้ปกคลุมที่ตั้งจังหวัดหรือที่ตั้งอำเภอก็พิจารณา เอาชื่อหมู่บ้านมาเป็นชื่อแผ่นระวางแผนที่ทุกระวางจะมีชื่อแผ่นระวางไม่ซ้ำกัน ตัวอย่างชื่อแผ่นระวางเช่น”จังหวัดพิษณุโลก.” “อำเภอสวรรคโลก” “ บ้านนาจาน” เป็นต้น ชื่อแผ่นระวางจะปรากฏอยู่ในแผนที่ 2 แห่ง คือ ตรงกลางด้านบน และทางซ้ายด้านล่างของขอบระวาง

3.หมายเลขแผ่นระวาง (Sheet Number)

หมายเลขแผ่นระวางจะแสดงไว้ตรงขอบขวาด้านบนและขอบซ้ายด้านล่างของแผนที่ ใช้เป็นเลขหมายการเรียกแผนที่แต่ละระวาง เป็นเลขหมายอ้างอิงเพื่อความสะดวกในการจัดระเบียบ การเก็บรักษา การแจกจ่าย เลขหมายแผ่นระวางจะเป็นแบบใดขึ้นอยู่กับระบบพิกัดของแผนที่ เช่นแผนที่มาตราส่วน 1 :100,000 มีเลขหมายแผ่นระวางเป็นตัวเลข 4 ตัว เมื่อจัดทำเป็นแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่เดียวกับแผนที่มาตราส่วน 1:100,000 1 ระวาง จะได้แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ดังกล่าว จะใช้ตัวเลข 4 ตัวเดิมแล้วเพิ่มด้วยเลขครมมัน 1 ตัว ตามหลังเลข 4 ตัวนั้น เลขโรมันที่ใช้จะมี 4 ตัวคือ I , II , III ,IV การเรียงตัวเลขโรมันจะเรียงตามเข็มนาฬิกา จากรูป 4.1 จะเห็นว่าเลขหมายแผ่นระวางของแผนที่มาตราส่วน 1: 100,000 ได้แก่ 7062 เมื่อเป็นแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 เลขหมายแผ่นระวางจะเป็น 7062I ,7062II, และ7062IV ตามลำดับ และถ้าจัดทำแผนที่มาตราส่วน 1:25,000 ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครอบคลุมพื้นที่เดียวกับแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 1 ระวัง จะได้แผนที่มาตราส่วน 1:25,000 จำนวน 4 ระวัง การกำหนดเลขหมายแผ่นระวางก็ใช้เลขหมายแผ่นระวางของแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 แล้วตามด้วยทิศทางของแต่ละแผ่นของแผนที่มาตราส่วน 1:25,000 คือ NE , SE, SW และ NW ตามลำดับ

กรมแผนที่ทหารได้จัดทำแผนที่แสดงเลขหมายแผ่นระวางทั่วประเทศ (Map Index) ไว้แล้ว หากต้องการค้นหาแผนที่ที่ครอบคลุมบริเวณใดก็ดูจาก Map Index จะทราบเลขหมายแผ่นระวางของแผนที่ที่ครอบคลุมบริเวณนั้น แล้วจึงไปค้นหาแผนที่ จะสะดวก และรวดเร็วขึ้น

4. เลขหมายประจำชุด(Series Number)

เลขหมายประจำชุดจะบอกถึงภูมิภาคที่แผนที่แผนที่ฉบับนั้นครอบคลุมอยู่และบอกถึงมาตราส่วนด้วย เลขหมายประจำชุดจะปรากฏอยู่ 2 แห่งคือ “ มุมขวาด้านบน และมุมซ้ายด้านล่าง” ของแผนที่เลขหมายประจำชุดจะประกอบด้วยตัวอักษรและตัวเลขรวม 4 ตัว หรือ 5 ตัว เช่น ชุด L 708 ชุด L7017 เป็นต้น ทั้งตัวอักษรและตัวเลขเหล่านี้มีความหมายดังนี้ คือ

ตัวที่ 1. ของเลขหมายประจำชุด ได้แก่ตัวอักษร “L” เป็นตัวอักษรที่แสดงถึงพื้นที่บริเวณหนึ่งซึ่งแบ่งตามลักษณะภูมิศาสตร์ โดยแบ่งพื้นที่ทั่วทั้งโลกออกเป็นเขต ๆ แต่ละเขตหรือแต่ละบริเวณจะแทนด้วยตัวอักษร 1 ตัว ตั้งแต่ A ถึง Z ดังนั้นตัวอักษร “L” ในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของไทย จึงเป็นเครื่องหมายให้ทราบว่าแผนที่นี้อยู่ในเขต “L” หรือภูมิภาค “L” ซึ่งได้แก่พื้นที่แถบประเทศไทย ลาว เขมร เวียดนาม มาเลเซีย ฯลฯ

ตัวที่ 2 ของเลขหมายประจำชุด จะเป็นตัวเลข บอกให้ทราบถึงมาตราส่วนของกลุ่มแผนที่ เช่น เลข 5 เป็นมาตราส่วน 1:250,000 เลข 6 เป็นมาตราส่วน 1:100,000 เลข 7 เป็นมาตราส่วน 1:50,000 ดังนั้นเลข 7 ในแผนที่ประเทศไทยชุด L708 หรือ L7017 จึงหมายถึงมาตราส่วน 1:50,000

ตัวที่ 3 ของเลขหมายประจำชุด เป็นตัวเลขบอกให้ทราบถึงการแบ่งย่อยภูมิภาคในตัวที่ 1 ออกมาเป็นหลายภูมิภาคย่อย และใช้ตัวเลขแทนภูมิภาคย่อยนั้น เช่น ในแผนที่ประเทศไทยชุด L 708 หรือ L7017 ตัวที่ 3 ได้แก่เลข 0 เป็นภูมิภาคย่อยอันหนึ่งของภูมิภาค L

ตัวที่ 4 ของเลขหมายประจำชุดเป็นตัวเลข แผนที่ประเทศไทยชุด L708 ตัวที่ 4 นี้จะได้แก่เลข “8” ส่วนแผนที่ประเทศไทยชุด L 7017 ตัวที่ 4 จะได้แก่เลข “17” จะเห็นว่าตัวที่ 4 นี้จะเป็นเลขตัวเดียวหรือสองตัวก็ได้ตัวเลขนี้แสดงถึงลำดับของการทำแผนที่มาตราส่วนเดียวกันในภูมิภาคเดียวกัน เพื่อบอกให้ทราบว่าแผนที่ชุดนี้แยกออกจากชุดอื่นที่มีมาตราส่วนเดียวกันและคลุมพื้นที่เดียวกัน เช่นแผนที่ชุด L 708 กับชุด L 7017 เป็นคนละชุดกัน

5. การจัดพิมพ์

จะพบอยู่ทางขอบบนด้านขวาและขอบล่างด้านซ้าย บอกให้ทราบถึงอายุของแผนที่ที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ฉบับเดียวกันแต่พิมพ์คนละครั้งว่า พิมพ์ขึ้นก่อนหรือหลังกัน หรืออาจพูดได้ว่าเป็นการบอกจำนวนครั้งของการพิมพ์แผนที่ฉบับนั้นพร้อมทั้งหน่วยงานที่จัดพิมพ์ด้วย เช่น พิมพ์ครั้งที่ 1-RTSD(EDITION 1-RTSD) หมายความว่าแผนที่ฉบับนั้นพิมพ์เป็นครั้งที่ 1 โดยRoyal Thai Survey Department(RTSD =พท.ทหาร) ถ้าพิมพ์ครั้งที่ ๑ ไป ก็เขียนไว้ว่าพิมพ์ครั้งที่ 2-TRSDหรือพิมพ์ครั้งที่ 3-RTSD เป็นต้น

ในการกำหนดจำนวนครั้งที่พิมพ์นี้ หากพิมพ์ครั้งที่หนึ่งจำนวนหนึ่งแล้วแต่ไม่เพียงพอกับการใช้ จึงพิมพ์เพิ่มเติมอีกโดยทุกอย่างเหมือนเดิม จะยังคงถือว่าเป็นการพิมพ์ครั้งที่ 1 อยู่ แต่ถ้าการพิมพ์ครั้งที่ 2 หรือครั้งที่ 3 คมลำดับ

6. มาตรฐานและมาตราส่วนบรรทัด (Map Scale and Bar Scale)

ในแผนที่ชุด L 7017 แสดงมาตราส่วนไว้ตรงกลางของขอบล่างโดยแสดงไว้ 2 ลักษณะคือ ยอกมาตราส่วนด้วยตัวเลขซึ่งเรียกว่า “ มาตราส่วนเศษส่วน ” และบอกด้วยการสร้างเป็นรูปบรรทัด ซึ่งเรียกว่า “ มาตราส่วนบรรทัด ” มาตราส่วนบรรทัดในแผนที่ชุดนี้จะทำไว้ 4 อัน แสดงให้ทราบถึง 4 หน่วยระยะทางคือ หน่วยเป็นไมล์ เมตร หลา และไมล์ทะเล ระยะ 1 ช่วง (1 ท่อน) ของบรรทัดจะทำกับระยะในภูมิประเทศตามหน่วยที่กำหนดไว้ ทางซ้ายสุดของมาตราส่วนบรรทัดจะแบ่งย่อยออกเป็น 10 ส่วน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการใช้วัดระยะในแผนที่ เพื่อบอกออกมาเป็นระยะทางในภูมิประเทศได้เลย

7. หมายเหตุความน่าเชื่อถือ (Credit Note)

แสดงไว้ตรงกลางของขอบล่างได้มาตราส่วนบรรทัดลงมา บอกให้ทราบว่าแผนที่ฉบับนั้นหน่วยงานใดเป็นผู้กำหนดจุดควบคุม สำรวจชื่อ และจัดทำจัดพิมพ์ เช่น ในแผนที่ชุด L7017 เขียนไว้ว่า

กำหนดจุดควบคุมโดยกรมแผนที่ทหาร

สำรวจชื่อโดย.....กรมแผนที่ทหาร

แผนที่นี้จัดทำโดย.....กรมแผนที่ทหาร

พิมพ์โดย.....กรมแผนที่ทหาร

8. สารบัญระวางติดต่อกัน (Adjoining Sheets)

แสดงเป็นผังรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสอยู่บริเวณมุมล่างด้านขวาของแผนที่ เป็นสารบัญที่จะบอกให้ทราบถึงแผนที่ระวางต่าง ๆ ที่อยู่โดยรอบแผนที่ฉบับนั้น ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการค้นหาแผนที่ระวางใกล้เคียง ไม่ต้องไปค้นหาใน Map Index เพียงดูแค่สารบัญระวางติดต่อกันก็จะทราบเลขหมายแผ่นระวางของแผนที่บริเวณที่ติดต่อกันนั้น และยังคงบอกให้ทราบว่าแผนที่ระวางนั้นอยู่ในบริเวณใดของแผนที่มาตราส่วน 1:250,000 ไร่ตอนได้สารบัญ

9. สารบัญแสดงแนวแบ่งเขตการปกครอง “ (Boundaries)

แสดงไว้ตรงขอบล่างด้านขวาใกล้สารบัญระวางติดต่อกัน เป็นรูปสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ แทนแผนที่ระวางนั้นภายในจะมีเส้นแบ่งเขตการปกครองให้เห็นเป็นสังเขปว่าแผนที่ระวางนั้นครอบคลุมพื้นที่ในเขตการปกครองของอำเภอใด จังหวัดใด โดยจะมีข้อความอธิบายเขตการปกครองอยู่ด้านล่าง เพื่อช่วยให้ผู้ใช้แผนที่หาแนวเขตการปกครองในแผนที่ได้ง่ายเข้า ในแผนที่ L 7017 จะมีแนวแบ่งเขตการปกครองถึงระดับเขตอำเภอเท่านั้น แนวแบ่งเขตตำบลไม่มีแสดงไว้

10. ข้อความที่เกี่ยวกับเส้นโครงแผนที่ (Projection Note)

แสดงไว้ตรงกลางด้านล่างของแผนที่ บอกให้ทราบว่าแผนที่ฉบับนั้นใช้เส้นโครงแผนที่ชนิดใด เช่น แผนที่ชุด L 7017 ใช้เส้นโครงแผนที่ทรานส์เวอร์สเมอร์เคเตอร์ ก็จะเขียนไว้ตรงกลางด้านล่างว่า

เส้นโครงแผนที่.....ทรานส์เวอร์สเมอร์เคเตอร์

11. ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเส้นกริด (Grid Note)

แสดงไว้ตรงกลางของขอบล่าง บอกถึงระยะห่างของเส้นกริด ระบบกริดและเขตกริด เช่น เขียนไว้ว่า

กริด 1,000 เมตร UTM; เขต 47

หมายความว่า เป็นระบบ UTM กริด อยู่ในเขตที่ 47 เส้นกริดแต่ละเส้นอยู่ห่างกันเป็นระยะ 1,000 เมตร ในภูมิประเทศ

12. ตารางการอ่านค่ากริด (Grid Reference Box)

แสดงไว้ตรงกลางด้านล่างสุดของแผนที่ คำแนะนำจะอยู่ภายในกรอบสี่เหลี่ยม ข้อความที่ให้ไว้จะเป็นคำแนะนำสำหรับการกำหนดตำแหน่งของจุดต่าง ๆ ในแผนที่ โดยอธิบายวิธีปฏิบัติเป็นขั้น ๆ พร้อมกับมีตัวอย่างประกอบด้วย ดังภาพ

13. บันทึกหลักฐานทางตั้ง (Vertical Datum note)

แสดงไว้ตรงกลางของขอบล่างได้ข้อความที่เกี่ยวกับเส้นโครงแผนที่ บอกให้ทราบถึงรากฐานของจุดบังคับทางตั้งและความสูงที่แสดงไว้ในแผนที่ สำหรับหลักฐานทางตั้งของไทยใช้ระดับน้ำทะเลปานกลางที่เกาะหลักจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ดังนั้นบันทึกหลักฐานทางตั้งจึงเขียนไว้ว่า

หลักฐานทางแนวยืน.....ถือระดับทะเลปานกลางที่เกาะหลัก

14. บันทึกหลักฐานทางราบ (Horizontal Datum Note)

แสดงไว้ตรงกลางของขอบล่างถัดจากบันทึกหลักฐานทางตั้งลงมา บอกให้ทราบถึงรากฐานจุดบังคับทางราบที่แสดงไว้ในแผนที่ โครงข่ายของจุดบังคับเหล่านี้ควบคุมตำแหน่งทางราบของแผนที่ ในรายละเอียดประจำขอบระวางจะเขียนไว้ว่า

หลักฐานทางแนวนอน.....ถือตามหลักฐานของประเทศอินเดีย

15. แผนผังมุมบ่ายเบน (Declination Diagram)

แสดงเป็นแผนผังอยู่ทางด้านขวาของขอบล่าง แผนผังนี้จะบอกให้ทราบถึงแนวทิศเหนือจริง ทิศเหนือแม่เหล็ก หรือทิศเหนือกริด ขนสคของมุมกริด - แมกเนติก(Grid-Magnetic: GM)จะให้ไว้ในหน่วยองศา ลิมดา และในหน่วยมิลลิลีเทียม พร้อมทั้งอธิบายการแปลงอาซิมุทกริดเป็นอาซิมุทแม่เหล็ก อาซิมุทแม่เหล็กเป็นอาซิมุทกริด

16. บันทึกสำหรับผู้ใช้งานแผนที่ (User' Note)

เขียนไว้ที่ขอบล่างด้านขวา บอกความต้องการขอความร่วมมือในการแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ของแผนกจากผู้ใช้งานแผนที่ ในแผนที่ภูมิประเทศชุด L 7017 เขียนไว้ว่า "ขอให้ผู้ใช้ได้กรุณาแจ้งข้อแก้ไขและความเห็นในอันที่จะทำให้ประโยชน์ของแผนที่ระวางนี้เพิ่มพูนขึ้น ไปยังกรมแผนที่ทหาร กรุงเทพฯ"

17. ศัพท์نامهกรมที่ยัระวาง (Glossary)

เนื่องจากแผนที่ชุด L7017 ของไทยที่จัดพิมพ์ขึ้นเป็นแผนที่ 2 ภาษา คือมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษพิมพ์คู่กันไป ภาษาอังกฤษที่พิมพ์ขึ้นนั้นเป็นการสะกดทับศัพท์ภาษาไทย เช่น " ห้วย" จะเขียนว่า "HUAI"

“เขา” จะเขียน ว่า “KHAO” ดังนั้นเพื่อช่วยให้ผู้อ่านแผนที่ทราบเฉพาะภาษาอังกฤษสามารถใช้แผนที่ไทยได้เข้าใจความหมายดีขึ้น จึงต้องมีคำอธิบายศัพท์ที่ใช้ไว้ด้วย

“ตัวอย่างศัพท์านุกรมท้ายระวางของแผนที่ชุด L 7017.”

18. ข้อความที่เกี่ยวกับกำหนดความสูง (Elevation Note or Contour Interval Note)

แสดงไว้ตรงกลางขอบล่างได้มาตราส่วนบรรทัดลงมา บอกระยะคิ่งของเส้นชั้นความสูงของแผนที่ฉบับนั้นว่า แสดงความสูงทุก ๆ ก็เมตร ถ้าบริเวณที่ค่อนข้างราบมากจะบอกความสูงให้ละเอียดขึ้นก็จะมีเส้นชั้นแทรก และบอกไว้ด้วยว่าระยะระหว่างเส้นชั้นแทรกห่างกันก็เมตร เช่น ในแผนที่ชุด L 7017 จะเขียนไว้ว่า

“ช่วงต่างเส้นชั้นความสูง 20 เมตร กับมีเส้นชั้นแทรกชั้นละ 10 เมตร”

19. คำแนะนำเกี่ยวกับระดับสูง (Elevation Guide)

แสดงไว้บริเวณขอบล่างด้านขวา ติดกับสารบาญระวางติดต่อกัน เป็นกรอบสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ภายในจะบอกความสูงของภูมิประเทศโดยประมาณ ใช้แถบสีเข้ม-จาง แสดงความสูงค่าของภูมิประเทศ โดยแบ่งความสูงค่าของภูมิประเทศออกเป็น 4 ระดับ คือ สูงที่สุด (Highest) สูง (High) ปานกลาง (Medium) และ ต่ำ (Low) พื้นที่ที่สูงที่สุดก็แสดงด้วยแถบสีเข้ม ที่สูง และสูงปานกลาง แถบสีจะจางลงตามลำดับ ที่ต่ำจะแทนด้วยสีขาว ดังนั้นเมื่อผู้ใช้แผนที่พิจารณาจากคำแนะนำเกี่ยวกับระดับสูง ก็จะทราบสภาพภูมิประเทศที่แผนที่ฉบับนั้นครอบคลุมอยู่อย่างคร่าว ๆ ได้

20. การกำหนดละติจูดและลองจิจูด (Latitude and Longitude Destination)

ละติจูดและลองจิจูดจะใช้เป็นแนวกำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่แผนที่ระวางนั้นครอบคลุมอยู่ โดยขอบบนและขอบล่างของแผนที่จะเป็นละติจูด ขอบด้านขวาและซ้ายจะเป็นลองจิจูด ในแผนที่ภูมิประเทศชุด L 7017 มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำในขนาด 15' x 15' หมายถึงระยะระหว่างขอบล่างถึงขอบด้านบนของแผนที่ห่างกันเป็นระยะ 15 ลิบคา ทางละติจูด ขอบทางขวาถึงขอบทางซ้าย ห่างกัน 15 ลิบคาทางลองจิจูด โดยจะมีตัวเลขบอกค่าละติจูด ลองจิจูด อยู่ที่มุมทั้ง 4 ด้านของแผนที่แสดงไว้ในหน่วยองศา ลิบคา นอกจากนั้นยังได้แบ่งระยะตามแนวละติจูด ลองจิจูดออกเป็นช่วงละ 5 ลิบคาอีกด้วย แสดงด้วยขีดสั้น ๆ สีดำ บนขอบทั้ง 4 ด้านของแผนที่และขีดกาเกะบาดสีดำสั้น ๆ ในแผนที่ สำหรับตัวเลขที่กำกับช่วงแบ่งย่อยช่วงละ 5 ลิบคา ที่จะแสดงในหน่วยลิบคาเท่านั้น แต่เวลาอ่านเราจะทราบหน่วยที่เป็นองศาจากที่เขียนตัวเลขเต็มไว้ที่มุมทั้ง 4 ด้านของแผนที่

การกำหนดละติจูด ลองจิจูด ในแผนที่เป็นสิ่งจำเป็นมาก ทั้งนี้เพื่อบอกตำแหน่งของพื้นที่ที่แผนที่ระวางนั้นครอบคลุมอยู่ว่าอยู่บริเวณส่วนใดของโลก หากแผนที่มิได้กำหนดละติจูด ลองจิจูดไว้ ผู้ใช้อาจจะไม่ทราบว่าแผนที่ระวางนั้นเป็นแผนที่บริเวณใด

21. คำอธิบายสัญลักษณ์ (Legend)

ในแผนที่ชุด L 7017 จะมีคำอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนที่ไว้ที่ขอบล่างด้านซ้าย คำอธิบายนี้มีความสำคัญมากเพราะสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่บนพื้นโลกและนำมาแสดงไว้ในแผนที่ไม่สามารถแสดงให้เหมือนจริงได้จำเป็นต้องใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ แสดงแทน จึงจำเป็นต้องมีคำอธิบายประกอบไว้เพื่อบอกให้ทราบรายละเอียดที่เป็นจริงบนพื้นโลกว่าบริเวณนั้น ๆ เป็นอะไร ชนิดของสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนที่อาจจะตรงตามมาตราส่วนหรือใกล้เคียงกับมาตราส่วนมากที่สุด แต่บางครั้งหากเป็นแผนที่มาตราส่วนขนาดเล็ก ขนาดของสัญลักษณ์ที่ใช้อาจขยายใหญ่กว่ามาตราส่วนของแผนที่ ทั้งนี้เพื่อให้มีความสะดวกในการอ่าน หาก จะแสดงตามขนาดของมาตราส่วนแผนที่จริง ๆ อาจมีขนาดเล็กจนทำให้สังเกตได้ยาก

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนที่ชุด L 7017 มาตราส่วน 1: 50,000 เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงคุณลักษณะ (Qualitative) คือบอกให้ทราบว่า สัญลักษณ์นี้แทนสิ่งใด เช่น ถนน เขตจังหวัด แม่น้ำ ป่าไม้ ฯลฯ เป็นต้น

ประเภทของสัญลักษณ์ที่ใช้จะมีอยู่ 3 ประเภท คือ

1. สัญลักษณ์ที่เป็นจุด (Point Symbol) เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนสถานที่ และกำหนดตำแหน่งหรือที่ตั้งของสถานที่นั้น ๆ เช่น วัด โรงเรียน ที่ตั้งจังหวัด หมุดหลักฐานทางแนวนอน ฯลฯ ลักษณะของจุดที่แสดงจะแตกต่างกันไปเป็นรูปร่างต่าง ๆ แต่อยู่ในกลุ่มของสัญลักษณ์ประเภทจุด

2. สัญลักษณ์ที่เป็นเส้น (Line Symbol) เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นเส้น เช่น แม่น้ำ ถนน ทางรถไฟ เส้นแบ่งเขตการปกครอง ฯลฯ สัญลักษณ์ประเภทเส้นที่ใช้จะมีขนาด รูปร่าง และสีแตกต่างกันไป เช่น ถนน ทางรถไฟ แม่น้ำ สัญลักษณ์ที่ใช้เป็นสัญลักษณ์ประเภทเส้นเหมือนกัน แต่ลักษณะของเส้นสีที่แสดงไม่เหมือนกัน

3. สัญลักษณ์ที่เป็นพื้นที่ (Area Symbol) เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนบริเวณพื้นที่ของสิ่งที่ปรากฏจริงในภูมิประเทศ เช่น พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่นาข้าว พื้นที่หนองบึง พื้นที่ป่าชายเลน ฯลฯ สัญลักษณ์ที่ใช้จะครอบคลุมพื้นที่ที่เป็นจริงของสิ่งนั้น ๆ เช่น พื้นที่นาข้าวจะใช้สัญลักษณ์ครอบคลุมพื้นที่นาตามที่จริงตามขนาดมาตราส่วนของแผนที่ สัญลักษณ์ที่เป็นพื้นที่นี้จะมีรูปร่างและสีแตกต่างกันไป

เมื่อแสดงสัญลักษณ์ประเภทต่าง ๆ ในแผนที่แล้วจะมีชื่อกำกับไว้ด้วยเช่น เมื่อมีสัญลักษณ์ของวัด ก็จะมีชื่อวัดกำกับไว้ ถ้าเป็นสัญลักษณ์ของหมู่บ้านก็จะมีชื่อบ้านกำกับไว้ด้วย ในกรณีที่สัญลักษณ์ประเภทจุดตำแหน่งที่ถูกต้องสำหรับการติดชื่อคือ มุมล่างด้านขวา แต่ในบางครั้งแผนที่มีรายละเอียดหนาแน่น มุมล่างด้านขวาอาจไม่สะดวกเสมอไปก็สามารถติดชื่อในตำแหน่งอื่น คือ ที่มุมซ้ายด้านบน มุมซ้ายด้านล่าง ทางเหนือหรือใต้ ตามลำดับ สำหรับสัญลักษณ์ที่เป็นเส้น เช่น แม่น้ำ จะติดชื่อตามแนวสัญลักษณ์แม่น้ำนั้น แต่กรณีถนนจะไม่ติดชื่อถนน จะแสดงด้วยหมายเลขถนนแทน หมายเลขถนนอาจมีเพียงเลข 1 ตัว 2 ตัว 3 ตัว 4 ตัว ก็ได้ โดยมีความหมายดังนี้

ทางหลวงสายประธาน ให้หมายเลขตัวเดียว หรือ 2 ตัว เช่น 1,2,3,4,11,21,33 เป็นต้นทางหลวงหมายเลข 1,2,3,4 เป็นทางหลวงสายประธานที่ออกจากกรุงเทพฯ ไปยังภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก (เชิงใต้) และภาคใต้ตามลำดับทางหลวงสายรองให้หมายเลข 3 ตัว และทางหลวงจังหวัดให้หมายเลข 4 ตัว ทางหลวงที่มีเลข 1 ขึ้นหน้าเป็นเลขแสดงสายทางที่อยู่ในภาคเหนือ ทางหลวงที่มีเลข 2 ขึ้นหน้าเป็นเลขแสดงสายทางที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทางหลวงที่มีเลข 3 ขึ้นหน้าเป็นเลขแสดงสายทางที่อยู่ในภาคกลาง และทางหลวงที่มีเลข 4 ขึ้นหน้าเป็นเลขแสดงสายทางที่อยู่ในภาคใต้

สีที่ใช้ในแผนที่

เพื่อให้เป็นการง่ายแก่การอ่านรายละเอียดบนแผนที่ซึ่งมีมากและหลากสี หน่วยงานที่พิมพ์แผนที่ส่วนมากจะพิมพ์สัญลักษณ์แผนที่ไว้เป็นสีต่าง ๆ กัน แต่ละสีแสดงรายละเอียดแต่ละประเภทแตกต่างกันไป สีที่ใช้เป็นมาตรฐานมี 5 สี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สีดำ ใช้สำหรับรายละเอียดที่เกิดจากแรงงานของมนุษย์ (ยกเว้นถนน) เช่นสัญลักษณ์ที่ตั้งจังหวัด วัด โรงเรียน หมู่บ้าน ฯลฯ เป็นต้น นอกจากนั้นสีดอยังใช้สำหรับเส้นกริด เลขกำกับเส้นกริด คำนามศัพท์ที่เป็นภาษาอังกฤษ
2. สีแดง ใช้สำหรับสัญลักษณ์ที่เป็นถนนและรายละเอียดพิเศษอื่น ๆ รวมทั้งคำนามศัพท์ที่เป็นภาษาไทยด้วย
3. สีน้ำเงิน ใช้สำหรับสัญลักษณ์ที่เป็นน้ำ เช่นแม่น้ำ ลำคลอง บึง และคำนามศัพท์ที่กำกับรายละเอียดที่เป็นแหล่งน้ำทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
4. สีน้ำตาล ใช้สำหรับสัญลักษณ์ที่เกี่ยวกับความสูงทรวดทรง เช่น เส้นชั้นความสูง เลขกำกับเส้นชั้นความสูง ตลอดจนบริเวณที่เป็นคันดิน
5. สีเขียว ใช้สำหรับสัญลักษณ์ที่เกี่ยวกับป่าไม้และบริเวณที่ทำการเพาะปลูกพืชไร่ พืชสวน
6. สีอื่น ๆ บางโอกาสอาจใช้สีอื่นนอกจากที่กล่าวมาเพื่อแสดงรายละเอียดพิเศษบางอย่าง รายละเอียดเหล่านี้จะมีบ่งไว้ในรายละเอียดประจำขอบระวาง

ว่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชัย เกียนน้อย ได้กล่าว “ภูมิศาสตร์การท่องเที่ยวไทย” หน้า(12- 14) ไว้

1. ลักษณะภูมิประเทศ

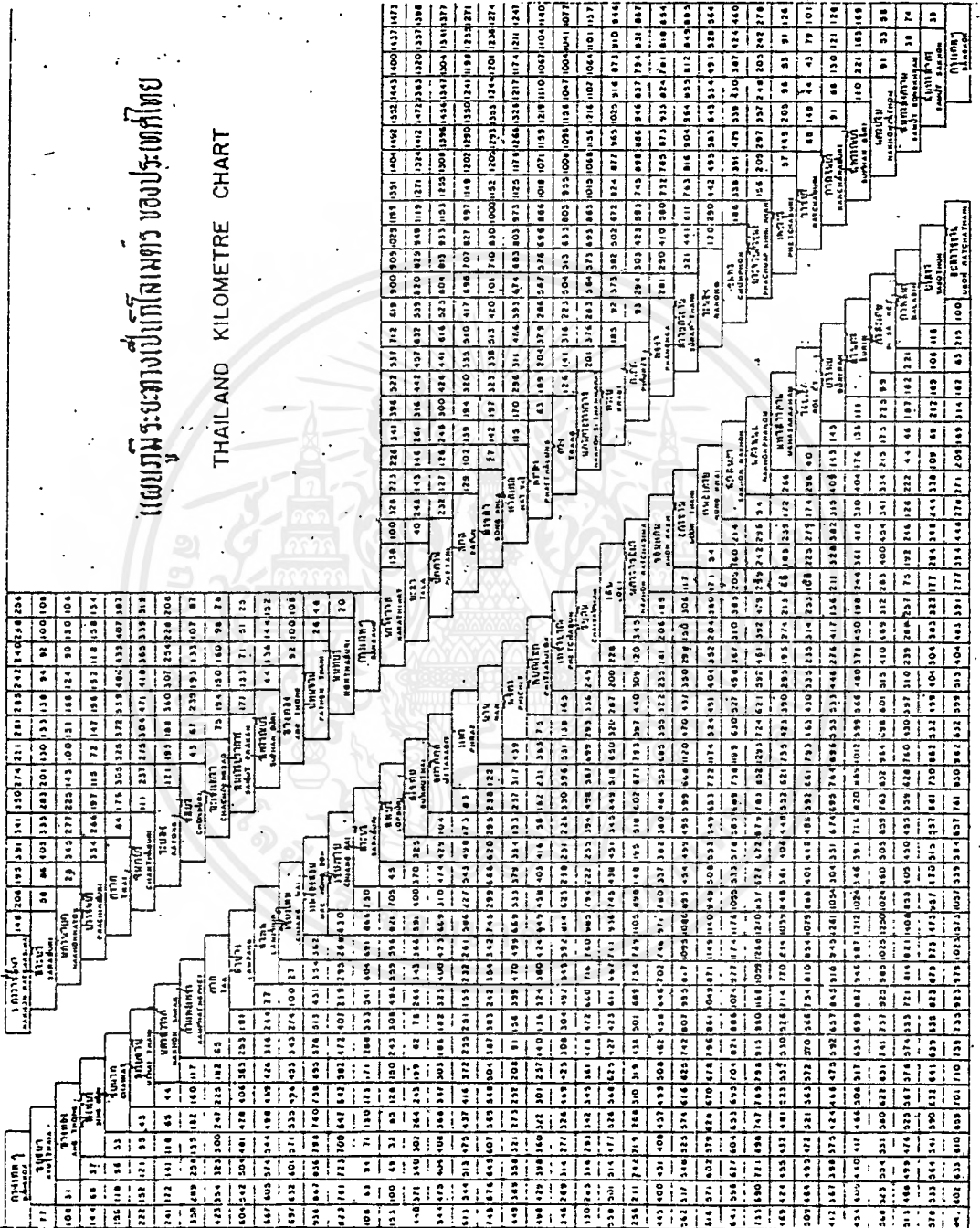
ลักษณะภูมิประเทศจะเป็นปัจจัยทางธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการท่องเที่ยวมาก ลักษณะภูมิประเทศที่ปรากฏอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของโลกจะมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จากการศึกษาเรื่องราวของโลกปรากฏว่าโลกของเรามีอายุราว 4.6-4.7 พันล้านปี (Strahler, N:1975)การกระทำของตัวการทางธรรมชาติที่มีต่อลักษณะภูมิประเทศ ทำให้เกิดภูมิทัศน์ทางธรรมชาติที่สวยงาม และช่วยในการดึงดูดใจนักท่องเที่ยวเข้าไปใช้บริการเป็นจำนวนมาก สำหรับประเทศไทยลักษณะภูมิประเทศที่เกิดขึ้นมาจะถูกตัวการทางธรรมชาติกระทำมี 2 ประการเท่านั้น คือ การกระทำของน้ำไหลและการกระทำของกระแสลมและคลื่นตามบริเวณชายฝั่ง จากความแตกต่างกันทางด้านโครงสร้างของหินและความเข้มที่เกิดจากการกระทำของตัวการดังกล่าวจึงทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศที่มีทิวทัศน์ที่สวยงามมากมาย เช่น น้ำตก แก่ง เกาะ หาดทราย โตรกเขา บ่อ น้ำพุร้อน บึง กว๊าน ฉ่ำ และทิวทัศน์ที่สวยงามตามภูเขาต่าง ๆ เป็นต้น ถ้าหากในส่วนต่าง ๆ ของโลกหรือในประเทศไทยเรามีลักษณะภูมิประเทศที่ไม่แตกต่างกันแล้วจะทำให้ลักษณะภูมิประเทศที่ปรากฏอยู่ไม่มีคุณค่าต่อการท่องเที่ยวแต่อย่างใด ประชากรในต่างถิ่นไม่จำเป็นที่จะต้องเดินทางมาท่องเที่ยว เพราะลักษณะภูมิประเทศดังกล่าวเขาได้พบเห็นอย่างจำเจนในท้องถิ่นที่เขาอยู่อาศัยอยู่แล้ว เป็นที่ยอมรับกันและเป็นความรู้ลึกของคนที่ทั่วไปว่า”มนุษย์เป็นผู้อยากรู้อยากเห็น”

แผนภูมิที่ 3

แผนภูมิมาระยะทางเป็นกิโลเมตรของประเทศไทย

แผนภูมิมาระยะทางเป็นกิโลเมตรของประเทศไทย

THAILAND KILOMETRE CHART



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะความแตกต่างทางด้านภูมิประเทศ ซึ่งเป็นผลส่งที่ทำให้เกิดภูมิทัศน์ที่มีความสวยงามแตกต่างกันออกไป ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ลักษณะภูมิประเทศจะมีอิทธิพลต่อกิจการท่องเที่ยวอย่างมาก ดังเหตุผลที่ได้นำมากล่าวไว้ข้างต้น ผู้ที่ทำการศึกษาด้านภูมิศาสตร์การท่องเที่ยวจึงจำเป็นต้องทราบลักษณะภูมิประเทศในเขตการท่องเที่ยวแต่ละแห่ง เพื่อสะดวกในการเดินทางกำหนดระยะเวลา และการจัดบริการการท่องเที่ยวให้เป็นไปตามที่นักท่องเที่ยวหรือกลุ่มชนต่าง ๆ มีความต้องการ

2. ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศมีส่วนเข้าไปเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก การเดินทางออกไปพักผ่อนตามท้องถิ่นชนบทหรือต่างประเทศ นักทัศนาจรหรือผู้ที่จัดบริการการท่องเที่ยวหรือการออกไปทำกิจกรรมทางด้านนันทนาการกลางแจ้ง การเดินทางท่องเที่ยวโดยทั่วไปจะต้องมีการวางแผนและมักจะต้องเดินทางออกไปไกลจากที่พักอาศัย ด้วยเหตุนี้เองจึงจำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศพอเพียงและถูกต้อง ตัวอย่างเช่น การเดินทางขึ้นไปท่องเที่ยวบนภูกระดึงในช่วงเดือนธันวาคมหรือมกราคม นักท่องเที่ยวจำเป็นต้องเตรียมเสื้อผ้าไปให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้เพราะในช่วงระยะเวลาดังกล่าวอากาศบนภูกระดึงจะหนาวเย็นมาก หรือการเดินทางออกไปท่องเที่ยวตามหมู่เกาะทางชายฝั่งตะวันออกของภาคใต้ของไทย ผู้ที่จะเข้าไปท่องเที่ยวจะต้องมีความรู้เรื่องภูมิอากาศเป็นอย่างดีและควรเลือกเวลาที่จะเข้าไปท่องเที่ยวให้เหมาะสม ถ้าหากจัดการเดินทางเข้าไปท่องเที่ยวในหมู่เกาะดังกล่าวในช่วงเดือนพฤศจิกายนหรือเดือนธันวาคม จะได้รับความยากลำบากในการเดินทางมาก เพราะในระยะนี้ลมมรสุมฤดูหนาวกำลังพัดแรงมาก และถ้าหากเป็นช่วงที่ลมความกดอากาศสูงในประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยแล้ว ลมจะพัดแรงและคลื่นจะมีขนาดใหญ่ จึงอาจทำให้นักท่องเที่ยวได้รับอันตรายได้ หรือการจัดบริการหรือการเดินทางไปท่องเที่ยวในฤดูฝน จำต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับอากาศเป็นอย่างดี เพราะในช่วงฤดูฝนนี้ตามปกติแล้วฝนจะตกในตอนเย็นหรือตอนบ่ายเท่านั้น แต่ถ้าหากในช่วงนั้นมีพายุเคลื่อนที่ผ่านมาจะทำให้เกิดฝนตกหนักติดต่อกันทั้งกลางวันและกลางคืน ซึ่งจะทำให้การจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวต้องหยุดชะงัก เป็นต้น ดังนั้นการที่ผู้จัดการท่องเที่ยวไม่มีความรู้ทางด้านภูมิอากาศ หรือการใช้วิธีการคาดหวังโดยไม่อาศัยข้อมูลที่ถูกต้องจากกรมอุตุนิยมวิทยาแล้ว อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ และจะทำให้การท่องเที่ยวไม่ประสบผลตามที่ต้อง (Smith, K: 1975)

วิจัย เกียนน้อย ได้กล่าวถึงเรื่อง " ลักษณะภูมิประเทศของประเทศไทย" หน้า(21-25) ไว้ว่า

เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศจะเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศไทย ดังนั้นในการศึกษาวิชาภูมิศาสตร์การท่องเที่ยวจึงจำเป็นต้องศึกษาลักษณะภูมิประเทศที่ปรากฏอยู่ตามภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแนวเทือกเขา แม่น้ำ เกาะ และ อ่าว ซึ่งภูมิประเทศดังกล่าวจะมีทิวทัศน์ที่สวยงาม สงบ ร่มรื่น และเย็นสบายจึงเป็นแหล่งดึงดูดใจ ให้นักท่องเที่ยวเดินทางเข้าไปท่องเที่ยวมากยิ่งขึ้น ในบทนี้จะขอนำเอาลักษณะภูมิประเทศที่ปรากฏอยู่ในแต่ละภาคมาแยกกล่าวไว้เพื่อสะดวกในการศึกษาต่อไป

ลักษณะภูมิประเทศภาคเหนือ

ภาคเหนือจำแนกภาคทางภูมิศาสตร์จะประกอบด้วยจังหวัดต่าง ๆ 9 จังหวัด คือ เชียงราย เชียงใหม่ หม้อฮ่อม สอน พะเยา ลำปาง ลำพูน แพร่ น่าน และอุตรดิตถ์ ลักษณะภูมิประเทศของภาคเหนือประกอบด้วยภูเขาและทิวเขาสูงที่ทอดตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ทิวเขาเหล่านี้จะต่อเนื่องมาจากแนวภูเขาสูงในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนและสหภาพพม่า ระหว่างแนวทิวเขาเหล่านี้จะมีหุบเขาแคบ ๆ คู่ขนานกับแนวทิวเขาเหล่านั้น ตาม

แหล่งที่เป็นหุบเขาจะเป็นที่ที่อุดมสมบูรณ์และมีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น ความสูงของทิวเขาเหล่านี้จะมีความสูงลดหลั่นกัน โดยมีความสูงชันแปรอยู่ระหว่าง 2,000-2,500 เมตร ยอดเขาที่สูงคือคอยอิทนนหรือคอยอ่างกา ซึ่งเป็นยอดเขาที่ปรากฏอยู่ในทิวเขางอมทองสูงราว 2,585 เมตร (8,450 ฟุต) นับว่าเป็นยอดเขาที่สูงที่สุดในประเทศไทย ทิวเขาหลวงพระบางเป็นต้น ที่ราบระหว่างหุบเขาที่สำคัญได้แก่แอ่งเชียงใหม่ แอ่งเชียงราย แอ่งลำปาง แอ่งแพร่ และแอ่งน่านเป็นต้น

ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันตก

ภาคตะวันตกประกอบด้วยจังหวัดต่าง ๆ 5 จังหวัด คือ ดาก กาญจนบุรี เพชรบุรี และ ประจวบคีรีขันธ์ ภูมิประเทศส่วนใหญ่จะประกอบด้วยทิวเขาและเนินเขาที่ทอดตัวต่อเนื่องมาจากเหนือและวางตัวอยู่ในแนวเหนือใต้ แต่บางตอนของทิวเขาจะทอดตัวอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือมาตะวันออกเฉียงใต้ ประกอบด้วยทิวเขาหลายแนวที่ทอดตัวซ้อนกันอยู่ติดต่อกัน ไปจนถึงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์และต่อเนื่องลงไปภาคใต้ ทิวเขาที่สำคัญได้แก่ ทิวเขาดนงรังชัยและทิวเขาตะนาวศรี พื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันตกที่เป็นเขตเทือกเขาทางตะวันตกของประเทศไทย ระหว่างทิวเขาจะมีที่ราบแคบ ๆ ที่เกิดจากการทรุดตัวของแผ่นดินทำให้เกิดลำน้ำหลายสายไหลผ่าน แม่น้ำที่สำคัญได้แก่ แม่น้ำเมข แม่น้ำแควน้อย(ไทรคย) แม่น้ำแควใหญ่(ศรีสวัสดิ์) เป็นต้น ส่วนพื้นที่ที่ต่อเนื่องกับภูเขาจะเป็นที่ราบเชิงเขาและที่ราบลูกฟูกที่มีดินค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ เหมาะที่จะนำมาใช้ปลูกพืชไร่

ลักษณะภูมิประเทศภาคกลาง

ภาคกลางประกอบด้วยจังหวัดต่าง ๆ รวม 22 จังหวัดคือ สุโขทัย พิษณุโลก พิจิตร กำแพงเพชร เพชรบูรณ์ นครสวรรค์ ชัยนาท อุทัยธานี อ่างทอง สิงห์บุรี ลพบุรี สระบุรี สุพรรณบุรี พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นครนายก นครปฐม นนทบุรี กรุงเทพฯ สมุทรปราการ สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำที่มีแนวภูเขาล้อมรอบ 3 ด้านคล้ายกับรูปเกือกม้า ทางตอนเหนือของภาคจะประกอบด้วยเนินเขาเตี้ย ๆ ที่ต่อเนื่องมาจากเขตทิวเขาในภาคเหนือและภาคตะวันตก จึงทำให้พื้นที่ที่มีความลาดเอียงจากเหนือลงมาทางใต้ ขนาด ของที่ราบจะขยายกว้างมากยิ่งขึ้นเมื่อเข้ามาใกล้กับอ่าวไทยทางตอนเหนือสุดของที่ราบภาคกลางสูงราว 50 เมตร (ที่สุโขทัย) สครสวรรค์ประมาณ 28 เมตร พระนครศรีอยุธยาประมาณ 5 เมตร และที่กรุงเทพฯราว 1.5-2 เมตรจากระดับน้ำทะเลแม่น้ำสำคัญที่ไหลผ่านเขตที่ราบภาคกลางได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำสะแกกรังและแม่น้ำลพบุรี เป็นต้น (บัญชา คุเจริญไพบูลย์ : 2525)

ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันออก

ภาคตะวันออกหรือบางครั้งเรียกว่าภาคตะวันออกเฉียงใต้จะประกอบด้วยจังหวัดต่าง ๆ รวมกัน 6 จังหวัดคือ ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และ ตราด ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปทางตอนบนของภาคจะเป็นที่ค่อนที่ปรากฏอยู่ติดกับเทือกเขาสูงที่ต่อเนื่องมาจากทิวเขาบรรทัดที่กั้นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศกัมพูชา ทิวเขาที่สำคัญได้แก่ ทิวเขาจันทบุรีและทิวเขาเขี้ยว ยอดเขาที่สูงที่สุดในเขตนี้อีกคือ "ยอดเขาสอชดาว" ซึ่งสูงราว 1,639 เมตรจากระดับน้ำทะเล(อยู่ในทิวเขาจันทบุรี) ระหว่างเขตเทือกเขาที่อยู่ทางตอนเหนือและทางตอนใต้จะมีที่ราบลุ่มแม่น้ำขนาดใหญ่ที่ทอดตัวอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือมายังตะวันออกเฉียงใต้คือที่ราบลุ่มแม่น้ำ

บางปะกง หรือที่ราบฉนวนไทย ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดปราจีนบุรีและฉะเชิงเทรา ส่วนแม่น้ำที่ไหลลงสู่อ่าวไทยที่อยู่ในแนวเหนือใต้ ซึ่งต้นน้ำเกิดจากทิวเขาจันทบุรีและทิวเขาเขี้ยวได้แก่ แม่น้ำเวฬุ แม่น้ำประแส แม่น้ำระยอง และแม่น้ำจันทบุรี เป็นต้น บริเวณชายฝั่งทะเลจะเป็นชายฝั่งที่เว้า ๆ แหว่ง ๆ มีอ่าวที่สำคัญหลายแห่ง เช่น อ่าวเพ จังหวัดระยอง อ่าวสัตหีบ จังหวัดชลบุรี อ่าวเมืองตราด จังหวัดตราด เป็นต้น ส่วนชายฝั่งที่อยู่ห่างจากปากแม่น้ำออกไปจะเป็นชายฝั่งยกตัวขึ้นมาทำให้เกิดชายหาดที่สวยงามและเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญภูมิภาคนี้ เช่น หาดบางแสน หาดพิทยา ในจังหวัดชลบุรี หาดสวนสน จังหวัดระยอง และหาดไม้รูด จังหวัดตราด เป็นต้น สำหรับบริเวณทะเลอยู่ใกล้กับชายฝั่งจะมีเกาะที่สำคัญหลายเกาะ เช่น เกาะสีชัง เกาะล้าน และเกาะคราม จังหวัดชลบุรี เกาะเสม็ด หรือเกาะแก้วพิศดาร จังหวัดระยอง เกาะสระบัวและเกาะนมสาว จังหวัดจันทบุรี เกาะช้าง เกาะกรูด และเกาะหมาก จังหวัดตราด เกาะต่าง ๆ เหล่านี้นอกจากจะเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญแล้ว ยังเป็นแนวกำบังคลื่นลมในน่านน้ำภายใน บางเกาะจะกลายเป็นท่าเรือนำลิกขนถ่ายสินค้าอีกต่อหนึ่ง

ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือประกอบด้วยจังหวัดต่าง ๆ รวมทั้งหมด 17 จังหวัดคือ หนองคาย อุดรธานี สกลนคร นครพนม กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี บุรีรัมย์ สุรินทร์ มหาสารคาม นครราชสีมา ยโสธร มุกดาหาร ร้อยเอ็ด และเลยลักษณะภูมิประเทศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีลักษณะแยกตัวออกจากภาคกลางและภาคตะวันออก โดยมีแนวเทือกเขาเป็นแนวพรมแดนแบ่งแยกออกจากกันทางตะวันตกของภาคจะมีแนวทิวเขาเพชรบูรณ์และคงพญาเย็น ส่วนทางใต้จะมีทิวเขาสันกำแพงและทิวเขาพนมดงรัก ลักษณะภูมิประเทศในภาคนี้บางครั้งมีชื่อเรียกว่า “ที่ราบสูงโคราช” โดยภูมิประเทศจะมีความสูงทางด้านทิศตะวันตกและทิศใต้ จากนั้นความสูงจะค่อย ๆ ลดลงไปทางตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ ความสูงของพื้นที่โดยเฉลี่ยจะมีค่าราว 200 เมตรจากระดับน้ำทะเล บนที่ราบสูงแห่งนี้จะมีเนินเขาขดคดที่มีความสูงไม่มากนักอยู่หลายแห่ง เช่น ภูเขี้ยว ภูเรือ ภูหลวง และภูกระดึง เป็นต้น ส่วนตอนกลางของที่ราบสูงโคราชจะมีแนวเทือกเขาภูพานทอดตัวอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือมายังตะวันออกเฉียงใต้ จึงทำให้เกิดแอ่งแผ่นดินขึ้น 2 แอ่ง คือแอ่งโคราช และแอ่งสกลนคร ทิวเขาที่อยู่ทางตอนใต้และทางตะวันตกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะเป็นแหล่งกำเนิดของแม่น้ำหลายสายได้แก่ แม่น้ำชี แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำพุง เป็นต้น

ลักษณะภูมิประเทศภาคใต้

ภาคใต้ประกอบด้วยจังหวัดต่าง ๆ 14 จังหวัดได้แก่ ชุมพร ระนอง พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี กระบี่ นครศรีธรรมราช ตรัง พัทลุง สตูล สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส ลักษณะทั่วไปของภาคใต้จะเป็นคาบสมุทรแคบ ๆ ที่ยาวยื่นออกไปในทะเล โดยมีทะเลอันดามันอยู่ทางตะวันตกและทะเลจีนใต้อยู่ทางตะวันออกส่วนที่แคบที่สุดของคาบสมุทรเรียกว่าคอคอคกระ มีความกว้างราวๆ 50-80 กิโลเมตร อยู่ในจังหวัดระนอง แต่ส่วนที่แคบที่สุดของประเทศไทยจะอยู่ทางตอนใต้ของภาคตะวันตก ก็คือตำบลคลองวาฬ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ภาคใต้นี้จะมีแนวทิวเขาที่ทอดตัวอยู่ในแนวเหนือใต้ที่ต่อเนื่องมาจากทิวเขาในภาคตะวันตกเป็นแกนกลางของภาค โดยเริ่มตั้งแต่ชุมพร ผ่านระนอง พังงา สุราษฎร์ธานี ต่อไปจนถึงภูเก็ต เนื่องจากแนวของทิวเขาจะทอดตัวชิดไปทางชายฝั่งตะวันตก

ภาพที่ 62
แผนที่การแบ่งภูมิภาคทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดกจึงทำให้ภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีที่ราบชายฝั่งแคบ ๆ ส่วนทางตะวันออกจะมีขนาดกว้างกว่า แนวเทือกเขาที่สำคัญอีกแห่งหนึ่งคือแนวเทือกเขานครศรีธรรมราช ส่วนบริเวณชายแดนติดต่อกับประเทศไทยกับมาเลเซียจะมีแนวเทือกเขาทอดตัวอยู่ในแนวตะวันออกไปตะวันตก

แม่น้ำสำคัญที่ปรากฏอยู่ในภาคใต้จะเป็นลำน้ำสายสั้น ๆ ที่สำคัญจะเป็นแม่น้ำที่ไหลลงสู่อ่าวไทย เช่น แม่น้ำหลังสวน แม่น้ำตาปี แม่น้ำปัตตานี และแม่น้ำโกลก เป็นต้น สำหรับชายฝั่งตะวันตกของภาคใต้จะเป็นชายฝั่งแบบจมด้นแต่จะมีชายฝั่งบางตอนที่เว้าแหว่งทำให้เกิดเป็นอ่าวขึ้นที่สำคัญได้แก่ อ่าวเคย อ่าวพังงา จังหวัดพังงา อ่าวอมลา อ่าวปะตอง อ่าวกระธม จังหวัดภูเก็ต อ่าวสิเกา จังหวัดตรัง อ่าวลึก อ่าวนาง จังหวัดกระบี่ เป็นต้น ส่วนเกาะที่สำคัญได้แก่ หมู่เกาะสุรินทร์ จังหวัดระนอง เกาะพระทอง จังหวัดพังงา เกาะยาว และเกาะยาวใหญ่ จังหวัดภูเก็ต และเกาะตะรุเตา เกาะอาดัง เกาะราวี จังหวัดสตูล

ส่วนชายฝั่งตะวันออกของภาคใต้จะเป็นชายฝั่งที่ยกตัว จึงทำให้เกิดชายหาดและอ่าวปรากฏอยู่หลายแห่ง นับว่าเป็นทัศนียภาพที่น่าเดินทางเข้าไปท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก เช่น แหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช แหลมโพธิ์ จังหวัดปัตตานี และหาดสมิหรา จังหวัดสงขลา เป็นต้น ส่วนอ่าวที่สำคัญได้แก่ อ่าวสวี จังหวัดชุมพร อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี อ่าวนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช อ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี และมีทะเลสาบน้ำเค็มที่สำคัญคือทะเลสาบสงขลา ถัดจากชายฝั่งออกไปจะมีหมู่เกาะใหญ่น้อยมากมายหลายแห่งที่สำคัญได้แก่ เกาะสมุย เกาะพะงัน และหมู่เกาะอ่างทอง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นต้น

วิจัย เทียนน้อย ได้กล่าวถึงเรื่อง " ลักษณะภูมิอากาศในประเทศไทย" ในหนังสือ ภูมิศาสตร์การท่องเที่ยวไทย (หน้า 48-88) ว่า ประเทศไทยมีที่ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 53° 37' ถึง 20° 27' เหนือ และลองจิจูดที่ 93° 22' 57' ถึง 105° 37' ตะวันออก ดังนั้นประเทศไทยจึงมีที่ตั้งอยู่ในซีกโลกเหนือทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของภาคที่ทวีปยูเรเชีย โดยที่ทางเหนือของประเทศประกอบด้วยภาคพื้นดินที่กว้างใหญ่ ส่วนทางตอนใต้และทางตะวันออกของประเทศจะเป็นภาคพื้นน้ำที่กว้างใหญ่เช่นเดียวกัน จากการที่ประเทศไทยมีที่ตั้งอยู่ระหว่างพื้นดินและพื้นน้ำที่กว้างขวางนี้เอง จึงทำให้ประเทศไทยอยู่ใต้อิทธิพลของลมมรสุมฤดูร้อนที่พัดจากพื้นน้ำเข้าสู่ภาคพื้นทวีป และลมมรสุมฤดูหนาวที่พัดจากภาคพื้นทวีปลงสู่ทะเล อันเป็นผลทำให้ในช่วงฤดูร้อน(ในซีกโลกเหนือ) ประเทศไทยจะมีสภาพอากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกชุกติดต่อกันโดยเฉลี่ยประมาณ 6 เดือน ส่วนในช่วงฤดูหนาวจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมฤดูหนาวจึงทำให้อากาศแห้งแล้งและหนาวเย็น แต่จะปรากฏอยู่เพียงระยะเวลาสั้น ๆ คือราว 3 เดือนเท่านั้น ส่วนระยะเวลาที่เหลืออีกประมาณ 3 เดือนจะเป็นช่วงที่อากาศร้อนและแห้งแล้งมาก จึงทำให้เกิดสภาวะการขาดแคลนน้ำเกิดขึ้นโดยทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน อย่างไรก็ตามในช่วงผลัดเปลี่ยนฤดูของลมมรสุมที่พัดจะถือว่าเป็นระยะเวลาหัวเลี้ยวหัวต่อมีเวลาราว 1-2 สัปดาห์ ในช่วงเวลาดังกล่าวทิศทางของลมที่พัดจะไม่แน่นอน ถ้าหากลมมรสุมชนิดใดชนิดหนึ่งพัดแรงขึ้น อีกชนิดหนึ่งก็จะอ่อนกำลังลง

อุณหภูมิอากาศ

อุณหภูมิอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทยจะมีอากาศร้อนตลอดทั้งปีเช่นเดียวกับกลุ่มประเทศอื่น ๆ ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แม้ว่าในช่วงที่ประเทศไทยอยู่ในอิทธิพลของลมมรสุมฤดูหนาวจะมีอุณหภูมิลดต่ำลงมาบ้างก็ตาม แต่ความหนาวเย็นของอากาศก็จะปรากฏอยู่เป็นช่วง ๆ หากได้ติดต่อกันโดยตลอดไม่ อุณหภูมิของอากาศก็มีได้ลดต่ำลงมากเกินกว่า 18 องศาเซลเซียส(โดยเฉลี่ย) โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิอากาศของประเทศไทย



ในฤดูร้อนจะผันแปรอยู่ระหว่าง 33-35 องศาเซลเซียส (91-100°ฟ) เดือนที่มีอุณหภูมิของอากาศร้อนที่สุดคือเดือนเมษายน เพราะในช่วงเดือนดังกล่าวประเทศไทยจะได้รับแสงแดดจากดวงอาทิตย์ กอปรกับในระยะนี้ความชื้นในบรรยากาศและเมฆบนท้องฟ้ามีน้อย จึงทำให้โลกได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์สูง ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ พืชของอุณหภูมิในรอบวันในช่วงฤดูร้อนจะผันแปรอยู่ระหว่าง 10-12° ซ. (53.6°ฟ) จากพืชของอุณหภูมิในรอบวันดังกล่าวจะแสดงให้เห็นว่า ในช่วงตอนเช้าอุณหภูมิของอากาศค่อนข้างเย็น แต่พอตกตอนบ่ายอุณหภูมิของอากาศค่อนข้างร้อน เนื่องจากภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีที่ตั้งที่อยู่ลึกเข้าไปในภาคพื้นทวีป จึงได้รับอิทธิพลจากภาคพื้นดินอันเป็นเหตุทำให้มีช่วงอากาศที่ร้อนและเย็นที่ยาวนานและรุนแรงกว่าภาคใต้ที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเล

สำหรับในช่วงฤดูหนาวอุณหภูมิของอากาศจะแตกต่างไปจากฤดูร้อนและฤดูฝนบ้าง ทั้งนี้เพราะช่วง 3 เดือนในฤดูหนาว(ปลายเดือนพฤศจิกายนถึงปลายเดือนกุมภาพันธ์) ประเทศไทยจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมฤดูหนาวหรือลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมความกดอากาศสูงในไซบีเรียแผ่ลงมาปกคลุม ถ้าหากในช่วงใดลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดอย่างรุนแรงและลมความกดอากาศสูงที่แผ่มามีความเข้มมาก จะทำให้อุณหภูมิของอากาศลดต่ำลงมากเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางตอนเหนือของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในบางวันอุณหภูมิของอากาศจะลดลงต่ำกว่าจุด 0° ซ. จนทำให้เกิดน้ำค้างแข็งเกาะอยู่ตามใบไม้ทั่วไปแต่สภาวะดังกล่าวจะปรากฏขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น แต่โดยทั่วไปอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในฤดูหนาวในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีค่าราว 16° ซ.(61°ฟ.) ซึ่งนับว่าเป็นอุณหภูมิของอากาศอยู่ในเกณฑ์หนาว สำหรับภาคกลางอุณหภูมิของอากาศในฤดูหนาวโดยเฉลี่ยจะมีค่าราว 20° ซ. เมื่อพิจารณาโดยทั่วไปจึงไม่หนาวนัก สำหรับภาคใต้ อุณหภูมิของอากาศตลอดทั้งปีไม่แตกต่างกันมากและจะปรากฏฤดูหนาวและฤดูร้อนไม่เด่นชัด ทั้งนี้เพราะน้ำทะเลช่วยในการควบคุมอุณหภูมิของอากาศเอาไว้ สภาพอุณหภูมิของอากาศทั้งที่อยู่ในอิทธิพลของลมมรสุมฤดูร้อนและมรสุมฤดูหนาวจึงแตกต่างกันไม่มากนัก ในช่วงที่อยู่ในอิทธิพลของลมมรสุมฤดูหนาวอุณหภูมิเฉลี่ยจะมีค่าราว 26° ซ.(78.8°ฟ.) ส่วนในช่วงที่อยู่ในอิทธิพลของลมมรสุมฤดูร้อนอุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยจะมีค่าราว 27° ซ.(80.6°ฟ.)

บริเวณของประเทศไทยที่มีอุณหภูมิสูงสุดจะพบอยู่ในเขตปลายลม(Lee Ward Side) ของภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงใต้แก่จังหวัดนครสวรรค์ ลพบุรี ตากและกาญจนบุรี สำหรับบริเวณแถบอำเภอสะตึกหีบ จังหวัดชลบุรีจะเป็นอีกบริเวณหนึ่งที่อุณหภูมิของอากาศสูง เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะสถานีตรวจอากาศประจำถิ่นของบริเวณนี้ตั้งอยู่ด้านปลายลมของภูเขา ซึ่งถ้าหากพิจารณาถึงภาพแวดล้อมโดยทั่วไปแล้ว สัตหีบ ไม่น่าจะมีอุณหภูมิของอากาศสูงมากนัก ทั้งนี้เพราะอยู่ใกล้ทะเล

ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนที่ตกในประเทศไทยโดยเฉลี่ยแล้ว ฝนรวมตลอดปีที่ได้รับจะมีค่าราว 1,551 มม. (62 นิ้ว) ต่อปี เมื่อพิจารณาดูอย่างหยาบ ๆ แล้ว จะเห็นว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในประเทศไทยมีค่าค่อนข้างสูง แต่ถ้าหากพิจารณาอย่างละเอียดแล้ว จะพบว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาดังกล่าว นอกจากจะผันแปรไปตามสถานที่แล้ว ยังผันแปรไปตามฤดูกาล จากสถิติอากาศประจำถิ่นของกรมอุตุนิยมวิทยาในคาบ 20 ปี (พ.ศ. 2494-2513) ปรากฏว่า ภาคเหนือฝนจะตกมากที่สุดในเดือนสิงหาคม ส่วนภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคตะวันตก ฝนจะตกมากที่สุดในเดือนกันยายน ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันตกฝนจะตกมากในช่วงเดือนกันยายนเช่นเดียวกับภาคกลาง แต่ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ฝนจะตกหนักในช่วงเดือนตุลาคม เพราะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมฤดูหนาวที่พัดแรงมากในช่วงนี้ นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปีนั้น จะมากในช่วงฤดูฝน ส่วนในช่วงฤดูแล้งจะเกิดภาวะแห้งแล้งอย่างรุนแรง เพราะมีฝนทิ้งช่วงเกิดขึ้นเป็นเวลานานติดต่อกัน ลักษณะของฝนที่ตกลงมาในประเทศไทย ส่วนใหญ่มักเกิดในรูปฝนที่ตกหนักกระชะเวลาสั้น ๆ (ฝนชุกหรือฝนไล่ช้าง) และจะเกิดขึ้นบ่อยครั้งในเวลาเย็นหรือเวลาเช้ามืด ส่วนฝนที่ตกในประเทศไทยที่มีระยะเวลาติดต่อกันยาวนานหลาย ๆ วันนั้น ส่วนใหญ่เป็นฝนที่เกิดจากพายุหมุน ซึ่งจะเกิดทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน ปรากฏขึ้นตามพื้นที่ราบต่ำโดยทั่วไป ส่วนฝนที่ตกในช่วงฤดูแล้ง หรือก่อนฤดูฝนจะเริ่มขึ้น จะเป็นฝนพายุความร้อน มักจะตกในคอนบ่ายหรือค่ำ ขณะที่ฝนตกจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองอย่างรุนแรง บางครั้งจะมีลูกเห็บตกลงมาด้วย แต่ฝนดังกล่าวจะตกในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น

ตารางที่ 2

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี โดยเฉลี่ยในคาบ 20 ปีของภาคต่าง ๆ ในประเทศไทย
(ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

ภาค	ปริมาณน้ำฝนตลอดปี (มม.)
ภาคเหนือ	2,295.4
ภาคกลาง	1,333.9
ภาคตะวันออก (ตะวันออกเฉียงใต้)	2,221.2
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1,230.2
ภาคใต้	
- ชายฝั่งตะวันตก	2,938.5
- ชายฝั่งตะวันออก	1,897.7

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาอย่างคร่าว ๆ แล้ว จะเห็นว่าบริเวณที่มีฝนตกน้อยที่สุดของประเทศ พบอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ถ้าหากพิจารณารายละเอียดจากสถานีตรวจอากาศประจำถิ่นแต่ละแห่งแล้ว จะพบว่า เขตที่แห้งแล้ง (Dry Zone) ของประเทศไทยจะปรากฏอยู่แถบเงาฝนของทิวเขาถนนธงชัยและทิวเขาตะนาวศรี ซึ่งได้แก่ จังหวัดตาก (1,000.6 มม.) ลำปาง (1,068.3 มม.) กาญจนบุรี (1,116.9 มม.) ประจวบคีรีขันธ์ (1,139.9 มม.) แถบเงาฝนของทิวเขาเพชรบูรณ์ ดงพญาเย็น และสันกำแพง คือ จังหวัดชัยภูมิ (1,160.2 มม.) และจังหวัดนครราชสีมา (1,190.9 มม.) จังหวัดดังกล่าวตามปกติแล้วมีน้ำฝนตกตลอดปีเฉลี่ยต่ำกว่า 1,200 มม. (47 นิ้ว) ส่วนบริเวณที่มีฝนตกมากที่สุดของประเทศไทยจะปรากฏอยู่ในแถบจังหวัดที่ตั้งอยู่ทางด้านต้นลมของภูเขา ซึ่งลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้พัดพาเอาความชุ่มชื้นเข้ามาปะทะกับแนวภูเขาดังกล่าว จึงทำให้เกิดฝนตกหนัก เช่น จังหวัดระนอง (4,349.2 มม.) และจังหวัดตราด (4,846.0 มม.) ถ้าหากพิจารณาจากตัวเลขดังกล่าวปรากฏว่า บริเวณที่มีฝนตกมากที่สุดของประเทศจะอยู่ที่อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด

การแบ่งเขตน้ฝนในประเทศไทย

การแบ่งเขตน้ฝนของประเทศไทยของกองอุตุนิยมวิทยาอุทก กรมอุตุนิยมวิทยา ถือเกณฑ์ในการแบ่งโดยใช้ช่วงเวลาที่ม้ฝนตกในระยะใกล้เคียงกัน ซึ่งแบ่งออกได้ 5 เขต คือ

1. ภาคเหนือ เป็นบริเวณที่อยู่เหนือสุดของประเทศ ในเขตภาคเหนือนี้สามารถแบ่งออกได้ 2 เขตย่อยด้วยกัน คือ

1.1 ภาคเหนือตอนบน ได้แก่บริเวณต่อไปนี้คือ เชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน น่าน ลำปาง แม่สะเรียง และแพร่ ในบริเวณดังกล่าว ฝนจะตกหนักในช่วงเดือนสิงหาคม อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ย 26.1 °ซ. ปริมาณน้ำฝนที่ตกตลอดปีโดยเฉลี่ยมีค่ารวมราว 1,287.2 มม. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 74.9 เปอร์เซ็นต์ อัตราการระเหยของน้ำตลอดปี 810 มม.

1.2 ภาคเหนือตอนล่าง ได้แก่บริเวณจังหวัดอุตรดิตถ์ ตาก แม่สอด พิชณุโลก และเพชรบูรณ์ บริเวณนี้ฝนจะตกมากที่สุดในเดือนกันยายน อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยตลอดปี 27.3 °ซ. ปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปีเฉลี่ย 1,303.6 มม. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 72.5 เปอร์เซ็นต์ อัตราการระเหยของน้ำเฉลี่ยตลอดปี 868.9 มม.

2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะแยกจากเขตอื่นโดยถือเอาทิวเขาเพชรบูรณ์ ดงพญาเย็น และสันกำแพงขวางกันเป็นขอบเขตในการแบ่ง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 เขตย่อย ๆ เช่นเดียวกัน คือ

2.1 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ปริมาณน้ำฝนจะตกหนักที่สุดจะปรากฏในเดือน

สิงหาคม หรือเดือนกันยายน อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ย 26.4°C . ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยตลอดปี 1,485.6 มม. อัตราการระเหยของน้ำ 1,162.5 มม.ต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์ตลอดปีโดยเฉลี่ย 73.1 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ บริเวณที่อยู่รอบสถานีตรวจอากาศหนองคาย เลข อุรธานี นครพนม มุกดาหาร สกลนคร และขอนแก่น

2.2 ภาคตะวันออกเฉียงใต้ตอนล่าง ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากที่สุดจะปรากฏในเดือนสิงหาคม

หรือกันยายนเช่นเดียวกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ย 26.7°C . ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยตลอดปี 1,297.9 มม. อัตราการระเหยของน้ำ 1,111.4 มม.ต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์ตลอดปีโดยเฉลี่ย 71.5 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ บริเวณพื้นที่ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับสถานีตรวจอากาศต่อไปนี้คือ ร้อยเอ็ด ชัยภูมิ อุบลราชธานี สุรินทร์ และนครราชสีมา

3. ภาคกลาง ได้แก่บริเวณต่าง ๆ ที่อยู่ตามลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ แต่บริเวณขอบของที่ราบทางตะวันตกและทางตะวันออกเฉียงเหนือจะเป็นทิวเขาสูง ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากที่สุดจะปรากฏในเดือนกันยายน ปริมาณน้ำฝนรวมที่ตกตลอดปีเฉลี่ย 1,333.9 มม. อัตราการระเหยของน้ำเฉลี่ย 1,113.8 มม. อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยตลอดปีราว 28.1°C . ความชื้นสัมพัทธ์ตลอดปีเฉลี่ยราว 71.6 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ จังหวัดต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้ ๆ กับสถานีตรวจอาหารประจำถิ่นดังต่อไปนี้คือ นครสวรรค์ ลพบุรี สุพรรณบุรี กาญจนบุรี คอนเมือง พระนคร

4. ภาคตะวันออกเฉียงใต้ (ภาคตะวันออก) ได้แก่จังหวัดที่อยู่ทางชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย ปริมาณฝนที่ตกมากที่สุดจะปรากฏในเดือนกันยายนหรือสิงหาคม อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27.8°C . ปริมาณน้ำฝนรวมที่ตกตลอดปีเฉลี่ยราว 2,221.2 มม. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 76.1 เปอร์เซ็นต์ อัตราการระเหยของน้ำเฉลี่ยราว 917 มม.ต่อปี ได้แก่ จังหวัดที่อยู่ในเขตที่ตั้งสถานีตรวจอากาศต่อไปนี้คือ ชลบุรี อยุธยา นครศรีธรรมราช ระยอง จันทบุรี และคลองใหญ่ จังหวัดตราด

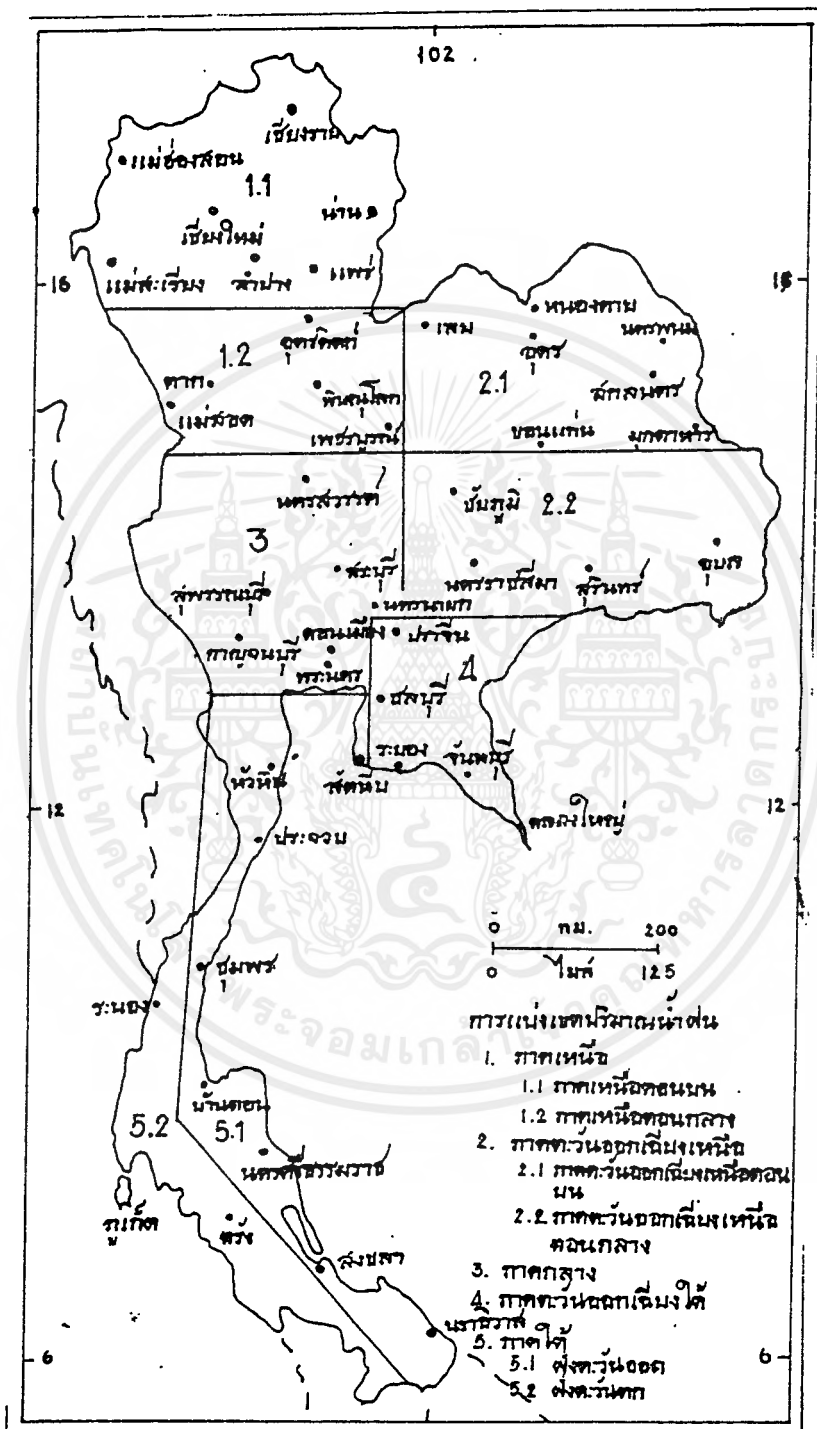
5. ภาคใต้ ลักษณะภูมิประเทศจะเป็นคาบสมุทรแคบ ๆ ที่ยื่นออกไปในทะเล โดยมีทิวเขานครศรีธรรมราชและทิวเขาภูเก็ตเป็นแกนกลางของคาบสมุทร จึงสามารถแบ่งเขตน้ำฝนที่ตกออกได้ 2 เขตคือ

5.1 ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ในเขตนี้มีสถานีตรวจอากาศประจำถิ่นที่สำคัญคือ บ้านดอน

นครศรีธรรมราช สงขลา นราธิวาส หัวหิน ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี ฝนจะตกมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายนหรือตุลาคม อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27°C . ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 81.2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ย 1,897.7 มม. ต่อปี อัตราการระเหยของน้ำตลอดปี ราว 851 มม

ภาพที่ 63

แผนที่ประเทศไทยแสดงการแบ่งเขตปริมาณน้ำฝนของประเทศของกรมอุตุนิยมวิทยา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ในเขตนี้มีสถานีตรวจอากาศประจำถิ่นที่สำคัญได้แก่ ระนอง ภูเก็ต และตรัง ปริมาณน้ำฝนที่ตกหนักที่สุดจะปรากฏในเดือนกันยายนหรือสิงหาคม โดยมีปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ย 2,938.5 มม.ต่อปี อัตราการระเหยของน้ำเฉลี่ย 832.2 มม.ต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยตลอดปีราว 81.2 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยทั้งปีราว 27.3°ซ. (อุตุนิยมวิทยา, กรม : 2513)

อย่างไรก็ตามเมื่อนำตัวเลขเกี่ยวกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราการระเหยของน้ำที่ปรากฏอยู่ในภาคต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกันแล้ว จะปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด จากตารางดังกล่าวเมื่อพิจารณาสภาพความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในภูมิภาคต่าง ๆ แล้ว จะมีความรุนแรงแตกต่างกัน โดยการพิจารณาในแง่ของงบดุลของน้ำ (Water Budget) จะเห็นว่าอัตราการระเหยของน้ำตลอดปีจะน้อยกว่าปริมาณของน้ำฝนที่ได้รับ จึงน่าจะทำให้สภาพของอากาศในประเทศไทยไม่แห้งแล้งจัด แต่ถ้าหากพิจารณาจากงบดุลของน้ำเป็นรายเดือนแล้วในช่วงฤดูแล้ง การระเหยของน้ำจะสูงมากกว่าปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ด้วยเหตุนี้เอง จึงทำให้ภูมิภาคดังกล่าวเกิดการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง ถึงกระนั้นก็ตามจากการพิจารณาถึงการระเหยของน้ำแล้วปรากฏว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางจะมีอัตราการระเหยของน้ำสูงกว่าภาคอื่น ๆ ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันตกอัตราการระเหยของน้ำจะต่ำมาก ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากตัวเลขจะสามารถทำการคาดคะเนได้ว่า บริเวณที่น่าจะประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้งอย่างรุนแรง ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือภาคกลาง ส่วนภาคตะวันออกเฉียงใต้ ภาคเหนือและภาคใต้ ความรุนแรงของการขาดแคลนน้ำจะเบาบางลงหรือแทบจะไม่มีเลย

ตารางที่ 3
การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราการระเหยของ
ภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

ภาค	อุณหภูมิ (°ซ.)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	การระเหยของน้ำ (มม.)
ภาคเหนือ				
- ตอนบน	26.1	1,287.2	74.9	810.0
- ตอนล่าง	27.3	1,303.6	72.5	866.9
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ				
- ตอนบน	26.4	1,846.5	73.1	1,162.5
- ตอนล่าง	26.7	1,297.9	71.5	1,111.5
ภาคกลาง	28.1	1,333.9	71.6	1,113.8
ภาคตะวันออกเฉียงใต้	27.8	2,221.2	76.0	917.0
ภาคใต้				
- ฝั่งตะวันตก	27.2	1,897.7	81.2	851.0
- ฝั่งตะวันออก	27.3	2,938.5	81.2	832.2

ฤดูกาลในประเทศไทย

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในอิทธิพลลมมรสุม จึงทำให้ประเทศไทยมีฤดูกาลที่เด่นชัดอยู่คือ ฤดูฝนกับฤดูแล้ง (Wet and Dry Season) สลับกันอย่างละประมาณ 6 เดือน สำหรับในช่วงฤดูแล้งนี้ถ้าพิจารณาอย่างละเอียดลงไป สามารถที่จะแบ่งแยกออกได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูหนาวและฤดูร้อน ซึ่งมีช่วงเวลาประมาณฤดูกาลเดือน อย่างไรก็ตามอาจจะมีการถกเถียงกันว่าประเทศไทยมีฤดูกาลกี่ฤดูกันแน่ ปัญหานี้อาจจะหาคำตอบได้ยากนัก กล่าวคือ ถ้าหากคอบตามความรู้สึกของคนไทยทั่วไปจะต้องมี 3 ฤดู แต่ถ้าหากเป็นคำตอบของชาวประเทศอาจจะตอบว่าประเทศไทยมี 2 ฤดูเท่านั้น ทั้งนี้เพราะฤดูหนาวในประเทศไทยจะมีความหนาวเย็นไม่แรงมากนัก ในที่นี้จะนำเอาการจำแนกฤดูกาลตามความรู้สึกของคนไทยทั่วไปมากล่าวไว้ในลำดับต่อไป

1. ฤดูฝน (Rainy Season) เป็นช่วงฤดูกาลที่ปรากฏในประเทศไทยยาวนานที่สุด และมี

อิทธิพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อการดำเนินชีวิตของคนไทยมาก เพราะการดำเนินชีวิตของคนไทยส่วนใหญ่ผูกพันกับอาชีพเกษตรกรรม ต้องพึ่งน้ำฝนตามธรรมชาติมาใช้ทำการเพาะปลูก และเป็นช่วงที่ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมร้อน (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือ) พัดผ่าน จึงนำความชุ่มชื้นจากภาคพื้นสมุทรเข้ามายังประเทศไทยและภูมิภาคแถบนี้ การเริ่มต้นและสิ้นสุดของฤดูฝนในแต่ละภาพของประเทศไทยจะแตกต่างกันออกไปกล่าวคือ

ภาคเหนือ ฤดูฝนจะเริ่มต้นขึ้นราวกลางเดือนพฤษภาคม และไปสิ้นสุดลงในเดือนกันยายน หรืออย่างช้าก็ราวเดือนตุลาคม ภาคกลาง ฤดูฝนจะเริ่มต้นขึ้นราวเดือนพฤษภาคมและสิ้นสุดลงในเดือนตุลาคม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ฤดูฝนจะเริ่มต้นขึ้นราวปลายเดือนพฤษภาคม และไปสิ้นสุดในเดือนตุลาคม ภาคตะวันออกเฉียงใต้ ฤดูฝนจะเริ่มต้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคมและไปสิ้นสุดลงในเดือนตุลาคม ส่วนภาคใต้ฤดูฝนจะเริ่มต้นขึ้นราวเดือนพฤษภาคมและไปสิ้นสุดลงราวเดือนธันวาคม ซึ่งในช่วงนี้ภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีฝนตกหนัก และเกิดน้ำท่วมปรากฏขึ้นอยู่เสมอ อันเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมฤดูหนาวที่พัดมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

อย่างไรก็ตามแม้ว่าในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย ฤดูฝนจะเริ่มต้นและสิ้นสุดแตกต่างกันออกไปบ้าง แต่โดยเฉลี่ยแล้วฤดูฝนของประเทศไทยจะเริ่มต้นขึ้นราวเดือนพฤษภาคมและไปสิ้นสุดลงในเดือนตุลาคม ซึ่งมีระยะเวลาประมาณ 6 เดือน แต่ช่วงระยะเวลาที่ฝนตกหนักจะแตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปแล้วภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงใต้ ฝนจะตกหนาแน่นในเดือนกันยายน ทั้งนี้เพราะช่วงระยะเวลานี้ภูมิภาคดังกล่าวจะมีร่องมรสุมพัดผ่าน กอปรกับในช่วงปลายฤดูฝนนี้จะมีพายุหมุนพัดเข้ามายังประเทศไทยบ่อยครั้งอีกด้วย ส่วนภาคใต้จะมีฝนตกหนักในช่วงเดือนตุลาคม ทั้งนี้เพราะภาคใต้เป็นภาคที่แปลกกว่าภาคอื่น ๆ กล่าวคือ ฝนที่ตกจะเนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงที่อยู่ในอิทธิพลของ ลม ม ร ส ม ตะวันออกเฉียงเหนือฝนจะตกหนักทางด้านฝั่งตะวันออก โดยเริ่มตั้งแต่จังหวัดชุมพรไปจนถึงจังหวัดนครราชสีมา

2. ฤดูหนาว เป็นช่วงระยะเวลาที่ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมฤดูหนาว (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) โดยจะเริ่มต้นขึ้นราวเดือนพฤศจิกายน และไปสิ้นสุดลงในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งมีระยะเวลาประมาณ 3 เดือน ในช่วงระหว่างการสับเปลี่ยนฤดูกาลคือระหว่างปลายเดือนตุลาคมถึงต้นเดือนพฤศจิกายน ซึ่งมีระยะเวลาประมาณ 1-2 อาทิตย์ ช่วงเวลาดังกล่าวจะมีฝนตกบ้าง และลมมรสุมฤดูหนาวจะเริ่มพัดแต่ยังมีความเข้มข้นไม่มากนัก ทิศทางของลมที่พัดยังไม่แน่นอน ฝนที่ตกลงมาในช่วงนี้ส่วนใหญ่จะเป็นฝนแนวปะทะ (Frontal Rain)

หลังจากช่วงนี้เป็นต้นไป ลมมรสุมฤดูหนาวจะพัดรุนแรงขึ้น ประกอบกับในช่วงนี้ภาคพื้นทวีปทางตอนกลางของเอเชียคือแถบไซบีเรียมี "ลิมความกดอากาศสูง" ปรากฏขึ้นมาเป็นครั้งคราว ทำให้ลมมรสุมฤดูหนาวพัดกระโชกแรงและมีอากาศหนาวเย็น ด้วยเหตุนี้เองความหนาวเย็นในประเทศไทยจึงมีได้หนาวอย่างรุนแรงติดต่อกันตลอดเวลา แต่จะปรากฏขึ้นเป็นช่วง ๆ ในขณะที่ลิมความกดอากาศสูงแผ่ลงมาปก

คลุมประเทศไทย หลังจากนั้นอุณหภูมิของอากาศจะสูงขึ้น ถึงกระนั้นก็ตามในบางช่วง แม้ว่าจะมีไฆเป็นฤดูหนาว แต่เกิดสภาพอากาศวิปริตขึ้น กล่าวคือลึมหิมะความกดอากาศสูงในไซบีเรียแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยก็จะทำให้เกิดอากาศหนาวเย็นขึ้นได้ ตัวอย่างเช่น ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2520 ลึมหิมะความกดอากาศสูงในไซบีเรียแผ่ขยายลงมาปกคลุมประเทศไทย จะทำให้อุณหภูมิของอากาศหนาวเกิดขึ้นในเดือนดังกล่าว เป็นต้น

อย่างไรก็ตามฤดูหนาวในประเทศไทยยังมีสภาพอุณหภูมิแตกต่างกันอีก กล่าวคือ บริเวณที่มีอากาศหนาวเย็นจริง ๆ จะมีเพียง 2 ภาคเท่านั้น คือภาคเหนือกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในภาคกลางและภาคตะวันตกอากาศจะหนาวเย็นเพียงเล็กน้อย ส่วนภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงใต้จะมีอากาศไม่หนาวเย็น ทั้งนี้เพราะบริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้ภาคพื้นสมุทร

3. ฤดูร้อน เป็นฤดูกาลที่ปรากฏขึ้นหลังจากความเข้มข้นของลมมรสุมฤดูหนาวลดลง โดยจะเริ่ม

ตั้งแต่ปลายเดือนกุมภาพันธ์หรือต้นเดือนมีนาคมไปถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งมีระยะเวลาราว 3 เดือน ในช่วงนี้พื้นดินจะแห้งแล้งและท้องฟ้าจะแจ่มใส ความชื้นในอากาศลดน้อยลง พื้นที่ของประเทศไทยส่วนใหญ่ได้รับแสงแดดจากดวงอาทิตย์ (เดือนเมษายน) ดังนั้นประเทศไทยจึงได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์อย่างเต็มที่ ซึ่งประเทศไทยในฤดูร้อนจึงมีอุณหภูมิของอากาศสูงและมีอากาศร้อนอบอ้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเดือนเมษายนจะมีอากาศร้อนมากที่สุด แต่ในช่วงนี้เกิดสภาพความกดอากาศต่ำขึ้นบนภาคพื้นดิน ในแถบจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือและเกิดความกดอากาศสูงขึ้นในภาคพื้นน้ำแถบอ่าวไทย จึงทำให้เกิดกระแสลมพัดจากภาคพื้นน้ำขึ้นสู่พื้นดิน ซึ่งเป็นลมเย็นเรียกว่า “ลมตะเภา” ซึ่งลมนี้จะช่วยบรรเทาความร้อนระอุของอากาศในประเทศไทยในช่วงฤดูร้อนได้บ้าง ในช่วงฤดูร้อนประเทศไทยจะเกิดภาวะการขาดแคลนน้ำขึ้นอย่างรุนแรง เพราะมีฝนทิ้งช่วงปรากฏขึ้นยาวนานติดต่อกัน

พื้นดินจะแตกกระแหงพืชพรรณธรรมชาติที่เป็นต้นไม้อาจจะมีการทิ้งใบเกิดขึ้น ต้นหญ้าจะแห้งและตายไป จึงทำให้เกิดไฟไหม้ป่าปรากฏขึ้นอย่างง่ายตาย ดังนั้นนักท่องเที่ยวเดินทางเข้าไปพักผ่อนตามป่าเขาลำเนาไพร หรืออุทยานแห่งชาติจึงต้องระมัดระวังในการใช้ไฟเพื่อประกอบกิจกรรมต่าง ๆ มิฉะนั้นแล้วอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่สถานที่ท่องเที่ยวเหล่านั้นได้ อย่างไรก็ตามในช่วงฤดูแล้งนี้ บางครั้งจะมีฝนตกลงมาบ้างเป็นครั้งคราว ซึ่งฝนที่ตกจะเป็น “ฝนพาคความร้อน” (Convective Rain) ในช่วงที่ฝนตกจะมีพายุฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้นด้วย ฝนจะตกหนักแต่ตกในระยะเวลาที่สั้น พายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดในช่วงฤดูแล้งนี้บางครั้งจะทำความเสียหายแก่สิ่งก่อสร้างที่ลมพายุพัดผ่านเป็นอย่างมาก แต่ฝนพาคความร้อนที่ตกครั้งคราวนี้จะเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อชาวนาและประชากรที่อาศัยอยู่ตามท้องถื่นชนบทเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “การทำนาหว่าน” และน้ำที่นำมาใช้อุปโภคบริโภค การทำนาหว่านที่เป็นนาปีจะทำการไถหว่านเมล็ดข้าวลงไปในช่วงปลายฤดูร้อน คือราวต้นเดือนพฤษภาคมหรือปลายเดือนเมษายน ถ้าหากในช่วงนี้ไม่มีฝนตกจะทำให้ข้าวที่หว่านไว้ได้รับความเสียหาย แต่ถ้าหากมีฝนตกลงมาจะช่วยทำให้ข้าวที่หว่านไว้รอดงามเพื่อรอฤดูฝนที่จะมาถึงในอีกไม่กี่สัปดาห์ข้างหน้าต่อไป นอกจากนี้ถ้าหากในฤดูร้อนไม่มีฝนตกลงมาเลย

จะทำให้แหล่งน้ำตาม

ธรรมชาติแห้งขอด อันเป็นผลทำให้ประชากรประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและเลี้ยง

สัตว์เกิดขึ้น สำหรับภาคใต้ในช่วงฤดูร้อนนี้อากาศจะไม่แห้งแล้งมากนัก เพราะมีที่ตั้งอยู่ใกล้ศูนย์สูตรจึงทำให้มีฝนพาคความชื้นเกิดขึ้นอยู่เสมอ และมีฤดูแล้งที่สั้น บางแห่งเช่นจังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานีและนราธิวาสเกือบจะไม่มีฤดูแล้งปรากฏอยู่เลย ดังนั้นฤดูแล้งในภาคใต้ของประเทศไทยจึงไม่ปรากฏเด่นชัดเหมือนภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงใต้ ภาคตะวันตกและภาคเหนือ

ลมที่พัดในประเทศไทย

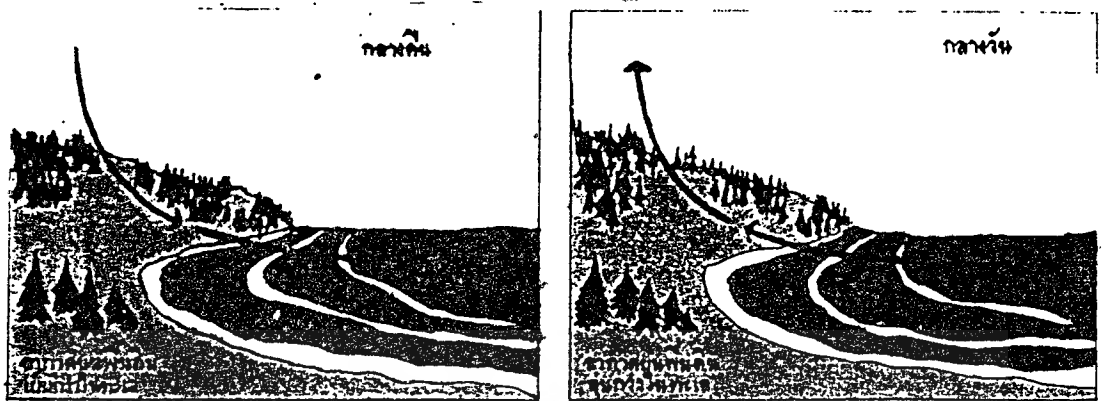
ลมที่พัดผ่านประเทศไทยจะสามารถแบ่งออกได้ 4 ชนิดด้วยกันคือ ลมประจำเวลา ลมประจำฤดู ลมประจำถิ่น และพายุ สำหรับลมประจำปีที่พัดผ่านประเทศไทยนั้น อันที่จริงแล้วประเทศไทยจะตั้งอยู่ในเขตอิทธิพลของลมสินค้า แต่เนื่องจากในภูมิภาคแถบนี้มีลมประจำฤดูพัดอย่างเด่นชัดมาตลอดทั้งปีจึงทำให้ลมสินค้าตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปรากฏไม่เด่นชัดนัก แต่จะมีส่วนช่วยเสริมทำให้ลมมรสุมฤดูหนาวพัดรุนแรงเพิ่มขึ้น เพื่อความเข้าใจในที่นี่จะนำเอาลมแต่ละชนิดมาแยกกว่าไว้ในลำดับต่อไป

1. ลมประจำเวลา จะเป็นลมเฉื่อยที่พัดประจำอยู่ในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งในรอบวัน เป็นลมที่พัดไม่รุนแรงนัก ที่สำคัญได้แก่

1.1 ลมบกลมทะเล ลมบกจะเป็นลมประจำเวลาที่พัดในตอนกลางวัน เนื่องจากในตอนกลางวันพื้นดินคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ ดังนั้นอากาศที่อยู่เหนือผิวน้ำจึงอุ่นกว่า และค่อย ๆ ขกตัวลอยสูงขึ้นสู่เบื้องสูง อากาศที่อยู่เหนือพื้นดินที่เย็นกว่าจะเคลื่อนเข้าไปแทนที่อันเป็นผลทำให้เกิดกระแสลมพัดจากภาคพื้นดินออกไปสู่ทะเล ลมจะเริ่มพัดตั้งแต่เวลาประมาณ 22.00-10.00 น. (รูปที่ 64)

รูปที่ 64

แผนภูมิแสดงลักษณะการเกิดลมบกลมทะเลที่เกิดขึ้นตามบริเวณชายฝั่งทะเลทั่วไป



ส่วนลมทะเลนั้นจะพัดในตอนกลางวัน เป็นลมที่ช่วยบรรเทาความร้อนระอุในตอนกลางวัน ในแถบชายฝั่งทะเลให้เบาบางลง สาเหตุการเกิดลมทะเลนั้นจะเนื่องมาจากในตอนกลางวันอุณหภูมิของพื้นผิวดินจะสูงกว่าพื้นน้ำ จึงทำให้เกิดกระแสลมพัดจากภาคพื้นทะเลขึ้นสู่พื้นดิน ตามปกติแล้วลมทะเลจะพัดในช่วงเวลา ระหว่าง 11.00 น. ถึง 21.00 น. และสามารถพัดเข้าไปในภาคพื้นดินได้ไกลจากชายฝั่งถึง 70 กม. (Smith, K. : 1975) ลมทะเลนี้จะพัดเด่นชัดมากในเขตอากาศร้อน เมื่ลมทะเลพัดเข้าไปในภาคพื้นดินเพียง 15 นาทีหรือครึ่งชั่วโมง จะทำให้อุณหภูมิของอากาศลดลงราว 7-8 °ซ. (วิชัย เทียนน้อย : 2521) ดังนั้นตามชายฝั่งทะเลหรือหาดทรายที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศจึงมีประชากรเข้าไปท่องเที่ยวมากในช่วงฤดูแล้งหรือฤดูร้อน เพราะตามชายฝั่งทะเลในตอนกลางวันจะไม่ร้อนจัดนัก ในตอนกลางวันจะมีลมพัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่งตลอดเวลา ลมที่พัดจะมีความรุนแรงไม่มากนัก แต่มีลักษณะเป็นลมเฉื่อย แต่ก็สามารถบรรเทาความร้อนหรือใช้สำหรับเล่นเรือใบได้อย่างดี

1.2 ลมภูเขาและลมหุบเขา ตามท้องถื่นที่เป็นทิวเขาสูงจะมีลมประจำวันพัดเช่นเดียวกับ

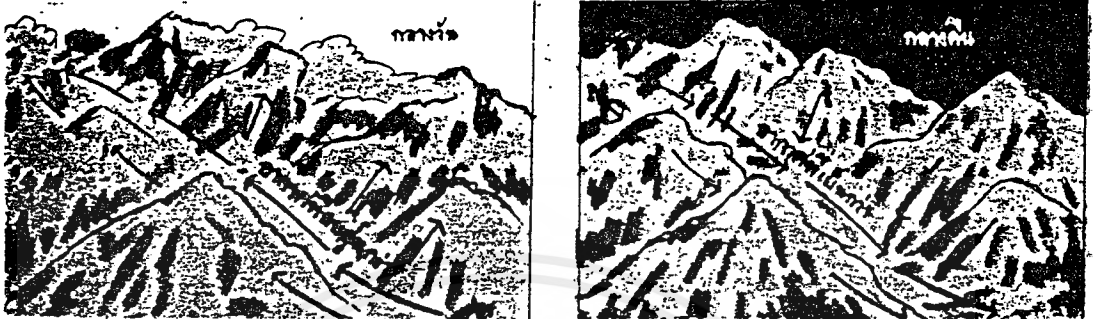
ลม

บกลมทะเลที่ได้กล่าวมาแล้ว ในตอนกลางวันอุณหภูมิของอากาศบนยอดเขาจะร้อนเร็วกว่าบริเวณหุบเขา ทั้งนี้เพราะตามยอดเขาจะมีต้นไม้ขึ้นปกคลุมพื้นดินน้อยกว่า และพื้นดินบนยอดเขาจะมีโครงสร้างที่เป็นหิน ไส้ลึขึ้นมา ดังนั้นในตอนกลางวันจึงมีกระแสอากาศเคลื่อนที่จากหุบเขาขึ้นไปยังยอดเขา เรียกว่า “ลมหุบเขา” หรือ “ลมพัดขึ้นลาดเขา” จากการตรวจสอบปรากฏว่าลมหุบเขานี้จะพัดขึ้นไปได้สูงกว่าลมภูเขาที่พัดลงมาราว 6 เท่า ส่วนในตอนกลางคืน อากาศที่อยู่บริเวณยอดเขาจะเย็นลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากกระบวนการคายความร้อนจึงทำให้อากาศเย็นเหล่านั้นไหลลงสู่ที่ต่ำตามกระบวนการ “ระบายอากาศ” (Air Drainage) และขณะเดียวกันอากาศที่อยู่ในบริเวณหุบเขายังอุ่นอยู่ ก็จะขยายตัวลอยขึ้นเบื้องบน ด้วยเหตุดังกล่าวในตอนกลางคืนจึงมีลมพัดจากยอดเขาลงมาสู่เบื้องล่าง เรียกว่า

“ลมภูเขา” หรือ “ลมพัดลงลาดเขา” (รูปที่ 65) เพราะฉะนั้นนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าไปตั้งค่ายอยู่ตามหุบเขาในตอนกลางคืนจะสังเกตเห็นว่าเต็นท์ที่ส้วงขึ้นจะมีกระแสลมพัดหลังคาเต็นท์ยกขึ้นเบื้องบน ลมหุบเขานี้ยิ่งคิดมากจะเพิ่มความรุนแรงมากยิ่งขึ้น

ภาพที่ 65

ลักษณะการเกิดลมมรสุมและลมภูเขาที่พัดประจำวันอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของประเทศไทย
ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศที่เป็นทิวเขาสูง



2. ลมประจำฤดู จะเป็นลมที่พัดอยู่อย่างเด่นชัดในช่วงฤดูกาลใดฤดูกาลหนึ่งในรอบปี ซึ่งในประเทศไทยจะมีลมประจำฤดูที่พัดอยู่เป็นประจำคือ “ลมมรสุม” ซึ่งลมชนิดนี้จะมีอิทธิพลต่อสภาพลมฟ้าอากาศในประเทศไทยมากกว่าลมชนิดอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว และที่จะนำมากล่าวไว้ในลำดับต่อไป แบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ

2.1 สมมรสุมฤดูร้อน (Summer Monsoon) เป็นลมมรสุมที่พัดอยู่ในช่วงที่ซีกโลกเหนือเป็นฤดูร้อน แต่เนื่องจากลมมรสุมชนิดนี้เมื่อพัดผ่านประเทศไทยมีทิศทางการพัดอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงใต้มายังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะฉะนั้นลมนี้จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้” สาเหตุการเกิดลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ได้นี้ เนื่องจากภาคพื้นทวีปเอเชียในขณะนี้ได้รับแสงคังจากดวงอาทิตย์ ในขณะที่เดียวกันพื้นน้ำที่กว้างใหญ่ทางตอนใต้ได้รับแสงเฉียง จึงทำให้ภาคพื้นทวีปมีหย่อมความกดอากาศต่ำเกิดขึ้น และในทางตรงกันข้ามภาคพื้นน้ำจะเกิดหย่อมความกดอากาศสูงขึ้นเช่นกัน จึงทำให้มีกระแสลมพัดจากภาคพื้นน้ำเข้าสู่ภาคพื้นทวีป ลมนี้จะเริ่มพัดตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมไปจนถึงเดือนกันยายน ส่วนภาคใต้ของประเทศไทยลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเริ่มพัดประมาณต้นเดือนพฤษภาคมแลไปสิ้นสุดลงราวกลางเดือนตุลาคม เนื่องจากลมนี้เป็นลมร้อนและพัดผ่านภาคพื้นน้ำที่กว้างใหญ่ จึงทำให้ท้องฟ้ามีเมฆมากและมีฝนตก ดังนั้นในช่วงฤดูฝนจึงเป็นอุปสรรคสำคัญต่อกิจการท่องเที่ยว แต่เนื่องจากฝนที่ตกในฤดูฝนที่เกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้นี้จะตกในตอนบ่ายหรือตอนกลางคืน จึงไม่เป็นอุปสรรคต่อกิจการท่องเที่ยวมากนัก เว้นเสียแต่ว่าฝนตกหนักที่เกิดจากพายุหมุน ซึ่งจะตกต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาหลาย ๆ วัน

2.2 ลมมรสุมฤดูหนาว (Winter Monsoon) เป็นลมมรสุมที่พัดจากภาคพื้นทวีปลงสู่ภาคพื้นสมุทร เป็นลมเย็นและแห้ง ดังนั้นในช่วงที่ลมมรสุมฤดูหนาวพัดผ่านบริเวณใดจะทำให้อุณหภูมิอากาศบริเวณนั้นลดต่ำลงและมีสภาพอากาศแห้งแล้ง แต่เนื่องจากลมมรสุมฤดูหนาวนี้เมื่อพัดผ่านประเทศไทยจะมีทิศทางการพัดอยู่ในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือมายังทิศตะวันตกเฉียงใต้ ดังนั้นจึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ” สาเหตุสำคัญของการเกิดลมมรสุมฤดูหนาวนี้จะสืบเนื่องมาจาก ในช่วงนี้ซีกโลกเหนือเป็นฤดูหนาวเพราะได้รับแสงเฉียงจากดวงอาทิตย์ ขณะเดียวกันภาคพื้นสมุทรที่อยู่ทางตอนใต้จะได้รับแสง

คั้งจากดวงอาทิตย์ จึงทำให้ภาคพื้นสมุทรเกิดหย่อมความกดอากาศต่ำปรากฏขึ้น และขณะเดียวกันภาคพื้นทวีปทางเหนือที่มีอากาศหนาวเย็นจะเกิดหย่อมความกดอากาศสูงขึ้นเช่นเดียวกัน จึงทำให้เกิดกระแสลมพัดจากภาคพื้นทวีปไปสู่ภาคพื้นสมุทร เป็นที่น่าสังเกตว่าลมมรสุมฤดูหนาวจะพัดรุนแรงกว่าลมมรสุมฤดูร้อน ทั้งนี้เพราะลมนี้ได้รับพลังงานเสริมจากลึมหวมความกดอากาศสูงที่ปรากฏขึ้น ในแถบ ไซบีเรียแลลมสินค้าที่พัดอยู่ในแนวเดียวกัน ถึงแม้ว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นลมเย็นและแห้ง แต่เมื่อลมนี้พัดผ่านพื้นน้ำมาจะมีความชุ่มชื้นปรากฏอยู่บ้าง ดังนั้นเมื่อลมนี้พัดเข้าฝั่งอาจทำให้เกิดฝนตกขึ้นได้ เช่น ภาคใต้ฝั่งตะวันออกของประเทศไทย เป็นต้น การท่องเที่ยวในช่วงนี้จะทำได้สะดวกเพราะสภาพอากาศแห้งแล้ง แต่ถึงกระนั้นก็ตามทางภาคใต้ฝั่งตะวันออกหรือในท้องทะเลอ่าวไทยตอนต้น ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดจะไม่เหมาะที่จะเดินทางเข้าไปท่องเที่ยว ทั้งนี้เพราะนอกจกฝนที่ตกหนักแล้ว คลื่นลมในท้องทะเลจะรุนแรงด้วย ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอันตรายแก่นักท่องเที่ยวได้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะเริ่มพัดอย่างเด่นชัดในราวกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

3. ลมประจำถิ่น เป็นลมที่อยู่เป็นประจำในท้องถิ่นใดท้องถิ่นหนึ่งโดยเฉพาะ ทั้งนี้มาจากความแตกต่างของความกดคั่นของอากาศที่ปรากฏอยู่ในบริเวณนั้น แต่เนื่องจากความแตกต่างของความกดคั่นของอากาศมีไม่มากนัก จึงทำให้ลมประจำถิ่นที่พัดไม่รุนแรง ลมประจำถิ่นที่พัดผ่านประเทศไทยจะมีเฉพาะลมเย็นเท่านั้น ลมประจำถิ่นมีสำคัญของประเทศไทยมี 2 ชนิดคือ

3.1 ลมตะเภา เป็นลมที่พัดจากอ่าวไทยเข้าสู่ภาคพื้นดินของประเทศไทย เป็นลมเย็นที่พัดอยู่ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน และเป็นลมที่พัดนำลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ สาเหตุของการเกิดลมนี้ขึ้นมาก็คือ ในช่วงฤดูแล้งบนภาคพื้นดินของประเทศไทย ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์มาก จึงทำให้เกิดหย่อมความกดอากาศต่ำขนาดเล็กขึ้นแถบบริเวณจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในบริเวณอ่าวไทยจะเกิดหย่อมความกดอากาศสูงขนาดย่อมปรากฏขึ้น จึงเป็นผลทำให้กระแสลมพัดจากอ่าวไทยเข้าสู่ภาคพื้นดินของประเทศ ลมนี้จะช่วยบรรเทาความร้อนระอุของภาคพื้นดินในฤดูร้อนได้เป็นอย่างดี การที่เรียกลมชนิดนี้ว่าลมตะเภานั้นก็เพราะเป็นลมที่ช่วยพัดเรือสำเภาที่เข้ามาทำการค้าขายกับประเทศไทยเข้าสู่ชายฝั่งกันอ่าวไทย ลมตะเภาที่ยังมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ลมพัทธา”

3.2 ลมว่าว เป็นลมเย็นที่พัดลงมาตามลำน้ำเจ้าพระยา ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณอ่าวไทยเกิดหย่อมความกดอากาศต่ำขนาดย่อมเกิดขึ้น เป็นลมที่พัดนำลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมายังประเทศไทย เนื่องจากลมนี้พัดในช่วงที่ข้าวเบากำลังออกรวง จึงมีคนเรียกลมว่าวอีกอย่างหนึ่งว่า “ลมข้าวเบา” หรือ “ลมโยกข้าวเบา” ลมว่าวจะพัดอยู่อย่างเด่นชัด ในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน

4. พายุหมุน เนื่องจากพายุหมุนที่พัดเข้าสู่ประเทศไทยจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน นับว่าเป็นอุปสรรคสำคัญในการเดินทางไปที่ท่องเที่ยวยังดินแดนต่าง ๆ ในประเทศไทยเป็นอย่างมาก และนอกจากนี้การที่มีพายุหมุนพัดเข้าสู่ประเทศไทยหลายลูกติดกัน ยังอาจทำให้เกิดน้ำท่วมอย่างฉับพลันปรากฏขึ้นอีกด้วย ดังนั้นในกิจการท่องเที่ยวจึงต้องทำการศึกษาเรื่องราวของพายุหมุนไว้ด้วย พายุหมุนที่พัดอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของโลกจะแบ่งออก โดยใช้ความเร็วของลมที่พัดเข้าสู่ศูนย์กลางได้ 3 ชนิด คือ ลมพายุดีเปรสชัน ซึ่งความเร็วของลมที่พัดเข้าสู่ศูนย์กลางไม่เกิน 33 นอต (61 กม./ชม.) พายุโซนร้อน ความเร็วของลมที่พัดเข้าสู่ศูนย์กลางไม่เกิน 63 นอต (117 กม./ชม.) และพายุไต้ฝุ่น ซึ่งมีความเร็วของลมที่พัดเข้าสู่ศูนย์กลางเกิน 63 นอตขึ้นไป อย่างไรก็ตามพายุหมุนที่พัดเข้ามายังประเทศไทยมีความรุนแรงมากที่สุดแก่พายุโซนร้อนเท่านั้น แต่ส่วนมากแล้วพายุหมุนที่พัดเข้ามายังประเทศไทยยังมีความรุนแรงแก่พายุดีเปรสชัน พายุหมุนที่พัดเข้ามาในประเทศไทยจะมีแหล่งกำเนิดอยู่ในมหาสมุทรแปซิฟิก จากนั้นพายุจะเคลื่อนที่มาทางตะวันตกผ่านหมู่เกาะฟิลิปปินส์เข้าสู่ทะเลจีนใต้ และเข้าสู่ชายฝั่งของเวียดนาม อ่าวตังเกี๋ย หรือทางตอนใต้ของจีน พายุหมุนเพื่อพัดเข้ามาปะทะกับภาคพื้นดินจะทำให้ความเร็วของพายุลดลง แต่ถ้าหากพายุหมุนมีความรุนแรงมากอาจจะเคลื่อนที่ผ่านประเทศไทยเข้าสู่ประเทศพม่าหรือลงสู่ทะเลอันดามันต่อไป เป็นที่น่าสังเกตพายุหมุนที่ผ่านประเทศไทยจะเกิดขึ้นบ่อยครั้งมากในช่วงปลายฤดูฝนคือราวเดือนกันยายนหรือตุลาคม ทั้งนี้เพราะช่วงระยะเวลาจุดกำเนิดของพายุเคลื่อนลงมายังละติจูดที่ต่ำ บริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนมากที่สุดในประเทศไทยคือ จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้เพราะพายุหมุนเคลื่อนที่ผ่านแหลมญวนแล้วความเร็วของพายุลดลง ทำให้แนวการเคลื่อนที่ของพายุเบนขึ้นไปทางเหนือ จึงทำให้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีโอกาสได้รับความกระทบกระเทือนจากพายุหมุนมากที่สุด การเกิดพายุหมุนที่พัดเข้าสู่ประเทศไทยจะทำให้ท้องฟ้ามีคัลม มีฝนตกติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน แต่หลังจากพายุผ่านพ้นไปแล้ว ท้องฟ้าจะแจ่มใส และฝนจะหยุดตก การที่มีพายุพัดผ่านประเทศไทยถ้าหากปีใดจำนวนน้อยลูก จะทำให้สภาพน้ำท่าในปีนั้นค่อนข้างน้อย ในทางตรงกันข้ามถ้าหากปีใดมีพายุพัดเข้าหลายลูกจะทำให้เกิดสภาพน้ำท่าอุดมสมบูรณ์ แต่ถ้าหากพายุพัดเข้ามาติดต่อกันหลายลูกจะทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นตามทีราบลุ่มอย่างรุนแรง

การแบ่งเขตภูมิอากาศในประเทศไทย

จากการนำเอาหลักเกณฑ์การจำแนกเขตภูมิอากาศของเคิเปินมาใช้ในการจำแนกเขตภูมิอากาศของประเทศไทยปรากฏว่า ลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทยจะตั้งอยู่ในภูมิภาคเขตร้อนดังจะเห็นได้ว่าเดือนที่มีอุณหภูมิของอากาศหนาวที่สุดโดยเฉลี่ยจะสูงกว่า 18°ซ. (64.4°ฟ.) ซึ่งเขตภูมิอากาศของประเทศไทยจึงจัดอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบเอ (A) แต่เนื่องจากความแตกต่างกันในเรื่องปริมาณน้ำฝนที่ปรากฏอยู่ในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศ จึงอาจจะแบ่งเขตภูมิอากาศย่อยออกไปได้เป็น 3 เขต คือ

1. เขตภูมิอากาศแบบป่าร้อนชื้น (Tropical Rain-Forest Climate-Af) เขตภูมิอากาศแบบนี้ไม่มีเดือนใดเลขที่ปริมาณน้ำฝนรวมที่ต่ำกว่า 62 มม. (2.4 นิ้ว) ดังนั้นสภาพภูมิอากาศจึงชุ่มชื้นตลอดทั้งปี ซึ่งได้แก่ 4 จังหวัดทางด้านตะวันออกของภาคใต้คือ นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส แต่หากถือเกณฑ์การจำแนกเขตภูมิอากาศแบบเคิเปินอย่างเคร่งครัดแล้ว จะไม่มีบริเวณใดเลขของประเทศไทยที่มีลักษณะ

อากาศแบบนี้ ทั้งนี้เพราะจากสถิติข้อมูลอากาศประจำถิ่นที่ได้จดบันทึกไว้ในช่วง 20 ปี (พ.ศ. 2494-2513) ปรากฏว่าจังหวัดนครศรี-ธรรมราชจะมีเดือนที่ฝนตกต่ำกว่า 62 มม. อยู่ถึง 2 เดือน คือ เดือนกุมภาพันธ์ (61.7 มม.) และเดือนมีนาคม (44.2 มม.) ที่สถานีตรวจอากาศประจำถิ่นที่สงขลามี 2 เดือนเช่นเดียวกันคือ เดือนกุมภาพันธ์ (38.6 มม.) และเดือนมีนาคม (41.8 มม.) และที่นครราชสีมาอยู่ 1 เดือน คือเดือนเมษายน (54.1 มม.) ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าเขตภูมิอากาศใน 4 จังหวัดดังกล่าวน่าจะเป็นเขตภูมิอากาศแบบ Am มากกว่า Af

2. เขตภูมิอากาศแบบมรสุมร้อน (Tropical Monsoon Climate-Am) ลักษณะภูมิอากาศโดยทั่วไปจะมีฤดูแล้งสั้น ๆ แทรกอยู่อย่างน้อย 1 เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนรวมที่ตกต่ำกว่า 62 มม. (2.4 นิ้ว) เป็นลักษณะภูมิอากาศที่พบอยู่ทั่วไปในเขตจังหวัดภาคใต้ และจังหวัดจันทบุรีและตราดในภาคตะวันออก บริเวณดังกล่าวจะมีหิมะสูงทอดตัวตั้งรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดจากทะเลเข้าสู่ชายฝั่ง ปริมาณน้ำฝนรวมที่ตกโดยเฉลี่ยแล้วจะมากกว่าเขตภูมิอากาศแบบ Af ที่กล่าวมาแล้ว ตัวอย่างเช่นที่สถานีตรวจอากาศประจำถิ่นที่จังหวัดระนองจะมีน้ำฝนรวมที่ตกโดยเฉลี่ย 4,649.2 มม. ต่อปี และที่อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด ซึ่งเป็นบริเวณของประเทศไทยที่มีฝนตกมากที่สุดจะมีปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ย 4,846.0 มม. ต่อปี

3. เขตภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน (Tropical Savanna Climate-Aw) เขตภูมิอากาศแบบนี้บางครั้งมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “เขตภูมิอากาศแบบสะวันนา” หรือ “เขตภูมิอากาศแบบปลูกข้าวเจ้า” ลักษณะภูมิอากาศโดยทั่วไปจะมีฤดูแล้งสลับกับฤดูฝนอย่างละประมาณ 6 เดือน และจะมีสภาพอากาศแห้งแล้งในฤดูหนาว แต่เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในอิทธิพลของลมมรสุมจึงทำให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากกว่าเขตภูมิอากาศแบบสะวันนา ที่ปรากฏอยู่ในส่วนอื่นของโลก ปริมาณน้ำฝนที่ตกรวมตลอดปีโดยเฉลี่ยราว 1,500 มม. พืชพรรณที่ขึ้นในเขตอากาศแบบนี้จะต้องสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพความแห้งแล้งที่ปรากฏในช่วงฤดูแล้งได้ เขตภูมิอากาศแบบสะวันนาจะเป็นเขตภูมิอากาศที่พบอยู่อย่างกว้างขวางในประเทศไทย ได้แก่ ดินแดนที่อยู่ในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ บางจังหวัดในภาคตะวันตก จากรูปที่ 4.9 จะเห็นว่าฝนจะตกหนักในช่วงที่อยู่ในอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และจะมีสภาพอากาศแห้งแล้งในช่วงที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

อย่างไรก็ตามการที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับสภาพลมฟ้าอากาศในประเทศไทย จะทำให้ผู้ที่ศึกษามีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะลมฟ้าอากาศในประเทศไทยดียิ่งขึ้น ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศนี้จำเป็นต้องคิดตามการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ทั้งนี้เพื่อจะได้นำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวางแผนดำเนินการเกี่ยวกับกิจการท่องเที่ยว เพื่อให้กิจการท่องเที่ยวดำเนินไปตามเป้าประสงค์ที่วางไว้ และก่อให้เกิดผลดีแก่ผู้ที่ออกไปท่องเที่ยวหรือพักผ่อนหย่อนใจให้มากที่สุด นับว่าเป็นสิ่งที่ดีสำหรับประเทศไทยที่สภาพลมฟ้าอากาศโดยทั่วไปไม่รุนแรง และเป็นอุปสรรคต่อกิจการท่องเที่ยวนัก

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้าง (สาคร คันธโชติ, 2530 :15-31)

โครงสร้าง คือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการมาตรการความมั่นคงบางประการ

1. หน้าที่ของโครงสร้าง ผลิตภัณฑ์ที่สร้างขึ้นมาจะมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูกโครงหลักและมีส่วนประกอบอื่น ๆ (MEMBERS) ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เพื่อให้การใช้เนื้อที่ภายในนั้น สะดวกและเหมาะสมกับประเภทของผลิตภัณฑ์ โครงสร้างอาจแยกออกเป็นหลาย ส่วนหลายตอน ประกอบร่วมกันจนสำเร็จขึ้นมา โครงสร้างย่อยนี้อาจแยกเป็นหลายตอน โครงย่อยต่าง ๆ ดังกล่าว เมื่อประกอบกันเข้าทั้งหมดก็เป็นผลิตภัณฑ์ในที่สุด จะเห็นว่ารูปร่างโครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะ เนื่องจากมีแรงหรือน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจกระทำระเบียน หรือบังคับให้เกิดเป็นรูปร่างต่าง ๆ กันไปเมื่อแรงที่ถ่ายทอดต่อเนื่องถูกตามกฎเกณฑ์ แล้วโครงสร้างนั้นจะตั้งอยู่ได้โดยมั่นคงและก่อให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจเมื่อมองดู ฉะนั้นเมื่อต้องใช่วัสดุต่างกันต้องใช้ให้เหมาะสมกับความสามารถของการรับแรงนั้น ๆ ด้วยอย่างดี ✓

แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง

แรงต้านทานภายใน (RESISTANCE FORCES) ที่ได้กล่าวไว้ อาจแยกเป็น 5 ชนิดด้วยกัน ซึ่งก็มีความแตกต่างกันดังนี้

- แรงดึง (TENSION OR PULL OR SUCTION) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้น แผล็ยิดออก ขาวออก หรือขาดจากกัน

- แรงอัด (COMPRESSION OR PUSH OR PRESSURE) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุสั้นเข้า บีบเข้า หรือแตก

- แรงเฉือน (SHEAR) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัส TANGENTIAL กับผิวพื้นที่ต้องแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องคอดคอกัน เป็นเนื้อเดียวทางกายภาพ เพื่อต้านแรงเฉือนนี้ก็ได้ แต่ต้องมีแรงอัดคดไว้ให้พื้นผิวดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อเรามีขนาดเพียงพอด้านทานแรงเฉือน ดังกล่าวมีวัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้

- แรงคด (WENDING) เมื่อโครงสร้างรับแรงคดแล้ว ผิวบนจากแกนสะเทิน (NEUTRAL AXIS) ขึ้นไปรับแรงอัด และผิวล่างของแกนสะเทินรับแรงดึงด้วย หรือบางกรณีเกิดกลับตรงกันข้าม แรงคดก่อให้เกิดแรงต้านแรงคดมีขนาดเท่ากันขึ้นภายในเนื้อวัสดุด้วย

- แรงบิด (TORSION OR TORQUE OR TWISTING) ด้านความพยายามที่จะบิดวัสดุให้ขาดจากกัน ในแรงทั้ง 5 ประเภทนี้ แรงใน 2 ประเภทหลัง คือแรงคดสามารถแยกออกเป็นแรงดึงและแรงอัดได้ แรงบิดแยกเป็นแรงเฉือนได้ ดังนั้น ถ้าพิจารณาแต่ละส่วนเล็ก ๆ ในเนื้อวัสดุโครงสร้าง จะมีแรงให้พิจารณาอยู่เพียงแรงดึง แรงอัด และแรงเฉือน เท่านั้นซึ่งเมื่อเราสามารถรู้ขนาดของแรงที่เกิด และผลเนื่องจากการกระทำของแรง ก็สามารถกะขนาดหน้าตัดวัสดุ โครงสร้างและรูปร่างได้โดยหาขนาดของแรง และความเข้มของแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับ

แรงที่เกิดขึ้นหรือด้วยเนื้อที่หน้าตัดของวัสดุ ที่ใช้รับความเข้มของแรงนี้ เรียกว่า ความเค้น STRESS มีหน่วยเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่

รูปทรงเบื้องต้นโครงสร้าง

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันเด่นชัด และเพื่อพิจารณาคุณสมบัติในการรับแรงเฉพาะรูปนั้น ๆ อาจจะแบ่งรูปทรงเบื้องต้นได้เป็นประเภทต่าง ๆ ได้ ดังแสดงในตารางนี้

ตารางที่ 4

แสดงคุณสมบัติทางโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่าง ๆ

รูปทรงเบื้องต้น	มิติทางเรขาคณิต	ประเภทที่มีความหลวมหย่อน	มีความตึงกำลัง
จุด	0	เม็ด	ก้อน
ขีดยาว	1	เส้นเอ็น	ท่อน
พื้นที่	2	ผืน	แผ่น
เนื้อที่	3	กล่อง	กล่องตัน

- เม็ด PARTICLE ไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง

- เส้นเอ็น TENDON มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ ดังนี้

1. รับแรงดึงตามแนวเส้นได้
2. เกิดแรงโก่งเคาะ เมื่อรับแรงอัด
3. รับแรงดัดแรงเฉือนไม่ได้

- ผืน SHEET มีคุณสมบัติในการรับแรง ดังนี้

ผืนสามารถรับแรงดึงได้ดีในแนวขนานกับระนาบของผืนหรือเมื่อยึดรอบพื้นที่ผืน หรือ เมื่อยึดปลายทั้งสองผืน หรือยึดปลายหนึ่งของผืนไว้ ผืนมีคุณสมบัติทางมีกำลังดี มีความเหนียว ผืนทำโค้งตามแนวเดียวได้ แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ ถ้าไม่ดัดประกอบใหม่ ผืนมีโครงกรอบ จะรับแรงดึง แรงเฉือน และอัดทแยงได้ จะหักเสียหาย เมื่อแรงอัดขยงไปทำให้เกิดการโก่งเคาะตัวกรอบ

- ก้อน BRICK มีคุณสมบัติต่างกันไป แล้วแต่คุณสมบัติที่วัสดุที่นำมาใช้ประกอบเป็นก้อน ก้อนรับแรงประเภทต่าง ๆ ได้ดี พวกกล่องตัน คือ ก้อนขนาดโตขึ้น มีกำลังและความแข็งแรงมาก

- ท่อน ROD คือ เส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้น

รับแรงดึง อัด คัด และรับแรงบิดได้ดีมาก ถ้าใช้เป็นเสาสั้นรับแรงอัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากขึ้นอาจโก่งเคาะได้ ต้องแก้ไขให้มีความแข็งแรงมากขึ้น

- แผ่น PLATE คือ มีเพิ่มความหนาเพิ่มขึ้น เพื่อยึดเป็นระยะในทิศตั้งฉากกับระนาบของตัวแผ่นแล้วจะบรรทุกแรงอัดรับแรงเฉือน และรับแรงดัดขนานกับระนาบของตัวแผ่นได้

ในทางปฏิบัติทำได้โดยการเสริมครีปดีเป็นระยะ ๆ ขนานกับทิศที่รับแรงอัด โดยการเสริมกรอบรอบและกรอบตั้งขนานกับทิศรับแรงเฉือน หรือเสริมแผ่นหนาเป็นปีก รับแรงอัด ผิวบนของตัวแผ่น (คาน) เพื่อรับแรงดัด

- ก่อถ้งคั่น BLOCK คือ ก่อถ้งซึ่งมีขนาดโตมากในทางปฏิบัติ อาจไม่มีการสร้างให้ได้รูปต้นดั่งต้องการ เพราะต้องการประหยัดวัสดุ แต่ต้องการให้คงได้ความแข็งแรง และความแข็งแกร่งให้พอกเท่านั้น จึงทำเป็นก่อกึ่งกลางเปิดไว้ภายใน หรือประกอบรูปทรงพอให้ได้คุณสมบัติก่อกถ้งคั่น

- คาน และแผ่นพาด BEAM AND PLANKS

พวกคานใช้ผิวของคานแคบรับน้ำหนักบรรทุก คานรับแรงดัดในแนวตั้งกับระนาบคานได้คือที่ผิวบนรับแรงอัดนั้น อาจเสริมเนื้อให้แข็งตัว STIFFENER ให้มีหน้าตัดมากขึ้นได้ และอาจเสริมปล้องคั่นเป็นระยะ เพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทแยง ซึ่งเกิดจากแรงเฉือนหรือทำการเสริมที่ผิวล่างให้หนาขึ้นเพื่อรับแรงดัดก็ได้

ส่วนแผ่นพาด มีความแตกต่างกับคานตรงที่ใช้ด้านแบนนอนรับน้ำหนักบรรทุกในทิศตั้งฉาก กับระนาบของตัวแผ่นพาด เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัด จะเห็นได้ว่ากรณีที่ใช้พื้นที่หน้าตัดเท่า ๆ กัน เมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 ในระนาบที่ตั้งฉากกับแรงอัดที่เกิดขึ้น

รูปจตุรัส รับแรงโก่งเคาะได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แกน

รูปสี่เหลี่ยม จะเกิดแรงโก่งเคาะตรงปลายฉากกำลังค้อย

รูปกลมวงต่าง ๆ เช่น รูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวง รับแรงอัดได้ดีมาก ทำให้เพิ่มความยาวของท่อนรับแรงอัดได้โดยยังไม่เกิดโก่งเคาะเสียหาย

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า เมื่อต้องได้รับแรงดัด ระวังอย่าให้รูปด้านดกท้องข้างมากนัก แก้อโดยเพิ่มความลึกมากขึ้น หรือเลือกรูปทางคานแนวนอนที่มีความแข็งแรง

เมื่อต้องการรับแรงอัดต้องเลือกรูปหน้าตัดที่รับแรงโก่งเคาะได้ดี ทำการแผ่กระจายพื้นที่ของรูปหน้าตัดให้เพิ่มความแข็งแรงในแนวนั้น ๆ ผนังบาง ๆ ของรูปหน้าตัดจะมีกำลังมากขึ้น โดยการทำรูปมุมฉาก ทำความโค้งเพื่อเพิ่มกำลังขจัดไม่ให้มีรูปหน้าตัดที่ปล่อยชาย

เมื่อต้องรับแรงดัดและแรงเฉือน แรงดัดมีความสัมพันธ์กับแรงเฉือนผิวบนและล่างสุดของหน้าตัดมีประสิทธิภาพพอที่จะรับแรงดัดมากกว่าแนวแกนสะเทิน

สแตนเลส (STAINLESS STEEL)

STAINLESS STEEL เป็นโลหะเปลือยประเภท FERROUJ METAL มีส่วนผสมประกอบด้วย เหล็ก โครเมี่ยม นิกเกิล และธาตุอื่น ๆ STAINLESS LSTEEL มีหลายชนิด สามารถเลือกใช้ได้ตามต้องการ โดยปกติมีสีคล้ายเงินและเป็นมันเงา

STAINLESS STEEL เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานทนการกัดกร่อน เสีย
ค่าบำรุงรักษาถูกเมื่อเทียบกับโลหะอื่น

STAINLESS STEEL ที่จำหน่ายในท้องตลาดมีขนาด ดังนี้

1. 3 x 8 ฟุต
2. 4 x 8 ฟุต
3. 5 x 10 ฟุต

ความหนาตั้งแต่ 0.3 MM. - 3.00 MM. สำหรับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมและความหนา
ตั้งแต่ 3.00 MM. - 50.00 MM. สำหรับการใช้ในอุตสาหกรรมหนัก ในการจำหน่ายจะจำหน่ายเป็นกิโลกรัม
กิโลกรัมละประมาณ 60-80 บาท

อลูมิเนียม (ALUMINIUM)

ALUMINIUM เป็นโลหะเปลือยประเภท NON-FERROUS METAL โดยปกติจะเป็นแผ่น มี
ความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100% จะมีส่วนผสมของธาตุอื่นอยู่ด้วย เพื่อให้อลูมิเนียมมีความแข็งแรงขึ้น เพราะอลูมิเนียม
บริสุทธิ์จะอ่อนตัวมาก

ALUMINIUM มีน้ำหนักเบากว่าโลหะชนิดอื่น ทนต่อการเป็นสนิม มีราคาแพง

ALUMINIUM มีจำหน่ายในท้องตลาดในลักษณะแผ่นเรียบ จะมีขนาด 4 x 8 ฟุตขนาดเดียว
มีความหนาตั้งแต่ 0.30 MM. - 6.00 MM. การจำหน่ายตามกิโลกรัม กิโลกรัมละประมาณ 80-85 บาท

สังกะสี (STEEL)

STEEL เป็นโลหะอ่อนเปราะหักง่าย ถ้าเผาให้ร้อนระหว่าง 100-150 °C สังกะสีจะเพิ่ม
คุณสมบัติอ่อนตัวสามารถทำเป็นแผ่นหรือรีดเป็นเส้นได้ ทนต่อการกัดกร่อนในบรรยากาศธรรมดาได้ดี แต่ทน
กรดและเกลือไม่ได้

ชนิดของ STEEL มีทั้งแบบเป็นลอนและแผ่นเรียบ ในการใช้ทำป้ายโฆษณาจะใช้สังกะสี
แผ่นเรียบมากกว่า

ขนาดของสังกะสีแผ่นเรียบมีขนาด 3 x 8 ฟุต และ 4 x 8 ฟุต มีลักษณะเป็นม้วน มีหน้า
กว้าง 3 และ 4 ฟุต มีความยาวตั้งแต่ 200-400 เมตร มีความหนาตั้งแต่ 0.3 MM. - 3.0 MM. มีเกรดเอ เซกเกิล
เกรด เกรดซี

ราคาสังกะสีที่มีจำหน่ายในลักษณะเป็นแผ่น

ขนาด 4 x 8 ฟุต ความหนา 0.35 มม. ราคาแผ่นละ	215 บาท
ขนาด 4 x 8 ฟุต ความหนา 0.55 มม. ราคาแผ่นละ	285 บาท
ขนาด 4 x 8 ฟุต ความหนา 1.00 มม. ราคาแผ่นละ	480 บาท
ขนาด 4 x 8 ฟุต ความหนา 2.00 มม. ราคาแผ่นละ	1,015 บาท

ขนาด 4 x 8 ฟุต ความหนา 3.00 มม. ราคาแผ่นละ	1,550 บาท
ขนาด 3 x 8 ฟุต ความหนา 0.30 มม. ราคาแผ่นละ	140 บาท
ขนาด 3 x 8 ฟุต ความหนา 0.45 มม. ราคาแผ่นละ	190 บาท
ขนาด 3 x 8 ฟุต ความหนา 0.55 มม. ราคาแผ่นละ	220 บาท

พลาสติก

พลาสติกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ เทอร์โมเซตติง และเทอร์โมพลาสติก สำหรับพลาสติกที่เกี่ยวข้องกับงานออกแบบนั้น สรุปได้ว่าเป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก ซึ่งนำมาศึกษา ดังนี้

1. อะคริลิก (ACRYLICS) เป็นพลาสติกที่ใสที่สุด แข็งแรง ทนต่อรอยขีดข่วน ทนสารเคมีพอสมควร อะคริลิกยังทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งชนิดใต้อุ่น และทึบแสง สามารถนำไปใช้ทำป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา กระดาษแว่นตา เลนส์ ฯลฯ พลาสติกอะคริลิก ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดนั้น มีขนาด 1.22 x 2.44 เมตร มีความยาวที่สุด คือ 1.22 x 3.00 เมตร มีความหนาตั้งแต่ 0.1 มม. - 2.5 มม. ราคาตั้งแต่ 120-11,860 บาท

2. เอบีเอส (ABS-ACRYLONITRILE BUTADIENE STYRENE) มีคุณสมบัติรับแรงกระแทก

ได้ดีมาก ทนความร้อน ทนกรด เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี สามารถชุบโครเมียมได้ ใช้ทำหมวกกันน็อก หน้าตู้เย็น ชิ้นส่วนรถยนต์ เอบีเอสที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีขนาด 1.22 x 2.44 เมตร มีความหนาตั้งแต่ 0.2-0.3 มม. ถึงราคาตั้งแต่ 1,200-1,500 บาท

สติ๊กเกอร์

ผู้วิจัยได้เก็บเกี่ยวข้อมูลด้านนี้โดยการสัมภาษณ์ร้านค้า หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับสติ๊กเกอร์โดยตรง เพื่อได้รับความรู้ในเรื่องสติ๊กเกอร์มาบ้าง

สติ๊กเกอร์ แบ่งตามวัสดุมี 2 ชนิด คือ PVC และ POLYESTER

สติ๊กเกอร์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจะมีการจำหน่าย 2 ลักษณะ คือ แบบเป็นม้วนและเป็นแผ่น ซึ่งแบบเป็นม้วนจะมีหน้ากว้างตั้งแต่ 100 ซม., 106 ซม. มีความยาวตั้งแต่ 200 เมตร, 400 เมตร, 500 เมตร ส่วนแบบเป็นแผ่นจะมีขนาด 100 x 70 ซม., 100 x 100 ซม., 50 x 70 ซม. และ 53 x 70 ซม. ซึ่งแต่ละชนิดนั้นจะมีราคาตั้งแต่ประมาณ 2,000-6,000 บาท สำหรับแบบเป็นม้วน 100-500 บาท สำหรับแบบเป็นแผ่น ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความหนาของสติ๊กเกอร์ด้วย

ชนิดของสติ๊กเกอร์

1. สติ๊กเกอร์กระดาษมีทั้งเงาและด้าน
2. สติ๊กเกอร์ออลูมิเนียมฟอยด์ ใช้สำหรับส่วนที่มีความร้อนสูง เช่น ท่อไอเสีย ท่อน้ำร้อน
3. สติ๊กเกอร์ PVC ซึ่งมีชนิดใสและสีเหมาะสำหรับติดกับรถยนต์ และในส่วนที่เจอแดดฝน

บ่อย ๆ

4. สติ๊กเกอร์ POLYESTER จะมีสีน้ำเงิน สีทอง มีทั้งที่มีลักษณะมีความเงาและด้าน

5. สติ๊กเกอร์สะท้อนแสงสีต่าง ๆ เหมาะสำหรับทำป้ายจราจร ป้ายภายในโรงพยาบาล หรือ

ป้าย
ที่ต้องการบ่งบอกถึงอันตราย ใช้ได้ทั้งกลางวันและกลางคืน

6. สติ๊กเกอร์สายรุ้งและกากเพชร สติ๊กเกอร์ชนิดนี้สั่งมาจากต่างประเทศ มีลักษณะคล้ายกาก
เพชรราคาค่อนข้างสูง

7. สติ๊กเกอร์ผ้า สติ๊กเกอร์ชนิดนี้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมมากนัก มีลักษณะเป็นผ้าสามารถใช้งานได้
เหมือนสติ๊กเกอร์ชนิดอื่น ๆ

8. สติ๊กเกอร์พรายน้ำ สติ๊กเกอร์ชนิดนี้มีราคาค่อนข้างสูง เพราะมีคุณสมบัติพิเศษคือมี
ลักษณะ

เรืองแสงและสามารถสะท้อนแสงออกมาเป็นรูปร่างต่าง ๆ

การนำสติ๊กเกอร์ไปใช้งานนั้น ส่วนมากจะขึ้นอยู่กับความพอใจของลูกค้าและการออกแบบ
ของผู้ผลิตป้าย รวมทั้งกำลังเงินทุนทรัพย์ของลูกค้าด้วยว่า ควรจะเลือกใช้สติ๊กเกอร์แบบใด อีกประการที่ต้อง
คำนึงถึงเป็นสำคัญคือ สภาพสิ่งแวดล้อม เช่น ถ้าอยู่ภายนอกอาคาร โคนแดด โดยผ่านควรเลือกสติ๊กเกอร์แบบใด
หรือป้ายบอกเตือนอันตราย ควรเลือกใช้สติ๊กเกอร์สะท้อนแสง เป็นต้น

เกษมชัย บุญเพ็ญ, พื้นฐานโลหะแผ่น ได้กล่าวถึงการยึดวัสดุ (หน้า 116-151) ไว้ว่า

1. การเชื่อม (Welding)

การเชื่อม หมายถึง กรรมวิธีที่ทำให้โลหะอย่างน้อย 2 ชิ้น หลอมละลายติดกันแน่น และ
ประสานติดเป็นเนื้อเดียวกันตรงบริเวณรอยเชื่อม โดยปกติมักจะใช้แรงกด ใช้ลวดเชื่อม ซึ่งอาจจะใช้อย่างหนึ่ง
อย่างใดหรือไม่ ใช้ทั้ง 2 อย่างเลยก็ได้

การเชื่อมต่อโลหะโดยการเชื่อมนี้ ยังแบ่งกรรมวิธีที่นิยมใช้กันมาก สำหรับโลหะแผ่นบาง
ได้อีกเป็น 3 วิธี ซึ่งได้แก่

1.1 การเชื่อมก๊าซ (Gas Welding)

1.2 การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding)

1.3 การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance Welding)

การเชื่อมก๊าซ หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้น ให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนที่ได้
จากการเผาไหม้ของก๊าซ 2 ชนิดผสมกัน ก๊าซที่ได้โดยทั่วไปคือออกซิเจน (Oxygen, O₂) กับอะเซทิลีน
(Acetylene, C₂H₂) ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 5,800-6,300 °F ซึ่งมากเพียงพอจะหลอมละลายโลหะทั้ง 2 ชิ้น
ให้ติดกันได้

การเชื่อมไฟฟ้า หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้น ให้ติดกันโดยอาศัยความร้อน
จากการอาร์ค (Arc) ของขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 10,000 °F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมแบบความต้านทาน หมายถึง การเชื่อมโดยอาศัยความต้านทานกระแสไฟฟ้าของแผ่นโลหะเป็นตัวทำให้เกิดความร้อนขึ้น ในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ณ บริเวณจุดนั้น การเชื่อมโดยวิธีนี้ ยังจะต้องอาศัยแรงกดเข้าช่วย ในขณะที่โลหะกำลังหลอมละลายด้วย และในขณะที่โลหะเย็นตัวลงก็จะทำให้โลหะยึดติดกัน

การเชื่อมแบบความต้านทานนี้ ยังแบ่งกระบวนการเชื่อมออกไปได้อีกหลายกระบวนการ เช่น Spot welding, Seam welding, Projection welding, Flash welding เป็นต้น

2. การย้ำหมุด (Riveting)

การย้ำหมุด เป็นกระบวนการต่อแผ่นโลหะแบบดวาร์ที่สำคัญวิธีหนึ่ง ตะเข็บย้ำหมุดจะใช้กับแผ่นงานที่ต้องการความแข็งแรงมาก และไม่ต้องทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของแผ่นโลหะที่นำมาค่อนั้น

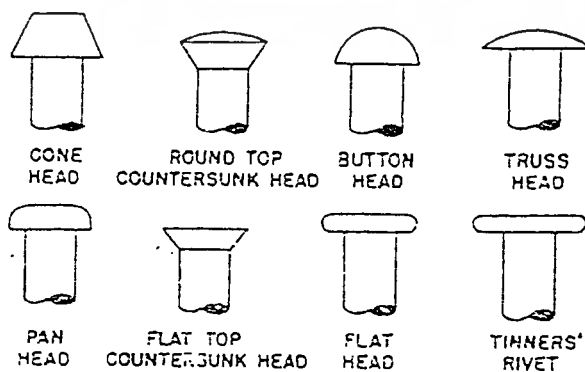
การย้ำหมุดสามารถจะกระทำได้ 2 วิธี คือ การใช้มือ และการใช้เครื่องจักร การใช้มือจะใช้กับแผ่นงานที่มีขนาดบางหรือเล็ก โดยใช้ค้อนย้ำหมุด (Riveting hammer) กับชุดย้ำหมุด (Rivet set) หรือใช้ย้ำด้วยปืนย้ำหมุด (Pneumatic riveting gun) และ Die (set) สำหรับแผ่นงานที่มีความหนาจะต้องใช้เครื่องจักรเข้าช่วยในการย้ำโดยการกดอัด (squeezes) ลงบนหัวของหมุดย้ำ

ตัวหมุดย้ำ

ทำจากโลหะอ่อนเหนียว เช่น เหล็กดำ ทองเหลือง ทองแดง และอลูมิเนียม เป็นต้น เพื่อให้ขึ้นรูปได้ง่ายด้วยเครื่องมือและเครื่องจักร โดยไม่มีการฉีกขาดหรือแตกร้าว หมุดย้ำบางชนิดจะเคลือบผิวหรือผสมด้วยดีบุกจะช่วยให้ทนต่อการกัดกร่อน และสามารถจะทำการบัดกรีได้ง่ายขึ้น

ภาพที่ 66

ภาพแสดงหมุดย้ำชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในโรงงานโลหะแผ่น

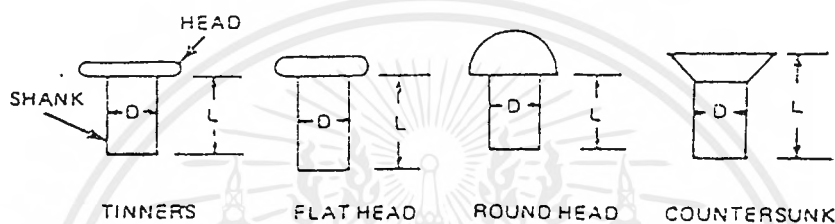


ส่วนต่าง ๆ ของหมุดย้ำ

หมุดย้ำแต่ละชนิดจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 2 ส่วน คือ ส่วนหัว (head) ที่มีลักษณะต่าง ๆ กันกับส่วนก้าน หรือลำตัว (shank or cylindrical body) ส่วนขนาดความโตของตัวหมุด และขนาดความยาวจะวัดได้ดังแสดงในรูปที่

ภาพที่ 67

การแสดงผลหมุดย้ำที่นิยมใช้กันทั่ว ๆ ไป

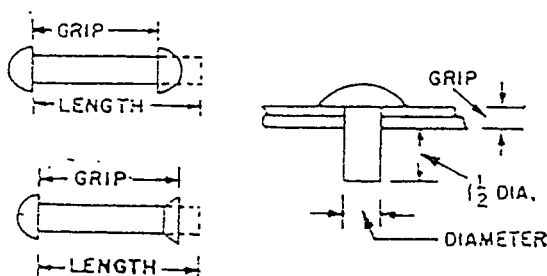


ขนาดของหมุดย้ำ

หมุดย้ำเกือบทุกชนิดจะบอกขนาดเป็นขนาดน้ำหนักต่อจำนวนหมุดย้ำ 1,000 ตัว ขนาดของหมุดย้ำมีอยู่หลายขนาดจาก 4 ออนซ์ (oz) ถึง 16 ปอนด์ (pound) เช่น หมุดย้ำขนาด 1 ปอนด์ หมายความว่า หมุดย้ำ 1,000 ตัวจะหนัก 1 ปอนด์ ในขณะที่น้ำหนักของหมุดย้ำเพิ่มขึ้น ขนาดความยาวและขนาดความโตของตัวหมุดจะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับด้วย เช่น หมุดย้ำขนาด 8 ออนซ์ จะมีขนาดความโตเท่ากับ 0.089 นิ้ว และยาว 3/32 นิ้ว ในขณะที่หมุดย้ำ 12 ปอนด์ จะมีขนาดความโตเท่ากับ 0.253 นิ้ว และมีความยาว 1/2 นิ้ว เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่

ภาพที่ 68

ภาพแสดงความยาวของหมุด และส่วนที่ยึดแล้ว



ตารางที่ 5
ตารางแสดงขนาดของหมุดย้ำ

Size	Diameter in Inches	Length in Inches	Size	Diameter in Inches	Length in Inches
4 oz.	.070	1/8	3 1/2 lb.	.165	21/64
6 oz.	.080	9/64	4 lb.	.175	11/32
8 oz.	.089	5/32	5 lb.	.185	3/8
10 oz.	.095	11/64	6 lb.	.203	25/64
12 oz.	.105	3/16	7 lb.	.220	13/32
14 oz.	.109	13/64	8 lb.	.225	7/16
1 lb.	.112	7/32	9 lb.	.238	29/64
1 1/4 lb.	.120	15/64	10 lb.	.241	15/32
1 3/4 lb.	.135	1/4	12 lb.	.253	1/2
2 lb.	.140	17/64	14 lb.	.275	33/64
2 1/2 lb.	.148	9/32	16 lb.	.295	17/32
3 lb.	.160	5/16			

สำหรับหมุดย้ำแบบหัวแบน (Flat head) จะมีขนาดความโคของตัวหมุดจาก 3/32" ถึง 3/32" โดยเพิ่มขึ้นขั้นละ 1/32" ส่วนขนาดที่นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วคือ 3/8 ถึง 1 นิ้ว จะเพิ่มขึ้นครั้งละ 1/16"

การเลือกหมุดย้ำ

การเลือกหมุดย้ำ จำเป็นจะต้องเลือกใช้ตามความเหมาะสมในการใช้งาน ความสวยงาม และความแข็งแรงด้วย เช่น หมุดย้ำแบบ Tinner's และแบบ Flat head จะใช้มากเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยเครื่องจักร หมุดย้ำแบบ Round head จะใช้กับงานที่ต้องการความแข็งแรงมาก หมุดย้ำแบบ Countersunk head จะใช้กับงานที่ต้องการย้ำให้มีผิวงานเรียบ เป็นต้น

การเลือกขนาดของหมุดย้ำ ก็ไม่มีกฎตายตัวที่ให้เลือกร้อยอย่างถูกต้องนัก แต่ได้มีการแนะนำให้ใช้เท่านั้นว่า หมุดย้ำขนาดนี้จะใช้กับโลหะที่มีความหนาเท่าไร เป็นต้น การแนะนำให้ใช้นี้จะถือหลักของความแข็งแรงของตัวหมุดและแผ่นงานเป็นสำคัญ

สำหรับการเลือกขนาดความยาวจะต้องเลือกขนาดความยาวให้พอเหมาะ และเพียงพอกับการเชื่อมรูปเป็นหัวหมุดที่สวยงาม ไม่ยาวหรือสั้นจนเกินไป การใช้หมุดย้ำที่มีขนาดยาวเกินไป ไม่สามารถจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นรูปหัวหมุดได้คึก และจะทำให้แผ่นโลหะบิดงอได้ง่ายอีกด้วย ส่วนการใช้หมุดที่มีขนาดสั้นเกินไป ก็จะทำให้การขึ้นรูปส่วนหัวได้ไม่สวยงาม และมีความแข็งแรงน้อยอีกด้วย

ดังนั้นจึงจะต้องเลือกขนาดความยาวของหมุดให้มีความยาวใกล้เคียงกับแผ่นงานออกมาประมาณ 1 1/2 เท่า ความโตของหัวหมุด (1.5 D) สำหรับการย้ำหมุดหัวกลม

ตัวอย่าง จงหาขนาดความยาวของหมุดย้ำแบบ Flat head ที่มีขนาดความโต 5/32 นิ้ว ซึ่งต้องการย้ำแผ่นโลหะเบอร์ 16 และแผ่นโลหะหนา 1/8 นิ้ว ให้ติดกัน

วิธีทำ

ขนาดของหมุด 5/32	=	0.1562 นิ้ว
1.5	=	1.5 x 0.1562 นิ้ว
	=	0.23430 นิ้ว
แผ่นโลหะเบอร์ 16 หนา	=	0.179 นิ้ว
แผ่นโลหะหนา 1/8 นิ้ว	=	0.1250 นิ้ว
ได้ความยาวของหมุดรวม	=	0.37720 นิ้ว
∴ ควรเลือกขนาดความยาวของหมุด	=	0.3772 หรือ 3/8 นิ้ว

Pop or Blind Rivet

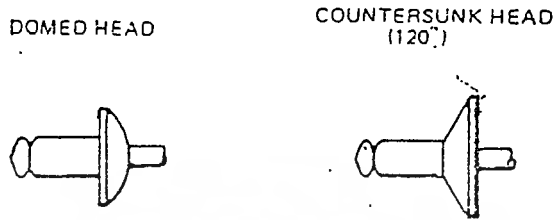
เป็นหมุดย้ำที่ใช้กับแผ่นโลหะบาง ลำตัวหมุดย้ำจะทำมาจากวัสดุอ่อน เช่น ทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม เป็นต้น ลำตัวจะมีรูกลวงตรงกลางและมีแกนโลหะสอดอยู่ ใช้สำหรับดึงย้ำในขณะที่ใช้งาน หมุดย้ำชนิดนี้สามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว และแข็งแรง โดยการใช้คีมย้ำหมุด (Rivet Pliers) ดึงแกนโลหะ (Mandrel) ของตัวหมุดจนขาด ปลายของลำตัวหมุดก็จะบานออกยึดแผ่นงานที่ย้ำได้อย่างแน่นหนา และไม่ต้องแต่งหัวหมุดอีกด้วย

การใช้งานจะใช้กับงานแผ่นโลหะที่ไม่สามารถจะย้ำด้วยหมุดแบบธรรมดาได้ หรือได้แต่เสียเวลามาก หรืองานที่ย้ำอยู่ในที่คับแคบ หรืองานที่ต้องการแสดงผิวหน้าเพียงด้านเดียว

ขนาดของหมุดย้ำจะมีขนาดของความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวหมุดดังนี้ 3/32, 7/64, 1/8, 5/32, 3/16 และ 1/4 สำหรับขนาดต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนี้ ยังมีขนาดความยาวของตัวหมุดแตกต่างกันไปอีก

ภาพที่ 69

ภาพแสดงลักษณะของหัว Pop rivet



แบบหัวของ Pop rivet มีอยู่ 2 แบบ คือ Domed head หรือ Bottom head และ Countersunk head ดังแสดงในรูปที่

4. การบัดกรี (Soldering)

การบัดกรีเป็นกระบวนการต่อโลหะแบบถาวรหรืออีกวิธีหนึ่ง และเป็นกรรมวิธีการต่อโลหะตั้งแต่เดิม ชาวอียิปต์โบราณเป็นพวกแรกที่รู้จักนำเอาตะกั่วและดีบุกมาใช้เป็นภาชนะและเครื่องประดับต่าง ๆ แต่โลหะทั้งสองนี้ก็ยังมิได้นำมาใช้ในการบัดกรี ชาวโรมันเป็นพวกแรกที่ได้เกิดขึ้นและนำเอาตะกั่วมาใช้ในการบัดกรียรอยต่อตะเข็บของท่อน้ำตะกั่ว ซึ่งตะกั่วที่นำมาใช้นั้น ได้ถูกคิดค้นขึ้นมา โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวโรมัน ชื่อ “พลินี (Pliny)” และโดยตะกั่วบัดกรีที่ถูกคิดค้นขึ้นมานั้นมีส่วนผสมของดีบุก 40% กับตะกั่ว 60% โดยน้ำหนัก อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าแม้ว่ากระบวนการบัดกรียใหม่ ๆ จะได้วิวัฒนาการขึ้นมาเหนือกว่าวิธีเดิมมาก กรรมวิธีการบัดกรียก็ยังคงคล้าย ๆ กันอยู่อีก

ชนิดของการบัดกรี สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ซึ่งได้แก่

1. การบัดกรีแข็ง (Hard soldering) เป็นการต่อยึดแผ่นโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกัน โดยใช้ตัวประสาน (ตัวบัดกรี จำพวกโลหะนอกกลุ่มเหล็ก (Non ferrous metal) โดยที่โลหะงาน (Base metal) จะไม่มีการหลอมละลายและมีอุณหภูมิสูงกว่า 800 °F ซึ่งก็จะไม่ขอลดารายละเอียดหรืออธิบายไว้ในที่นี้

2. การบัดกรีอ่อน (Soft Soldering) หรือที่เรียกกันสั้น ๆ ว่าการบัดกรี หมายถึงกรรมวิธีการ

ต่ออีกแผ่นโลหะ 2 ชิ้นขึ้นไป ให้ติดกันด้วยตัวประสานโลหะนอกกลุ่มเหล็ก ซึ่งใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 800 °F และชิ้นงานจะไม่หลอมละลายในขณะที่บัดกรี ตัวประสานสำหรับการบัดกรีนี้ โดยมากจะมีส่วนผสมของตะกั่ว และดีบุกเป็นหลัก

โดยปกติตะกั่วจะมีความแข็งแรงน้อย ดังนั้นรอยบัดกรีจึงนิยมใช้อุณหภูมิที่ต่าง ๆ หรือ บัดกรี

ตามแนวตะเข็บก็จะเป็นการเพิ่มความแข็งแรงของรอยต่อตะเข็บได้มาก

สรุปองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับงานบัดกรี

รอยบัดกรีที่มีคุณภาพดีจะต้องเกิดจากองค์ประกอบของการบัดกรีดังนี้อย่างเหมาะสม

1. ความสะอาด กล่าวคือ ชิ้นงานก่อนที่จะนำมาทำการบัดกรี จะต้องมีการทำความสะอาด แว้งจะต้องสะอาดด้วย และตะกั่วที่ใช้จะต้องมีความสะอาดอีกด้วย ถ้าไม่มีความสะอาดจะทำให้การบัดกรีติดได้ยาก ดังนั้นงานบัดกรีจึงต้องมีการทำความสะอาด เช่น การตะไบ ตกแต่งผิว การขัดด้วยกระดาษทราย หรือแปรงลวดก่อนที่จะใช้ฟลักซ์

2. ฟลักซ์ (Flux) หรือที่เรียกกันว่าน้ำประสาน จะเป็นตัวช่วยละลายออกไซด์บนผิวหน้าของโลหะงานให้ลอยตัวขึ้น การใช้ฟลักซ์จะต้องเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับโลหะงานแต่ละชนิด เช่น งานประเภทโคควอร์จะใช้ฟลักซ์ชนิดกัดกร่อน และงานประเภทโคควอร์จะใช้ฟลักซ์ชนิดไม่กัดกร่อน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงสภาพของงานนั้นด้วย

3. ความร้อน ความร้อนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอันหนึ่ง กล่าวคือ จะต้องใช้ให้พอเหมาะกับขนาดของชิ้นงานที่นำมาบัดกรี ไม่ว่าจะชิ้นงานใหญ่หรือเล็กก็ตาม ควรให้ความร้อนมากเพียงพอที่จะหลอมละลายตะกั่วบัดกรีเท่านั้น ถ้าให้ความร้อนมากเกินไปจะทำให้ชิ้นงานมีรอยไหม้ดำ และเกิดออกไซด์กับตะกั่วบัดกรีได้ง่าย แต่ถ้าให้ความร้อนน้อยเกินไปจะทำให้ตะกั่วหลอมละลายได้ไม่ดี ทำให้รอยบัดกรีไม่เรียบ ซึ่งเป็นผลให้รอยบัดกรีหุน

4. ตะกั่วบัดกรี ส่วนผสมของตะกั่วบัดกรีจะมีความสำคัญมากในการกำหนดจุดหลอมละลายของตะกั่วบัดกรี รวมทั้งความแข็งแรงของแนวบัดกรี โลหะแต่ละชนิดจะเข้ากับส่วนผสมของตะกั่วบัดกรีเหมาะสมต่างกันไปนั้น งานบัดกรีโลหะอาบสังกะสีจะใช้ตะกั่ว 50-50 ได้อย่างเหมาะสมในขณะที่การบัดกรีอลูมิเนียมจะต้องใช้ตะกั่วที่มีส่วนผสมชนิดพิเศษที่มีส่วนผสมของสังกะสีด้วย

5. เทคนิคการบัดกรี แนวบัดกรีจะมีความแข็งแรงมากน้อยหรือไม่เพียงใด จะขึ้นอยู่กับเทคนิคและความชำนาญของผู้บัดกรีว่าต้องการจะใช้กรรมวิธีบัดกรีแบบใด เช่น Swaging การถูกตะกั่วกับหัวแรง การหยดตะกั่ว รวมทั้งกรรมวิธีการให้ความร้อนด้วยก็จะทำให้รอยบัดกรีสวยงามและมีความแข็งแรงดีขึ้นด้วย

5. ตัวยึดโลหะ (Fastener)

เป็นการยึดแผ่นโลหะแบบกึ่งถาวร ที่สามารถจะถอดประกอบเข้าด้วยกันได้ตามความจำเป็น อุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการยึดแผ่นโลหะดังกล่าว สำหรับงานโลหะแผ่นจะใช้ตัวยึด Fastener 2 แบบ คือ Sheet metal screw และ Thread metal screw

5.1 Sheet Metal Screw ซึ่งในบางครั้งจะเรียกว่าเกลียวขยปล่อย เป็นสกรูที่มีความแข็งแรงมากสามารถจะตัดเกลียวบนแผ่นโลหะได้ด้วยเกลียวของตัวเอง โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือตัดเกลียวใน (Tap) เข้าช่วยแต่อย่างใด

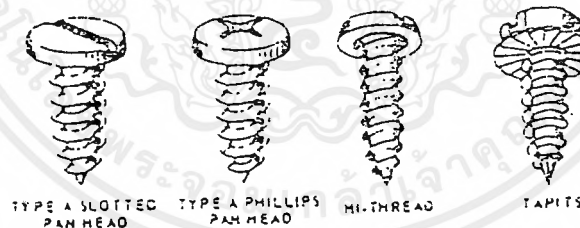
การใช้งานโดยทั่วไป จะใช้ยึดแผ่นวัสดุอ่อน เช่น เหล็กอ่อน เหล็กหล่อ แผ่นเหล็ก ออบสังกะสี อลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น ที่ต้องการถอดประกอบเข้าออกอยู่บ่อย ๆ

รูปร่างหัวของ Sheet metal screw จะมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน กัน เช่น Round, Flat, Pan, หรือ Truss เป็นต้น สำหรับเกลียวที่อยู่บนลำตัว และส่วนปลายของเกลียวจะแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

ก. ชนิด A จะมีปลายของเกลียวแหลมคม (Sharp point) เหมาะสำหรับแผ่นโลหะบางที่มีความหนาไม่เกินเบอร์ 18

ภาพที่ 70

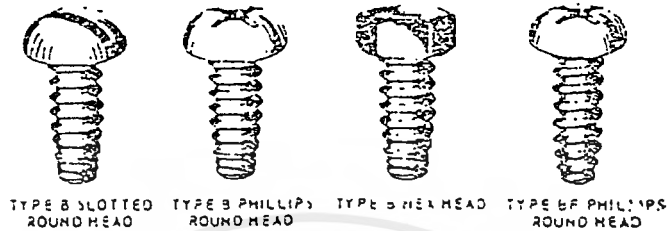
ภาพแสดงลักษณะของ Sheet Metal Screw ชนิด A



ข. ชนิด B ส่วนประกอบของเกลียวจะถูกตัดตรง (Blunt Flat Point) เหมาะสำหรับใช้ยึดแผ่นโลหะที่มีความหนามากกว่าชนิด A

ภาพที่ 71

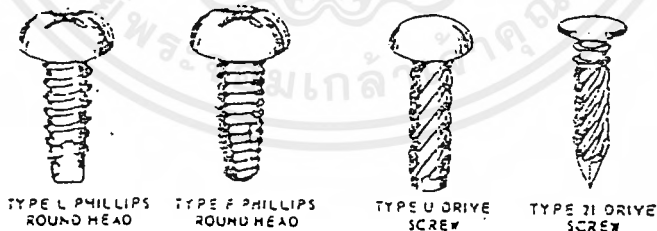
ภาพแสดงลักษณะของ Sheet Metal Screw ชนิด B



ก. ชนิดพิเศษ (Special type) เหมาะสำหรับโลหะที่มีความหนาแน่นมากกว่าชนิด A
การใช้
งานสกรูชนิดพิเศษนี้ จะใช้กับวัสดุอ่อน เช่น เหล็กหล่อ อลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น

ภาพที่ 72

ภาพแสดงลักษณะของ Sheet Metal Screw ชนิดพิเศษ

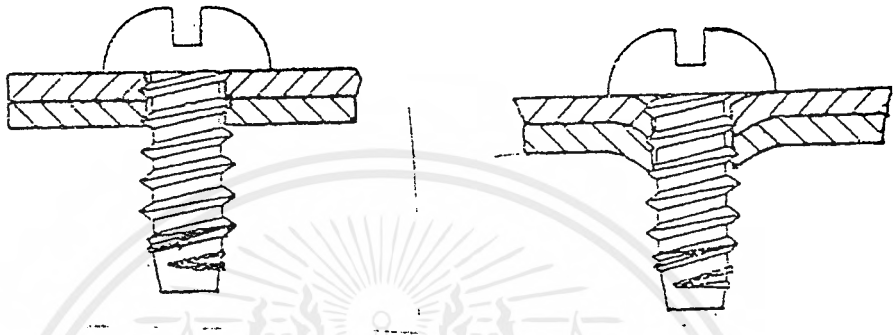


การเลือกใช้น้ำขนาดของ Sheet metal screw จะต้องเลือกขนาดให้พอเหมาะกับขนาดของความหนาของโลหะแผ่น ความยาว และต้องคำนึงถึงความแข็งแรงด้วย เมื่อได้ขนาดตามต้องการแล้ว การเจาะรูจะต้องใช้น้ำขนาดความโตของดอกสว่านเท่ากับความโตของโคนเกลียว (Root Diameter) ของสกรูด้วย ทำการเจาะแผ่นวัสดุ แล้วจึงนำสกรูใส่ลงในรูที่เจาะไว้แล้วใช้ประแจ หรือไขควงขันจนสุดเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 73

ภาพแสดงการใช้งานของ Sheet metal screw



ข้อควรระวัง ในการใช้ Sheet metal screw

1. อย่าเจาะรูให้มีขนาดกว้างหรือแคบจนเกินไป เพราะถ้าเจาะรูกว้างเกินไปจะทำให้การยึดของพืนเกลียวสกรูไม่แน่น แต่ถ้าเจาะรูแคบเกินไป จะทำให้การขันสกรูทำได้ลำบากยิ่งขึ้น
2. อย่าออกแรงขันสกรูแน่นมากจนเกินไป เพราะอาจทำให้เกลียวหลวม หรือหัวสกรูเป็นได้

5.2 Thread Metal Screw ใช้ยึดส่วนประกอบต่าง ๆ ของงานโลหะให้ติดกัน ขึ้นส่วนต่าง ๆ

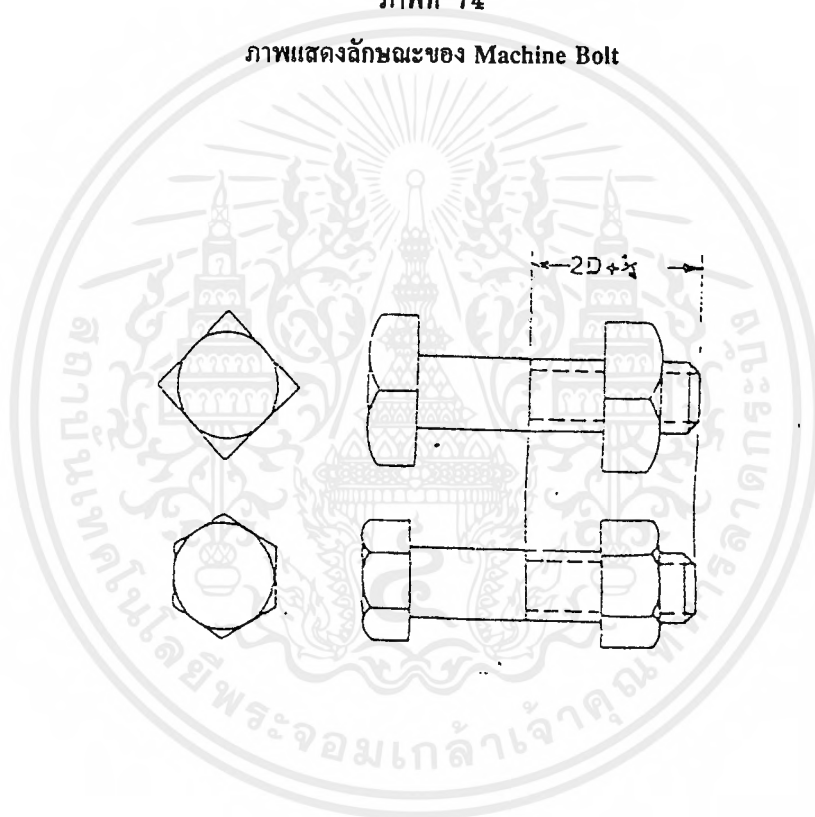
จะยึดติดกันได้โดยชนิดของตัวยึดที่ต่างกันออกไป เช่น Bolts, Nut, Screw ถึงแม้จะมีตัวยึดอยู่หลายแบบ หลายขนาด และหลายชนิดก็ตาม ส่วนมากจะแบ่งลักษณะเป็นเกลียวต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. Machine bolt จะมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ $1/4$ - 4 นิ้ว และมีความยาวตั้งแต่ $1/2$ - 30 นิ้ว ลักษณะหัวของ Machine bolts นี้ จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยมก็ได้ เกลียวรอบตัวจะมีทั้งเกลียวหยาบและเกลียวละเอียด (National coarse and National fine) แต่ความยาวของเกลียวจะมีประมาณ $2D + 1/4$ นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ และหัว Nut ที่ใช้ประกอบกับ Bolt นี้จะมีทั้งชนิดหัวสี่เหลี่ยมและหกเหลี่ยม เช่นเดียวกัน

2. Machine screw ทำมาจากเหล็กหรือทองเหลือง ส่วนหัวจะมีอยู่หลายแบบ เช่น กลม, เรียบ, Oval, Fillister, Binding, Truss หรือหกเหลี่ยม แต่ละชนิดของหัวจะมีร่องตรง แฉก หรือสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ขันเกลียวได้สะดวก ชนิดของเกลียวจะมีทั้งหยาบและละเอียด ขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางจะต่ำกว่า $1/4$ นิ้ว ขนาดความโตนี้จะบอกรหัส Gage จาก 6-12 โดยใช้ American Screw Wire Gage วัสดุ เช่น 6-32 จะบอกรหัสเป็น Diameter gage No. 6 และมี 32 เกลียว/นิ้ว สำหรับความยาวจะมี

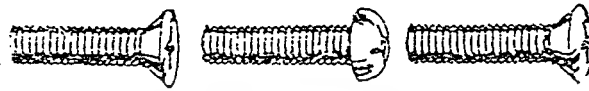
ภาพที่ 74

ภาพแสดงลักษณะของ Machine Bolt



ภาพที่ 75

การแสดงลักษณะของ MACHINE SCREW



สำหรับการใช้งานโดยมากจะทำการ Tap เกลียวค้ำหนึ่งบนแผ่นโลหะแทน Nut แต่ถ้าใช้กับ Nut จะต้องใช้ประกอบกับ Machine nut หกเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมก็ได้ นอกจากนี้ Machine screw ยังมีหัวแบบต่าง ๆ อีกเป็นจำนวนมาก

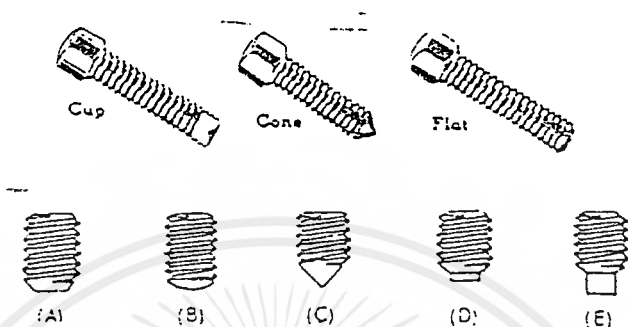
3. Cap screw จะมีรูปร่างคล้ายกับ Machine screw มาก แต่เกลียวจะมีความละเอียดสูงกว่าความโตของเส้นผ่าศูนย์กลาง จะมีตั้งแต่ 1/4 - 6 นิ้ว และมีความยาวตั้งแต่ 1/2 - 6 นิ้ว ความยาวของเกลียวสกรู ประมาณ $2D + 1/4$ นิ้ว คล้ายกับ Machine bolts

ลักษณะหัวของ Cap scre จะเป็นรูปหัวเหลี่ยม กลม ร่อง เป็นต้น

4. Set screw จะมีรูปร่างลักษณะทั้งที่มีหัวและไม่มีหัว หัวของ Set screw ถ้าเป็นชนิดที่มีหัวก็จะเป็นหัวแบบสี่เหลี่ยม แต่ถ้าเป็นแบบที่ไม่มีหัว ด้านที่เป็นหัวก็จะมีร่องหกเหลี่ยมหรือร่องตรงไว้สำหรับใช้ประแจแอลหรือไขควงขัน ส่วนปลายจะเป็นรูปร่างลักษณะต่างกัน เช่น ปลายแหลม ปลายมน เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่

ภาพที่ 76

Set screw แฉกบน ชนิดมีหัวสี่เหลี่ยม



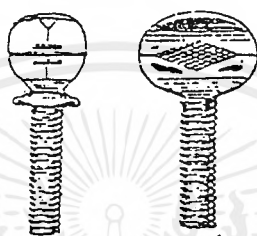
การใช้งาน จะใช้สำหรับยึดชิ้นงาน 2 ชิ้นให้ติดกัน โดยชิ้นงานชิ้นหนึ่งเป็นรูปร่าง เช่น การขันยึดระหว่างเพลา (Shaft) กับ Pulley เป็นต้น

5. Stud ลักษณะความยาวของ Stud จะสั้น มีเกลียวทั้งที่หัวและที่ปลาย (ส่วนตรงกลางจะไม่มีเกลียว) ตามปกติจะใช้ยึดกับแผ่นงานแผ่นหนึ่ง ซึ่ง Tap ไว้แล้ว และอีกด้านหนึ่งจะใช้ช่วยขันยึด

6. Thumb screw เป็นสกรูที่ใช้งานบ่อยอีกชนิดหนึ่ง การใช้งานจะเหมือนกับ Set screw เหมาะสำหรับงานที่ต้องการขันเข้าและคลายออกบ่อย ๆ ปลายของเกลียวจะคล้ายกับ Set screw ส่วนหัวจะแบน ดังแสดงในรูปที่

ภาพที่ 77

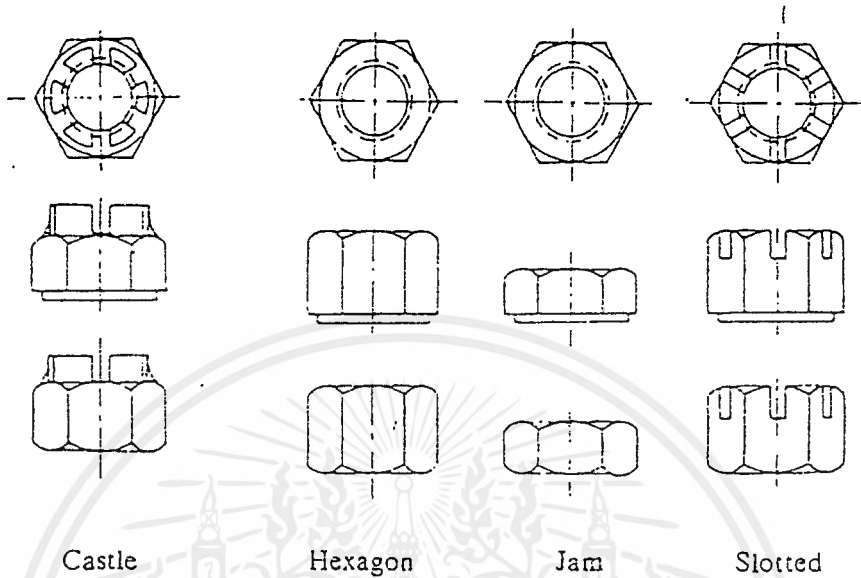
ภาพแสดงสัญลักษณ์ของ Thumb screw



7. Nut มี Nut หลายชนิดที่ใช้กับ Machine scre, Bolt และ Stud ลักษณะโดยทั่วไปของ Nut จะมีหัวเหลี่ยม หกเหลี่ยม นอกจากนี้ก็ยังมี Nut อีกหลายชนิดดังแสดงในรูปที่ ซึ่งเหมาะสมกับงานในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น Nut หัวหกเหลี่ยม สี่เหลี่ยม จะใช้กับงานทั่วไป Wing nut จะใช้สำหรับงานที่ต้องการขันให้แน่น หรือคลายออกอยู่เสมอ Jam nut จะใช้เหมือนกับ Nut แบบธรรมดา ดังแสดงในรูปที่

ภาพที่ 78

แสดงลักษณะของ Nut ชนิดต่าง ๆ



Castle

Hexagon

Jam

Slotted

6. การใช้กาวหรือยาง Adhesive Epoxy Resins

กาวหรือยาง Epoxy นี้ เกิดจากการคิดค้นเทคโนโลยีสมัยใหม่ของการประดิษฐ์และผสมสารพลาสติกใน ปี ค.ศ. 1940 และหลังจากนั้นได้มีการนำเอาสารพลาสติกที่ผลิตได้นี้มาใช้กันอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมและงานทั่ว ๆ ไป โดยใช้ยึดวัสดุให้ติดกัน เช่น ไม้ โลหะ ยาง แก้ว พลาสติก และอื่น ๆ นอกจากนั้นก็ยังมีใช้ยึดเครื่องมือต่าง ๆ งานหล่ออัดตามแบบ อัดเป็นแผ่น ตลอดจนการเคลือบผิววัสดุด้วย

Epoxy เป็นวัสดุ Thermosetting ที่เปลี่ยนสถานะของเหลวหนืดไปเป็นผลึกของแข็งและเหนียวโดยใช้ตัวเร่งหรือตัวทำให้แข็ง ซึ่งโมเลกุลของกาว Epoxy ประกอบไปด้วย 1 อะตอมของออกซิเจน และ 2 อะตอมของคาร์บอน การ Epoxy ธรรมชาติส่วนใหญ่จะประกอบและเป็นปฏิกิริยาของ Epichlorohydrin กับ Polyhydroxy Compound เช่น Bisphenol A และเกาะตัวเป็นผลึกแข็งและเหนียวในช่วงเวลาที่ไม่ยาวนานนัก ทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและส่วนผสมด้วย

ขณะเกิดปฏิกิริยา การแข็งตัว จะมีความหนืดต่ำ (0-20 หรือมากกว่า) ถ้าความยาวของโมเลกุลเพิ่มขึ้น ค่า Epoxide จะลดลง แต่ Hydroxyl equivalent จะเพิ่มขึ้น

ตามปกติ กาว Epoxy ที่ใช้กันอยู่จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ 1) Conventional และ 2) Novolac ซึ่ง Novolac Epoxy จะแบ่งออกอีก 2 ชนิด คือ Epoxy Cresol Novolac และ Epoxy Phenol Novolac ในกาวทั้งสองชนิดนี้ การใช้งานของ Novolac จะดีกว่า Conventional เพราะสามารถรับแรงได้มากกว่า และยังทนต่อการทำงานในอุณหภูมิสูงได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีกาว Epoxy ชนิดใหม่อีกชนิดหนึ่งคือ Cycloaliphatics ซึ่งสามารถใช้กับงานที่อยู่ภายนอกอาคาร และยังสามารถทนต่อกระแสไฟฟ้าได้สูงที่เกินอุณหภูมิ 200 °C อีกด้วย

คุณสมบัติของกาว Epoxy ที่สำคัญมีดังนี้

1. เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ ไม่มีการระเหยกลายเป็นไอระหว่างการใช้
2. ใช้บริการงานด้านวิศวกรรมหลายชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดและส่วนผสม
3. สามารถใช้ได้กับทุกรอยต่อ
4. มีการไหลตัวดีโดยใช้แรงกดเพียงเล็กน้อย ยกเว้นการยึดโลหะกับโลหะต้องใช้แรง

มากขึ้น

5. มีความแข็งแรงมากกว่า Phenolic ประมาณ 7 เท่า

Epoxy นี้ เป็นการใช้วัสดุทุกชนิด รวมทั้งงานทางด้านโลหะแผ่น งานศิลปะ ตลอดจนบางส่วนของชิ้นส่วนเครื่องบินก็นิยมใช้กาว Epoxy แทนการขี้หมุดแล้ว การใช้งานจะต้องเตรียมผิวหน้าของวัสดุเป็นอย่างดี โดยปราศจากไขมัน จารบี สี หรือฝุ่นละออง และก่อนการเลือกใช้งาน ควรปฏิบัติตามรายละเอียดการใช้งานของแต่ละบริษัทผู้ผลิตด้วย ซึ่งบางชนิดของกาวนี้สามารถรับแรงเฉือนได้มากกว่า 12,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และยังสามารถใช้เคลือบผิวป้องกันการสึกหรอได้

ข้อมูลโลหะท่อ

โลหะท่อ ซึ่งมีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิด ทั้งมีเป็นเหล็ก, อลูมิเนียม และ สแตนเลส แต่โดยทั่วไปในท้องตลาดจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ท่อนกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง ซึ่งมีให้เลือกเป็นจำนวนมากตามขนาดที่แสดงเอาไว้ในตาราง แต่ลักษณะการใช้งานนั้นต่างก็มีคุณภาพที่ดีแตกต่างกันออกไปทั้งท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง ไม่สามารถรู้ชัดออกมาว่าชนิดใดดีกว่ากัน โดยเด็ดขาด ซึ่งจะต้องขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน, การออกแบบความสวยงาม โดยที่โลหะทั้งสองประเภทอาจจะมีการออกแบบ เพื่อการใช้งานร่วมกันก็ย่อมได้

ดังนั้น จึงจะนำข้อมูลทั้งสองชนิดมาเปรียบเทียบ เพื่อเป็นการสะดวกแก่การนำไปพิจารณาเพื่อการออกแบบ

ตารางที่ 6

ตารางแสดงเปรียบเทียบท่อกลมกลวง/ท่อสี่เหลี่ยมกลวง

คุณสมบัติ	ท่อกลมกลวง	ท่อสี่เหลี่ยมกลวง
ตัดโค้งได้ง่าย	4	
เชื่อมรอยจุด		4
น้ำหนักเบา		4
การบิดเมื่อเชื่อมรอย	4	
เกิดรอยบุบได้ยาก	4	
การสวมต่อระหว่างขนาด	4	
จำนวนขนาดให้เลือกมาก	4	
อันตรายจากเหลี่ยมมุมน้อย	5	
ความแข็งแรง		4
การรับน้ำหนัก	4	4

โลหะท่อนั้นโดยปกติแล้ว จะทำจากเหล็กแผ่นแล้วก็เชื่อมต่อแนวยาวตลอด ซึ่งแต่ละท่อนจะอยู่ในช่วงความยาว 6 เมตร สำหรับด้านคุณสมบัตินั้นก็เหมือนกับเหล็กแผ่น เพียงแต่จะต่างกันตรงที่ความแข็งแรง โดยขึ้นอยู่กับจะมีหน้าตัดเป็นรูปทรงเช่นไร

โลหะท่อที่ใช้ในการทำเฟอร์นิเจอร์นั้น พบมากส่วนใหญ่เป็นพวก ท่อกลม ท่อเหลี่ยม ลักษณะภายนอกและคุณสมบัติทางกายภาพ

(CHARACTERISTICS AND PHYSICAL PROPERTIES)

1. ขนาดของท่อโลหะที่นิยมใช้ในการทำเฟอร์นิเจอร์นั้น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1/2 นิ้วไปจนถึง 3 นิ้ว

2. ขนาดของท่อโลหะเหล็มนั้นก็มีอยู่ด้วยกันสองแบบคือ

2.1 SQUARE TUBING

2.2 RECTANGULAR TUBING

ตารางที่ 7

ตารางแสดง ROUND STEEL TUBING

OUTSIDE DIAMETER MM.	THICKNESS MM.	WEIGHT KG/M
21.3	2.0	0.95
26.0	2.3	1.40
33.7	2.6	1.99
42.4	2.6	2.55
48.3	2.9	3.25
60.3	2.9	4.11
78.1	3.2	6.75

ตารางที่ 8

ตารางแสดง SQUARE STEEL TUBING

SIZE MM.	THICKNESS MM.	WEIGHT KG/M
26 26	1.6	1.12
38 38	1.6	1.78
50 50	1.6	2.38
	2.3	3.34
60 60	1.6	2.88
	2.3	4.06
76 76	2.3	5.14
	3.2	7.01
90 90	2.3	6.23
	3.2	8.61

ตารางที่ 9

ตารางแสดง RECTANGULAR STEEL TUBING

SIZE MM.	THICKNESS MM.	WEIGHT KG/M
50 25	1.6	1.75
	2.3	2.44
60 60	1.6	2.31
	2.3	2.90
75 45	2.3	4.06
	3.2	5.50
90 45	2.3	4.60
	3.2	6.25
100 50	2.3	5.14
	3.2	7.01

จากตารางที่แสดงทั้งหมดข้างต้นนี้ ได้นำมาแสดงเฉพาะในช่วงขนาดที่สามารถนำมาทำเป็นโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์ได้ และขนาดที่ใหญ่ขึ้นไปจากค่าเหล่านี้ก็มี แต่ไม่ได้นำมาแสดง ณ ที่นี้

จากคุณสมบัติตามลักษณะการใช้งาน พอดีเสนอแนะความคิด ที่เป็นข้อที่สังเกตของโลหะท่อได้เป็นพวก ๆ ได้ดังนี้

ท่อโลหะกลม ROUND STEEL TUBING

1. สามารถดัดโค้งงอได้สะดวกกว่าท่อเหลี่ยม
2. สามารถต้านแรงกระแทกได้ดีกว่าท่อสี่เหลี่ยม เนื่องจากความกลมจะช่วยกระจายแรง
3. ผิวสัมผัสของระหว่างท่อจะน้อยกว่า ทำให้ความแรงในทางโครงสร้างค่อยลงไป
4. พื้นที่ผิวสัมผัสตรงบริเวณหน้าตัด จะมีมากกว่าท่อเหลี่ยม ยังผลทำให้มีความแข็งแรงมาก

ขึ้น

5. การเจาะตำแหน่งต่าง ๆ บนท่อกลมนั้น จะทำให้แม่นยำได้ยาก และจำทำให้เสีย

ประสิทธิภาพ

ด้านความแข็งแรง

ทสี่เหลี่ยม RECTANGULAR TUBING

1. ไม่สามารถดัดโค้งงอได้อย่างสะดวก อาจทำให้เกิดรอยขุ่นพบบตามผิว
2. รับแรงกระแทกได้เพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะแรงผิวหน้าที่ไม่ใช่ด้านของสัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผิวสัมผัสระหว่างท่อจะมีมากกว่าท่อกลม ทำให้เกิดความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น
4. พื้นที่ผิวสัมผัสตรงบริเวณหน้าตัดจะมีน้อยกว่าท่อกลม และตรงบริเวณหน้าตัดนี้จะทำให้สะดวกกว่าท่อกลม
5. การเจาะตำแหน่งต่าง ๆ บนท่อเหลี่ยมจะสะดวก และที่ยังตรงกว่าท่อกลม ส่วนด้านที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงนั้น ยังไม่ค่อยมีผลเท่าไร

ที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด คือข้อมูลเกี่ยวกับโลหะท่อ ซึ่งเป็นส่วนประกอบในการทำป้าย ส่วนหนึ่ง ในเรื่องต่อไปจะเป็นเอกสารที่อธิบายถึงเรื่องพลาสติกชนิดต่าง ๆ ที่สามารถนำมาผลิตป้าย รายละเอียดจะมีพลาสติกชนิดต่าง ๆ พร้อมทั้งบอกคุณลักษณะในการนำไปใช้งาน

พลาสติก (พิชิต เลียมพิพัฒน์, พลาสติก. (กรุงเทพฯ : มิตรนราการพิมพ์, 2530) หน้า 35-105

พลาสติก แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

เทอร์โมเซตติง (THERMOSETTINGS) คือ พลาสติกที่มีรูปทรงถาวรเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยความร้อน (HEAT) และแรงอัด (PRESSURE) จะนำไปหลอมละเอียดอีกไม่ได้

เทอร์โมเซตติงมีหลายชนิด ที่สำคัญและใช้ทั่วไปมีดังต่อไปนี้

1. อามิโน (AMINO) มีคุณสมบัติรับแรงดึง แรงอัด และแรงบิดงอได้ดีมาก ทนความร้อน หากผสมยีนิน ทนร้อน เนื้อแข็งทนต่อการขีดข่วนได้ดี

แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1.1 ยูเรีย ใช้ประโยชน์ ชนิดเหลวนิยมใช้ทำกาวไม้อัด และชิปบอร์ด นำยาเคลือบผิวประเภทผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ตู้วิทยุ ฝู่มจับ

1.2 เมลีนิน ใช้ประโยชน์ นิยมใช้ทำถ้วยชาม วัสดุปิดผิวโต๊ะ คือ โฟมไม้ก้า และทำกาว

2. อีพอกซี (EPOXY) มีคุณสมบัติสามารถติดแนบได้ดีกับวัตถุอื่น ๆ เช่น โลหะแก้ว พลาสติก ฯลฯ โดยไม่คำนึงถึงลักษณะของผิวจะเรียบหรือขรุขระ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติอ่อนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(FLEXIBILITY) จึงเหมาะสำหรับทำกาว การใช้ประโยชน์ในรูปของเหลว ใช้ทำกาวติดวัสดุต่าง ๆ เช่น ในเครื่องบิน วัสดุเคลือบผิว เคลือบกรอบหน้าเครื่องรับโทรทัศน์ ทำชิ้นส่วนเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์ รถยนต์

3. ฟีนอลิก (PHENOLIC) มีคุณสมบัติ มีความแข็งที่สุดชนิดหนึ่ง รับแรงดึงได้พอสมควร แต่รับแรงอัดได้ดีมาก รับแรงบิดงอได้น้อย การใช้ประโยชน์ทำด้ามมือจับ หูหม้อ หุกะทะ ที่ครอบจานจ่ายรถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ตู้ทีวี

4. โพลีเอสเตอร์ (UNSATURATED POLYESTER) มีคุณสมบัติในรูปผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์ กล้ารับแรงดึง แรงอัด และแรงบิดงอ ทนสภาพภายนอกได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี การใช้ประโยชน์นิยมใช้ทำเรือ รถยนต์ ชิ้นส่วนในเครื่องบิน ดังบรรจุของเหลว ท่อของเหลว เฟอ์นิเจอร์ ส่วนประกอบในอาคาร

5. ซิลิโคน (SILICONE) คุณสมบัติมีใช้ทั้งรูปของเหลวและคงรูป รับแรงดึง และแรงอัดแรงบิดงอได้ปานกลาง ทึบแสง สามารถทำเป็นสีได้ และสามารถนำไปใช้งานจริง ๆ การใช้ประโยชน์สามารถทำแม่แบบชนิดทนความร้อน ยางขอบบานปิดเปิดในยานอวกาศ

6. ยูเรเทน หรือ โพลียูเรเทน (URATHANE หรือ POLYURTHANE) มีคุณสมบัติทนการสึกกร่อนได้ดี เหนียว ทนทาน ทนสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดียวให้กลิ่นวิทยู เรดาห์ และเอ็กซ์เรย์ผ่านได้ ทนความร้อน การใช้ประโยชน์ใช้ฟองน้ำชนิดต่าง ๆ เช่น เบาะรถยนต์ เบาะเฟอร์นิเจอร์ เบาะที่นอน ยางรองพรม แผ่นกันเสียงและความร้อน

เทอร์โมพลาสติก เป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก หลังจากนำไปหล่อทำเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว

เทอร์โมพลาสติก ที่สำคัญและใช้อยู่ทั่วไป ได้แก่

1. แอซเซทอล (ACETALS) มีคุณสมบัติเหนียว ทนทาน รับแรงดึงได้ดีมาก แข็งแรง ทนสารเคมี

ไม่เป็นพิษ การใช้ประโยชน์ทำชิ้นส่วนในรถยนต์ เครื่องจักรกล

2. อะคริลิก (ACRYLICS) มีคุณสมบัติเป็นพลาสติกที่ใสที่สุด แข็งแรงทนต่อรอยขีดข่วนทน

แสงอุลตราไวโอเลท เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก การใช้ประโยชน์ ทำป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา โคมหลังคา กระจกแว่นตา เลนส์ โคมไฟ เฟอ์นิเจอร์

3. ฟลูออโรคาร์บอน (FLUOROCARBONS) มีคุณสมบัติ มีน้ำหนักมาก รับแรงดึงและแรงอัด

ได้ดี รับแรงกระแทกได้ดี การใช้ประโยชน์ใช้ทำฉนวนไฟฟ้ากับลวดไฟฟ้าที่ต้องเชื่อมด้วยความร้อน ปะเก็นในเครื่องจักร วาล์ว แหวนลูกสูบ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า

4. โพลีเอไมด์ (POLYAMIDES) เรียกว่า ไนลอน มีคุณสมบัติ ราคาแพง ทำความร้อน ทนการ

ขีดข่วน การใช้ประโยชน์ทำเกียร์ ร่มชูชีพ ถุงเท้า เสื้อผ้า เ็นดกปลา ทำก้อนพลาสติก

5. โพลีโอเลฟิน (POLYOLEFINS) มีคุณสมบัติ มีน้ำหนักเบา ห้างงอได้ รับแรงดึงและแรงอัด

ได้น้อย เป็นฉนวนไฟฟ้า การใช้ประโยชน์ใช้ทำถุงบรรจุอาหารและเสื้อผ้า ตุ๊กตาเด็กเล่น ดอกไม้พลาสติก ถาดทำน้ำแข็ง ขวดและภาชนะบรรจุของเหลว สายเคเบิล

6. โพลีสไตรีน (POLYSTYRENE) คุณสมบัติมีความคงรูปได้ดี แต่เปราะ มีทั้งผิวเรียบและขรุขระ เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี ดูดซึมน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก การใช้ประโยชน์ ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส ของเล่นเด็ก ตู้โทรศัพท์ วิทยุ

7. เอบีเอส (ABS- ACRYLONITRILE BUTADIENE STYRENE) มีคุณสมบัติรับแรงกระทบ

ได้ดีมาก ทนความร้อน ทนกรด เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี สามารถชุบโครเมียมได้ ประโยชน์ใช้ทำหมวกกันน็อก หน้าตู้เย็น เครื่องรับโทรศัพท์ ถาดอาหาร ชิ้นส่วนรถยนต์

8. ไวนิล (VINYL) คุณสมบัติทนความร้อนได้สูง เป็นฉนวนไฟฟ้า การใช้ประโยชน์ ใช้ทำชิ้นกลางของแวนดา ผ้าเพดาน สีทาบ้าน ชิ้นส่วนรถยนต์ วัตถุเคลือบผิว อุปกรณ์ไฟฟ้า

9. เซลลูโลซิก (CELLLOSICS) คุณสมบัติทนความร้อนได้สูง เป็นฉนวนไฟฟ้า การใช้ประโยชน์

สามารถทำลูกบิลเลียด เหยือกฟันปลอม ฟิล์มภาพยนตร์ ใช้ทำยางขอบโต๊ะ อุปกรณ์ไฟฟ้า

10. โพลีคาร์บอเนต (POLYCARBONATE) มีคุณสมบัติแข็งแรงทนทานดี เป็นฉนวนไฟฟ้า การ

ใช้ประโยชน์ คอมพิวเตอร์ กระจกมองหน้าหมวกนักบินอวกาศ ตู้เครื่องปรับอากาศด้านเครื่องมือ

11. ไอโอโนเมอร์ (IONOMER) คุณสมบัติไฮ เนียว ทนทานได้ดีทั้งกรดและด่าง การใช้ประโยชน์ คือกาเด็กเล่น ค้ำเครื่องมือ ขวดบรรจุของเหลว สายไฟฟ้า

12. โพลีไยไมด์ (POLYIMIDE) คุณสมบัติทนความร้อนได้ดีเยี่ยม เป็นฉนวนไฟฟ้า ได้ดี ทนทาน ทนแรงเสียดทานได้ดี การนำไปใช้ทำเบรคิ่ง แหวนรับน้ำหนัก ชิ้นส่วนยานอวกาศ ท่อยาง กาว ฟิล์ม

13. โพลีซัลโฟน (POLYSULPHONE) คุณสมบัติทนความร้อนสูง ทนกรด ด่าง และสารเคมี

อื่น ๆ ทนความชื้น เป็นฉนวนไฟฟ้า การใช้ประโยชน์ ทำฝาครอบ ของเครื่องมือ อุปกรณ์ไฟฟ้า ชิ้นส่วนรถยนต์ ชิ้นส่วนในคอมพิวเตอร์

14. เอททิลีนไวนิลอะซิเตท (ETHYLENE VINYL ACETATE) EVA มีคุณสมบัติยืดหยุ่น แทนยางธรรมชาติได้ รับแรงกระแทกได้ดีมาก ทนอุณหภูมิได้ปานกลาง การใช้ประโยชน์ ทำท่ออย่างส่งนม หลอดดูดของเหลว ผ้ายางในโรงพยาบาล ผ้ายางในห้องน้ำ พลาสติกคลุมโรงเพาะชำ ของเด็กเล่น

กรรมวิธีการผลิตพลาสติก

ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานต่าง ๆ ทางด้านอุตสาหกรรม มีด้วยกันหลายวิธี คือ

1. แบบอัดและอัดส่ง (Compression and transfer molding)

1.1 แบบอัด (Compression) เป็นกรรมวิธีผลิตทางอุตสาหกรรมเพื่อผลิตชิ้นงาน เช่น ชาม ช้อน อุปกรณ์ไฟฟ้า ฯลฯ พลาสติกที่ผลิตส่วนมากใช้พลาสติกประเภทคงรูป (Thermosetting) เช่น ยูเรีย แอลดีค เมลามีน ฯลฯ ส่วนพลาสติกประเภทคื่นรูป (Thermoplastic) ก็ใช้บ้างเหมือนกันแต่น้อยมาก เช่น การผลิต แผ่นเสียง ฯลฯ

1.2 แบบอัดส่ง (Transfer) พลาสติกที่ใช้ในการผลิตแบบนี้ ส่วนมากใช้พลาสติกประเภทคงรูปใช้ผลิตชิ้นส่วนที่มีโลหะติดอยู่ด้วย กรรมวิธีการผลิตแบบนี้คล้ายกับการผลิตแบบอัด ผิดกันแต่พลาสติกผงบ จะถูกหลอมละลายในห้องหลอมละลายก่อนแล้วจึงอัดผ่านรูเข้าไปในแม่แบบชิ้นงานคอนล่าง ในแม่แบบชิ้นงาน นี้จะมีชิ้นส่วนของโลหะที่เป็นชิ้นงาน เมื่อพลาสติก ไหลลงมากก็จะติดกับโลหะชิ้นงานตามที่ต้องการ พอพลาสติกเย็นก็ถอดแม่แบบเอาชิ้นงานออกตกแต่งชิ้นงานให้เรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบฉีด (Injection Molding) เป็นกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานได้มากมายหลายชนิด เช่น ของใช้

ต่าง ๆ เครื่องเล่นเด็ก ฯลฯ พลาสติกที่ใช้ผลิตใช้พลาสติกเม็ดประเภทคีนรูป เช่น อะคริลิก โพลีเอไมด์ ไวนิล โพลี-โอเลฟิน ฯลฯ การผลิตมีลักษณะคล้ายวิธีอัดสัง แต่ต่างกันตรงที่ต้องเทพลาสติกเม็ดลงไปในส่วนที่ทำความร้อนก่อน เมื่อเม็ดพลาสติกละลายแล้วก็อัดลูกสูบฉีดพลาสติกที่เหลวเข้าไปในแบบ พลาสติกจะเย็นจะแข็งโดยระบบระบายความร้อนด้วยน้ำในช่องแม่แบบ เมื่อพลาสติกชิ้นงานเย็นก็นำชิ้นงานออกมาตกแต่ง โดยเฉพาะรอยกลมมนด้านล่างของชิ้นงานที่ถูกฉีดพลาสติกเข้าไปให้เรียบร้อย

3. แบบเป่า (Blow Molding) เป็นกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์พวกขวดบรรจุของเหลว

ทุกชนิด หรือผลิตภัณฑ์ที่มีภายในกลวงมีเปลือก เช่น ของเลนบางชนิด ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลิตจะเป็นพลาสติกประเภทคีนรูป (Thermoplastic) หลายชนิด แต่นิยมใช้โพลีเอทิลีนมากกว่าชนิดอื่น กรรมวิธีการผลิตแบบนี้จะผลิตโดยรีดพลาสติกหลอมละลายในห้องหลอมละลายแล้วใช้เกลียวรีดพลาสติกให้ย่อยเล็กลงไปในแม่แบบ 2 ชั้นที่เปิดไว้ ปิด

แม่พิมพ์เข้าหากัน แม่แบบคอนล่างจะบีบท่อพลาสติกให้ติดกัน อัดอากาศเข้าไปในปลายท่อด้านบน ทำให้ท่อพลาสติกให้ติดกัน อัดอากาศเข้าไปในปลายท่อด้านบนทำให้ท่อพลาสติกที่ยังอ่อนอยู่ถูกอัดเข้าไปตามแบบ ก็จะเป็นรูปชิ้นงาน ทั้งไว้จนชิ้นงานเย็นแล้วจึงเปิดแม่แบบออก คัดตกแต่งปลายต่อด้านบนและด้านล่างให้เรียบร้อย

4. แบบรีด (Extrusion) เป็นการผลิตชิ้นงานพวกสายไฟฟ้าท่อพลาสติก ถุงพลาสติก ฯลฯ พลาสติกประเภทคีนรูป (Thermoplastic) กรรมวิธีการผลิตกระทำโดยการเทผงหรือเม็ดพลาสติกลงไปในช่องเก่าแล้วผงพลาสติกจะไหลไปในท่อความร้อนที่มีเกลียวหมุน เมื่อพลาสติกละลายก็จะถูกหมุนออกมาผ่านแม่แบบเป็นชิ้นงาน ชิ้นงานจะผ่านลงไปในน้ำตามระบบสายพานหรือล้อหมุน เพื่อให้ชิ้นงานเย็น เป็นชิ้นงานสำเร็จรูป

5. แบบลูกกลิ้ง (Calendering) เป็นการผลิตพลาสติกแผ่น เช่น ผ้าใย กระเบื้องยาง แผ่นพีวีซี ฯลฯ พลาสติกที่ใช้ผลิตจะใช้พลาสติกประเภทคีนรูป เช่น สไตรีน โพลีเอทิลีน ไวนิล กรรมวิธีผลิตคล้ายการผลิตยางแผ่นโดยให้พลาสติกที่หลอมละลายผ่านลูกกลิ้งทรงกระบอกรอบ 2 ลูกห่างกันตามความหนาที่ต้องการ เมื่อรีดพลาสติกออกมาแล้วก็จะให้ความหนาตามที่กำหนดไว้ แล้วแผ่นชิ้นงานก็จะกลิ้งผ่านไปยังลูกกลิ้งเย็น เพื่อให้พลาสติกแข็งรูปแล้วเก็บม้วนต่อไป

6. แบบอัดแผ่น (Laminating) เป็นการผลิตพลาสติกกับวัสดุเสริมกำลังเพื่อให้เกิดความแข็งแรง

ทนทาน เช่น การผลิตแผ่นไฟไม้อัด ไม้อัดเคลือบผิวพลาสติก แผ่นเซอร์คริตในเครื่องรับวิทยุ แผ่นไฟเบอร์กลาส ฯลฯ

พลาสติกที่ใช้จะใช้พลาสติกเหลวประเภทครงรูป (Thermosetting) เช่น อีพอกซี โพลีเอสเตอร์ ซิลิโคน ฯลฯ กรรมวิธีการผลิตกระทำโดยเอาวัสดุเสริมกำลัง เช่น ใยหิน ใยแก้ว กระจาด ไม้ ฯลฯ ซ้อนกันตามขนาดความหนาที่ต้องการแล้วเทพลาสติกเหลวลง ใช้เครื่องอัดแรงต่ำหรือแรงสูงอัดตามขนาดของชิ้นงาน โดยมีความร้อนช่วย ความร้อนและแรงอัดจะทำให้ชิ้นงานเรียบ

ไฟเบอร์กลาส (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์, 2537 : 37-64)

ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ได้รับการปรับปรุงโดยใส่วัสดุอื่นเพื่อเสริมความแข็งแรง จึงเรียกว่า ผลิตภัณฑ์พลาสติกเสริมแรง (Reinforced Plastic)

วัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีและเหมาะสมที่สุดที่จะเอามาเสริมแรงให้พลาสติก ก็คือ “ใยแก้ว” (Glass Fiber) ซึ่งมีลักษณะอ่อนนุ่ม แต่ “เหนียว” ทั้งทนการผุกร่อนได้ดี ทนความร้อนได้สูง เป็นฉนวนไฟฟ้า และทนสารเคมี ส่วนพลาสติกที่จะนำมาใช้เป็นเนื้อ ต้องเป็นชนิดที่มีความแข็งแรงมาก ซึ่งถ้าไม่มีการเสริมแรงแล้วจะเปราะ ดังนั้นเราจึงเลือกเอาพลาสติกประเภท “เทอร์โมเซตติง” มาใช้งาน ซึ่งได้แก่ พวก “โพลีเอสเตอร์เรซิน” (Unsaturated Polyester Resin) และ “อีพอกซีเรซิน” (Epoxy Resin) เป็นต้น พลาสติกจำพวกนี้เป็นพลาสติกเหลว ซึ่งภายหลังจากผสมกับตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา (Accelerator หรือ Promoter และตัวทำให้แข็ง (Hardener) หรือตัวคะตะลิสต์ (Catalyst) หรือตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมี (Polymerization) มีความร้อนเกิดขึ้นสูงถึงกว่า 100 °ซ. แล้วจะเปลี่ยนสภาพเป็นพลาสติกแข็งและจะไม่คืนรูปอีก ดังนั้นการสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้นมา โดยใช้วิธีการดังกล่าวแล้ว จึงเรียกได้ว่าเป็น ผลิตภัณฑ์พลาสติกเสริมแรงด้วยใยแก้ว หรือ FRP หรือ GRP (Fiber Glass Reinforced Plastics) ซึ่งเราเรียกง่าย ๆ ว่าผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส หรือผลิตภัณฑ์เอพาร์พี

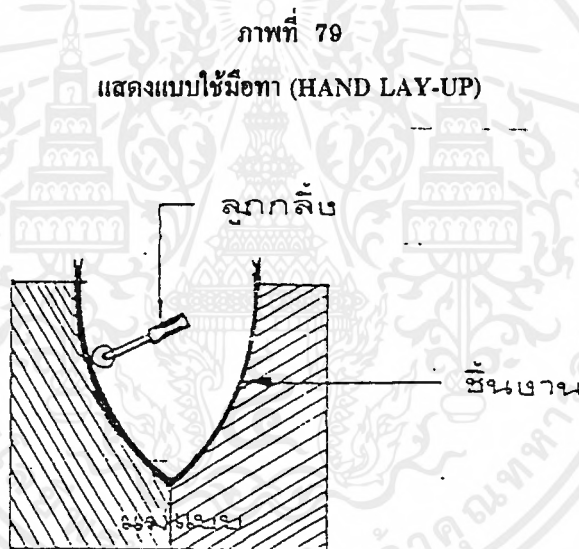
ไฟเบอร์กลาสหรือเอพาร์พีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง เช่น เรือ ดังบรรจุของเหลว ท่อไซโลเก็บเมล็ดพืช หรือวัตถุดิบในอุตสาหกรรมและอาหารสัตว์ แผ่นหลังคา แผงกันแดด และแผงประดับในอาคารทันสมัย เฟอร์นิเจอร์ ตุ๊กตาเด็กเล่นในสวนสนุก ฯลฯ

อุตสาหกรรมการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอพาร์พีได้เจริญเติบโตในประเทศ อุตสาหกรรมตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่สองแล้ว แต่เพิ่งเจริญในประเทศไทย เมื่อประมาณยี่สิบกว่าปีมานี้ โดยในระยะแรกนิยมนำไปทำเป็นเรือเร็วชนิดต่าง ๆ สก๊อตเตอร์น้ำค่อมาจึงได้จัดทำเป็นอ่างอาบน้ำ เฟอร์นิเจอร์ และที่กำบังได้รับความ

สนใจจากประชาชนมากในขณะนี้ คือดึงน้ำ หลังการดื่อกอล์ฟ ชิ้นส่วนประดับรถยนต์ ที่พักผู้โดยสารรถโดยสารประจำทาง และกระดางใส่ต้นไม้ของกรุงเทพมหานคร

ไฟเบอร์กลาสมีประโยชน์ต่อกิจการอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท ทั้งนี้เพราะไฟเบอร์กลาสมีความแข็งแรงสูงราคาต้นทุนการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับชิ้นส่วนหรือ โครงสร้างที่เป็นโลหะและที่สำคัญคือเทคนิคในการทำไม่ยุ่งยากมาก ลงทุนในเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ต่ำ เหมาะสำหรับจัดทำเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวหรือจัดทำเล่มเป็นงานอดิเรก เมื่อมีประสบการณ์มากพอ มีทุน และตลาดพร้อมจัดทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือขนาดกลางต่อไปได้ กรรมวิธีผลิตในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสมีหลายวิธี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. แบบใช้มือทา (Hand Lay-Up)



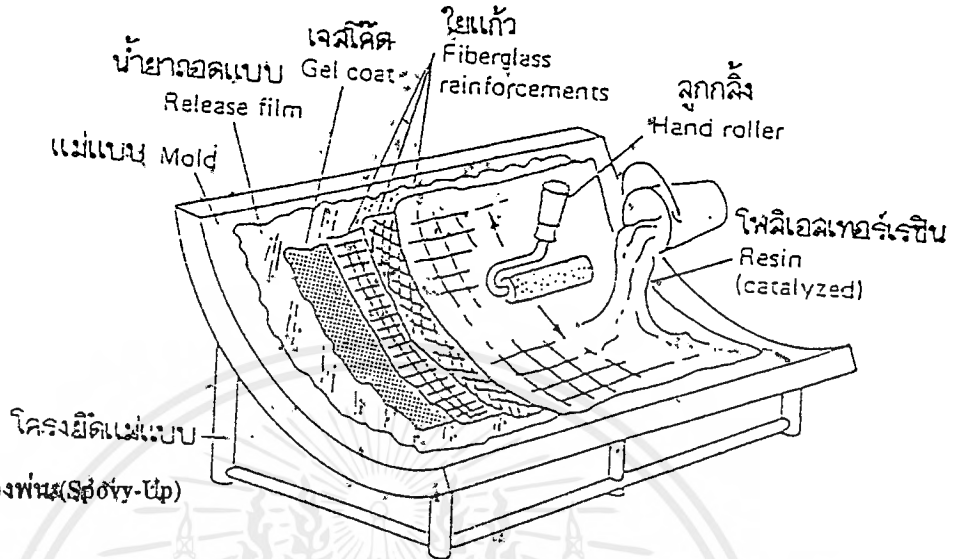
กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีผลิตที่ง่าย ลงทุนน้อยและนิยมใช้มากที่สุด เหมาะสำหรับผู้เริ่มทำและกิจการขนาดเล็ก แต่อย่างไรก็ตามกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ สามารถกระทำได้ในกิจการขนาดใหญ่ และขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของชิ้นงานด้วย ชิ้นงานมีผิวเรียบด้านเดียว

ไขแก้วที่ใช้เป็นชนิดฉิน เครื่องมือที่ใช้อาจเป็นแปรงหรือลูกกลิ้ง หรือทั้งสองอย่าง

ภาพที่ 80

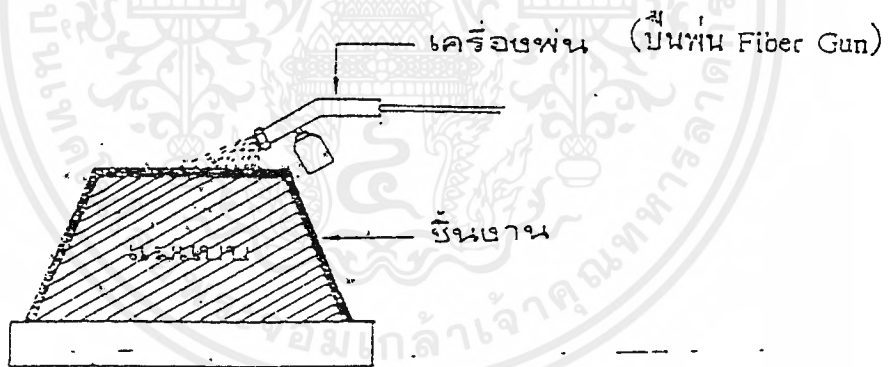
แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาสแบบใช้มือทา



2. แบบใช้เครื่องพ่น (Spray-Up)

ภาพที่ 81

แบบใช้เครื่องพ่น (SPRAY-UP)



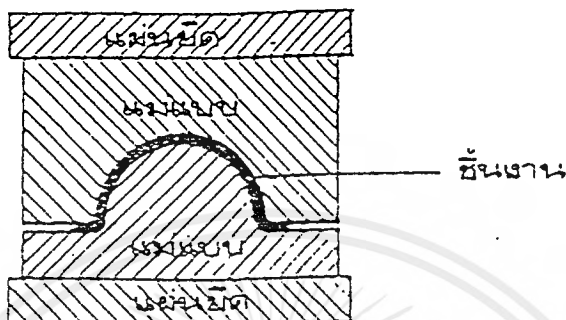
กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตเหมือนกับการใช้มือทา ผิดกันตรงที่กรรมวิธีแบบนี้ใยแก้วจะไม่ใช้ชนิดสั้น แต่ใช้ใยแก้วชนิดเส้นยาวเป็นม้วนแล้วตัดให้เป็นท่อน ๆ พ่นออกพร้อมกับโพลีเอสเตอร์เรซินลงไปบนผิวหน้าของแม่แบบเลย และใช้ลูกกลิ้งและแปรงรัดทับช่วยอีกครั้ง แรงอัดจากเครื่องพ่นจะทำให้เส้นใยกับโพลีเอสเตอร์เรซินเกาะผิวหน้าอย่างสนิท กรรมวิธีแบบนี้ใช้กับการผลิตชิ้นงานที่มีจำนวนมาก ทำงานได้รวดเร็ว ชิ้นงานมีผิวเรียบด้านเดียว

3. แบบใช้แม่แบบอัด (Matched molding)

ภาพที่ 82

แบบใช้แม่แบบอัด (MATCHED MOLDING)



กรรมวิธีการผลิต

แบบใช้แม่แบบอัดร้อน เป็นกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานที่ต้องการความแข็งแรงสูง ต้องใช้แรงสูงและความร้อนประกอบการผลิต แม่แบบเป็นโลหะที่มีผิวเรียบเป็นมัน (Hardchrome) หรืออีพอกซีผสมผงโลหะก็ได้ ชิ้นงานมีผิวเรียบสองด้าน

แบบใช้แม่แบบอัดเย็น เป็นกรรมวิธีการผลิตสำหรับชิ้นงานขนาดเล็ก ลงทุนต่ำ เครื่องกดใช้แบบเกลียวอัด น็อคชิ้นยึดหรือใช้น้ำหนักกด แม่แบบเป็นไฟเบอร์กลาส ชิ้นงานมีผิวเรียบสองด้าน

4. แบบเอสเอ็มซี (SMC) หรือแบบใช้แม่แบบอัดส่วนผสมแผ่น

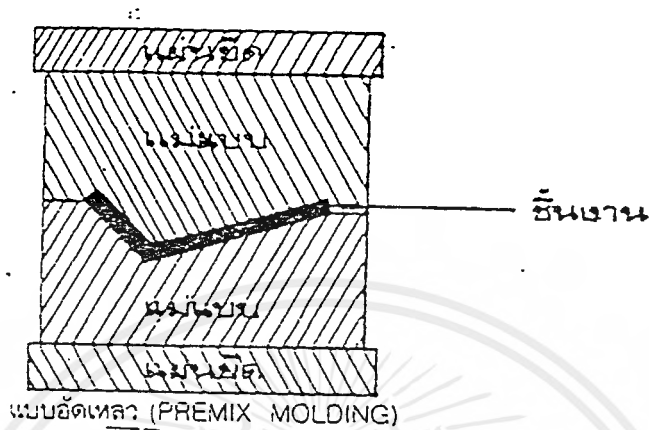
กรรมวิธีการผลิต

เหมือนกับแบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding) เพียงต้องเตรียมส่วนผสมให้เป็นแผ่นเสียก่อน เพื่อสะดวกในการทำงาน ลดเวลาในขั้นตอนการผลิต กรรมวิธีการผลิตแบบเอสเอ็มซี (SMC) กำลังได้รับความนิยมมากในประเทศ

5. แบบอัดเหลว (Premix Molding)

ภาพที่ 83

แบบอัดเหลว (PREMIX MOLDING)



กรรมวิธีการผลิต

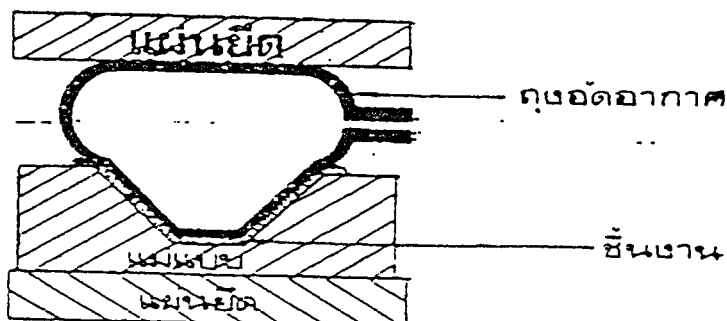
เหมือนกับแบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding) แต่ใช้ใยแก้วชนิดเส้นสั้น (Chopped Strands) ผสมกับโพลีเอสเตอร์เรซินคลุกกันเป็นก้อนแล้ววางลงบนแม่แบบในปริมาณที่พอดี กดแม่แบบ ให้ความร้อน ปล่อยให้แข็งตัวจึงถอดออกจากแม่แบบ

กรรมวิธีแบบนี้จะผลิตชิ้นงานได้รวดเร็วเหมาะสำหรับการผลิตชิ้นงานที่ต้องผลิตปริมาณมาก ๆ ชิ้นงานมีความแข็งแรงพอควร

6. แบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding)

ภาพที่ 84

แบบถุงอัดอากาศ (PRESSURE-BAG MOLDING)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

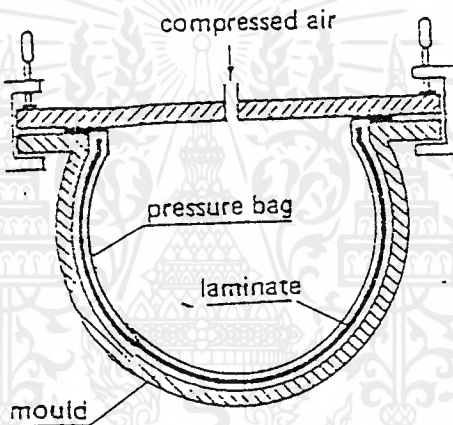
กรรมวิธีการผลิต

คล้ายกับกรรมวิธีแบบใช้มือทาและแบบใช้เครื่องพ่น คือวางแผ่นใยแก้วหรือพ่นเส้นใยแก้ว พร้อมโพลีเอสเตอร์เรซินลงบนแผ่นแบบ วางถุงยางทับลงไป กดแผ่นยึด (Platen) ตอนบนลงห่างจากแม่แบบพอสมควร อัดอากาศเข้าไปในถุงยาง ถุงยางจะขยายตัวอัดใยแก้วผสมโพลีเอสเตอร์เรซินแนบสนิทกับแม่แบบตอนล่างทิ้งไว้จนแข็งตัว จึงปล่อยอากาศออกจากถุง ถอดชิ้นงานออก

กรรมวิธีแบบนี้ใช้ผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะพิเศษเท่านั้น ไม่นิยมใช้มากนัก

ภาพที่ 85

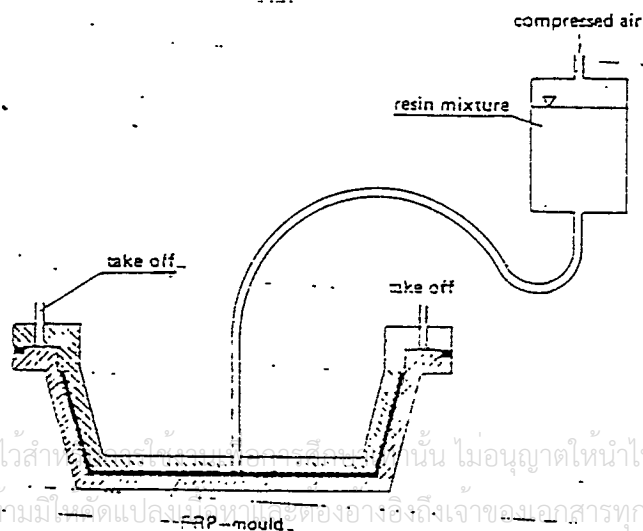
แบบถุงอัดอากาศ (PRESSURE-BAG MOLDING)



8. แบบรีด (Injection Molding) หรือ RTM (Resin Transfer Molding) หรือ (Resin Injection Molding)

ภาพที่ 86

แสดงแบบรีด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้เป็นชนิดที่กำลังได้รับการพัฒนามาใช้ผลิตในปัจจุบัน การลงทุนเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ ไม่สูงมากนัก สามารถจะฝังชิ้นงานที่เป็นโลหะ ไม้หรือโฟมแข็งไว้ในชิ้นงานได้ กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้ลมอัดค่าประมาณไม่เกิน 10 KP/ซม. โยแก้วชนิดฝืนเส้นสั้น (Copped Strands Mat) เหมาะที่สุดสำหรับการใช้งาน แต่น้ำยาประสานของฝืนโยแก้วควรเป็นชนิดละลายในโพลีเอสเตอร์เรซินง่าย (Low Soluble Binder) และโพลีเอสเตอร์เรซินที่ใช้ ควรเป็นชนิดใส (Low Viscosity) หากจะใช้ชนิดธรรมดา ควรเติมโมโนสไตรีนลงไป ประมาณ 10-20%

กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้สามารถทำชิ้นงานที่มีรูปร่างกว้างขวางกว่าชนิดอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ยกเว้นแบบใช้มือทาและแบบใช้เครื่องพ่น

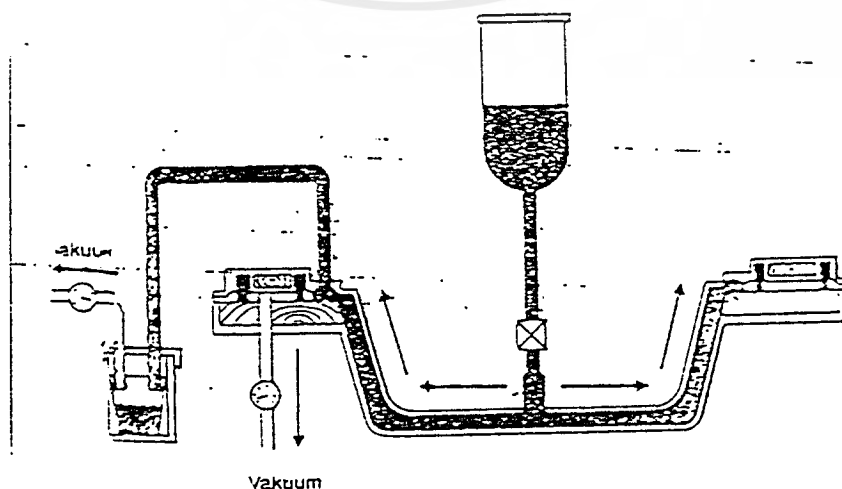
ในขณะเดียวกันได้มีการพัฒนาปรับปรุงระบบการผลิตแบบเดียวกันนี้ โดยบริษัท Owen-Corin แต่ใช้ชื่อที่ว่า RMT (Resin Transfer Molding) ด้วยการเปลี่ยนชนิดของโยแก้วไปใช้โยแก้วชนิดฝืนเส้นยาว (Continuous Strand mat)

กรรมวิธีแบบฉีดที่ปรับปรุงใหม่

โดยกระบอกดูดอากาศ (VACUUM) เพื่อช่วยกำจัดฟองอากาศและเร่งให้โพลีเอสเตอร์เรซินซึมเข้าแผ่นโยแก้วได้เร็วยิ่งขึ้น มีหลายวิธีดังนี้

ภาพที่ 87

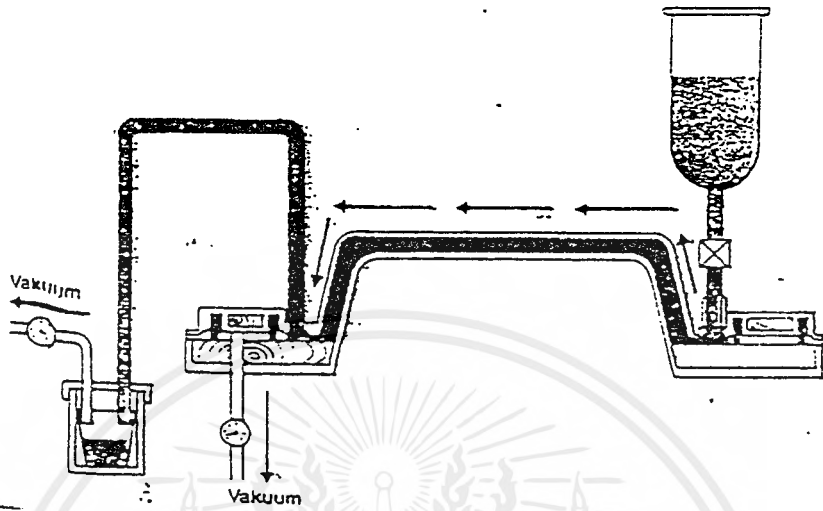
1. แบบฉีดตรงกลางและมีท่อดูดอากาศด้านข้าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

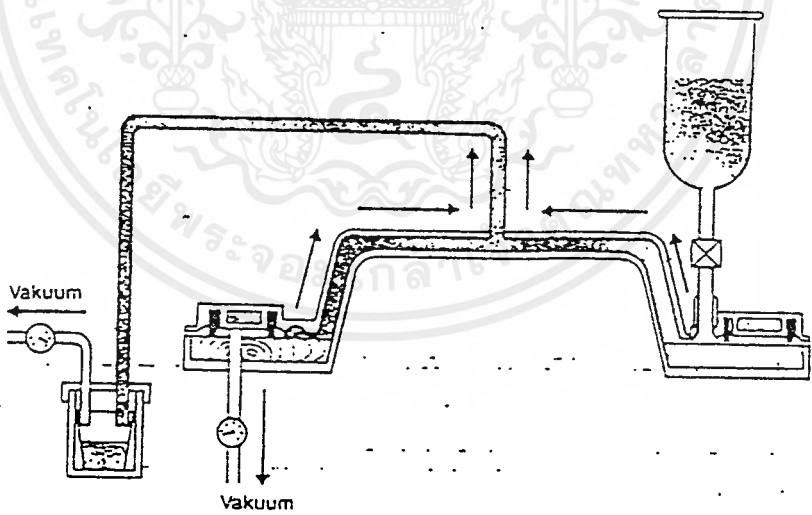
ภาพที่ 88

2. แบบฉีดด้านข้างขวา ท่อดูดอากาศอยู่ด้านซ้าย



ภาพที่ 89

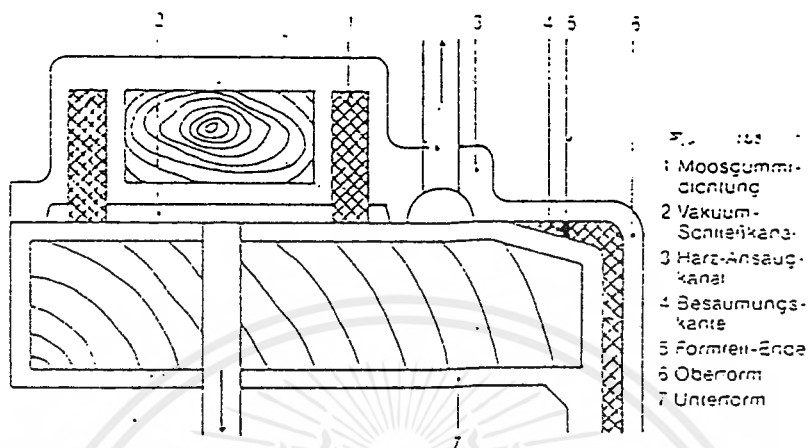
3. แบบฉีดด้านขวา ท่อดูดอากาศอยู่ตรงกลาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 90

ภาพขยายของแม่แบบและเส้นทางของท่อดูดอากาศ

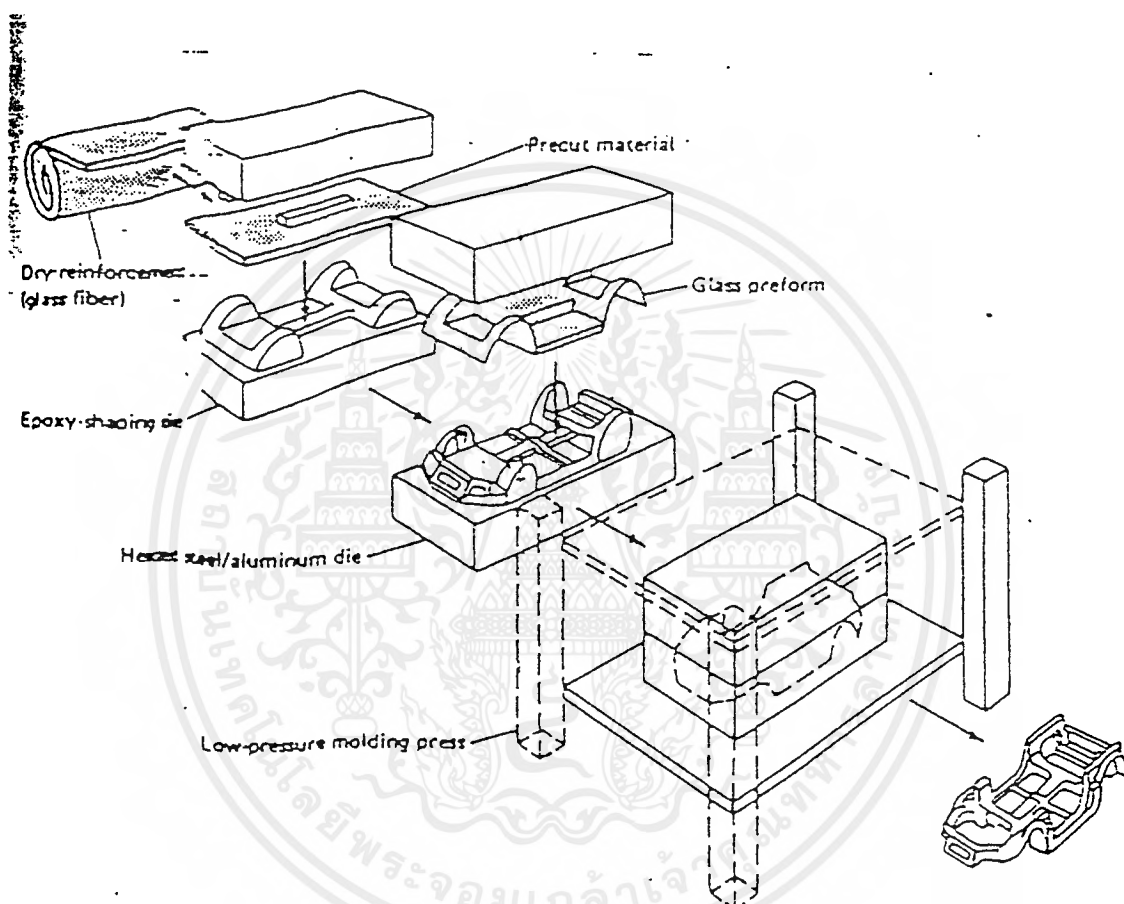


1. แผ่นยางประกอบ
2. ช่องดูดอากาศ
3. ช่องดูดโพลีเอสเตอร์เรซิน
4. ครีป
5. ขอบชิ้นงาน
6. แม่แบบชิ้นบน
7. แม่แบบชิ้นล่าง

กรรมวิธีการผลิตแบบ RTM ชนิดไฮสปีด
High-Speed Resin Transfer Molding

ภาพที่ 91

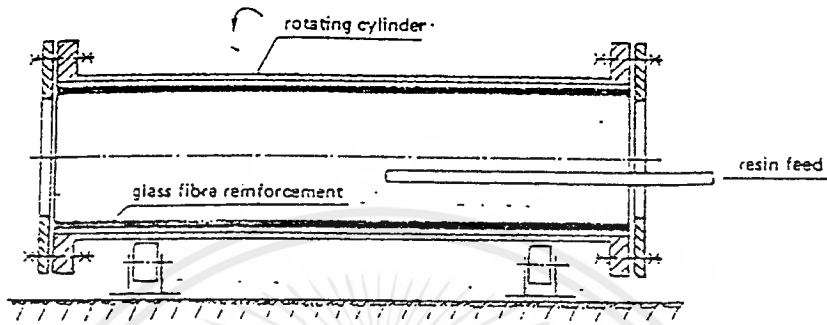
ขั้นตอนผลิตแบบ RTM (Resin Transfer Molding)



9. แบบหล่อเหวี่ยง (Centrifugal Casting) หรือ (CRM) (Continuous Rotation Molding)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ๑๒
แบบหล่อเหวี่ยง



กรรมวิธีการผลิต

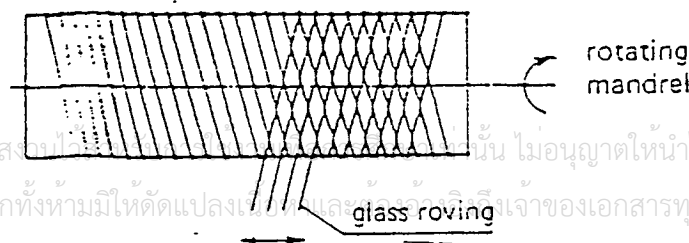
กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้เหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีรูปทรงกระบอกผิวนอกเรียบ เช่น ท่อนหรือถังไซโล แม่แบบจะเป็นโลหะแบ่งเป็นสองชิ้น แม่แบบวางตั้งอยู่บนลูกกลิ้งที่จะหมุนให้แม่แบบหมุนไปรอบ ๆ ในอัตราเร็วตามที่กำหนด ใยแก้วที่ใช้มีลักษณะเส้นขด (Coiled Glassfiber Mat or Fabric) โพลีเอสเตอร์เรซินถูกฉีดไปที่เส้นใยแก้วที่วางภายในแม่แบบและแม่แบบหมุนไปรอบ ๆ จะเกิดแรงเหวี่ยงทำให้ชิ้นงานมีความหนาเท่ากัน และผิวหน้าด้านในจะเรียบพอควร ผิวหน้าด้านติดกับแม่แบบจะเรียกว่าเพื่อเร่งให้ชิ้นงานแข็งตัวเร็วขึ้น อาจใช้ลมร้อนเป่าหรือใช้หลอดไฟแสงอินฟราเรดช่วยก็ได้ และเมื่อชิ้นงานแข็งตัวจะมีการหดตัวเกิดขึ้น แยกแม่แบบออกจากกันโดยยกแม่แบบชิ้นหนึ่งก่อน ชิ้นงานจะร้อนออกจากแม่แบบเองโดยง่าย

10 แบบพันท่อ (Filament winding)

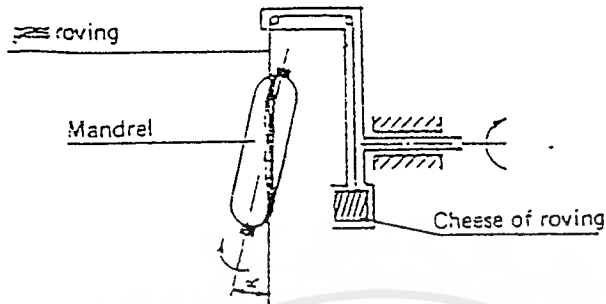
เป็นกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานที่กลวงภายใน เช่น ท่อ หรือชิ้นงานรูปขวด ชิ้นงานที่ผลิตต้องการใช้งานที่รับแรงอัดสูงมาก เช่น ท่อส่งของเหลวที่มีแรงดันสูง ชิ้นส่วนของจรวด (Rocket และ Missile) ชิ้นงานรูปท่อทรงกระบอกผิวเรียบ

กรรมวิธีการผลิตแบบพันท่อ แบ่งออกได้ 2 ระบบ คือ

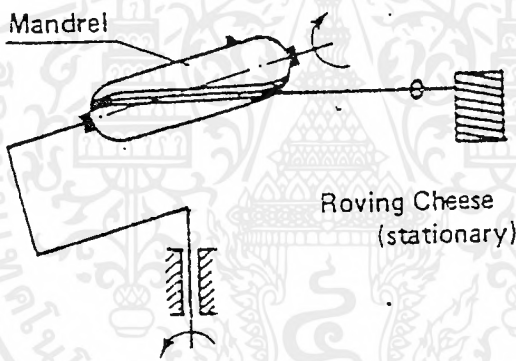
ก. ระบบพัน (AXIAL WINDING)



ข. ระบบแพลทรี (PLANETARY WINDING)



ค. ระบบทัมเบลอร์ (TUMBLER SYSTEM)

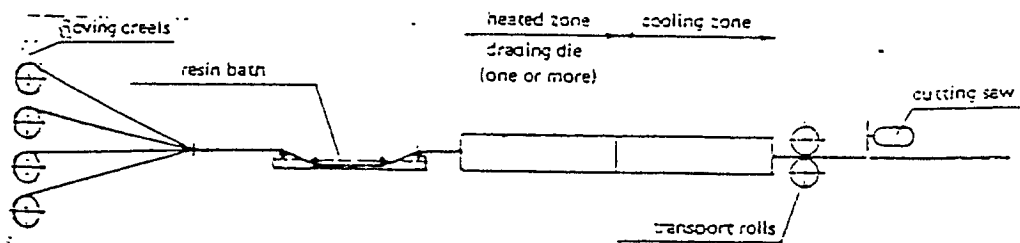


11. แบบการผลิตระบบความยาวต่อเนื่อง (Continuous Molding Process)

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานที่มีความยาวต่อเนื่องที่ ปริมาณการผลิต (Mass-Production) ลงทุนในเรื่องเครื่องจักรและอุปกรณ์สูง

กรรมวิธีการผลิตแบบระบบความยาวต่อเนื่องแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

11.1 ชนิดดึงรีดแนวยาว (CONTINUOUS PULTRUSION)



กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้ผลิตชิ้นงานที่มีความยาว และมีหน้าตัดขนาดเล็ก เช่น ท่อ กลวง(Tube) แท่งตันยาว (Rod) ชิ้นงานรูปตัวยู (U) รูปตัวแอล (L) และรูปหน้าตัดอื่น ๆ

กันเบ็ดตกปลาใช้ผลิตจากกรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ โดยผลิตเป็นแท่งตันยาว (ROD) เสียก่อน แล้วจึงเข้าเครื่องไส (Tapering) ให้เรียวลง จากนั้นจึงนำไปดัดโค้งตามต้องการ

ขั้นตอนการผลิตของกรรมวิธีผลิตนี้เริ่มจากเส้นใยแก้ว (Roving) หลาย ๆ เส้นถูกดึงมารวมกันให้ผ่านถาดบรรจุ โพลีเอสเตอร์เรซิน แล้ววิ่งผ่านเข้าไปในแม่แบบรูปหน้าตัด (Die) ซึ่งร้อนวิ่งเข้าหาความร้อนที่เพื่อให้แข็งตัว จากนั้นจึงวิ่งเข้าตู้ทำความเย็นให้ชิ้นงานเย็นลง ขั้นสุดท้ายจะวิ่งผ่านช่องตัดให้ได้ขนาดความยาวที่ต้องการ

11.2 ชนิดผลิตแผ่น (CONTINUOUS LAMINATION)

กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ ใช้สำหรับชิ้นงานที่เป็นแผ่นเรียบหรือแผ่นลอนให้ทำหลังคา และหีบก่อสร้างอื่น ๆ

ขั้นตอนการผลิตเริ่มจากเท โพลีเอสเตอร์เรซินลงบนแผ่นรอง (Covering Sheet) ซึ่งเป็นฟิล์มไมลาร์แผ่นรองจะวิ่งต่อไปประกบกับเส้นใยแก้ว แล้ววิ่งผ่านเข้าเครื่องรีด (Squeezing Roll) จากนั้นจะมีแผ่นปิดทับ (Covering Sheet) เป็นฟิล์มไมลาร์ปิดทับบนเส้นใยแก้ว ทั้งหมดจะถูกรีดให้เรียบอีกครั้งแล้ววิ่งผ่านแม่แบบขึ้นรูป หากชิ้นงานเป็นลอน วิ่งผ่านต่อไปเข้าตู้อบความร้อนให้แข็งตัว ผ่านต่อไปยังตู้ทำความเย็น แผ่นฟิล์มไมลาร์ปิดทับและแผ่นรองจะถูกแยกออกจากม้วนเก็บ จากนั้นจึงผ่านเครื่องตัดขอบ และตัดขวางหรือถูกม้วนเก็บ หากชิ้นงานมีลอน กับแนวเครื่องที่ของสายพาน

ชิ้นงานที่ผลิตโดยกรรมวิธีชนิดผลิตแผ่นจะมีความเรียบทั้งสองด้าน

ฟิล์มไมลาร์เมื่อถูกใช้จนหมด จะถูกยกม้วนกลับไปทางด้านซ้ายอีก เพื่อจะได้ใช้ต่อไป
เสาวนิตย์ แสงวิเชียร ได้กล่าวถึงเรื่อง “ไฟฟ้า” (หน้า 190-201) ไว้ว่า

ลักษณะของการใช้แสง

ลักษณะของการใช้แสง ในงานแตกต่างกันไป เพื่อเสริมให้การออกแบบบรรลุเป้าหมาย มีวิธีการดังนี้

- เพื่อเน้นจุดเด่น (HIGHLIGHTING)

คือการให้แสงในส่วนที่ต้องการจะเน้นเฉพาะจุด โดยกำหนดให้แสงมากกว่าความสว่างโดยทั่ว ๆ ไป ราว ๆ 5 เท่า เพื่อเน้นให้สิ่งนั้นเด่นออกมาจากส่วนอื่น ให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน เช่น ตามร้านค้าจะพยายามส่องไฟในส่วนที่ลึกที่สุดของร้านแต่มองเห็นได้จากทางเดินข้างนอกให้สว่างเพื่อดึงดูดให้คนเดินมาดูว่ามีอะไรน่าสนใจ ไฟที่ใช้มากในจุดประสงค์นี้ คือ ไฟวัตต์ต่ำ (LOW VOLTAGE)

- ไฟผนัง (WALLWASHING)

เพื่อเน้นให้ผนังส่วนนั้นเด่นออกมาจากส่วนอื่นเป็นจุดน่าสนใจ เช่น การแขวนรูป ถ้าต้องการให้คนดูรูป ก็ใช้ไฟส่องเฉพาะจุด หรือส่องเคาผิว หรือบันได เพื่อไม่ให้เกิดแสงสะท้อนบนพื้นบันได เพราะไฟที่สะท้อนออกมาจากผนังจะมีแสงสว่างที่อ่อนลง นอกจากนี้ ไฟที่ส่องไปบนผนังจะช่วยลบรอยที่ไม่เรียบของผนังได้ ไฟที่เหมาะสมก็คือ ไฟหลอดธรรมชาติหรือไฟนีออน เป็นต้น

- ไฟที่เน้นมาจากด้านหลัง (BACKLIGHTING)

ไฟที่ส่องมาจากด้านหลังเป็นการผ่านแสงสู่วัตถุที่ให้แสงผ่านได้ เช่น เสดนกลาส (STAINED GLASS) เป็นต้น จะทำให้แสงนุ่มนวลลงได้

- ไฟที่ส่องลงมาโดยตรง (DOWNLIGHTING)

แสงสว่างถูกใช้ส่องลงมาตามแนวตั้งตรงจากเพดาน โดยทั่วไปจะใช้ส่องลงมาตรงโต๊ะที่ทำงาน หรือ กระจายแสงสว่างทั่ว ๆ ถ้าหากเพดานสูงมาก ๆ เป็นการใช้แสงที่ค่อนข้างเป็นที่นิยมเพราะพื้นที่ทั้งหมดจะดูสว่างเท่า ๆ กัน โดยไม่มีส่วนไหนเป็นจุดเด่น สถานที่ส่วนไหนเป็นจุดเด่น สถานที่ส่วนใหญ่ที่จะใช้ไฟลักษณะนี้คือ ธนาคารหรือดีพาร์ตเมนต์โซร์ เป็นต้น

- ไฟที่ส่องขึ้นและสะท้อนลงมาจกเพดาน (UPLIGHTING)

เหมาะสำหรับเน้นส่วนที่อยู่สูงว่ามีอะไรน่าสนใจ เช่น เพดาน หรือ การตกแต่งเพดาน อาจใช้ผสมกับแบบอื่น หรือแบบเดียวโดยให้แสงสว่างกับพื้นที่ทั้งหมดเท่า ๆ กันก็ได้

นอกจากนี้แล้วก็มีอีกหลาย ๆ วิธี เช่น การใช้เฉพาะหลอดไฟทำให้เกิดความน่าสนใจ เช่น ไฟที่ใช้ตกแต่งอาคารด้านนอก เนื่องในวันสำคัญหรือไฟที่ใช้ตกแต่งภายในผับ เพื่อก่อให้เกิดความน่าสนใจ ไฟที่ติดตั้งในวันคริสมาสต์ วันปีใหม่ หรือการใช้ไฟเพื่อให้เกิดเป็น (PATTERN) บนผนังในรูปลักษณะต่าง ๆ เป็นต้น

นอกจากลักษณะของการให้แสงแล้ว จำนวนแสงสว่างที่กำหนด และสีของแสงก็มีส่วนสำคัญมากในการออกแบบ เพราะแสงสว่างจะเป็นเครื่องมือของนักตกแต่งภายในที่จะเน้นส่วนที่สำคัญของพื้นที่นั้น ๆ เช่น ไฟสีเหลืองจะให้ความรู้สึกอบอุ่นและค่อนข้างผ่อนคลาย เพราะคล้ายกับแสงสว่างในตอนกลางวัน ในขณะที่ถ้าใช้ไฟนีออนสีขาวจะทำให้รู้สึกไม่ดีเท่า

ข้อที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงก็คือ ยิ่งห่างจากจุดต้นกำเนิดแสงสว่างมากเท่าใด แสงที่ได้รับก็จะลดน้อยลง เรียกว่า THE INVERST SQUARE LAW ที่ระบุว่าเมื่อขยับอยู่ห่างออกไป แสงสว่างที่ได้รับจะน้อยลงเป็นกำลังสองของระยะห่าง ตัวอย่างเช่น

อยู่ห่าง 1 ฟุต ได้แสง 100 ฟุตแคนเดิล (หน่วยวัดแสง) (FOOTCANDLE)

อยู่ห่าง 2 ฟุต ได้แสง $1/2 = 1/4$ คือได้แสง $1/4$ ของ 100 = 25 ฟุตแคนเดิล

อยู่ห่าง 3 ฟุต ได้แสง $1/3 = 1/9$ คือได้แสง $1/9$ ของ 100 หรือ 11 ฟุตแคนเดิล

สิ่งสำคัญที่จะช่วยในการตัดสินใจที่จะใช้แสงในสถานที่ต่าง ๆ จะต้องพิจารณา ดังนี้

คนและลักษณะการทำงาน

- คนที่มีอายุมากก็ต้องการแสงสว่างมากกว่าคนอายุน้อย
 - ลักษณะของการทำงาน ถ้าเป็นงานสำคัญ เช่น การทำบัญชี บวกเลข ก็ต้องใช้แสงสว่างมาก
- เพื่อว่าการทำงานสำคัญ เช่น การทำบัญชี บวกเลข ก็ต้องใช้แสงสว่างมาก เพื่อว่าถ้าทำงานมาก ๆ แล้ว แสงสว่างไม่พอก็จะเป็นอันตรายเพราะต้องเพ่งมาก โดยปกติแล้วจะมีหนังสือตัวเลข กำหนดว่าในลักษณะการทำงานอย่างหนึ่งควรมีแสงสว่างเท่าไร หรือในห้องเรียน จำนวนแสงก็จะต่างไป ถ้าหากเป็นห้องเรียนของเด็กกับของผู้ใหญ่ที่อายุเกิน 40 ปีขึ้นไป

ลักษณะของอุปกรณ์ที่ให้แสงสว่าง

- การใช้หลอดไฟธรรมดา หลอดไฟนีออน หลอดประหยัดไฟ
- อุปกรณ์กันแสง หรือหันทิศทางของแสง เช่น แผ่นผ้า หรือตะแกรงกันแสงไฟในลิฟท์
- ลักษณะการคิดไฟ เช่น คิดเพดาน คิดผนัง ไฟผนัง เพราะแสงที่ส่องมาจะไม่เท่ากันและไม่

เหมือนกัน

- การดูแลรักษา เนื่องจากฝุ่นละอองจะไปจับ ทำให้ต้องทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ

ลักษณะของพื้นที่ หรือห้อง

- ที่ ๆ ใกล้หน้าต่าง ก็ยอมได้แสงจากหน้าต่างในเวลากลางวันมากพอควรอยู่แล้ว
- ความสูง ความกว้าง ของแสงที่ส่องลงมาว่าจะถึงพื้นที่ที่จะใช้ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลักษณะของวัสดุ เช่น ถ้าส่องมาบนโต๊ะผิวมัน กับผิวด้าน คือสูงประมาณ 75 ซม. หรือ 30 ซม. แต่ถ้าเป็นทางเดิน ระเบียง ฯลฯ บริเวณใช้งานก็คือพื้นทางเดิน

ลักษณะการใช้

- ระยะเวลาการปิด-เปิดไฟ
- การดูแลรักษา การทำความสะอาด การเปลี่ยนหลอด สิ่งเหล่านี้มีความสำคัญเมื่อใช้จำนวนมาก ๆ
- หลอดไฟธรรมดาเมื่อเปิดทิ้งไว้นาน ๆ จะเกิดความร้อน

การให้แสงสว่างเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง การเข้าในพื้นที่ฐานดังกล่าวและประสบการณ์จะเสริมให้งานออกแบบน่าดูยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังต้องคำนึงอยู่ในใจเสมอในการกำหนดตำแหน่งของดวงไฟ หรือลักษณะการให้แสงว่าแสงนั้นจะมีมุมตกเท่ากับมุมสะท้อนของวัตถุอย่างไรประกอบ ดังนี้

การผลิตกระแสไฟฟ้า สามารถผลิตได้จาก

- การเผาถ่าน (BURNING COAL)
- น้ำมัน, ก๊าซธรรมชาติ (OIL, NATURAL GAS)
- พลังน้ำ (HYDROELECTRIC EX. DAM)
- พลังจากบ่อน้ำร้อน (GEOTHERMAL EX. IN GROUND STEAM)
- พลังงานแสงอาทิตย์ (SOLAR SYSTEM)
- พลังงานนิวเคลียร์ (NUCLEAR POWER)

ต้นกำเนิดของแสงสว่าง มีกำเนิดมาจาก

- ดวงอาทิตย์ (DAYLIGHT)
- ไฟฟ้า (ELECTRICAL) ซึ่งได้แก่

INCANDESCENT เช่น ไฟนีออน นิยมใช้ในห้องเรียน เดิมมีแสงสีขาว ปัจจุบันมีสีอื่นด้วย ประหยัดค่ากระแสไฟฟ้า

HIGH INTENSITY DISCHARGE (HID) คือไฟสำหรับใช้ภายนอกอาคาร เช่น ไฟบนถนน และทางด่วน เป็นต้น หรือ ไฟ MERCURY VAPOR ซึ่งให้แสงสีฟ้า

สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า (LIGHTING SYMBOL) ที่จำเป็นต้องใช้ในการเขียนแบบ

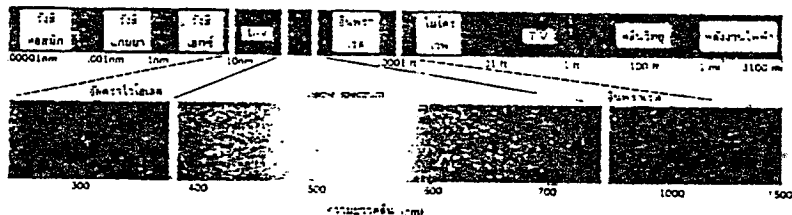
- หลอดไฟแสงสว่าง (INCANDESCENT)
- ⊖ หลอดไฟแสงสว่าง แบบคิดผนัง
- Ⓜ หลอดไฟหลุม (RECESSED INCANDESCENT) ปัจจุบันนิยมใช้กันมาก
- _{LV} ไฟวัตต์น้อย (LOW VOLTAGE) ดวงเล็ก ๆ เช่น ไฟที่ใช้ในร้านขายเพชร เป็นต้น
- J ตู้รวมไฟ (JUNCTION BOX)
- ▬ ไฟนีออน (FLUCRESCENT)
- ⊕ ปลั๊กไฟ (PUPEX RECEPTICLE OUTLET) ต้องอยู่เหนือพื้นอย่างน้อย 12 นิ้ว
- ⊙ ปลั๊กไฟ ที่อยู่บนพื้น (FLCOR DUPLEX RECEPTICLE OUTLET)
- ⊗ เครื่องป้องกันควัน (SOMKE DETECTOR)
- ▼ โทรศัพท์ (TELEPHONE OUTLET)
- Ⓢ ทางหนีไฟ (FIRE EXIT)
- S สวิตช์ไฟทางเดียว (SINGLE POLE SWITCH)
- S₂ สวิตช์ไฟ 2 ทาง (TWO WAY SEITCH)
- S_{DM} สวิตช์ไฟแบบหรี่แสงไฟได้ (DIMMER SWITCH) เพื่อประหยัดไฟ

ธรรมชาติของแสงและการเห็น

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เช่นเดียวกับพลังงานชนิดอื่น ๆ ที่เราเคยรู้จักกันมาก่อน เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า ฯลฯ แต่แสงเป็นพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ การเคลื่อนที่ของพลังงานแสงจะอยู่ในรูปของคลื่นเช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ และคลื่นของรังสีต่าง ๆ

ภาพที่ 98

สเปกตรัมของพลังงานต่าง ๆ



การกำเนิดของแสง

การเผาแท่งเหล็กแท่งหนึ่งที่มีความร้อนสูงมาก ๆ แท่งเหล็กจะเริ่มร้อนแดง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่แท่งเหล็กมากขึ้นอีกเรื่อย ๆ มันจะเปลี่ยนสีออกไปทางส้มและเหลืองเจ้าสว่างในที่สุด จะได้พลังงานแสงออกมาแล้วยังมีรังสีอัลตราไวโอเล็ต และรังสีอินฟราเรด แหล่งของพลังงานแสงที่เกิดขึ้นจากการเผาหรือการให้พลังงานความร้อนแก่มันนี้ เราเรียกว่า อินแคนเดสเซนซ์ (incandescence) หรือแหล่งกำเนิดแสงร้อน (hot source) เช่น ถ่านแดง ไส้ของหลอดไฟฟ้า แสงจากการเชื่อมโลหะ ฯลฯ คุณสมบัติประการหนึ่งของแหล่งกำเนิดแสงชนิดอินแคนเดสเซนซ์นี้คือ มันจะให้พลังงานของแสงสีแดงมากกว่าพลังงานของแสงสีน้ำเงิน

แหล่งกำเนิดแสงอีกประการหนึ่งที่มีได้เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานแสง แหล่งกำเนิดแสงจำพวกหลังนี้เราเรียกว่า ลูมิเนสเซนซ์ (luminescence) หรือบางที่เราเรียกว่า แหล่งกำเนิดแสงเย็น (cold source) ได้แก่ แสงจากตัวแมลง แสงที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี แสงที่เกิดจากการเปลี่ยนวงโคจรของอิเล็กตรอน รวมไปถึงแสงที่เกิดจากการปล่อยประจุ (dis charge) ของก๊าซ เช่น แสงจากหลอดฟลูออโรเรสเซนซ์ แสงจากหลอดแสงจันทร์และแสงจากหลอดโซเดียม

พฤติกรรมของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านออกสู่ตัวกลางชนิดต่าง ๆ นับตั้งแต่ อากาศของเหลว วัตถุโปร่งแสง จนกระทั่งถึงวัตถุทึบ มันจะมีพฤติกรรมที่ต่าง ๆ กันออกไป กล่าวคือ ทางเดินของแสงจะถูกเปลี่ยนไปเมื่อกระทบตัวกลางเหล่านั้น มันอาจจะหักเห กระจายตัวออกหรือถูกดูดกลืนเข้าไปในตัวกลางนั้นก็ได้

ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ของแสง เป็นเรื่องที่เราต้องคำนึงถึงอย่างรอบคอบ เมื่อถึงขั้นตอนของการเลือกใช้ดวงโคม (light fixtures) การออกแบบดวงโคม การเลือกใช้หลอดไฟ (lamp) ตลอดจนถึงขั้นตอนการออกแบบระบบแสงสว่าง (lighting system)

การสะท้อน (reflection) เป็นพฤติกรรมที่แสงตกกระทบบนตัวกลางและสะท้อนตัวออก ถ้าแผ่นตัวกลางดังกล่าวเป็นผิวเรียบขจัดมัน การสะท้อนตัวของแสงจะเป็นไปตามที่ว่า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

การหักเห (refraction) เป็นปรากฏการณ์ที่ลำแสงหักเหออกจากแนวทางเดินของมัน เมื่อพุ่งผ่านวัตถุโปร่งแสง

การกระจาย (diffusion) คือ การที่แสงกระจายตัวออกเมื่อกระทบผิวของตัวกลาง เช่น แผ่นพลาสติกใสหรือแผ่นผิวหยาบขรุขระ เราใช้ประโยชน์จากการกระจายตัวของลำแสงเมื่อกระทบตัวกลางนี้ เช่น ใช้แผ่นพลาสติกใสปิดดวงโคม เพื่อลดความจ้าจากหลอดไฟ

การดูดกลืน (absorption) เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง เช่น การฉายแสงสีชาวลงบนกำแพงสีเขียว แสงสีอื่น ๆ จะถูกดูดกลืนหายเข้าไปในกำแพง ยกเว้นแสงสีเขียวเท่านั้นที่สะท้อนออกมาเข้าสู่ตาเรา โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในวัตถุใด ๆ มันจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

การทะลุผ่าน (transmission) คือ การที่แสงพุ่งชนตัวกลางแล้วทะลุผ่านมันออกไปอีกด้านหนึ่ง

การวัดความสว่าง (Measurement of Light)

การวัดความสว่างของแสง สามารถวัดได้ในรูปของความเข้มแห่งการส่องสว่าง จำนวนเส้นของปริมาณแสง และในรูปของปริมาณลูเมนต่อตารางหน่วยพื้นที่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

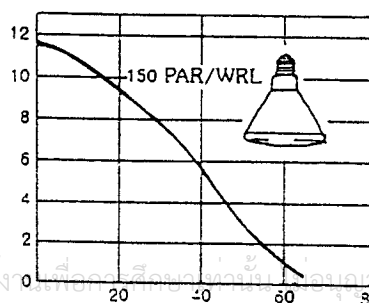
แคนเดลา (candela) แหล่งกำเนิดแสงก็เช่นเดียวกับแหล่งพลังงานชนิดอื่น ๆ คือ สามารถที่จะวัดค่าได้ เรามักจะวัดความเข้มของพลังงานหรือกำลังงานของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ ในรูปของความเข้มแห่งการส่องสว่าง (luminous intensity) หรือบางทีเรียกว่ากำลังส่องสว่าง (candlepower) ซึ่งมีหน่วยเป็นแคนเดลา

ความเข้มแห่งการส่องสว่างหรือกำลังส่องสว่าง 1 แคนเดลา มีค่าเท่ากับความเข้มแห่งการส่องสว่างของวัตถุดำ (blackbody) ที่อุณหภูมิเยือกแข็งของแพลตินัม (platinum) โดยทั่วไปความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงหนึ่ง ๆ มักมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามมุมที่ทำกับแนวแกนของแหล่งกำเนิดแสงนั้น ๆ อย่างไรก็ตามมักจะมีค่าเท่ากันและสมมาตรกันระหว่างแนวแกนของแหล่งกำเนิดแสงนั้นด้วย

ภาพที่ 94

กราฟแสดงค่ากำลังของเทียนไข

กำลังเทียน (100 cd)

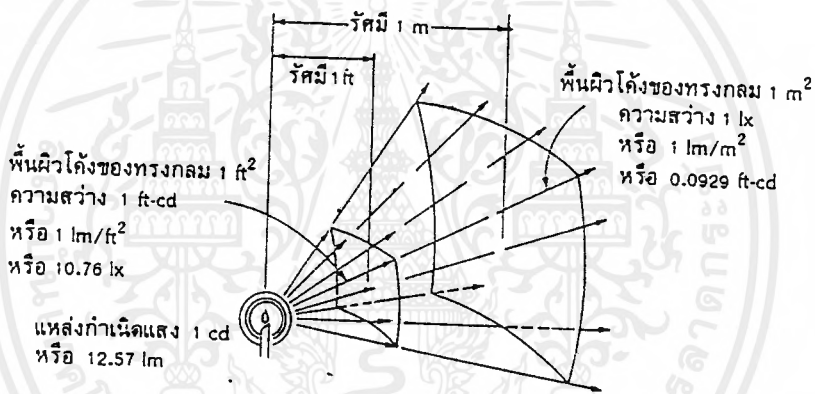


เป็นกราฟแสดงค่ากำลังเทียนของหลอดไฟ (candle power distribution curve) และจะเห็นได้ว่า ความเข้มแห่งการส่องสว่างของหลอด 150 PAR/WFL มีค่าเท่ากับ 1150 แคนเดลา ณ ตำแหน่งได้แนวแกนของหลอด และมีค่าเท่ากับ 800 แคนเดลา บนแนวที่ทำมุม 30 องศา กับแนวแกนของหลอด

ลูเมน (lumen) อีกแนวความคิดเห็น ในการบอกค่าความมากน้อยของพลังงานหรือกำลังงานของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ ก็คือ การบอกในรูปของจำนวนเส้นแรงของปริมาณแสง (luminous flux) ที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงนั้น ๆ ดังรูปที่ 1.3

ภาพที่ 95

ความสัมพันธ์ระหว่างฟุตแคนเดิลกับลักซ์



เรานำแหล่งกำเนิดแสงหนึ่ง ซึ่งมีขนาดเล็กมาก ๆ จนเสมือนจุด (point source) และมีค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสม่ำเสมอรอบทุกทิศทุกทาง เท่ากับ 1 แคนเดลา มาวางไว้ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมที่มีรัศมี 1 หน่วย ปริมาณแสงที่พุ่งไปตกลงบนทุก ๆ หนึ่งตารางหน่วย พื้นที่บนพื้นผิวของทรงกลมนี้จะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน และเนื่องจากพื้นที่รอบผิวทั้งหมดของทรงกลมนี้มีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ ดังนั้นเราจึงสรุปได้ว่า ความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลาจะสามารถเปล่งปริมาณเส้นแรงของแสงออกมาได้ 12.57 ลูเมน

ฟุตแคนเดิล (footcandle) จะเห็นได้ว่า เมื่อเรานำแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดเล็กมาก ๆ นี้และมีค่าเท่ากับ 1 แคนเดลา ไปวางไว้ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมที่มีรัศมี 1 ฟุต ปริมาณแสง 1 ลูเมน จะไปตกลงบนทุก ๆ แห่ง หนึ่งตารางฟุตบนพื้นที่ผิวของทรงกลม ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ฟุตแคนเดิลหรือ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต ในทำนองเดียวกัน ถ้ารัศมีของทรงกลมดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 1 เมตร ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ตารางเมตรบนพื้นผิวของทรงกลมจะมีค่าเท่ากับ 1 ลักซ์ (Lux) หรือ 1 ลูเมนต่อตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกต

1. ปริมาณแห่งการส่องสว่าง 1 ฟุตแคนเดิลจะมีค่าเท่ากับ 10.76 ลักซ์

2. เมื่อเรากล่าวถึงปริมาณของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ ในรูปของปริมาณเส้นของแสงที่ไปตกลงบนพื้นที่หนึ่ง ๆ นั้น หรือในรูปของปริมาณลูเมนต่อตารางหน่วยพื้นที่นั้น เราไม่คำนึงว่าปริมาณแสงดังกล่าวจะพุ่งไปอย่างไร ทำมุมเท่ากับเท่าไรกับพื้นระนาบนั้น เหมือนเช่นที่เรากล่าวถึงปริมาณของพลังงานของแหล่งกำเนิดแสงนั้น ๆ ในรูปของแอมแปร์

การส่องสว่าง (Illumination)

ปริมาณแห่งการส่องสว่างบนพื้นผิวใด ๆ จะแปรตามโดยตรงกับความเข้มแห่งการส่องสว่าง (illuminous intensity) ของแหล่งกำเนิดแสง และแปรตามอย่างผกผันกับค่าระยะทางยกกำลังสองระหว่างพื้นผิวนั้น กับแหล่งกำเนิดแสง ดังรูปที่ 1.4 เราเรียกความสัมพันธ์ว่า กฎกำลังสองผกผัน (inverse square law)

$$E = \frac{Cd}{D^2}$$

เมื่อ E คือ ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นบนพื้นงาน

Cd คือ ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิด ในทิศทางที่พุ่งไปหาจุดที่พิจารณาบนพื้นฐาน

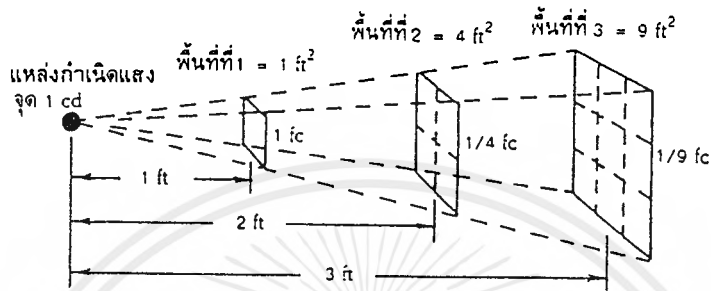
D คือ ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับจุดที่ต้องการคำนวณหาค่าปริมาณ

แห่ง

การส่องสว่าง

ภาพที่ 96

การกระจายของฟลักซ์จะลดลงโดยแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง

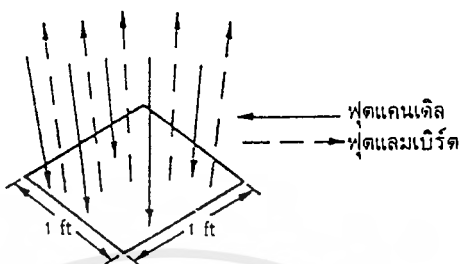


ความจ้า (Brightness)

ความจ้าเป็นผลซึ่งเกิดจากการที่แสงถูกสะท้อนออกจากผิววัตถุ หรือพุ่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงเข้าสู่ตา กล่าวคือ เมื่อแสงตกลงบนพื้นผิวของวัตถุใด ๆ บางส่วนของแสงนั้นจะถูกดูดกลืนเข้าไปในพื้นผิวนั้น แต่บางส่วนของแสงจะถูกสะท้อนออกมา ถ้าแสงที่สะท้อนออกมามีปริมาณมาก เรากล่าวว่า มันมีความจ้ามาก เราวัดความจ้าของวัตถุใด ๆ ด้วยปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาต่อพื้นที่หนึ่งตารางหน่วย และมีหน่วยเป็นฟุตแลมเบิร์ต (footlambert)

ภาพที่ 97

ความแตกต่างระหว่างการส่องสว่างกับความจ้า



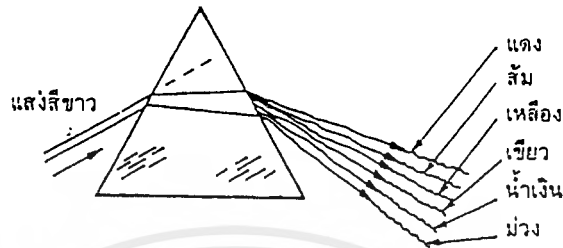
สิ่งหนึ่งซึ่งผู้อ่านจะต้องทำความเข้าใจให้ถูกต้องก็คือ สิ่งที่เราเห็นคือ ความจ้าหรือฟุตแลมเบิร์ตมิใช่ความสว่างหรือฟุตแคนเดิล ปริมาณความจ้าของวัตถุใด ๆ จะมีค่าเท่ากับปริมาณแห่งการส่องสว่างกับค่าความสามารถในการสะท้อนแสงของวัตถุนั้น

สี (Color)

แสงเป็นพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ (radiant energy) ชนิดหนึ่ง เมื่อนำพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมดมาเรียงกัน โดยเริ่มต้นพลังงานที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด จนถึงพลังงานที่มีความยาวคลื่นยาวที่สุด แสงจะเป็นเพียงแถบพลังงานแถบเล็ก ๆ แถบหนึ่ง ซึ่งมีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 380-760 นาโนเมตรเท่านั้น และเป็นช่วงที่เราสามารถรับรู้รู้สึกได้ ในช่วงความยาวคลื่นดังกล่าวนี้ของแสง ยังประกอบไปด้วยแสงสีต่าง ๆ อีกมากมายซ้อนเรียงกันอยู่ตั้งแต่แสงสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง

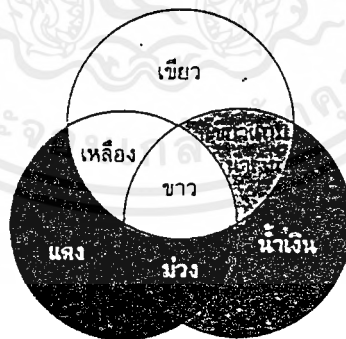
เมื่อนำแสงสีขาวเข้าสู่ก้อนปริซึม แสงสีต่าง ๆ ซึ่งซ่อนอยู่ในแสงสีขาวนั้น จะถูกแยกตัวออกมาให้เห็นได้ชัดเจน แสงสีต่าง ๆ เหล่านี้จะมีขนาดความยาวคลื่นเฉพาะตัวต่าง ๆ กันออกไปอย่างเช่น แสงที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 610 นาโนเมตรขึ้นไป จะให้สีของแสงออกมาเป็นสีแดง ส่วนแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 440 ถึง 500 นาโนเมตรจะให้แสงออกมาเป็นสีน้ำเงิน

ภาพที่ 98
ปรากฏการณ์ของก้อนปริซึม



แม่สีของแสงหรือบางครั้งเรียกว่า สีปฐมภูมิ (primary color) คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งต่างจากแม่สีในวิชาศิลปะ แม่สีของแสงทั้งสามสีนี้ เมื่อนำมาผสมกัน (additive) โดยการฉายแสงซ้อนกันลงไป เราจะได้แสงชุดที่สองขึ้น เรียกว่า สีทุติยภูมิ (secondary color)

ภาพที่ 99
การผสมของแสงสีปฐมภูมิ

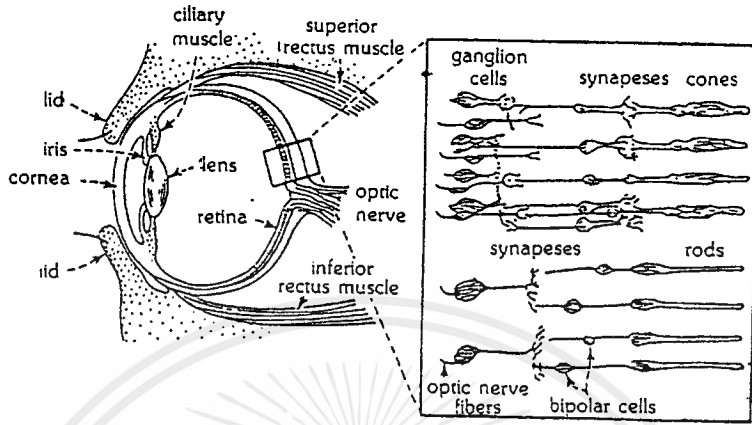


ธรรมชาติของการมองเห็น

เมื่อแสงตกกระทบที่วัตถุใด ๆ มันจะสะท้อนเข้าสู่กระจกตา ผ่านแก้วตา (cornea) ลูกตา (lens) เรตินา (retina) ประสาทตา (nerve) และสมอง ตามลำดับ กล้ามเนื้อตาจะทำหน้าที่ขยายตัวหรือหดตัว เพื่อโฟกัสให้คลื่นแสงที่มากกระทบแก้วตาและลูกตาไปตกลงบนบริเวณเรตินา นอกจากนี้ยังมีม่านตา (iris) คอยทำหน้าที่ปิดเปิดกระจกตาเพื่อควบคุมปริมาณแสงให้เข้าสู่กระจกตาตามความเหมาะสม บริเวณเรตินายังประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 100
แสดงรูปหน้าตัดของลูกนัยน์ตา

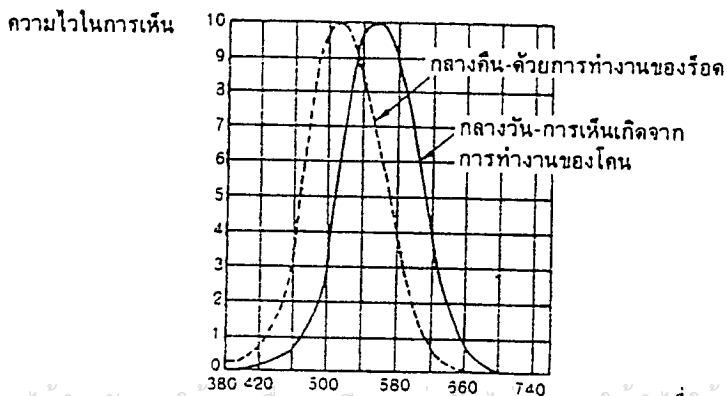


เซลล์ (cell) จำนวนล้าน ๆ เส้นนี้ จะแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เรียกว่า โคน (cones) ซึ่งจะมีประมาณเจ็ดล้านเซลล์ในกระบอกตาข้างหนึ่ง ๆ โคนจะอยู่ตรงกลางบริเวณเรตินา คอยรับความรู้สึกทางด้านสีและช่วยแยกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ที่เราเห็นได้เป็นอย่างดี การเห็นของเราในเวลากลางวัน มักจะเกิดขึ้นเพราะการทำงานของโคนดังกล่าว เซลล์อีกกลุ่มหนึ่งเรียกว่า ร็อด (rods) ซึ่งมีอยู่ประมาณ 130 ล้านเซลล์ ในกระบอกตาข้างหนึ่ง ช่วยให้เราสามารถเห็นภาพต่าง ๆ ได้อย่างหาย ๆ และสามารถทำหน้าที่ของมันได้เป็นอย่างดีในเวลากลางคืน ร็อดจะไม่สามารถตอบสนองทางด้านสีได้เลย

ด้วยความสามารถในการทำงานและตอบสนองได้ต่างกันของโคนและร็อดนี้ ทำให้ตาของคนเราไม่สามารถตอบสนองต่อความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้เท่าเทียมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเห็นในบริเวณที่สลัว ๆ หรือค่อนข้างมืด ความสามารถในการตอบสนองทางด้านสีจะเพี้ยนไป

ภาพที่ 101

กราฟแสดงความสามารถของตาในการเห็นในเวลากลางวันและกลางคืน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของแสงและการเห็น

ในการออกแบบระบบแสงสว่างที่ดี ได้ปริมาณแสงที่เหมาะสม ถูกต้องกับการใช้งาน จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ มากมาย นับตั้งแต่ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับผู้ปฏิบัติงาน ขนาดของชิ้นงาน ความแตกต่างของความสามารถในการสะท้อนแสงระหว่างชิ้นงานกับสิ่งแวดล้อม ความแตกต่างของความดำ-ขาว ตลอดจนกระทั่งความเร็วในการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวของชิ้นงาน ในที่นี้ เราจะพิจารณาถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ที่มีผลกระทบต่อการเห็น

ขนาดของชิ้นงาน โดยธรรมชาติแล้ว ตาของคนเราสามารถเห็นวัตถุที่ใหญ่ได้ง่ายกว่าวัตถุที่เล็ก และมีแนวโน้มที่จะเห็นวัตถุชิ้นเดียวกันมีขนาดเล็กลงในเวลากลางคืนเมื่อเทียบกับเวลากลางวัน

การเพิ่มปริมาณแสงที่เหมาะสมก็คือ การทำให้ตาของคนเรามีความรู้สึกเห็นวัตถุชิ้นเดียวกันนั้นเสมือนขยายใหญ่ขึ้นมาเท่ากับขนาดที่เราเห็นมันในเวลากลางวัน วัตถุยิ่งเล็ก ๆ รายละเอียดมาก ปริมาณแสงที่ต้องการก็จะมีมากขึ้นเป็นเงาตามตัว เช่น การอ่านหนังสือ การพิมพ์คิด การเขียนแบบ ย่อมต้องการปริมาณแสงมากขึ้นเป็นพิเศษ

ณรงค์ ขอนตะวัน (2537) ได้กล่าว แหล่งกำเนิดแสง ไว้ว่า

นับตั้งแต่โทมัส เอ. เอดิสัน ได้ประดิษฐ์หลอดไฟหลอดแรกสำเร็จขึ้นก็ได้มีการแก้ไขเทคนิคต่าง ๆ เรืองมา เพื่อให้หลอดไฟทำงานได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ใช้งานได้สะดวกมากขึ้น ตลอดจนได้ประดิษฐ์หลอดไฟสำหรับงานเฉพาะอย่างต่าง ๆ มากขึ้นด้วย เราจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาให้รู้ว่า ควรจะเลือกใช้หลอดประเภทใดสำหรับงานประเภทหนึ่ง ๆ

ประสิทธิภาพของหลอดไฟ (Light Source Efficacy)

สำหรับแหล่งกำเนิดแสงหรือหลอดไฟ ประสิทธิภาพของมันก็คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงสว่างที่หลอดไฟหลอดนั้นเปล่งออกมาได้ กับปริมาณไฟฟ้าที่เราให้แก่มัน และมีหน่วยลูเมนต่อวัตต์ (lumen watt)

ตารางที่ 10
ประสิทธิภาพของแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่าง ๆ

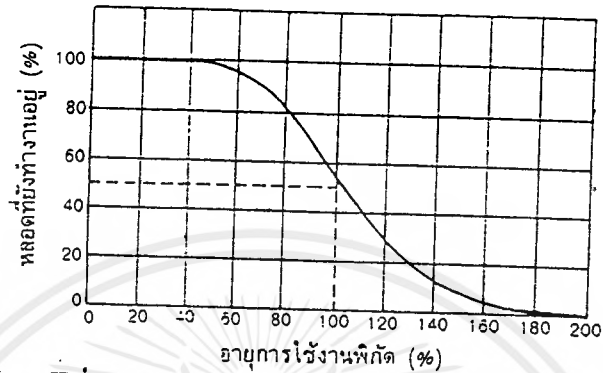
แหล่งกำเนิดแสง	lm/W
เทียน	0.1
ตะเกียงน้ำมัน	0.3
หลอดอินแกนเดสเซนซ์หลอดแรก (พ.ศ. 2422)	1.4
หลอดไส้คาร์บอน ขนาด 60 w (พ.ศ. 2448)	4.0
หลอด 60 W ทำจากขดของขดลวดทั้งสแตน (พ.ศ. 2513)	14.3
หลอดขนาด 1000 W สำหรับงานทั่วไป (พ.ศ. 2513)	23.3
หลอดขนาด 250 W สำหรับใช้กับกล้องถ่ายรูป (พ.ศ. 2513)	34.0
หลอดแสงจันทร์เดอรูซซ์ ขนาด 400 W (พ.ศ. 2513)	56.2
หลอดฟลูออเรสเซนต์ทูลไวด์ ขนาด 40 W (พ.ศ. 2513)	78.8
หลอดฟลูออเรสเซนต์ทูลไวด์ ขนาด 95 นิ้ว (พ.ศ. 2513)	83.6
หลอดโลหะฮาไลด์ ขนาด 1000 W (พ.ศ. 2513)	91.5
หลอดโซเดียมความดันสูง ขนาด 400 W (พ.ศ. 2513)	115.0

อายุการใช้งานของหลอดไฟ (Lamp Mortality)

อายุการใช้งานของหลอด เรามีได้หมายถึงระยะเวลาที่นับตั้งแต่หลอดเริ่มถูกใช้จนกระทั่งมันดับมืดสนิท แต่หมายถึงอายุการใช้งานเฉลี่ยเมื่อนำหลอดชนิดดังกล่าวจำนวนมากมาทำการทดลอง โดยเปิดและปิดทุก ๆ 10 ชั่วโมง (หรือทุก ๆ 5 ชั่วโมง หรืออื่น ๆ แล้วแต่จะกำหนด) อายุการใช้งานของหลอดก็คือ จำนวนชั่วโมงที่หลอดจำนวนครึ่งหนึ่งของหลอดกลุ่มนั้นยังคงทำงานอยู่และอีกครึ่งหนึ่งดับสนิท

ภาพที่ 102

กราฟแสดงอายุการใช้งานของหลอดอินแคนเดสเซนต์



แสดงให้เห็นว่าเมื่อเริ่มทำการทดลองไปได้ไม่นาน หลอดจำนวนหนึ่งจะเริ่มหยุดทำงาน และหยุดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงช่วงเวลาหนึ่ง จำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ของหลอดดังกล่าวจะหยุดทำงาน ที่เวลานั้นคือ อายุการทำงานเฉลี่ยหลอดชนิดนั้น

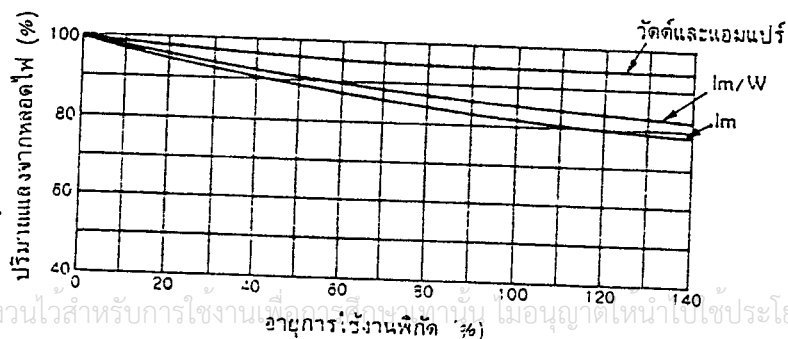
ความเสื่อมของหลอดไฟ (Lumen Depreciation)

เมื่อหลอดไฟถูกใช้ไปนานเข้า ปริมาณแสงหรือปริมาณลูเมนที่ออกมาจากหลอดไฟจะลดลง ประสิทธิภาพของหลอดไฟหรือปริมาณลูเมนต่อวัตต์ก็จะลดลงตามไปด้วย แต่อัตราการลดลงของลูเมนจะเร็วกว่าอัตราการลดลงของปริมาณลูเมนต่อวัตต์

ความเสื่อมของหลอดไฟนี้จะพิจารณาอยู่ในรูปของความเหลืออยู่ของปริมาณแสง (lumen maintenance) ว่ามีเหลืออยู่ที่เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแสงตอนเริ่มต้น ดังแสดงใน

ภาพที่ 103

กราฟแสดงความเสื่อมของหลอดไฟ



อุณหภูมิสี (Color Temperature)

อุณหภูมิสีเป็นค่าอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน (Kelvin) ซึ่งจะบอกให้เราทราบว่าสีของแหล่งกำเนิดแสงหนึ่ง ๆ จะเป็นอย่างไร โดยการเปรียบเทียบกับสีของวัตถุดำที่อุณหภูมิเดียวกัน กล่าวคือ เราทราบว่าสีของวัตถุดำจะเป็นสีดำที่อุณหภูมิห้อง เป็นสีแดงที่อุณหภูมิ 800 เคลวิน เป็นสีเหลืองที่อุณหภูมิ 3000 เคลวิน เป็นสีขาวที่อุณหภูมิ 5000 เคลวิน และเป็นสีฟ้าที่อุณหภูมิ 8000 เคลวิน เป็นต้น เราจึงใช้ค่าอุณหภูมิเหล่านี้เป็นตัวบอกสีของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ เช่น ขดลวดทังสเตนมีค่าอุณหภูมิสีอยู่ระหว่าง 2600 ถึง 3000 เคลวิน เพราะมันจะให้แสงออกมาเป็นสีเหลืองจ้ำ

หลอดอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent)

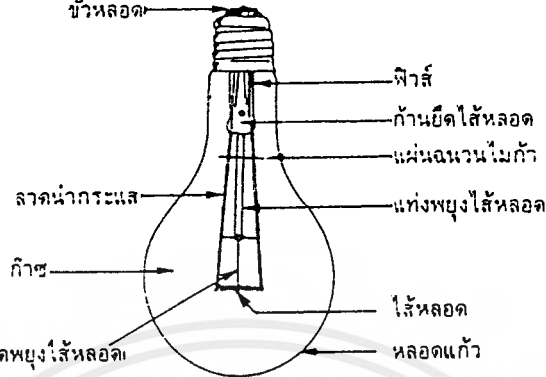
การทำงานของหลอดอินแคนเดสเซนต์เกิดขึ้นจากการปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าสู่ขดลวดทังสเตน ขดลวดจะเริ่มร้อนแดงและเปล่งแสงออกปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดนี้มากขึ้นเท่าไร มันก็ยิ่งเปล่งแสงออกมาได้มากขึ้นเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามก็มีข้อจำกัดอยู่ที่ว่า เราไม่สามารถให้ขดลวดทังสเตนทำงานเกินจุดหลอมเหลวของมันได้

หลอดอินแคนเดสเซนต์เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพต่ำ เคยมีผู้ทำการทดลองและได้ผลว่าเมื่อเราปล่อยให้อุณหภูมิของขดลวดทังสเตนสูงขึ้นถึงจุดหลอมเหลวของมัน มันจะเปล่งแสงออกมาได้เพียง 53 ลูเมนต่อวัตต์ อย่างไรก็ตาม ความนิยมในการใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ก็ยังมีอยู่มาก เนื่องจากการติดตั้งหลอดอินแคนเดสเซนต์ทำได้ง่ายและราคาถูกเมื่อเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดแสงจันทร์ หรือหลอดโซเดียม นอกจากนี้การเปลี่ยนขนาดของหลอดเพื่อเพิ่มกำลังแห่งการส่องสว่างก็ทำได้โดยการเปลี่ยนหลอดใหม่เข้าไปแทนที่หลอดเก่าเท่านั้น โดยไม่ต้องคำนึงถึงขนาดและชนิดของบัลลาสต์ที่เกี่ยวข้อง

โครงสร้างของหลอดอินแคนเดสเซนต์ โครงสร้างหลักของหลอดอินแคนเดสเซนต์จะประกอบไปด้วยไส้หลอด ตัวหลอด และขั้วหลอดคังแสดงในรูป

ภาพที่ 104

แสดงส่วนประกอบและโครงสร้างของหลอดอินแคนเดสเซนต์



ไส้หลอด (filament) ประสิทธิภาพของหลอดอินแคนเดสเซนต์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของไส้หลอด อุณหภูมิยิ่งสูงไส้หลอดยิ่งเปล่งแสงออกมาได้มากในระยะเริ่มแรกเมื่อเอ็ดสันประดิษฐ์หลอดไฟขึ้น สารหลายชนิดได้ถูกนำมาทดลองใช้ รวมทั้งไส้คาร์บอนเนื่องจากมีอุณหภูมิของจุดหลอมเหลวสูง แต่คาร์บอนก็มีข้อเสียที่ว่ามันระเหิด (evaporate) อย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิของมันสูงขึ้นมาก ๆ ในที่สุดจึงได้มีการเปลี่ยนมาทดลองใช้ทั้งสแตนเพราะว่ามันสามารถทำงานได้ดีที่อุณหภูมิใกล้จุดหลอมเหลวของมัน โดยปกติแล้วเราจะใช้ขดลวดทั้งสแตนทำงานที่อุณหภูมิระหว่าง 4000 ถึง 5000 เคลวิน

การออกแบบไส้หลอดจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ใช้ และลักษณะประเภทของงานที่จะนำหลอดดังกล่าวไปใช้ด้วย เช่น สำหรับค่ากำลังไฟฟ้า (wattage) หนึ่ง ๆ เมื่อแรงดันไฟฟ้าต่ำลง เส้นผ่าศูนย์กลางของไส้หลอดจะต้องใหญ่ขึ้น เพื่อรองรับกระแสไฟฟ้าที่จะไหลผ่านตัวมัน ในทำนองเดียวกันที่ค่าแรงดันไฟฟ้าหนึ่ง ๆ เมื่อกำลังไฟฟ้าของหลอดสูงขึ้น เส้นผ่าศูนย์กลางกลางของไส้หลอดก็จะต้องใหญ่ขึ้นตามไปด้วย และเมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางของไส้หลอดใหญ่ขึ้น ไส้หลอดก็สามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงขึ้น อันเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของไส้หลอดในที่สุด

ลักษณะของไส้หลอดในสมัยก่อนนั้น จะทำเป็นเส้นตรง และบรรจุอยู่ในหลอดสูญญากาศ แต่ในปัจจุบันนี้ได้มีการค้นพบว่าถ้าขดไส้หลอดให้เป็นรูปขดลวด หรือการขดลวดของไส้หลอดอีกชั้นหนึ่ง ไม่เพียงแต่จะทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นไม่กระจายออกไปอย่างรวดเร็วเท่านั้น แต่ยังจับตัวเป็นกลุ่มก้อนรอบขดลวด ซึ่งเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ขดลวดอีกทางหนึ่ง และทำให้ประสิทธิภาพของหลอดเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 10

เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มความแข็งแรงและประหยัดขนาดของขดลวดได้อีกมากด้วย

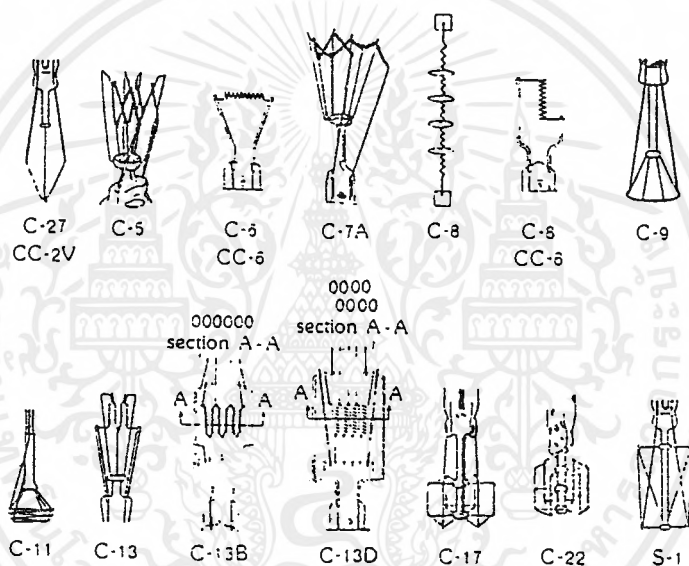
โรงงานผู้ผลิตจะจัดทำสัญลักษณ์เป็นตัวอักษรหรือตัวเลขกำกับบอกให้รู้ถึงลักษณะของไส้หลอดชนิดต่าง ๆ จากรูปที่ 2.4 เป็นสัญลักษณ์ของไส้หลอดที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐานของ ANSI (American National Standard Institute) ของสหรัฐอเมริกา จะเห็นได้ว่า ตัวอักษรหมายถึงไส้หลอดที่เป็นเส้นตรง (straight)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C หมายถึงขดลวด (coiled) และ CC หมายถึงขดของลวด (coiled coil) ส่วนตัวเลขจะบอกถึงความยาวของไส้หลอด

ภาพที่ 105

ลักษณะของไส้หลอดแบบต่าง ๆ



ตัวหลอดหรือหลอดแก้ว (bulb) ลักษณะของหลอดแก้วที่ใช้กันอยู่ในทุกวันนี้ได้มีการพัฒนาขึ้นมาจากหลอดแก้วเดิมที่ใช้อยู่ในสมัยเอ็ดสันมาก มีการเคลือบผิวในด้วยสารที่กระจายแสง (diffusing material) ซึ่งทำให้หลอดดูสว่างสม่ำเสมอทั่วทั้งผิวหลอด หรือมีการเคลือบผิวในของหลอดด้วยเงิน (silver) หรืออะลูมิเนียม (aluminum) ซึ่งทำให้แสงสามารถที่จะสะท้อนออกมาจากส่วนดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีการเคลือบผิวในของหลอดด้วยสีต่าง ๆ เพื่อให้หลอดสีใช้ในการตกแต่งทั่วไป รูปร่างของหลอดแก้วก็ยังมีอีกมากมายหลายชนิด ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ตัวอักษรที่ใช้กำกับอยู่ที่ใช้เป็นการบอกรูปร่างของหลอดแก้ว

ตัวอย่างเช่น

PAR หมายถึง หลอดซึ่งโคนของมันเป็นรูปพาราโบลา

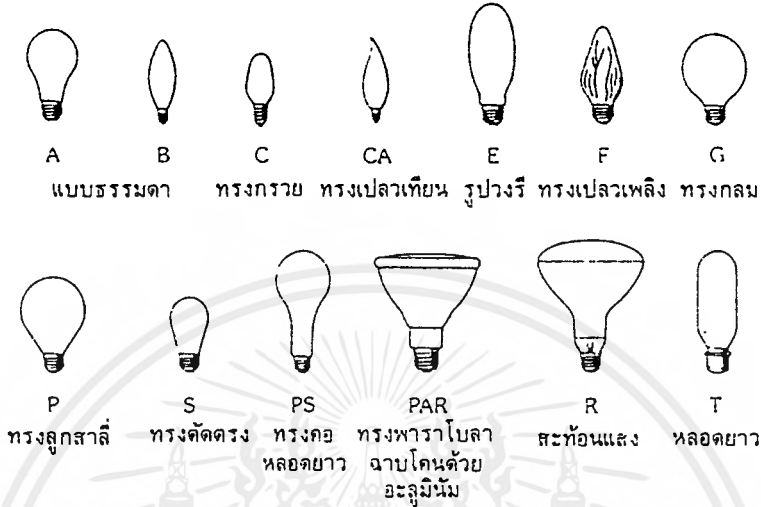
R หมายถึง หลอดซึ่งเคลือบผิวในด้วยสารสะท้อนแสง

T หมายถึง หลอดที่ซึ่งมีลักษณะคล้ายหลอดแก้วทกลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 106

รูปร่างและขนาดของหลอดแบบต่าง ๆ



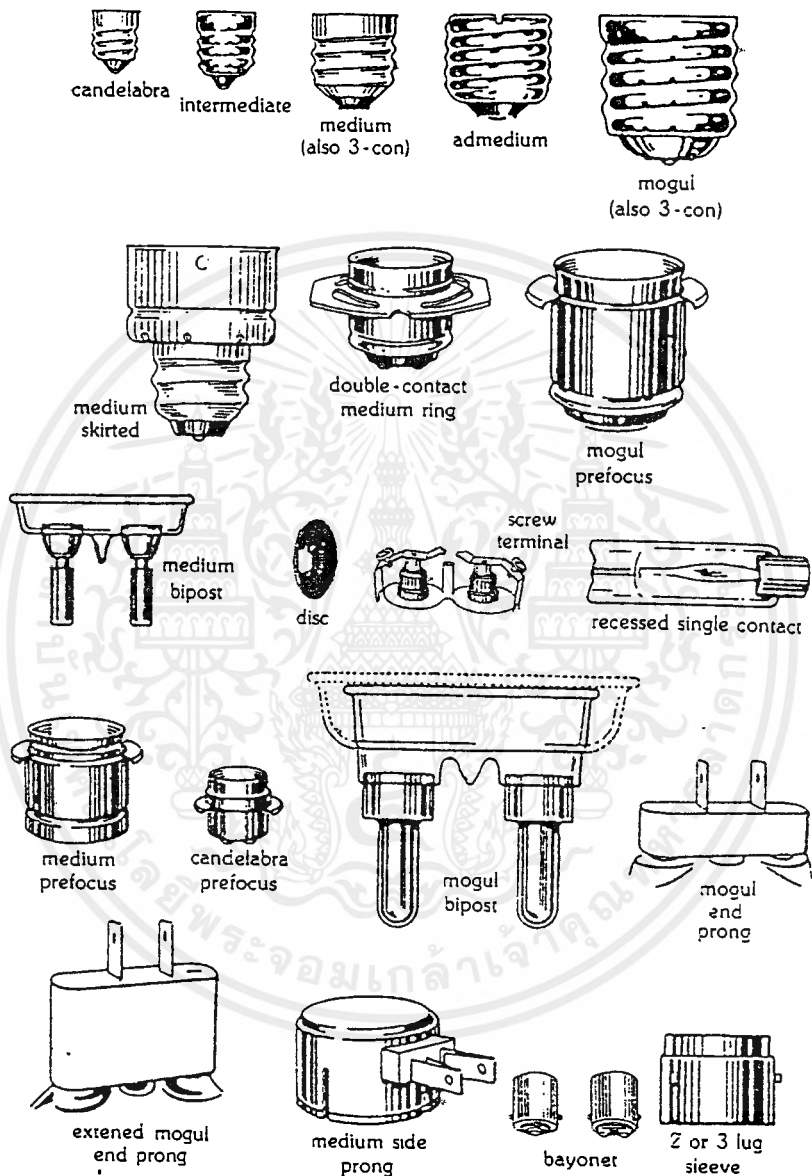
หลอดแก้วดังกล่าว มักจะมีตัวเลขกำกับอยู่หลังตัวอักษรเหล่านี้ บอกให้รู้ถึงเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวหลอดในหน่วยของหุน (1/8 นิ้ว) ถ้าเป็นหลอดที่ผลิตตามมาตรฐาน ANSI ซึ่งผู้อ่านจะสามารถศึกษารายละเอียดต่าง ๆ เหล่านี้ เพิ่มเติมได้จากหนังสือคู่มือหลอดของโรงงานผู้ผลิตต่าง ๆ

ขั้วหลอด (base) แต่เดิมนั้นขั้วหลอดมักจะทำด้วยทองเหลือง แต่ในปัจจุบันนี้โรงงานผู้ผลิตส่วนใหญ่ได้เปลี่ยนมาใช้อะลูมิเนียมแทน เพราะมีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ดีกว่า ขนาดของขั้วหลอดที่ใช้กันอยู่ในท้องตลาดนั้น แบ่งออกเป็น 2 มาตรฐานใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ มาตรฐาน ANSI และมาตรฐานของยุโรปตามมาตรฐาน ANSI นั้น ขั้วหลอดของหลอดอินแคนเดสเซนต์ที่เป็นแบบเกลียว (screw) จะมีอยู่ 4 แบบด้วยกันคือ candelabra, intermediate, medium และ mogul ดังรูปที่ 2.6

ขั้ว candelabra มักจะใช้กับหลอดขนาดเล็ก จำนวนวัตต์ต่ำ เช่น หลอดไฟประดับหรือหลอดสัญญาณ (indicator lamp) ขั้วหลอดแต่ละขนาดจะสามารถทนกระแสได้มากน้อยต่างกันไป เช่น ขั้วหลอดแบบ medium จะทนกระแสได้ 25 แอมแปร์ ในขณะที่ขั้วหลอดแบบ mogul สามารถทนกระแสได้ถึง 35 แอมแปร์ ที่แรงดัน 120 โวลต์ เป็นต้น

ภาพที่ 107

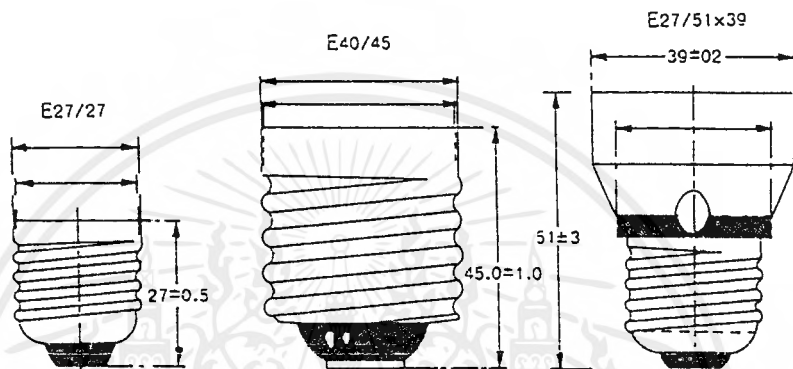
ขั้วหลอดของหลอดอินแคนเดสเซนต์ชนิดต่าง ๆ ตามมาตรฐาน ANSI



ขั้วหลอดอีกชนิดหนึ่งตามมาตรฐาน ANSI ก็คือ แบบที่ทางบ้านเราเรียกว่าแบบขั้ว (bayonet) ขั้วหลอดชนิดนี้ มักจะใช้กับงานประเภทที่ต้องการกำหนดตำแหน่งของไส้หลอดให้แน่นอนลงไป หรือลักษณะงานที่มีการสั่นสะเทือน เช่น หลอดไฟที่ใช้กับจักรไฟฟ้า หรือเครื่องมือกลต่าง ๆ ส่วนหลอดที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐานยุโรปนั้น ขั้วหลอดจะถูกผลิตขึ้นโดยใช้หน่วยวัดทางเมตริก การบอกขนาดของขั้วหลอดมักจะเริ่มต้นด้วยอักษร E ตามด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของขั้วหลอด เช่น E40/45 จะหมายถึงขั้วหลอดที่มี

เส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร และมีความสูง 45 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2.7 สิ่งหนึ่งที่ผู้อ่านจะต้องระลึกไว้เสมอก็คือว่า เราไม่สามารถใช้หลอดที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐานทั้งสองมาแทนที่ซึ่งกันและกันได้

ภาพที่ 108
ขั้วหลอดแบบมาตรฐานยุโรป



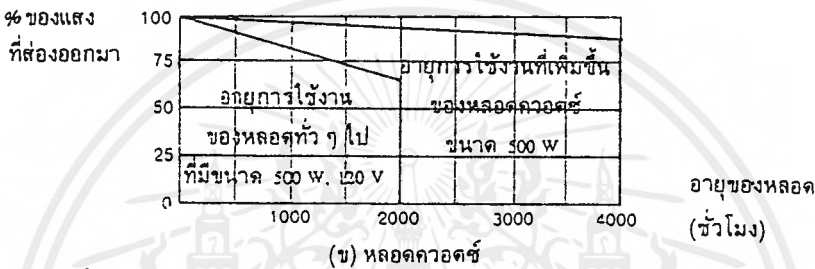
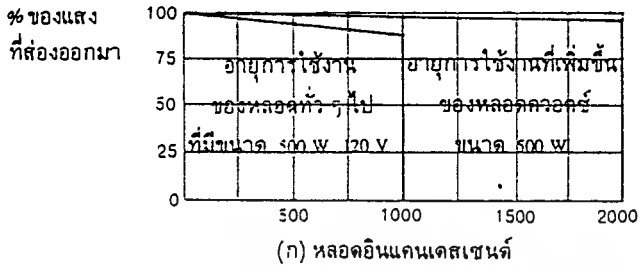
หลอดทังสเตนฮาโลเจน (Hungrsten Halogen)

ชนิดของหลอดอินแคนเดสเซนต์มีมากมายหลายชนิดตามที่ได้มาแล้ว ไม่ว่าจะแบ่งตามรูปร่างของตัวหลอดหรือแบ่งตามประเภทของการใช้งานก็ตาม แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะหลอดทังสเตนฮาโลเจน ซึ่งต่างจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ชนิดอื่น ๆ ในเรื่องขอบอายุการใช้งาน

หลอดควอตซ์ทังสเตนฮาโลเจน (quartz tungsten halogen) นั้น จะถูกบรรจุก๊าซในกลุ่มของฮาโลเจนเอาไว้ ในขณะที่หลอดทำงาน ทังสเตนจะระเหิดออกมาเหมือนกับหลอดอินแคนเดสเซนต์โดยทั่วไป แต่ที่ต่างกันก็คือทังสเตนที่ระเหิดออกมาจะเข้าจับตัวกับก๊าซฮาโลเจนดังกล่าว และเมื่อหลอดเย็นตัวลงมันจะสลายตัวออกจากกัน ทังสเตนจะกลับไปเกาะที่ไส้หลอดอย่างเดิม ทำให้ไส้หลอดไม่กร่อนเร็วเหมือนกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ชนิดอื่น ๆ จากรูปที่ 2.8 แสดงการเปรียบเทียบให้เห็นถึงอายุการใช้งานหลอดควอตซ์ทังสเตนฮาโลเจนกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ชนิดธรรมดา

ภาพที่ 109

ประสิทธิภาพการทำงานระหว่างหลอดอินแคนเดสเซนต์และหลอดควอดซ์

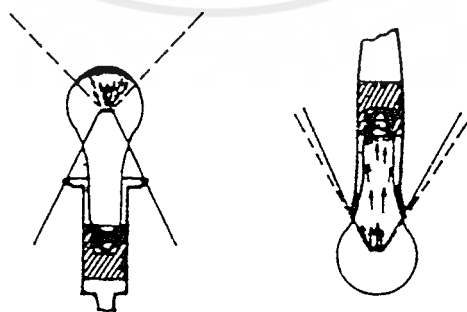


ตำแหน่งของการเผาไส้หลอด (Burning Position)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า หลอดไฟจะเริ่มเสื่อมและปริมาณแสงที่มันเปล่งออกมาจะลดลงเมื่ออายุการใช้งานของหลอดมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการระเหิดของทั้งสแตน เรามักจะสังเกตเห็นได้อยู่เสมอว่า หลอดที่เราใช้อยู่จะมีสีดำเกิดขึ้นที่บริเวณขั้วหลอด หรือบางครั้งจะเกิดขึ้นที่บริเวณตัวกระเปาะแก้ว (glass bulb)

ภาพที่ 110

ลักษณะการเผาไหม้ของไส้หลอดและการเกิดตะกอนดำ



จากรูปที่ 2.9 จะเห็นได้ว่า เมื่อทั้งสแตนระเหิด มันจะลอยตัวสูงขึ้นและเกิดเป็นตะกอนดำ (blackening) ไปจับที่ตัวหลอดหรือที่ต่อขั้วหลอดแล้วแต่กรณี ตะกอนดำนี้จะทำให้หลอดเปล่งปริมาณแสงออก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาได้น้อยลง หลอดบางชนิดใช้หลอดสามารถทำงานได้ไม่ว่าจะอยู่ในตำแหน่งใด แต่หลอดบางชนิด โรงงานผู้ผลิตจะกำหนดออกมาเลยว่า การติดตั้งหลอดนั้น ตัวหลอดควรจะอยู่ในแนวระดับ (horizontal) หรืออยู่ในแนวตั้ง (vertical) หรือถ้าอยู่ในแนวตั้ง ควรจะใช้ขั้วหลอดอยู่ด้านบน (base up) หรือขั้วหลอดควรอยู่ด้านล่าง (base down)

ต่าง ๆ เหล่านี้จะกำหนดอยู่ในตารางคู่มือของหลอดไฟทั้งสิ้น





ข้อมูล

ตารางคู่มือหลอดไฟ

ผู้อ่านจะต้องศึกษาและเก็บข้อมูลต่าง ๆ จากตารางคู่มือหลอดไฟ ก่อนที่จะเริ่มตัดสินใจเลือกใช้หลอดใดหลอดหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบระบบไฟใหม่ สำหรับสถานที่แห่งหนึ่ง ๆ หรือเป็นการหาหลอดชนิดใหม่เข้าไปแทนที่หลอดเก่า ตารางคู่มือของหลอดทั่วไปมักจะมีลักษณะคล้าย ๆ กันดังตัวอย่างในรูปที่ 2.10 ซึ่งจะบอกเราตั้งแต่ขนาดกำลังไฟฟ้าของหลอด ปริมาณแสงที่หลอดเปล่งออกมาคอนเริ่มใช้ใหม่ ๆ (initial lumens) ซึ่งช่วยให้เราสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพของหลอดได้ (ลูเมนต่อวัตต์) นอกจากนี้ยังบอกให้รู้ถึงลักษณะและขนาดของตัวหลอด ขั้วหลอด และไส้หลอด ตลอดจนอายุการใช้งานของหลอดอีกด้วย

ภาพที่ 111

ลักษณะของตารางคู่มือหลอดไฟ

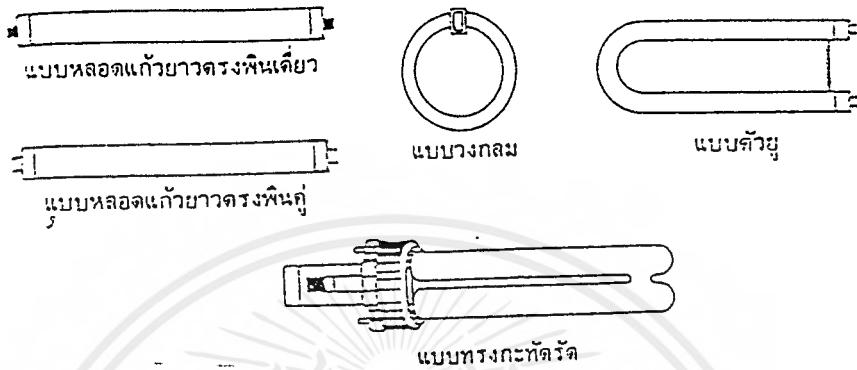
Sub	Base	WPC-DC Voltage Sum No. CE Code 24316a	Lamp Operating Code	Watts	Vol. Pk. Oh.	DESCRIPTION (See Independent Lamp Footnotes - Pages 11-12)	Equipment Design	W. O. L. (Inches)	H. L. (Inches)	Wgt. (Grams)	Approx. Initial Lumens		
40 WATTS (Continued)													
A-21 	A-Medium	15444	40A/B	120	120	Blue - Decorative	C-9	4 1/4"		1000			
		15450	40A/C	120	120	Green - Decorative	C-9	4 1/4"		1000			
		15470	40A/O	120	120	Orange - Decorative	C-9	4 1/4"		1000			
		15471	40A/A	120	120	Pink - Decorative	C-9	4 1/4"		1000			
		15505	40A/Y	120	120	Yellow - Decorative	C-9	4 1/4"		1000	290		
		15503	40A/T	120	120	Yellow - Decorative	C-9	4 1/4"		1000	290		
		15614	40A21/G/CL	120	120	Clear - Sign, Group Replacement	C-9	4 1/4"	2 1/4"	2000			
		15615	40A21/G/TP	120	120	Inside Frosted - Sign, Group Replacement	C-9	4 1/4"	2 1/4"	3000			
		15591	40A21/G/TB	120	120	Transparent Blue - Sign, Group Replacement	C-9	4 1/4"	2 1/4"	3000			
		15593	40A21/G/TG	120	120	Transparent Green - Sign, Group Replacement	C-9	4 1/4"	2 1/4"	3000			
		15595	40A21/G/TD	120	120	Transparent Orange - Sign, Group Replacement	C-9	4 1/4"	2 1/4"	3000			
		15597	40A21/G/TR	120	120	Transparent Red - Sign, Group Replacement	C-9	4 1/4"	2 1/4"	3000			
		15599	40A21/G/TY	120	120	Transparent Yellow - Sign, Group Replacement	C-9	4 1/4"	2 1/4"	3000			
		15552	40A/TS	120	120	Clear - Traffic Signal, Burn Base down to horizontal	C-9	4 1/4"	2 1/4"	2000	240		
		15554	40A/TS	120	120	Clear - Traffic Signal, Burn Base down to horizontal	C-9	4 1/4"	2 1/4"	2000	240		
T-4H 	Intermed.	15740	40T5W/12	120	80	Clear - Refrigerator	C-8	5 1/4"		750			
		41312	40T5W/12	CARDED	120	120	Clear - Refrigerator, 12-Pack-Carded	C-8	5 1/4"		750		
T-4 	Medium	15742	40T8W/2IF	120	60	Inside Frosted - Appliance	C-8	5 1/4"		150			
		15754	40T8	120	24	Clear - Show-case	C-23	1 1/2"		1000	130		
		15756	40T8	130	24	Clear - Show-case	C-23	1 1/2"		1000	130		
		15784	40T8-IF	120	24	Inside Frosted - Show-case	C-23	1 1/2"		1000	125		
		15832	40T10	120	120	Clear - Show-case	C-8	5 1/4"		1200	120		
		15856	40T10	24PK	120	192	Clear - Show-case 24-Pack	C-8	5 1/4"		1200	120	
		15854	40T10	120	120	Clear - Show-case	C-8	5 1/4"		1000	120		
		15892	40T10-IF	120	120	Inside Frosted - Show-case	C-8	5 1/4"		1000	115		
		15901	40T10-IF	24PK	120	192	Inside Frosted - Show-case, 24-Pack	C-8	5 1/4"		1000	115	
		41314	40T10-IF	CARDED	120	120	Inside Frosted - Show-case, 12-Pack-Carded	C-8	5 1/4"		1000	115	
		15894	40T10-IF	120	120	Inside Frosted - Show-case	C-8	5 1/4"		1000	115		
		15926	40T10/AFL	24PK	120	192	Reflector Show-case - Light Inside Frosted & 1/2" aluminum, M O L is enclosure of spring contact on base, 24-Pack	CC-8	5 1/4"		1000	130	
		15931	40T10P	120	60	Clear - Appliance, Turning position 3850 down only	CC-2V	3 1/4"	1 1/4"	1000			
		T-8 	DLC	15804	L40	120	24	Clear - Luminaire	C-8	1 1/2"		1500	
				15806	L40/P	120	24	Inside Frosted - Luminaire	C-8	1 1/2"		1500	242
15829	L40/P			120	24	White - Luminaire	C-8	1 1/2"		1500	225		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 112

แสดงรูปร่างหลอดแก้วของหลอดฟลูออเรสเซนต์

แสดงรูปร่างหลอดแก้วของหลอดฟลูออเรสเซนต์



ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญต่าง ๆ ดังนี้คือ

หลอดแก้ว (tube) หลอดแก้วจะถูกบรรจุด้วยก๊าซเฉื่อยและหยดปรอท (mercury) และเคลือบด้วยสารเรืองแสง (phosphor) นอกจากนี้ก็เป็นสำหรับยึดของแคโทด ก๊าซที่บรรจุอยู่ในหลอดฟลูออเรสเซนต์จะแตกตัวออกเป็นไอออน (ion) เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่แคโทดที่ปลายทั้งสองของหลอดแก้วมีค่าสูงพอเมื่อก๊าซแตกตัวออกเป็นไอออน ความต้านทานทางไฟฟ้าของหลอดแก้วจะมีค่าตกลงทันที กระแสไฟฟ้าก็จะเริ่มไหลผ่านหลอดแก้ว กระทบไอปรอท (mercury vapor) ที่ถูกบรรจุอยู่ใน ไอปรอทนี้จะปล่อยรังสีอัลตราไวโอเลตออกมา (ความยาวคลื่นประมาณ 253.7 นาโนเมตร) รังสีอัลตราไวโอเลตที่เกิดขึ้นจะวิ่งไปทั่วทั้งหลอด และเมื่อกระทบกับสารเรืองแสงที่เคลือบอยู่ที่ผิวในของหลอดก็จะทำให้หลอดคุสว่างไสวขึ้น

ขั้วหลอด จะทำหน้าที่เป็นตัวยึดต่อทางไฟฟ้า ระหว่างส่วนต่าง ๆ ภายในของหลอดกับส่วนภายนอก โดยทั่วไปแล้วหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดอุณหภูมิต่ำและชนิดติดเร็วจะมี 2 ขา (bipin base) ที่ขั้วหลอดข้างหนึ่ง ๆ ส่วนหลอดชนิดติดทันทีจะมีขาที่ขั้วหลอดเพียงขาเดียว (single-pin base) ดังรูปที่ 2.11 แสดงให้เห็นถึงส่วนต่าง ๆ ของหลอดฟลูออเรสเซนต์

สีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ สีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเรืองแสงที่ใช้เคลือบผิวในของหลอดนั่นเอง สารเรืองแสงแต่ละชนิดนี้ไม่เพียงแต่สามารถทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ดูออกเป็นสีต่าง ๆ ได้เท่านั้น แต่ยังสามารถทำให้หลอดมีความยาวของแสงสีขาวต่าง ๆ กันได้ด้วย จากตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึงชนิดต่าง ๆ ของสารเรืองแสงกับสีของหลอดที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 10
สารเรืองแสงที่ใช้กันทั่วไป

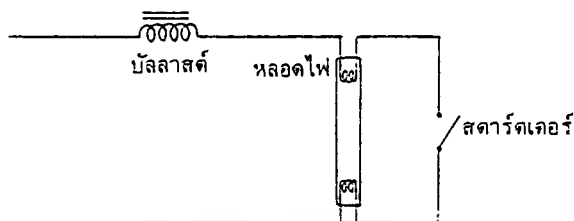
สารเรืองแสง	สี	ความยาวคลื่น (nm)			
		ช่วงเริ่ม ป้อนไฟ	ช่วงอุ่นตัว	ช่วงเริ่ม เปล่งแสง	ช่วงเปล่ง แสงเต็มที่
แบเรียมซิลิเกต	ดำ	180-120	200-240	310-400	345
แบเรียม-สตรอนเตียมแมกนีเซียมซิลิเกต	ดำ	180-280	200-250	310-450	360
แคลเซียมโบเรต	ชมพู	200-360	250	520-750	615
แคลเซียมฮาโลฟอสเฟต	ขาว	180-320	250	350-750	580
แคลเซียมทั้งสเตรด	น้ำเงิน	220-300	270	310-700	440
แมกนีเซียมทั้งสเตรด	น้ำเงิน-ขาว	220-320	285	360-720	480
สตรอนเตียมฮาโลฟอสเฟต	น้ำเงิน อมเขียว	180-300	230	400-700	500
สตรอนเตียมออร์โทฟอสเฟต	ส้ม	180-320	210	450-750	610
อิตเทรียมออกไซด์	ส้ม	180-300	220-280	550-650	611
ซิงก์ซิลิเกต	เขียว	220-296	253.7	460-640	525

ชนิดของหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ หลอดฟลูออโรเรสเซนต์นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ตามลักษณะการทำงานของมันคือ

1. ชนิดอุ่นไส้ (preheat lamp) หลอดฟลูออโรเรสเซนต์ ที่เรามักจะคุ้นเคยกันมากที่สุดก็คือ หลอดชนิดอุ่นไส้ ซึ่งมีจะสว่างได้ เราต้องทำการอุ่นแคโทด โดยปล่อยให้กระแสไฟไหลผ่านตัวมันก่อน จนกระทั่งมันสามารถปล่อยอิเล็กตรอนออกมาทำให้ก๊าซภายในหลอดแตกสลายตัวเป็นไอออน หลอดประเภทนี้จะ ต้องใช้เวลาประมาณ 2-3 วินาทีกว่าจะสว่างได้ และมักจะใช้ควบคู่ไปกับสตาร์ทเตอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ต่อวงจร ระหว่างไส้หลอดทั้งสองข้างในช่วงแรก และเมื่อไส้หลอดมีอุณหภูมิสูงพอ ตัวสตาร์ทเตอร์ก็จะทำการเปิดวงจร ออก ในช่วงนี้จะเกิดแรงดันไฟฟ้า คั้นกระแจากไส้หลอดข้างหนึ่งวิ่งผ่านตัวหลอดไปหาไส้หลอดอีกปลายหนึ่ง ได้ รูปที่ 2.12 แสดงให้เห็นถึงวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายของหลอดชนิดอุ่นไส้

ภาพที่ 113

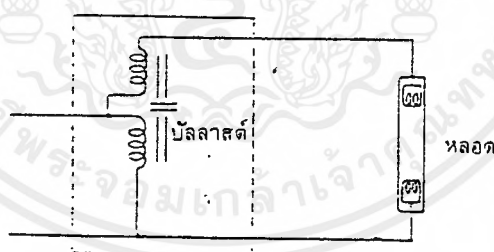
วงจรของหลอดชนิดอุ่นไส้



2. ชนิดติดทันที (instant start) หลอดประเภทนี้สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องอุ่นไส้หลอดให้ร้อนก่อน จึงไม่มีสแตร์ตเตอร์อยู่ในวงจรด้วย บัลลาสต์จะทำหน้าที่สร้างแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงเพื่อเอาชนะความต้านทานภายในหลอด และทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจากขั้วหลอดก่อน หลอดประเภทนี้จึงมักจะมีขาที่ขั้วหลอดเพียงขาเดียว อายุการใช้งานของหลอดประเภทนี้จะสั้นกว่าหลอดชนิดอุ่นไส้และชนิดติดเร็วที่จะกล่าวถึงต่อไป แต่สามารถสว่างขึ้นในทันทีทันใดที่ต้องการ รูปที่ 2.13 แสดงให้เห็นถึงวงจรการทำงานของหลอดชนิดติดทันที หลอดชนิดนี้มักจะใช้ในห้องเย็นหรือตู้ทำความเย็น

ภาพที่ 114

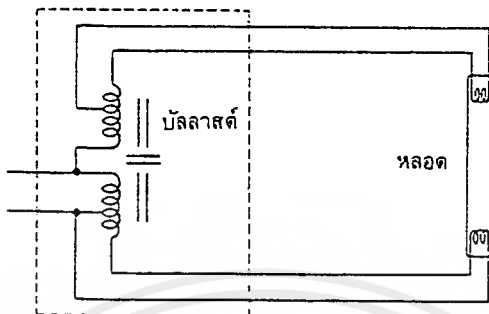
วงจรของหลอดชนิดติดทันที



3. ชนิดติดเร็ว (rapid start) เป็นหลอดที่เกิดขึ้นจากความพยายามที่จะรวมเอาคุณสมบัติของหลอดสองชนิดแรกข้างต้นเข้าด้วยกัน ที่บัลลาสต์จะมีขดลวดพิเศษเพิ่มขึ้นอีกชุดหนึ่ง ทำหน้าที่อุ่นหลอดไส้ไว้ตลอดเวลา การสว่างของหลอดเกิดขึ้นช้ากว่าหลอดชนิดติดทันทีเล็กน้อยและไม่ต้องอาศัยแรงดันไฟฟ้าสูงเหมือนกับกรณีของหลอดชนิดติดทันที ทำให้อายุการใช้งานของหลอดประเภทนี้นานกว่าชนิดติดทันที อีกทั้งไม่มีความจำเป็นต้องใช้สแตร์ตเตอร์ช่วยในการทำงานเช่นเดียวกับหลอดชนิดติดเร็ว หลอดชนิดนี้เป็นหลอดที่ได้รับความนิยมสูงมากในปัจจุบัน รูปที่ 2.14 แสดงให้เห็นถึงวงจรการทำงานของหลอดชนิดติดเร็ว

ภาพที่ 115

วงจรการทำงานของหลอดชนิดติดเร็ว



โรงงานผู้ผลิตมักใช้สัญลักษณ์แทนชนิดและกำลังไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยให้มีตัวอักษร F นำหน้า ตามด้วยตัวเลขบอกขนาดของกำลังไฟฟ้า และตามด้วยตัวอักษร T ซึ่งบอกให้รู้ว่าหลอดชนิดนี้มีรูปร่างคล้ายหลอดแก้วทวตลอง และตัวเลขบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในหน่วยของหุน ($1/8$ นิ้ว) เช่น F20 T12

หมายถึง หลอดที่มีขนาดกำลังไฟฟ้า 20 วัตต์ และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 หุน แต่สำหรับหลอดชนิดติดทันทีและชนิดติดเร็ว จะตามด้วยตัวอักษร IS และ RS กำกับตามลำดับไปด้วย เช่น F40 T17/IS หรือ F40 T17/RS เป็นต้น อย่างไรก็ตามในบางครั้งสำหรับหลอดชนิดติดทันทีที่บอกอยู่ในเทอมของความยาวแทนที่จะเป็นขนาดของกำลังไฟฟ้า เช่น F96 T12 ซึ่งบอกให้เรารู้ว่าหลอดชนิดติดทันทีหลอดนี้จะยาว 96 นิ้ว และมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 12 หุน ผู้อ่านจะศึกษารายละเอียดต่าง ๆ เหล่านี้เพิ่มเติมได้จากหนังสือคู่มือหลอดของโรงงานผู้ผลิตหลอดไฟนั้น ๆ

ส่วนที่ใช้ประกอบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์

สิ่งหนึ่งที่ทำให้การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ยุ่งยากกว่าและเสียค่าใช้จ่ายมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ และทำให้เราไม่สามารถเปลี่ยนขนาดกำลังส่องสว่างของหลอดได้ง่าย ๆ ด้วยการเปลี่ยนหลอดใหม่ เข้าไปแทนหลอดเก่าก็คือตัวบัลลาสต์ อย่างไรก็ตาม ข้อดีของมันก็คือว่า บัลลาสต์จะทำให้หน้าทีสร้างแรงดันไฟฟ้า (voltage) ให้สูงเพียงพอแก่การจุดหลอดไฟ และจำกัดปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรไม่ให้สูงเกินไป จนกระทั่งทำลายหลอดไฟ นอกจากนี้บัลลาสต์สำหรับหลอดชนิดติดเร็วยังทำหน้าที่สร้างแรงดันไฟฟ้าอีกชุดหนึ่งขึ้นมาด้วย เพื่อใช้ในการเผาไส้หลอดในระหว่างที่หลอดทำงาน และในขณะที่หลอดทำงานพลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปที่ตัวบัลลาสต์ในรูปของความร้อน Underwriter's Laboratory Inc. ได้กำหนดว่าจุดที่มีอุณหภูมิสูงสุด (hot spot) บนกล่องของบัลลาสต์จะต้องไม่เกิน 90 องศาเซลเซียส มิฉะนั้นอายุการใช้งานของมันจะสั้นลง ความร้อนที่สูญเสียไปในตัวบัลลาสต์นี้เป็นสิ่งที่ไม่อันพลักเสียดได้ ถึงแม้จะมีโรงงานผู้ผลิต

จำนวนไม่น้อยที่อ้างว่าสามารถผลิตบัลลาสต์ ซึ่งประหยัดพลังงานได้มากกว่าบัลลาสต์ของผู้อื่น แต่ก็เพียง 2 วิธีการนี้ไม่พ้น นั่นคือ วิธีแรกคือลดกำลังไฟฟ้า โดยการลดปริมาณแสงสว่างลงไป หรือวิธีที่สองคือ ออกแบบบัลลาสต์ให้สูญเสียพลังงานความร้อนในตัวมันให้น้อยที่สุด

อุปกรณ์อีกส่วนหนึ่งที่จะต้องใช้ควบคู่ไปกับการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ก็คือ ขาหลอด (lamp holders) ขาหลอดที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด มีรูปร่างลักษณะมากมายหลายชนิดให้เลือกสำหรับการติดตั้งแบบต่าง ๆ รูปที่ 2.15 เป็นตัวอย่างของขาหลอดแบบต่าง ๆ ที่มักจะพบกันอยู่เสมอ

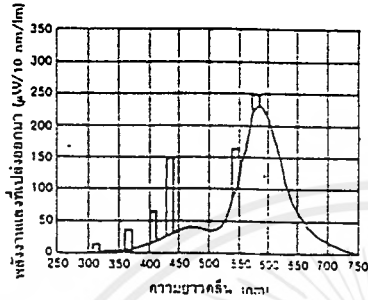
สเปกตรัมของหลอด

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 ว่า ภายในแสงสีขาวนั้นยังประกอบไปด้วยแสงสีต่าง ๆ มากมาย ซ้อนเรียงกันอยู่ สำหรับแหล่งกำเนิดแสงหนึ่ง ๆ ก็เช่นเดียวกัน มักจะให้พลังงานของแสงสีต่าง ๆ ออกมาด้วย พลังงานของแสงสีต่าง ๆ เหล่านี้จะมีค่าน้อยไม่เท่ากัน สำหรับหลอดอินแคนเดสเซนต์นั้น การเกิดของพลังงานแสงเกิดขึ้นจากการเผาไส้หลอดทั้งสแตนด์นเจอร์ทั้งมันสามารถเปล่งแสงออกมาได้ แสงที่ออกมานี้จะมีพลังงานของสีแดงมากกว่าแสงสีน้ำเงิน ส่วนแสงที่ออกมาจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เกิดจากการที่รังสีอัลตราไวโอเลตวิ่งไปกระทบสารเรืองแสงที่เคลือบอยู่ที่ผิวในของหลอดและจะเปล่งแสงออกมาเป็นสีต่าง ๆ ซึ่งมีระดับความยาวต่างกันออกไปตามชนิดของสารเรืองแสงที่ใช้

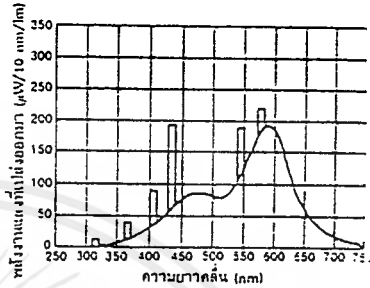
จากรูปที่ 2.16 แสดงให้เห็นถึงปริมาณของพลังงานของแสงสีต่าง ๆ ที่ออกมาจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มักใช้กันอยู่ โดยทั่วไปมี 6 ชนิดด้วยกัน แสงที่เกิดขึ้นจากหลอดชนิดเคอคูซ์ไวต์จะมีความสมดุลของแสงสีต่าง ๆ ดีกว่าแสงที่เกิดขึ้นจากหลอดชนิดขาวธรรมดา (white light) อย่างไรก็ตาม เมื่อเราได้คุณภาพของสีของหลอดไฟดีขึ้น ประสิทธิภาพของหลอดไฟนั้นจะต้องตกลง ทั้งนี้เนื่องจากหลอดจะต้องสูญเสียพลังงานส่วนหนึ่งไปในการสร้างแสงสีแดงขึ้น

ภาพที่ 118

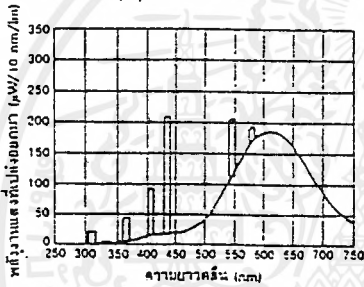
สเปกตรัมของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่าง ๆ



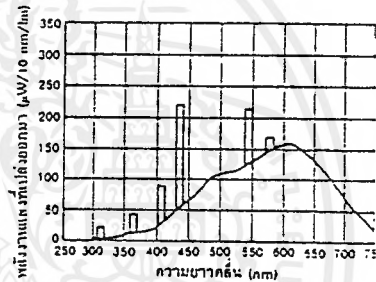
(ก) warm white



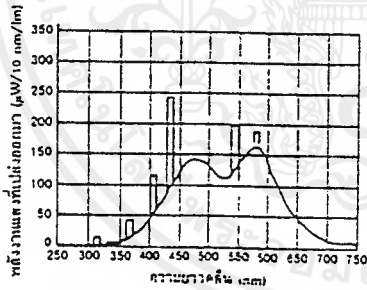
(ข) cool white



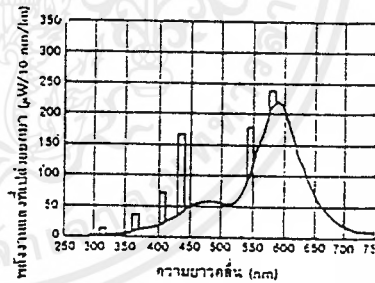
(ค) deluxe warm white/soft white



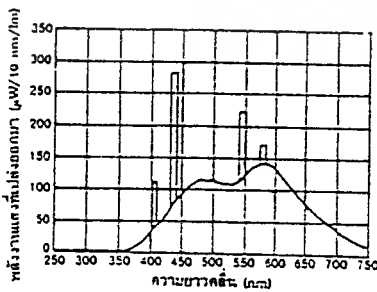
(ง) deluxe cool white



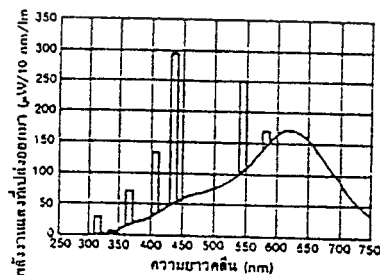
(จ) daylight



(ฉ) white



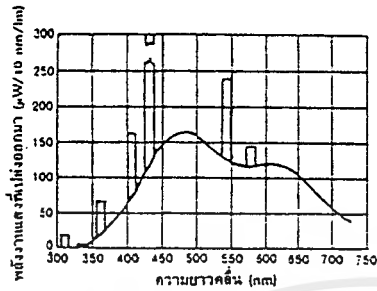
(ช) sign white



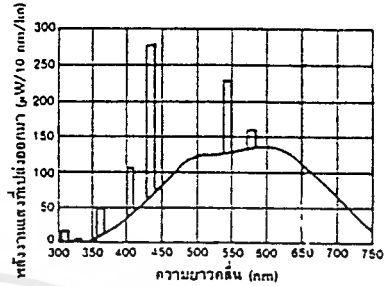
(ซ) natural

ภาพที่ 116 (ต่อ)

สเปกตรัมของหลอดฟลูออโรเรสเซนต์แบบต่าง ๆ



(ฉ) chroma 75



(ญ) chroma 50

ประสิทธิภาพของหลอด

เนื่องจากไม่ต้องสูญเสียพลังงานส่วนหนึ่งไปในการเผาไส้ทั้งสแกนให้ร้อน หลอดฟลูออเรสเซนต์จึงมีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ 2 ถึง 4 เท่า โดยประมาณ กล่าวคือ หลอดฟลูออเรสเซนต์จะเปล่งประมาณแสงออกมาได้ 40 ถึง 80 ลูเมนต่อวัตต์ และหลอดครนิกวอร์มไวต์ (warm white) จะให้แสงออกมามากกว่าหลอดครนิกคูลไวต์ (cool white) เล็กน้อย ในขณะที่หลอดครนิกเคออุทซ์ (ทั้งคูลไวต์และวอร์มไวต์) จะให้ประสิทธิภาพต่ำกว่าหลอดธรรมดาชนิดเดียวกันของมัน 25 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ หลอดโลหะฮาไลด์จะมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 3600 ถึง 42500 เคลวิน ส่วนหลอดโซเดียมความดันสูงจะมีค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 1900 ถึง 2100 เคลวิน

อายุการใช้งานเฉลี่ยและประสิทธิภาพของหลอดไฟ

จากตารางที่ 3.1 เป็นตารางแสดงค่าปริมาณลูเมนแรกเริ่ม (initial lumen) และค่าอายุการใช้งานเฉลี่ยของหลอดแสงจันทร์ หลอดแบบใช้โลหะฮาไลด์ และหลอดโซเดียมความดันสูง ค่าปริมาณลูเมนแรกเริ่มที่แสดงไว้เป็นค่าที่วัดได้หลังจากปล่อยให้หลอดทำงานไปได้ 100 ชั่วโมง ส่วนค่าอายุการใช้งานเฉลี่ยที่แสดงไว้ นั้น ได้จากการเปิดปิดหลอดดังกล่าวทุก ๆ 10 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามผู้อ่านต้องไม่ลืมว่า ค่าอายุการใช้งานเฉลี่ยนั้นเราหมายถึงว่า จำนวนครั้งหนึ่งของหลอดไฟกลุ่มนั้นเสื่อมและดับสนิท ส่วนอีกครึ่งหนึ่งยังสว่างอยู่

ความจริงแล้วหลอดแสงจันทร์นั้น จะมีอายุการใช้งานเฉลี่ยนานกว่า 24,000 ชั่วโมงเล็กน้อย กล่าวคือ จำนวนหลอดไฟที่ยังคงทำงานอยู่มีถึง 60 เปอร์เซ็นต์ แต่ลูเมนเอาต์พุต (lumen output) ขณะนี้จะต่ำมาก ประสิทธิภาพของหลอดอินแคนเดสเซนต์ ดังนั้นเราจึงแสดงค่าอายุการใช้งานเฉลี่ยของหลอดแสงจันทร์ไว้เป็น 24,000 ชั่วโมง จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่า ประสิทธิภาพของหลอดไฟ (ลูเมนต่อวัตต์) ของหลอดแต่ละชนิดและ

แต่ละขนาดจะแตกต่างกันไป สิ่งหนึ่งซึ่งเป็นข้อจำกัดของการออกแบบหลอดไฟก็คือ ถ้าต้องการให้หลอดมีลูเมน
 วัตต์สูงมาก กล่าวคือ มีประสิทธิภาพสูง อายุการใช้งานเฉลี่ยของหลอดจะสั้นลง

ตารางที่ 11

สมรรถนะของหลอดแบบใช้โหละฮาไลด์

ชนิดของหลอด	ขนาด (W)	อายุของหลอด (ชม.)	ปริมาณลูเมนแรกเริ่ม
หลอดโซเดียมความดันสูง	50	24,000	3,300
	70	24,000	55,800
	100	24,000	9,500
	150	24,000	16,000
	200	24,000	22,000
	250	24,000	27,500
	310	24,000	37,000
	400	24,000	50,000
	1,000	24,000	100,000
หลอดแสงจันทร์	100	24,000	4,200
	175	24,000	8,000
	250	24,000	12,100
	400	24,000	22,500
	1,000	24,000	63,000
หลอดโหละฮาไลด์	175	7,500	14,000
	250	10,000	20,500
	400	10,000	34,000
	1,000	10,000	110,000
	1,500	3,000	155,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12

ความแตกต่างของแสงสีขาวยในการนำไปใช้กับงานต่าง ๆ

สี	ดัชนีความถูกต้อง ของสี (CRI)	รหัสของสี			การนำไปใช้งาน
		ฟิลิปส์	ออสแรม	ซิลวาเนีย	
คลูไวต์	65	33	20	CW	ใช้กับสำนักงาน โรงงาน อาคารพาณิชย์ และในงานที่ต้องการเน้นความรู้สึกเย็นสบาย ให้แสงเป็นธรรมชาติแก่ภายนอกอาคาร
คลูไวต์ เคอถูคซ์	85	84	21	CWX184	นำไปใช้เช่นเดียวกับคลูไวต์ และให้ส่วนผสมสีแดงเพิ่มขึ้น ทำให้แสงสีอมคูเพิ่มความประทับใจสูง ค่าดัชนีบอกความถูกต้องของสีดีมาก
วอร์มไวต์	52	29	30	WW	เหมาะสมกับงานที่ต้องการเน้นความรู้สึกอบอุ่น ให้สีคล้าย ๆ หลอดไส้ สามารถใช้ร่วมกับหลอดไส้ ทำให้ดูสดใสขึ้นเมื่อใช้งานเป็นสีแดงและสีเหลือง ส่วนสีน้ำเงินจะจางลง
วอร์มไวต์	85	83	31	WWX183	นำไปใช้เช่นเดียวกับวอร์มไวต์ สีของแสงออกไปทางเหลืองแดงเหมาะกับสถานที่ที่ต้องการความรู้สึกอบอุ่น นุ่มนวล และช่วยทำให้สิ่งของรอบข้างแลดูสวยงาม เช่น ที่อยู่อาศัยและอาคารพาณิชย์
ไวต์	58	35	23	W	สำหรับใช้ในงานแสงสว่างทั่วไป เช่น สำนักงาน โรงเรียน ที่อยู่อาศัย และต้องการเน้นสีเหลือง เหลือง-เขียว และส้ม
เดไลต์	77	54	10	D	สำหรับสถานที่ทั่วไป เช่น สำนักงาน โรงเรียน อาคารพาณิชย์ และที่อยู่อาศัย ให้แสงสี น้ำเงินซึ่งออกไปทางแสงธรรมชาติ ทำให้สีน้ำเงินและสีเขียวอมคูสดใส ส่วนสีแดง สีส้ม และสีเหลืองจะมอดูจืดจางลง
	94	57	19	DX 157	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18

ค่าฟลักซ์แสงสว่างและคุณสมบัติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดอินสแตนต์สตาร์ทแบบหลอดแก้วยาว

วัตต์	ความยาว(mm)	เส้นผ่านศูนย์กลาง	รหัสสี			ฟลักซ์แสงสว่าง (lm)	ประสิทธิภาพแสงเฉพาะหลอด (lm/W)	อายุการใช้งาน (h)
			ฟิลิปส์	ออสเรม	ซิลวาเนีย			
15	450	38	33	20	CW	750	50	7500
20	600	38	29	30	WW	1080	54	7500
			33	20	CW	1060	53	
25	1000	19	39	30	WW	1900	76	7500
			33	20	CW	1850	74	
			54	10	D	1570	63	
38	1500	19	29	30	WW	3050	80	7500
			33	20	CW	3000	79	
			54	10	D	2550	67	
			29	30	WW	3050	80	
	1800	26	33	20	CW	3090	81	9000
			54	10	D	2650	70	
39	1200	38	29	30	WW	3000	77	9000
			33	20	CW	3000	77	
			54	10	D	2500	64	
55	1800	38	29	30	WW	4600	84	1 2000
			33	20	CW	4550	83	
			54	10	D	3800	69	
75	2400	38	29	30	WW	6300	84	12000
			33	20	CW	6300	84	
			54	10	D	5350	91	

ตารางที่ 14

ค่าฟลักซ์แสงสว่างและคุณสมบัติทางแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแรพิดสตาร์ทแบบหลอดแก้วยาว

วัตต์	ความยาว(mm)	เส้นผ่านศูนย์กลาง	รหัสสี			ฟลักซ์แสงสว่าง	ประสิทธิภาพแสงเฉพาะหลอด	อายุการใช้งาน
			(mm)	ฟิลิปส์	ออสแรม			
20W RS								8000
			29	30	WW	1150	58	
			33	20	CW	1150	58	
40W RS			54	10	D	1050	53	20000
			29	30	WW	3000	75	
			33	20	CW	3000	75	
65W RS	1500	38	54	10	D	2500	63	20000
			57	19	DX157	1850	46	
			29	30	WW	4800	74	
			33	20	CW	4800	74	
85W RS	2400	38	54	10	D	4000	62	20000
			57	19	DX157	2850	44	
			33	20	CW	7300	44	

ข้อมูลในข้างต้นอธิบายถึงเรื่องของหลอดไฟชนิดต่าง ๆ ที่สามารถให้แสงสว่างกับป้ายได้ ซึ่งเมื่อทราบข้อมูลส่วนนี้แล้วก็จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลที่สัมพันธ์กับข้อมูลส่วนนี้ต่อไป เพื่อให้การออกแบบป้ายมีคุณภาพและประสบผลสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไฟฟ้า (ELECTRICITY SYSTEM)

ไฟฟ้าแบ่งเป็นสองชนิดใหญ่ ๆ คือ ไฟฟ้าสถิตย์กับไฟฟ้ากระแส ไฟฟ้าที่นำมาเป็นประโยชน์ใช้งานได้คือ ไฟฟ้ากระแสซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

ลักษณะโดยทั่วไปของบัลลาสต์ HID

บัลลาสต์มีคุณสมบัติบางประการที่มีผลกระทบต่อระบบแสงสว่างที่ออกแบบไว้ ดังนั้นก่อนที่จะตัดสินใจเลือกใช้บัลลาสต์ชนิดใดชนิดหนึ่งลงไป ควรพิจารณาถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของบัลลาสต์ชนิดนั้น ๆ ด้วย ตารางที่ 3.2 เป็นตารางตัวอย่างแสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้าของบัลลาสต์ของโรงงานผู้ผลิตรายหนึ่ง อย่างไรก็ตามบัลลาสต์ของผู้ผลิตรายอื่นก็จะมีลักษณะใกล้เคียงกัน

แรงดันไฟฟ้า (line volt) บัลลาสต์แต่ละชนิดจะถูกออกแบบไว้สำหรับค่าแรงดันไฟฟ้าและความถี่ค่าหนึ่ง ๆ การแปรเปลี่ยนของแรงดันไฟฟ้า หรือความถี่จะมีผลกระทบต่อการทำงานของหลอดไฟ หรืออาจเป็นเหตุให้หลอดไฟเสียหายได้ บัลลาสต์บางชนิดสามารถทำงานได้เป็นปกติ เมื่อแรงดันไฟฟ้าแปรเปลี่ยนไปถึง ± 10 เปอร์เซ็นต์ แต่บัลลาสต์บางชนิดจะส่งผลกระทบต่อกระเทือนอย่างมากให้แก่หลอดไฟทันที ถ้าแรงดันไฟฟ้าแปรเปลี่ยนไปเพียง ± 5 เปอร์เซ็นต์ และหลอดบางชนิดจะไม่สามารถสตาร์ทได้เลย ถ้าแรงดันไฟฟ้าตกลง (voltage dip) มาก ๆ ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องรู้ขีดจำกัดของบัลลาสต์ที่จะเลือกใช้ว่าเหมาะสมสำหรับค่าแรงดันไฟฟ้าค่าใด

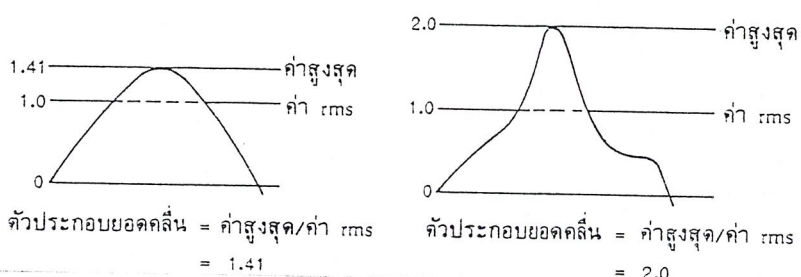
ตัวแปรประกอบกำลัง (power factor) หรือ PF บัลลาสต์ที่มีค่าตัวประกอบกำลังสูง ๆ หมายความว่า มันมีประสิทธิภาพสูง ค่าตัวประกอบกำลังสามารถหาได้จากสูตร

$$\% PF = \frac{\text{วัตต์}}{\text{แรงดันไฟฟ้า} \times \text{กระแส}} \times 100 \%$$

ตัวประกอบยอดคลื่นกระแส (current crest factor) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสูงสุด (peak) กับค่า RMS (root-mean-square value) ของกระแส อย่างเช่น ของกระแสที่มีรูปคลื่นแบบซายน์ (sinusoidal waveform) จะมีค่าเท่ากับ 1.41 ดังรูปที่ 3.8

ภาพที่ 117
ค่าตัวประกอบยอดคลื่น

ตัวประกอบยอดคลื่นกระแส (current crest factor) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสูงสุด (peak) กับ ค่า RMS (root-mean-square value) ของกระแส อย่างเช่น ของกระแสที่มีรูปคลื่นแบบซายน์ (sinusoidal waveform) จะมีค่าเท่ากับ 1.41 ดังรูปที่ 3.8



ขณะที่หลอดไฟสตาร์ทหรือทำงาน บัลลาสต์จะทำหน้าที่ปรับระดับ (regulate) กระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมแก่ความต้องการของหลอดไฟ เมื่อไรก็ตามที่ตัวประกอบยอดคลื่นของกระแสไฟฟ้าที่ออกมาจากบัลลาสต์สูงเกินไป มันจะมีผลกระทบโดยตรงต่ออุณหภูมิของหลอดไฟ ซึ่งเป็นเหตุให้หลอดไฟเสื่อมเร็วขึ้น

โดยทั่วไปแล้วหลอดแสงจันทร์สามารถรับค่าตัวประกอบยอดคลื่นได้ถึง 2.0 ในขณะที่หลอดแบบใช้โลหะฮาไลด์และหลอดโซเดียมความดันสูงสามารถรับค่าตัวประกอบยอดคลื่นได้เพียง 1.6 ถึง 1.8 ผู้ออกแบบจะต้องรู้ข้อจำกัดของหลอดไฟที่ใช้และเลือกใช้ชนิดของบัลลาสต์ให้เหมาะสมกับตัวหลอดไฟด้วย ทั้งนี้ก็เพื่อจะได้ประโยชน์จากระบบแสงสว่างนั้นสูงที่สุด

ชนิดของบัลลาสต์สำหรับหลอดแสงจันทร์

มีบัลลาสต์อยู่หลายชนิดด้วยกันที่สามารถใช้กับหลอดแสงจันทร์ได้ในที่นี้เราจะพิจารณาถึงคุณลักษณะของบัลลาสต์แต่ละชนิด ตลอดจนข้อดีข้อเสียของมันพอสังเขป

1. ไฟฟ้ากระแสตรง (DIRECT CURRENT)

เป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าทิศทางเดียวได้จากพลังงานเคมีหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. GENERATOR OR DYNAMO)

2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (ALTERNATION CURRENT)

ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางเคลื่อนที่ของกระแสไม่แน่นอน จะมีค่าเปลี่ยนแปลงทั้งค่าบวกและค่าลบ ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR)

ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านพักอาศัย สถานที่ประกอบการต่าง ๆ โดยปกติจะใช้แรงเคลื่อน 220 VOLT (ประเทศไทย) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอาจใช้ระบบ 380 VOLT

สายไฟฟ้าและอุปกรณ์

สายไฟฟ้า คือ สื่อนำกำลังงานไฟฟ้าจากจุดแหล่งจ่ายไฟ ไปยังจุดที่ต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ลักษณะสำคัญของสายไฟฟ้านั้น จะดูที่ความสามารถที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลได้สูงสุดเท่าไร ชนิดของฉนวน และส่วนที่หุ้ม (JACKET) ประเภทใช้งาน สภาพแข็งแรงทางกล

ปกติวิธีที่จะต่อสายไฟฟ้าหรือ สายเคเบิล ดูที่จำนวนและขนาดของโลหะตัวนำชนิดของฉนวน ประเภทที่ใช้งานขนาดของแรงดันที่สายไฟฟ้าทนได้ ชนิดของโลหะตัวนำแบบอบแล้วหรือรีดแข็ง หรือนำมาชุบดินบุกอีกครั้งหนึ่ง

ชนิดสายไฟฟ้าแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. ชนิดไม่มีฉนวนหุ้มภายนอก (BARE WIRE) หรือสายเปลือย สายเปลือยถูกกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าสายหุ้มฉนวน ซึ่งมีขนาดและพื้นที่หน้าตัดเกือบเท่าตัว เพราะการซึ่งไว้ในที่สูง (เพื่อความปลอดภัย) ลมโกรกเสมอไม่ร้อน ใช้กับการจ่ายไฟฟ้าแรงสูง หรือเดินภายนอกอาคาร

2. สายที่มีฉนวนหุ้ม (INSULATED WIRE) ใช้ตามบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม
วงจร

อิเล็กทรอนิกส์ วงจรสื่อสารคมนาคม เพราะให้ความปลอดภัยป้องกันความชื้น บางชนิดป้องกันความร้อนได้ แบ่งเป็นประเภทย่อยได้ 6 ประเภทคือ

ก. สายหุ้มยาง (RUBBER INSULATED WIRE OR VAICANIZEDRUBBER COUER)
เป็น

สายไฟฟ้าที่หุ้มยาง มีทั้งแบบธรรมดาและทนความร้อน อาชุกการใช้งานสั้น ยางจะเปื่อยและเสื่อมคุณภาพ ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้

ข. สายหุ้มท้ายถัก (COTTON BRAID) ลักษณะเหมือนกับประเภทสายไฟฟ้าหุ้มยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ภายนอกมีฉนวนหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่งหรือมากกว่า ใช้กับเตารีดและเครื่องใช้ไฟฟ้า ให้ความร้อน (HEATER)

ก. สายหุ้มพีวีซี ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ไม่ติดไฟ ทนต่อความร้อน เหนียว ไม่เปื่อยง่าย
ใช้เดิน

ภายในอาคาร (ติดตั้ง)

ง. สายหุ้มพลาสติกธรรมดา เป็นสายอ่อนแบบสะแตรนเป็นสายไม่ถาวร ติดไฟง่าย

จ. สายอีนาเมล (ENAMEL COUER) หรือสายเคลือบน้ำยาเป็นสายเปลือย เคลือบน้ำยาเคมี
ใช้พันลวดโคไนโมเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น

ฉ. สายที่มีเปลือกโลหะหุ้ม นิยมใช้ฝังกำแพง หรือดิน ราคาสูง

ลักษณะของตัวนำสายไฟฟ้ามีอยู่ 2 แบบ คือ แบบโซลิด (SOLID) และแบบสะแตรน (STRANDED) แบบโซลิดหมายถึงมีลวดตัวนำเพียงเส้นเดียว แบบสะแตรน หมายถึงประกอบด้วยตัวนำเส้นเล็ก ๆ หลาย ๆ เส้น ทัดเข้าด้วยกัน เพื่อให้สายไฟฟ้างัดได้สะดวก และหักยากกว่าแต่มีราคาแพง

ระบบไฟฟ้าแรงดันปานกลาง (ใช้ในบ้านพักหรือกิจกรรมทั่วไป) (MEDIUM VOLTAGE) ที่
นิยม
ใช้อยู่ 3 ระบบ คือ

1. ระบบ 220 โวลต์ 3 เฟส 3 สาย
2. ระบบ 380 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย
3. ระบบ 380 โวลต์ 3 เฟส 3 สาย

แบบที่ 2 และ 3 ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนระบบที่ 1 ใช้ในอาคารบ้านพักและกิจกรรม
ต่าง ๆ

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์ (ปกรณ์ศักดิ์ มณีขาว, สมชาย ไกรเดช, 2533)

ประวัติและความเป็นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลล์แสงอาทิตย์เป็นสิ่งประดิษฐ์ชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง โดยอาศัยคุณสมบัติที่เรียกว่า “ผลของโฟโตโวลตาอิก” (PHOTOVOLTAGE EFFECT) ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ ถูกค้นพบเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1839 โดยนาย BECQUARED ได้สังเกตเห็นการเกิดมีแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโตรไลต์ เมื่อมีแสงตกกระทบ และในปี ค.ศ. 1876 ก็ได้มีการค้นพบปรากฏการณ์ขึ้น ในสารซีลีเนียม (CELENIUM) ต่อจากนั้นได้มีการพัฒนาโฟโตเซลล์โอสใช้สารซีลีเนียมและสารประกอบของ CUPROUS OKIDE

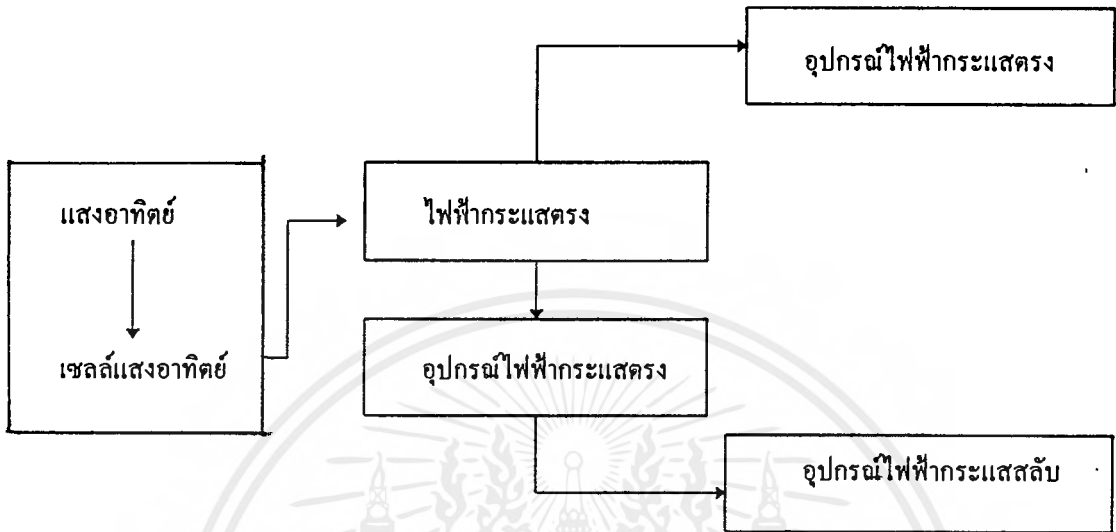
เมื่อปี ค.ศ. 1941 เริ่มมีการค้นพบเทคโนโลยีของการสร้างรอยต่อ พีเอ็น โดยวิธีการที่เรียกว่า GROWN JUNCTION เทคโนโลยีดังกล่าวมีส่วนช่วยในการพัฒนางานของเซลล์แสงอาทิตย์ จนกระทั่งปี ค.ศ. 1954 กลุ่มนักวิจัยจากบริษัท BELL TELEPHONE ได้ประกาศความสำเร็จในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อ พี-เอ็น ของผลึกซิลิคอนขึ้นมาเป็นผลสำเร็จ โดยในครั้งแรกนี้ เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเพียง 6% เท่านั้น และในต้นปี ค.ศ. 1958 ก็ได้มีการนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านอวกาศ

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 เป็นต้นมา เซลล์แสงอาทิตย์ก็ได้ถูกพัฒนาและสร้างขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานบนพื้นโลก โดยเฉพาะการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์และการลดค่าต้นทุนในการสร้าง การใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน จึงขยายวงออกไปอย่างกว้างขวาง จนกระทั่งในปัจจุบันนี้เซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกซิลิคอน มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานสูงถึงราว 15%

เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ ก็คือ สิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ขณะที่เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสง เซลล์จะจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมา ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากเซลล์นี้ เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DIRECT CURRENT) พลังงานไฟฟ้าที่ได้สามารถไปใช้ได้ทันที หรืออาจจะมีการรวมเพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (ALTERNATING CURRENT) แล้วจึงนำไปใช้เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ทำงานได้ต่อไปดังแสดงในรูป 2.1

แผนภูมิที่ 3
แสดงระบบการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์



เซลล์แสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นจากสารกึ่งตัวนำซิลิคอนถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย และเป็นที่ยอมรับกันมาก ทั้งนี้เนื่องจากมาจากธาตุซิลิคอนเป็นธาตุที่หาได้ง่าย และมีมากที่สุดบริเวณผิวโลกราคาจึงถูก และเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับธาตุซิลิคอนเป็นที่เข้าใจกันอย่างดี เนื่องจากพัฒนามาเป็นเวลานาน และใช้กันอย่างกว้างขวางอยู่แล้วในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

อย่างไรก็ดีจากผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าวัสดุสารกึ่งตัวนำซึ่งมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาใช้สร้างเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ วัสดุสารกึ่งตัวนำที่มีค่าของช่องว่างพลังงาน (ENERGY GAP) ประมาณ 1.5 ซึ่งสารกึ่งตัวนำชนิด GaAs มีค่าช่องว่างพลังงานเท่ากับ 1.43 ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และจากการทดลองสร้างก็ปรากฏว่า เซลล์แสงอาทิตย์ที่สร้างจาก GaAs ด้วย โครงสร้างที่เหมาะสมจะสามารถให้ประสิทธิภาพในการแปรรูปพลังงานได้สูงถึง 20% แต่ทว่าแกเลียมอาเซนไนด์ เป็นสารกึ่งตัวนำที่มีราคาแพง ซึ่งเป็นข้อที่เสียเปรียบสารซิลิคอน

ข้อดีของการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ มาผลิตพลังงานไฟฟ้าคือ ไม่มีชิ้นส่วนใดเคลื่อนไหวจึงไม่มีเสียงดังไม่ต้องใช้ของไหลทำงานที่อุณหภูมิหรือความดันสูง เซลล์แสงอาทิตย์มีน้ำหนักเบา คงทน ติดตั้งได้ง่าย ๆ ต่อการใช้งาน ทำความสะอาดง่าย ไม่ต้องการดูแลบำรุงรักษามาก และมีอายุการใช้งานนานมาก (ประมาณยี่สิบปี)

ปัญหาสำคัญอยู่ที่ต้นทุนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมีราคาต่อวัตต์สูงมาก คือ 200 บาทต่อวัตต์ (พ.ศ. 2528) ในขณะที่ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าด้วยน้ำมันราคา 10 บาทต่อวัตต์ และนิวเคลียร์ 20 บาทต่อวัตต์ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการผลิตเซลล์ดังกล่าวต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ไม่สามารถผลิตครั้งละมาก ๆ ได้ อีกทั้งมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานสูญเสียเป็นจำนวนมาก ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ยังคงมีค่าต่ำ คือประมาณร้อยละ 16-18 ในทางปฏิบัติ และร้อยละ 22 ตามทฤษฎี นอกจากนี้ยังมีการสูญเสียพลังงานจากการสะท้อนแสงที่เกิดบนผิวเซลล์ การดูดกลืนพลังงานแสงไม่ได้สมบูรณ์ตามที่ต้องการ ดังนั้นการพัฒนาโซลาร์เซลล์ ในปัจจุบันจึงมีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาสองประการคือ ประการแรก คือทำให้ประสิทธิภาพของเซลล์สูงขึ้น ประการที่สองคือลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง คาดว่าจะลดเหลือราคา 15 บาทต่อวัตต์

สารที่ใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์ ในปัจจุบันส่วนใหญ่ทำจากซิลิกอน (Si) ซึ่งเป็นสารที่หาได้ง่าย และราคาถูก ซิลิกอนเป็นสารที่มีมากมายบนพื้นโลกเป็นอันดับสองรองจากออกซิเจน แต่มักอยู่ในรูปของสารประกอบ เช่น ทราช (SiO₂) เป็นต้น ดังนั้นทราชจึงเป็นแหล่งกำเนิดที่ดีของซิลิกอนนั่นเอง หลังจากที่ได้สกัดออกซิเจนออกไป และทำให้เป็นซิลิกอนบริสุทธิ์แล้ว ต่อจากนั้นก็นำผลึกของซิลิกอนไปฉีกออกเป็นชิ้นบาง ๆ ซิลิกอนที่เป็นสารบริสุทธิ์นั้นมีคุณสมบัติเป็นตัวนำที่เลว ฉะนั้นจึงต้องเติมสารบางอย่างลงไป เพื่อให้กลายเป็นสารกึ่งตัวนำที่จุดที่ต้องการ ในระหว่างที่มีการตกผลึกของซิลิกอนอยู่นั้นได้ เติมฟอสฟอรัสซึ่งเป็นสิ่งเจือปน (IMPURITY) ลงไป เพื่อทำให้เกิดพาหะไฟฟ้า (CARRIER) ของประจุลบ (ELECTRON) ส่วนการเติมโบรอน (BORON) ลงไปนี้เพื่อให้เกิดพาหะไฟฟ้าของประจุบวก (HOLE) วิธีนี้ทำให้ได้ซิลิกอนที่เป็นชนิดลบ (N-TYPE) และชนิดบวก (P-TYPE) หรือเป็น PN JUNCTION ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับ ไดโอดธรรมดาของมันเอง ซิลิกอนต่างชนิดสองชั้นดังกล่าวจะมีศักดาไฟฟ้าต่างกันเมื่อแสงแดดตกกระทบจะผลิตประจุไฟฟ้าออกมาจากความต่างศักย์ของชั้นทั้งสอง นำไปใช้กับวงจรไฟฟ้าได้ มีลิลิแอมแปร์ และแรงเคลื่อนไฟฟ้าเมื่อวงจรเปิด (OPEN CCT.VOLTAGE) 0.55 โวลต์ จึงมีกำลังไฟฟ้าประมาณ 0.055 วัตต์ในอากาศ แต่สำหรับบนพื้นดิน เมื่อมีแสงแดดก็มีค่า 0.048 วัตต์ปกติเราจะเห็นว่าเซลล์แสงอาทิตย์แผ่นเล็ก ๆ เหล่านี้ มีสีเป็นสีน้ำเงิน เพราะมีการเคลือบสารพวกออกไซด์บางชนิด เพื่อลดการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบบนพื้นผิวของเซลล์ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์

ความมั่นคงเชื่อถือได้ของงานที่ใช้เซลล์แสงอาทิตย์

เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละตัวให้กำลังไฟฟ้าต่ำ ดังนั้นในการใช้งานจริงจึงมักไม่ใช้เซลล์เดียว แต่จะให้เซลล์หลาย ๆ ตัวมาต่อกันทั้งแบบอนุกรมและขนานในรูปของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าที่ต้องการ โดยมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเหมาะสมกับโหลด รูปแสดงให้เห็นถึงการต่อเซลล์แสงอาทิตย์สองตัว เมื่อต้องการให้มีกำลังไฟฟ้าเซลล์สองตัวมาต่ออนุกรมกัน โดยนำมาวางซ้อนกันให้ขั้วบวกของเซลล์ตัวหนึ่งและกับขั้วลบของอีกตัวหนึ่ง หรือถ้าหากต้องการเพิ่มกำลังไฟฟ้าเป็นสองเท่าที่ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าค่าหนึ่งก็ให้นำเซลล์แสงอาทิตย์สองตัวมาต่อขนานกัน หรือถ้าต้องการกำลังไฟฟ้าต่อและมีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงก็ให้นำเซลล์แสงอาทิตย์ตัวหนึ่งมาแบ่งออกเป็นสองส่วนให้มีพื้นที่ผิวเท่า ๆ กัน แล้วนำมาต่ออนุกรม

เพื่อให้อายุการใช้งานของโซลาร์เซลล์มีระยะยาว มีความคงทน คู่มากับการลงทุนการออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องกระทำอย่างรอบคอบ เพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ทำให้ระบบการผลิตไฟฟ้าจากแสงแดดเกิดทำงานล้มเหลว ปัญหาที่เกิดขึ้นในทางปฏิบัติดังนี้

- การเกิดเสื่อมคุณภาพบริเวณรอยต่อ เป็นการเพิ่มความต้านทานอนุกรมในวงจร
- เกิดการเสื่อมคุณภาพเนื่องจากได้รับรังสีบางชนิด
- การบรรจุปิดผนึกป้องกันไอน้ำและฝุ่นละออง
- การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องติดตั้งในบริเวณที่ไม่มีร่มเงาจากสิ่งทึกแสง เพราะการ

เกิดร่วมเงาบนตัวโซลาร์เซลล์จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ “ฮอตสปอต” ขึ้นในแผงเนื่องจากการย้อนกลับทางแรงเคลื่อน

ไฟฟ้าก่อให้เกิดความร้อน ทำให้ลดกำลังการผลิตไฟฟ้าให้ลดลงวิธีแก้ก็คือใช้ไดโอดมาต่อคร่อมตัวเซลล์แสงอาทิตย์จะช่วยลดความเสียหายได้

การออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์แต่ละตัวให้แรงดันไฟฟ้าได้เพียง 0.5 V (กรณีซิลิกอน) หรือ 1 V (กรณีแกเลียมอาเซนไนด์) และให้กระแสไฟฟ้าตามขนาดพื้นที่ที่รับแสง ดังนั้น เพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าที่ต้องการ โดยมีกระแสและแรงดันไฟฟ้าเหมาะสมกับโหลดที่ต่อ จึงจำเป็นต้องนำเอาเซลล์หลาย ๆ ตัวมาต่อกัน ทั้งแบบอนุกรมและขนานในรูปของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และเพื่อให้อายุการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ และเพื่อให้อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์คงทนและนานพอคู่มากับการลงทุน การออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์จึงต้องกระทำอย่างรอบคอบ โดยคำนึงถึงปัญหาเกี่ยวกับการเกิด Hot Spot เนื่องจาก Shading ปัญหาเกี่ยวกับการป้องกันความเสียหายของระบบ ระบบการเก็บสะสมพลังงาน การเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อต่อกับระบบไฟฟ้าสายส่ง ปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมระบบให้มีสภาพการทำงานที่เหมาะสมกับปริมาณแสงอาทิตย์ที่เข้ามาและมีกำลังไฟฟ้าที่ต้องจ่ายออกไปให้แก่โหลด (Power Conditioning) ฯลฯ ในกรณีที่น่าเซลล์ฯ ไปใช้งานกับแสงความเข้มสูง ปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้นก็จะมีเงื่อนไขเปลี่ยนแปลงไป การออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้กับแสงความเข้มสูงก็จะมีลักษณะพิเศษออกไปอีก

Encapsulation Technique

การห่อหุ้มเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีฉนวน เพื่อป้องกันมิให้ความชื้นเข้าถึงตัวเซลล์ฯ ได้เป็นเงื่อนไขที่สำคัญที่สุด เงื่อนไขที่รองลงมาได้แก่ การเลือกใช้วัสดุที่ใช้ในการห่อหุ้มเซลล์ฯ ว่าจะต้องเป็นวัสดุที่ยอมให้แสงผ่านเข้าถึงตัวเซลล์ฯ ได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ดูดกลืนแสงหรือความร้อนใด ๆ ไม่เสื่อมคุณภาพเมื่อใช้ตากแดดตากฝน หรือใช้งานในสภาพแวดล้อมที่เลวร้าย เช่น การใช้งานในทะเลซึ่งมีความชื้นและความเค็ม การใช้งานบนภูเขาสูงที่มีหิมะ ฯลฯ วัสดุนั้นจะต้องมีคุณสมบัติทางด้านเมคานิกส์ที่ดี เช่น แข็งแรงคงทนต่อการ

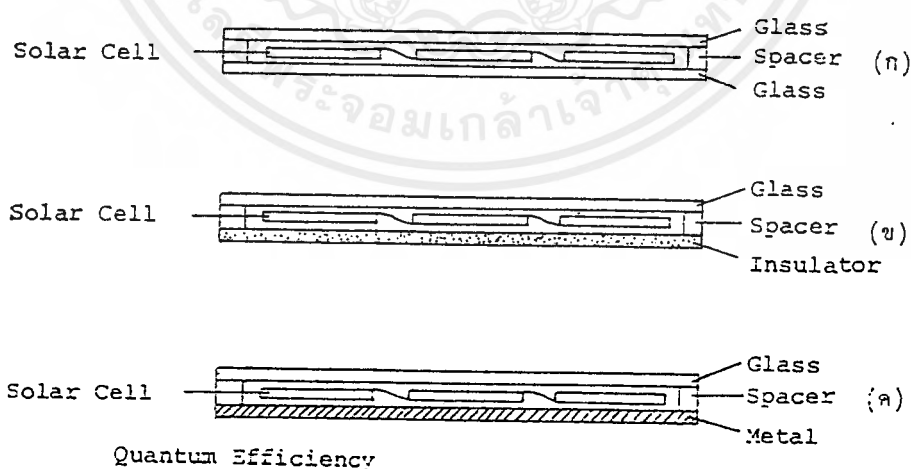
ขยายตัว เนื่องจากความร้อน สามารถต้านแรงลม ไม่แตกหักหรือบิดงอ ได้ง่าย เป้าหมายของการ Encapsulation ของเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมีอายุการใช้งานได้ประมาณ 20 ปี ก็จะทำให้คุ้มค่าต่อการลงทุนและประสบความสำเร็จในด้านการออกแบบของวิศวกร วัสดุที่นิยมใช้กันมากที่สุด ได้แก่ Tempered Glass และ Silicone Rubber สำหรับ Tempered Glass นั้น เป็นวัสดุที่หาได้ง่ายและมีราคาถูก แต่มีปัญหาในการ Sealing ทางด้านข้าง และเป็นวัสดุที่แตกหักได้ง่าย ส่วน Silicone Rubber นั้น เป็นสารอินทรีย์เคมีซึ่งมีลักษณะนุ่ม ห่อหุ้มตัวเซลล์ฯ ได้มิดชิดกว่า แต่เป็นวัสดุที่มีราคาแพง และมีการเสื่อมคุณภาพเมื่อใช้งานไปนาน ๆ เช่น จะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองน้ำตาล ทำให้แสงทะลุผ่านได้น้อยลง เมื่อพิจารณาจากปัญหาทางด้านบำรุงรักษาแล้ว การใช้ Tempered Glass ในการ Encapsulation จะง่ายกว่า ส่วนเซลล์ฯ ที่ห่อหุ้มด้วย Silicone Rubber จะทำการบำรุงรักษาได้ยากกว่า ดังนั้นแนวโน้มการใช้ Tempered Glass สำหรับการ Encapsulation จึงยังคงเป็นแนวโน้มที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แต่ก็มีการใช้สารพลาสติกบางประเภทแทน Tempered Glass อยู่เหมือนกัน และดูเหมือนจะคงทนสู้แก้วไม่ได้

การทำ Encapsulation ของเซลล์แสงอาทิตย์อาจกระทำได้ด้วยโครงสร้าง 3 แบบใหญ่ ๆ คือ

- 1) Double-Glass Encapsulation ดังรูปที่ 9.1 (ก)
- 2) Glass-Insulator Encapsulation ดังรูปที่ 9.1 (ข)
- 3) Glass-Metal Encapsulation ดังรูปที่ 9.1 (ค)

ภาพที่ 118

การ Encapsulation ของเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่าง ๆ



โครงสร้างแบบ Double-Glass Encapsulation มีข้อดีที่ว่าแสงอาทิตย์ส่วนที่ไม่ตกกระทบเซลล์ฯ จะทะลุผ่านไปไม่ได้ ทำให้แผงฯ ไม่ร้อนนัก แต่เป็นโครงสร้างที่ค่อนข้างบอบบาง โดยเฉพาะเมื่อแผงฯ มีพื้นที่โต ส่วนโครงสร้างแบบ Glass-Insulator Encapsulation นั้น มีความแข็งแรงดีขึ้น แต่แผ่นฉนวนมักเป็นวัสดุ

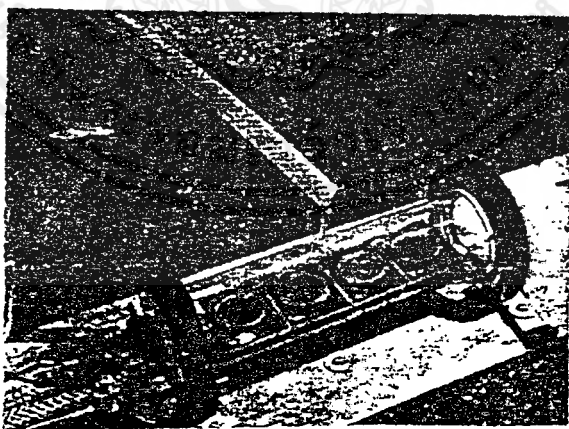
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีราคาแพงกว่าการใช้โลหะดั่งกรณีของ โครงสร้างแบบ Glass-Metal Encapsulation ซึ่งเป็น โครงสร้างที่แข็งแรงและใช้งานง่ายที่สุด

ห้องปฏิบัติการวิจัยสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ศึกษาวิจัยเรื่องเทคนิคการ Encapsulation ของเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศในเขตร้อนและมีความชื้นสูง คณะวิจัย ได้เสนอแนวความคิดในการใช้ท่อแก้วกลมอัดแรงดันกันก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจนสำหรับท่อหุ้มตัวเซลล์ ดังรูปที่ 9.2 เนื่องจากท่อแก้วกลมเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย การ Sealing ทางด้านข้างก็กระทำได้ง่าย แรงดันของก๊าซเฉื่อยที่ใช้อาจสูงกว่าบรรยากาศปกติเพียงไม่กี่ Torr ก็สามารถป้องกันมิให้อิอน้ำหรือน้ำฝนรั่วไหลเข้าไปภายในได้เลย หากการท่อหุ้มตัวเซลล์ฯ กระทำได้อย่างดีโดยไม่มีกรั่วไหลเลย แล้วปริมาณก๊าซที่ใช้จะน้อยมาก และไม่ต้องใช้ปริมาณก๊าซเพิ่มอีกเลย หลังการเติมก๊าซครั้งแรกแล้ว หากต้องใช้อุณหภูมิเพิ่ม ก็หมายความว่าระบบที่ใช้ท่อหุ้มตัวเซลล์ เกิดการรั่วไหลควรทำการตรวจเช็คและซ่อมบำรุง ซึ่งสามารถกระทำได้โดยใช้น้ำฟองสบู่ สำหรับหาจุดรั่วและในขณะที่เดียวกันเป็นการล้างทำความสะอาดระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปด้วยในตัว การท่อหุ้มเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยท่อกลมอัดก๊าซเฉื่อยนี้มีลักษณะเด่นเหมาะสมที่จะใช้กับระบบรวมแสงแบบเป็นแนวยาว หรือดัดแปลงให้มีรูปลักษณะที่เหมาะสมอื่น ๆ ได้ด้วย แนวความคิดในการใช้แรงดันกันก๊าซเฉื่อยมาประยุกต์ในการท่อหุ้มตัวเซลล์ฯ นี้อาจพัฒนาไปใช้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบแบนเรียบได้ดังรูปที่ 9.3

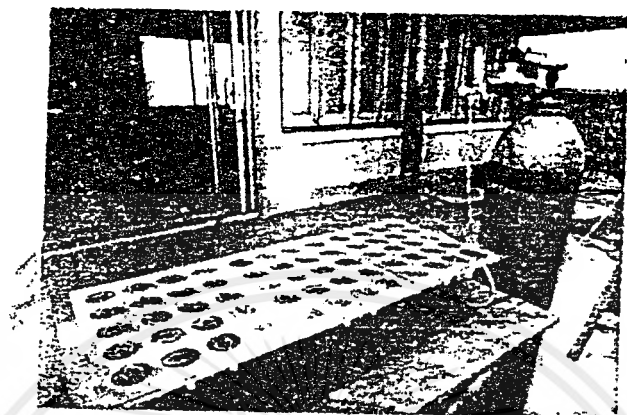
ภาพที่ 119

การท่อหุ้มตัวเซลล์ฯ ในท่อแก้วกลมอัดแรงดันกันก๊าซเฉื่อย



ภาพที่ 120

การห่อหุ้มตัวเซลล์ฯ แบบแผงแบนเรียบและอัดแรงดันก๊าซเฉื่อย



การต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนานและแบบอนุกรม

เซลล์แสงอาทิตย์แต่ละตัวมีแรงดันไฟฟ้าเพียง 0.5 V (สำหรับเซลล์ที่ทำจากซิลิกอน) และ 1 V (สำหรับเซลล์ที่ทำจากแกเลียมอาเซนไนด์) ส่วนปริมาณกระแสไฟฟ้านั้น ขึ้นกับพื้นที่รับแสงของเซลล์ฯ และกำลังไฟฟ้าที่เซลล์ฯ ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของแสง เพื่อการใช้งานที่เหมาะสมกับโหลด จึงจำเป็นต้องนำเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนมากมาต่ออนุกรมและขนาน เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าตามปริมาณที่ต้องการ นอกจากนี้จะมีจุดประสงค์ในการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีลักษณะสมบัติการใช้งานตามต้องการแล้ว การต่อเซลล์ฯ ทั้งแบบอนุกรมและขนาน หรือทั้ง 2 แบบผสมกัน ยังมีความหมายต่อการป้องกันข้อผิดพลาดของระบบด้วย ดังจะพิจารณาจากรูปลักษณะการต่อเซลล์ฯ แบบต่าง ๆ ในรูปที่ 9.4

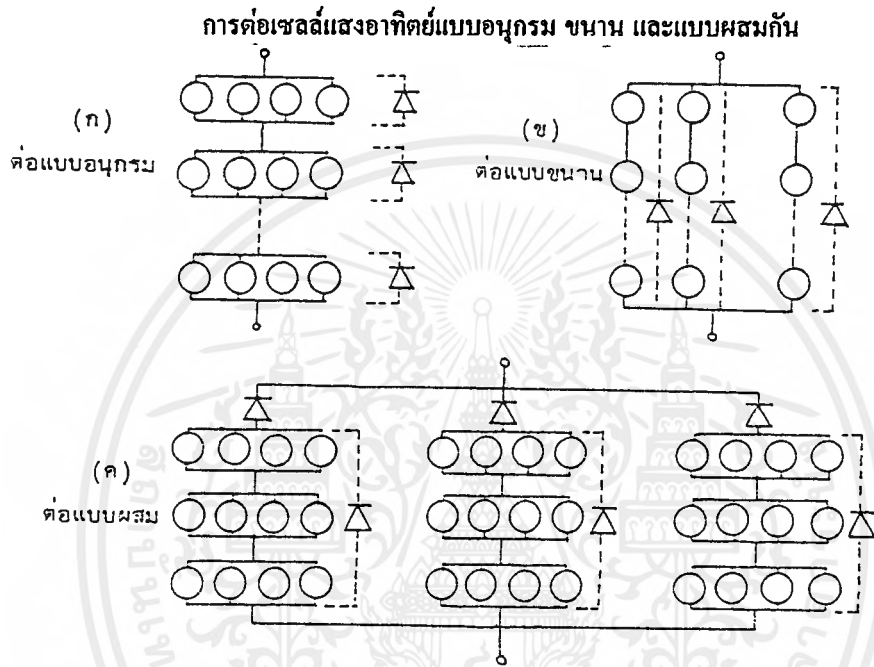
เซลล์ที่ต่อแบบ 9.4 (ก) เป็นการต่อแบบขนาน เพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าตามต้องการ แล้วจึงนำมาต่อแบบอนุกรมให้ได้แรงดันไฟฟ้าตามต้องการ ส่วนการต่อเซลล์ฯ แบบในรูปที่ 9.4 (ข) เป็นการต่อแบบอนุกรมก่อนแล้วจึงต่อขนานกันทีหลัง ซึ่งเป็นการต่อเซลล์ฯ ที่ให้ผลลัพธ์เช่นเดียวกันกับแบบแรกในทางอุดมคติ แต่หากเกิดเงื่อนงายที่ผิดปกติขึ้น การต่อเซลล์ฯ ทั้ง 2 แบบนี้จะให้ผลลัพธ์ต่างกัน กล่าวคือถ้าเซลล์ฯ ตัวหนึ่งเกิดลัดวงจรในลักษณะการต่อแบบ 9.4 (ก) กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์ฯ ที่เหลือจะป้อนกระแสไฟฟ้าให้แก่เซลล์ฯ ที่เกิดลัดวงจรนั้น ในขณะที่เซลล์ฯ ที่เกิดลัดวงจรในรูปที่ 9.4 (ข) จะได้รับอิทธิพลน้อยกว่าแบบแรก แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าเซลล์ฯ ตัวหนึ่งเกิดวงจรเปิด การต่อแบบขนานดังรูปที่ 9.4 (ก) จะได้รับอิทธิพลจากข้อผิดพลาดดังกล่าวน้อยกว่า ส่วนการต่อแบบอนุกรมดังรูปที่ 9.4 (ข) นั้น ถ้าเกิดมีเซลล์ฯ ตัวหนึ่งวงจรเปิด กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ของ String ที่ต่อเซลล์ฯ ตัวนั้นจะสูญเสียไป

เมื่อนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต่อกันในลักษณะที่เหมาะสมไปใช้งาน จะต้องติดตั้งในสถานะที่ที่จะไม่เกิดเงาได้ง่าย เพราะการเกิดเงา (Shading) บนตัวเซลล์ฯ มีผลกระทบต่อการทำงานของแผงเซลล์แสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาทิตย์ ทำให้เกิด Hot Spot ขึ้นในแผง เนื่องจากการป้อนกลับของกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ และเป็นสาเหตุให้เกิดการร้อนไหม้ของเซลล์ฯ ที่ถูกบังเงานั้นได้ ดังนั้นการใช้ By-pass Diode ต่อคร่อมตัวเซลล์ฯ จะช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจาก Hot Spot นี้ได้ โดยการยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไดโอดดังกล่าวแทนการไหลผ่านตัวเซลล์ฯ ที่ถูกบังเงานั้น

ภาพที่ 121

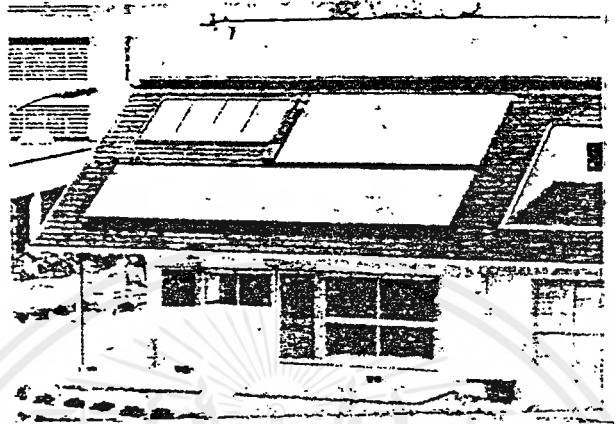


การต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมดังรูปที่ 9.4 (ค) จึงเป็นแบบ Optimum ที่สุดในการป้องกันข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการบังเงา (Shading) เซลล์ลัดวงจร (Short Circuited Cell) เซลล์ฯ ที่มีลักษณะสมบัติกระแส-แรงดันไม่เท่ากัน การได้รับแสงสว่างบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีความเข้าไม่สม่ำเสมอ ฯลฯ การต่อเซลล์ฯ แบบนี้ยังช่วยลดจำนวน By-pass Diode ที่ใช้ให้มันน้อยที่สุดและเป็นแบบที่มี Reliability สูงที่สุดด้วย

และเพื่อป้องกันความเสียหายทางด้านไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการบังเงาจึงมักมีการออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็น Modules ย่อย ๆ ขนาดเล็กแยกเป็นอิสระจากกัน โดยมี Blocking Diode ต่อไว้แต่ละชุด การออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์จึงมักกระทำในรูปของ Standard Modules ที่มีกำลังไฟฟ้าที่แน่นอน จากนั้นจึงนำเอา Standard Modules เหล่านั้นมาต่อเข้าด้วยกันอีกทีหนึ่ง ดังรูปที่ 9.5

ภาพที่ 122

การนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เป็น Standard Modules ต่อมาเป็นระบบ



ระบบโฟโตโวลตาอิก

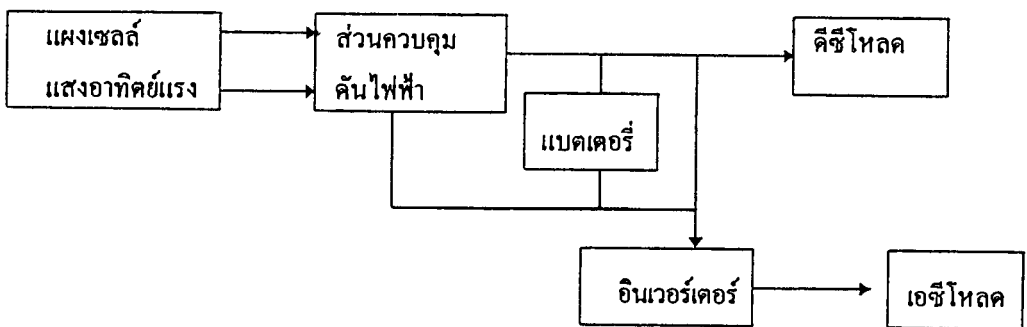
ระบบโฟโตโวลตาอิกอาจออกแบบได้ทั้งแบบที่ใช้ในงานในสถานที่ที่แยกอิสระจากแหล่งพลังงานอื่น ๆ (Stand Alone System) เช่น ในหมู่บ้านที่อยู่ห่างไกลจากความเจริญ การใช้งานบนภูเขาสูงหรือในทะเล ฯลฯ หรือเป็นระบบที่สามารถต่อเข้ากับระบบสายส่ง (Utility Grid) ที่มีอยู่แล้ว การออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิกทั้ง 2 แบบ มีลักษณะร่วมดังแสดงในรูปที่ 9.6

ระบบการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์

ภาพที่ 123

ระบบการใช้งานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์

บล็อกกิ้งไดโอด



ส่วนประกอบการใช้งานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์

ส่วนประกอบโดยทั่วไป ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ มีดังนี้

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะจ่ายออกมาเป็นไฟฟ้ากระแสตรง จำนวนของแผงเซลล์ จะต้องจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้พอเพียงกับระบบที่ใช้งาน การคำนวณออกแบบเพื่อกำหนด จำนวนแผงเซลล์จะต้องคำนึงถึงระบบที่ใช้งานอยู่ประมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับ ในบริเวณที่ติดตั้งระบบและขนาดของโหลดที่ใช้
2. ส่วนควบคุมแรงดัน เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับแบตเตอรี่ ให้มีค่าคงที่อยู่เสมอ เพื่อป้องกันแบตเตอรี่ไม่ให้เกิดการโอเวอร์ชาร์จ (OVERCHARGING)
3. บล็อกกิ้งไดโอด ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ทางเดียว ขอมให้กระแสไหลจากแผงเซลล์ผ่านส่วนควบคุมแรงดันไฟฟ้า และผ่านตัวไดโอดไปยังแบตเตอรี่และโหลดได้ แต่จะไม่ยอมให้กระแสจากแบตเตอรี่ไหลกลับเข้าไปยังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และส่วนควบคุมแรงดันในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์ ซึ่งจะช่วยให้แบตเตอรี่ไม่ต้องจ่ายพลังงานมาก สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดได้นานขึ้น
4. แบตเตอรี่ ทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้า จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อไว้จ่ายให้กับโหลดในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์ในกรณีที่เป็นการใช้งานระบบเล็ก ๆ แบบเคลื่อนที่ได้สามารถจะใช้แบตเตอรี่แห้งพวกนิเกิล แคดเมียม ซึ่งสามารถชาร์จได้ ในกรณีที่ระบบใหญ่ขึ้นจะสามารถใช้แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด (LEAD-ACID) ซึ่งมีความจุของแบตเตอรี่แตกต่างกันแล้วแต่ความจำเป็นของการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีแบตเตอรี่แบบอื่น ๆ อีกเช่น แบบ โซเดียม-ซัลเฟอร์ แบบซิลค์-กลอรีด ฯลฯ ซึ่งมีน้ำหนักเบากว่าแบบตะกั่วกรด แต่หาซื้อได้ยากในไทย
5. อินเวอร์เตอร์ เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงเซลล์ให้ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อจ่ายไปยังโหลดที่ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ ในกรณีที่โหลดต้องการ แต่ไฟฟ้ากระแสตรงก็ไม่จำเป็นจะต้องใช้อินเวอร์เตอร์ ทำให้ระบบใช้งานง่ายขึ้นและมีราคาถูกลง

เงื่อนไขที่ใช้พิจารณาในการเลือกสถานที่ตั้งระบบโฟโตโวลตาอิก

เมื่อจะมีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ควรพิจารณาถึงเงื่อนไขในการเลือกสถานที่ตั้งต่อไปนี้ เพื่อให้ระบบนั้นทำงานอย่างได้ผลดีที่สุด

1. ควรเป็นสถานที่ที่หันรับแสงไปทางค้ำานทิศใต้ (ในกรณีของประเทศไทย)

2. ควรระมัดระวังการเกิดเงาที่อาจเกิดจากอาคารข้างเคียง ต้นไม้หรือวัตถุอื่น ๆ ปัญหานี้มักเกิดขึ้นเมื่อติดตั้งในเมือง หากเกิดการบังเงาขึ้นแล้วจะเกิด Hot Spot ขึ้นที่ตัวเซลล์ ที่ถูกบังเงานั้นอาจเกิดความเสียหายขึ้นได้

3. ควรเลือกสถานที่ติดตั้งที่ไม่แลดูน่าเกลียดและทำลายทัศนียภาพ

4. ควรเลือกสถานที่ที่มีฝุ่นละอองหรือเศษผงน้อย

5. ควรเลือกติดตั้งบริเวณที่ห่างไกลจากแหล่งที่มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) มาก เช่น ตั้งให้ห่างจากโรงงานที่ใช้การเผาถ่านหิน เป็นต้น

6. ควรตั้งอยู่ในระยะที่ใกล้กับศูนย์โหลดพอสมควร

7. ไม่ควรเป็นสถานที่ที่มีฟ้าผ่าบ่อย

8. ไม่ควรเป็นสถานที่ที่มีนกอาศัยอยู่หนาแน่น

9. ควรเป็นสถานที่ที่สามารถป้องกันลมที่พัดแรงได้

10. ควรเป็นสถานที่ที่มีพื้นฐานแข็งแรงในการยึดติดตั้งระบบ

เท่าที่กล่าวไปแล้วนั้นเป็นเพียงหลักเกณฑ์ใหญ่ ๆ ในทางปฏิบัติจริง ๆ แล้วจะต้องพิจารณาในรายละเอียดมากกว่านี้ ทั้งทางด้านอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เทคโนโลยี เช่น เงื่อนไขทางเศรษฐกิจ เงื่อนไขทางสังคม การยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ

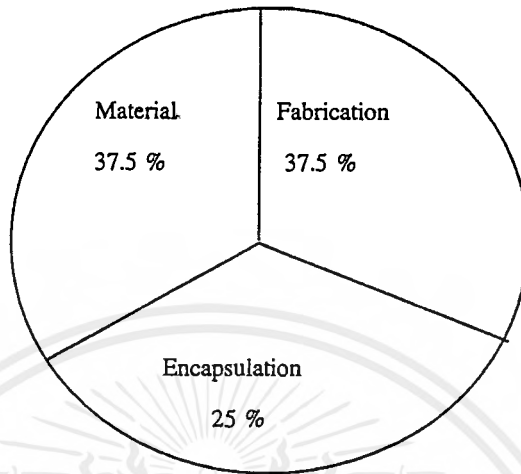
ราคาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

เมื่อนำเอาเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนที่เหมาะสมมาประกอบเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีลักษณะสมบัติทางไฟฟ้า ได้แก่ แรงดัน กระแสและกำลังไฟฟ้า ตามต้องการ ค่าใช้จ่ายในการทำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ ค่าวัสดุที่ใช้ทำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น กระจกแผ่นฉนวน ขั้วไฟฟ้า ฯลฯ ตลอดจนค่าแรงงาน และเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบแผน รวมถึงการคัดเซลล์ฯ ที่มีลักษณะสมบัติเหมือน ๆ กันและทดสอบเซลล์ฯ ทั้งก่อนและหลังการประกอบ จะทำให้ราคาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สูงขึ้นไปอีก ดังจะเห็นได้จากการแบ่งส่วนราคาที่เป็นค่าวัตถุดิบ การประดิษฐ์เซลล์ฯ และการประกอบเซลล์ฯ เป็นแผงในรูปแบบที่ 10.11

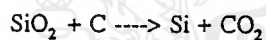
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 124

การแบ่งส่วนราคาของการประดิษฐ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์

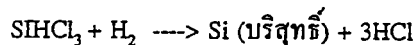


ตามขั้นตอนของการผลิตแล้ว ควรจะเริ่มต้นจากการนำวัตถุดิบมาประดิษฐ์ตัวเซลล์ แล้วจึงนำเซลล์ ไปประกอบเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อพร้อมที่จะนำไปใช้ในระบบโฟโตโวลตาอิก ตั้งแต่กระบวนการเตรียมวัสดุ ได้แก่ การนำทราย (SiO_2) มาหลอมเป็นซิลิกอน



และการนำซิลิกอนมาผ่านกระบวนการทางเคมี เพื่อให้ซิลิกอนมีความบริสุทธิ์สูง

ตลอดจนการนำซิลิกอนมาปลูกผลึก ตัดเป็นแว่น ฝนขัดและกัดด้วยน้ำยาเคมี ล้วนแล้วแต่เป็นกระบวนการผลิตที่ต้องลงทุนสูง โรงงานผลิตแว่นผลึกซิลิกอนต้องมีขนาดโตและลงทุนเป็นหน่วยของหลายหมื่นล้านบาท



ส่วนขั้นตอนการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์จากแว่นผลึกซิลิกอนก็ง่ายและลงทุนน้อย รองลงมาคือ ในหน่วยงานของหลายร้อยล้านบาท แต่ระดับเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิตค่อนข้างสูงมาก แต่ขั้นตอนการทำแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้น ดูเหมือนจะง่ายที่สุดและลงทุนน้อยที่สุด คือ หน่วยงานหลายสิบล้านบาท และไม่ต้องใช้ระดับเทคโนโลยีที่สูงนัก เมื่อพิจารณาถึงความสำคัญในเชิงราคาที่ได้แบ่งส่วนไว้ให้ดูในรูปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.11 แล้ว จะเห็นว่าการดำเนินการพัฒนาอุตสาหกรรมเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยควรเริ่มต้นจากการประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์และทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก่อน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ย้อนกลับของขั้นตอนการผลิตที่เป็นจริง

ราคาของระบบโฟโตโวลตาอิก

เมื่อเป็นระบบโฟโตโวลตาอิก นอกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แล้ว ยังมีองค์ประกอบส่วนอื่น ๆ อีกตามแต่ลักษณะการใช้งานและขนาดของโหลดที่จะมาต่อ แต่เมื่อพูดถึงระบบ โฟโตโวลตาอิกที่มีขนาด โตและใช้งานได้ทุกรูปแบบ จะประกอบด้วยองค์ประกอบใหญ่ ๆ 3 ส่วน คือ

1. ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าโฟโตโวลตาอิก จึงประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์
- โครงสร้างทางแมคนิกส์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- การต่อสายของแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- แบตเตอรี่สะสมพลังงาน
- ตัวแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ
- ตัวควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้า
- เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้วัดและเก็บข้อมูล

2. ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าเสริม เพื่อใช้งานเมื่อไม่มีแสงอาทิตย์ ได้แก่

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากก๊าซ
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานลม

3. ส่วนประกอบทางโครงสร้าง

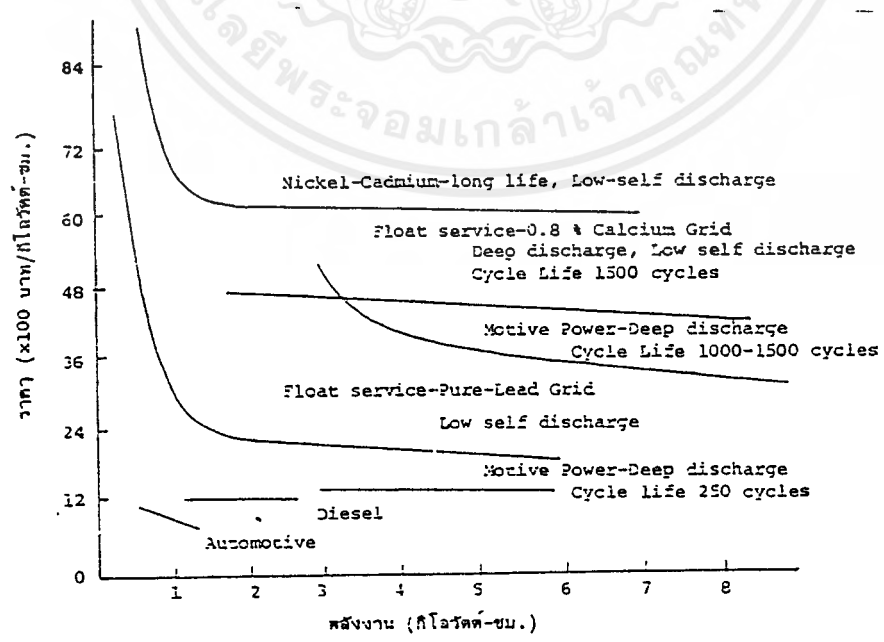
- คิวอาคาร
- รั้วล้อมบริเวณติดตั้ง
- เสาไฟแสงสว่าง
- สายล่อฟ้า
- อุปกรณ์ส่งกำลังไฟฟ้าต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโฟโต โวลตาอิกที่ง่ายที่สุด คือ มีแค่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อกับ โหลด โดยตรง ในกรณีนี้ ราคาของระบบฯ จึงเท่ากับราคาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แต่เมื่อต้องการใช้กำลังไฟฟ้าในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์ การมีแบตเตอรี่สะสมพลังงานจึงเป็นสิ่งจำเป็น เช่น การใช้งานกับแสงสว่างในเวลากลางคืน หรือการสื่อสารคมนาคมที่ทำได้ตลอดเวลา ราคาของระบบฯ จึงต้องเพิ่มส่วนที่เป็นแบตเตอรี่ ซึ่งมีขนาดตามแต่ปริมาณพลังงานที่ต้องการสะสม นอกจากนี้ หากโหลดต้องการไฟฟ้ากระแสสลับ ราคาของระบบก็แพงขึ้นอีก เพราะมีตัวแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับต่ออยู่ในระบบด้วย ระบบโฟโต โวลตาอิกจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้สูงก็จำเป็นต้องมีตัวควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้า และระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าเสริม ตลอดจนส่วนประกอบทางโครงสร้างอื่น ๆ ราคาของระบบดังกล่าว จึงต้องสูงเพิ่มไปอีกตามแต่จะออกแบบ ฉะนั้น ราคาของระบบ โฟโต โวลตาอิกจึงมีค่าแปรเปลี่ยนไปได้มาก ดังเหตุที่กล่าวมาข้างต้น

องค์ประกอบของระบบโฟโต โวลตาอิกที่จะทำให้ราคาของระบบโฟโต โวลตาอิกแปรเปลี่ยนได้มากที่สุด ได้แก่ แบตเตอรี่ซึ่งมีหลายชนิด แต่ที่มีใช้ในทางปฏิบัติมี 2 ชนิด ได้แก่ Lead Acid และ Nickel Cadmium โดยที่ชนิดแรกเป็นแบบที่มีราคาถูก หาซื้อใช้ได้ทั่วไป และมีแรงดันไฟฟ้า 2 โวลต์ต่อเซลล์ ส่วนชนิดหลังเป็นแบตเตอรี่แห้งน้ำหนักเบาแต่มีราคาแพง และมีแรงดันไฟฟ้า 1.2 โวลต์ต่อเซลล์ ราคาเปรียบเทียบของแบตเตอรี่ทั้งสองชนิดมีแสดงในรูปที่ 10.12

ภาพที่ 125
ราคาเปรียบเทียบของแบตเตอรี่ Lead Acid และ Nickel Cadmium



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมีน้อยมากเมื่อเทียบกับราคาทั้งหมดของระบบโฟโตโวลตาอิก แต่หากระบบโฟโตโวลตาอิกมีขนาดโตขึ้นเท่าไร ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งจะสูงขึ้น โดยเฉพาะการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้มั่นคงแข็งแรงเพื่อสามารถต้านแรงลมได้ ฐานยึดจะต้องแข็งแรงด้วย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการปรับพื้นที่บริเวณดังกล่าวให้อยู่ในสภาพที่แน่นพอ หรือเลือกบริเวณที่เป็นมุมลาดเอียงตามต้องการ เมื่อระบบหลายแถวแต่ละแถวจะมีระยะห่างกันอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันมิให้เกิดการบังเงาซึ่งกันและกัน จึงทำให้เนื้อที่ในการติดตั้งมากขึ้นกว่าการติดตั้งแบบเป็นแผงต่อเนื่องกันดังรูปที่ 10.13 แต่การติดตั้งแบบต่อเนื่องก็ยุ่งยากในด้านโครงสร้าง ทั้งปัญหาการต้านแรงลมและน้ำหนักทั้งหมดของแผง ฉะนั้น การตัดสินใจเลือกรูปแบบของการติดตั้งก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการติดตั้งด้วย

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

เมื่อติดตั้งระบบโฟโตโวลตาอิก เพื่อใช้งานแล้ว จะต้องดำเนินการบำรุงรักษาดังต่อไปนี้

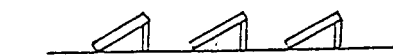
1. การทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
2. ตรวจสอบการต่อสายไฟฟ้าของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์
3. ตรวจสอบคุณภาพของแผงย่อย หากพบว่ามี การเสื่อมคุณภาพต้องสับเปลี่ยนทันที มิฉะนั้น

จะ

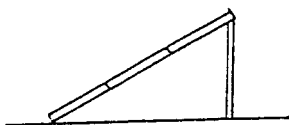
ทำให้ระบบทั้งหมดเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น

ภาพที่ 126

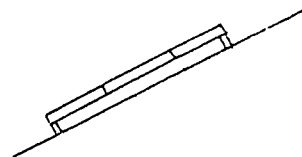
การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในลักษณะต่าง ๆ



(ก) การติดตั้งแบบหลายแถว



(ข) การติดตั้งแบบแผงตั้งเนื้อตั้ง



(ค) การติดตั้งบนที่ลาดเอียง

4. การตรวจรักษาบริเวณ โดยรอบมิให้เกิดเงาแก่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น ต้นไม้ใบหญ้าต่าง ๆ

5. การตรวจสภาพของแบตเตอรี่ที่ใช้ในการสะสมพลังงาน หากใช้แบตเตอรี่ชนิดพิเศษ ดัง

แสดง
ในรูปที่ 10.13 ก็จะช่วยรักษาน้อย แต่ถ้าใช้แบตเตอรี่ที่มีราคาถูก การบำรุงรักษาต้องกระทำอย่างสม่ำเสมอ เช่น การเติมน้ำมันกลั่น เป็นต้น

6. การตรวจสภาพเครื่องควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้า และตัวแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

7. การตรวจสภาพวงจรอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ และเครื่องมือวัดที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

8. การตรวจสภาพของแหล่งกำเนิดพลังไฟฟ้าเสริม ซึ่งอาจจะเป็นเครื่องดีเซล ก๊าซ หรือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยกังหันลม

ระดับการบำรุงรักษาจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของระบบฯ และความเชื่อถือของระบบฯ ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในด้านการบำรุงรักษาที่จะแปรเปลี่ยนตามความต้องการได้แล้วแต่กรณี เช่น การบำรุงรักษาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในหัวข้อ 1.4 อาจกระทำหลาย ๆ เดือนต่อครั้ง และต้องเตรียมงบประมาณส่วนหนึ่งไว้สำหรับเปลี่ยนแผงย่อยที่เสื่อมคุณภาพ โดยคาดการณ์ได้จากข้อมูลหลังจากการใช้ระบบฯ ไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง หรือประสบการณ์ที่ได้จากการติดตั้งระบบฯ ในที่อื่น ๆ ส่วนการบำรุงรักษาแบตเตอรี่ในหัวข้อที่ 5 นั้น ดูเหมือนจะต้องกระทำบ่อยกว่าอุปกรณ์อื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้กับแบตเตอรี่ Lead Acid แบบธรรมดา และต้องเตรียมงบประมาณจำนวนหนึ่งไว้สำหรับการเปลี่ยนแบตเตอรี่ที่เสื่อมคุณภาพเนื่องจากครบ Life Cycle ด้วยส่วนอุปกรณ์อื่น ๆ ในหัวข้อที่ 6 และหัวข้อที่ 7 นั้น ควรออกแบบให้อยู่ในตัวอาคารที่มีอุณหภูมิไม่สูงนัก การบำรุงรักษาจะไม่ยุ่งยากและประหยัด หากระบบฯ ต้องมีแหล่งกำเนิดพลังไฟฟ้าเสริมดังหัวข้อที่ 8 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่ต้องเพิ่มตาม แต่จะทำให้ความเชื่อถือของระบบโฟโตโวลตาอิกดีขึ้น

อายุใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์และระบบโฟโตโวลตาอิก

อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์และระบบโฟโตโวลตาอิกเป็นกรณีที่จะชี้ให้เห็นถึงความคุ้มทางเศรษฐกิจของการใช้งานอีกทางหนึ่ง เนื่องจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยวิธีนี้ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงใด ๆ นอกจากพลังงานจากแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานได้เปล่าและมีให้ใช้ชั่วนิรันดร์ ราคาทั้งหมดจึงขึ้นอยู่กับราคาอุปกรณ์และอายุการใช้งานของอุปกรณ์เท่านั้น

อายุใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ทำจากสารกึ่งตัวนำที่ผ่านกระบวนการสร้างห้วต่อที่เอ็นที่อุณหภูมิสูงมาก (1000°C) แต่เมื่อนำมาใช้งานในภาคสนาม จะมีอุณหภูมิใช้งานเพียง 30-35°C สำหรับความเข้มแสงปรกติหรือมีอุณหภูมิใช้งาน 80-150°C สำหรับความเข้มแสงสูง ดังนั้น เงื่อนไขของการใช้งานเช่นนี้จะไม่สามารถทำให้โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์เสียหายได้เลย สาเหตุที่จะทำให้เซลล์ฯ เสียหายจึงมีได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดจากสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้น ไอเคมี ที่มีอยู่ในบรรยากาศ ซึ่งอาจจะทำให้ขั้วโลหะของเซลล์ฯ เกิดการผุกร่อน ร่อนหัก หรือหลุดในที่สุด สาเหตุอีกประการหนึ่งได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางแมคานิกส์ เช่น การสั่นสะเทือน แรงกดที่เกิดจากแรงลม ซึ่งอาจทำให้เซลล์ฯ แตกหักได้ อายุใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ในทางอุดมคติจึงยาวนานมากจนวัดหาได้ยาก หากมีการออกแบบวิธีการห่อหุ้มตัวเซลล์ฯ อย่างสมบูรณ์แบบ มีการออกแบบติดตั้งตัวเซลล์ฯ อย่างถูกต้องและใช้ในงานในสภาพแวดล้อมที่แห้ง ปราศจากไอเคมี ไม่มีการสั่นสะเทือน หรือแรงกดจากแรงลม ฯลฯ ดังนั้น อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ จึงกำหนดได้จากวิธีการออกแบบและลักษณะการใช้งาน อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ ควรมีค่าเท่าไรจึงจะคุ้ม เป็นคำถามที่เราจะต้องหาคำตอบ

แนวความคิดหนึ่งที่จะใช้กำหนดอายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ ช่วงระยะเวลาจ่ายคืนพลังงาน (Energy Payback Periods) ซึ่งหมายถึง ระยะเวลาที่เซลล์แสงอาทิตย์จะสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ปริมาณที่เพียงพอกับพลังงานที่ต้องการใช้ในการสร้างเซลล์นั้น ได้มีการทดลองคำนวณระยะเวลาดังกล่าวของเซลล์ฯ ใช้ในโครงการอวกาศที่ผลิตโดยโรงงานผลิตขนาดเล็ก ผลการคำนวณพบว่าเซลล์ฯ จะมีอายุถึง 20 ปี จึงจะสามารถจ่ายคืนพลังงานที่ใช้ในการสร้างตัวเซลล์เอง แต่จากการพัฒนาเทคนิคการสร้างเซลล์ฯ ให้มีการใช้พลังงานที่ประหยัดขึ้น และเป็นการผลิตแบบจำนวนมาก ช่วงระยะเวลาจ่ายคืนพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบันลดลงเหลือเพียง 4 ปี และคาดว่าเทคนิคการผลิตเซลล์ฯ ในปี ค.ศ. 1986 จะทำให้ช่วงระยะเวลาดังกล่าวสั้นลงไปอีก คือ เหลือเพียงไม่กี่เดือน จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิต Poly-silicon ของบริษัทซีเมนซึ่งเป็นกระบวนการการผลิตที่ประหยัดพลังงานเป็นอย่างมาก ในปัจจุบันจะลดช่วงระยะเวลาจ่ายคืนพลังงานเหลือเพียงระหว่าง 1-1 1/2 ปีเท่านั้น

เมื่อพิจารณาจากตัวเลขของช่วงระยะเวลาจ่ายคืนพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์จึงพอจะทำให้ผู้ออกแบบการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์สามารถกำหนดอายุการใช้งานที่จะทำให้คุ้มทุนได้ว่าควรมีค่าเท่าไรได้

อายุใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

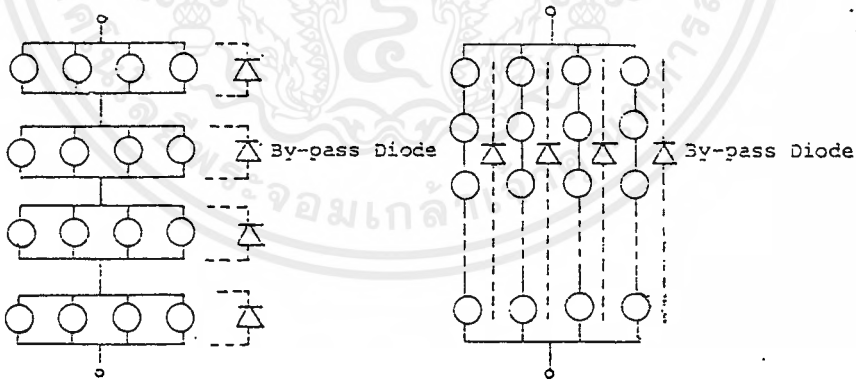
เมื่อนำเอาเซลล์ มาประกอบเป็นแผงเพื่อให้ได้ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งาน การออกแบบลักษณะการต่อเซลล์ฯ ว่าควรจะเป็นแบบอนุกรมหรือขนาน หรือผสมกันจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วย เพราะการต่อในลักษณะที่ต่างกันนี้จะสามารถป้องกันข้อผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของวงจรไฟฟ้าของแผงเซลล์ฯ ได้แตกต่างกัน เช่น รูปที่ 10.14 (ก) เป็นการต่อเซลล์ฯ แบบขนานกันก่อนเพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าที่ต้องการภายหลัง ส่วนรูปที่ 10.14 (ข) เป็นการต่อเซลล์ฯ แบบอนุกรมกันก่อน แล้วจึงนำมาต่อขนาน ซึ่งจะทำให้กระแสและแรงดันไฟฟ้าเท่ากันกับการต่อแบบแรก แต่หากเกิดเงื่อนไขผิดปกติในแผงเซลล์ฯ แสงอาทิตย์ขึ้น เช่น เซลล์ฯ ตัวหนึ่งเกิดลัดวงจรขึ้น ถ้าเป็นการต่อแบบขนานอนุกรม กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์ฯ ที่เหลือทั้งหมดจะป้อนแก่เซลล์ฯ ตัวนั้น ทำให้เกิดผลเสียหายมากกว่าการต่อแบบอนุกรม-ขนาน อายุการใช้งานของแผงเซลล์ฯ ที่ต่อแบบขนาน-อนุกรมก็จะสั้นกว่าแบบอนุกรม-ขนาน แต่ถ้าเงื่อนไขผิดปกติในเซลล์ฯ แสงอาทิตย์ ได้แก่ การมีเซลล์ฯ ตัวหนึ่งเกิดเป็นวงจรเปิด การต่อแบบขนาน-อนุกรมจะได้รับผลเสียหายจากข้อผิดพลาดนี้ น้อยกว่าแบบอนุกรมขนานเพราะมีเพียงกำลังไฟฟ้าของเซลล์ฯ ในแถวที่มีเซลล์ฯ วงจรเปิดสูญเสียไปเท่านั้น

ภาพที่ 127

การต่อแผงเซลล์ฯ แสงอาทิตย์แบบต่าง ๆ ที่ให้ผลต่ออายุการใช้งานที่แตกต่างกัน

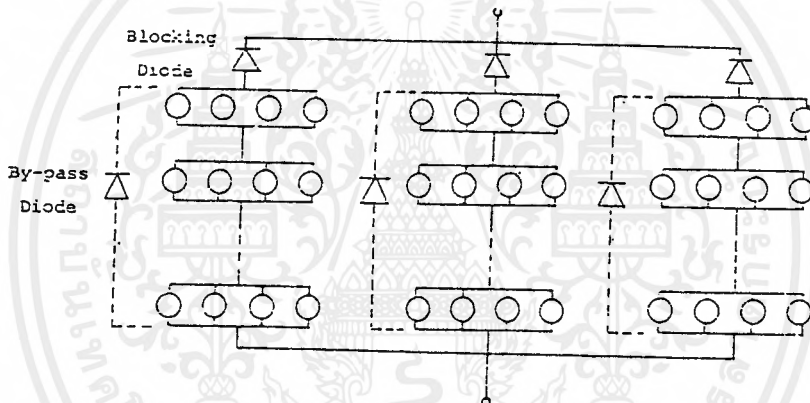


เมื่อนำแผงเซลล์ฯ แสงอาทิตย์ที่ต่อกันในลักษณะที่เหมาะสมไปใช้งาน จะต้องติดตั้งในสถานที่ที่จะไม่เกิดเงาได้ง่าย เพราะการเกิดเงาบนตัวเซลล์ฯ จะมีผลกระทบต่อการทำงานของแผงเซลล์ฯ แสงอาทิตย์ ทำให้เกิดจุดร้อน (Hot Spot) ขึ้นในแผงเซลล์ฯ เนื่องจากการป้อนกลับของกำลังไฟฟ้าของเซลล์ฯ แสงอาทิตย์ และเป็นสาเหตุให้เกิดการร้อนไหม้ของเซลล์ฯ ที่ถูกบังเงานั้นได้ ดังนั้น การใช้ By-pass Diode ต่อคร่อมตัวเซลล์ฯ จะช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจาก Hot Spot นี้ได้ โดยการยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไดโอดดังกล่าวแทนการไหลผ่านตัวเซลล์ฯ ที่ถูกบังเงานั้น

การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสม ดังรูปที่ 10.15 จึงเป็นแบบ Optimum ที่สุดในการป้องกันข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดจากการบังเงา (Shading) เซลล์ฯ ลัดวงจร (Short Circuited Cell) เซลล์ฯ ที่มีลักษณะสมบัติกระแส-แรงดันไม่เท่ากัน การได้รับแสงสว่างบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีความเข้าไม่สม่ำเสมอ ฯลฯ การต่อเซลล์ฯ แบบนี้ยังช่วยลดจำนวน By-pass Diode ที่ใช้ให้น้อยที่สุด และเป็นแบบที่ให้ความเชื่อถือได้สูงที่สุด

ภาพที่ 128

การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมที่จะป้องกันข้อผิดพลาดต่าง ๆ ได้ดีและประหยัด เพราะใช้จำนวน By-pass Diode และ Blocking Diode ที่เหมาะสม



เพื่อป้องกันความเสียหายทางด้านไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการบังเงา จึงมักมีการออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็น โมดูลย่อย ๆ แยกเป็นอิสระจากกัน โดยมี Blocking Diode ต่อไว้แต่ละชุดด้วย การออกแบบขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เป็น โมดูลย่อยเหล่านี้จึงควรมีมาตรฐานที่ดี เพื่อกำหนดจำนวนการใช้ไดโอดทั้งที่เป็น By-pass Diode และ Blocking Diode ซึ่งจะเป็นค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วย

บทสรุป

เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบขึ้นจากพื้นฐานทางด้านวัสดุ เทคนิคการผลิตด้านสารกึ่งตัวนำ พื้นความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิกให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน โดยคำนึงถึงความคุ้มทางเศรษฐกิจ ประสิทธิภาพ และความเชื่อถือในการใช้งาน ฯลฯ ดังนั้นเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นความรู้ที่ผสมผสานระหว่างวิทยาศาสตร์ประยุกต์และวิศวกรรมศาสตร์ การศึกษาเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์อย่างมีระบบและเป็นขั้นตอนจะช่วยให้สามารถเข้าใจเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างลึกซึ้ง และจะสามารถมีเทคโนโลยีเป็นของตนเองได้ในที่สุด

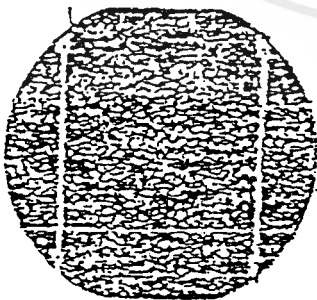
เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิกอนเป็นชนิดที่ได้รับการพัฒนามายาวนานที่สุดจนถึงปัจจุบัน และคาดว่าซิลิกอนยังคงเป็นวัสดุที่จะใช้ในการทำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการประยุกต์ใช้งานต่อไป เพราะเป็นธาตุที่มีมากที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง จึงมีราคาถูกที่สุด และเป็นสารที่ได้รับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องมากที่สุด เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่ใช้ทำสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ด้วย แต่รูปแบบของซิลิกอนที่จะนำมาใช้เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ได้เปลี่ยนรูปโฉมไปมาก จากซิลิกอนที่อยู่ในรูปของผลึกเดี่ยวมาเป็นผลึกย่อยหลาย ๆ ผลึก หรืออมอฟสซิลิกอน ทำให้ใช้เนื้อวัสดุน้อยลง มีกรรมวิธีการผลิตที่ง่ายและผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ ด้วยคุณภาพที่ควบคุมได้สะดวกขึ้น ส่วนวัสดุชนิดอื่น ๆ เช่น สารประกอบกึ่งตัวนำ เช่น แกลเลียมอาเซนไนด์ แคดเมียมซัลไฟด์ อินเดียมฟอสไฟด์ ฯลฯ ก็อาจมีอนาคตที่จะนำมาใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีคุณภาพดี ประสิทธิภาพสูง เพื่อใช้กับงานเฉพาะบางอย่าง เช่น โครงการอวกาศ การใช้งานกับแสงความเข้มสูง ฯลฯ ได้ด้วย

การพัฒนาเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละประเทศควรจะมุ่งเจาะลึกในแนวทางที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อม ทรัพยากรที่มีอยู่ ตลอดจนระดับความเจริญของเทคโนโลยีของประเทศในขณะนั้น สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์มากที่สุด เพราะมีประวัติและประสบการณ์ค้นคว้าวิจัยทางด้านนี้ยาวนานที่สุดควบคู่ไปกับความเจริญทางด้านอวกาศ เมื่อเกิดวิกฤติการณ์พลังงานในปี ค.ศ. 1973 แนวทางการประยุกต์ของเซลล์แสงอาทิตย์จึงเริ่มเปลี่ยนเบนมาเป็นการใช้งานบนพื้นโลก และเกิดการแข่งขันเพื่อเป็นผู้นำทางด้านเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์กันระหว่างประเทศที่มีพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีที่ดีเช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และหลาย ๆ ประเทศในยุโรป หากทุก ๆ ประเทศก้าวตามขั้นตอนการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ของสหรัฐอเมริกาแล้ว คงจะเอาชนะได้ยากเนื่องจากมีประสบการณ์ดีกว่า ตัวอย่างเช่น การเลือกพัฒนาเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมได้แก่ ญี่ปุ่น ซึ่งเลือกพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอมอฟสซิลิกอน ซึ่งเป็นการใช้เนื้อวัสดุแบบฟิล์มบาง จึงมีราคาถูก ถึงแม้ประสิทธิภาพการแปรพลังงานของเซลล์

ชนิดนี้จะสูงเพียง 5-7% เท่านั้นก็ตาม แต่กำลังไฟฟ้าที่เซลล์ชนิดนี้ผลิตได้ก็เพียงพอสำหรับใช้เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแก่เครื่องคิดเลขขนาดเล็ก และนาฬิกาข้อมือแบบตัวเลขที่ญี่ปุ่นครองตลาดโลกอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้น การพัฒนาเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์แบบอมอฟสซิลิกอนจึงเหมาะสมกับญี่ปุ่นมาก และทำให้ญี่ปุ่นสามารถเอาชนะประเทศที่มีเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์สูงกว่าได้ในที่สุด ด้วยปรัชญาของการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมดังกล่าว ผู้เขียนจึงได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับการเลือกพัฒนาเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ซึ่งอาจจะเป็นทางที่จะทำให้ประเทศไทยเกิดเป็นอิสระทางด้านวิชาการ และสามารถมีเทคโนโลยีตลอดจนความคิดริเริ่มเป็นของตนเองได้ในที่สุด เช่น ความพยายามที่จะประยุกต์ใช้เทคนิคและสารประกอบของซิลิกอนในการทำเซลล์แสงอาทิตย์ ตลอดจนการนำเอาเลเซอร์มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมทางด้านประยุกต์ใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย สภาพเศรษฐกิจ สังคม การเมืองและระดับเทคโนโลยีในขณะนั้น ๆ เป็นเงื่อนไขที่ควรหยิบมาเป็นปัจจัยในการตัดสินใจเพื่อเรียงลำดับความสำคัญ เช่น ขณะนี้ประเทศไทยกำลังพัฒนาแหล่งทรัพยากรพลังงานใหม่ได้แก่ก๊าซธรรมชาติ การประยุกต์ใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อป้องกันการฟุกร้อนของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ จึงเป็นตัวอย่างหนึ่งที่สมควรพิจารณาเป็นอย่างดี การศึกษาระบบโฟโตโวลตาอิกที่มีองค์ประกอบอื่น ๆ นอกเหนือจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น แบตเตอรี่ที่ใช้สะสมพลังงาน ตัวเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ วงจรควบคุมและสวิทซ์ต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งที่ต้องเรียนรู้รายละเอียดและสามารถออกแบบให้ระบบฯ ทำานได้ตามต้องการและเหมาะสมกับโหลดประสพการณ์ต่าง ๆ ที่ได้จากตัวอย่างของระบบโฟโตโวลตาอิกที่ติดตั้งใช้งานแล้วในส่วนต่าง ๆ ทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย จะเป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานที่ดีสำหรับการออกแบบและติดตั้งระบบโฟโตโวลตาอิกที่จะเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอนในอนาคต

ภาพที่ 120
เซลล์แสงอาทิตย์



(ก)



(ข)

คุณสมบัติของเซลล์ในงานการค้า

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตออกมาขายส่วนใหญ่เป็นแบบแผ่น นสลิกรูปเดี่ยว (แผ่นกลม) และแผ่นผลิตหลายรูปของซิลิกอน (แผ่นสี่เหลี่ยม) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงพอที่จะนำไปใช้งานได้ โดยทั่ว ๆ ไป เซลล์ที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม เพื่อการค้าขายนั้น จะมีประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 10.12% ผู้ที่จะซื้อแผงเซลล์ไปใช้งานนั้น ควรจะรู้ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับแผงเซลล์นั้นด้วย เพื่อที่จะได้นำไปใช้งานได้ถูกต้อง ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับแผงเซลล์นี้จะอยู่ในแผ่นแสดงคุณสมบัติ (SPECIFICATION SHEETS) ซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะของแต่ละคนโรงงานที่ผลิตเซลล์ออกมา

ในแผ่นแสดงคุณสมบัตินั้น โดยทั่ว ๆ ไปจะต้องมีข้อมูลที่แสดงให้เห็นผู้ซื้อได้ทราบถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ทางไฟฟ้าและคุณสมบัติบางประการทางแมคคานิก เพื่อผู้ซื้อจะได้เลือกซื้อเพื่อนำไปใช้งานได้ตรงตามความต้องการ คุณสมบัติต่าง ๆ ของแผงเซลล์ในแผ่นแสดงคุณสมบัติน้อยจะต้องประกอบไปด้วยกราฟคุณสมบัติระหว่างกระแสและแรงดัน ไฟฟ้าของแผงเซลล์ฯ เมื่อได้รับแสงที่ความ

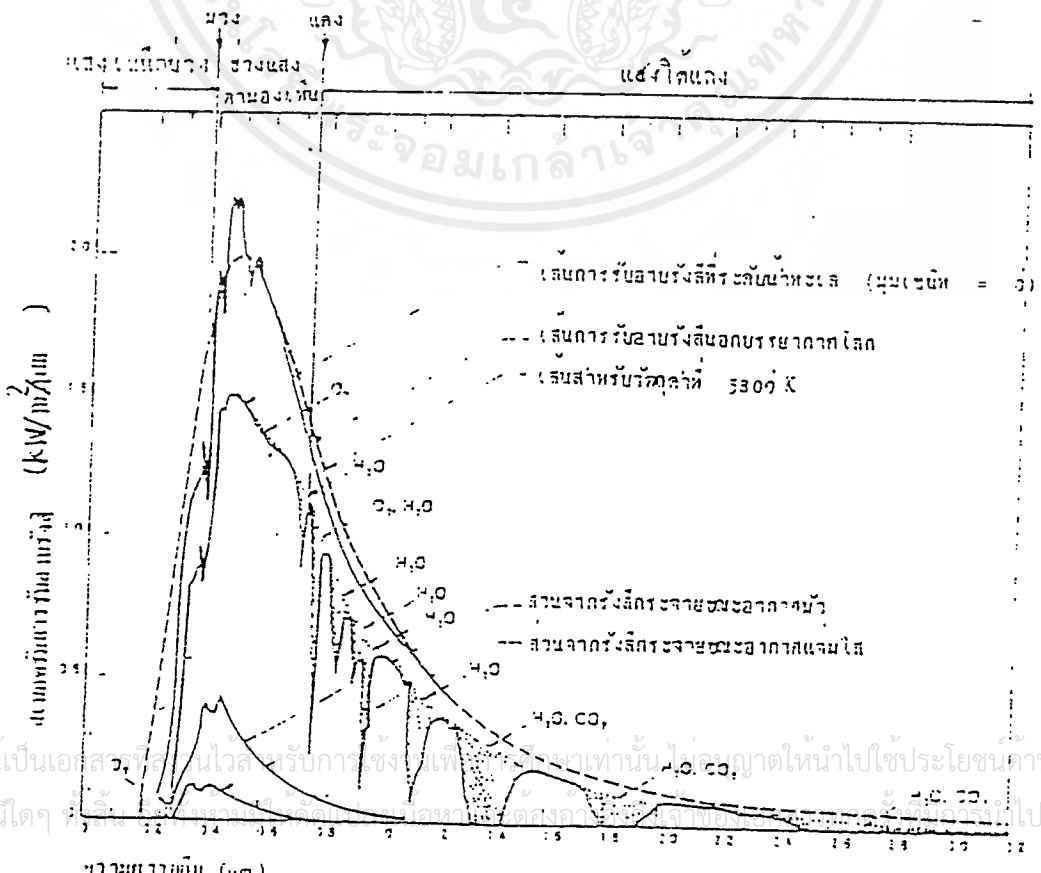
ผลกระทบของบรรยากาศโลกต่อการแผ่รังสีแสงอาทิตย์

บรรยากาศกับการดูดกลืนพลังงานการแผ่รังสี

รังสีแสงอาทิตย์เมื่อผ่านชั้นบรรยากาศโลกจะถูกดูดกลืน เนื่องจากองค์ประกอบต่าง ๆ จากกราฟสเปกตรัมสุริยะในบรรยากาศโลกรูป 2.2 จะเห็นว่าความเข้มแสงอาทิตย์ลดลงมีบางช่วงคลื่น ดังนี้

แผนภูมิที่ 4

สเปกตรัมสุริยะนอกชั้นบรรยากาศและที่ระดับพื้นดิน



1. ช่วงอุลตราไวโอเล็ต (ULTRAVIOLET) ความยาวคลื่นต่ำกว่า 0.3 m พลังงานของแสงจะถูกดูดกลืนโดย O₂, N₂, O₂ ในชั้นไอโอโนสเฟียร์ (IONOSPHERE) โดยเฉพาะ O₂ สามารถดูดกลืนรังสีอุลตราไวโอเล็ตได้มาก ทำให้แสงที่ตกกระทบผิวโลกเกือบจะไม่มีพลังงานแสง ในช่วงอุลตราไวโอเล็ตเหลืออยู่

2. ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นได้ (VISIBLE) ความยาวคลื่น 0.4 ถึง 0.75 m แสงถูกดูดกลืนด้วยโมเลกุลของ O₂, O₃ และน้ำบางส่วน

3. ช่วงรังสีอินฟราเรดความยาวคลื่นมากกว่า 0.8 m แสงถูกดูดกลืนโดยโมเลกุลของน้ำและ CO₂ การดูดกลืนนี้อยู่ในชั้นบรรยากาศใกล้ผิวโลกและทำให้เกิดความร้อนขึ้นในชั้นบรรยากาศ

ในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 8.0-12.0 m บรรยากาศจะโปร่งแสงเรียกช่วงนี้ว่า หน้าต่างของบรรยากาศ (atmospheric window) ที่ความยาวคลื่นสูงกว่านี้แสงอาทิตย์จะถูกดูดกลืนโดยน้ำและ CO₂ เกือบหมด

นอกจากนี้แสงยังถูกสะท้อนและกระเจิง (scattering) โดยฝุ่นละอองในอากาศ คิวบิกและก้อนเมฆพวกที่มีขนาดโมเลกุลใกล้เคียงหรือโตกว่าความยาวคลื่นการกระเจิงโดยโมเลกุลอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นรังสีเป็นไปตามทฤษฎีของราเลห์ (RAYLEIGH)

รังสีตรงและรังสีกระจาย

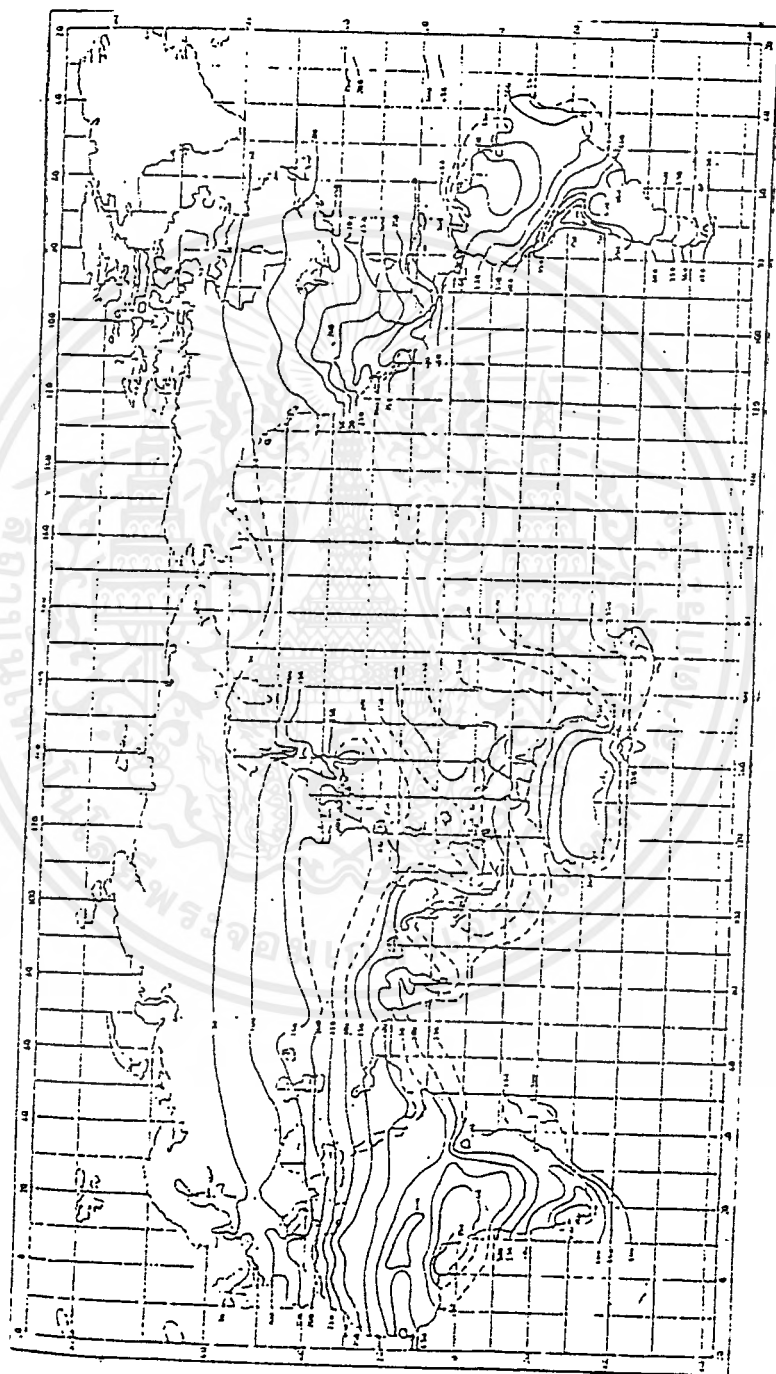
ผลกระทบของบรรยากาศที่มีต่อการแผ่รังสีแสงอาทิตย์ มายังโลกทำให้รังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบผิวโลกประกอบด้วยรังสี 2 ส่วน คือ

1. รังสีตรง (BEAM OR DIRECT RADIATION) รังสีส่วนนี้เป็นรังสีที่พื้นโลกได้รับโดยตรงจากดวงอาทิตย์มีทิศทางแน่นอน ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนมุมตกกระทบบนพื้นที่ต่าง ๆ บนโลกไปตามเวลาที่ความ บางครั้งเรียกรังสีตรงว่าเป็นรังสีช่วงคลื่นสั้น รังสีตรงเหมาะกับการใช้งานสำหรับอุปกรณ์รวมแสง

2. รังสีกระจาย (DIFFUSE OR SCATTERING RADIATION) ส่วนนี้ได้จากการสะท้อนและการกระเจิงของรังสีแสงอาทิตย์ เมื่อผ่านชั้นบรรยากาศ บางครั้งเรียกรังสีส่วนนี้ว่ารังสีช่วงคลื่นยาว ผลรวมของรังสีตรงและรังสีกระจายเรียกว่ารังสีรวม (TOTAL OR GLOBAL RADIATION) เวลาอากาศโปร่งจะมีส่วนของรังสีกระจายเพียง 5 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ และจะมีค่าสูงขึ้น เมื่อมีเมฆบังแสงอาทิตย์ การกระจายของค่ารังสีรวมเฉลี่ยรายวัน ณ บริเวณส่วนต่าง ๆ ของโลกที่เวลาต่าง ๆ แสดงในรูป 5.2, 5.3, 5.4 และ 5.5 (หน่วยเป็น LANGLEYS PER DAYS; 1 LANGLEY = 0.0116 kwh/m²)

ภาพที่ 130

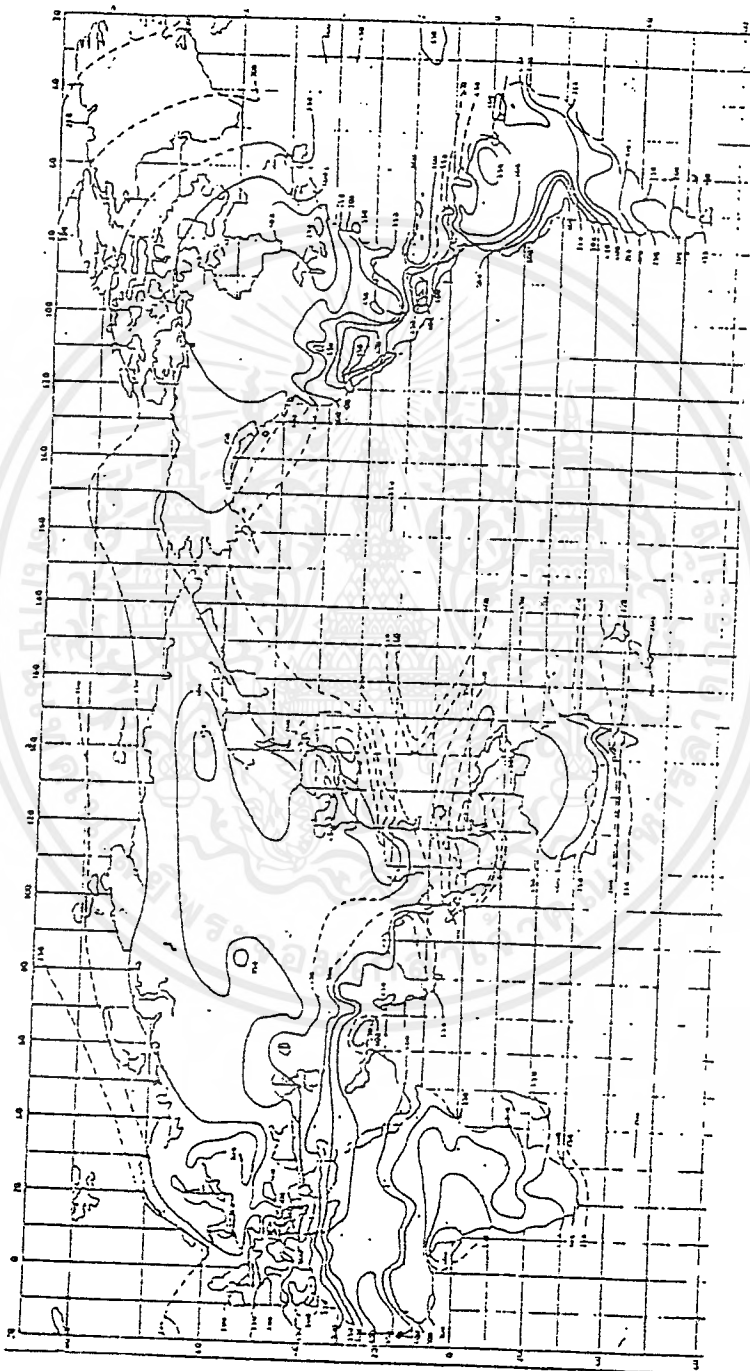
ค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนมกราคม (หน่วย LANGLEYS)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 131

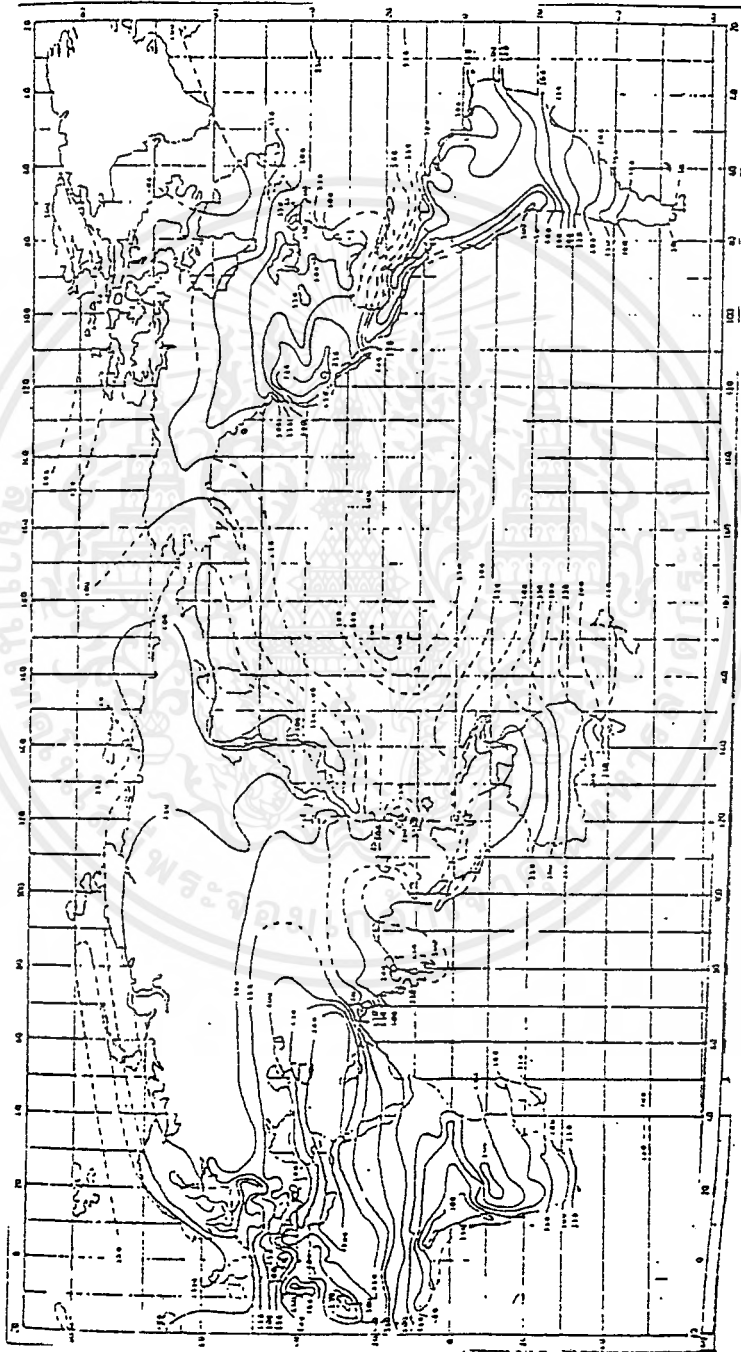
การรายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนเมษายน (หน่วย LANGLEYS)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 132

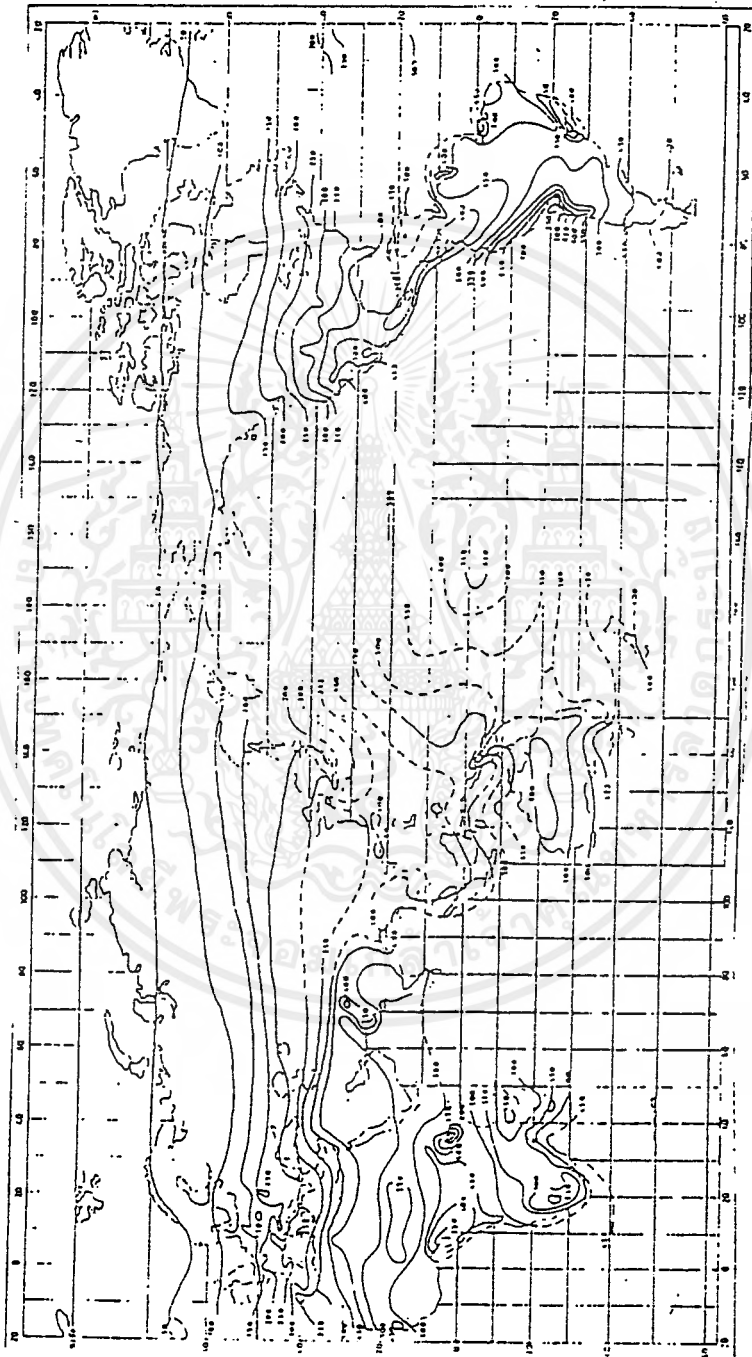
ค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนกรกฎาคม (หน่วย LANGLEYS)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 183

ค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนตุลาคม (หน่วย LANGLEYS)



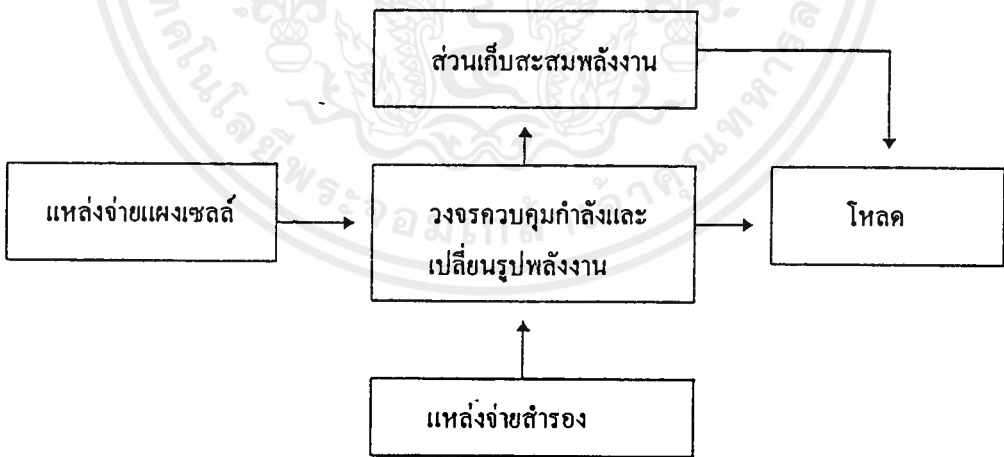
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ร่วมในระดับเซลล์แสงอาทิตย์

พลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในลักษณะที่ต่อเป็นระบบก่อนที่จะแจกจ่ายให้กับโหลด มักจะผ่านขบวนการและอุปกรณ์ร่วมต่าง ๆ เพื่อจัดรูปแบบของพลังงานให้เหมาะสม และมีการเก็บพลังงานบางส่วนสะสมเอาไว้ เพื่อที่จะจ่ายให้กับโหลดในภาวะที่เซลล์ไม่สามารถจะจ่ายพลังงานไว้ (หรือไม่ได้รับแสง) การสะสมพลังงานสำหรับระบบของเซลล์แสงอาทิตย์นั้น มีหลายรูปแบบแล้วแต่ขนาดของระบบ โดยทั่ว ๆ ไปแล้วไม่ว่าระบบขนาดเล็กขนาดกลางและขนาดใหญ่ มักจะใช้แบตเตอรี่ในการสะสมพลังงาน เพราะมีข้อดีและข้อได้เปรียบหลาย ๆ อย่าง ดังจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป อนึ่งเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่ากระแสและแรงดันจะได้กล่าวในการสะสมพลังงาน เพราะมีข้อดีและข้อได้เปรียบหลาย ๆ อย่างดังจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป อนึ่งเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่ากระแสและแรงดันจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้น จะอยู่ในลักษณะของกระแสตรง โหลดโดยทั่วไปใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับไม่สามารถจะนำมาใช้งานร่วมกันได้ อุปกรณ์ร่วมอีกอย่างหนึ่งที่มักจะจำเป็นเสมอในระบบของเซลล์แสงอาทิตย์ก็คือ อุปกรณ์เปลี่ยนกระแสไฟตรงเป็นกระแสไฟสลับ อินเวอร์เตอร์ (INVERTER) รูปที่ 2.3 จะแสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบจ่ายพลังงาน ซึ่งใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นหลัก

แผนภูมิที่ 5

ระบบการจ่ายและสะสมพลังงานโดยใช้ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นแหล่งจ่ายพลังงานหลัก



ในบทนี้จะได้กล่าวในรายละเอียดของอุปกรณ์ร่วมในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งจะเน้นในลักษณะของระบบที่ทำหน้าที่ในการจ่ายพลังงานกับโหลดอย่างเดี่ยว (STAND ALONE UNIT) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ ส่วนเก็บสะสมพลังงาน, วงจรเรกกูเลเตอร์, และอินเวอร์เตอร์ เป็นต้น

ส่วนเก็บพลังงานสะสม

จากบทต้น ๆ เราทราบกันเป็นอย่างดีแล้วว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะจ่ายพลังงานได้ก็เฉพาะเมื่อได้รับแสงเท่านั้น ซึ่งก็หมายความว่า ถ้าหากไม่มีส่วนเก็บพลังงานสำรองเอาไว้ใช้แล้วเวลากลางคืนหรือวันที่ฝนตก เราก็ไม่สามารถที่จะใช้พลังงานได้ รูปแบบของการเก็บสะสมพลังงานนั้นมีมากมายหลายวิธีการ แต่วิธีที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบันนี้สำหรับระบบที่ไม่เกิน 500 ก็คือการใช้แบตเตอรี่ในการเก็บสะสมพลังงานในช่วงกลางวัน แบตเตอรี่จะถูกประจุ (ชาร์จ) ด้วยกระแสและแรงดันจากเซลล์แสงอาทิตย์ และเมื่อเซลล์ไม่สามารถที่จะจ่ายพลังงานได้ แบตเตอรี่ก็จะจ่ายพลังงานออกมาแทน

แบตเตอรี่

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้าจากปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งหน่วยย่อยของแบตเตอรี่จะเรียกว่า เซลล์เหมือนกัน การต่อเพื่อให้ได้กระแสและแรงดันที่สูงขึ้น ก็จะต้องมีการต่อเซลล์ในรูปแบบของการขนานหรืออนุกรมกัน ซึ่งปกติจะเป็น 12 โวลต์ หรือ 24 โวลต์และบางระบบอาจจะถึง 250 โวลต์ เป็นต้น การจำแนกเซลล์อาจแบ่งออกเป็นเซลล์ปฐมภูมิ (แบบที่ใช้แล้วไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก) และแบบทุติยภูมิ (สามารถที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยการชาร์จใหม่)

โครงสร้างของแบตเตอรี่

เซลล์แต่ละเซลล์ จะมี 3 ส่วนที่สำคัญคือ ขั้วบวก, ขั้วลบ และสารละลายนำไฟฟ้า (ELECTROLYTE) ซึ่งอาจจะเป็นของเหลวหรือครีมก็ได้ ขั้วไฟฟ้าจะเป็นลักษณะของเพลทโลหะแยกจากกัน กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วหนึ่งผ่านสารละลายไปสู่อีกขั้วหนึ่งและผ่านโหลด และไหลกลับเข้าสู่แบตเตอรี่จึงครบวงจร ปกติแล้วในการระบุกำลังเอาต์พุตของแบตเตอรี่จะระบุในหน่วยของค่าคงที่กระแสเวลา (A.h) ซึ่งมักจะใช้ฐานปกติ คือ 8 ชั่วโมง เช่นแบตเตอรี่ขนาด 160 A.h ก็หมายความว่า สามารถจะจ่ายกระแสได้ 20 แอมป์แปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง เสมอไปก็ได้ ในการประจุแบตเตอรี่หรือชาร์จแบตเตอรี่นั้น จะทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับกับในขณะที่แบตเตอรี่จ่ายพลังงาน ซึ่งทำโดยการป้อนไฟฟ้าเข้าที่ขั้วและปล่อยกระแสเข้าไป พลังงานก็จะไปสะสมอยู่ในลักษณะของสารเคมีใหม่ ในทางทฤษฎีแล้วประจุที่เข้าไปสะสมถ้าหากไม่ได้รับการใช้งานก็ไม่ควรจะหายไปไหน แต่ในความเป็นจริงแล้ว แบตเตอรี่จะจ่ายประจุออกมาได้ เรียกว่า “SELF DISCHARGE” ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของแบตเตอรี่และสภาพแวดล้อม



แบตเตอรี่ซึ่งใช้กรด

สารละลายในแบตเตอรี่นั้น จะต้องสามารถที่จะแตกตัวเป็นประจุได้ (เพื่อเป็นกระแส) ซึ่งในทางปฏิบัติก็คือกรด (ACID) หรือด่าง (ALKALINE) พวกที่ใช้กรดจะมีเพลาหรือขั้วไฟฟ้า เป็นตะกั่วเสมอ แต่เนื่องจากตะกั่วเป็นโลหะที่อ่อน ตะกั่วอัลลอยจึงได้มีการพัฒนาขึ้น เช่น การใช้ตะกั่ว 94% และพลวง 6% หรือในปี 1930 ได้มีการพัฒนาโดยใช้ตะกั่วและแคดเมียม 0.05% ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้จะต้องใช้สารละลายเจือจางของกรดซัลฟูริกเป็นอิเล็กโตรไลต์ แต่เนื่องจากการใช้ตะกั่ว-พลวง เป็นขั้วไฟฟ้านั้น ทำให้แบตเตอรี่มีการสูญเสียโดยธรรมชาติ (SELF DISCHARGE) ที่สูงกว่าการใช้งานจึงจำเป็นต้องมีการชาร์จเพิ่ม (EQUALIZATION) อย่างสม่ำเสมอ

แบตเตอรี่ซึ่งใช้ด่าง

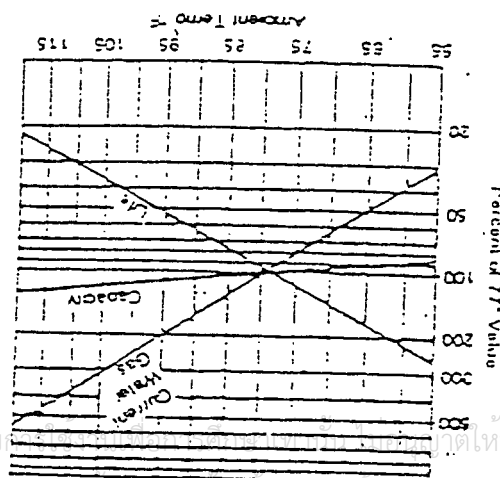
แบตเตอรี่ซึ่งใช้ด่างนั้น ที่พบเห็นกันบ่อยที่สุดคือ นิกเกิล-แคดเมียม ซึ่งใช้เพลาที่นิกเกิลและแคดเมียม ส่วนอิเล็กโตรไลต์ที่ใช้คือ แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์

ข้อพิจารณาในการใช้งานแบตเตอรี่

ข้อพิจารณาอันดับแรกในการใช้งานแบตเตอรี่ก็คืออุณหภูมิ เพราะอุณหภูมิมีผลโดยตรงกับความหนืดของอิเล็กโตรไลต์ที่ใช้ ซึ่งการกำหนดอุณหภูมิใช้งานของแบตเตอรี่จะใช้หลักการเฉลี่ย 24 ชั่วโมง รูปที่ 2.4 จะแสดงคุณสมบัติแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-แคดเมียมกับอุณหภูมิที่ใช้งาน โดยถือว่าที่อุณหภูมิ 77°F (25°C) คุณสมบัติต่าง ๆ เป็น 100% จะเห็นว่าถ้าหากอุณหภูมิที่ใช้งานสูงขึ้น กระแสในการชาร์จ, ปริมาณแก๊ส, และการเติมน้ำจะต้องเพิ่มขึ้นในขณะที่อายุการใช้งานของแบตเตอรี่จะต่ำลง

แผนภูมิที่ 6

ผลของอุณหภูมิในการใช้งานแบตเตอรี่



คุณสมบัติในการจ่ายกระแสของแบตเตอรี่

คุณลักษณะที่สำคัญประการหนึ่งของแบตเตอรี่ก็คือ ปริมาณกระแสที่จะจ่ายออกมาได้ ซึ่งกำหนดได้โดยแรงดันแรกเริ่มและแรงดันสุดท้าย (ซึ่งถือว่าเป็นแรงดันต่ำที่สุดที่ยอมรับได้ในขณะที่เซลล์ยังคงจ่ายกระแสอยู่) โดยเฉลี่ยทั่วไปแล้ว แรงดันแรกเริ่มจะมีค่าประมาณ 2.0 และ 1.2 โวลต์/เซลล์สำหรับลิธ-แอซิดและนิเกิล แคดเมียม ส่วนแรงดันสุดท้ายนั้นจะยอมรับให้มีค่าประมาณ 1.75 และ 1.0 โวลต์/เซลล์ของแบตเตอรี่แต่ละชนิดตามลำดับ

อัตราในการจ่ายกระแส

ดังที่ได้กล่าวไปบ้างแล้วในตอนต้น ความจุของแบตเตอรี่นั้นจะบอกหน่วยของ Ah (แอมป์-ชั่วโมง) โดยใช้ฐาน 8 ชั่วโมงเป็นหลัก ซึ่งถ้าหากว่าไม่ทราบว่าจะใช้ฐานอะไรเป็นหลักแล้ว การรู้ความจุของแบตเตอรี่ก็ดูเหมือนจะไม่มีประโยชน์อะไรเท่าไรเลย ค่าอีกค่าหนึ่งที่มีมักจะใช้อยู่ในวงการแบตเตอรี่ก็คือ "C RATE" หรือ 15 แอมป์/ชั่วโมง นั่นก็คือคือ 1C หรือถ้าจ่ายให้ 30 แอมป์ ก็หมายถึง 2C เป็นต้น อีกประการหนึ่งตัวเลข 120 A.h ที่กล่าวไปแล้วนั้น เป็นความจุของแบตเตอรี่ เมื่อให้จ่ายกระแสตาม 8 ชั่วโมง ถ้าหากว่าการให้แบตเตอรี่จ่ายพลังงานให้หมดในเวลาอย่างรวดเร็วเท่าไร ความจุของแบตเตอรี่ก็จะยิ่งลดลงมากขึ้น ซึ่งตารางที่ 10.1 จะแสดงถึงผลดังกล่าวนี้

ตารางที่ 10

แสดงความจุในการจ่ายกระแสของเซลล์ที่ให้จ่ายกระแสในเวลาต่าง ๆ กัน

DISCHARGE TIME	LEAD ACID		NICKEL CADMIUM	
	AMPERES %	OF 8HR-RATING	AMPERES	% OF 8HR-RATING
8 HOURS	15	100	15	100
3 HOURS	30.7	76.75	39.9	99.3
1 HOUR	60	50	115	95.1
30 MIN.	88	36.5	195	81.2
10 MIN	130	18	320	44.7
3 MIN	148	10.3	380	26.3

การประจุแบตเตอรี่

ในหัวข้อที่แล้ว C RATE บอกถึงการจ่ายกระแสของแบตเตอรี่ได้ในทำนองเดียวกัน C RATE ก็สามารรถที่จะบอกถึงการประจุ (ชาร์จ) แบตเตอรี่ได้เช่นกัน เช่น แบตเตอรี่ขนาด 120 A.h. ประจุ 1 หมายถึง ประจุด้วยกระแส 15 แอมป์นาน 8 ชั่วโมง หรือถ้าเป็น C/2 RATE ก็ประจุด้วยกระแส 7.5 แอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดอัตราการประจุ หรือกระแสประจุหรือกระแสประจุของแบตเตอรี่นั้น จะขึ้นอยู่กับว่าแบตเตอรี่จะสามารถทนกระแสชาร์จที่สูงได้เพียงไร ถ้าหากว่ากระแสสูงเกินไปทั้งแบตเตอรี่ชนิดลีด-แอซิดหรือชนิดนิเกิลแคดเมียมจะเสียหายเหมือนกัน โดยเฉพาะในตอนที่ประจุเกิน (OVER CHARGE) ก็จะทำให้เกิดแก๊สเนื่องจากอิเล็กโทรไลต์ จะทำให้น้ำแตกตัวเป็นไฮโดรเจนและออกซิเจนโดยความจริงแล้วการเกิดแก๊สเพียงเล็กน้อยจะเป็นสิ่งดีสำหรับลีด-แอซิด เพราะจะทำให้ไม่เกิดการตกเป็นชั้นของอิเล็กโทรไลต์ (STRATIFICATION) เทคนิคอย่างหนึ่งในการที่ทำให้อายุการใช้งานแบตเตอรี่นานที่สุดนั้น การประจุแบตเตอรี่จะแยกเป็น 2 อัตรา คือ การประจุอย่างเร็วและประจุอย่างช้า ในการประจุอย่างเร็วนั้น สามารถที่จะประจุกระแสได้สูงประมาณ 5C (หรือต่ำกว่านี้ก็ได้) เมื่อแบตเตอรี่เต็มแล้ว (แรงดันในการชาร์จแรงดันโพลีท์และความต่งจำเพาะของอิเล็กโทรไลต์ของแบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ ในการชาร์จ

ตารางที่ 17

แรงดันในการชาร์จและความต่งจำเพาะของแบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ

CELL TYPE	CHARGE VOLTS
NICKEL CADMIUM	1.50 - 1.65
LEAD ANTIMONY	2.24-2.39
LEAD CALCIUM	2.38, 2.43, 2.50
2.38 FOR BATTERIES RATED AT 1.210	SPECIFIC GRAVITY
2.43 FOR BATTERIES RATED AT 1.250	SPECIFIC GRAVITY
2.50 FOR BATTERIES RATED AT 1.300	SPECIFIC GRAVITY

BATTERY TYPE	NOMINAL VOLTAGE	HIGH CHARGE RANGE	FLOAT RANGE	SPECIFIC GRAVITY
NICKEL CADMIUM	1.2	1.50-1.65	1.40-1.42	1.1880+-0.020
LEAD ANTIMONY	2.0	2.33-2.39	2.15-2.17	1.210-
LEAD CALCIUM	2.0	2.33-2.39	2.20-2.5	1.210+
*VARIN IN	PROPORTION TO	CHARGE STATE		

แบตเตอรี่อื่น ๆ

ส่วนเก็บสะสมพลังงานซึ่งใช้แบตเตอรี่นั้น ลิค-แอซิดจะเป็นชนิดที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุด แต่เนื่องจากแบตเตอรี่ชนิดดังกล่าวนี้ เป็นแบตเตอรี่ที่มีขนาดใหญ่และราคา/วัตถุ มีค่าสูง ได้มีการศึกษาและพัฒนาโดยใช้วัสดุคิบบอย่างอื่น ซึ่งแสดงในตารางนี้

ตารางที่ 18

แบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ ที่มีการพัฒนาใช้ในการเก็บพลังงาน

ADVANCED BATTERY	ACTIVE MTERIALES COST S/K Wh	CELL ENERGY DENSITY Wh/Kg	DEMONTRATED BATTERY SIZE kW _h
LEAD-ACID	8.5	25	LARGE
SODIUM-SULFUR	0.5	150	100
ZINC-CHLORINE	0.85	100	50
ZINC-BROMIAC	1.7	90	80
LRON REDOX	1.0	85	20

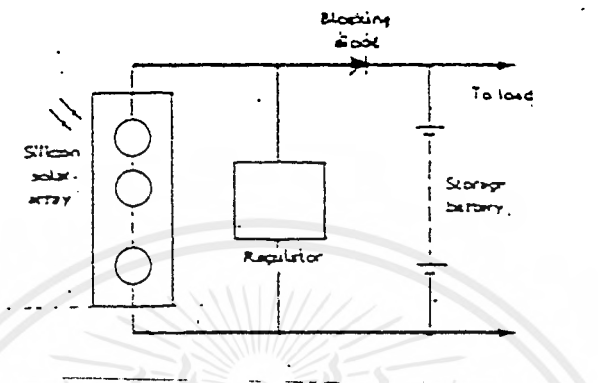
โซเดียม-ซัลเฟอร์หรือเรียกกันว่าเบต้าแบตเตอรี่ เพราะใช้เบต้าอลูมินา เป็นอิเล็กโทรไลต์ โดยใช้ช่วงจ่ายพลังงานทั้งโซเดียมและซัลเฟอร์ จะรวมตัวกันเป็นโซเดียมโพลีซัลไฟด์ ข้อดีของแบตเตอรี่ชนิดนี้ก็คือ จะใช้งานที่อุณหภูมิ 300-350°C ส่วนอีก 3 ชนิดที่เหลือนั้นกำลังอยู่ในช่วงวิจัย เพื่อให้ใช้งานได้ดีในทางการค้า

ข้อพิจารณาเกี่ยวกับแบตเตอรี่ในระบบการใช้งานเดี่ยว

ปกติแล้วในห้องที่ห่างไกลระบบของเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถจะใช้งานร่วมกับแหล่งจ่ายพลังงานสำรอง (ดูรูปที่ 2.21) ใดระบบจึงกลายเป็น "STAND ALONE UNIT" ไป ซึ่งรูปที่ 2.21 จะแสดงตัวอย่างการใช้งานแผงเซลล์ในระบบเดี่ยว

ภาพที่ 134

วงจรตัวอย่างของเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบใช้งานเดี่ยว



ในการเลือกความจุของแบตเตอรี่นั้น จะต้องพิจารณาถึงสถานที่ใช้งาน, ฤดูกาล, และมุมที่ทำกับแสงอาทิตย์ เป็นต้น เช่น ต้องการให้เก็บพลังงานได้พอสำหรับที่จะจ่ายโหลด 100 วัตต์ได้ 15 วัน อย่างต่อเนื่องโดยการให้แบตเตอรี่จ่ายพลังงานไปเพียง 25% (ยอมรับได้มากที่สุด 50%) ของพลังงานเก็บสะสมการเลือกแบตเตอรี่จะหาได้จาก

$$\begin{aligned}
 \text{ความต้องการของโหลด} &= \frac{100 \times 24}{12} \\
 &= 20 \text{ Ah/วัน} \\
 \text{ความจุแบตเตอรี่} &= 200 \times 15 \\
 &= 3000 \text{ /Ah} \\
 \text{เมื่อค่าการจ่ายกระแสแค่ 25\%} \\
 \text{ความจุแบตเตอรี่ที่ใช้} &= 300 \times 1.25 \\
 &= 4000 \times \text{Ah}
 \end{aligned}$$

วงจรควบคุมกำลังและเปลี่ยนรูปพลังงาน

กำลังเอาต์พุตจากแผงเซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจากคุณสมบัติของตัวเซลล์เอง เช่น กระแสจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้น หรือแรงดันของเซลล์จะตกลงเมื่อตัวเซลล์ร้อนขึ้น เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจุดที่จะให้พลังงานสูงสุดเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การที่จะทำให้สามารถดึงกำลังจากตำแหน่งพลังงานสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ จะต้องใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งออกแบบเป็นพิเศษที่เรียกว่า "MP TRACKING".

อนึ่ง ในทำนองเดียวกันถ้าหากแรงดันที่จ่ายจากเซลล์มีค่าไม่คงที่ ในกรณีที่แรงดันของเซลล์ต่ำกว่าแรงดันเบคเตอร์จะทำให้กระแสจากเบคเตอร์ไหลกลับเข้าสู่เซลล์ได้ในตอนกลางคืน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมี “BLOCKING DIODE” ซึ่งจะป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่จะทำหน้าที่บังคับให้กระแสไหลในทิศทางเดียว คือไหลออกจากเซลล์เท่านั้น สิ่งที่ต้องระวังอีกอย่างหนึ่งในการประจุเบคเตอร์ก็คือการประจุด้วยแรงดันเกิน (OVER CHARGE) ซึ่งจะทำให้เบคเตอร์เสียหายได้ วงจรที่ทำหน้าที่ในการควบคุมแรงดันเพื่อประจุเบคเตอร์นี้เรียกว่า เรกกูเลเตอร์จากเบคเตอร์ในบางครั้งสามารถที่จะจ่ายกำลังให้กับโหลดได้เลย ถ้าหากโหลดต้องการกระแสไฟตรง ในกรณีของระบบใหญ่ ๆ จะต้องแปลงไฟตรงให้กลายเป็นไฟสลับขนาดความถี่ 50-60 เฮิร์ต ซึ่งใช้กันทั่วไปในกรณีเช่นนี้ อินเวอร์เตอร์จะถูกนำมาใช้ ซึ่งอินเวอร์เตอร์เองก็มีหลายขนาดกำลัง และหลายวิธีการ เช่นในระบบใหญ่มาก ๆ จะต้องใช้ระบบไฟเป็น 3 เฟส อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ก็ต้องเป็นแบบ 3 เฟส เช่นกัน ซึ่งระบบที่ใหญ่จะยุ่งยากและซับซ้อนยิ่งขึ้น

วงจรประจุไฟฟ้าให้เบคเตอร์ในรูปแบบหนึ่ง

หลักการทํางาน

วงจรนี้เป็นวงจรเครื่องอัดเบคเตอร์นิกเกิล-แคดเมียม ซึ่งใช้ IC เบอร์ 555 เป็นอุปกรณ์สำคัญ ทำให้วงจรนี้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและอัตโนมัติ

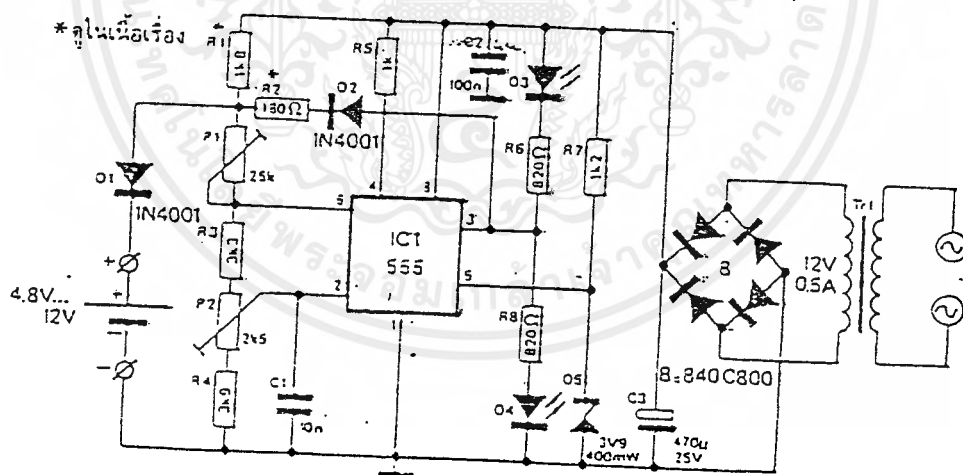
หากต้องการทราบวาเบคเตอร์ที่ถูกอัดเต็มที่ซึ่งทำได้โดยการวัดแรงดันของเบคเตอร์ แต่วิธีนี้จะถูกต้องก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของเบคเตอร์คงที่เมื่อไฟเต็ม ดังนั้นจึงแก้ไขโดยติด D5 ไว้ใกล้กับเบคเตอร์เพื่อชดเชยทางการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของเบคเตอร์อย่างไรก็ตาม ถ้าอุณหภูมิของห้องเปลี่ยนแปลงไปมาก ก็อาจต้องปรับ P1 ช่วยด้วย IC เบอร์ 555 มีขาสัญญาณอินพุตอยู่ 2 ขา ขา 6 จะทำให้ขาสัญญาณออก (ขา 3) เป็น “0” ถ้าแรงดันที่ขา 5 นี้มากกว่าแรงดันที่ขา 5 ซึ่งถูกกำหนดโดยซีเนอร์โคโอด D5 อีกขาหนึ่งคือขา 2 สัญญาณอินพุตที่ขา 1 จะทำให้ขา 3 กลับมีแรงดันสูงอีกครั้ง ถ้าแรงดันที่ขา 2 นี้ลดลงเกินครึ่งหนึ่งของแรงดันซีเนอร์ แรงดันของเบคเตอร์ที่จะทำให้เครื่องประจุนี้ทำงานและหยุด สามารถปรับได้ที่ P1 และ P2 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม วิธีที่เครื่องประจุนี้ทำงานและหยุดทำงาน เบคเตอร์ก็จะถูกประจุด้วยกระแสต่ำ ๆ ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อชดเชยการสูญเสียเนื่องจากการรั่วของกระแสภายในตัวเบคเตอร์เอง D3 และ D4 เป็น LED ที่ใช้แสดงว่าเครื่องประจุนี้กำลังทำงานหรือไม่ วิธีการปรับเครื่องสำหรับการประจุไฟฟ้ากับเบคเตอร์แบบต่าง ๆ มีดังนี้ P1 สำหรับปรับแรงดันสูงสุดที่จะหยุดการประจุ (สำหรับ P2 นั้น ปรับครั้งแรกครั้งเดียวก็เพียงพอแล้ว) กระแสขณะประจุกำหนดโดย R2 ซึ่งหาได้จาก

$$R_S = \frac{16 - V_{\text{แบตเตอรี่}}}{1 \times 10^{-6}}$$

ควรระวังว่ากระแสที่ประจุต้องไม่เกิน 200 mA เพราะ IC จะทนไม่ได้ กระแสที่จะประจุขณะที่วงจรหยุดเพื่อรักษาแบตเตอรี่ให้เต็มอยู่เสมอกำหนดได้ด้วยว่า R1

วิธีง่ายที่สุดที่จะปรับ P1 และ P2 คือคือแหล่งจ่ายไฟตรงปรับค่าได้แทนแบตเตอรี่ โดยอนุกรมแหล่งจ่ายไฟนี้กับตัวต้านทานที่กัลังวัตต์ได้สูง วัตต์แรงดันที่ขาแคโทดของ D1 แล้วปรับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟให้เท่ากับค่าสูงสุดที่ต้องการประจุแล้วปรับ P1 จน D3 เริ่มติดพอดี เสร็จแล้วเปลี่ยนแรงดันของแหล่งจ่ายไฟให้เท่ากับแรงดันที่ต้องการเป็นแบตเตอรี่เริ่มประจุแล้วจึงปรับ P2 จน D4 เริ่มติดพอดี ถ้าปรับ P2 ไม่ถูกต้องวงจรจะทำงานและหยุดสลับกันไปมาตลอดเวลา

ภาพที่ 135
แสดงลักษณะของวงจร



ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบควบคุมการทำงาน

สวิทช์ (SWITCH)

สวิทช์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ เปิด-ปิด ทางเดินไฟฟ้าโดยจะทำหน้าที่ตัดและต่อสายให้ขาดจากกันจากการรวบรวมข้อมูลทำให้ผู้วิจัยสามารถแยกสวิทช์ได้ ดังนี้คือ

สวิทช์ธรรมดาขั้วเดียว

สวิทช์ธรรมดาเป็นสวิทช์ที่นำมาใช้ในการตัด-ต่อ ทางเดินไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารบ้านเรือนและอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยทั่วไป ลักษณะการใช้งานในการเปิด-ปิด ทำได้โดยการใช้นิ้วมือกดให้กลไกของสวิทช์พลิกไปอีกทางหนึ่ง ก็จะเป็นการต่อทางเดินไฟฟ้า และหากจะทำการปิดก็ให้พลิกกลับมาในตำแหน่งเดิมก่อนการเปิด

สวิทช์กดเต็ง (PUSH BUTTON)

สวิทช์กดเต็ง มี 3 แบบ คือ

1. แบบกดต่อ ปลายขาด
2. แบบกดขาด ปล่อยต่อ
3. แบบกดครั้งแรกต่อ กดอีกทีขาด

สวิทช์เลื่อน (SLIDE SWITCH)

สวิทช์เลื่อน แบ่งตามขนาดของขา มี 2 แบบ

1. สวิทช์ 3 ขา เป็นสวิทช์ขั้วเดียวขาคู่ มีขากลางต่อกับขาหนึ่งและขาดกับอีกขาหนึ่ง เมื่อเลื่อนขั้ว ขากลางจะกลับไปต่อกับอีกขาหนึ่ง และขาดที่ขาที่เดิมค่ออยู่
2. สวิทช์ 6 ขา เป็นสวิทช์ขั้วคู่ขาคู่ มีลักษณะเป็นสวิทช์ 3 ขา 2 ตัว โดยใช้เลื่อนอันเดียวกัน

สวิทช์โยก (TOGGLE SWITCH)

สวิทช์โยกเป็นสวิทช์แบบเดียวกับสวิทช์เลื่อนแต่มีสปริงดึงให้ขั้วต่อหรือจากการอย่างรวดเร็ว (SNAP ACTION) เพื่อลดการสึกกร่อนของขั้วต่อ

สวิทช์จิ๋ว (MICRO SWITCH) เป็นสวิทช์ที่เชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนของกระแสได้หลาย ๆ แอมป์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดี ลักษณะสวิทช์จะทำงานโดยการกดเบา ๆ ที่คานของปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบเพื่อทำหน้าที่กดสวิทช์เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปที่จะใช้มือกดได้สะดวก ไมโครสวิทช์นี้ มีหลายชนิด จำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2-3 ขาขึ้นไป สวิทช์นี้ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างต่าง ๆ รูปร่างของไมโครสวิทช์มีแตกต่างกันไป ตามสถานการณ์ที่ใช้

สวิทช์หมุน (ROTARY SWITCH)

เป็นสวิทช์ที่ใช้ขั้วต่อติดบนแผ่นฉนวน เช่น แบคคาไลต์ที่ขั้วสวิตช์จะมีขั้วต่อให้หมุนไปและกับขั้วต่อที่อยู่กับที่ มีหลายขั้วและมีทั้งแบบหลายชั้น

รีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC RELAY)

สวิทช์นี้ใช้ไฟฟ้าทำงานโดยป้อนไฟฟ้าเข้าขาลวด เพื่อให้แกนเหล็กอ่อนเป็นแม่เหล็ก ดึงแผ่นเหล็ก ซึ่งติดกับขั้วต่อของไฟให้ต่อหรือขาดจากกัน

สวิทช์ลีน (REED SWITCH)

เป็นสวิทช์ที่ใช้ลีนโลหะเส้นหนึ่งเป็นแม่เหล็ก อีกเส้นหนึ่งเป็นโลหะไม่เป็นแม่เหล็ก บรรจุภายในหลอดแก้วที่ใส่ก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจน เพื่อลดการสันดาปทำให้ขั้วต่อสึกกร่อนช้าลง สวิทช์ลีนจะทำงานโดยสนามแม่เหล็ก เมื่อนำแม่เหล็กเข้าใกล้ สวิทช์จะต่อเมื่อเอาแม่เหล็กออกมาขั้วต่อจะขาดออกจากกัน สวิทช์ลีนจะใช้ได้กับไฟกระแสต่ำ

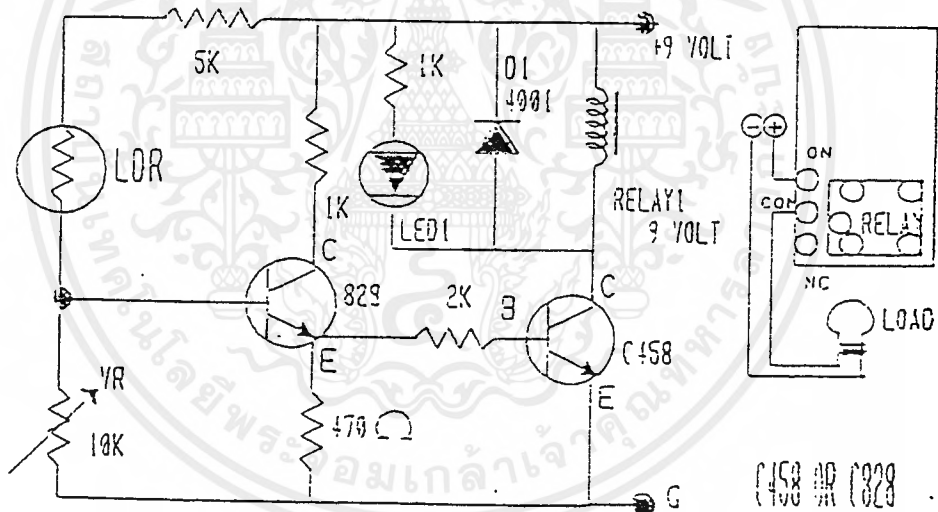
วงจรสวิทช์ทำงานด้วยแสง รูปแบบที่ 1

หลักการทํางาน

วงจรวัดทํางานด้วยแสงนี้เป็นวงจรที่ทํางานโดยการที่ TR เบอร์ 2 SC 828 เป็นตัวตรวจจับแสงที่มากกระทบตัว LDR เมื่อ LDR ได้รับแสงแรงไฟที่ขา E จะสูงขึ้นพร้อมกับขา B เมื่อสูงถึงระดับหนึ่งจะทำให้ TR2SC 458 นำกระแสรีเลย์ก็จะทํางานคูดหน้าสัมผัสตำแหน่ง COM ลงมาติดกับตำแหน่ง NO VR4.7-5K จะเป็นตัวปรับความไววงจร LED จะติดสว่างเมื่อรีเลย์ทํางานเพื่อเป็นตัวบอกสภาวะการเปิด-ปิด ของวงจร วงจรนี้ใช้ไฟ 9 โวลต์ R ทุกตัวใช้ค่า 1/4 WATT

ลักษณะของวงจร

ภาพที่ 186
แสดงลักษณะของวงจร



วงจรวัดทํางานด้วยแสง รูปแบบที่ 2

หลักการทํางาน

วงจรจะทํางานตามหลักการที่ว่ามาได้ ต้องมีตัวรับรู้ว่ามีแสงหรือไม่เราจึงใช้ LDR (บางคนเรียกโฟโตเซส ซึ่งอาจเกิดการเข้าใจผิดได้ว่าเพราะโฟโตเซสมี 2 อย่าง คือ แบบที่กำหนดแรงดันตามปริมาณแสงและแบบเปลี่ยนค่าความต้านทานจะลดลงเหลือน้อยมาก บางทีอาจไม่ถึง 1 โอห์ม แต่ในที่นี้คือชนิดความต้านทานจะเพิ่มขึ้นไปได้มากกว่า 20 เมกกะโอห์ม เราต่อ LDR เข้ากับ Q1, R1 และ C1 ตามวงจรในรูปที่ 1 ดังนั้นถ้ามีแสงตกลงบน LDR เมื่อไรความต้านทานของ LDR จะลดลง ทำให้กระแสไหลผ่าน LDR ไปเข้าขาเบสของ Q1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากขึ้นจน Q1 ทำงานเต็มที่แรงดันที่ขาอิมิตเตอร์ของ Q1 จะเกือบเท่ากับ 5 โวลต์ ตามที่จ่ายมาจากภาคจ่ายไฟพอแสงที่ตกลงบน LDR หายไป Q ก็หยุดทำงาน แรงดันที่ขาอิมิตเตอร์ของ Q1 จะตกลงไปที่ 0 โวลต์ C1 ที่ต่อไว้เพื่อกันสัญญาณรบกวนจากการปิดเปิดสวิตซ์ต่าง ๆ

ขาอิมิตเตอร์ของ Q ต่อกับขา 5 ของ IC เบอร์ 74121 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรมอนอสเตเบิล หรือก็คือ เอาท์พุทของมันที่ขา 1 จะเป็น 5 โวลต์ในเวลาที่ยา 5 เป็น 0 โวลต์ พอขา 5 มีการเปลี่ยนแปลงจาก 5 โวลต์เป็น 0 โวลต์

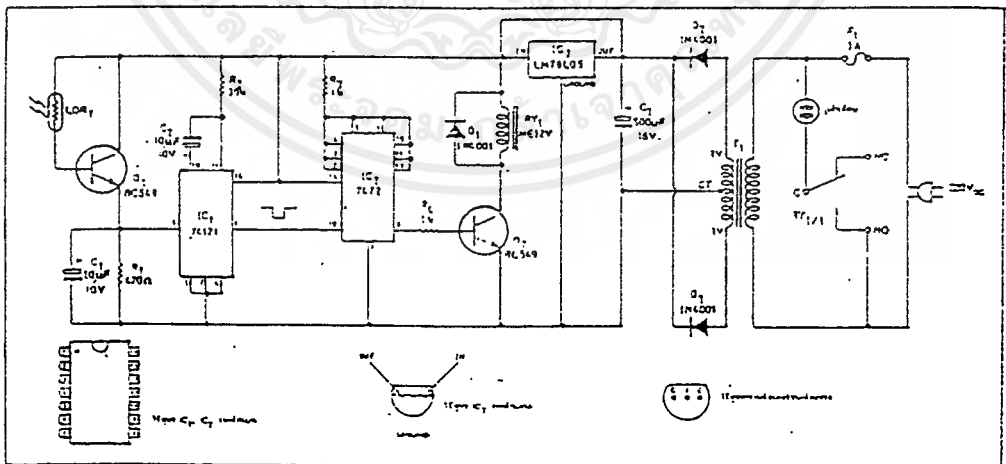
ขา 1 จะเปลี่ยนกลับเป็น 0 โวลต์ เป็นเวลา 1/4 วินาที (ช่วงเวลานี้ขึ้นกับค่าของ R2 และ C2 ถ้า R2 หรือ C2 มากขึ้น ช่วงเวลาที่จะยาวขึ้น) การเปลี่ยนแปลงอื่นใดที่ขา 5 จะไม่มีผลต่อขา 1 นอกจากการเปลี่ยนแปลงจาก 0 โวลต์เป็น 5 โวลต์เท่านั้น และถ้าการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ขา 1 เป็น 0 โวลต์ก็จะมีผลอะไรเช่นกัน

การที่ต้องมีวงจรมอนอสเตเบิลด้วยก็เพราะว่าในขณะที่เราเอาไฟกำลังจะผ่าน LDR ไป ความเข้มแสงที่ตกลงจะมีช่วงอายุระหว่างกลางที่ Q1 คัดสินใจไม่ได้ว่ามีแสงหรือไม่มีแสง มันจะมีสถานะเพียงครั้ง ๆ กลาง ๆ การทำงานของ IC1 ก็จะผิดพลาดทันที ด้วยคุณสมบัติที่กล่าวมาแล้วของ IC1 ที่ว่าในช่วงที่ขา 1 เป็น 0 โวลต์ การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ทางขา 5 จะไม่มีผลต่อ IC1 ดังนั้นช่วงที่ Q ทำงานครั้ง ๆ กลาง ๆ ก็จะไม่มีผลต่อ IC1 เลย ในช่วงวินาทีนั้น ถ้าดูโดยรวม ๆ แล้ว เราก็จะได้ว่า ฉายไฟที่หนึ่งสัญญาณจากขา 1 ตกจาก 5 โวลต์เป็น 0 โวลต์ เป็นเวลา 1/4 วินาที

ลักษณะของวงจร

ภาพที่ 137

แสดงลักษณะของวงจร



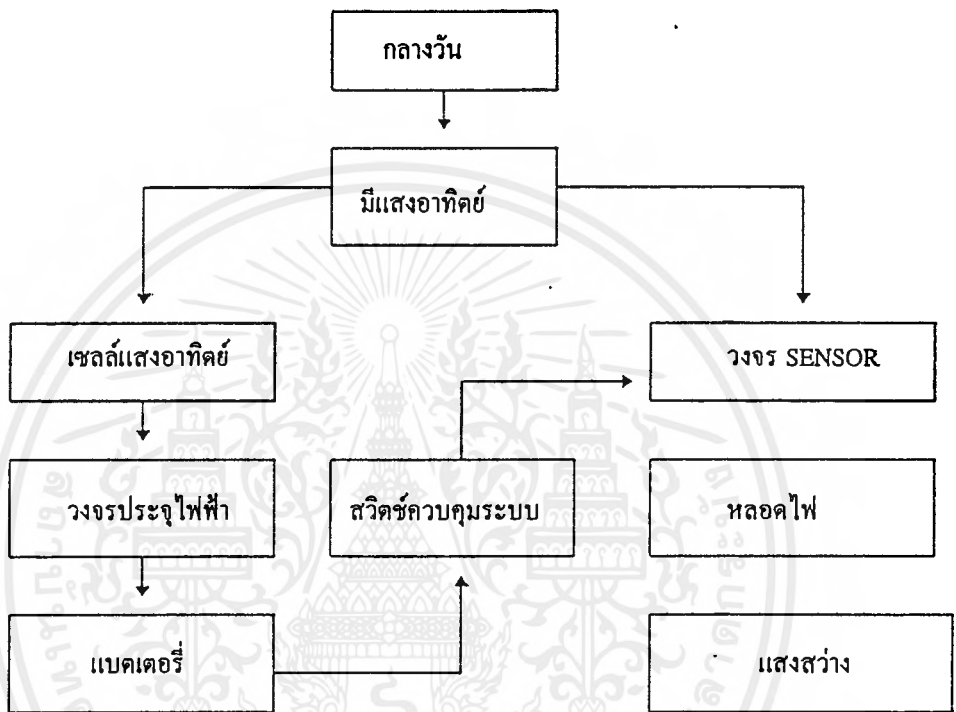
หลักการการทำงานของผลิตภัณฑ์

ในเวลากลางวันที่มีแสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า แล้วส่งผ่านวงจรประจุไฟฟ้าเพื่อที่จะสะสมพลังงานไว้ในแบตเตอรี่ แต่ระบบควบคุมการทำงานด้วยตัว SENSOR จะไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ผ่าน เพื่อส่งผ่านให้หลอดไฟในการจุดส่องสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปก็คือ ในกลางวันผลิตภัณฑ์จะทำการเก็บกระแสไฟฟ้า ที่ได้จากแสงอาทิตย์ไว้ใน แบตเตอรี่ โดยเซลล์แสงอาทิตย์

แผนภูมิที่ 7
แสดงผังการทำงานของผลิตภัณฑ์

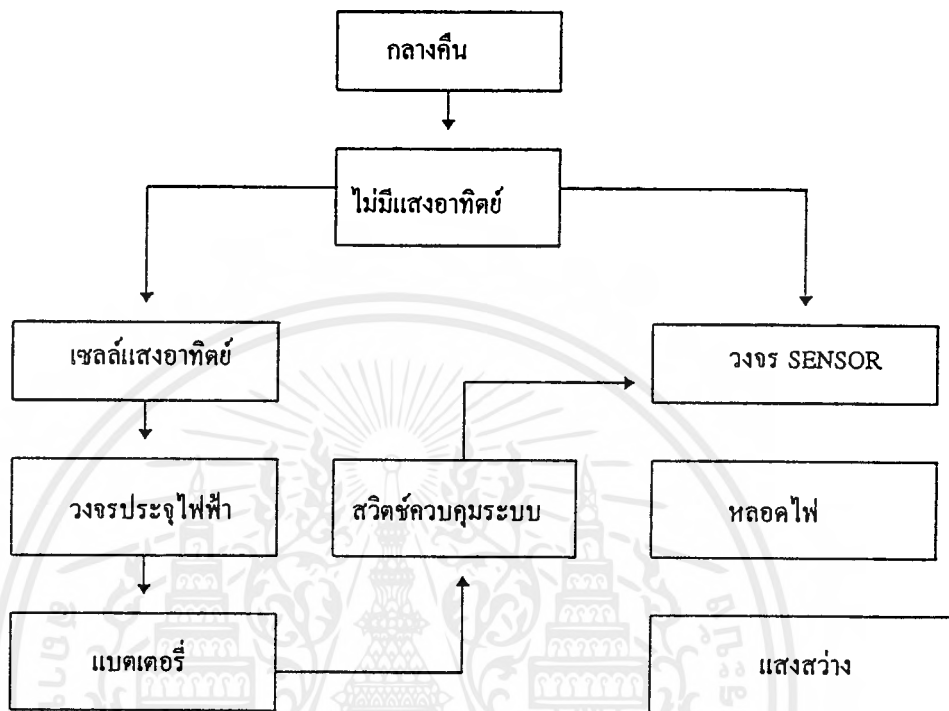


แสดงการทำงานในเวลากลางวัน

ในเวลากลางวันที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์จะไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อส่งผ่าน วงจรประจุไฟฟ้า ไปสะสมพลังงานไว้ในแบตเตอรี่ได้ แต่ในระบบควบคุมการทำงานด้วยตัว SENSOR จะทำงาน โดยยอมให้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่ผ่าน เพื่อส่งไปให้หลอดไฟในการจุดส่องสว่างได้ การทำงานจะหยุด ถ้าหากมีการวงจรด้วยการปิดสวิทช์ควบคุมระบบ

สรุปคือ ในเวลากลางวัน ผลิตภัณฑ์จะปล่อยกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปให้หลอดไฟ ในการจุดส่องสว่าง โดยการควบคุมการทำงานด้วยตัว SENSOR

แผนภูมิที่ 8
แสดงผังการทำงานของผลิตภัณฑ์



แสดงการทำงานในเวลากลางคืน

วงจรถอดถอนอินคัสในผลิตภัณฑ์ (วารสารเคมีคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ “รวมโครงการอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 3, 5)

หลักการการทำงานของวงจรในผลิตภัณฑ์

วงจรในส่วนแรกจะเป็นวงจรที่ทำหน้าที่เก็บกระแสไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่จะได้มาจากการที่เซลล์แสงอาทิตย์เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วส่งผ่าน D1 ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันการไหลย้อนกลับของกระแสไฟ ซึ่งอาจทำให้เซลล์แสงอาทิตย์เสียหายได้

วงจรในส่วนที่สอง ทำงานเป็นสวิทช์แสง เพื่อที่จะเปิดให้กระแสไฟในแบตเตอรี่เข้าไปจ่ายให้กับหลอดไฟ การทำงานก็คือ เมื่อไม่มีแสงตกผลกระทบบ LDR1 (SENSOR) ก็จะจ่ายให้ LDR1 มีค่าความต้านทานในตัวสูงขึ้น ซึ่งทำให้กระแสไฟฟ้าซึ่งผ่านมาทาง R1 ไม่สามารถผ่าน LDR1 ไปได้ จึงไหลผ่านไปไบอัสที่ขา B ของ Q1 ซึ่งเป็นแบบ NPN และยอมให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R2 และ R3 ลงกราวด์ได้โดยผ่านขา E ของ Q1 ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไฟฟ้าไบอัสที่ขา B ของ Q2 ซึ่งเป็นแบบ PNP และยอมให้กระแสไฟผ่าน R4 ลงสู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R5 และลงกราวนด์ได้โดยผ่านขา C ของ Q2 แล้วทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไบอัสที่ขา B ของ Q3 ซึ่งเป็นแบบ PNP จึงยอมให้กระแสไหลผ่านมาจากขา C ไปไบอัสที่ขา B ของ Q4 ซึ่งเป็นแบบ NPN และยอมให้กระแสไฟซึ่งออกจาก B1 ด้านบวกและผ่านสวิทช์ มายังหลอดไฟซึ่งเป็นโหลดของวงจร แล้วจึงผ่าน Q4 ไปออกขา E แล้วไปยังด้านลบของ B1 จนครบวงจร (R6 และ R7) มีเพื่อช่วยปรับแรงดันที่จะไปไบอัสให้กับ Q2)

ในทางกลับกันคือ มีแสงมาตกกระทบ LDR1 (SENSOR) ก็จะทำให้ LDR1 มีค่าความต้านทานในตัวต่ำลงและยอมให้กระแสไฟที่ผ่าน R มาลงสู่กราวนด์ได้จึงทำให้วงจรทั้งหมดทำงานในทางตรงกันข้าม กระแสไฟซึ่งออกจาก B ด้านบวกและผ่านสวิทช์ มายังหลอดไฟ ซึ่งเป็นโหลดของวงจร ไม่สามารถจะผ่าน Q เพื่อไปยังด้านลบของ B จนครบวงจรได้

ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะที่ใกล้เคียง

ภาพที่ 138

โคมไฟนริภัยพลังงานแสงอาทิตย์

SENSOR LIGHT™
Built-in motion detector automatically turns on light when triggered, automatically shuts off when you leave area. Bright, energy-efficient DULUX® fluorescent bulb lasts over 5 years. Unit mounts easily to wall, fascia, soffit or roof eave. No wiring or electrician required. Unit runs for two weeks with no sun. Backed by a full 2 year warranty.

Full 2 Year Warranty

The SENSOR LIGHT™ May Be Mounted Anywhere You Need It

The Sun Collector Arm allows the light to be easily mounted

Mounts under in eave or soffit.

Mounts on a side of a wall.

Back lighting of porch or entry way.

Optimum positioning of light for your home

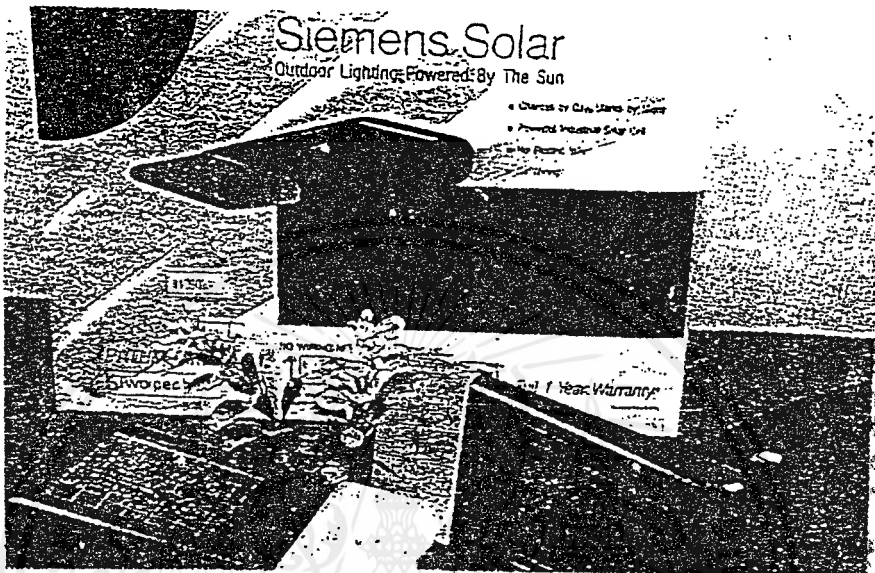
โคมไฟนริภัยพลังงานแสงอาทิตย์

เป็นโคมไฟที่มีลักษณะทำงานคล้ายคลึงกันต่างกันตรงที่ การเปิดปิดของวงจรจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับแสงอาทิตย์ แต่ตัว SENSOR จะตรวจจับอุณหภูมิในร่างกายหรือตรวจสิ่งปกติที่เคลื่อนไหวในรัศมีที่กำหนด จึงเหมาะสำหรับติดตั้งบริเวณชายคาบ้าน, โรงรถ, โกดังสินค้า ฯลฯ ที่ต้องการแสงเฉพาะเวลา ดังนั้นผลิตภัณฑ์นี้จึงต้องออกแบบให้มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ เพิ่มปริมาณไฟในการเก็บประจุ ซึ่งแบตเตอรี่ก็ต้องขยายให้ใหญ่ขึ้นเช่นกัน เพราะว่าหลอดไฟที่ใช้จะมีความสว่างมาก เพื่อความสะดวกในการมองเห็น

ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะที่ใกล้เคียง

ภาพที่ 189

โคมไฟส่องบันไดในสนามพลังงานแสงอาทิตย์



โคมไฟส่องบันไดในสนามพลังงานแสงอาทิตย์

เป็นโคมไฟที่มีลักษณะการทำงานที่เหมือนกับโคมไฟส่องทางเดินในสนามพลังแสงอาทิตย์ ต่างกันก็เพียงแต่ขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์, แบตเตอรี่ และหลอดไฟที่ขนาดที่เล็กลง เพื่อให้เหมาะกับการติดตั้งตามชั้นบันไดในสนามหรือชั้นบันไดที่จะเป็นทางเดินริมศาลากลางแจ้ง ส่วนระบบการทำงานทั้งหมดเหมือนกัน

การออกแบบระบบแสงสว่างภายนอกอาคาร

การออกแบบระบบแสงสว่างภายนอกอาคารในบทนี้จะมุ่งพิจารณาเฉพาะการออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับพื้นที่กว้าง ๆ เท่านั้น เช่น ลานจอดรถหรือบริเวณรอบ ๆ ภายนอกอาคาร โดยใช้โคมฉายที่ได้ศึกษามาในบทที่แล้วเท่านั้น มาใช้ในการออกแบบ สำหรับการออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับไฟถนน ไฟสนาม กีฬา หรือการใช้โคมไฟชนิดอื่นจะกล่าวถึงในบทต่อไป

สิ่งหนึ่งซึ่งผู้ออกแบบจะต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วยในขั้นตอนของการออกแบบเสมอก็คือ ตำแหน่งของเสา ตำแหน่งของเสาอาจจะตั้งอยู่บนรอบนอกของพื้นที่ หรือตั้งอยู่ภายในกลางพื้นที่ที่ต้องการส่องสว่างก็ได้ หรืออาจจะติดตั้งอยู่กับส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคาร แล้วส่องออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของสถานที่ที่จะทำการออกแบบ ความสวยงาม ความเป็นระเบียบเรียบร้อย ตลอดจนกระทั่งความสะดวกในการควบคุมทางด้านความปลอดภัย ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาถึงประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดร่วมด้วยเสมอ

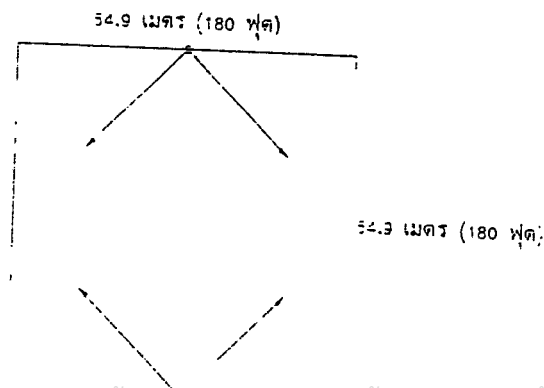
การเลือกกำหนดตำแหน่งของเสา

สมมติว่าเรามีพื้นที่หนึ่งที่จะต้องทำการออกแบบระบบแสงสว่างให้กับมัน พื้นที่นี้อาจจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าก็ได้ วิธีแรกที่เป็นไปได้ในการกำหนดตำแหน่งของเสาก็คือ ตั้งอยู่ที่มุมทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยม วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ในเทอมของการใช้ประโยชน์และสามารถกำจัดมุมมืดต่าง ๆ หรือเงาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ด้วย เพราะแสงพุ่งมาจากทิศทางต่าง ๆ กัน อย่างไรก็ตามมีข้อเสียที่ว่าจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากเราจะต้องใช้เสาทั้งสี่ท่อน อีกวิธีหนึ่งที่ทำได้ก็คือ ตั้งเสาเพียงสองเสาที่ขอบสนามหันหน้าเข้าหากันดังแสดงในรูป

ที่ 9.1

ภาพที่ 140

การกำหนดตำแหน่งของเสาโดยตั้งเสาเพียงสองเสา



วิธีที่สองนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าวิธีแรกเล็กน้อย แต่จะประหยัดค่าใช้จ่ายกว่ามากเพราะใช้เสาน้อยกว่า การแก้ไขเรื่องความสม่ำเสมอของแสงและเงาที่เกิดขึ้นก็สามารถทำได้โดยติดตั้งโคมไฟมากกว่าหนึ่งโคมขึ้นไปที่เขาแต่ละคัน

อีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นวิธีประหยัดที่สุดก็คือ ใช้เสาเพียงต้นเดียวติดตั้งโคมไฟข้างหนึ่งของสนาม แล้วติดตั้งโคมไฟขึ้นไปหลาย ๆ โคม ส่องไปตามบริเวณต่าง ๆ โดยให้ความสว่างทับกันไปเรื่อย ๆ วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดในเทอมของการใช้ประโยชน์ และอาจจะไม่สามารถใช้ได้ในกรณีในพื้นที่ที่ต้องการส่องสว่างอยู่ไกลออกไปมาก ๆ

การกำหนดตำแหน่งของเสาทั้งสามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้ว เป็นวิธีหลักเท่านั้น ผู้อ่านสามารถจะเลือกใช้หรือกำหนดตำแหน่งของเสาขึ้นเองได้ตามความเหมาะสม อย่างไรก็ตามองค์ประกอบที่จะต้องพิจารณาร่วมด้วยว่ามีความสำคัญมากน้อยเพียงไรสำหรับงานออกแบบนั้น ๆ ก็คือ ความสม่ำเสมอของระดับความสว่างสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์และค่าใช้จ่าย

ในกรณีที่พื้นที่ที่ต้องการออกแบบระบบแสงสว่างไม่มีกิจกรรมใด ๆ เกิดขึ้นอันเป็นอุปสรรคต่อการตั้งตำแหน่งของเสาภายในสนาม ผู้อ่านอาจจะใช้วิธีนี้ได้ โดยการกำหนดตำแหน่งเสาขึ้นที่กลางสนาม แล้วใช้โคม โคมติดตั้งหันทิศทางต่าง ๆ กันไป โคมชนิดนี้จะเป็นโคมอีกชนิดหนึ่ง ซึ่ง จากโคมชนิดโคมฉาย เราเรียกว่า high mast luminaire ซึ่งเราจะศึกษาโคมชนิดนี้ในบทต่อไป

2X - 4X

กฎ 2X - 4X เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้กันมากในการออกแบบระบบส่องสว่างภายนอกอาคาร สามารถทำได้เร็วและสะดวก โดยยึดหลักที่ว่า โคมที่อยู่บนเสาแต่ละคันไม่ควรส่องสว่างครอบคลุมพื้นที่ที่ไกลออกไปเกินระยะสองเท่าของความสูงของเสา

ภาพที่ 141

กฎ 2X - 4X

จากรูปที่ 9.2 พื้นที่ที่ต้องการส่องสว่างมีความกว้าง 150 ฟุต และ ยาว 270 ฟุต สมมติว่าเราได้กำหนดที่จะตั้งเสาขึ้นที่ของสนามทั้งสองข้างดังรูป พิจารณาทางด้านกว้าง ความสูงของเสามีค่าน้อยมีค่าน้อยเท่ากับ $150/4 = 37.5$ ฟุต เมื่อพิจารณาทางด้าน ความสูงของเสาก็ควรมีค่าน้อยเท่ากับ $270/8 = 33.75$ ฟุต ฉะนั้นในกรณีนี้เราจึงเลือกใช้เสาที่มีความสูงเท่ากับ 37.5 ฟุต โดยประมาณ

ชนิดของหลอดไฟ

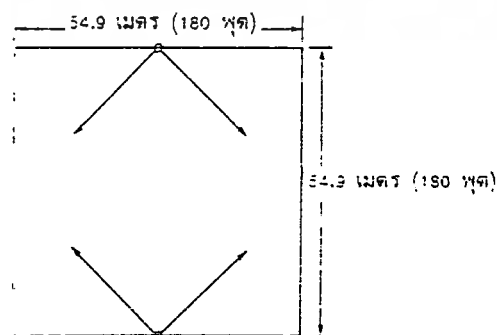
ชนิดของหลอดไฟก็เป็นอีกตัวเลือกหนึ่ง ที่ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณัดัดสินใจว่าจะเลือกใช้หลอดชนิดใดดี โดยทั่วไปแล้วสิ่งที่ควรคำนึงถึงในกรณีนี้ก็คือประสิทธิภาพของหลอดไฟ สีของแสงที่ออกมาจากหลอดไฟนั้น อายุการใช้งานของหลอดไฟ เป็นต้น ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 แต่โดยส่วนใหญ่แล้วหลอดโซเดียมความดันสูงมักจะเป็นหลอดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการใช้งานในกรณีนี้

วิธีลูเมน (Lumen Method)

ขั้นตอนต่อไปของการออกแบบก็คือ หาจำนวนโคมไฟที่ต้องการใช้เพื่อส่องสว่างพื้นที่นั้น แต่ก่อนอื่นผู้อ่านจะต้องทราบหรือกำหนดระดับความสว่างที่ต้องการขึ้นมาก่อนว่าต้องการเท่าไร หรืออาจจะหาได้จากตารางที่ IES หรือคู่มือการออกแบบระบบแสงสว่างของโรงงานผู้ผลิต โคมไฟต่าง ๆ ได้จัดทำขึ้นเป็นแนวทางในการออกแบบก็ได้ ต่อจากนั้นจึงคำนวณขั้นตอนของการออกแบบตามลำดับต่อไป

ภาพที่ 142

ตัวอย่างการจัดวางโคมไฟสนาม



จากรูปที่ 9.3 เราต้องการออกแบบระบบแสงสว่างครอบคลุมพื้นที่กว้าง 180 ฟุต ยาว 180 ฟุต และได้กำหนดตำแหน่งของเสาและขนาดของโคมขึ้นดังรูป สมมติว่าระดับความสว่างที่ต้องการบนพื้นที่นี้มี

ค่าเท่ากับ 5.4 ฟุตแคนเดิล ความสว่างที่ระดับ 5.4 ฟุตแคนเดิลนี้เป็นความสว่าง ซึ่งเราต้องการมีไว้ตลอดชั่วอายุการทำงานจากระบบ ฉะนั้นในขั้นตอนการทำงานของการออกแบบ เราจะต้องนำองค์ประกอบอื่นที่เป็นตัวทำให้ปริมาณลูเมนที่ออกมาจากโคมไฟลดลงมาพิจารณาประกอบด้วยแต่แรกคือ ความเสื่อมของหลอดไฟ (LLD) และความเสื่อมเนื่องจากความสกปรกของดวงโคม (LDD) ซึ่งสามารถหาได้จากคู่มือหลอดและโคมไฟที่โรงงานผู้ผลิตจัดทำขึ้น

ในกรณีนี้ สมมติว่าเราได้ว่า $LLD = 0.9$ และ $LDD = 0.95$ ค่าระดับความสว่างที่ควรจะเป็นเมื่อระบบแสงสว่างถูกติดตั้งเสร็จแต่แรกคือ

$$\frac{5.4}{0.9 \times 0.95} = 6.32 \text{ ฟุตแคนเดิล}$$

จากนั้นก็ใช้ตารางในรูปที่ 9.4 เข้าช่วยในการกำหนดจำนวนและขนาดของหลอดไฟที่ต้องการทั้งหมด โดยเริ่มจากตารางบนขวามือที่ระดับความสว่าง 6.32 ฟุตแคนเดิล ในแนวแกน X ลากขึ้นไปตัดกับเส้นเฉียง 32,400 ตารางเมตร (180 x 180) หรือประมาณ 30,000 ตารางเมตร ในรูปจากจุดตัดของเส้นทั้งสองก็ลากเส้นตรงในแนวระดับไปตัดเส้นสัมพันธ์การใช้ประโยชน์ที่อยู่ในตารางบนซ้ายมือของรูป

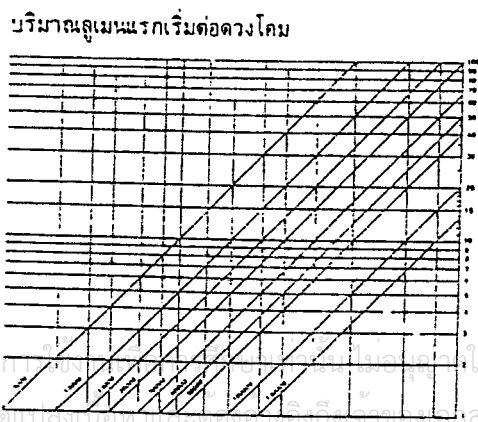
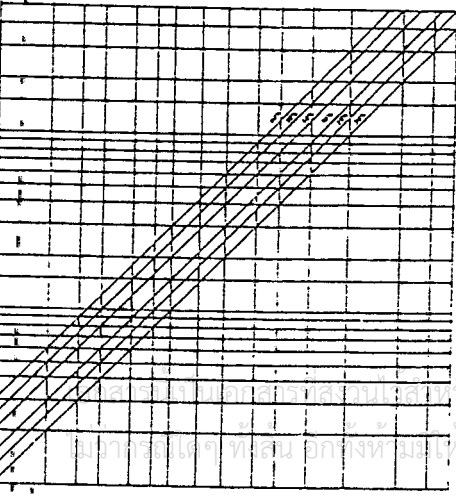
การที่จะลากไปตัดเส้นสัมพันธ์การใช้ประโยชน์เส้นไหนนั้น ผู้อ่านจะต้องประมาณเอาก่อนในขั้นนี้ อย่างไรก็ตามก็พอจะมีแนวทางในการประมาณ โดยพิจารณาจากระยะที่ว่าโคมไฟจะต้องส่องสว่างครอบคลุมพื้นที่ที่ไกลออกไปเท่าไร ดังตารางที่ 9.1

ในกรณีนี้เราเลือกใช้เสาที่มีความสูง 45 ฟุต (จากฎ 2X-4X) เพื่อส่องสว่างครอบคลุมพื้นที่ที่ไกลออกไปแต่ละข้าง 90 ฟุต ดังนั้นค่าต่ำสุดโดยประมาณของค่าสัมพันธ์การใช้ประโยชน์จึงเท่ากับ 40 เปอร์เซนต์

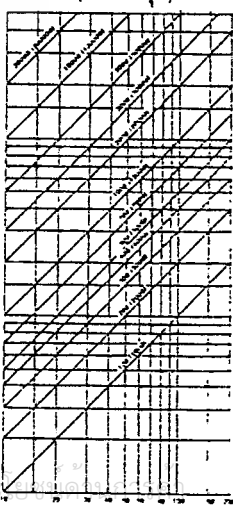
ภาพที่ 143

สัมพันธ์การใช้ประโยชน์

ตารางที่ช่วยในการกำหนดจำนวนและขนาดของหลอดไฟที่ต้องการ



พื้นที่ในหน่วยตารางเมตร (ตารางฟุต)



จำนวนดวงโคม

ระดับความสว่างแรกเริ่ม

ตารางที่ 19

สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์โดยประมาณของโคมฉาย

เสาอยู่ข้างเดียวกัน		เสาอยู่ทั้ง 2 ข้างของสนาม	
ความกว้าง	สัมประสิทธิ์ การใช้ประโยชน์	ความกว้าง	สัมประสิทธิ์ การใช้ประโยชน์
2 MH หรือน้อยกว่า	50%	4 MH หรือน้อยกว่า	50%
2-3 MH	40%	4-6 MH	40%
มากกว่า 3 MH	30%	มากกว่า 6 MH	30%

จากนี้ก็กลับไปพิจารณารูปที่ 9.4 อีกครั้งหนึ่ง จากจุดตัดบนเส้นสัมประสิทธิ์ในการใช้ประโยชน์ 40 เปอร์เซ็นต์ เราจะลากเส้นตรงลงมาตัดกับเส้นตรงอีกเส้นหนึ่ง คือ เส้นแสดงจำนวนของดวงโคมในกรณีที่เราได้กำหนดไว้แล้วในขั้นแรก จากรูปที่ 9.3 ว่าเราจะใช้ 4 ดวงโคม ด้วยเหตุผลทางด้านความสม่ำเสมอของระดับความสว่างในการออกแบบแสงสว่างสำหรับพื้นที่นี้ และจุดตัดของเส้นทั้งสองที่เกิดขึ้นใหม่บนตารางซ้ายมือด้านล่างของรูปที่ 9.4 ก็จะอยู่ระหว่างเส้น 100,000 กับ 150,000 ของเส้นลูเมนแรกเริ่มต่อดวงโคม (initial lumen per luminaire) จากตารางก็จะเห็นได้ก็อีกว่า ถ้าใช้หลอดไฟที่มีขนาดกำลังส่องสว่างเท่ากับ 100,000 ลูเมน เราจะต้องใช้หลอดไฟ 4 หลอด และถ้าใช้หลอดไฟที่มีขนาดกำลังส่องสว่าง 150,000 ลูเมน ก็จะใช้หลอดไฟเพียง 3 หลอด

จากนั้นก็พิจารณาต่อไปว่า หลอดขนาดเท่าไรที่สามารถให้ค่าลูเมนแรกเริ่มออกมาได้อยู่ระหว่าง 100,000 กับ 150,000 ลูเมน ซึ่งจะสามารถหาได้จากตารางหลอดไฟของโรงงานผู้ผลิตอีกเช่นกัน หรือจากตารางที่ 3.1 ในบทที่ 3 เราจะได้ว่าหลอดโซเดียมความดันสูงขนาด 1000 วัตต์ จะสามารถให้กำลังส่องสว่างออกมาได้ 140,000 ลูเมน ดังนั้นในกรณีเราจึงตกลงเลือกใช้ดวงโคมสำหรับหลอดโซเดียมความดันสูงขนาด 1000 วัตต์ 4 ดวงโคม โดยติดตั้งสองดวงโคมต่อหนึ่งเสา ดังรูปที่ 9.3

ขั้นตอนของการออกแบบยังไม่จบเพียงเท่านี้ ผู้อ่านยังจะต้องหาต่อไปอีกว่า จะกำหนดใช้ดวงโคมที่มีขนาดความกว้างของลำแสงอย่างไร จากรูปที่ 9.3 เราจะเห็นได้ว่าดวงโคมแต่ละดวงจะต้องส่องสว่างครอบคลุมมุมกว้างอย่างน้อย 90 องศา (45 x 2) ดังนั้นความกว้างของดวงโคมจะต้องอยู่ระหว่าง MEMAS หรือ 6 นั่นเอง และสำหรับความกว้างของลำแสงในแนวตั้งของดวงโคมก็เช่นกัน เนื่องจากครึ่งล่างของดวงโคมแต่ละดวงโคมจะต้องส่องสว่างครอบคลุมมุมกว้างจากจุดศูนย์กลางลำแสงออกไปยังโคนเสาของมัน และเพื่อให้ได้รับระดับความส่องสว่างมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ จากคอนทายของบทที่ 8 เราจะได้ว่าดวงโคมควรที่จะส่องในระยะประมาณสองเท่าของระยะความสูงของเสา ซึ่งมีค่าโดยประมาณเท่ากับ 60 องศา ดังนั้น ความกว้างของลำแสงในแนวตั้ง จึงอาจจะเป็น 120 องศา (60-60) หรือ NEMA 6 ความกว้างของลำแสงของดวงโคมนี้ จึงอาจเขียนได้ว่า NEMA 5 x 6 เป็นต้น

ความสม่ำเสมอของระดับความสว่าง

หลังจากกำหนดจำนวนและขนาดของดวงโคมเรียบร้อยแล้ว ผู้ออกแบบจะต้องคำนวณหาความสม่ำเสมอของระดับความสว่างบนพื้นที่ที่ออกแบบไว้ เป็นที่ยอมรับในทางปฏิบัติได้หรือไม่ โดยทั่วไปถ้าคำนวณออกมาได้ว่าจุดที่ระดับความสว่างมากที่สุด มีค่าไม่มากกว่า 10 เท่าของจุดที่มีระดับความสว่างต่ำที่สุดแล้ว ก็ถือว่าเป็นที่ยอมรับได้ ในบางแห่งอาจจะกำหนดถือเอาอัตราส่วนระหว่างค่าระดับความสว่างค่าเฉลี่ยต่อค่าต่ำสุดว่าไม่เกิน 3 : 1 เป็นเกณฑ์ที่มี

การตรวจเช็คหาความสม่ำเสมอนี้ทำได้โดยใช้ isoillumination diagram มาช่วยในการตรวจสอบ

จากรูปที่ 9.5 เป็น isoillumination diagram ของดวงโคมที่เลือกใช้จากตัวอย่างที่แล้ว ซึ่งต้องที่ระยะสองเท่าของความสูงของดวงโคม จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ในตัวอย่างที่แล้ว จะตกอยู่ในเส้นโค้ง E ของรูปที่ 9.5 ซึ่งมีค่าระดับความสว่างเท่ากับ 2 ฟุตแคนเดิลเมื่อเสาสูง 50 ฟุต หรือ 3.1 ฟุตแคนเดิล เมื่อเสาสูง 40 ฟุต ดังตาราง หรือมีค่าเท่ากับ 2.5 ฟุตแคนเดิล ในกรณีที่เสาสูง

ระบบการพิมพ์ (ประจิด ทิณบุตร, การออกแบบกราฟฟิค. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรินติ้งเฮาส์. 2530, หน้า 141-146)

PRINTING PROCESS

ในขั้นตอนสุดท้ายของการออกแบบกราฟฟิคมักจะมีการนำเสนอในรูปแบบของสิ่งพิมพ์เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นผู้ออกแบบจึงควรที่จะเรียนรู้ถึงระบบการพิมพ์แบบต่าง ๆ ให้เข้าใจในระบบและวิธีการทางการพิมพ์ เพื่อที่จะสามารถจัดเตรียมต้นฉบับการส่งการและสื่อความหมายที่ตรงกันกับบุคคลในวงการพิมพ์ได้ด้วย

ระบบการพิมพ์ที่เกี่ยวกับการออกแบบกราฟฟิคต่าง ๆ ได้แก่

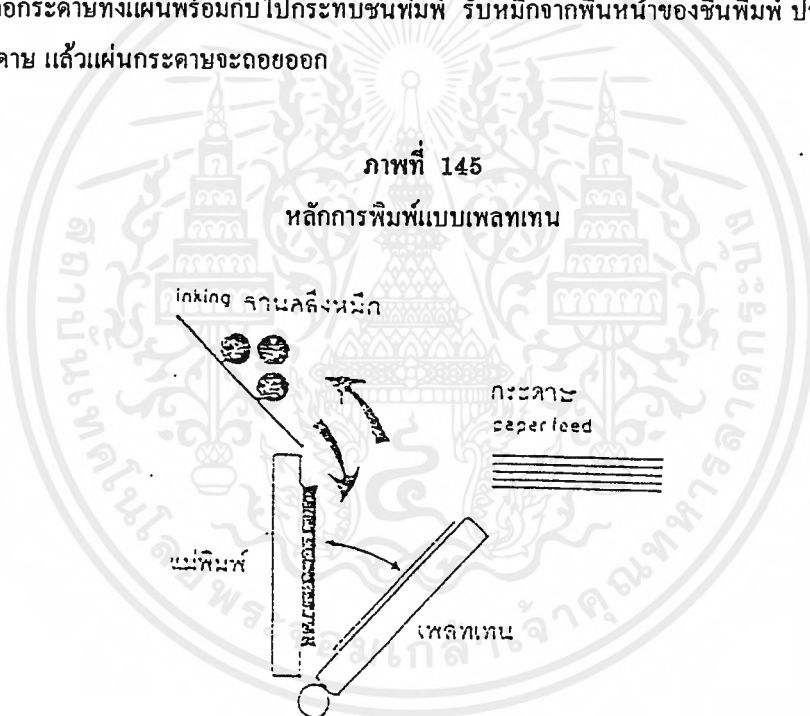
การพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส (LETTER PRESS)

ระบบเลตเตอร์เพรส เป็นการพิมพ์จากชิ้นพิมพ์หรือแม่พิมพ์พื้นนูน ซึ่งมีระดับสูงกว่าพื้นที่ที่ไม่ต้องการพิมพ์หมึก จะถูกถ่ายทอจากพื้นพิมพ์ ที่อยู่สูงลงบนกระดาษโดยตรงในขณะที่พิมพ์ ตัวพิมพ์หรือแม่พิมพ์ที่ใช้ในระบบนี้จะหล່อมาจากโลหะ หรือแก้วสุดอื่นเป็นบล็อก เช่น บล็อกไม้ บล็อกยาง เป็นต้น เนื่องจากการพิมพ์ในระบบนี้เป็นการพิมพ์ที่พื้นหน้าของกระดาษสัมผัสกับตัวพิมพ์หรือแม่พิมพ์โดยตรง ฉะนั้นจึงก่อให้เกิดรอยบุ๋มขึ้นพิมพ์ปรากฏอยู่อย่างเห็นได้ชัด

ภาพที่ 144
หลักการเกิดภาพ

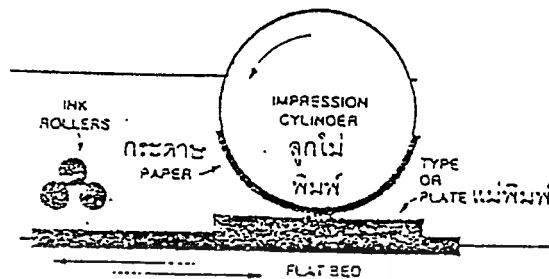
การพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

1. การพิมพ์ด้วยแท่นแบบเพลทเทน (PLATENPRESS) การพิมพ์ด้วยแท่นพิมพ์นี้คัดแปลงมาจากแท่นพิมพ์มือ ซึ่งใช้ในการพิมพ์สมัยแรก ๆ เป็นแท่นพิมพ์ที่ตั้งอยู่บนพื้นราบและแรงกดก็เป็นพื้นราบเช่นเดียวกัน เมื่อจะเอาแท่นพิมพ์เข้าแท่น จะต้องอัดกรอบขึ้นพิมพ์เสียก่อน แล้วนำไปอัดติดกับแท่นรองรับซึ่งตั้งฉากกับพื้น เวลาเดินเครื่องลูกกลิ้งข้างจะเคลื่อนจากจากคลึงหมึกลงไปกลิ้งบนพื้นหน้าขึ้นพิมพ์ในฐานะรองรับขึ้นพิมพ์แผ่นรับกระดาษและกดกระดาษ ซึ่งข้างพิมพ์ได้ป้อนเข้าไป จะเคลื่อนเข้าไปหาฐานรองรับขึ้นพิมพ์ซึ่งอยู่หนึ่งแล้วอัดหรือกดกระดาษทั้งแผ่นพร้อมกับไปกระทบขึ้นพิมพ์ รับหมึกจากพื้นหน้าของขึ้นพิมพ์ ปรากฏรอยพิมพ์บนแผ่นกระดาษ แล้วแผ่นกระดาษจะถอยออก



2. การพิมพ์ด้วยแท่นไซลินเดอร์ (CYLINDER PRESS) เป็นแท่นพิมพ์ที่มีลูกโม่ทรงกลมตัวพิมพ์หรือแม่พิมพ์จะถูกยึดอัดไว้ในกรอบพื้นแบนในทำนองเดียวกันกับที่ใช้ในเครื่องพิมพ์แบบเพลทเทน แต่ฐานรองรับขึ้นพิมพ์จะอยู่ในแนวนอนได้ลูกกลิ้งข้างกลิ้งหมึก แรงกดเป็นลูกโม่ทรงกลม ตัวพิมพ์หรือขึ้นพิมพ์จะเลื่อนถอยไปมาได้โดยพื้นที่แท่นขึ้นพิมพ์จะเลื่อนตามรางไปรับหมึก แล้วเลื่อนกลับมาทางได้ลูกโม่ ลูกโม่จะจับกระดาษกดลงตัวพิมพ์ หมึกก็จะติดกระดาษออกมา ซึ่งจะได้อ่านพิมพ์ที่ต้องการ

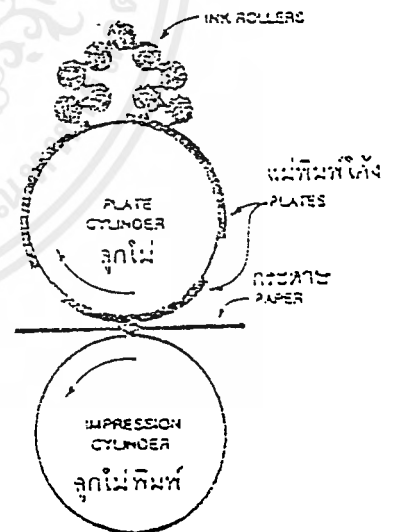
ภาพที่ 146
หลักการพิมพ์แบบไซลินเดอร์



แท่นพิมพ์ไซลินเดอร์สมัยใหม่ได้มีการปรับปรุงให้มีคุณภาพในการพิมพ์ดีขึ้นมาก ไม่ต้องป้อนกระดาษเข้าแท่นพิมพ์ด้วยมือ พิมพ์ได้หลายสี ในกรณีที่ต้องการพิมพ์หลายสีก็ไม่ต้องนำกระดาษที่พิมพ์สีใดสีหนึ่งแล้วไปตากให้แห้ง แต่ใช้เครื่องดูดกระดาษซึ่งใช้แรงลมป้อนกระดาษเข้าเครื่องตีพิมพ์โดยอัตโนมัติ แล้วพ่นฝุ่นให้หมึกแห้งโดยอัตโนมัติอีกด้วย

3. การพิมพ์ด้วยแท่นแบบโรตารี (ROTARY LETTER PRESS) แท่นพิมพ์แบบนี้แม่พิมพ์จะมีลักษณะโค้งสวมติดกับลูกไม้ทรงกลม แรงกดเป็นลูกไม้ทรงกลม กระดาษจะผ่านกลางระหว่างลูกไม้แรงกดและลูกไม้ขึ้นพิมพ์ การพิมพ์ในลักษณะนี้สามารถพิมพ์ได้รวดเร็วมาก โดยมากจะใช้กระดาษมันพิมพ์ ลูกไม้หมุนตัวได้ครั้งหนึ่งก็พิมพ์ได้ครั้งหนึ่ง

ภาพที่ 147
หลักการพิมพ์แบบโรตารี

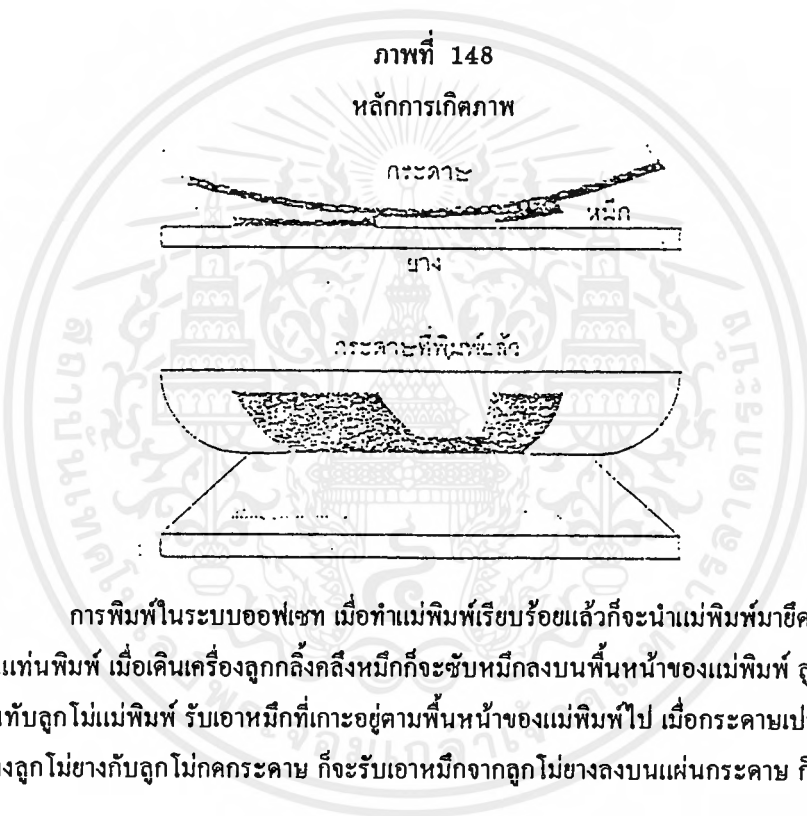


การนำแม่พิมพ์โค้งอัดเข้าในลูกไม้เหล็กทรงกลม อาจเลื่อนแผ่นแม่พิมพ์ให้สูงหรือต่ำ และเลื่อนไปทางขวาหรือซ้ายของลูกไม้ได้ตามที่ต้องการอีกด้วย รอบ ๆ ลูกไม้แผ่นพิมพ์โค้งนี้มีลูกกลิ้งคลึงหมึกสำหรับคลึงให้กับแผ่นพิมพ์โค้งอย่างทั่วถึงตามต้องการ ตลอดเวลาที่ลูกไม้หมุนเมื่อเดินเครื่อง เครื่องป้อนกระดาษจะทำหน้าที่ป้อนกระดาษมันใหญ่ หรือป้อนกระดาษแผ่นใหญ่เข้าผ่านระหว่างกลางลูกไม้ 2 ลูก ลูกไม้กดกระดาษจะทำหน้าที่กดกระดาษอัดเข้ากับแม่พิมพ์บนลูกไม้ลูกหนึ่ง ตลอดเวลาที่ผ่านทำให้เกิดการตี

พิมพ์ขึ้น ในกรณีที่ตีพิมพ์พร้อมกันหลายหน้า และใช้สีพร้อมกันหลายสี ก็จะต้องใช้เครื่องแบบที่ตั้งเรียงตรงกันหลายเครื่อง ให้กระดาษผ่านการตีพิมพ์ในเครื่องแรกและเครื่องต่อ ๆ ไปตามลำดับ จนทุกหน้าและทุกสี แล้วผ่านเครื่องตัดกระดาษและเครื่องพับกระดาษโดยอัตโนมัติ

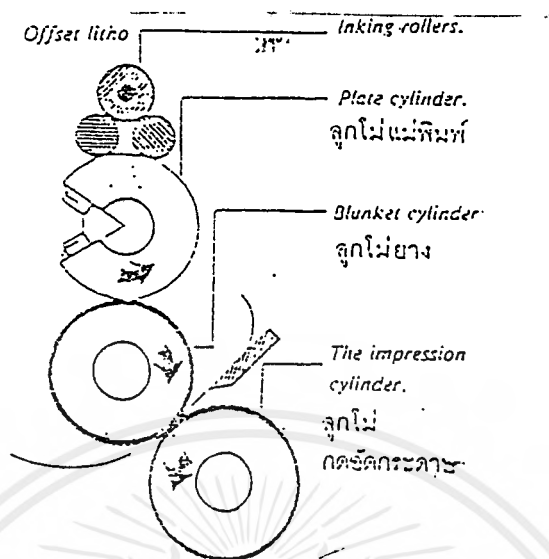
การพิมพ์ระบบออฟเซต (OFFSET)

การพิมพ์ในระบบออฟเซตแผ่นแม่พิมพ์เป็นโลหะพื้นแบน แม่พิมพ์จะถ่ายทอดหมึกพิมพ์ผ่านลูกไม่ยาง และลูกไม่ยางจะถ่ายทอดหมึกพิมพ์ตามแม่พิมพ์ลงในกระดาษอีกทอดหนึ่ง



ภาพที่ 149

หลักการของการพิมพ์ของระบบออฟเซต



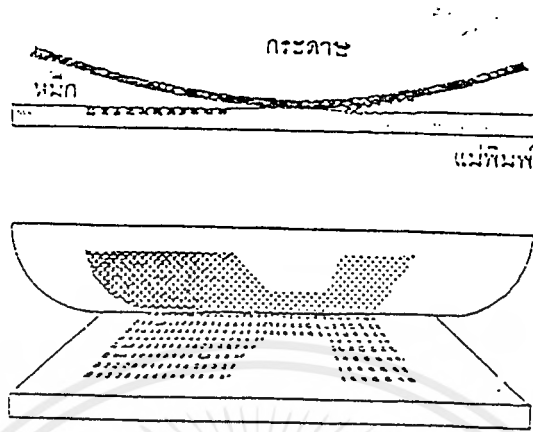
แม่พิมพ์ระบบออฟเซตเป็นแม่พิมพ์ที่มีเม็ดสกรีนละเอียดกว่าแม่พิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมาก จึงสามารถพิมพ์ภาพและพิมพ์สอคสีได้ดีกว่าระบบเลตเตอร์เพรส การพิมพ์ในระบบนี้จะไม่ใช้ตัวพิมพ์เป็นตัว ๆ มาใช้เลยปัญหาในเรื่องตัวพิมพ์สึกหรือหักจะไม่เกิดขึ้นเลย จึงสามารถพิมพ์ได้เร็วและพิมพ์ได้จำนวนมาก แต่การลงทุนขึ้นต้นของการพิมพ์ระบบนี้สูงกว่ามาก การพิมพ์ในระบบนี้จึงเหมาะสำหรับสิ่งพิมพ์ที่เป็นประเภท ภาพงานพิมพ์สอคสีสิ่งพิมพ์ที่ต้องการคุณภาพสูงและพิมพ์เป็นจำนวนมาก การพิมพ์ในระบบออฟเซตในปัจจุบันดีก้าวหน้าไปมาก คือมีแท่นพิมพ์ตั้งแต่ขนาดเล็กที่ใช้ในสำนักงานจนถึงขนาดใหญ่สามารถพิมพ์ได้เร็วมีทั้งชนิดพิมพ์ที่ละสีจนถึงพิมพ์สี่สีหรือพิมพ์ 2 หน้าพร้อมกัน เป็นต้น

การพิมพ์ระบบกราเวียร์ (GRAVURE)

การพิมพ์ระบบกราเวียร์เป็นการพิมพ์ที่ใช้แม่พิมพ์ตรงกันข้ามกับระบบเลตเตอร์เพรส ส่วนที่ต้องการพิมพ์ในแม่พิมพ์นั้นจะเป็นร่องลึกสำหรับขังหมึกไว้ขายบนกระดาษ ในการพิมพ์แม่พิมพ์จะสัมผัสกับกระดาษที่ใช้พิมพ์เช่นเดียวกันกับการพิมพ์ในระบบเลตเตอร์เพรส

เครื่องพิมพ์ในระบบกราเวียร์สมัยใหม่ ทั้งชนิดพิมพ์กระดาษแผ่นและกระดาษม้วนชนิดที่พิมพ์ด้วยกระดาษม้วนจะพิมพ์ได้เร็วกว่าการพิมพ์ในระบบออฟเซตถึง 2 เท่า พิมพ์ได้ทั้งที่ละหน้า และที่ละ 2 หน้า การป้อนกระดาษเป็นเครื่องป้อนกระดาษโดยอัตโนมัติการพิมพ์ภาพถ่ายและภาพสอคสีจะมีคุณภาพดีกว่าในการพิมพ์ในระบบอื่น ๆ สามารถพิมพ์ลงในกระดาษเนื้อละเอียดหรือเนื้อหยาบอย่างไรก็ได้แต่ค่าใช้จ่ายในการพิมพ์สูงกว่าระบบอื่น ดังนั้นการพิมพ์ในระบบนี้จึงเหมาะกับงานพิมพ์ที่ต้องการคุณภาพสูง เช่น นิตยสาร แคตตาล็อก ภาพแผ่นและงานพิมพ์ที่ต้องการจำนวนมาก

ภาพที่ 150
หลักการเกิดภาพ

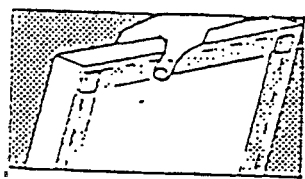


การพิมพ์ระบบซิลค์สกรีน (SIKSCREEN)

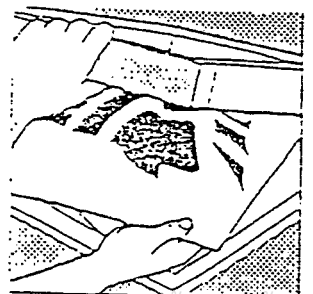
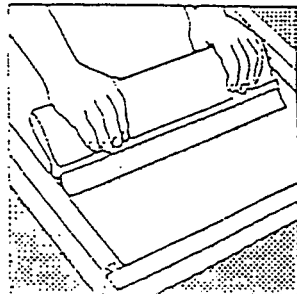
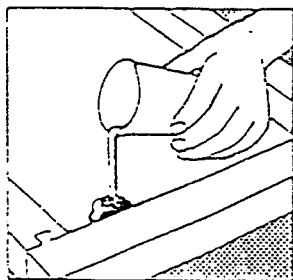
การพิมพ์ในระบบซิลค์สกรีนเป็นระบบการพิมพ์ที่ใช้แม่พิมพ์เป็นศูนย์กลาง หมึกพิมพ์จะผ่านแม่พิมพ์ไปปรากฏบนวัสดุที่ใช้พิมพ์ การพิมพ์ระบบนี้มักจะใช้ในงานพิมพ์ที่ไม่ต้องการความประณีตมากนักและพิมพ์จำนวนน้อย

การพิมพ์ซิลค์สกรีนจะใช้ผ้าไหม หรือผ้าเนื้อโปร่งนำมาขึงให้ตึงบนกรอบไม้หรือกรอบโลหะ แล้วสร้างภาพที่ต้องการพิมพ์ขึ้นมาบนผ้าไหม ซึ่งมีสภาพเป็นฉากพิมพ์ ปิดกั้นส่วนที่ไม่ต้องการให้เกิดเป็นภาพ เมื่อนำไปพิมพ์ให้ที่บน และปล่อยส่วนที่ต้องการพิมพ์ให้เป็นภาพโปร่งไว้ การสร้างภาพพิมพ์บนผ้าไหมมีหลายวิธีการ เช่น ระบายสีด้วยน้ำมัน เชลแล็กน้ำยาไวแสงผสมกาวอัด เมื่อนำแม่พิมพ์ที่สร้างเสร็จแล้วไปทาบบ วัสดุที่จะใช้พิมพ์ เช่น กระดาษ ผ้า แก้ว พลาสติก โลหะ แล้วหยอดสีลงบนแม่พิมพ์ ใช้ยางปาดที่มีผิวหน้าเรียบปาดดันสีให้ผ่านแม่พิมพ์ทะลุออกไปติดบนพื้นรองรับ ก็จะได้ชิ้นพิมพ์ที่ต้องการ

ภาพที่ 151
การพิมพ์ซิลค์สกรีน



กรอบไม้ติดผ้าไหม เพื่อถ่ายแบบเป็นภาพโปร่ง



ตอนที่ 4 : ข้อมูลความสัมพันธ์เรื่องสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบ

1. ขนาดสัดส่วนของร่างกายและมุมมอง
2. มือขอบเขตการเคลื่อนไหวและการจับสิ่งของ
3. ขนาดสัดส่วนของร่างกายเปรียบเทียบกับกราท

การออกแบบกราฟฟิกและจิตวิทยาการใช้สี

ในการออกแบบคู่มือที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวเมืองไทย ของบริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด นั้น จะประกอบด้วย ป้ายประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว สปอนเซอร์และชื่อร้านค้าสัญลักษณ์ และโลโก้ของบริษัท

1. ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานปุ่มต่าง ๆ ป้ายโฆษณา
2. จิตวิทยาการใช้สี

ความรู้เกี่ยวกับสัดส่วนของมนุษย์กับการออกแบบ

ความสัมพันธ์เรื่องของมนุษย์กับการออกแบบ

ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์นั้น ได้มีการศึกษามานานแล้ว ก่อน ค.ศ. 3000 จากหลักฐานการค้นพบจากสุสานในพีระมิดของเมมฟิส (MEMPHIS) จากนั้นได้ทีนักวิทยาศาสตร์และนักศิลป-ศาสตร์ทำการศึกษาในเรื่องนี้เรื่อยมา

การเรียนรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ ได้ทำการศึกษาจากซากศพของมเหสี ฟาโรห์ ซึ่งยุคในยุค PHOLEMAIC ของกรีกและโรมันและเป็นที่ยอมรับในมาตรฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ในเวลานั้น โดยการสอนของ ALBERTI, LEONARDO DA VINCI, MICHELANGELO และคนอื่น ๆ โดยเฉพาะ DIIRER เป็นคนสำคัญในการรากฐานเรื่องนี้ได้จัดระบบการวัดสัดส่วนของมนุษย์ เช่น ความยาวของศีรษะ หน้า เท้า และแบ่งส่วนย่อยรายละเอียดอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กันของแต่ละส่วน ซึ่งกลายเป็นมาตรฐานที่ใช้กันในทุกวันนี้ ในสมัยใหม่ยอมรับระบบการจัดเป็นฟุต และหลา

วิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์

DIIRER ได้ค้นพบการวัดสัดส่วนของมนุษย์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและเห็นพ้องต้องกันทั่ว ๆ ไป โดยเขาเริ่มวัดความสูงของร่างกายและกำหนดส่วนย่อยไว้ดังต่อไปนี้

1/2 ของความสูงทั้งหมด = ครึ่งหนึ่งของร่างกายวัดจากคันท่าหรือขาหนีบขึ้นไปถึงศีรษะ ส่วนบน

1/4 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของขาวัดจากข้อเท้าถึงหัวเข่าและจากปลายคางถึง สะดือ

1/6 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของเท้า

1/3 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของศีรษะส่วนบนถึงปลายคางและจากปลายคางถึงราวนม

1/10 ของความสูงทั้งหมด = ความสูงและความกว้างของใบหน้ารวมถึงใบหูด้วย และความยาวของมือถึงข้อมือ

1/12 ของความสูงทั้งหมด = ความกว้างของใบหน้าจากปลายจมูกส่วนล่างสุด และในการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์นั้นแบ่ง เป็นส่วนย่อยได้ 1/40 ของความสูงทั้งหมดของร่างกาย

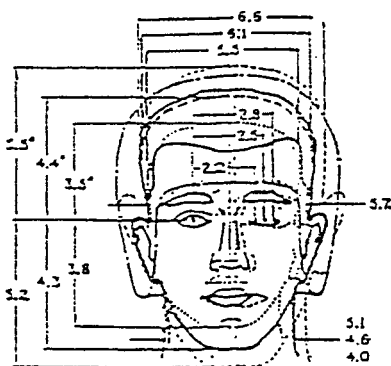
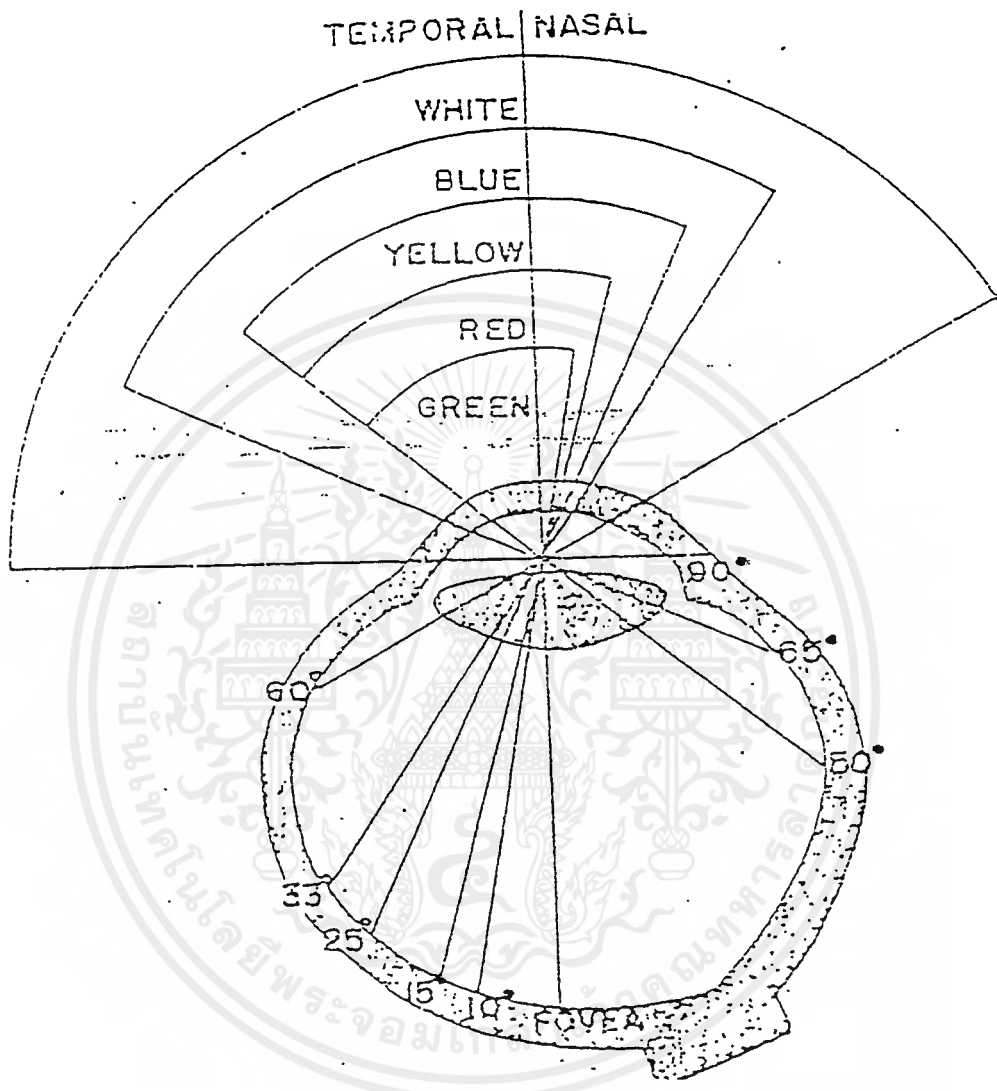
สำหรับขนาดสัดส่วนของคนไทยนั้นหากต้องการทราบรายละเอียดข้อเสนอแนะให้ไปหาข้อมูลได้ที่สภาวิจัยแห่งชาติได้ ส่วนตัวอย่างภาพที่อยู่ในหน้าต่อไปนี้นั้น ใช้สำหรับเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณา

ออกแบบ

ขอบเขตและความไวในการรับสีของประสาทตา

การมองเห็นสีของมนุษย์ภายใต้แสงสว่างที่ปกตินั้น ความรู้สึกไวต่อการรับสีต่าง ๆ จะไม่เท่ากันทุกสี แม้จะมองวัตถุถึงเส้นขอบนอกของสเปกตรัมที่มองเห็น แต่การมองเห็นสีบางสีจะแปรเปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เพราะสีบางสีสามารถจดจำได้ทุกมุมของการมองที่กว้างมากกว่าสีอื่น ๆ

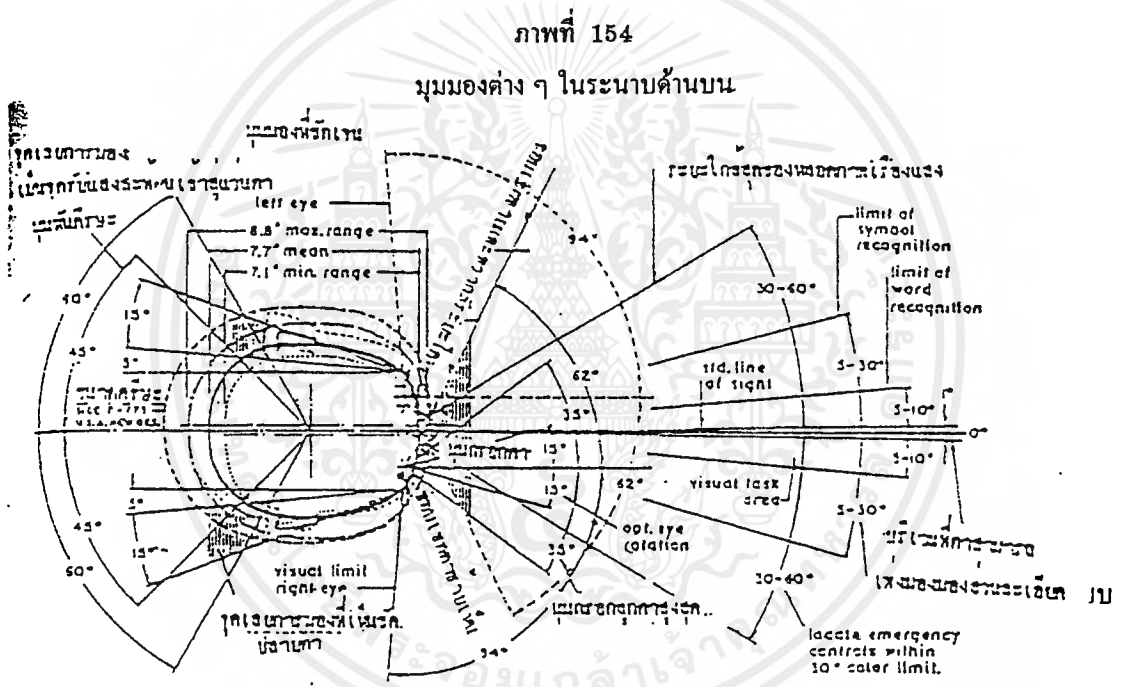
ภาพที่ 152
แสดงขอบเขตความไวในการรับสีของประสาทตา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

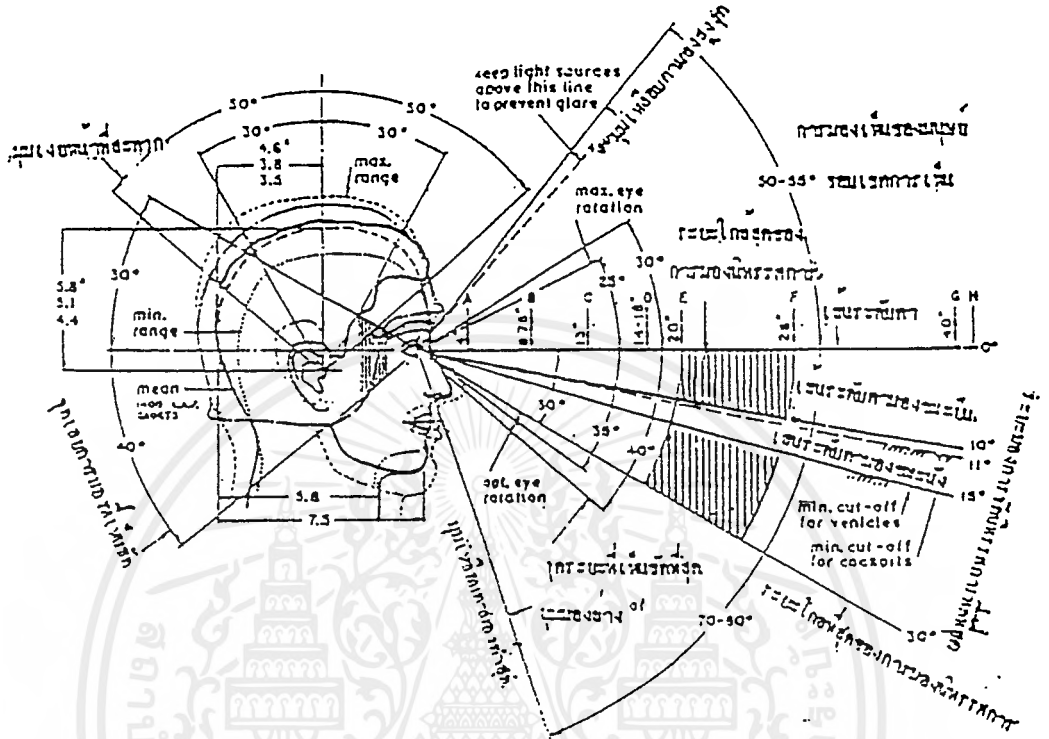
ข้อมูลการมองและการใช้สายตามีดังนี้

- จุดระยะที่มองชัดที่สุด 4" - อายุ 20 ปี
 - จุดระยะที่มองชัดที่สุด 8.75" - อายุ 40 ปี
 - จุดระยะที่มองชัดที่สุด 13" - 20" - การจัดนิทรรศการระยะใกล้
 - จุดระยะที่มองชัดที่สุด 14" - 18" - หลอดภาพเรืองแสงสว่าง
 - จุดระยะที่มองชัดที่สุด 28" - ระยะใกล้ในการมอมนิทรรศการ
 - จุดระยะที่มองชัดที่สุด 40" - อายุ 60 ปี
- ข้อมูลโดยเฉลี่ยจากการวัดสายตา



มองมองตัวหนังสือ	5-10	องศา
มุมมองของสัญลักษณ์	5-30	องศา
มุมมองที่ชัดที่สุดของสี	30-60	องศา
มุมมองกว้างที่สุด	94	องศา
มุมกวาดสายตาตามอีกข้างหนึ่ง	62	องศา
มุมกรอกลูกตาสูงสุด	35	องศา

ภาพที่ 155
มุมมองต่าง ๆ ในระดับด้านข้าง



๒๕๕๕

มุมเงยสูงสุด	50	องศา
มุมมองที่คิของสีมากที่สุด ขึ้นบน	30	องศา
มุมมองที่คิของสีมากที่สุด ลงล่าง	40	องศา
มุมเหลือบตาขึ้นมาที่สุด	25	องศา
มุมเหลือบตาลงมากที่สุด	30	องศา
มุมสายตาศึกคิขณะยืน	10	องศา
มุมสายตาศึกคิขณะนั่ง	15	องศา
มุมก้มสูงสุด	70	องศา

แผนภูมิที่ 9

แสดงขนาดของตัวหนังสือกับระยะการมอง

												20
												18
												16
												14
												12
												10
												5
0	100	200	300	400	500						1000	0

ความสูงของตัวอักษรต่ำสุดที่จะมองเห็นได้ในระยะ 10 ฟุต 0.3 นิ้ว
สำหรับระยะการมองอื่น ๆ สามารถได้จากสูตร
ความสูงของตัวอักษร (นิ้ว) ระยะการมอง (ฟุต) 0.3 นิ้ว

10

จากที่ข้างต้นเทียบเปลี่ยนเป็นหน่วยเมตริกโดยประมาณได้คือ ความสูงของตัวอักษรต่ำสุดที่จะมองเห็นได้ในระยะ 1 เมตร 0.25 ซม.

สำหรับระยะการมองอื่น ๆ สามารถได้จากสูตร
ความสูงของตัวอักษร (ซม.) ระยะการมอง (เมตร) 0.25
เป็นตัวเรียงง่าย เมื่อนำมาประสมเป็นคำอ่านค้ชัดเจน
สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบ และเพิ่มจำนวนได้ง่าย
เข้ากับลักษณะของสัญลักษณ์ ดูแล้วไม่ขัดกัน
มีเอกภาพ คดขยการใช้ลักษณะเดียวกัน เพื่อความเป็นระเบียบสวยงาม
เป็นแบบพื้นฐาน ใช้ได้กับทุกสมัย
มีลักษณะเป็นจริงจัง เป็นงานเป็นการ และใช้กันอย่างกว้างขวาง

ภาพที่ 156

ความสัมพันธ์ของขนาด SIGN กับระยะการมอง

จากระยะการมองจากเส้นระดับสายตา มุมมองปกติของสายตาคือมุม 10 องศาจากตาถึงวัตถุ ระยะการมองที่มีประสิทธิภาพในระดับ 10 องศา จากถึงวัตถุ 155 (46.5 ม.)

ระยะการมองใกล้สุดของสายตา จะไม่น้อยกว่า 20 ฟุต (6 ม.) จะได้ขนาดของ SIGN 12 นิ้ว จึงเป็นสูตรดังนี้

ระบบอังกฤษ	ขนาด	SIGN นิ้ว	ระยะการมอง (ฟุต)
			13
ระบบเมตริก	ขนาด	SIGN นิ้ว	ระยะการมอง (เมตร)
			0.65

เมื่อมีข้อมูลด้านการมองเห็นแล้วเรื่องต่อไปก็จะกล่าวถึงข้อมูลของแสงสว่างเกี่ยวกับป้าย ซึ่งช่วยในด้านการมองเห็นและมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างมาก แสงสว่างนับว่ามีส่วนช่วยสำหรับการมองเห็นการให้แสงสว่างกับป้ายจึงจำเป็นมาก ดังนั้นข้อมูลเกี่ยวกับแสงสว่างของป้ายจึงมีผลต่อการออกแบบ

ข้อมูลเกี่ยวกับแสงสว่างของป้าย

ป้ายสัญลักษณ์ที่จะเป็นสื่อความหมายให้คนเข้าใจ นอกจากตัวสัญลักษณ์แล้วยังขึ้นอยู่กับ การมองชัดเจนด้วย แสงสว่างเป็นตัวที่กำหนดความชัดเจนของป้ายอย่างมากแสงสว่างนี้จะแบ่งตามต้นกำเนิดเป็น 2 ชนิดคือ

1. แสงจากธรรมชาติ คือ ดวงอาทิตย์, ดวงจันทร์, ดวงดาว, ไฟหิ้งห้อย ฯลฯ แสงสว่างเข้าทางหน้าต่างและช่องกระจกรวมทั้งหลังคาโรงงาน ใช้หลังคาแบบพลาสติกโปร่งแสง จะช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าได้มาก
2. แสงประดิษฐ์ เป็นแสงที่มนุษย์สร้างขึ้นมาให้มีความสว่าง เพื่อการมองเห็นในเวลาที่ไม่สามารถพึ่งแสงสว่างจากธรรมชาติได้ แสงไฟฟ้ามีต้นกำเนิดจากหลอดไฟฟ้าต่าง ๆ

2. ต้องเข้าใจระบบแสงสว่าง การติดตั้ง การเลือกใช้
3. แสงสว่างธรรมชาติ เป็นแหล่งกำเนิดแสงอีกแบบหนึ่งจำเป็นต้องรู้คุณสมบัติ

การให้แสงสว่างแก่ป้ายที่อยู่ในอาคาร

แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. จากภายนอก

มีวิธีการให้แสงสว่างแก่ป้าย คือ นอกตัวป้ายซึ่งอาจใช้สปอทไลท์ หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ติดกับป้ายและส่องสว่างยังป้าย ซึ่งทำการติดตั้งอยู่

2. จากภายใน

มีวิธีการให้แสงสว่างแก่ป้ายคือแสงสว่างจากภายในบ้าน ป้ายจะมีลักษณะโปร่งแสง แสงที่ใช้ในการให้แสงแบบนี้คือ ไฟฟลูออเรสเซนต์ จะพบเห็นได้จากป้ายชื่อร้านทั่ว ๆ ไป

ตำแหน่งการติดตั้งไฟแบ่งออกได้ ดังนี้

1. ชนิดติดเพดาน
2. ชนิดแขวน
3. ชนิดติดผนัง
4. ชนิดฝังซ่อนในเพดาน
5. ชนิดเคลื่อนย้ายได้

การกระจายแสงไฟฟ้า มีวิธีการดังนี้

- | | |
|-------------------|----------------------------------|
| 1. DIRECT | แสงลงข้างล่างมากกว่า 90% |
| 2. SEMI DIRECT | แสงลง 60-90% ที่เหลือเป็นแสงขึ้น |
| 3. GENERAL DIRECT | แสงขึ้นและลงเท่านั้น |
| 4. SEMI INDIRECT | แสงขึ้น 60-90% ที่เหลือเป็นแสงลง |
| 5. INDIRECT | แสงขึ้นข้างบนมากกว่า 90% |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้แสงสว่างแก่ป้าย

การมองเห็นป้ายได้ชัดเจนขึ้นอยู่กับแสงสว่าง 2 ชนิดคือ

1. แสงธรรมชาติ ได้แก่ แสงอาทิตย์ ซึ่งใช้ได้เฉพาะในเวลากลางวัน
2. แสงประดิษฐ์ ได้แก่ แสงจากหลอดไฟชนิดต่าง ๆ

ข้อมูลข้างต้นกล่าวถึงการให้แสงสว่างเกี่ยวกับป้ายแหล่งกำเนิดแสง และอื่น ๆ ข้อมูลส่วนต่อไปนี้จะกล่าวถึงสรีระและขนาดสัดส่วนในการออกแบบ รายละเอียดของข้อมูลก็จะกล่าวถึงสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์ ซึ่งสามารถนำไปประกอบการออกแบบได้

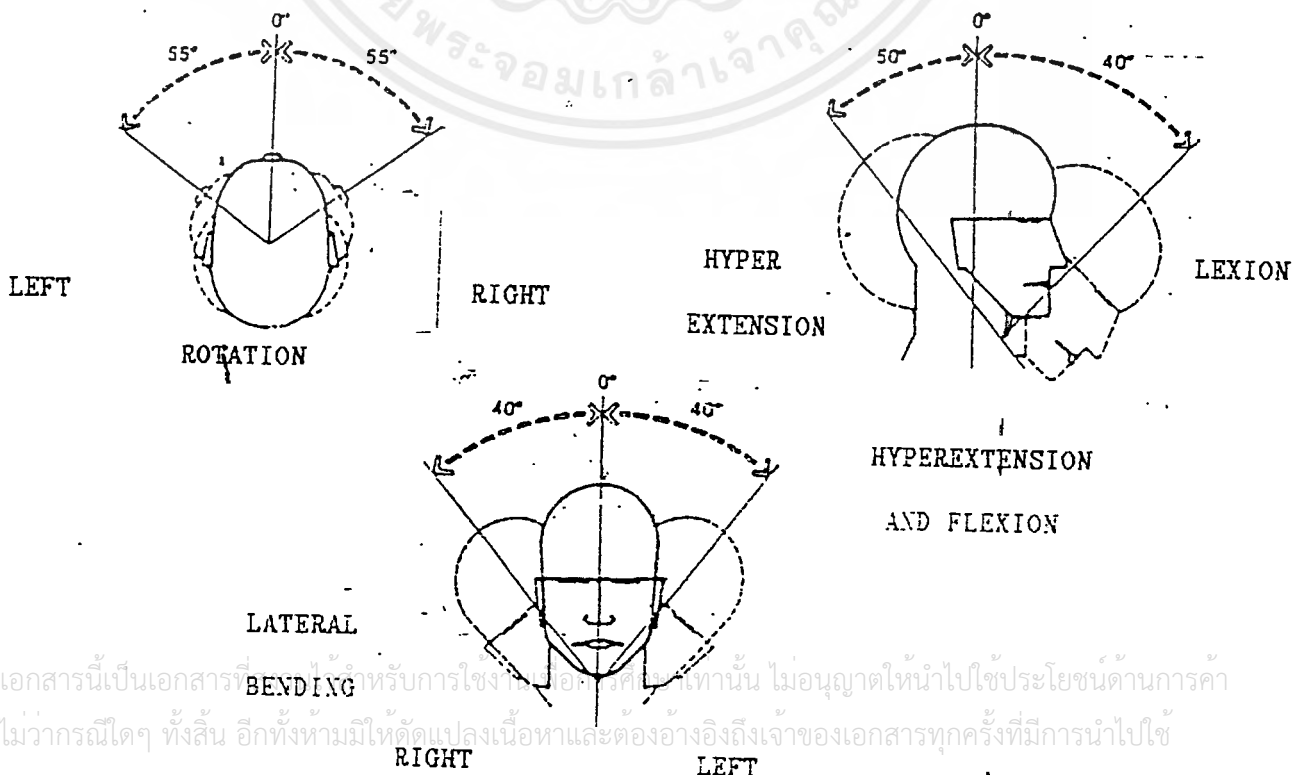
สรุปสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ

มคียีน

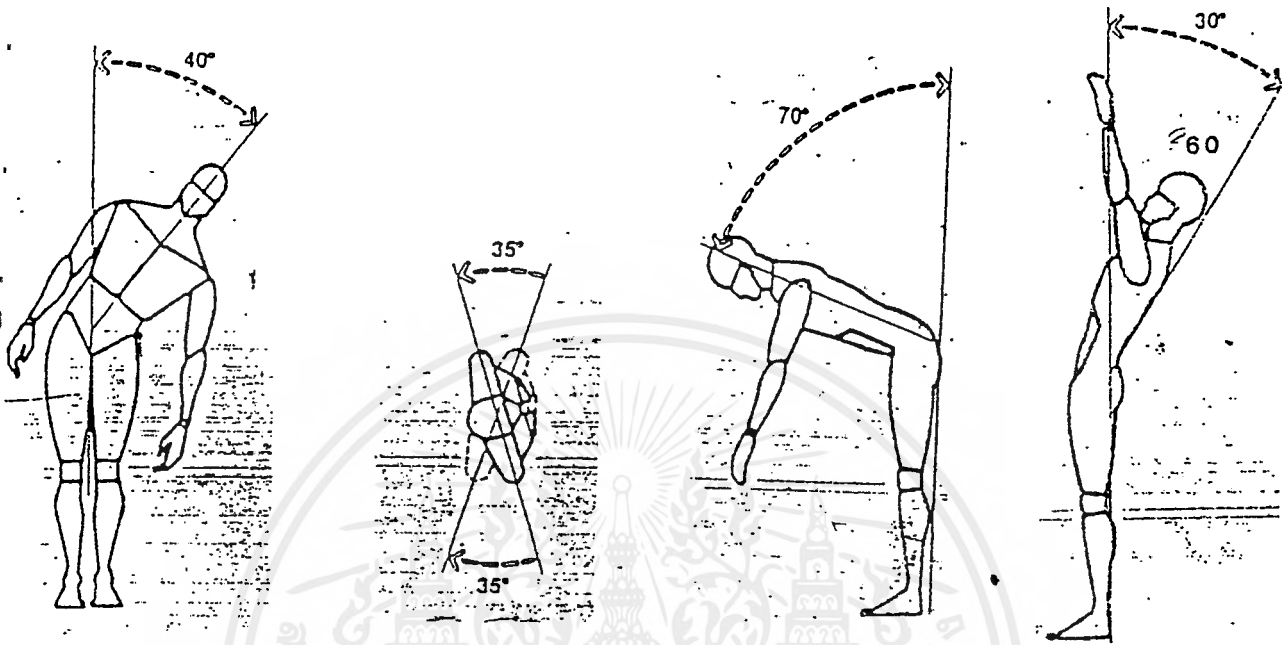
- ความสูงยืน	เฉลี่ย	165 ซม.
- ความสูงของเคาน์เตอร์	เฉลี่ย	85-90 ซม.
- ความสูงของฐานยก (STEP)	ต่ำสุด	5 ซม.
- ความกว้างของเคาน์เตอร์	เฉลี่ย	60-70 ซม.
- ความยาวของเคาน์เตอร์	เฉลี่ย	1.50 ซม.
- ความสูงของชั้นวางของด้านบน	เฉลี่ย	45.50 ซม.

ภาพที่ 157

ลักษณะการเคลื่อนไหวส่วนศีรษะ



ภาพที่ 158
ลักษณะการเคลื่อนไหวส่วนลำตัว



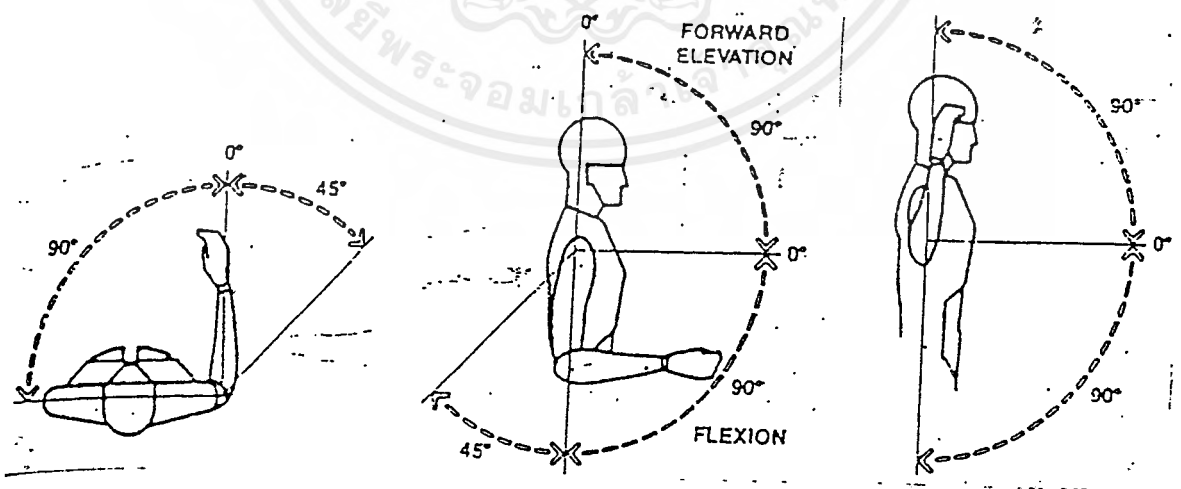
LATERAL
BANDING

ROTATION

FLEXION

HYPEREXTENSION

ภาพที่ 159
ลักษณะการเคลื่อนไหวของไหล่



ROTATION IN
NEUTRAL POSITION

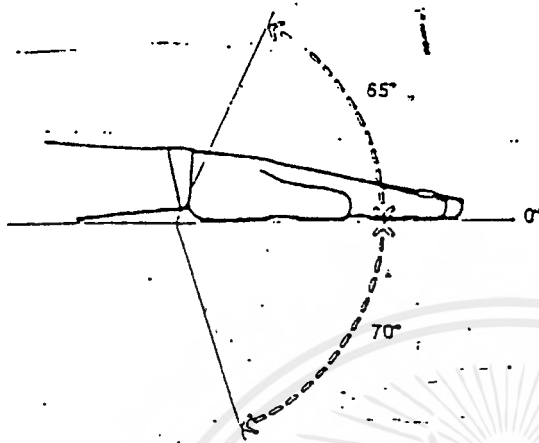
HYPEREXTENSION
AND FLEXION

ROTATION IN
ABDUCTION

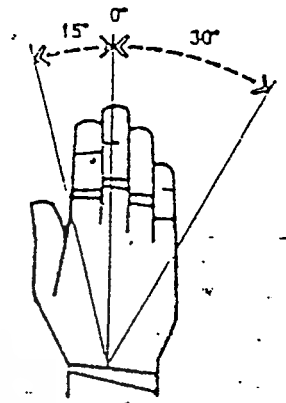
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 160

ลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ



FLEXION AND EXTENSION



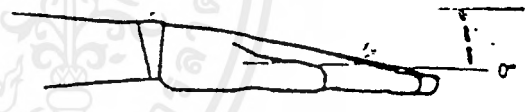
DEVIATION

ภาพที่ 161

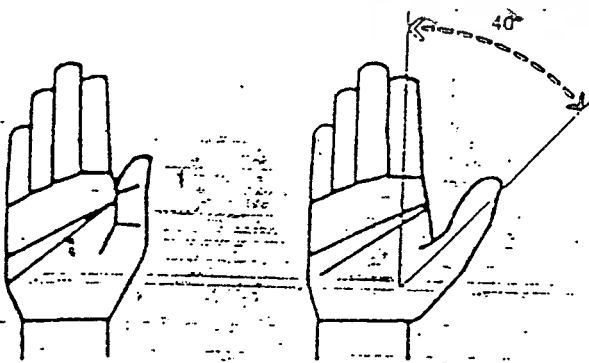
ลักษณะการเคลื่อนไหวของนิ้ว



NEUTRAL

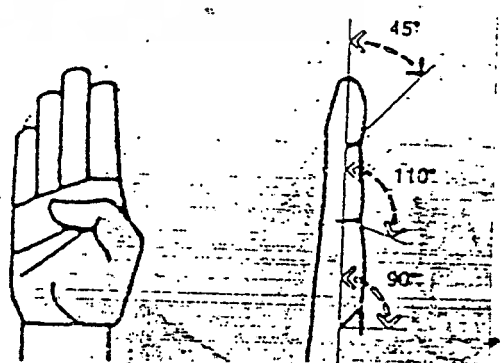


HYPEREXTENSION



NEUTRAL

ABDUCTION

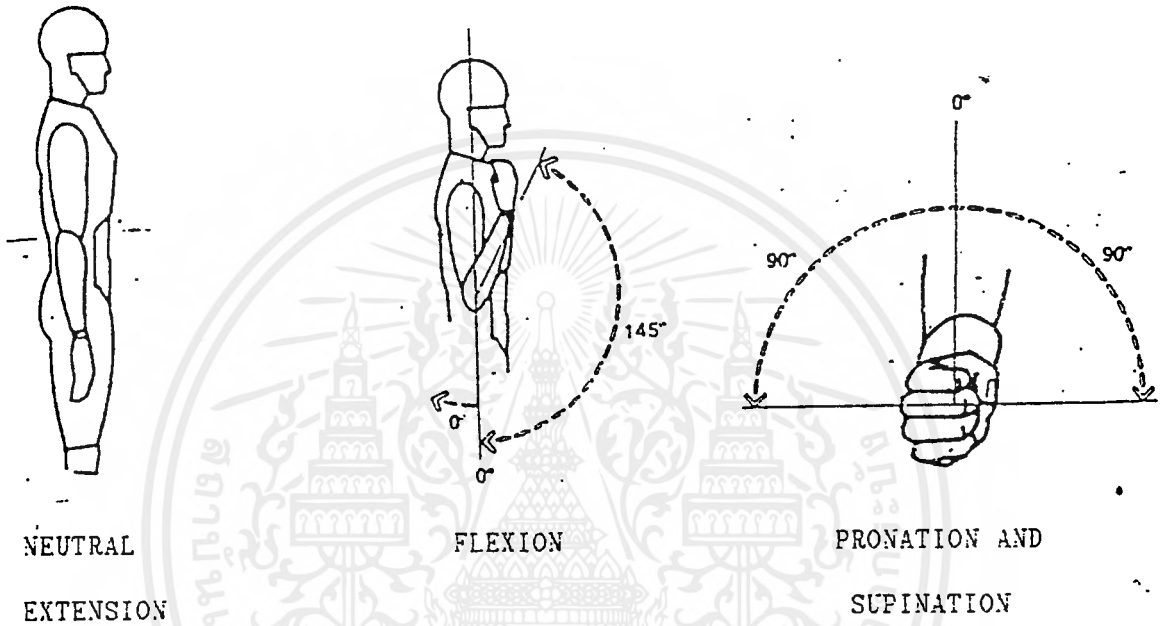


OPPOSITION

FLEXION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกิจการงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

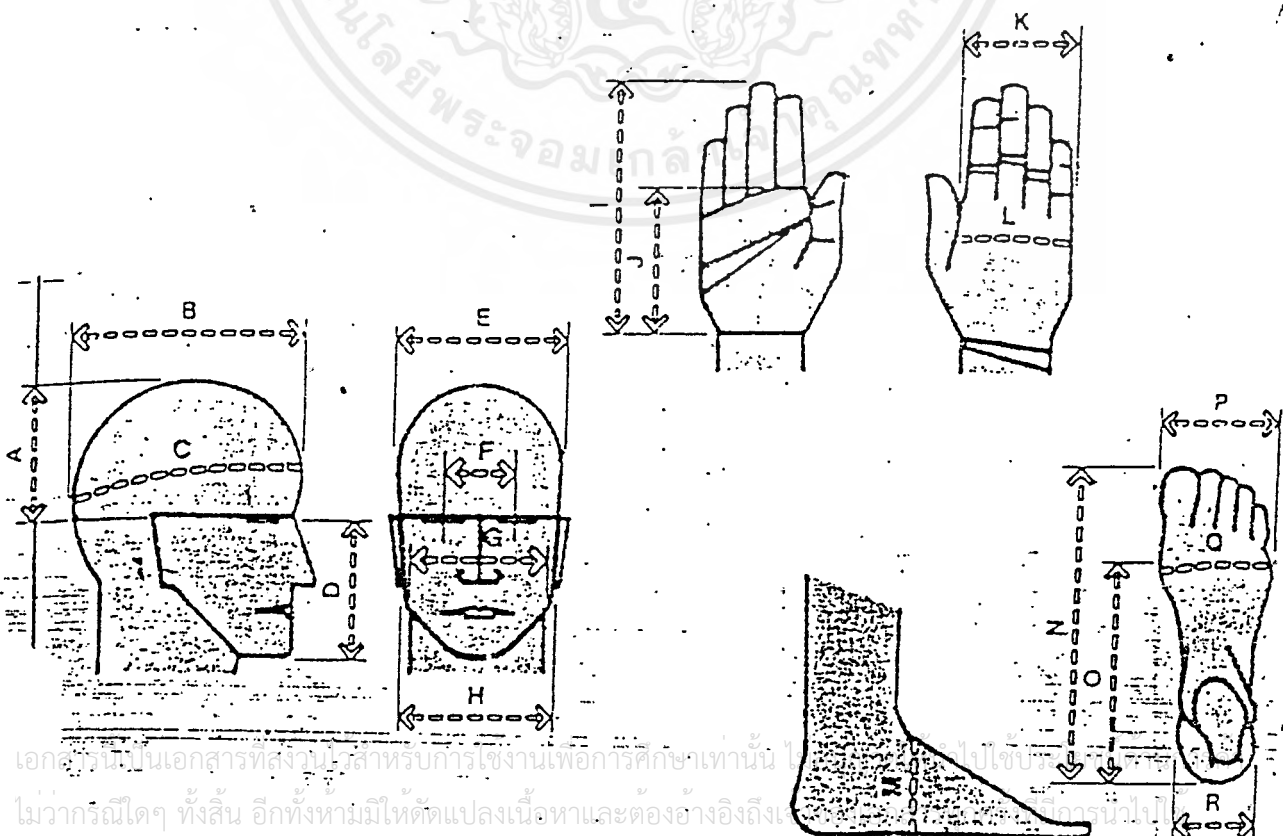
ภาพที่ 162
ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อศอกและข้อเข่า



Adult Male Head, Face, Hand, and Foot Dimensions in Inches and Centimeters and by Selected Percentiles									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
IN	5.0	6.50	23.59	5.13	8.27	2.71	5.94	5.98	8.07
CM	12.7	16.50	59.90	13.0	21.0	6.90	15.10	15.2	20.5
IN	4.1	5.80	21.74	4.35	7.30	2.24	5.27	5.26	7.00
CM	10.4	14.7	55.20	11.0	18.8	5.7	13.4	13.4	17.8

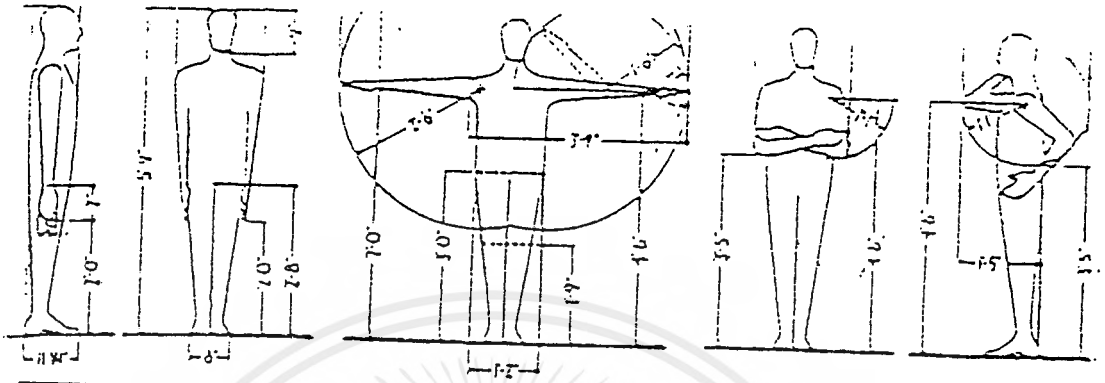
	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
IN	4.63	3.78	9.11	10.95	11.44	8.42	4.18	10.62	2.87
CM	11.8	9.6	23.1	27.8	29.1	21.4	10.6	27.0	7.3
IN	3.92	3.24	7.89	9.38	9.89	7.18	3.54	9.02	2.40
CM	10.0	8.2	20.0	23.8	25.1	18.2	9.0	22.9	6.1

ภาพที่ 163
ขนาดของศีรษะและมือ

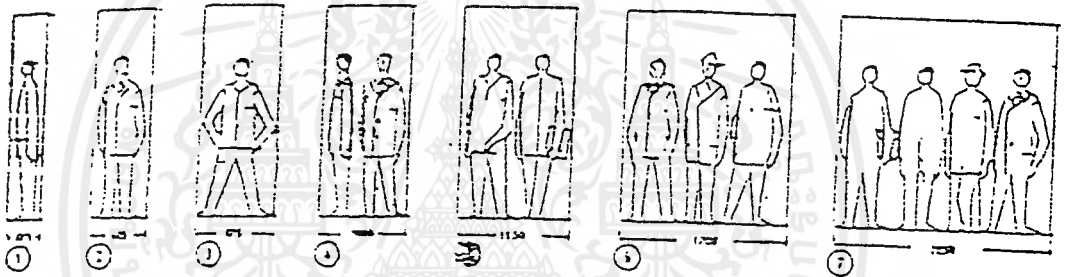


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรริ่ใจ ห้สน อื่กทั้งหามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึง

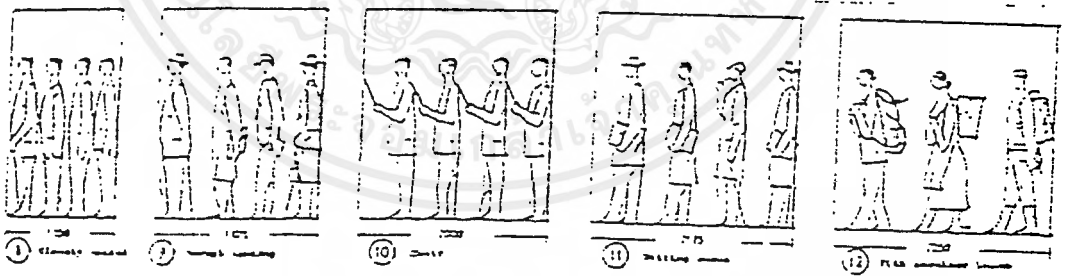
ภาพที่ 164
แสดงการก้าวเดินของมนุษย์



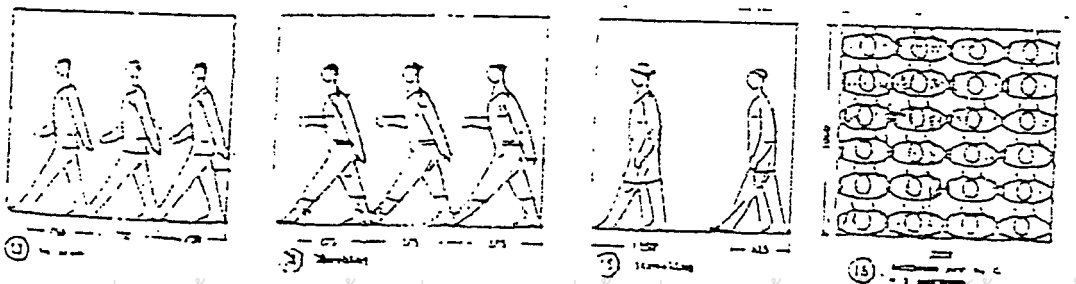
ภาพที่ 2.53 แสดงภาพขยายอัตราส่วนของมนุษย์



ภาพที่ 2.54 แสดงสัดส่วนความต้องการช่องว่างระหว่างผนัง



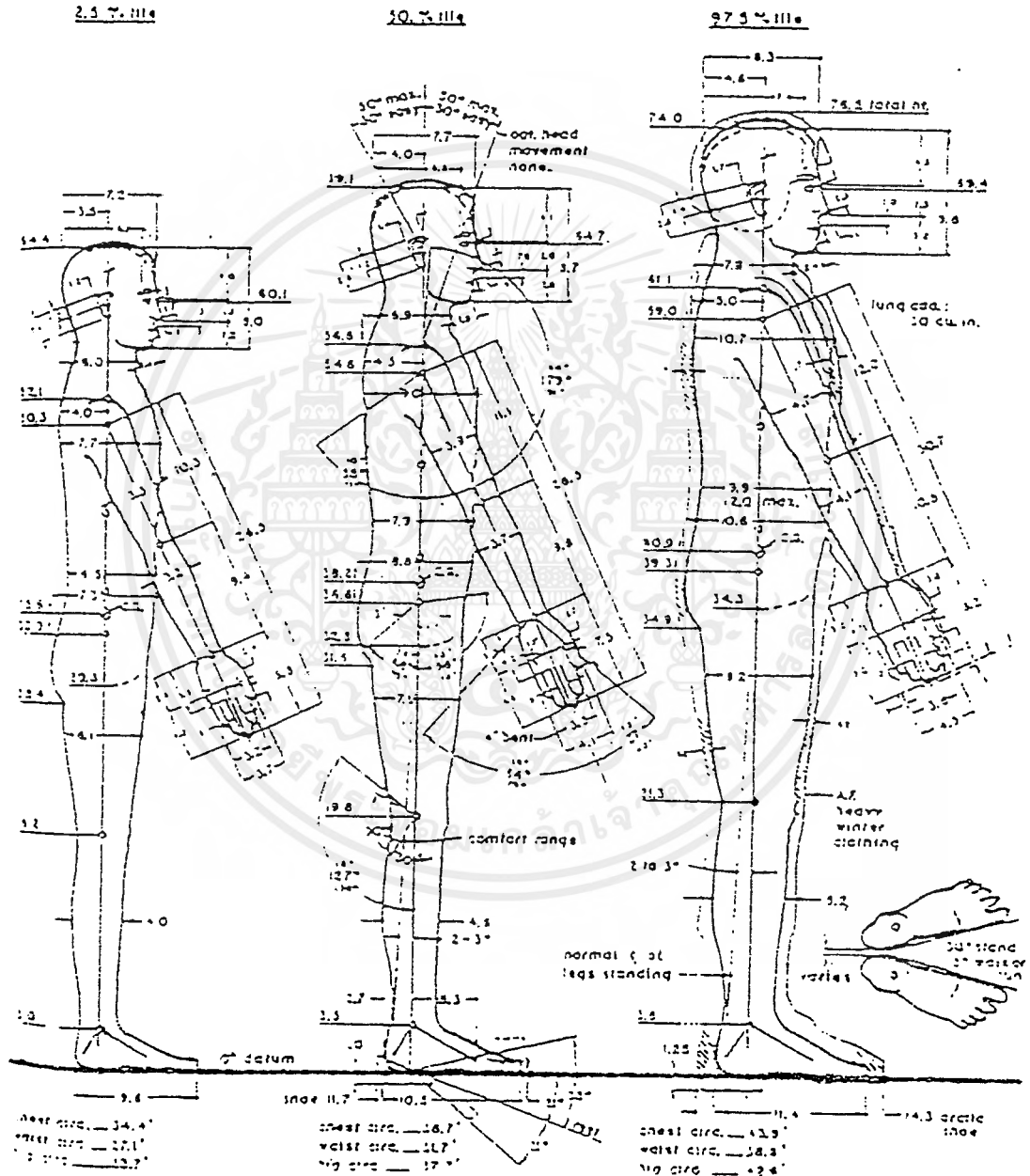
ภาพที่ 2.55 แสดงตามสัดส่วนความต้องการช่องว่างของกลุ่ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 165

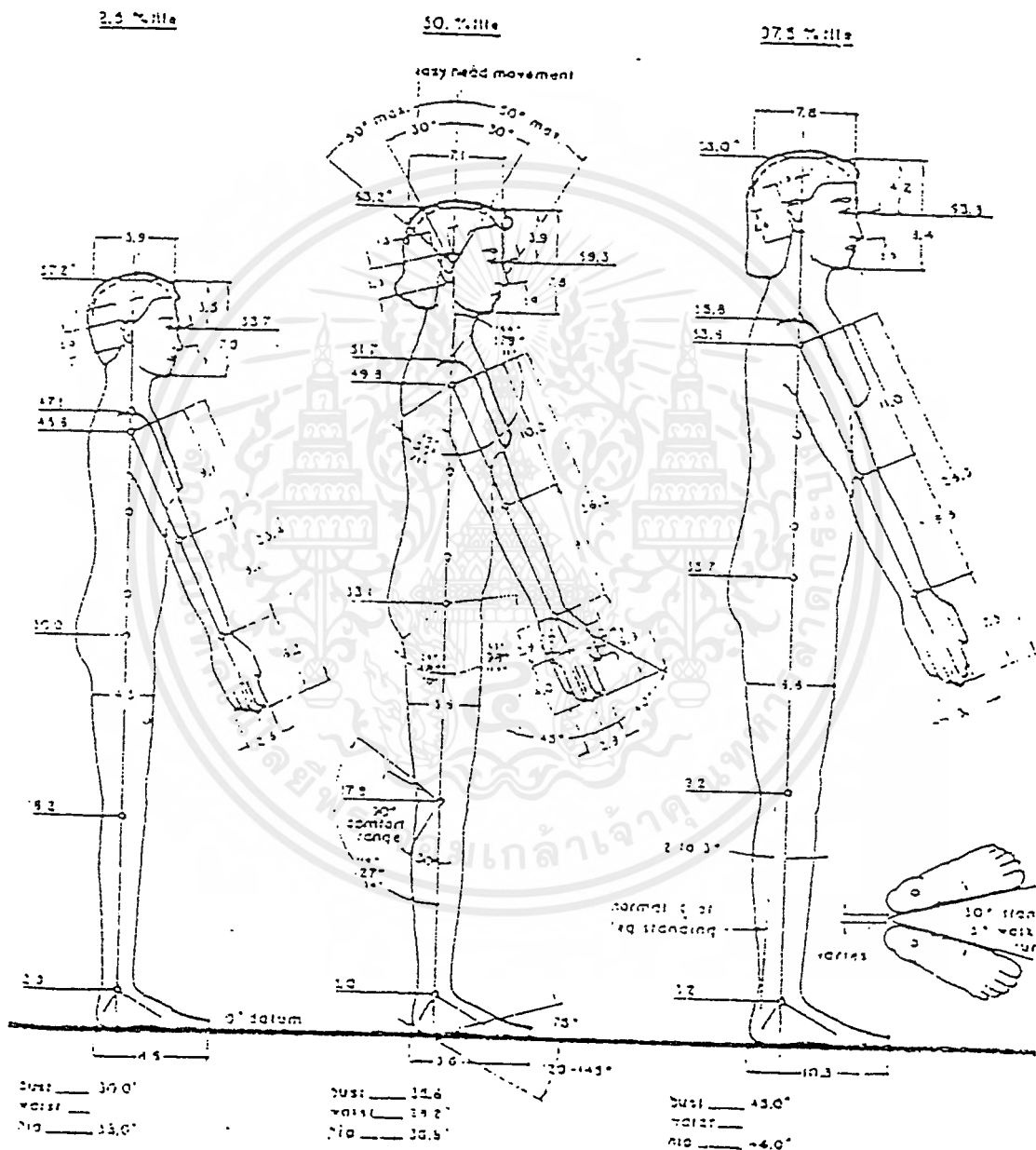
แสดงขนาดสัดส่วนท่ายืนด้านข้างของมนุษย์ผู้ใหญ่ เพศชาย ทั่วไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 186

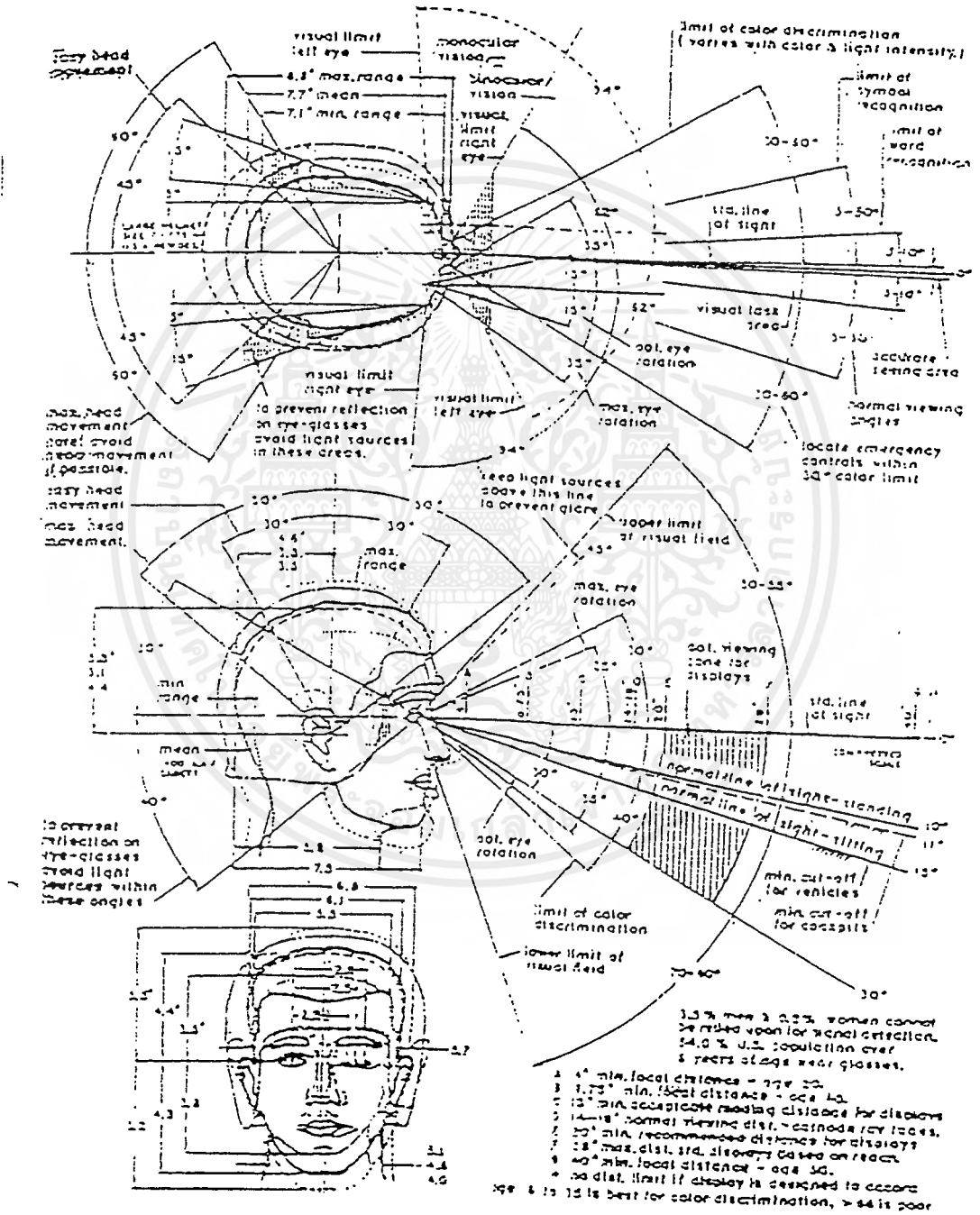
แสดงขนาดสัดส่วนท่ายืนด้านข้างของมนุษย์ผู้ใหญ่ เพศหญิง ทั่วไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 167

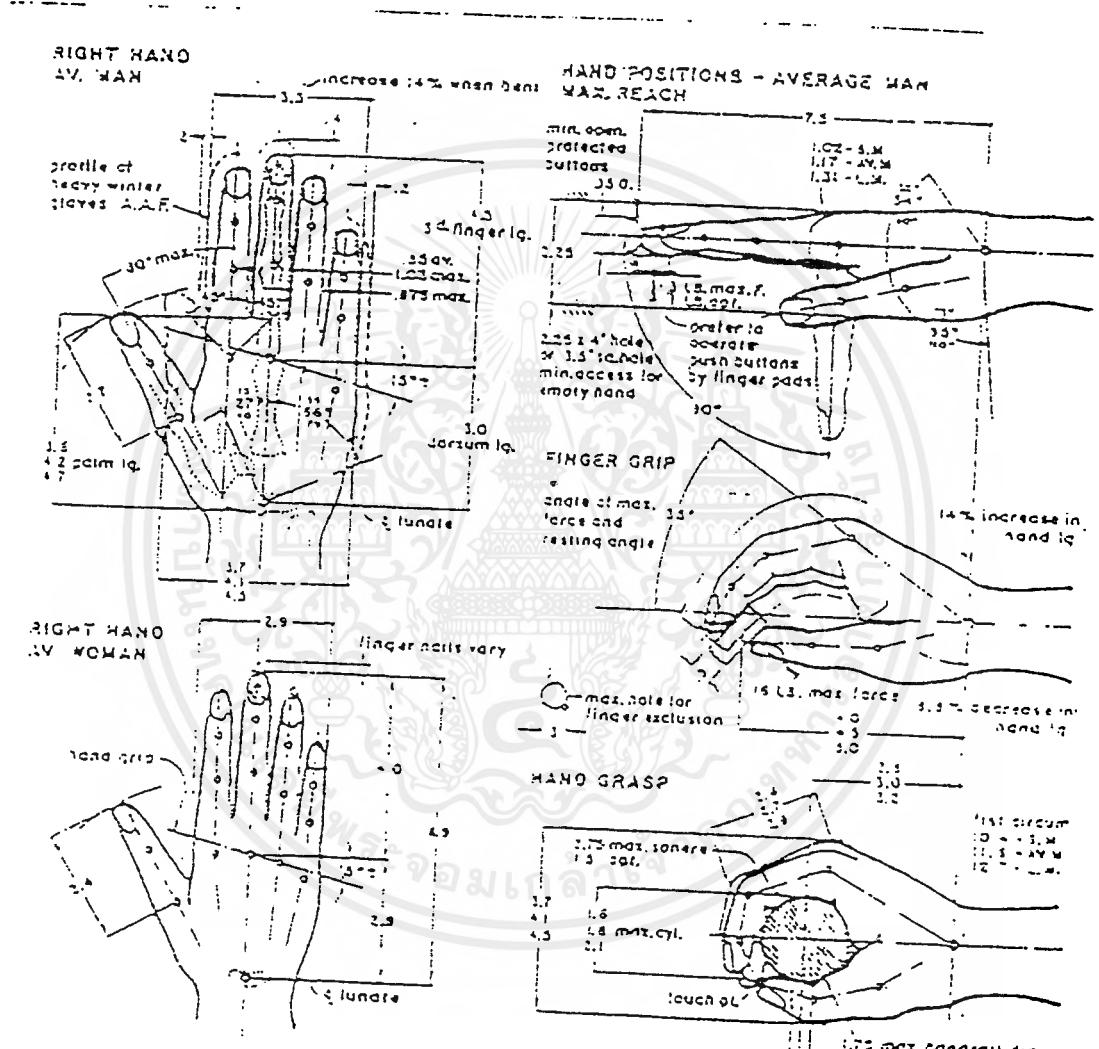
แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขพื้นฐานเกี่ยวกับสายตามนุษย์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 168

แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขการวัดขนาดสัดส่วนมือของผู้ชาย ผู้หญิง และเด็ก

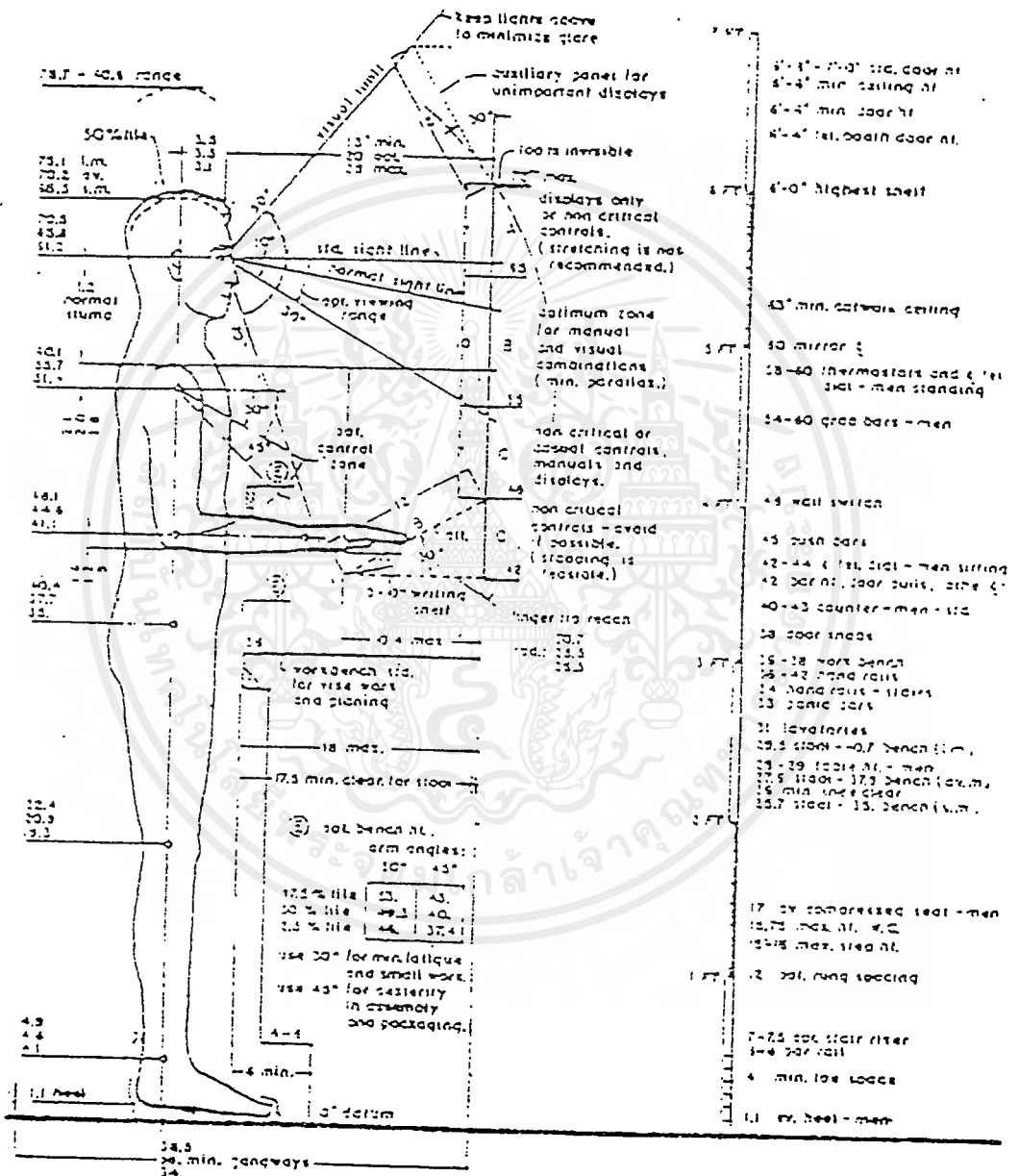


HAND DATA	MEN			WOMEN			CHILDREN			
	2.5% Min	50. % Min	97.5 % Min	2.5 % Min	50. % Min	97.5 % Min	5 Yr.	7 Yr.	11 Yr.	14 Yr.
Hand length	1.8	2.5	3.2	1.2	1.9	2.5	1.1	1.4	1.8	2.0
Hand breadth	1.2	1.5	1.8	1.6	2.3	3.1	2.3	2.5	2.8	3.0
3rd Finger lg.	1.0	1.5	2.0	1.4	2.0	2.4	2.3	2.5	2.8	3.0
carpam lg.	1.9	2.0	2.2	1.6	2.3	2.1	2.2	2.4	2.5	2.8
lunare length	1.4	1.7	2.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 169

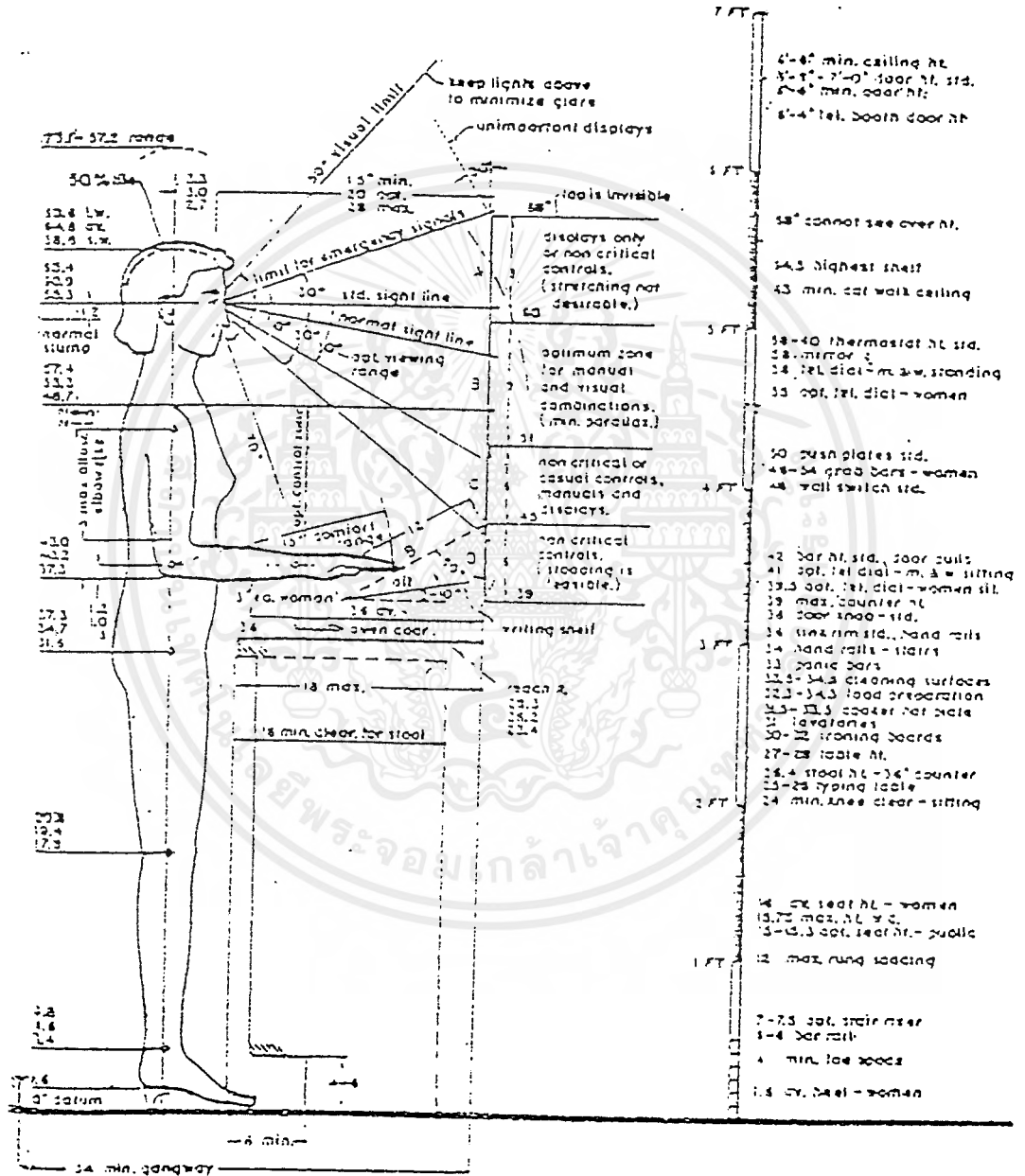
แสดงภาพและข้อมูลของผู้ใหญ่เพศชาย ขณะยืนที่แสงควบคุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 170

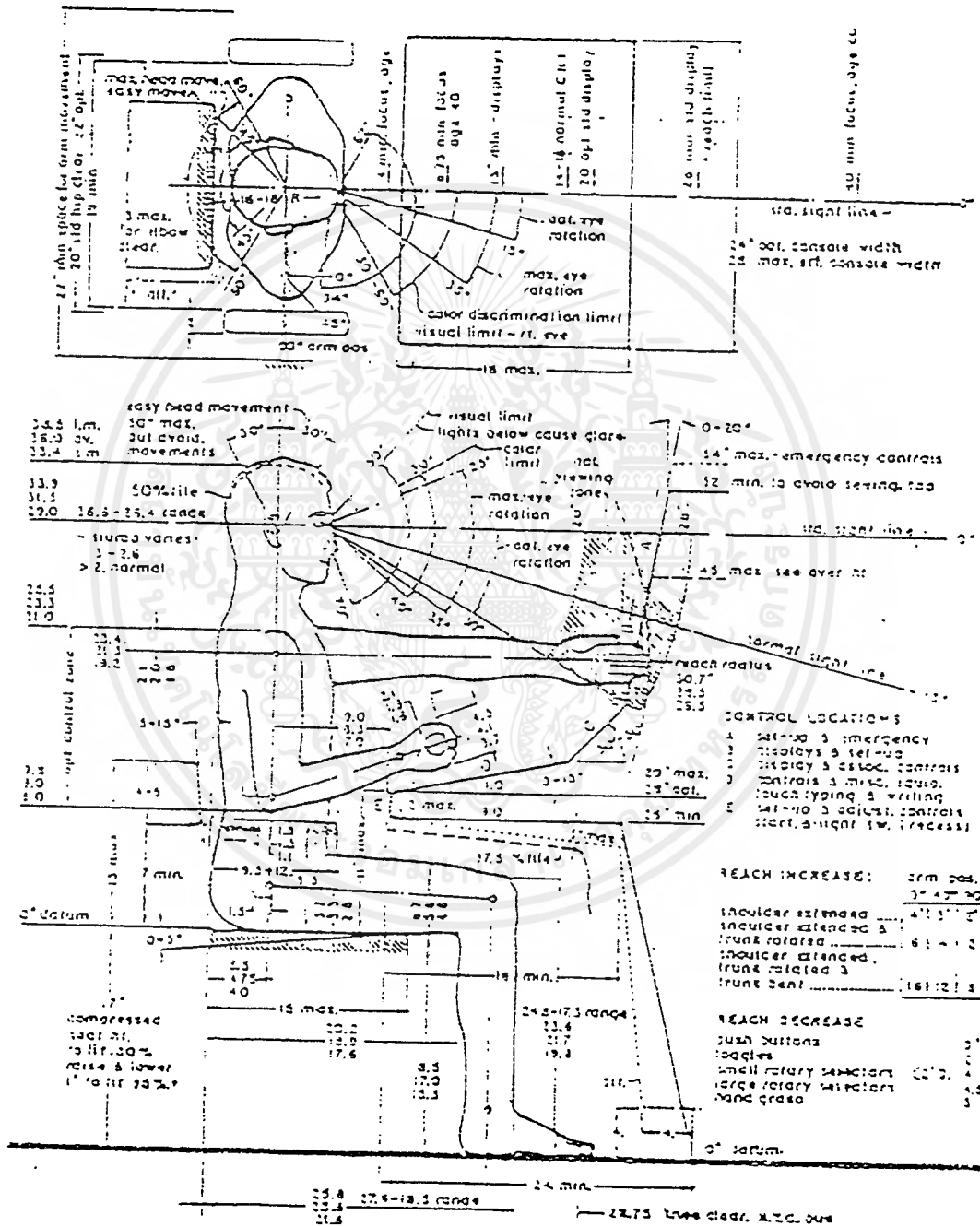
แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศหญิง ขณะยืนที่แผงควบคุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 171

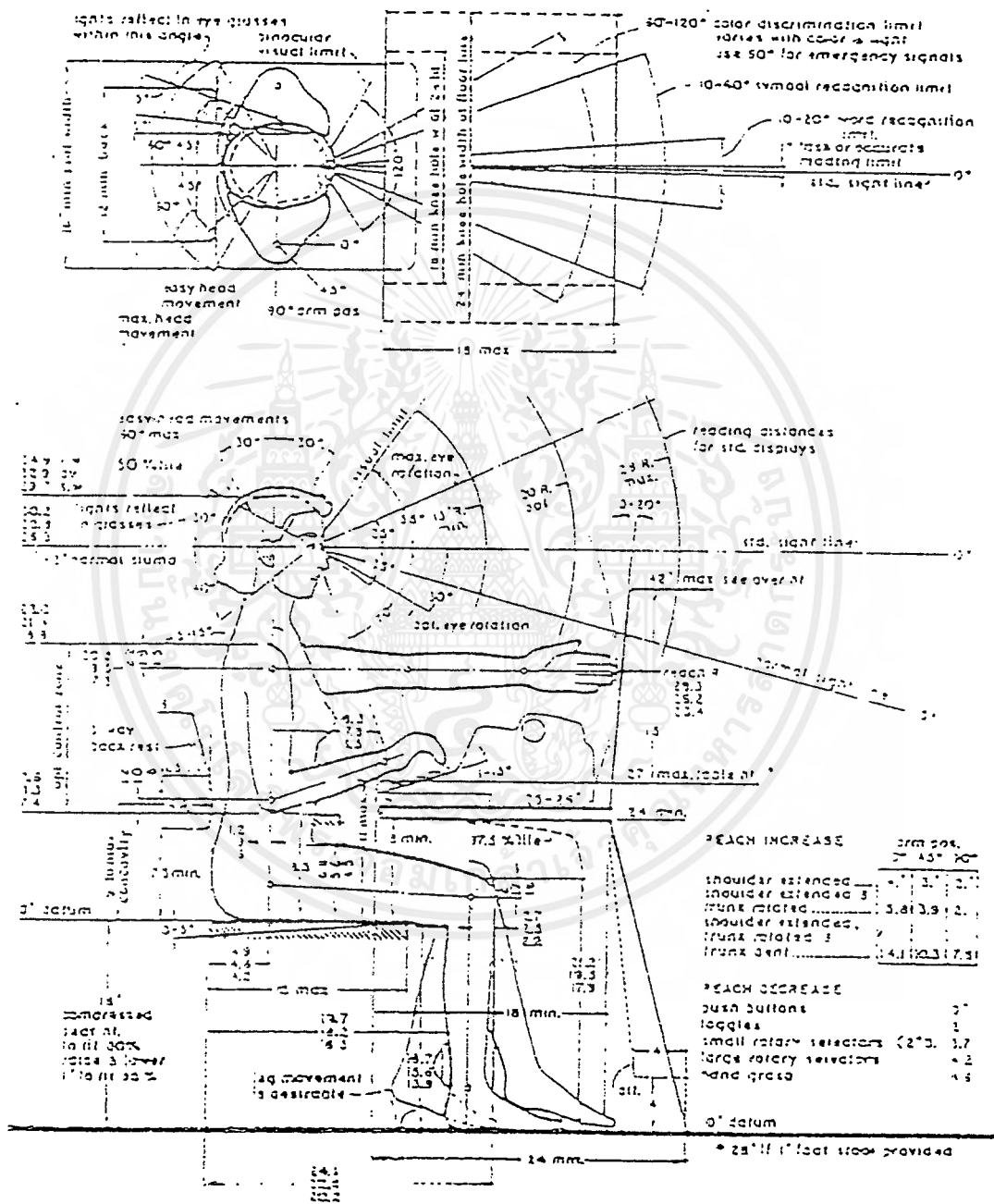
แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศชาย ขณะนั่งที่โต๊ะควบคุมการทำงาน



4.4-9.2% left handed, 3.5-4.7% color blind, 4.5% hard of hearing, 29.3% wear glasses

ภาพที่ 172

แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศหญิง ขณะที่นั่งโต๊ะพิมพ์ดีด



5.5-7.5% left handed, 3.5-4.5% color blind, 1.5% hard of hearing, 37.9% wear glasses

จิตวิทยาของสี

นักออกแบบผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องเรียนรู้ทฤษฎีของสีเป็นอย่างดี จึงจะสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในขั้นปฏิบัติได้อย่างดีและเหมาะสมกับงานนั้น ๆ เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า บรรดาสีทั้งหลายที่มีอยู่ในโลกนี้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ตั้งแต่เกิดและจำความได้ สีมียุทธพลต่อมนุษย์เป็นอย่างมากและได้มีนักวิชาการพยายามที่จะวิเคราะห์เรื่องของสีที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังที่จะกล่าวรายละเอียดในตอนต่อไป

ความหมายของสี สี หมายถึง ลักษณะความเข้มของแสงสว่างที่ปรากฏต่อสายตา สีมียุทธพลต่อจิตใจมนุษย์ สีแต่ละสีให้ความรู้สึกไม่เหมือนกัน ซึ่งบางครั้งทำให้เกิดความรู้สึกสงบ บางทีทำให้เกิดความรู้สึกตื่นเต้นร่าเริงในการใช้สีให้มีอิทธิพลต่อจิตใจมนุษย์นั้น จำเป็นต้องใช้ให้เหมาะสมกับอิทธิพลของสีแต่ละสีตลอดทั้งเวลาและโอกาส วัฒนธรรมประเพณี สภาพดินฟ้าอากาศและความเป็นอยู่

สมัยนิยมเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่สำคัญก่อให้เกิดกรณีศึกษาในเรื่องสี ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปตามนิสัยหรือการศึกษา ตัวอย่างชาวชนบทย่อมจะชอบใช้สีสดใส เป็นผลสืบเนื่องมาจากอิทธิพลทางธรรมชาติ ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันทางวัฒนธรรมประเพณี สภาพดินฟ้าอากาศหรืออื่น ๆ สียังให้ความรู้สึกทางจิตใจของมนุษย์อย่างเดียวกัน เป็นต้นว่าสีจันทน์หรือสีส้มจะให้ความรู้สึกที่ก่อให้เกิดพลังวังชา ส่วนสีฟ้าหรือสีเขียวนั้นให้ความรู้สึกสงบเยือกเย็นและสบายใจ

ประโยชน์สี สีมียุทธพลในด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือช่วยทำให้เกิดความสวยงามและป้องกันการกัดกร่อน นอกจากนี้แล้ว สีทำให้เกิดความรู้สึกต่าง ๆ เช่น ขนาดของผลิตภัณฑ์ ทำให้ดูใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง น้ำหนักทำให้รู้สึกน้ำหนักขึ้นหรือเบาลง ความแข็งแรงทำให้เกิดความรู้สึกว่าแข็งแรงมากหรือแข็งแรงน้อย อุณหภูมิทำให้รู้สึกวอร์มหรือเย็น ความสะอาดทำให้เกิดความรู้สึกว่าสะอาดน่าใช้ ความสว่างของผลิตภัณฑ์เพื่อดึงดูดความสนใจแก่ลูกค้าเป็นต้น สียังใช้ประโยชน์ในการผลิตสิ่งต่าง ๆ ได้อีกมากมาย เช่น ผลิตแผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ ภาพโฆษณา การประดิษฐ์อักษร การวาดภาพ เป็นต้น เพื่อเป็นสื่อความหมายและจิตวิทยา

การใช้สีในผลิตภัณฑ์มีวิธีการใช้ดังนี้

1. การทาหรือระบาย เช่น สีน้ำ สีน้ำมัน สีพลาสติก สีฝุ่น สีเทียน สีชอล์ก น้ำหมึก เป็นต้น
2. การพ่น เช่น สีน้ำมัน สีพลาสติก แล็กเกอร์ เป็นต้น
3. การจุ่ม เช่น สีน้ำมัน สีพลาสติก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การคิดหรือปะ มีลักษณะเป็นแผ่นเทพมีกาวเคลือบผิวอยู่ ใช้ติดหรือปะชิ้นงาน

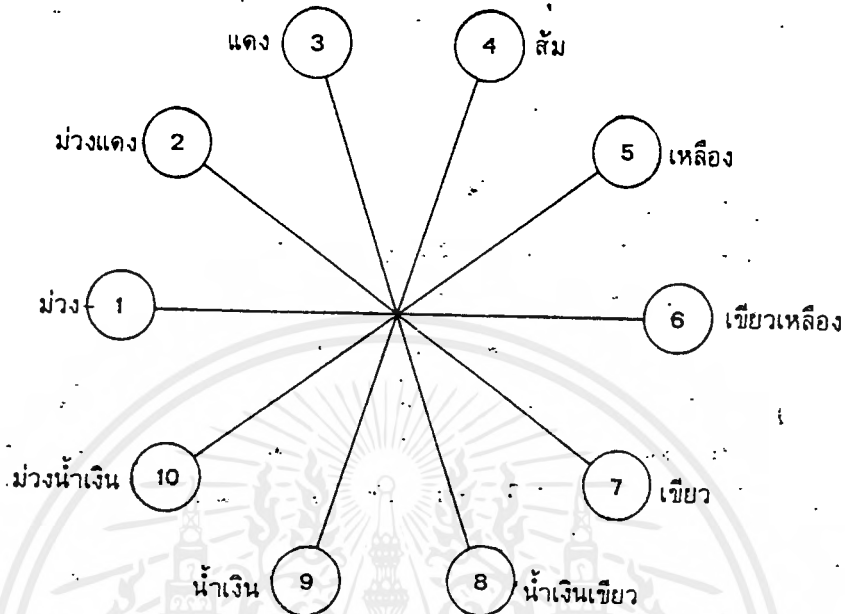
5. ใช้ขีดวาดหรือเขียน เช่น สีเมจิก สีเคมี น้ำหมึก สีชอล์ก ด่าน เป็นต้น

ทฤษฎีสี นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ ไอแซคนิวตัน ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับเรื่องแสง และพบว่าสีของแสง มีทั้งหมด 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง จากนั้นได้ทำการทดลองต่อไป โดยนำสีทั้ง 7 สี มาระบายแบ่งส่วนเท่า ๆ กัน ในรูปวงกลมแล้วหมุนก็จะเกิดเป็นสีขาว จากการค้นพบทำให้เราทราบว่าสีคือลักษณะความเข้มของคลื่นแสงต่าง ๆ กัน และสีที่เห็นนั้นมีความยาวคลื่นต่างกันด้วย และในปัจจุบันทฤษฎีของสีมีการศึกษาเพิ่มเติม ทำให้เกิดทฤษฎีสีเพิ่มขึ้นตามความเห็นของบุคคลแต่ละกลุ่มดังนี้

1. ทฤษฎีสีของนักเคมีได้กำหนดแม่สีไว้ 3 สีด้วยกัน คือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน เมื่อนำสีมาผสมกันจะเกิดสีต่าง ๆ หลายสีดังภาพที่ 8
2. ทฤษฎีของนักจิตวิทยา นักจิตวิทยาเป็นผู้ที่สนใจสีที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมและความเป็นอยู่ของมนุษย์ ได้กำหนดแม่สีไว้ 4 สีด้วยกันคือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน
3. ทฤษฎีของนักฟิสิกส์สนใจสีในแง่ของความเข้มของแสง ได้กำหนดสีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มของแสงไว้ 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เมื่อนำสีทั้งสามมาผสมกันจะได้สีฟัก สีบานเย็น และสีขาว
4. ทฤษฎีของศิลปิน หรือทฤษฎีสีของ มันเซล (Munsell) มันเซลเป็นนักศิลปินและเขียนภาพได้กำหนดแม่สีไว้ 5 สี คือ สีแดง สีน้ำเงิน สีเหลือง สีเขียว และสีม่วง

ภาพที่ 178

แสดงการนำแม่สีมาผสมกันจะเกิดสีต่าง ๆ



นอกจากนี้ มันเชลได้แบ่งสีออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

ผสมกับสีอื่น

1. สีแท้ (True) ได้แก่ สีที่ส่งความเข้มของแสงมาสู่ตาเราจำนวนหนึ่ง ได้แก่ สีทุกสีที่ไม่ได้ผสมกับสีอื่น
2. สีผสมขาว (Tint) ได้แก่ สีที่ผสมกับสีขาวเพื่อลดความเข้ม และทำให้น้ำหนักอ่อนลง
3. สีผสมดำ (Shade) ได้แก่ สีที่ผสมกับสีดำ เพื่อลดความเข้ม และเพิ่มน้ำหนักให้แก่ชิ้น
4. สีผสมเทา (Tone) ได้แก่ สีที่ผสมสีดำและขาวเท่ากัน
5. ความเข้มของสี (Value) ได้แก่ สีอ่อน สีแก่ เช่น สีน้ำเงินเข้ม สีฟ้าอ่อน
6. ความแรงของสี (Chroma) เช่น สีแดงสดมีความแข็งแรงสด
7. สีตรงกันข้าม (Complementary) เช่น สีแดงกับสีน้ำเงิน-เขียว
8. สีร้อนสีเย็น (Warm and Cool Colors)

การผสมสี แม่สีมี 3 สี คือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน แม่สีนับว่าเป็นสีปฐมภูมิและไม่สามารถนำเอาสีอื่น ๆ มาผสมให้เกิดเป็นแม่สีทั้งสามนี้ได้ ถ้าเรานำเอาแม่สีมาผสมกันจะได้ดังนี้

แดง + เหลือง	=	ส้ม
แดง + น้ำเงิน	=	ม่วง
เหลือง + น้ำเงิน	=	เขียว
เหลือง + น้ำเงิน + แดง	=	สีกลาง

แม่สีของแสงมี 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เมื่อนำสีทั้งสามมาผสมกันจะได้ดังนี้

แดง + เขียว	=	เหลือง
แดง + น้ำเงิน	=	บานเย็น
น้ำเงิน + เขียว	=	ฟ้า
น้ำเงิน + เขียว + แดง	=	ขาว

จากวงล้อสีของทฤษฎีมันเชลจะสังเกตเห็นลักษณะของสีได้ดังนี้

1. สีใกล้กันกลมกลืนกัน สีไกลกันตัดกัน
2. สีอุ่นได้แก่ สีเหลือง แดง ส้ม ส้มเหลือง ส้มแดง และม่วงแดง
3. สีเย็นได้แก่ สีน้ำเงิน เขียว ม่วง ม่วงน้ำเงิน เขียวน้ำเงิน และเขียวเหลือง

นอกจากการผสมสีตามที่กล่าวมาแล้วนั้น เรายังสามารถผสมสีให้ได้สีอื่น ๆ อีกนับไม่ถ้วน โดยการนำสีเหล่านั้นไปผสมกับสีอื่น ๆ และนำไปผสมกับสีขาวหรือดำ เพื่อให้ได้ความเข้มเปลี่ยนไป จะทำให้ได้สีต่าง ๆ เพิ่มขึ้น

อิทธิพลของสีที่มีผลต่อความรู้สึกของมนุษย์

1. สีแดง เป็นสีแห่งความกล้าหาญ รุนแรง ตื่นเต้น มั่งมี มีอำนาจ ตามหลักสากล ถือว่าเป็นสีที่บ่งบอกถึงอันตราย
2. สีเขียว ให้ความรู้สึกสบาย เป็นสีแห่งพลังวังชา
3. สีส้ม ให้ความสนุกสนานร่าเริง
4. สีม่วง ให้ความมืดหวัง และแสดงความภักดี

5. สีขาว ให้ความบริสุทธิ์ใหม่ สดใส และให้ความรู้สึกว่าแหว
6. สีดำ ให้ความรู้สึกหดหู่ และเศร้าใจ เป็นสีแห่งความลึกลับ
7. สีฟ้า ให้ความรู้สึกสงบเสงี่ยมเรียบร้อย
8. สีเทา ให้ความรู้สึกอ่อนโยน เศร้าสงบ
9. สีชมพู ให้ความนุ่มนวลน่ารัก
10. สีเหลืองอ่อน ให้ความอ่อนเปลี้ยระเหยใจ
11. สีเหลืองแก่ ก่อให้เกิดพลังวังชา ความเป็นหนุ่ม เป็นสาว ความร่าเริง
12. สีทองอ่อน ก่อให้เกิดความรู้สึกเย็น ๆ แต่ตื่นเต้น
13. สีน้ำเงิน ให้ความรู้สึกเย็น ๆ เฉย ๆ สงบ
14. อื่น ๆ

วรรณะของสีมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์ สีอุ่นจะให้ความรู้สึกตื่นเต้น ก่อให้เกิดพลังวังชา สีเย็นจะให้ความรู้สึกสงบเยือกเย็นและสบายใจ สีอุ่นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ง่ายกว่าสีเย็น

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจิตวิทยาการใช้สี

การใช้กราฟฟิคบนตัวผลิตภัณฑ์ สาเหตุที่ต้องเขียนกราฟฟิคบนตัวผลิตภัณฑ์นั้นมีเหตุผล

2 ประการ

1. เพื่อเป็นการบอกชื่อผู้ผลิต ชื่อเครื่องหมายการค้า ชื่อผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติพิเศษของผลิตภัณฑ์บ่งบอกวิธีควบคุม วิธีใช้ ข้อแนะนำ ข้อห้ามต่าง ๆ
2. เพื่อความงามน่าใช้ ซึ่งประการนี้เป็นลักษณะการส่งเสริมการขาย แบบเรียบ เป็นกลยุทธ์การเอาใจลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟิกเป็นสื่อความหมายทางสายตา VISUAL EFFECT จึงต้องเข้าใจในเรื่องของ FROM, SPACE, LINE, COLOR, TEXTURE และการจัดองค์ประกอบ COMPOSITION ในอดีตที่ผ่านมา การใช้กราฟิกบนผลิตภัณฑ์ นิยมการเขียน การพิมพ์ การติดด้วยสีสันต่าง ๆ แต่ปัจจุบันได้เอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ เช่น การทำกราฟิกแบบนูน หรือเว้า บนเนื้อของวัตถุที่ใช้ผลิตภัณฑ์นั้น เช่น อาจใช้สีสันประกอบหรือไม่ก็ได้

ซึ่งลักษณะในการออกแบบกราฟิกบนเครื่องไฟฟ้า หรือเครื่องมือทางกลไกนั้น จะเน้นถึงการสื่อความหมาย ด้านการใช้งานเป็นสำคัญ โดยสามารถนำสีสันเอามาใช้ประกอบเพื่อความสวยงามน่าใช้ยิ่งขึ้น

การใช้สีบนตัวผลิตภัณฑ์ ในการเลือกใช้สีบนตัวผลิตภัณฑ์ ในการใช้จึงต้องคำนึงถึงข้อเท็จจริงในเรื่องต่อไปนี้

1. ผลในด้านร่างกายและจิต PSYCO-PSYCHOLOGICAL EFFECT
2. ในแง่ของการมองเห็น VISUAL EFFECT
3. ในด้านส่วนประกอบอื่น ๆ

ผลต่อจิตใจและร่างกาย ได้มีการประเมินผลวิจัยต่าง ๆ ของมนุษย์ที่มีต่อสีไว้มากมาย และปัจจุบันได้มีการวิเคราะห์วิจัย ทดลองได้กรรมวิธีที่ทันสมัยพบว่า มนุษย์ปฏิกิริยาต่อสีนั้น เป็นไปได้ทั้งแง่จิตใจและอารมณ์ ตลอดจนอวัยวะของมนุษย์ และผลต่อระบบประสาทอัตโนมัติ เช่น ความถี่ ของการประกอบกิจการนั้น ๆ ความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ และระบบอื่น ๆ

ตัวอย่างสีที่มีผลต่อจิตใจและร่างกาย เช่น สีแดงสด และสีส้มสดจะให้ความรู้สึกตื่นเต้น แต่ถ้าใช้สีแดงและสีส้มพอกควร จะให้ความรู้สึกกระตือรือร้น สีส้มอ่อนและสีเหลืองทำให้ดูร่าเริง สีเขียวอ่อนและสีน้ำเงินอ่อน ทำให้สันโดษ สีน้ำเงินและสีเขียวในลำดับกลางและดำ ให้ความรู้สึกผ่อนคลายอารมณ์

ในแง่การมองเห็น การมองเห็นอย่างมีประสิทธิภาพและสบายตา มีรากฐานการใช้แสงสว่างอย่างเหมาะสม ประกอบกับปริมาณการกระเจิงจากสีผิวพื้นที่พอดี การกวนสายตาคงนำไปสู่ความเมื่อยล้าความโกรธง่ายและในบางกรณีอาจไปให้เกิดความเสียหายต่อระบบประสาทตา การรบกวนดังกล่าวอาจเกิดในที่มืด แสงสว่างไม่พอมีแสงจ้าเกินไป การใช้งานกลางแจ้ง จะให้สีลักษณะแสงสะท้อน เช่น การใช้สีเขียวอมฟ้าในโทนกลาง เพราะสีนี้มีคุณสมบัติในการช่วยลดแสงที่มองแล้วตาพร่า ช่วยรักษาความแม่นยำในการมองเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบอื่น ๆ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับวิธีที่ประสานกันอย่างพอเหมาะของการใช้สี เพื่อให้ดูจิตซิดแบบไร้ชีวิตชีวาและก็ไม่ดูเป็นกันเองจนทำให้เกิดความสงสัยในความสามารถในการปฏิบัติงาน สถานพยาบาล จะต้องดูว่าเร็งและเป็นมิตร แต่ขณะเดียวกันก็ดำรงศัขศ์ศรีของตัวมัน

1. การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากจะต้องการความสวยงาม สียังมีผลในการทำให้เกิดความรู้สึกด้านอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลต่อการทำให้เกิดความรู้สึกด้านอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

2. การใช้สีเพื่อการออกแบบ การใช้สีตกแต่งผิวนอกเพื่อให้เกิดความสวยงาม และตามลักษณะสุนทรียภาพ และเพื่อชักจูงใจสำหรับการขาย และความชอบนั้น ๆ ส่วนใหญ่มักมีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดด้วยสีการตกแต่งผิวชักนำโน้มน้าวให้เกิดผลทางการขายความสะอาด ความหมายความงามความงามทั้งหลายโดยประโยชน์ของสีก็ยิ่งแยกได้ ประโยชน์ของสีก็ยิ่งแยกได้ประโยชน์หลายชนิดอาจมีทั้งสีกันสนิมกันน้ำ หรือต่อต้านภาวะการทำลายจากภายนอกสำหรับวัตถุหรือผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ด้วย

แต่การที่จะตกแต่งสำหรับผลิตภัณฑ์นั้น จะต้องการความสวยงามในการตกแต่งแล้วสียังเป็นสัญลักษณ์บอกถึงเป้าหมาย สำหรับบอกการทำงานหรือเตือนใจสำหรับผลิตภัณฑ์ ในด้านประโยชน์ใช้สอยแต่ละอย่างด้วย

โดยมีกำหนดความหมายของสีกับความรูสึก และการกำหนดจากมาตรฐานสากล เพื่อบ่งบอกสำหรับผลิตภัณฑ์ใช้สอย นอกจากผลิตภัณฑ์ตกแต่งอาจใช้สีใด ๆ ก็ได้ ตามความต้องการของผู้ออกแบบ และความนิยมของตลาด แต่สำหรับผลิตภัณฑ์ใช้ด้านประโยชน์ใช้สอยรวมถึงเครื่องจักรต่าง ๆ ซึ่งอาจมีอันตรายหรือเตือนใจไว้ เช่น เครื่องจักรเคลื่อนที่ช้า เช่นเครื่องบรรจุหรือสกดเตอร์ ควรใช้สีเหลืองที่บริเวณส่วนหรือกันชน และสีเหลืองยังทำให้รู้สึกเบาสะอาด รวมถึงการซ่อมสีก็ทำได้ง่าย ตัวอย่าง เช่น รภนักเรียนตามมาตรฐานสากลนั้น มักใช้กลุ่มสีแดงหรือเหลือง เครื่องจักรทางไฟฟ้า อาจใช้สีกล่องเป็นสีน้ำเงิน โดยที่ผิวภายในเป็นสีแดงเพื่อเตือนถึงอันตราย หรือบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้าสูงก็ใช้สีสดเตือนไว้ สำหรับเครื่องมือในการรักษาพยาบาลกล่องหรือสิ่งแสดงต่าง ๆ ให้กากบาทสีเขียวบนพื้นขาวเป็นต้น

ลักษณะของสีที่งาน สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยแจ่มในที่สุด เมื่อนำมาใช้งานดังนี้

- สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าตัวแปรเปลี่ยนของสี)
- สีสดใสกับสีสดใส
- สีอ่อนตัดกับสีสดใส
- สีอุ่นตัดกับสีเย็น
- สีตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ
- สีค้ำบนพื้นเหลือง
- สีเหลืองบนพื้นดำ
- สีแดงบนพื้นดำ

- สีแดงบนพื้นขาว
- สีส้มบนพื้นน้ำตาล
- สีชมพูบนพื้นดำ

เทคนิคการใช้สี ปัญหาเกี่ยวกับการใช้สีมีดังนี้

สีกับรูปร่าง (COLOR AND RELATION FORM) สีกับรูปร่างมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สีชนิดเดียวกันใช้กับของที่มีรูปร่างต่างกันจะแตกต่างกัน แท่งกลมหรือทรงกลมจะมีสีเข้ม เพราะสะท้อนแสงได้ดีทำให้จุดสะท้อนกับจุดที่อยู่ข้างหลังกันอย่างไร จึงทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

สีกับพื้นผิว (COLOR AND TEXTURE) ผลิตภัณฑ์ที่มีสีขรุขระหรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุดหรือรูปพื้นผิว หากไม่ต้องการให้เห็นง่ายให้ใช้สีด้านหรือสีอ่อน พวกเครื่องจักรที่มีการเคลื่อนไหว ไม่ควรมีสีสัน เพราะจะทำให้ระคายคายตา ทำงานไม่สะดวก พยายามใช้วัสดุบางอย่าง ลอกเลียนแบบให้เหมือนของบางอย่าง เช่น ทำพลาสติกให้ได้เป็นลายไม้ ควรหลีกเลี่ยงวัสดุที่ใช้ตามความเป็นจริง

สีกับวัสดุ (COLOR AND MATERIAL) วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสีมี 5 ประเภท คือ

- สีต่าง ๆ สีแล็กเกอร์และสีเคลือบ
- โลหะคือพวกชุบโครเมียม นิกเกิล ชุบอลูมิเนียม มีแตกต่างกัน
- พลาสติก มีสีต่าง ๆ มากมาย
- เครื่องเคลือบดินเผา

การกำหนดสี (COLOR SPECIFICATION) การออกแบบกำหนด และในแบบเมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ขาดไม่ได้คือ การกำหนดสีที่ต้องการบนแผ่นสีเหลี่ยมเล็ก เป็นตัวอย่างบางครั้งนักออกแบบต้องคิดตามควบคุมการใช้สีในการผลิตครั้งแรก เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการ

เรื่องทำการทดสอบสี

- ขนาด
 - สีอ่อน ทำให้ผลิตภัณฑ์ใหญ่ขึ้น
 - สีเข้ม ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเล็กลง
- น้ำหนัก
 - สีอ่อนและสีร้อน ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา
 - สีเข้มและสีเย็น ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก
- ความแข็งแรง

สีร้อน ทำให้เกิดความรู้สึกแข็งแรงมาก

สีเย็น ทำให้เกิดความรู้สึกแข็งแรงน้อย

- อุณหภูมิ

สีร้อน ทำให้เกิดความร้อน ไม่สบายใจ

สีเย็น ทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น สงบ เยือกเย็น สบายใจ

- ความสะอาด

สีขาว เป็นสีที่ทำให้ความรู้สึกสะอาดมากที่สุด

สีอ่อน เช่น สีฟ้าอ่อน สีเหลืองอ่อน สีฟ้าอ่อน สีเขียวอ่อน ให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาด

- ความภูมิฐาน

สีเทา เป็นสีที่ทำให้ความรู้สึกภูมิฐานที่สุด (อาจมีสีร้อนนิดหน่อย) ตามปรกติสีที่ใช้ใน

สำนักงาน จะใช้สีเทาแกมเขียว และสีเทาแกมน้ำเงิน

อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก อันที่จริงแล้วอิทธิพลของสีที่กระทบจิตใจของเราไม่เหมือนกันทุกคน ทั้งนี้เพราะบางคนพอใจอีกสีหนึ่ง ในขณะที่อีกคนหนึ่งชอบสีที่เราเกลียด ข้อนี้อาจเป็นผลจากเหตุต่าง ๆ กัน เช่น คนที่เคยประสบไฟไหม้มาแล้วจนฝังจิตฝังใจแต่นั้นมา จะทนดูสีแดงไม่ได้หรือบางคนได้รับความประทับใจจากธรรมชาติ จะชอบสีเขียวมากกว่าสีแดง ๆ ซึ่งแต่ละคนจะมีความชอบแตกต่างกันออกไป เพราะฉะนั้นจะต้องทราบถึงความพอใจในสีของเจ้าของและบุคคลต่าง ๆ ควบคู่กับความรู้สึกในเรื่องของสี ของผู้ออกแบบเองด้วย

สีกับความรู้สึก

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดใส สดชื่น กระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีใบไม้หรือสีเขียวเข้ม ใช้ได้ก็ในการเน้นส่วนพื้นฐาน แสดงความสงบแข็งแรง แสดงความมีฐานะมั่นคง

สีน้ำตาล จัดอยู่ในกลุ่มสีอุ่น เป็นสีที่ทำให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความรู้สึกพักผ่อน ถ้าใช้โคดเคียวจะทำให้ทำงานเกิดความรู้สึกหลอหู่

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย เป็นผู้ดี ใช้ได้ก็ในเนื้อที่กว้าง ลดความจ้าของสีขาว และความลึกดำของสีดำ สามารถใช้เป็นสีกลาง ใช้ร่วมได้ทุกสีเพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ดูแล้วสบายตา

สีค่า โดยปกติทำให้เป็นสีที่ทำให้ความรู้สึกหดหู ลึกกลับ ให้ความรู้สึกหนักแน่นคง การใช้สีค่าสลับกับสีขาว ในพื้นที่รวมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความรู้สึกหนักแน่นคง การใช้สีค่าสลับกับสีขาว ในพื้นที่รวมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่า มีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีค่ากับผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและไม่สกปรก

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเด่นจะมีความรู้สึกเย็น สามารถใช้กับสีของฐานหรือที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อเน้นให้เด่น

สีที่กล่าวมานี้ เป็นสีด้านความงดงาม ที่เราคงแต่งลงบนผิววัตถุ แต่ยังมีสีที่ควรรูสึกนั้นคือสีของวัสดุต่าง ๆ ในการให้ความรู้สึกของมันอีกมาก เช่น สีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทา สำหรับสีเทา สีขาว และสีค่า จะจัดเป็นสีที่เรียกว่า สีเอกรงค์ ไม่ควรใช้ร่วมกับแม่สี

สีสำหรับผลิตภัณฑ์ ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงการกำหนดสีเท่าไร ซึ่งอาจเป็นเพราะข้อกำหนดการใช้สีแทนสัญลักษณ์ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงและควรระวังในการใช้สำหรับผลิตภัณฑ์คือ การเปลี่ยนแปลงของสีภายใต้แสงไฟต่าง ๆ ซึ่งจะเกิดผลต่อผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก

ข้อเสนอแนะในการใช้สี

1. การใช้สีคล้ายไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้สีจะต้องคิดว่า สีเข้มนั้นจะต้องกลมกลืนหรือแตกต่างกับสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียง เป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากเกินไป ก็ทำให้มองไม่เห็นเด่นออกมา และถ้าหากใช้สีแตกต่างกับสีของธรรมชาติมากเกินไป ทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้ ยกตัวอย่างเช่น อาคารที่อยู่ในชนบทควรใช้สีที่ใกล้เคียงกับท้องฟ้า ท้องนา แต่เน้นให้สดชื่นขึ้นได้ เช่น ใช้สีส้มหม่น ๆ เป็นต้น

2. การใช้สีคล้ายไปตามโครงสร้าง คือ ออกแบบให้เป็นส่วนหนึ่งที่รับน้ำหนัก เช่น ส่วนที่รับน้ำหนัก ส่วนที่รับน้ำหนัก เช่น ฝา เพดาน ประตู หน้าต่าง สีที่ใช้จะช่วยพุงความรู้สึก ในน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของอาคาร ให้อยู่ในราคาคุณภาพที่ดีด้วย การใช้สีที่ใส่น้ำหนักของอาคารจากอ่อน ไปหนัก ทำให้เกิดการลวงตา เป็นนูนขึ้นหรือเว้าลง ถ้าใช้สีส่วนบนหนัก ส่วนล่างเบา จะทำให้รู้สึกอาคารเบาลอยอยู่

3. การใช้สีให้คล้ายวัสดุก่อสร้าง เช่น สิ่งก่อสร้างทำด้วยอิฐ ควรให้ความรู้สึกเป็นอิฐ ถ้าเป็นวัสดุอื่น เช่น ไม้ กระดาษ โลหะต่าง ๆ ก็ไม่ควรที่จะปิดบังอำพรางความจริงหรือความเป็นตัวของมันเองเสียจนน่าเกลียด เช่น ทาอิฐด้วยสีฟ้า ทำให้เกิดความรู้สึกธรรมชาติของวัสดุ ขาดความรู้สึก อบอุ่น ปลอดภัย สีที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะเป็นสีซึ่งใช้ได้มาก ๆ โดยไม่มีผลเสีย เพราะสีของมันถูกเบรคในตัว

4. ควรใช้สีตามประโยชน์ใช้สอย การใช้สีที่ดีเป็นการบอกประโยชน์ใช้สอยของผนังเสร็จ เช่น สีที่ทาโรงเรียน บ้านพักอาศัย สถานที่ราชการ เป็นต้น หลักของการใช้สีเป็นบ้านพักอาศัย ไม่ควรเป็นสีที่ฉูดฉาด ควรใช้สีอ่อนหรือสีที่ถูกเบรคลงบ้าง เพราะสีที่ฉูดฉาด จะทำให้ประสาทของเราเหนื่อย เมื่อยล้า ไม่รู้สีที่ดู ได้พักผ่อนในบ้านในเมื่อเราเห็นแต่สีที่ฉูดฉาด ตรงกันข้ามสีของมโหรีสห ซึ่งเป็นสีที่เราต้องการความเปลี่ยนแปลง เพื่อความสนุกสนานตื่นเต้นเพียงชั่วคราจึงสามารถใช้สีที่ฉูดฉาด สด ๆ ตกแต่งไว้ได้

สีของแสง สีของแสงมีความสำคัญมากในการมองของตา มันจะทำให้เกิดความชัดเจน หรือ หลอกลวง ทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ ความเครียด ความนุ่มนวลหรือความรู้สึก

การตกแต่งพลาสติก (DECORATING PLASTICS)

การตกแต่งพลาสติก ของส่วนพื้นผิวต่าง ๆ ของเครื่องตกแต่งพลาสติก เป็นขั้นตอนสุดท้าย เพื่อประโยชน์ทางการค้า และเกิดความสวยงาม ในการออกแบบเพื่อการตกแต่งผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นพลาสติก นอกจากเพื่อโชว์ยี่ห้อหรือเครื่องหมายการค้า ตลอดจนตัวหนังสือและเครื่องหมายการค้าต่าง ๆ ที่จำเป็นเพื่อแสดงการใช้งานให้เห็นออกมาย่างชัดเจน นอกจากนี้การตกแต่งพลาสติก การเพิ่มความแข็งแรง ความอดทน และอื่น ๆ

กรรมวิธีการตกแต่งพลาสติก มีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การพ่นสี การชุบสี การพิมพ์สี การชุบโลหะบนผิวพลาสติก

การตกแต่งผิวพื้นพลาสติกโดยทั่วไป การออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติก บางชิ้นต้องการ SURFACE FINISH ที่มี TEXTURE ต่าง ๆ บนผิวพลาสติก นักออกแบบจะต้องเจาะจงลงไปแบบ เพื่อใช้ช่วงทำแม่พิมพ์ เข้าใจสำหรับงานพลาสติก INJECTION สามารถทำลายไม้หรือลายหนังหรืออื่น ๆ โดยไม่มีปัญหา

การตกแต่งผิวพลาสติกทางอุตสาหกรรม ทำได้ 2 วิธีคือ

1. การตกแต่งผิวโดยวิธีกล หรือโดยแรงงาน เช่น การขัดโดยใช้ทรายเป่า พ่นสีหรือชุบสี เป็นต้น

2. การชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า แบ่งออกเป็น

- การชุบนิเกิล โครเมียม สามารถใช้ชุบเหล็กเหล็กกล้า ทองเหลืองและพลาสติก
- การชุบแคดเมียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การอโนโคส กรรมวิธีในการอโนโคส เป็นวิธีการที่ใช้กับ อลูมิเนียม เพื่อให้ผิวสวยงามคงทน น่าใช้ มีสีขาว เทา น้ำตาล ถ้าเป็นสีน้ำตาลบางที่เรียกว่า ANOLOK

สีเคลือบกับงานพลาสติกสีเคลือบที่ใช้ ถ้าเป็นสีธรรมดา อาจไม่คิดทนทาน ทำให้ผิวพลาสติกเสียด้วย สีพิเศษที่ใช้สำหรับพลาสติกโดยเฉพาะ มี 2 ชนิด

1. ENAMELE เป็นสีที่มีส่วนผสมเป็น THERMOSETTING RASINS เจือปนอยู่ด้วยไม่ทำลายผิวพลาสติก เหมาะสำหรับพลาสติกพวก THERMOSETTING ENAMELE เป็นสีที่มีคุณสมบัติเป็นเงาเมื่อแห้ง ผิวเคลือบจะแข็ง ไม่เป็นรอยขีดข่วนง่าย แต่ต้องใช้วิธีการอบด้วยความร้อนเพื่อให้แห้ง สี ENAMELE มีส่วนผสมของ POLYURETHANE จะช่วยเป็นตัวเคลือบผิวที่คงทน

2. LACQUERS เป็นสีที่มีส่วนผสมเป็น THERMOPLASTIC RESING เจือปนอยู่เหมาะสำหรับใช้กับงานพลาสติกพวก THERMOPLASTIC สีชนิดนี้แห้งเร็ว โดยใช้อุณหภูมิปกติ

การเคลือบสีตกแต่งกับงานพลาสติก การเคลือบสีบนงานพลาสติก มีหลายวิธี แต่นิยมใช้ในการผลิตแบบอุตสาหกรรม ได้แก่

1. MASK SPRAY PAINTING
2. FLOW COATING
3. DIP COATING
4. ROLLER COATING
5. SPRAY AND WIPE
6. SILK SCREEN DECORATING

เทคนิคต่าง ๆ โดยละเอียดของวิธีทั้ง 6 อย่าง เป็นเนื้อหาวิชาการของ PLASTIC MATERIAL PREPROCESSING

การกดคดแต่งแบบบ่มด้วยความร้อน ของส่วนข้อความบนหน้าปัทม์ เป็นกรรมวิธีใช้กับพลาสติกชนิดผิวเรียบ ตัวแบบบ่มเป็นโลหะทำให้ร้อน โดยมีแผ่นผ้าหมักสีกึ่งกลางแบบบ่มมีลวดลายเป็น NEGATIVE กรรมวิธีการโดยการกดที่แรงดันสูง อุณหภูมิ 275-325 องศาฟาเรนไฮน์ ผิวพลาสติกจะถูกกดลวดลายลงไป และพร้อมก็มีสีส้นคดแต่งด้วย แบบบ่มมี 2 ชนิด คือ

1. แบบปั๊มกรวย ใช้สำหรับทำลวดลายพร้อมกับพิมพ์สีลงบนชิ้นงานพลาสติกทั้ง ไม่มีลาย
2. ปั๊มแบบหมึกพิมพ์ เป็นแม่ปั๊มพิมพ์ผิวหน้าเรียบ ใช้สำหรับลวดลายบนชิ้นงาน.
การตกแต่งเฉพาะส่วน ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกจำหน่ายทุกชนิดจะต้องมี LOGO แสดงถึงชื่อการค้าหรือเครื่องหมายการค้าของผลิตภัณฑ์ปัจจุบัน

การเปรียบเทียบการสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ

แสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็นมาก ซึ่งแสงธรรมชาติจะช่วยให้การส่องสว่าง 20% ของพื้นที่ห้อง แต่ก็จะต้องอาศัยแสงประดิษฐ์ด้วย ดังนั้น ห้องจึงไม่ควรกว้างเกิน 2 เท่าของความสูง จึงจะรับแสงสว่างได้เพียงพอ และผนังภายในของสีเย็นจะช่วยให้อ่างสว่างยิ่งขึ้น

สีแก่ - เข้ม ดูดแสงสว่างทำให้ห้องอบอุ่นมาก
สีอ่อน - เบา สะท้อนแสงสว่าง

ตารางที่ 21

แสดงการสะท้อนของแสง

สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ	สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ
ขาว	80-90	ฟ้า	35.50
งาช้าง	70-80	เขียวอ่อน	25-50
ครีม	65-75	เขียวแก่	15-25
ชมพูอมม่วง	60-65	เขียวหยก	41.00
ชมพู	40-70	น้ำเงินแก่	10.20
เนื้อ	56.0	น้ำเงินอ่อน	45.5
เหลือง	65.0	น้ำตาล	8-12
เหลืองอมน้ำตาล	55.65	แดง	15.25
เทา	35.50	แดงเข้ม	7.0
เทาอ่อน	53.60	ดำ	2-5

ข้อเสนอแนะในการใช้สี

อันดับแรก การใช้สีคล้อยไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้สีจะต้องคิดว่าสีที่ใช้นั้นกลมกลืน (HARMONY) หรือแตกต่าง (CONTRAST) กับสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียง เป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากจะทำให้มองไม่เห็นเด่นออกมา และถ้าหากใช้สีแตกต่างกับสีของธรรมชาติมากก็จะทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้ ตัวอย่าง เช่น อาคารที่อยู่ในชนบทควรใช้สีที่คล้ายเช่นเดียวกับท้องฟ้า ท้องนา แต่อาจจำเป็นขึ้นได้ เช่น ใช้สีส้มหม่น เป็นต้น

อันดับสอง การใช้สีให้คล้อยตามโครงสร้าง คือแยกออกเป็นส่วนหนึ่งที่รับน้ำหนัก เช่น เสา ตรง คาน เป็นส่วนที่ไม่ได้รับน้ำหนัก เช่น ฝา เพดาน ประตู หน้าต่าง สีที่ใช้จะช่วยพวงความรู้สึกลงในน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของอาคารให้อยู่ในดุลยภาพที่ดีด้วย การใช้สีสีน้ำหนักของอาคารจากอ่อนไปหาแก่ทำให้เกิดการลวงตา เป็นนูนขึ้นหรือเว้าลงถ้าใช้สีส่วนบนหนักส่วนล่างเบาจะทำให้รู้สึกอาคารเบาลอยอยู่ เป็นต้น

อันดับที่สาม การใช้สีให้คล้อยตามวัสดุก่อสร้าง เช่น สิ่งก่อสร้างทำด้วยอิฐ ควรใช้ความรู้สึกเป็นอิฐ ถ้าเป็นวัสดุอื่น เช่น ไม้ กระจก โลหะต่าง ๆ ก็ไม่ควรจะปิดบังอำพรางความเป็นตัวของมันเองเสียจนน่าเกลียด เช่น ทาอิฐด้วยสีฟ้า ทำให้อิฐความรู้สึกธรรมชาติของวัสดุขาดความรู้สึกลงจนล้นกลบย่ำ สิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะเป็นสิ่งซึ่งใช้ได้มาก ๆ โดยไม่มีผลเสีย เพราะสีของมันจะถูกเบรคอยู่ในตัว

อันดับที่สี่ ควรใช้สีตามประโยชน์ใช้สอย การให้สีที่ดี จะเป็นการบอกลักษณะประโยชน์ใช้สอยของมันเสร็จ เช่น สีที่ทาโรงเรียน บ้านพักอาศัย สถานที่ราชการ เป็นต้น หลักการใช้สีที่เป็นบ้านพักอาศัยไม่ควรเป็น (SHADE) มืดมาก ควรให้มีสีอ่อนหรือสีที่ถูกเบรคลงบ้าง เพราะสีที่มืดมากจะทำให้ประสาทตาของเราเหนื่อยเมื่อยล้า ไม่รู้สึกที่พักผ่อนในบ้าน เมื่อเราเห็นแต่สีมืดมาก ครงกันข้ามกับสีของโรงมหรสพ ซึ่งเป็นที่ ๆ เราต้องการความเปลี่ยนแปลงเพื่อสนุกตื่นเต้นเพียงชั่วครว จึงสามารถใช้สีสด ๆ มืดดกคดแต่งไว้

สีของแสง (COLOR OF LIGHT)

สีของแสงแสดงความสำคัญมากในการมองของเรา มันจะทำให้เกิดความชัดเจน หรือลบลาง ทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ ความเครียดหรือนุ่มนวลและความรู้สึก

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC) ช่วงหนึ่งที่ประสาทตาของมนุษย์รับรู้ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ช่วงนี้อยู่ในความถี่ระหว่าง 3,800 ถึง 7,500 เรียกว่า "สี" ที่แตกต่างกัน และรวมกันเป็นสีขาว ความถี่คลื่นที่อยู่ต่ำลงไป มนุษย์มองไม่เห็นคือ ULTRA VIOLET-RAY และความถี่คลื่นที่อยู่สูงขึ้นไป คือ INFRARED-RAY ซึ่งตามองไม่เห็นเช่นกัน มีข้อสังเกตว่าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กออกจากมนุษย์ จะมองเห็น

ได้ช่วงหนึ่งแล้ว มนุษย์ก็ยังสามารถรู้สึกทางผิวหนังได้คือ ความรู้สึกร้อนจะเป็นคลื่นความถี่สูงและความรู้สึกจะเป็นคลื่นความถี่ต่ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับตา

แสงกับตามีความสัมพันธ์กัน ถ้าขาดแสงเราจะมองไม่เห็นวัตถุ “ดวงตามนุษย์มีความไวต่อคลื่นแสงในความถี่ต่าง ๆ กัน” ตาไวแสงสูงสุดต่อคลื่นแสงขนาดคลื่นประมาณ 5,500 อังสตรอมยูนิค ซึ่งได้แก่ สีเหลือง

การที่เราสามารถมองเห็นวัตถุได้ เกิดจากวิธีที่แรงพุ่งไปกระทบวัตถุและสะท้อนสู่ตาของเรา ส่วนการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากวัตถุอันนั้นมีคุณสมบัติดูดซึมได้ จึงไม่มีการสะท้อนกลับ เราจึงมองไม่เห็นคลื่นของสีนั้น เราจะเห็นเฉพาะคลื่นที่สีวัตถุนั้นจะมองเห็นไปเป็นคำมืด หรือที่เรียกว่า “สีดำ” ซึ่งความจริงสีดำหรือสีที่ไม่มีคลื่นแสงสะท้อนกลับให้เห็นนั่นเอง”

ความจำกัคอิทธิพลของสี (COLOR MEMORY)

ประสาทตาของมนุษย์ ไม่สามารถจะเปรียบเทียบได้จากความทรงจำจะทำให้บางครั้ง แต่จะเป็นด้วยความบังเอิญ และทำไม่ได้เสมอไป สีจะมี VARIATIONS ที่แตกต่างกัน เช่น สีแดง ยังมีสีแตกต่างกันถึง 7,056 (ที่ตาสามารถแยกความแตกต่างได้) ซึ่งก็เป็นสีแดงทั้งนั้น แต่ถ้านำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าแตกต่างกัน

การทดลองของนักจิตวิทยาได้แสดงว่า สมองไม่สามารถให้ความจำในเรื่องของสีได้แน่นอน แต่ความจำจะบันทึกไว้ในรูปความนึกคิดเข้าใจที่ไม่สามารถแยกความถี่ของสีได้

สีวัตถุภายใต้แสงสี

ดังกล่าวนั้นมาแล้ว สีของวัตถุเกิดจากการสะท้อนกลับของแสงคลื่นความถี่ต่าง ๆ กัน แต่ถ้าวัตถุอยู่น้อยภายใต้แสงที่มีคลื่นถี่เฉพาะ คือในช่วงหนึ่ง เช่น แสงสีแดง เป็นต้น สีของวัตถุนั้นก็เปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เมื่อวัตถุอยู่น้อยภายใต้แสงสว่าง ที่มีช่วงคลื่นครบขนาดของความถี่ วัตถุอันหนึ่งภายใต้แสงอาทิตย์ อาจปรากฏเป็นสีน้ำเงิน แต่ภายใต้แสงสีเขียวจะปรากฏเป็นสีเทาแก่ หรือภายใต้แสงอีกด้วยภายใต้แสงไฟฟ้าที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น เช่น หลอดนีออน หลอดทังสเตน หลอดแสงอีกด้วยภายใต้แสงไฟฟ้าที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น เช่น หลอดนีออน หลอดทังสเตน หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดโซเดียม ต่าง ๆ ก็ส่งแสงสว่างในความถี่ไม่เท่ากัน

ขอบเขตและความไวในการรับสีของประสาทตา

การมองเห็นสีของมนุษย์ภายใต้แสงสว่างที่ปกตินั้น ความรู้สีไวต่อการรับสีต่าง ๆ นั้น จะไม่เท่ากันทุกสี แม้จะมองวัตถุจนถึงเส้นขอบนอกของวัตถุคงเดิม แต่การมองเห็นสีบางสี จะแปรเปลี่ยนไกลกว่าความเป็นจริง เพราะสีบางสีสามารถจัดไว้ได้ดี ในมุมจะไม่เท่าในการมอง ที่กว้างมากกว่าสีอื่น ๆ



บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยโครงการออกแบบคู่มือที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทยของบริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด จำเป็นจะต้องมีการวางแผนในการดำเนินการเป็นขั้นตอนตามลำดับ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จตามเป้าหมาย โดยมีการดำเนินงานดังนี้

วิธีการสำรวจและการรวบรวมข้อมูล

การสำรวจและการรวบรวมข้อมูลนั้น ผู้ทำโครงการได้สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ภาค คือ ภาคเอกสาร และภาคสนาม (การสัมภาษณ์และการศึกษาของจริง) การรวบรวมภาคเอกสาร การค้นคว้าข้อมูลจากหนังสือ ตำรา และเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงการนี้ ซึ่งรวมถึงวิทยานิพนธ์ของผู้ที่ได้ทำการวิจัยไว้แล้วจากห้องสมุดของสถาบันการศึกษาหรือหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งบางหน่วยงานจะต้องมีการทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เรื่องการขอข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นในการไปค้นคว้าหาข้อมูลจากหน่วยงานหรือสถาบันต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ทางคณะกรรมการเพื่อความสะดวกในการค้นคว้าหาข้อมูล วิธีการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้องวารสารการวิจัยทางการศึกษาวารสารวิจัยเฉพาะสาขา งานวิจัยในสาขาวิชาโดยตรงที่สมบูรณ์แบบ เช่น วิทยานิพนธ์ บทคัดย่องานวิจัย สารานุกรมทางการวิจัยการศึกษาหรือแขนงที่เกี่ยวข้อง ตำราอื่น ๆ ที่พอเชื่อถือได้ ดังนั้นวิธีเลือกผลงานการศึกษานั้นจำเป็นอย่างยิ่ง คือ ข้อมูลเอกสารนั้นต้องทันสมัยพอใช้กับงานวิจัย สามารถเป็นเครื่องชี้แนะในการศึกษาข้อมูล เอกสารนั้นมีหนังสืออ้างอิงพอช่วยเป็นแนวทางให้เราไปค้นคว้าเพิ่มเติมให้กว้างขวางเพิ่มขึ้น และสามารถแนะแนวคิดอันชาญฉลาดได้คือ

ดังนั้น ผู้ศึกษาโครงการได้ค้นคว้าจากหนังสือ (ทุติยภูมิ) เกี่ยวกับการออกแบบประกอบทำคู่มือของบริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด รวมถึงการคิดตั้ง การประกอบ กรรมวิธีการผลิตอย่างละเอียด โดยมีการประกอบกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในด้านของอุปกรณ์ที่มีส่วนสนับสนุนต่าง ๆ เช่น วัสดุ สรีรศาสตร์ สี เพื่อนำไปประกอบในการออกแบบ

การศึกษาข้อมูลภาคสนาม (ปฐมภูมิ)

การรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ การศึกษาจากสภาพการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันกับหัวข้อโครงการวิจัย หรือจากการสัมภาษณ์ สอบถาม ซึ่งมีรายละเอียดในการปฏิบัติดังนี้

การสอบถามหรือการสัมภาษณ์ ผู้ทำโครงการได้ทำการสัมภาษณ์เพื่อค้นคว้าหาข้อมูล บริษัทตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ได้แก่ บริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด , บริษัท โซล่าครอน จำกัด สามารถทราบถึงคุณสมบัติ การทำงาน ข้อดีข้อเสีย ในการใช้งานของผลิตภัณฑ์ โดยคำนึงตามขั้นตอนดังนี้

- ตั้งจุดประสงค์ในการสัมภาษณ์
- พิจารณาบุคคลที่ต้องการสัมภาษณ์
- ทำการนัดหมายผู้ให้สัมภาษณ์ไว้ก่อน
- ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์
- ตั้งคำถามในการสัมภาษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แสดงหนังสือขอความอนุเคราะห์ เพื่อขออนุญาตทำการสัมภาษณ์
- ดำเนินการสัมภาษณ์
- บันทึกการสัมภาษณ์

การศึกษาจากของจริง

การศึกษาจากของจริง ได้แก่ การศึกษาเกี่ยวกับ “ตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์” ที่มีอยู่ในปัจจุบัน และผลิตภัณฑ์บ่งบอกแผนที่ในลักษณะใกล้เคียง ตลอดจนสถานะแวดล้อมและพฤติกรรมการใช้งาน ซึ่งผู้ทำโครงการได้ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ด้วยการทดสอบใช้งาน ทำให้ทราบถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และทำการแก้ไข ปัญหาของโครงการนี้โดยละเอียด และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ แบบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และแบบที่ใช้พลังงานกระแสไฟฟ้า เพื่อหาข้อเปรียบเทียบ ทำเป็นแนวทางใช้ในการออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น ถ่ายรูป , สังเกตการณ์

ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ และแหล่งข้อมูลต่าง ๆ นำมาจัดแบ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้น ข้อมูลด้านวัสดุ ข้อมูลด้านการออกแบบ เพื่อนำมาสรุปและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบ แหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่ได้มาในรูปแบบต่าง ๆ ล้วนแต่เป็นข้อมูลที่ได้มาจากสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งได้ ดังนี้

ข้อมูลบุคคล

- ดร. สมเกียรติ สุขเกษ
- คุณอนุชิต วาณิชศรีริมกุล
- เจ้าหน้าที่บริหารการขายของ บริษัท โซล่าครอน
- อาจารย์วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อมูลสถานที่

- บริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด
- การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ถนนแมนศรี
- ร้านขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ย่านบ้านหม้อ
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ สงข
- ชุมนุมเครื่องกล สจล.
- ห้องสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- บริษัท โซล่าครอน จำกัด
- โรงพิมพ์ NOPROBLEM

ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง (ภาคเอกสาร)

- ตำรา และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว
- ตำราและเอกสารเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์
- วิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-สถานที่ทำการวิจัย

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาโครงการนำข้อมูลที่ได้รวบรวมข้างต้น ทำการเรียงลำดับความสำคัญประมวลหาค่าถึงเหตุผล โดยเลือกนำเอาตัวเลือกลงตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป จัดทำการวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

1. รวบรวมข้อมูล

- แนวโน้มการใช้งานของตู้แผนที่ และแผนการสร้างทัศนคติที่ดีของการท่องเที่ยว
- ขั้นตอนต่าง ๆ ในการใช้งานของตู้แผนที่
- วัสดุ และกรรมวิธีการผลิต
- มโนทัศน์ส่วนสรีรศาสตร์ของมนุษย์
- รูปลักษณะ, ฟอรัม, สี , โครงร่างของกราฟฟิก

2. สรุปข้อมูลแต่ละส่วน

โดยลำดับเฉพาะส่วนที่สำคัญ เพื่อเป็นการสรุปไว้ท้ายข้อมูลนั้น ๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การใช้งานต่อไป

3. นำผลสรุปมาวิเคราะห์สรุปผล
4. นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสังเคราะห์ใช้งาน
5. ออกแบบตามผลการวิเคราะห์

โดยการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ จะสามารถวิเคราะห์อย่างละเอียดในบทที่ 4 ต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

โครงการออกแบบปรับปรุงตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทย เป็นโครงการออกแบบเชิงผลงานสร้างสรรค์ที่งานอุตสาหกรรม ซึ่งกลุ่มผู้ใช้ได้แก่นักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างประเทศ ดังนั้นการออกแบบนี้มีสาระสำคัญ คือ การออกแบบให้สามารถสื่อความหมายและใช้งานง่าย สามารถปฏิบัติตามความเข้าใจ

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. กลุ่มผู้บริโภค ซึ่งเป็นบุคคลที่ใช้ผลิตภัณฑ์ตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์ ได้แก่ นักท่องเที่ยวชาวไทย, ชาวต่างประเทศ ในย่านแหล่งท่องเที่ยว

ในการเลือกกลุ่มประชากรเพื่องานวิจัยนี้ จะมีลักษณะของการสุ่มตัวอย่างซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้วิจัยได้เห็นแนวทางและความต้องการรูปแบบของความเป็นไปได้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว เพื่อติดตามผลการติดตั้งเมื่อสื่อได้เป็นที่พบเห็นต่อไป สามารถแยกรายละเอียดตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 22

แสดงกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับที่	ประชากรกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	
		หญิง	ชาย
1	กลุ่มนักท่องเที่ยว	15	45
	รวม	15	45

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ลักษณะของเครื่องมือเป็นแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 2 ตอน จำนวน 60 ชุด แต่ละตอนเรียกชื่อต่างกันตามจุดมุ่งหมายของการวัด มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม (จำนวน 5 ข้อ)

ตอนที่ 2 กลุ่มนักท่องเที่ยวและบุคคลทั่วไป (จำนวน 10 ข้อ)

ในการรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือชนิดหนึ่งคือ การสังเกตและการเก็บข้อมูลโดยการถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายรูปที่ช่วยเก็บภาพต่าง ๆ ที่สำคัญและสามารถนำมาใช้ประกอบในส่วนของข้อมูลเพื่อเกิดภาพพจน์ที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

1. ค้นคว้าจากตำรา เอกสาร งานวิจัยพร้อมทั้งคำสัมภาษณ์จากภาคสนามที่ผู้วิจัยได้ศึกษาและนำมาประมวลเข้าเป็นแบบสอบถาม
2. ศึกษารูปแบบของเทคนิคหรือวิธีการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบสำรวจ ฯลฯ ที่มีความเหมาะสมเพื่อการประเมินเกี่ยวกับความต้องการหรือการใช้งานคู่แผนที่ในการท่องเที่ยว ซึ่งในกรณีนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือสำหรับการวิจัยเป็นแบบสอบถาม โดยมีลักษณะคำถามแบบให้เลือกตอบ ซึ่งมีข้อดีคือประหยัดเวลา และได้คำตอบที่ชัดเจน
3. นำแบบสอบถามที่จัดทำขึ้นให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
4. นำแบบสอบถาม ไปทำการทดลองใช้กับกลุ่มประชากรตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น 1 กลุ่มคือ กลุ่มนักท่องเที่ยวหรือกลุ่มบุคคลทั่วไป เป็นผู้ชาย 45 คน ผู้หญิง 15 คน รวมทั้งหมดเป็นคำถาม 60 ชุด และแบบสอบถามในแต่ละตอนมาหาค่าความถี่ เพื่อใช้เป็นแนวทางการวิเคราะห์และการสรุปสำหรับการออกแบบต่อไป

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์นั้น วิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการจัดทำแบบสอบถาม โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

1. สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์โดยใช้ความถี่ร้อยละเป็นตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความคิดเป็นของกลุ่มนักท่องเที่ยวหรือบุคคลทั่วไป ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่สนับสนุนการท่องเที่ยว วิเคราะห์โดยหาค่าร้อยละ ดังนี้

$$\text{การคิดค่าร้อยละ} = \frac{100 \times (\text{จำนวนที่ตอบ})}{\text{จำนวนเต็ม}}$$

เช่น แบบสอบถามจำนวนเต็มมีทั้งหมด 60 ชุด ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นผู้ชายทั้งหมด 45 คน และผู้หญิง 15 คน คิดเป็นร้อยละได้ดังนี้

$$\begin{array}{l} \text{ผู้ชาย} \quad \text{คิดเป็นร้อยละ} \quad 100 \times \frac{45}{60} \quad \text{ร้อยละ} \quad 75 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{ผู้หญิง} \quad \text{คิดเป็นร้อยละ} \quad 100 \times \frac{15}{60} \quad \text{ร้อยละ} \quad 25 \end{array}$$

คิดเป็นค่าร้อยละได้คือ แบบสอบถามนี้ได้กลุ่มประชากรตัวอย่างเป็นผู้ชายร้อยละ 75 ผู้หญิงร้อยละ 25

สรุป การใช้วิธีการวิเคราะห์โดยการหาค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดและหาค่าความพอใจ ว่ารูปแบบใด หรือลักษณะต่าง ๆ ที่ผู้เกี่ยวข้องมีความชอบ เห็นว่าเหมาะสมหรือปัญหาที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเป็นที่ตรงกันเป็นส่วนมาก ซึ่งจะถือว่าเป็นการสรุปในคำถามข้อนั้น ๆ ที่จะเป็นเหตุผลเพื่อนำไปสู่การอ้างอิง ไปสู่การออกแบบต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของ ตาราง การบรรยายโดยมีลำดับผลการเสนอการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลของกลุ่มนักท่องเที่ยวและบุคคลทั่วไป ในการเดินทางพักผ่อนสถานที่ท่องเที่ยว และความจำเป็นในการใช้แผนที่

ตอนที่ 3 การเสนอตารางวิเคราะห์ลักษณะของโครงสร้าง วัสดุ รูปแบบที่เหมาะสมรวมทั้ง กราฟฟิค ลักษณะการออกแบบ

คำชี้แจงในการนำเสนอแบบสอบถาม

แบบสอบถามชุดนี้มีทั้งหมด 66 ข้อ ให้ผู้ตอบแบบสอบถามอ่านแต่ละข้อความพิจารณาว่า ข้อความแต่ละข้อนั้นสอดคล้องกับความชอบมากน้อยเพียงใด

ความหาค่าคะแนนที่ให้

- 5 หมายถึง ดีมาก
- 4 หมายถึง ดี
- 3 หมายถึง พอใช้
- 2 หมายถึง ไม่ดี
- 1 หมายถึง ไม่เหมาะสม

ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายละเอียดเกี่ยวกับประวัติส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามในส่วนของเพศ อายุ วุฒิการศึกษา อาชีพ สถานที่ท่องเที่ยวที่นิยมท่องเที่ยว ซึ่งแสดงไว้ในตาราง ดังนี้

ตารางที่ 28

ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลำดับที่	ข้อมูลพื้นฐาน	สถานภาพ	จำนวน (N = 60)	ร้อยละ
1	เพศ	ชาย	45	75
		หญิง	15	25
2	อาชีพ	รับราชการ	5	8.3
		ธุรกิจส่วนตัว	17	28
		รับจ้างหรือพนักงานบริษัท	10	16.6
		อื่น ๆ	28	46.6
3	วุฒิการศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	35	58.3
		ปริญญาตรี	21	35
		สูงกว่าปริญญาตรี	-	-
		อื่น ๆ	4	6.6
4	อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	17	28
		อายุ 20 - 25 ปี	25	41
		อายุมากกว่า 25 ปี	16	26.6
		อายุมากกว่า 35 ปี	2	3.3
5	สถานที่ท่องเที่ยว	ทะเล	29	48.3
		ภูเขา	12	20
		น้ำตก	9	15
		อื่น ๆ	10	16.6

สรุปจากตารางที่ 23 ซึ่งแสดงให้เห็นทราบถึงประเภทกลุ่มประชากรของกลุ่มประชากรที่เป็นผู้กรอกแบบสอบถาม เป็นเพศชายส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 75 เป็นเพศหญิงร้อยละ 25 โดยมีอายุอยู่ในระดับประมาณ 20-25 ปี คิดเป็นร้อยละ 41, อายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 28 และอายุมากกว่า 25 ปี ร้อยละ 26.6 ทำให้ทราบถึงวัยของบุคคลในวัยใดที่นิยมไปท่องเที่ยว ในด้านของกลุ่มอาชีพประชากรนั้น ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา ร้อยละ 46.6 ซึ่งจะมีจำนวนมากที่สุดในกลุ่มอาชีพนั้น ส่วนวุฒิการศึกษาที่ส่วนมากจะเป็นนักศึกษาที่ยังไม่จบ ร้อยละ 58.3 ที่ถือว่ามีความสูงที่สุดในกลุ่ม และรองลงมาจะเป็นผู้จบในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 35 สำหรับสถานที่ที่นิยมเดินทางไปท่องเที่ยวได้แก่ทะเล ร้อยละ 48.3 ซึ่งจากการคิดคะแนนค่าร้อยละที่ผ่านมานั้นทำให้เราได้ทราบถึงสถานภาพในบางส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามพอประมาณ ซึ่งเป็นที่มาของข้อมูลในตอนที 2 ดังมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ข้อมูลกลุ่มนักท่องเที่ยวและกลุ่มบุคคลทั่วไปที่มีต่อการออกแบบคู่มือที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว
การเสนอรายละเอียดในส่วนที่ 2 นี้ เป็นลักษณะของความเห็นของกลุ่มนักท่องเที่ยวและกลุ่ม
บุคคลทั่วไปที่มีผลต่อการให้บริการคู่มือที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทยของบริษัทเมเจอร์เน็ทเวิร์ค
จำกัด ตามความชอบของแต่ละบุคคล ซึ่งรายละเอียดได้แสดงไว้ในตาราง ดังนี้

ตารางที่ 24

ข้อมูลกลุ่มนักท่องเที่ยวและบุคคลทั่วไปต่อคู่มือที่

ลำดับที่	แบบสอบถาม	ความคิดเห็น	จำนวน < N = 60 >	ร้อยละ
1	พาหนะในการเดินทาง	รถปรับอากาศร่วม รถยนต์ส่วนตัว เรือ อื่น ๆ	25 15 6 14	41.6 25 10 23.3
2	นิยมไปเที่ยวลักษณะใด	ไปกับเพื่อ ไปส่วนตัว ไปเป็นคณะทัวร์ ไปกับครอบครัว	27 13 10 10	45 21.6 16.6 16.6
3	ความจำเป็นในการใช้แผนที่	จำเป็น ไม่จำเป็น	45 15	75 25
4	จำนวนป้ายที่พบเห็น	น้อยมาก พอดี มากเกินไป	30 25 5	50 41.6 8.3
5	นำ นานาพิ กามาติ คตั้งเป็น หน้าที่เสริม	จำเป็น ไม่จำเป็น	50 10	83.3 16.6
6	ติ คตั้ง เข้ม ทิ ศเป็น ส่วน ประกอบในคู่มือที่	จำเป็น ไม่จำเป็น	60 -	100 -
7	ความจำเป็นในการใช้แผนที่ ของคนหลงทาง	คู่มือที่ การท่องเที่ยว ถามคนใกล้เคียง ปรึกษาตำรวจ	25 5 20 10	41.6 8.3 33.3 16.6
8	การสร้างจุดสนใจ	เคลื่อนไหว ไฟกระพริบ	48 12	80 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	แบบสอบถาม	ความคิดเห็น	จำนวน < N = 60 >	ร้อยละ
9	นำเสียงดนตรีมาเป็นจุดสนใจประกอบ	มีส่วน	38	63.3
		ไม่มีส่วน	15	25
		อื่น ๆ	7	11.6
10	จุดสนใจที่สร้างความประทับใจ	มีรูปแบบโครงสร้างแปลกตา	21	35
		มีกราฟฟิกสวยงาม	16	26.6
		มีการเคลื่อนไหว	17	28.3
		อื่น ๆ	6	10

สรุปจากตารางที่ 24 จากการกลุ่มนักท่องเที่ยวและบุคคลทั่วไปนิยมเดินทางท่องเที่ยวโดยรถปรับอากาศร่วม ร้อยละ 41.6 และเดินทางไปกับกลุ่มเพื่อนเป็นส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 45 โดยการเดินทางแต่ละครั้งมีความจำเป็นในการใช้แผนที่ ร้อยละ 75 เพราะในการเดินทางนั้นพบป้ายแผนที่เป็นจำนวนน้อยมาก ร้อยละ 50 ทำให้ต้องมีการศึกษาจากแผนที่ก่อนการเดินทาง ในการออกแบบคู่มือแผนที่ประชาสัมพันธ์สามารถนำภาพมาเป็นหน้าที่เสริม เพื่อบ่งบอกเวลาที่มีความจำเป็น คิดเป็นร้อยละ 83.3 ในการค้นหาตำแหน่งในการเดินทางนั้น เข็มทิศมีความจำเป็นในการหาทิศทางในการเดินทาง คิดเป็นร้อยละ 100 เพื่อช่วยในการหาจุดตำแหน่งในการท่องเที่ยวเมื่อเกิดการพลัดหลงทาง นิยมค้นหาจากคู่มือที่ด้วยตนเอง ร้อยละ 46.6 และถามคนใกล้เคียง ร้อยละ 33.3 ในการสร้างความสนใจให้แก่ผู้พบเห็นคู่มือที่ ควรจะมีลักษณะเคลื่อนไหว ร้อยละ 80 เมื่อเกิดการเคลื่อนไหวของแรงลมหรือแรงของมอเตอร์แล้ว ถ้านำส่วนของเสียงเพิ่มเพื่อทำให้เกิดความเพลิดเพลินได้ ร้อยละ 63.3 การสร้างสื่อประชาสัมพันธ์ดีในการออกแบบคู่มือที่ที่ตีนั้น ลักษณะของการสร้างความประทับใจ ได้แก่การ มีรูปแบบโครงสร้างแปลกตา ร้อยละ 35 และมีการเคลื่อนไหวของวัสดุ ร้อยละ 28.3 ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นการสำรวจอย่างความคิดเห็นของกลุ่มนักท่องเที่ยวและกลุ่มบุคคลทั่วไปเท่านั้น แต่ในการออกแบบในโครงสร้างของส่วนต่าง ๆ ยังต้องมีการวิเคราะห์ และแทนค่าความเหมาะสมกับการเลือกใช้ตามคุณลักษณะ และคุณสมบัติต่าง ๆ ซึ่งในตอนที 3 ที่จะกล่าวถึงต่อไป ก็คือ การวิเคราะห์เป็นตาราง และแทนค่าความสำคัญโดยใช้ตัวเลขและการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นทั้งภาคเอกสาร และภาคสนามของการวิจัยครั้งนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งภาคเอกสาร และภาคสนามของงานวิจัยครั้งนี้ และนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทำการออกแบบ และทำขั้นตอนในการออกแบบต่อไป ในการออกแบบวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากมีปัจจัยต่าง ๆ มากมาย ผู้วิจัยได้แยกหัวข้อการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ ดังนี้

1. วิเคราะห์กลุ่มพฤติกรรมของผู้ใช้
2. วิเคราะห์ส่วนประกอบของสถานที่ติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิเคราะห์รายละเอียดต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของผู้แทนที่

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางด้านกลุ่มผู้ใช้

โลกยุคพัฒนาอย่างทุกวันนี้ ประชากรโดยทั่วไปต้องทำงานหนักและเคร่งเครียดอยู่กับงานเกือบตลอดทั้งวัน จึงทำให้ร่างกายเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าสมองตึงเครียด ด้วยเหตุดังกล่าวนี้เองประชากรจึงจำเป็นต้องหาเวลาเพื่อใช้สำหรับพักผ่อน ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มชนพวกที่มีฐานะดี หรือยากจน ผู้ที่อยู่ในปทุมวัน มัชฌิมวัน หรือปึงฉิมวันย่อมมีความปรารถนาที่ต้องการเดินทางไปในสถานที่ต่าง ๆ เพื่อพักผ่อนหย่อนใจ เมื่อมีโอกาสหรือสถานภาพทางด้านเศรษฐกิจเอื้ออำนวย สาเหตุแห่งการนำมาซึ่งการท่องเที่ยวที่สำคัญพอกล่าวสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ความเคร่งเครียดในการทำงาน
2. รายได้ของประชากรดีขึ้น
3. ความสะดวกทางด้านคมนาคม
4. มีเวลาว่าง
5. จำนวนประชากรเพิ่มขึ้น

การแยกกลุ่มของนักท่องเที่ยวสามารถแยกได้เป็นหัวข้อใหญ่ดังนี้

1. นักท่องเที่ยวชาวไทย
2. นักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศ

ก) รายละเอียดทั่วไป ได้แก่

- ถิ่นที่อยู่
- วัตถุประสงค์การเดินทางมาเยือน
- ลักษณะการเดินทาง
- จำนวนครั้งของการมาเยือน
- ระยะเวลาพำนักเฉลี่ย
- ระดับรายได้ อาชีพ อายุ เพศ

ข) จำแนกตามพาหนะเดินทาง ได้แก่

- เครื่องบิน
- รถไฟ
- รถโดยสารประจำทาง
- รถนำเที่ยว
- ขับมาเอง
- อื่น ๆ

ค) จำแนกตามสถานที่พักแรม ได้แก่

- โรงแรม
- บังกะโล / รีสอร์ท
- เกสต์เฮาส์
- บ้านญาติ / บ้านเพื่อน
- บ้านรับรอง
- อื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ง)ค่าใช้จ่ายของนักท่องเที่ยว ได้แก่
- ค่าที่พัก
 - ค่าอาหารและเครื่องดื่ม
 - ค่าพาหนะและค่าบริการท่องเที่ยวภายในจังหวัด
 - ค่าซื้อสินค้าและของที่ระลึก
 - ค่าใช้จ่ายบันเทิง
 - ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด

การแบ่งลักษณะของการเดินทาง

1. นักท่องเที่ยว
2. นักทัศนาจร
3. ผู้เยี่ยมเยียน

สถิติเปรียบเทียบผู้เยี่ยมชมเยือนการท่องเที่ยวภาคกลาง ระหว่างปี 2536 และ 2537

มีผู้มาเยี่ยมเยือนจังหวัดภาคกลาง ซึ่งประกอบด้วย กรุงเทพมหานคร กาญจนบุรี เพชรบุรี (ชะอำ) ประจวบคีรีขันธ์ (หัวหิน) พระนครศรีอยุธยา ลพบุรี

-นักท่องเที่ยว	14,689,388 คน	คิดเป็นร้อยละ 61.21
-นักทัศนาจร	9,307,554 คน	คิดเป็นร้อยละ 38.79
รวมทั้งสิ้น	23,996,942 คน	
1. ชาวไทย	16,174,281 คน	คิดเป็นร้อยละ 67.40
2. ชาวต่างประเทศ	7,822,661 คน	คิดเป็นร้อยละ 32.60

ตารางที่ 25

จังหวัดที่ผู้เยี่ยมชมสามารถนำมาเปรียบเทียบกันของภาคกลาง

ลำดับที่	จังหวัด	คิดเป็นร้อยละ
1	พระนครศรีอยุธยา	25.18
2	เพชรบุรี (ชะอำ)	27.36
3	ประจวบคีรีขันธ์ (หัวหิน)	13.37
4	ลพบุรี	7.63
5	กรุงเทพมหานคร	5.90
6	กาญจนบุรี	0.01

สถิติเปรียบเทียบผู้เยี่ยมชมเยือนการท่องเที่ยวภาคตะวันออก ระหว่างปี 2536 และ 2537

มีผู้มาเยี่ยมชมเยือนจังหวัดภาคตะวันออก

นักท่องเที่ยว	3,937,831 คน	คิดเป็นร้อยละ 78.45
นักทัศนาจร	1,081,369 คน	คิดเป็นร้อยละ 21.15
รวมทั้งสิ้น	5,019,200 คน	
ชาวไทย	3,087,627 คน	คิดเป็นร้อยละ 61.52
ชาวต่างประเทศ	1,931,573 คน	คิดเป็นร้อยละ 38.48

ตารางที่ 26

จังหวัดที่ผู้เยี่ยมชมเยือนสามารถนำมาเปรียบเทียบกันของภาคตะวันออก

ลำดับที่	จังหวัด	ร้อยละ
1	ตราด	37.93
2	ชลบุรี (พัทยา)	17.26
3	ระยอง	8.59

สถิติเปรียบเทียบผู้เยี่ยมชมเยือนการท่องเที่ยวภาคเหนือ ระหว่างปี 2536 และ 2537

มีผู้มาเยี่ยมชมเยือนจังหวัดภาคเหนือ

นักท่องเที่ยว	4,739,164 คน	คิดเป็นร้อยละ 85.90
นักทัศนาจร	778,170 คน	คิดเป็นร้อยละ 14.10
รวมทั้งสิ้น	5,517,334 คน	
ชาวไทย	3,913,928 คน	คิดเป็นร้อยละ 70.94
ชาวต่างประเทศ	1,603,406 คน	คิดเป็นร้อยละ 29.06

ตารางที่ 27

จังหวัดที่ผู้เยี่ยมชมเยือนสามารถนำมาเปรียบเทียบกันของภาคเหนือ

ลำดับที่	จังหวัด	ร้อยละ
1	เชียงใหม่	43.06
2	พิษณุโลก	24.58
3	เชียงราย	14.54
4	สุโขทัย	7.50
5	ตาก	7.21
6	แม่ฮ่องสอน	3.11

สถิติเปรียบเทียบผู้เยี่ยมชมเขื่อนการท่องเที่ยวภาคตะวันออกเฉียงเหนือปี 2536 และ 2537

มีผู้เยี่ยมชมเขื่อนจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนี้

นักท่องเที่ยว	3,765,051 คน	คิดเป็นร้อยละ 56.40
นักทัศนจร	2,910,256 คน	คิดเป็นร้อยละ 43.60
รวมทั้งสิ้น	6,675,307 คน	
ชาวไทย	6,481,776 คน	คิดเป็นร้อยละ 97.10
ชาวต่างประเทศ	193,531 คน	คิดเป็นร้อยละ 2.90

ตารางที่ 28

จังหวัดที่ผู้เยี่ยมชมเขื่อนสามารถนำมาเปรียบเทียบกันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลำดับที่	จังหวัด	ร้อยละ
1	นครราชสีมา	28.25
2	ขอนแก่น	21.33
3	อุดรธานี	18.48
4	อุบลราชธานี	13.09
5	หนองคาย	11.0
6	นครพนม	7.54

สถิติเปรียบเทียบผู้เยี่ยมชมเขื่อนการท่องเที่ยวภาคใต้ ปี 2536 และ 2537

มีผู้เยี่ยมชมเขื่อนจังหวัดภาคใต้ ดังนี้

นักท่องเที่ยว	6,979,307 คน	คิดเป็นร้อยละ 87.1
นักทัศนจร	1,033,960 คน	คิดเป็นร้อยละ 12.9
รวมทั้งสิ้น	8,010,267 คน	
ชาวไทย	4,465,265 คน	คิดเป็นร้อยละ 55.7
ชาวต่างประเทศ	3,545,021 คน	คิดเป็นร้อยละ 44.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29

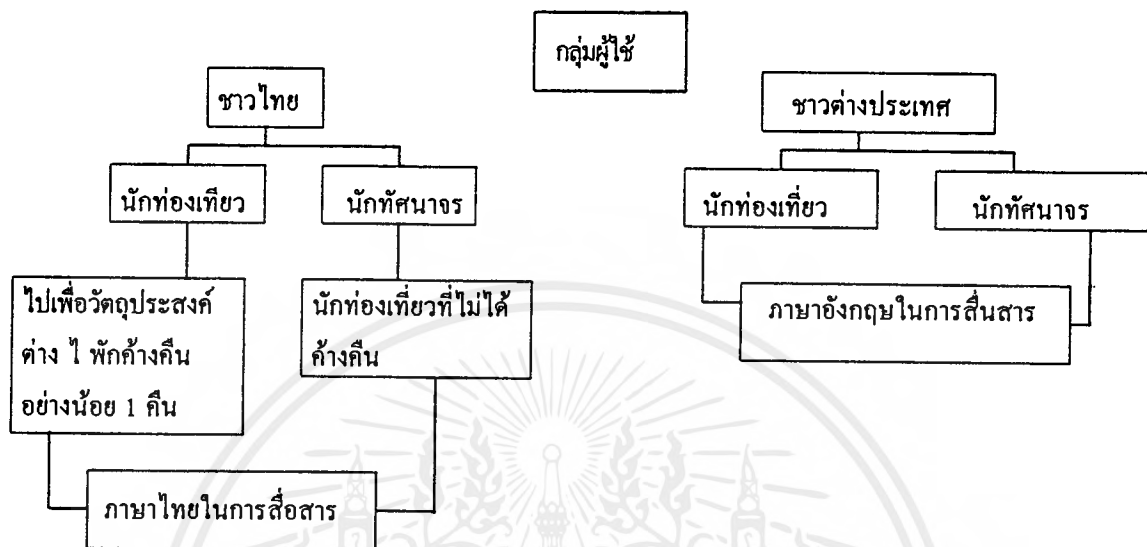
จังหวัดผู้เยี่ยมเยือนสามารถนำมาเปรียบเทียบกันของภาคได้

ลำดับที่	จังหวัด	จำนวน (คน)
1	กระบี่	659,384
2	ตรัง	261,876
3	นครศรีธรรมราช	1,105,142
4	อำเภอสุโขทัย	578,120
5	ภูเก็ต	2,119,063
6	อำเภอหาคใหญ่	2,074,328
7	อำเภอเกาะสมุย	551,312
8	สุราษฎร์ธานี	661,042

ดังนั้น ผู้มาเยี่ยมเยือนท่องเที่ยวในเมืองไทยเรียงตามภาคดังนี้

ลำดับ 1	ภาคกลาง	23,996,942 คน	นิยมไปพระนครศรีอยุธยามากที่สุด
ลำดับ 2	ภาคใต้	8,010,267 คน	นิยมไปภูเก็ตมากที่สุด
ลำดับ 3	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	6,675,307 คน	นิยมไปนครสวรรค์มากที่สุด
ลำดับ 4	ภาคเหนือ	5,517,334 คน	นิยมไปเชียงใหม่มากที่สุด
ลำดับ 5	ภาคตะวันออก	5,019,200 คน	นิยมไปตราดมากที่สุด

แผนภูมิที่ 10
แสดงกลุ่มของผู้ใช้



ดังนั้น ภาษาที่ใช้ในคู่มือที่ประกอบด้วยภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

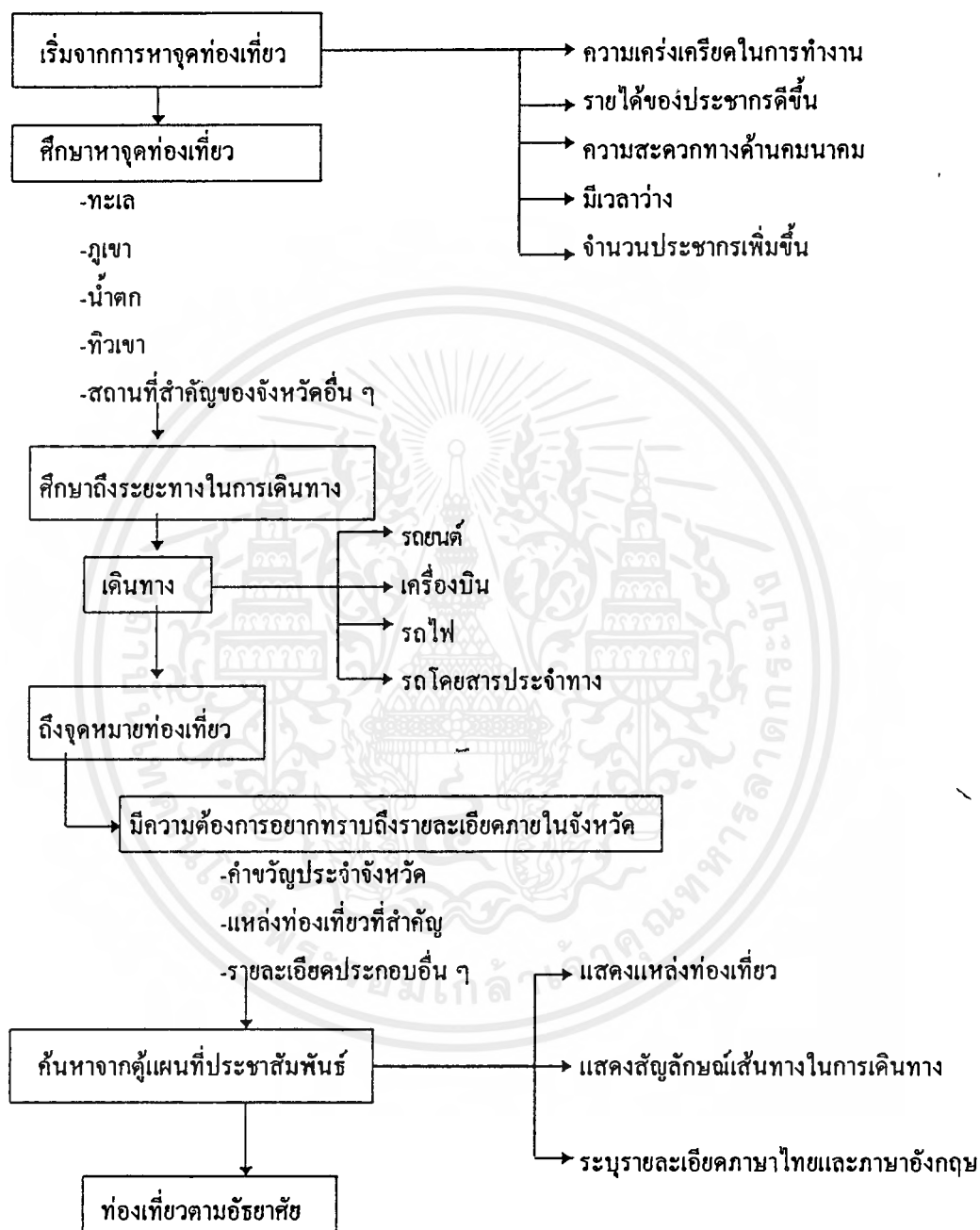
4.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้

จากการสังเกตเบื้องต้นพบว่า นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มีทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ และได้สัมภาษณ์สอบถามถึงความต้องการในการใช้งาน ได้รับความสนใจจากการติดตั้งคู่มือที่ประชาสัมพันธ์ เพราะเป็นมือที่สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก

เนื่องจากคู่มือที่เดิมติดตั้งตามแหล่งท่องเที่ยวตามจังหวัดต่าง ๆ แต่ติดประสบปัญหาของการชำรุดของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการใช้งานที่ผิด และไม่สนใจเกี่ยวกับสื่อ ดังนั้นจำเป็นต้องแยกประเภทของสื่อได้ดังนี้

1. ป้ายภายนอก
2. ป้ายภายใน

แผนภูมิที่ 11
แสดงพฤติกรรมการใช้งาน



จากการสังเกตและสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการใช้งาน จะพบว่าปัญหาในเรื่องของการค้นหาวิธีใช้ ไม่ถูกต้อง ตำแหน่งการติดตั้งไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงมีการสรุปและแก้ปัญหาดังนี้

- ติดตั้งในที่ที่เหมาะสมเห็นได้ชัด
- รูปแบบของใช้งานง่ายและหลีกเลี่ยงการสัมผัสของผลิตภัณฑ์
- ป้ายสามารถแสดงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขนาดสัดส่วนเหมาะสมกับการใช้งาน
- รูปแบบกราฟฟิกแข็งแรง ทนทาน และมองเห็นได้ง่าย
- ปริมาณของแสงสว่าง

ดังนั้น ตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์จึงมีความสำคัญมาก ในการค้นหาเพื่อนำไปจนถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ เพื่อให้กลุ่มนักท่องเที่ยวสามารถค้นหาแหล่งท่องเที่ยว และทราบถึงความสำคัญของสถานที่ท่องเที่ยวได้ชัดเจน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และช่วยลดระยะเวลาในการค้นคว้าสอบถามจากบุคคลอื่นที่ขาดความแน่นอน สามารถใช้งานได้ง่ายและรวดเร็ว

4.3 การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนของผู้ใช้เพื่อใช้งานนอกแบบ

ร่างกายของมนุษย์นั้น กำหนดสัดส่วนโดยถือเอากระโหลกศีรษะมาจรดปลายคาง ถือเป็น 1 ส่วนเต็ม โดยที่ส่วนสูงของร่างกายทั้งหมดมีประมาณ $7 \frac{1}{2}$ ส่วน ความต้องการของผู้ใช้อยู่ในกลุ่มอายุ 20-40 ปีมากที่สุด มีทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ โดยมีความสูงเฉลี่ย 150-190 เซนติเมตร

ในการพิจารณาต้องคำนึงถึงส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ค่ามิติวิกฤต < CRITICAL BODY DIMENSION > หมายถึง ค่ามิติที่สามารถนำไปใช้งานนอกแบบได้ดี สะดวกสบายกับผู้ใช้ทุกขนาด ใช้ได้กว้างขวางที่สุด
2. ค่ามิติปรับปรุง < ADJUSTED BODY DIMENSION > หมายถึง ค่าที่มีการบวกเพิ่มจากมิติเต็ม ซึ่งวัดจากการไม่สวมรองเท้า ดังนั้นการใช้งานต้องมีการปรับปรุงดังนี้

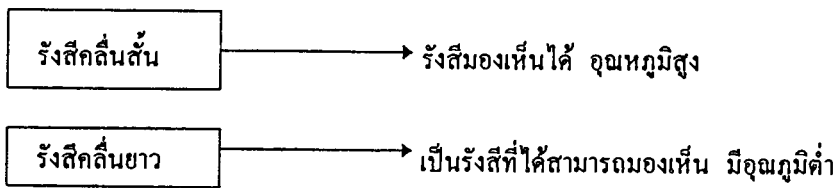
-ความหนาของรองเท้า	2.5 - 10 เซนติเมตร
-ที่ว่างเหนือศีรษะ	10 เซนติเมตร
-ความหนาของเครื่องแต่งกาย	2.5 เซนติเมตร

ดังนั้น กลุ่มนักท่องเที่ยวและบุคคลทั่วไป อายุตั้งแต่ 20-40 ปี มีความสูง 150 - 190 เซนติเมตร ความสูงระดับสายตา 138-161 เซนติเมตร ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน 200 เซนติเมตร ความสูงระดับมือ 70 เซนติเมตร

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อตู้แผนที่

ตู้แผนที่นั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ติดตั้งภายนอกอาคาร โดยติดตั้งตามแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ ศาลากลางจังหวัด และที่ตามฟุตบอลทางเท้า โดยติดตั้งแบบถาวร ดังนั้นต้องอยู่ทั้งกลางวันและกลางคืน ฉะนั้นในการออกแบบตู้แผนที่จำเป็นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของสภาพแวดล้อม เพื่อประกอบในงานออกแบบ เพราะมีผลกระทบต่อการใช้งาน โดยปัจจัยที่สำคัญที่นำมาพิจารณาดังนี้

1. แสงแดดและความร้อน จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการออกแบบ จำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงการป้องกันความร้อนไว้เสมอ สามารถแฮกรังสีความร้อนได้เป็น 2 ชนิด

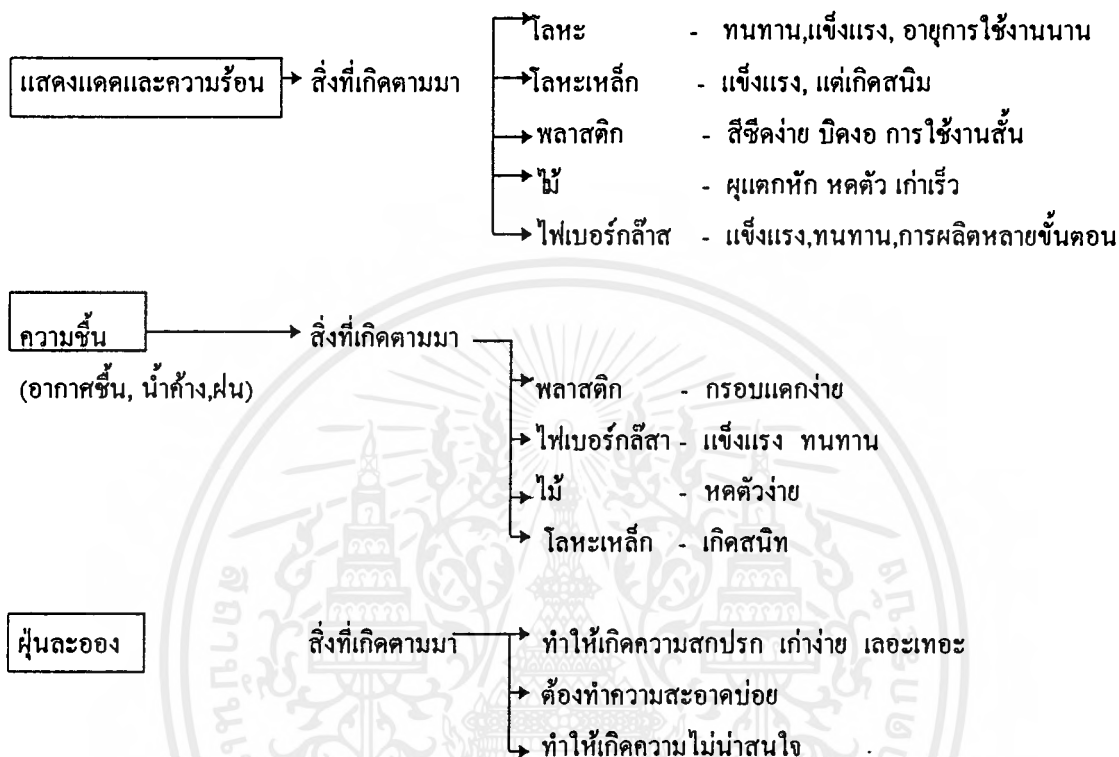


ลักษณะของแสงกันแดดที่เหมาะสมกับทิศต่าง ๆ พอสรุปได้ดังนี้

1. ด้านทิศใต้ควรใช้แสงกันแดด ชนิดแนวนอน
2. ด้านทิศตะวันออก และทิศตะวันตกของอาคาร ควรใช้แสงกันแดดแนวตั้ง โดยเฉพาะถ้าเอียง ๆ จะได้ผลดียิ่งขึ้น
3. ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ ควรใช้แบบตาราง
4. ด้านทิศเหนือควรใช้แสงกันแดดทางตั้งและมีชายคายื่น

- สรุป
1. การติดตั้งและการออกแบบนั้นจำเป็นต้องใช้วัสดุที่ทนทานต่อแสงแดด เนื่องจากอุณหภูมิจะทำให้เกิดการบดบังได้ ผู้แทนที่จะหันหน้าไปทางทิศตะวันออก
 2. ความชื้น สถานที่ตั้งของผู้แทนที่ติดตั้งตามแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ได้แก่ ทิวเขา แม่น้ำ ทะเล ชายหาด ป่าเขา ทำให้มีความชื้นของอากาศมาก ยิ่งช่วงเวลากลางคืนและก่อนเข้ามือ นอกจากอากาศชื้นแล้ว เกิดจากปริมาณน้ำฝนและพายุ มรสุมต่าง ๆ หรือน้ำค้าง ทำให้เกิดผลกระทบต่อวัสดุ อาจทำให้เกิดสนิม สีซีด หรือโครงสร้างหดตัว ฉะนั้น ในการออกแบบต้องคำนึงถึงวัสดุที่ช่วยป้องกันผลที่เกิดมาจากสิ่งที่กล่าวข้างต้น โดยป้องกันความชื้น และน้ำที่ค้างเข้าไปในผู้แทนที่
 3. ผู้เผลออง ในการออกแบบต้องคำนึงถึงการออกแบบเพื่อป้องกันความสกปรก ที่เกิดจากผู้เผลอองที่พัดมา สะสมในตำแหน่งที่ซอมน้ำหรือมีมุม ช่องต่าง ๆ โดยออกแบบให้สามารถดูแลรักษาและทำความสะอาดได้ง่ายและสะดวก

แผนภูมิ 12
แสดงปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อวัสดุ



สรุปได้ว่า ไฟเบอร์กลาส และโลหะผสมจะมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยกว่าวัสดุอื่น ซึ่งในการออกแบบต้องดูถึงโครงสร้างของหน้าที่ใช้สอย ในแต่ละประเภท โดยจะนำไฟเบอร์มาใช้งาน ส่วนจะเลือกวัสดุประเภทอื่นที่เป็นหน้าที่เสริม จะทำการวิเคราะห์ต่อไป

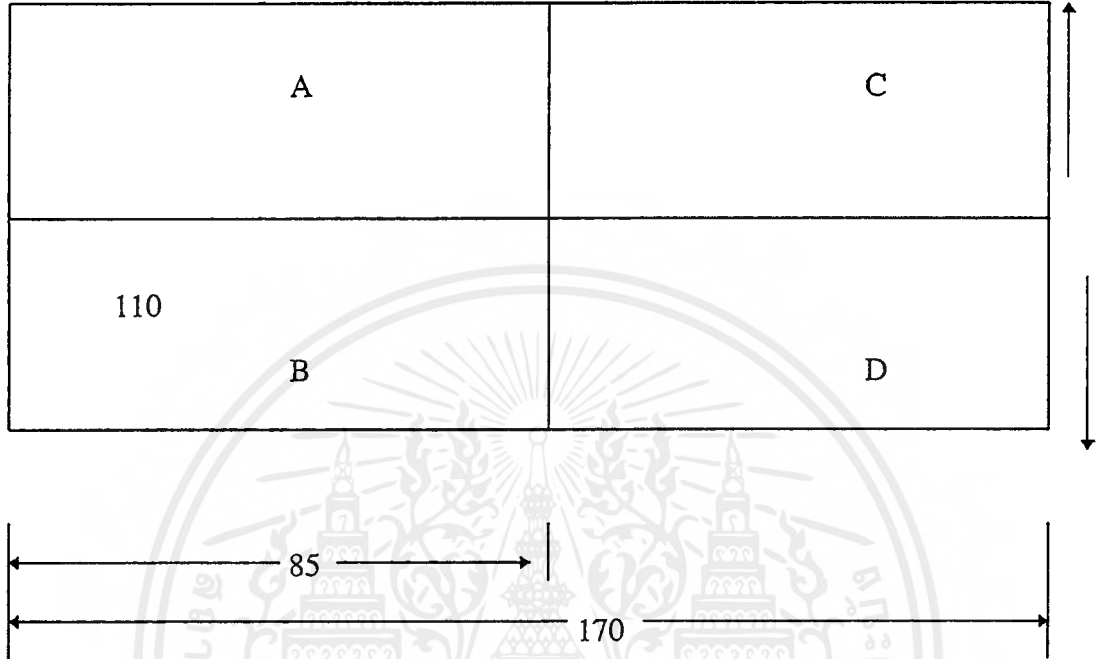
4.5 การวิเคราะห์ระบบของแผนที่

ผู้แผนที่ประชาสัมพันธ์ มีการออกแบบทำเพลสอาร์ตเวิร์ด แบ่งเป็น

แผนที่จำนวน 4 แผ่น $๑\ 55\ X\ 85$ = 4,675 ตารางเซนติเมตร
ประกอบ 4 แผ่น = 4,675 X 4 ตารางเซนติเมตร
= 18,700 ตารางเซนติเมตร

ดังนั้นถ้าคิดเป็นแผนที่ที่ปะติดกัน 2 แผ่นใหญ่ = 110 X 170 เซนติเมตร

แผนภูมิที่ 18
แสดงขนาดของแผ่นโปสเตอร์



เมื่อได้ขนาดของแผนที่ ต้องนำมาพันรอบวงกลมโดยจะต้องคิดคำนวณถึงขนาดของวงกลม เพื่อให้ทราบถึงแกนกลางในการติดตั้งแผ่นโปสเตอร์ 4 แผ่น หาเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกระบอกจากสมการ $D=170$ เมื่อ $D =$ เส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกระบอก
กำหนดให้ ความยาวของกระดาษ $=170$
 $D = 170$
 $D = 170 \times 7$

 22

เส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกระบอก $=54.09$ เซนติเมตร

เพื่อให้การประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว ช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจให้กับกลุ่มเป้าหมายได้ ทราบว่าข้อมูลรายละเอียดของแหล่งท่องเที่ยว เพื่อความสะดวกสบาย ง่ายต่อการติดต่อสอบถาม เพื่อเป็นการเผยแพร่ข่าวสารในเทคโนโลยี เพื่อการประชาสัมพันธ์

วัตถุประสงค์

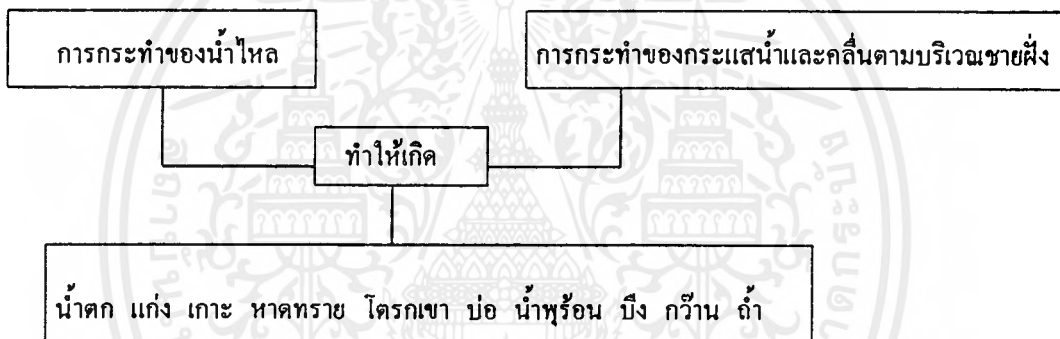
1. เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว
2. แสดงรายละเอียดข้อมูลในการนำเที่ยว

ค่าใช้จ่ายในการรายได้สปอนเซอร์

ป้ายโฆษณา 30 X 60 เซนติเมตร	= 10,000 บาท
ขนาดโลโก้ แสดงลงในแผนที่	= 3,000 บาท (ออฟเซต 4 สี)
ชื่อบริษัท/เบอร์โทรศัพท์	= 1,000 บาท

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศในการติดตั้งตู้แผนที่

ภูมิประเทศที่เกิดขึ้นมาจะถูกตัวการทางธรรมชาติกระทำ 2 ประการ คือ



สำหรับการแยกแยะเป็นรายละเอียดต่าง ๆ สามารถแยกได้โดยสังเขปเป็นรายภาคดังนี้

ภาคเหนือ ประกอบด้วยภูเขาและทิวเขาสูงที่ทอดตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ผิวดินจะเป็นดินร่วนเชิงเขา

ภาคตะวันตก ประกอบด้วยทิวเขาและเนินเขาที่ทอดตัวมาต่อเนื่องมาจากเหนือ และวางตัวอยู่ในแนวเหนือใต้ ประกอบด้วยทิวเขาซ้อนกันอยู่ติดต่อกันไปจนถึงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ภาคกลาง เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำที่มีแนวเขาล้อมรอบ 3 ด้าน คล้ายรูปเกือกม้า จะมีดินร่วนทรายและดินร่วน

ภาคตะวันออก ตอนบนของภาคเป็นที่ดอน ส่วนตอนใต้เป็นที่อกเขา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะเรียกกันว่าที่ราบสูงโคราช จึงมีที่ราบสูงแบบเนินเขาขลาดคัง และมีแอ่งแผ่นดิน

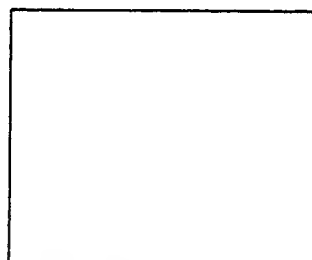
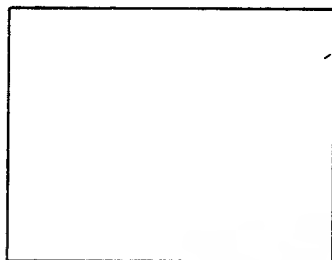
ภาคใต้ จะเป็นคาบสมุทรแคบ ๆ ที่ยาวยื่นออกไปในทะเล

ดังนั้น โครงสร้างที่จะนำมาทำการก่อสร้างนั้น จึงจำเป็นต้องมีฐานรองรับ เพื่อยึดโครงสร้างโดยใช้ฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 164

แสดงฐานคอนกรีตในลักษณะการยึดโครงสร้าง



1. แบบฝังเสาโครงสร้างไปในฐานคอนกรีต

2. แบบหล่อคอนกรีตยึดกับโครงสร้าง

จากแบบที่นำมาวิเคราะห์จะเห็นความแตกต่างกัน 2 ลักษณะ คือ

แบบที่ 1 แบบฝังเสาโครงสร้างไปในฐานคอนกรีต

แบบที่ 2. การหล่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นฐานนำโครงสร้างมายึดติดด้วยนอต

ทั้ง 2 แบบที่กล่าวมาข้างต้นจะมีข้อดี ข้อเสียอย่างไร เพื่อเปรียบเทียบการใช้งานให้เหมาะสม ซึ่งสามารถเปรียบเทียบดังนี้

แบบที่ 1

ข้อดี 1. มีโครงสร้างยึดติดแข็งแรง

2. ไม่มีการเคลื่อนที่มั่นคง

ข้อเสีย 1. ต้องเจาะพื้นโครงสร้างเดิม

อาจทำให้เกิดการทรุดตัว

2. ถ้าทำการเคลื่อนย้ายหรือ

ซ่อมแซมยากและเกิดปัญหาดินรอบ ๆ ทรุด

แบบที่ 2

ข้อดี 1. มีความแข็งแรงแต่น้อยกว่า แบบที่ 1

2. สามารถถอดเพื่อการซ่อมแซม

3. สะดวกในการเคลื่อนย้าย

4. ใช้อุปกรณ์ในการยึด 4 ด้าน

ข้อเสีย

1. เพิ่มความสูงให้กับชั้นงาน

สรุป ในการออกแบบผู้แทนที่ สิ่งที่ยึดโครงสร้างผู้แทนที่ได้แก่ แบบที่ 2 เพราะทำจากคอนกรีตเสริมเหล็กรูปทรงสี่เหลี่ยม ใช้นอตยึดติด 4 ด้าน เนื่องจากเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย เป็นโครงสร้างที่ดี และเหมาะสมกับการออกแบบ

ลักษณะภูมิอากาศในประเทศไทย

ดินฟ้าอากาศของประเทศไทยโดยทั่วไป มีมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ตลอดช่วงนี้จะมีอากาศเย็นและแห้ง และมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม มรสุมนี้จะนำเอากะแสอากาศอุ่นและชื้นจากมหาสมุทรอินเดีย เข้ามาทำให้ฝนตกทั่วไปในประเทศไทย นอกจากนี้ยังมีกระแสลมอีกกระแสหนึ่งพัดจากทะเลจีนใต้เข้าสู่ลาวไทย และประเทศไทยใน

ทางทิศใต้หรือทิศตะวันออกเฉียงใต้ ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ จนถึงเมษายน ซึ่งเป็นระยะที่มีอากาศร้อนและแห้งทั่วประเทศ

การเปลี่ยนฤดูจากฤดูหนึ่งนั้น มีช่วงระยะเวลาที่เป็นหัวเลี้ยวหัวต่อประมาณ 7-15 วัน เรียกว่าเป็นระยะเปลี่ยนฤดูในระยะนั้นกระแสลมแปรปรวน อาจมีลมพัดอีกฝ่ายหนึ่งสลับไปมาก็ได้

ฝน ฝนในประเทศไทยมีที่มาโดยสาเหตุต่าง ๆ และมีชื่อเรียกของฝนดังนี้

ฝนของลมปะทะภูเขา (OROGRAPHIC RAIN)

ฝนจากกระแสอากาศไหลลอยขึ้นสู่เบื้องบน (CONVENTIONAL RAIN)

ฝนพายุหมุน (CYCLONIC RAIN)

ตั้งแต่ภาคกลางขึ้นไป ฝนจะตกชุกในเดือนสิงหาคม และกันยายน ส่วนในคอนใต้ของประเทศคือตั้งแต่กันอ่าวไทยลงไป ฝนจะตกชุกมากในเดือนตุลาคม

ในภาคใต้ฝนเป็นสองช่วง คือ จากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม จะมีฝนตกชุกทางฝั่งตะวันตกของภาค ซึ่งเป็นด้านรับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เต็มที่ และในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีฝนตกชุกทางฝั่งตะวันออกของภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปทางใต้ ซึ่งเป็นด้านมรสุมตะวันออกเฉียงใต้

ฝนในประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1551 มิลลิเมตร หรือประมาณ 61 นิ้ว ส่วนที่ค่อนข้างแล้งคือ ตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงมา ทั้งนี้ เนื่องด้วยเป็นบริเวณที่อยู่หลังเขาดูนาวศรี ซึ่งเป็นด้านปลายลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ประมาณเดือนพฤศจิกายน ถึงประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์

ฤดูหนาว ในประเทศไทยมีลักษณะแตกต่างกันในแต่ละภาพ เพราะรูปร่างของประเทศมีความยาวทางเมริเดียน ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในระหว่างละติจูด $15-21^{\circ}$ เหนือ อากาศเย็นจากประเทศจีนซึ่งพัดมาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือจนถึงภาคทั้งสองนี้ก่อนภาคทั้งสอง จึงหนาวเย็นจริง ๆ ในฤดูหนาว อุณหภูมิเคยลดลงถึง 1°C . อากาศจะเย็นมากในเดือนธันวาคม และเดือนมกราคม ส่วนภาคกลางอยู่ในระหว่างละติจูด $12-15^{\circ}$ เหนือ อากาศเย็นที่พัดมาก็คลายความรุนแรงลง ประกอบกับอิทธิพลของลมที่องถิ่น ภาคกลางจึงมีลักษณะอากาศไม่สู้หนาว ส่วนภาคใต้เนื่องจากมีฝั่งทะเลอยู่ทางด้านตะวันออกและตะวันตก กระแสลมฝ่ายเหนือต้องพัดผ่านทะเล ซึ่งทำให้อากาศคลายความหนาวเย็นลงเกือบหมด แล้วยังรับเอาความชื้นและไอน้ำขึ้นในทะเลมาอีก ดังนั้น ภาคใต้จึงมีลักษณะของอากาศหนาวเย็นของลมฝ่ายเหนือที่น้อยที่สุด

ฤดูร้อน เมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลังลงในเดือนกุมภาพันธ์ กระแสลมจากทะเลจีนใต้ก็เริ่มพัดเข้าสู่ประเทศไทยในทางทิศใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้ และเนื่องจากระยะนี้เป็นเวลาที่มีดวงอาทิตย์เดือนเข้ามาตรงละติจูดของประเทศไทย จึงเป็นระยะที่ประเทศไทยมีความร้อนอบอ้าวมาก ซึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงประมาณเดือนพฤษภาคม

อุณหภูมิตอนเหนือของไทยเป็นส่วนที่อยู่ในคืนแผ่นดินใหญ่ของทวีป และอยู่ในโซนร้อน จึงทำให้มีช่วงอากาศร้อนอยู่นาน อุณหภูมิสูงสุดโดยทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง 33°C - 38°C . อุณหภูมิในประเทศไทยระหว่างฤดูร้อนนี้มีค่าประมาณ 10°C - 12°C . ส่วนฤดูหนาวทางภาคเหนืออุณหภูมิลดลงประมาณ 14°C . ภาคกลางประมาณ 12°C . ตอนเช้าอากาศค่อนข้างเย็น แต่ตอนบ่ายค่อนข้างร้อน

ทางภาคใต้ของประเทศไทย อากาศจะอบอุ่นตลอดปี เนื่องจากใกล้ทะเลในฤดูหนาวเฉลี่ยประมาณ 26° ซ. ในฤดูร้อนประมาณ 27° ซ.

ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนธันวาคม และเดือนมกราคม เป็นเดือนที่อากาศแห้งที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ในเวลาบ่ายความชื้นสัมพัทธ์จะตกอยู่ระหว่าง 40 - 50 % เท่านั้น ส่วนภาคอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้ทะเลความชื้นสัมพัทธ์ ไม่ตกต่ำมากนักในเดือนธันวาคมและมกราคม อยู่ระหว่าง 70 - 80%

เมื่อย่างเข้าสู่ฤดูร้อน ในเดือนมีนาคม และเดือนเมษายน ลมเริ่มเปลี่ยนเป็นพัดจากทิศใต้จากอ่าวไทยสู่ประเทศ ความชื้นในอากาศเริ่มสูงขึ้น แต่เนื่องจากอุณหภูมิจนในอากาศอยู่ในระดับสูง ความชื้นสัมพัทธ์จึงไม่สูงมากนักในระยะนี้ ระหว่างเดือนเมษายน และต้นเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นระยะอากาศร้อนมาก ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 60 - 70 % เดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่างระดับสูงสุดตั้งแต่ 80 % ขึ้นไป

ภาคใต้มีฝนเป็น 2 ช่วง คือ เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม จะมีฝนตกชุกทางฝั่งตะวันตกของภาค ซึ่งเป็นด้านรับมรสุมในเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีฝนตกชุกทางฝั่งตะวันออกของภาค ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน จนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ อากาศจะเย็นมากในช่วงเดือนธันวาคม และเดือนมกราคม ภาคกลางจะมีอากาศไม่สู้จะหนาวนักเนื่องจากมีฝั่งทะเลอยู่ทางด้านตะวันออกและตะวันตก

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงเดือนเมษายน โดยระหว่างเดือนเมษายนถึงต้นเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นอากาศที่ร้อนมาก ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 60 - 70 % เดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 80 %

4.7 การวิเคราะห์ถึงการตลาด โฆษณา

ในการออกแบบนั้นการตลาดโฆษณามีความสำคัญ และมีหลักเกณฑ์การแสดงให้ผู้รู้ถึงผลิตภัณฑ์และบริการ การโฆษณาสามารถทำให้การขายสูงขึ้น ได้แก่ ช่วยในการสนับสนุนการท่องเที่ยวให้มีรายได้เข้าประเทศ ซึ่งมีผลต่อการลดต้นทุนในการผลิต และปรับปรุงความสามารถในการขาย การโฆษณาจะช่วยให้เกิดความเข้าใจให้กับผู้บริโภคเป็นการปูทางในเบื้องต้น จะต้องเลือกสื่อโฆษณาที่เข้าถึงผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ และต้นทุนต่ำ ในการโฆษณามีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. ค้นหาผู้ซื้อรายใหม่
2. สนับสนุนการขาย
3. ลดค่าใช้จ่ายในการขาย
4. สามารถเข้าถึงผู้ซื้อได้
5. สร้างชื่อเสียง
6. เป็นแรงจูงใจ
7. สร้างความเด่นให้บริษัท
8. แก้ไขข้อผิดพลาด

ข้อความการโฆษณาทางตลาด

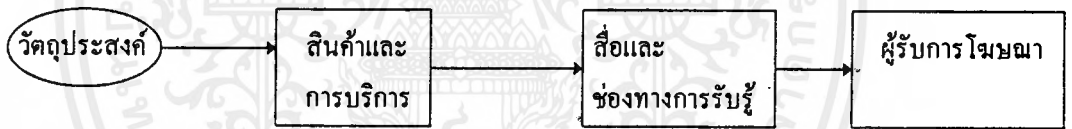
1. การเน้นข้อความ เพื่อดึงดูดความสนใจ
2. เนื้อหาของการโฆษณา บรรจุข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และข้อมูลที่ผู้ซื้อจะนำไปใช้ เช่น ลักษณะรูปร่าง ข้อได้เปรียบของกลุ่มแข่งขัน ประโยชน์ที่ได้รับ

เนื้อหาของการโฆษณา

- หัวข้อที่สั้น ๆ น่าสนใจ
 - อธิบายเนื้อหาที่ดึงดูดใจว่าสินค้าจะให้อะไร
 - กระตุ้นผู้อ่านเกิดความต้องการและเสนอทางเลือกให้ผู้อ่าน
3. เครื่องหมายการค้าและชื่อบริษัท
 4. ข้อห้ามทางกฎหมาย
 5. การใช้ตัวแทนโฆษณา
 6. การจัดประสิทธิภาพ

แผนภูมิ 14

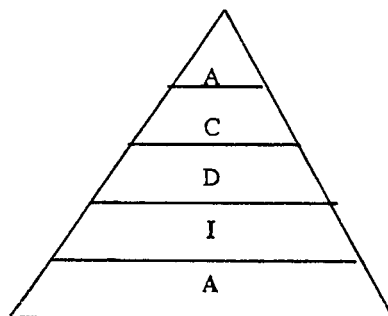
องค์ประกอบของการโฆษณา



ในการออกแบบหรือผลิตสื่อโฆษณา ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐกิจเอกชนหรือหน่วยงานราชการต่างมีวัตถุประสงค์ที่คล้ายคลึงกัน โดยสามารถนำโครงสร้างการส่งเสริมการขาย < AIDCA model >

แผนภูมิที่ 15

โครงสร้างการส่งเสริมการขาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

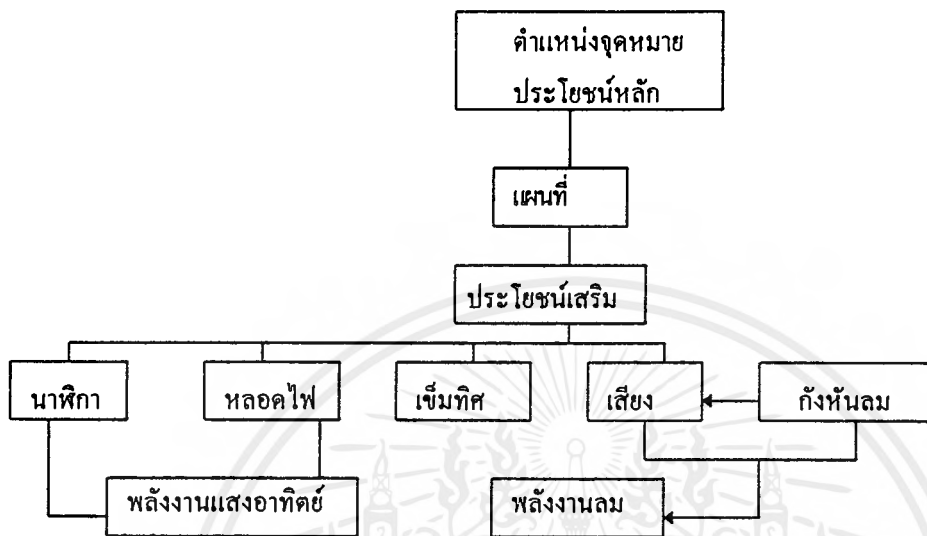
1. A ซึ่งอยู่ด้านล่างของสามเหลี่ยม ย่อมาจาก attention (ความตั้งใจ) หมายถึง การโฆษณาที่ดีต้องสามารถทำให้ผู้รับสะดุดใจ และเกิดความตั้งใจที่จะรับรู้สารโฆษณว่าเป็นใคร (หน่วยงานบริการใด) อะไร (สินค้าอะไร)
2. I ย่อมาจาก interest (ความสนใจ) หมายถึง เมื่อการโฆษณาสามารถสร้างความสนใจให้ผู้รับ สามารถติดตามต่อไปว่า ใครทำอะไรที่ไหน
3. D ย่อมาจาก desire (ความปรารถนา) หมายถึง เมื่อผู้รับเกิดความสนใจต่อสื่อโฆษณา ก็จะเกิดความปรารถนาที่จะใช้บริการ
4. C ย่อมาจาก conviction (ความเชื่อมั่น) การโฆษณานั้นจะต้องสร้างความน่าเชื่อถือ ความศรัทธาแก่ผู้รับ
5. A ซึ่งอยู่ยอดบนสุดของสามเหลี่ยม ย่อมาจาก action (การปฏิบัติ) การโฆษณานั้นจะต้องทำให้ผู้รับสามารถปฏิบัติตามวัตถุประสงค์ของโฆษณานั้นๆ

สรุป ในการออกแบบต้องนำหลักการ AIDCA เข้ามาส่งเสริมในงานออกแบบเพื่อเป็นการสนับสนุนในการทำงานผลิตสื่อประชาสัมพันธ์

4.8 การวิเคราะห์ระบบตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว

ระบบตู้แผนที่ที่จริงแล้วเกิดจากพฤติกรรมการใช้งาน ในการเดินทางสิ่งที่จะเป็นมากคือ แผนที่สำหรับการใช้แผนที่ในการใช้งานนั้น ประกอบด้วยการหาตำแหน่งจุดหมายปลายทาง, ค้นหาสถานที่โดยรวม, ศึกษาเพื่อจะหาว่าจุดแหล่งท่องเที่ยว และในการประกอบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ

แผนภูมิที่ 16
แสดงระบบการใช้งานและความจำเป็นเกี่ยวกับแผนที่



ก) แผนที่ใช้โปรสเตอร์ 4 แผ่น ประกอบติดด้วยสติกเกอร์ใส 2" ติดด้านหลังของโปรสเตอร์ ป้องกันและปกปิดรอยต่อของแต่ละแผ่น

ข) นาฬิกา เป็นหน้าที่เสริม เนื่องจากผู้แผนที่เป็นผู้สาธารณสุขสมบัติ ที่ทางบริษัทมอบให้แก่ สถานที่ท่องเที่ยว ดังนั้นเพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกและสามารถบอกเวลา ซึ่งมีส่วนสำคัญในการเดินทาง และเป็นเครื่องบอกเล่า สามารถเห็นได้ชัดเจน รูปแบบนาฬิกาที่มีในปัจจุบันประกอบด้วยหลายรูปแบบและหลายระบบ ได้แก่

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| -ทรงกลม, ทรงสี่เหลี่ยม | =แบบเข็มหมุน |
| -แฉกสี่เหลี่ยม | =แบบจอยจิดอด |
| -คู่นาฬิกา, หอนาฬิกา | =แบบไขลาน |
| -นาฬิกาข้อมือ, นาฬิกาจับเวลา | =แบบระบบคอมพิวเตอร์ |

สรุป เมื่อผู้แผนที่เป็นประโยชน์ใช้สอยหลัก และนาฬิกาจุดเสริมแล้ว รูปแบบที่สามารถสรุปและเห็นได้ง่ายและเป็นสากล กล่าวคือ รูปทรงกลม โดยมีเข็มหมุนซึ่งใช้พลังงานจากถ่าน Panasonic รุ่น ALKALINE SIZE AA LR6 <T> 1.5 V. 1 ก้อน สามารถใช้ได้นานถึง 6 เดือน ในการเปลี่ยนถ่าน 1 ก้อน และนาฬิกาทรงกลมนี้สามารถนำโลโก้ของจังหวัดแต่ละจังหวัดมาประกอบติดในนาฬิกาได้ เพื่อเป็นการระบุถึงตัวจังหวัดภายในผู้แผนที่ได้ เนื่องจากรูปแบบสัญลักษณ์แต่ละจังหวัดในประเทศไทยมีรูปแบบทรงกลม

ภาพที่ 165
 แสดงการประกอบติดดวงตราประจำจังหวัด



ก) เข็มทิศ เป็นเครื่องมือในการบ่งบอกทิศทาง โดยจะประกอบเข็มอยู่บนหน้าปัดเป็นหัวลูกศรชี้ไปทางทิศเหนือเสมอ โดยภายในจะประกอบด้วยทิศ 4 ทิศ ได้แก่ทิศเหนือ, ทิศใต้, ทิศตะวันออก

ภาพที่ 166
แสดงลักษณะของเข็มนาฬิกา

สรุป เข็มนาฬิกามีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร รูปทรงของคู่แข่งที่เป็นทรงกลม ดังนั้น การคิดเข็มนาฬิกา จะต้องอยู่ในตำแหน่งขนานกับพื้นเพื่อให้เป็นกลางในการหาทิศ การเลือกบริเวณคิดจะคิดที่โครงสร้างด้านหน้าเพื่อสะดวกต่อการมอง 1 จุด

การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อม

ที่มาของแนวความคิดเกี่ยวกับการตระหนักถึงปัญหาสภาพแวดล้อมในการออกแบบนั้น โดยพิจารณาในการออกแบบเฉพาะสิ่งที่มีความจำเป็น <Needs> มากกว่าสิ่งที่เป็นเพียงความต้องการ <Wants>

Needs

Wants

ปัญหาจากสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่องานออกแบบอาจแยกเป็น 5 เรื่องดังนี้

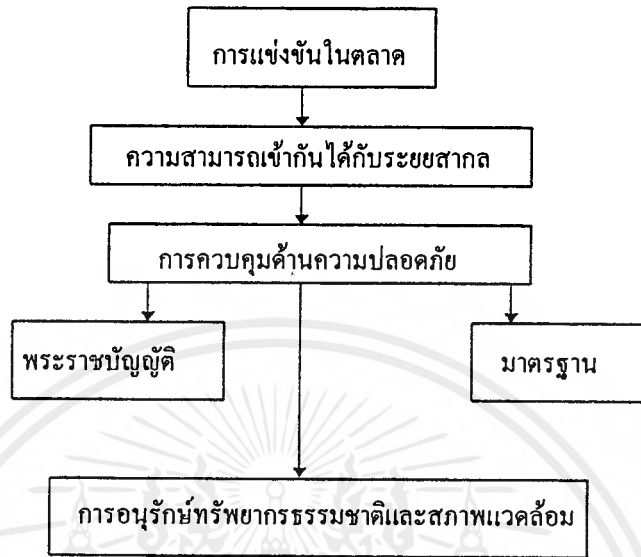
- | | |
|---|--|
| 1. ปัญหาภาวะเรือนกระจก
< Greenhouse effect > | ผลต่อการออกแบบ-การออกแบบควรคำนึงถึงการประหยัดการใช้พลังงานทั้งในระหว่างการผลิตและในขณะใช้งานของผลิตภัณฑ์
-การเลือกวัสดุที่ใช้แล้วเพื่อประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ และลดการใช้พลังงานในการผลิต |
|---|--|

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชั้น โอโซน ผลต่อการออกแบบ-การใช้สารทดแทนสาร CFC ในบรรจุภัณฑ์
< Ozone hyer > สเปร์ยต่าง ๆ วัสดุที่เป็นฉนวน และผลิตภัณฑ์เครื่องทำความเย็น
3. การทำลายป่า ผลต่อการออกแบบ-การพยายามใช้วัสดุทดแทนไม้เนื้อแข็ง
<Tropical deforestation > -การใช้ไม้ย้อย่างคุ้มค่า
4. ขยะ < Waste > ผลต่อการออกแบบ-การเพิ่มอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ โดยทำ
การออกแบบให้มีคุณภาพดีขึ้น ใช้วัสดุที่ทนทาน และมีรูปแบบที่ไม่ล้าสมัยในเวลาอันรวดเร็วเกินไป
-การลดปริมาณวัสดุที่ใช้ในงานออกแบบ ซึ่งนอกจากช่วยลดต้นทุนด้านวัสดุแล้วยังช่วยลดปริมาณพลังงานในการผลิต
5. การบริโภคทรัพยากร ผลต่อการออกแบบ-ควรทำการออกแบบในทิศทางที่มีลักษณะงาน
< Resoure consumption > ออกแบบสารพัดประโยชน์
-เลือกใช้วัสดุหาได้ง่าย แหล่งผลิตและวัสดุกลับมาหมุนเวียนใช้ได้
-เลือกกรรมวิธีการกระบวนการที่ประหยัดพลังงาน

แผนภูมิที่ 17

แสดงปัจจัยภายนอกงานออกแบบ



4.9 การวิเคราะห์การออกแบบการสื่อความหมาย

ผู้แทนที่นี้ในการวิเคราะห์ได้วิเคราะห์ผู้เดิมและป้ายสารสนเทศต่าง ๆ ที่ใกล้เคียง มาทำการศึกษาปัญหาเพื่อหาข้อสรุป ซึ่งเป็นแนวทางออกแบบต่อไป ผู้แทนที่ผลิตภัณฑ์มีปัญหาหลายจุด ทำให้เกิดปัญหาเสียหาย อันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศและการใช้งานต่าง ๆ ด้วยกันคือ

-ไม่มีสัญลักษณ์หรือรูปสัญลักษณ์บ่งบอกลักษณะการใช้งาน

-ตัวหนังสือที่แสดงในป้ายโฆษณานั้น เลอะเลือน ชำรุดง่าย ไม่สามารถทนทาน ซีดจางและงานไม่เรียบร้อย ซึ่งอาจจะเกิดจากแสงแดด ฝน ทำให้มีการเสียหาย

-การดูแลรักษา ละเลยทำให้เกิดการทรุดโทรม แดกหัก ไฟไม่ติด และใช้กระแสไฟจากเสาไฟฟ้า ทำให้การเปิดไฟ ต้องมีการต่อไฟ ทำให้เกิดความยุ่งยากและไม่สะดวกในการจัดติดตั้ง

-ทำให้เสียพลังงานไฟฟ้าของรัฐ เกินความจำเป็นถ้าเปรียบเทียบกรณีมีเพียงคู่ 2 คู่ ก็ไม่เป็นที่ไร แต่การติดตั้งมีหลายจังหวัด หลายจุด ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น

ดังนั้น จากปัญหาที่เกิดขึ้นโดยตรงและทางอ้อมทั้งหมด จึงนำมาสรุปและหาผลวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

1. พฤติกรรมของผู้ใช้ทั้งขณะก่อนการใช้และผลการใช้ โดยสามารถตอบสนองผลการใช้ได้เต็มที่

2. พฤติกรรมการใช้ที่ขาดความสนใจและความรับผิดชอบ จึงจำเป็นจะต้องอาศัยการออกแบบให้มีการสื่อความหมายที่ชัดเจน ในสิ่งเหล่านี้

-ให้ทราบถึงประโยชน์และความสามารถในการใช้งาน

-ให้ผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมช่วยกันรักษาความสะอาดและความรับผิดชอบของการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาธารณสมบัติที่ดี

-ปลูกจิตสำนึกและสร้างภาพพจน์ที่ดี โดยสามารถมองเห็นได้ชัดเจน โดยการสร้างจุดสนใจ และบ่งบอกถึงคุณสมบัติในตัวเองเหมาะสมกับสภาพพื้นที่โดยรอบ

4.9.1 การวิเคราะห์กราฟฟิกและตัวอักษรบนผลิตภัณฑ์

กราฟฟิกบนตัวผลิตภัณฑ์ นับเป็นเรื่องสำคัญและมีบทบาทต่อผู้คนที่ เพราะเป็นสื่อแสดงให้ผู้พบเห็นทราบถึงคุณสมบัติ การใช้งาน วิธีการใช้และช่วยให้ทราบถึงจุดประสงค์ของการจัดตั้ง เช่น สามารถบอกตำแหน่งการเปิด-ปิดไฟในการใช้งานได้

ดังนั้นในการออกแบบจึงต้องมีการใช้สื่อความหมายในสิ่งเหล่านี้

- ให้ทราบถึงตัวผลิตภัณฑ์เป็นของหน่วยงาน บริษัท ใด
- ให้ทราบถึงจุดประสงค์ในการใช้งาน
- ทราบถึงการใช้งาน เพื่อความสะดวกและใช้ได้ถูกต้อง
- สามารถเป็นสื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวได้
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ช่วยลดปัญหาการใช้พลังงานสิ้นเปลือง ทำให้สภาพแวดล้อมเสียหาย

โดยการ

บ่งบอกถึงคุณสมบัติของการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้

การวิเคราะห์

1. เนื่องจากผู้คนที่แสดงรายละเอียดของแผนที่ ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของบริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด นั้น ดังนั้น ควรจะมีชื่อแสดงของบริษัทจัดทำ เพื่อเป็นการระบุถึงเจ้าของรับผิดชอบผู้แผนที่
2. สื่อให้คนทั่วไปทราบถึงจุดประสงค์ของการติดตั้งการใช้งาน โดยเขียนตัวอักษรบอก หรือการใช้สัญลักษณ์เป็นรูปภาพ เพราะโดยทั่วไปภาพจะเป็นสื่อที่สามารถเข้าใจได้ง่าย โดยใช้สัญลักษณ์ดวงตราประจำจังหวัด เพื่อเป็นการสื่อแสดงถึงชื่อจังหวัด
3. ควรมีการบ่งบอกให้ทราบถึง การใช้งานของการเปิด-ปิดไฟ และการใช้งานอย่างไร โดยอาจจะแสดงคำว่า “กด” เพื่อเปิดไฟ หรือข้อตกลงในการใช้ ได้แก่ เมื่อกดไฟจะเปิดให้สว่างได้ ตามเวลาที่เหมาะสม เมื่อหมดเวลาไฟจะดับ ถ้าใช้บริการไม่เสร็จให้กดใหม่อีกครั้ง เพื่อเป็นการประหยัดไฟให้การเปิดค้างไว้เป็นเวลานานโดยไม่มีผู้ใช้บริการ
4. สามารถเป็นสื่อประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวได้ เพื่อให้ผู้ใช้และผู้ดูแลเกิดความรูสึกสำนึกต่อการรักษาสาธารณสมบัติ จึงควรออกแบบให้มีรูปแบบการใช้เด่นชัดดูแล้วมีค่า มีประโยชน์ต่อการใช้งานอย่างแท้จริง
5. เป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ ควรบอกถึงความจำเป็นหรือแสดงให้ทราบถึงประโยชน์ในการใช้งาน โดยมีสัญลักษณ์เครื่องหมายบอกถึงคุณสมบัติหรือประโยชน์

สรุป การวิเคราะห์การออกแบบกราฟฟิกและตัวอักษรบนตัวตู้แผนที่

- ควรมีชื่อ บริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด อยู่บนตู้แผนที่
- ควรมีตราประจำจังหวัด เพื่อเป็นสื่อแสดงถึงชื่อจังหวัด
- ควรมีตัวอักษรบ่งบอกการใช้งานในการเปิดไฟ “กด” ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ควรใช้สี
เรืองแสงในตัวอักษร เพื่อสะท้อนแสงในเวลากลางคืน
- ควรมีแถบเรืองแสงติดตามตำแหน่งสำคัญ เพื่อแสดงความเด่นชัดในเวลากลางคืนอย่างชัดเจน
- ควรมีการบ่งบอกถึงวิธีการใช้งานชัดเจน และแสดงถึงคุณสมบัติของตู้แผนที่

4.9.2 การวิเคราะห์การทำสัญลักษณ์และตัวอักษรบนผลิตภัณฑ์

การทำตัวอักษรและสัญลักษณ์ลงบนตู้แผนที่ อาจจะกระทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่เหมาะสมในการผลิตในระบบอุตสาหกรรมมีดังนี้ คือ

1. ตัดฉลุเป็นตัวอักษรและสัญลักษณ์ ลงบนแบบ แล้วนำไปพ่นสีที่ฉลุทำไว้ก็จะออกเป็นตัวหนังสือ
2. การทำตัวหนังสือนูนหรือเป็นร่อง อาจจะลงสีหรือไม่ลงก็ได้ แต่การทำวิธีนี้ต้องทำตั้งแต่วิธีการผลิต
3. การตัดลงบนสติกเกอร์ แล้วค่อยนำมาติดลงบนผลิตภัณฑ์
4. การทำพิมพ์อิงค์สกรีน ลงบนตู้แผนที่เลข
เกณฑ์การพิจารณาวิธีการทำตัวอักษรและสัญลักษณ์
 1. อายุการใช้งาน
 2. ความสวยงาม
 3. ราคา
 4. การซ่อมแซมและการทำความสะอาด

สรุป รูปแบบของการใช้ตัวอักษรและสัญลักษณ์บนผลิตภัณฑ์มีอยู่หลายตำแหน่งโดยสามารถแยกได้ดังนี้

1. ดวงตราประจำจังหวัด ซึ่งอยู่บริเวณส่วนด้านบนอยู่ในนาฬิกา
2. ชื่อบริษัทที่ผลิต อยู่ที่โครงสร้างของตัวผลิตภัณฑ์
3. ป้ายโฆษณาสินค้าที่เป็นสปอนเซอร์

ดังนั้น จะพิจารณาข้อดีข้อเสีย ทั้ง 3 แบบ นี้ เพื่อพิจารณาจากตารางวิเคราะห์ข้างท้ายต่อไป

4.9.3 การวิเคราะห์ขนาดตัวหนังสือกับระยะการมอง

1. ตราประจำจังหวัด ซึ่งอยู่ภายในนาฬิกานี้จะมีการขยายขนาดให้เหมาะกับนาฬิกา และมีขนาดเห็นได้ชัดเจน เป็นรูปทรงกลม
2. ชื่อบริษัท มีการจัดวางที่ตำแหน่งโครงสร้างผลิตภัณฑ์ โดยมีการเขียนคำว่า MAJOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NETWORK CO, LTD

3. ป้ายโฆษณาสินค้าที่เป็นสปอนเซอร์ มีรายละเอียดดังนี้

ความสำคัญของตัวอักษรในงานกราฟฟิก พอสรุปได้ดังนี้

- 1) บอกชื่อเรื่อง -รูปแบบของตัวอักษรควรมีลักษณะกลมกลืนกับเนื้อหาของภาพ แต่ใช้สีที่มีความตัดกันกับสีของภาพประกอบ
- 2) บอกชื่อตอน -ตัวอักษรมีขนาดเล็กกว่าชื่อเรื่อง ตัวอักษรแบบเรียบง่าย
- 3) อธิบายงาน -เป็นอธิบายภาพให้ทราบรายละเอียดของภาพ ตัวอักษรมีขนาดเล็กและรูปแบบเรียบง่าย
- 4) สรุปและย่อเรื่อง -มีขนาดเล็กแต่อ่านง่าย
- 5) แสดงรายละเอียดอื่น ๆ -ขนาดตัวอักษรมีได้หลายขนาดแต่ไม่ควรใหญ่เกินไป แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับผู้จัดทำ กำหนดำเนนนำในการใช้สีอื่น ๆ

ขนาดความสูงของตัวอักษรในกลุ่มประเทศที่ใช้ภาษาอังกฤษจะนิยมใช้ระบบพอยท์ สำหรับความกว้างใช้เป็นไพกา

ตารางที่ 30

แสดงความสูงของตัวอักษรเปรียบเทียบกับระยะทาง

ลำดับที่	ระยะทางระหว่างตัวอักษรกับผู้ดู	ความสูงของตัวอักษร
1	8 ฟุต	1/4 นิ้ว
2	16 ฟุต	1/2 นิ้ว
3	32 ฟุต	1 นิ้ว
4	64 ฟุต	2 ฟุต

ดังนั้น การมองเห็นตัวอักษรและตัวหนังสือจึงมีความจำเป็น จากการศึกษาได้ข้อสรุปถึงแนวทางการดูของผู้ใช้ได้ดังนี้

- 1. การมองเห็นในระยะไกลสุดของป้ายอย่างน้อย 10 เมตร
- 2. การมองเห็นในระยะใกล้สุดของป้ายอย่างน้อย 50 เซนติเมตร
- ก) จากสูตร ขนาดของตัวอักษร (เซนติเมตร) = ระยะการมอง X 0.25
= 10 เมตร X 0.25
- ดังนั้นตัวอักษรที่สามารถมองเห็นในระยะ 20 เมตร = 2.5 เซนติเมตร
- ข) จากสูตร ขนาดของตัวอักษร (เซนติเมตร) = ระยะการมอง X 0.25
= 0.5 เมตร X 0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นตัวอักษรที่เล็กที่สุดในระยะ 50 เซนติเมตร ไม่เล็กกว่า =0.225 เซนติเมตร

สรุป ขนาดของตัวอักษรกับระยะการมองของป้ายโฆษณาสปอนเซอร์ สามารถนำความสัมพันธ์ได้ดังนี้

-ตัวอักษรที่ใหญ่ที่สุดจะต้องไม่ต่ำกว่า 2.5 เซนติเมตร ในระยะการมอง 10 เมตร

-ตัวอักษรที่เล็กที่สุดจะต้องไม่ต่ำกว่า 0.225 เซนติเมตร ในระยะการมอง 50 เมตร

4.10 การวิเคราะห์ข้อมูลพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

จากการพิจารณาพลังงานแสงเซลล์พระอาทิตย์นั้น ได้ศึกษาถึงระบบการทำงานและสะดวกสบาย เนื่องจากใช้พัฒนาการเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ มีคุณภาพและทนทาน เหมาะสมกับการใช้งานแบบทุกประเภท แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีส่วนประกอบสำคัญดังนี้ คือ

1. กระจกด้านหน้าแผงเป็นกระจกชนิดเทมเปอร์ ทนต่อการตกกระแทก มีประสิทธิภาพสูงในการส่งผ่านแสง และพื้นผิวกระจกด้านในได้รับการเคลือบให้แสงสะท้อนและกระจายกลับไปยังเซลล์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

2. แผ่นเซลล์ถูกเคลือบอยู่ระหว่างชั้นของ Ethylene Vinyl Acetate < EAV > เพื่อป้องกันความชื้น

3. ด้านหลังรองรับด้วยแผ่นโพลีเมอร์เคลือบหลาย ๆ ชั้น เพื่อให้ทนทานต่อการขีดข่วนหรือการฉีกขาด

4. มีกล่องรวมสายไฟแยกเป็น 2 กล่อง คือ ขั้วบวกและขั้วลบ และภายในแต่ละกล่องมี bypass diode ซึ่งเป็นประโยชน์ในด้านการสูญเสียกำลังไปจากแผงเมื่อมีเงาบังทับเซลล์

- ประกอบด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Single - Crystal Silicon เพื่อสามารถรับพลังงานอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งจากแสงโดยตรงและแสงกระจาย
- ผิวหน้าเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับการออกแบบให้เคลือบสารชนิดพิเศษเพื่อป้องกันกรณีแสงสะท้อนกลับ

-การเชื่อมต่อวงจรระหว่างเซลล์ ใช้แถบโลหะ 2 แถบคู่ขนาน < Multiple redundamt > เพื่อให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานต่อเนื่อง แม้เซลล์ใดเซลล์หนึ่งจะได้รับความเสียหาย

-เซลล์ถูกเคลือบอยู่ระหว่างชั้นของ Ethylene Vinyl Acetate < EVA > เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความชื้น

-ด้านหลังแผงรองรับด้วยแผ่นโพลีเมอร์ < White Tedlar > เพื่อทนทานต่อการขีดข่วนหรือฉีกขาด

- โลหะหุ้มขบเป็นอลูมิเนียมที่มีน้ำหนักเบา ทนทาน และไม่เป็นสนิม
- กล่องรวมสายไฟแยกเป็น 2 กล่อง คือ ขั้วบวกและขั้วลบ มีฝาเปิด-ปิด ระบบล๊อคอัตโนมัติ เพื่อความปลอดภัยและทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การต่อวงจรภายในกล่องมีรวมสายไฟ มี by - pass diode ช่วยให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าเป็นไปตามปกติ และป้องกันการสูญเสียพลังงานหรือเกิดความเสียหายเฉพาะเซลล์ เมื่อมีเงาบังทับ และช่วยป้องกันการเกิด Hot Spot
- อัตราการรั่วของกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า 40 uA ที่ 300 โวลท์ ดีซี
- อุณหภูมิของเซลล์ขณะทำงานปกติ < NOCT > 47° C.
- ได้ผ่านการทดสอบจากห้องทดลองในสภาวะการใช้งานที่กว้าง (-40° C ถึง + 90° C และที่ความชื้นสัมพัทธ์ 0 - 100 %

ภาพที่ 167

คุณลักษณะเด่นของแผง



การติดตั้ง

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ควรจะมีการติดตั้งหัวหน้าไปทางทิศใต้ และทำมุมเอียงกับพื้นประมาณ 15 - 20° เพื่อให้สามารถรับแสงแดดได้เต็มที่ตลอดวัน และควรยึดกับโครงเหล็กหรืออลูมิเนียมที่ไม่เป็นสนิม แล้วยึดติดกับหลังคา หรือพื้นให้แน่นหนา เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดจากลมพายุ เพื่อให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสม่ำเสมอ ควรติดตั้งให้มีช่องระบายอากาศระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และพื้นผิวที่ติดตั้ง เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อสาย

ด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีกล่องรวมสายไฟจำนวน 2 กล่อง คือ บวกและลบ ซึ่งได้รับการออกแบบให้ป้องกันน้ำเข้า กล่องทำจากวัสดุที่ทนทานต่อสภาพอากาศทุกรูปแบบ เมื่อจะต่อสายไฟ ให้เปิดกล่องโดยใช้ไขควงกดปุ่ม LOCK ให้เลื่อนเข้าหาลูกศร และใช้สายไฟสอดผ่านฟองน้ำด้านข้างกล่อง โดยให้ปลายสายไฟพันสกรูอยู่ระหว่างชั้นของแผ่นเหล็ก แล้วขันสกรูให้แน่น ใช้สายไฟสีแดงต่อกับกล่องที่มีเครื่องหมายบวก (+) และสายสีดำต่อกับกล่องที่มีเครื่องหมายลบ (-) สายไฟที่ใช้ควรมีขนาดประมาณ 12 - 14 AWG ในกรณีที่ต้องการนำแผงมาต่อแบบขนาน แต่จะทำให้สูญเสียกระแสไฟไปบ้างเล็กน้อย

สรุป คุณลักษณะทางกำลัง รุ่น Serial Number 2732

กำลังวัตต์ปกติ	10%	20	วัตต์
กระแสไฟฟ้าปกติที่โหลด		1.75	แอมป์
แรงดันไฟฟ้าปกติที่โหลด		16.0	โวลต์
กระแสไฟฟ้าปกติเมื่อลัดวงจร		18.5	แอมป์
แรงดันไฟฟ้าปกติ เมื่อวงจรเปิด		17.3	โวลต์

ขนาด

ความยาว	27 นิ้ว	ถ้าคิดเป็นมิลลิเมตร	686 มิลลิเมตร
ความกว้าง	13 นิ้ว	ถ้าคิดเป็นมิลลิเมตร	330 มิลลิเมตร
ความหนา	14.4 นิ้ว	ถ้าคิดเป็นมิลลิเมตร	36 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	2.4 กิโลกรัม		
ราคา	8,000 บาท		

4.11 ขั้นตอนในการจัดทำแผนที่เพื่อใช้ใน ROLLING MAP

ขั้นตอนแรกต้องทำการติดต่อส่วนท้องถิ่นหรือจังหวัดที่ต้องการทำ ROLLING MAP เพื่อขอต้นแบบ ในการเขียนแผนที่ ที่ต้องติดต่อกับทางจังหวัดนั้นๆ ก็เพื่อให้ได้ต้นแบบแผนที่ที่ถูกต้องและแม่นยำตามความเป็นจริงมากที่สุด จากนั้นต้องนำต้นแบบแผนที่มาปรับขยาย และจัดทำให้เป็นรูปแบบของ ART WORK ให้มีขนาดความกว้าง 1.80 ม. ความสูง 1.10 ม. โดยนำมาแบ่งออกให้เป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนจะมีขนาดความกว้าง 90 ซม. ความสูง 55 ซม. ทั้งนี้เพราะเครื่องพิมพ์ส่วนใหญ่ ไม่สามารถพิมพ์งานที่มีความกว้างขนาด 1.80 ม. ได้ เมื่อได้ ขนาดของ ART WORK หรือต้นแบบตามที่ต้องการแล้ว จากนั้นให้เขียนเส้นถนนตามแบบ โดยจะต้องเขียนเป็นเส้นคู่ จุดประสงค์ของการเขียนเส้นถนนให้เป็นเส้นคู่ เพื่อง่ายต่อการดู เมื่อเขียนถนนเสร็จแล้ว ให้ใส่ชื่อถนนพร้อมด้วยข้อมูลที่สำคัญๆ ของจังหวัดนั้นๆ เช่น โรงเรียน สถานข้าราชการ โรงพยาบาล วัด เป็นต้น สำหรับค่าใช้จ่ายในการจัดทำ ART WORK ทั้ง 4 ส่วนนี้ ต้องใช้งบประมาณ 10,000 บาท เมื่อได้ ART WORK ตามที่ต้องการแล้ว ก่อนที่จะนำไปทำเพลทหรือแม่พิมพ์ จะต้องให้สี หรือส่งสีตัวแผนที่ว่าพื้นที่ตรงไหนควรใช้สีอะไร อาจจะให้สีที่ชอบหรือให้ตามความเป็นจริง หรือใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด เช่น แม่น้ำ ก็ให้สีฟ้า ป่าไม้ ก็ให้สีเขียว เป็นต้น รวมทั้งต้องให้สีหรือส่งสีสำหรับหน่วยงาน และสถานที่สำคัญที่อยู่ในแผนที่ให้หมดเพื่อความสวยงาม และสะดวกต่อการดู จากนั้นก็ส่งทำแม่พิมพ์หรือเพลท

ขั้นตอนในการจัดทำแม่พิมพ์หรือเพลทนั้น ต้องใช้งบประมาณในการจัดทำประมาณส่วน ละ 12,000 บาท รวม 4 ส่วน เท่ากับต้องใช้เงิน 48,000 บาท เมื่อได้เพลทแม่พิมพ์แล้ว จึงนำส่งโรงพิมพ์ เพื่อพิมพ์ออกมาเป็นแผนที่ สำหรับกระดาษที่ใช้ในการพิมพ์แผนที่มีขนาด 25 * 36 นิ้ว ความหนาของกระดาษ 160 g ใช้ 8 รีมส์ โดยแต่ละรีมส์จะมีจำนวนกระดาษ 500 ใบ ค่ากระดาษประมาณ 30,000 บาท ส่วนค่าพิมพ์ประมาณ 18,000 บาท เมื่อพิมพ์เสร็จแล้วจะได้แผนที่จำนวน 1,000 ชุด

รายละเอียดในการจัดทำตัว ROLLING MAP

ตัว ROLLING MAP จัดทำด้วยไฟเบอร์กลาส สามารถให้สีได้ตามความต้องการ เช่น สีแดง สีเหลือง สีเขียว ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อให้เป็นที่สนใจและดึงดูดตาของผู้คน ตรงกลางของตัว ROLLING MAP จะมีแกนเหล็กเพียงหัวท้าย สามารถหมุนได้โดยการใช้มือผลัก ถ้าต้องการให้ตัว ROLLING มีความสว่างในตัว เพื่อสะดวกในการดูแผนที่ในยามค่ำคืน ก็สามารถติดหลอดไฟข้างในตู้ได้ หรืออาจจะติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ที่สามารถให้พลังงานไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ก็ได้ ซึ่งราคาจะตกประมาณชุดละ 10,000 บาท สำหรับตัว ROLLING ราคาประมาณ 12,000 บาท ในแต่ละจังหวัดควรติดตั้งไม่ต่ำกว่า 10 ตู้ หรืออาจจะมากกว่านั้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและองค์ประกอบของพื้นที่ของจังหวัดนั้น

4.12 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความสำคัญของข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในหัวข้อ 4.1 - 4.10 เป็นการวิเคราะห์ในหัวข้อที่สำคัญ ๆ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลวิเคราะห์ข้อมูลที่ยุติธรรมและเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งการวิเคราะห์เรื่องที่สำคัญนั้นได้แก่

1. การวิเคราะห์กลุ่มผู้ใช้และพฤติกรรมการใช้งาน
2. การวิเคราะห์สถานที่ใช้ ภูมิอากาศและภูมิประเทศ
3. การวิเคราะห์ลักษณะที่สำคัญต่าง ๆ ของตู้แผนที่โดยตรง

ซึ่งจากการวิเคราะห์ 3 หัวข้อหลักที่ได้ทำการวิเคราะห์อย่างละเอียดไปแล้วนั้น ยังมีข้อมูลย่อยต่าง ๆ อีกมากที่จะนำมาทำการวิเคราะห์และสรุปผลการวิเคราะห์ โดยการให้ค่าความสำคัญของข้อมูลเหล่านั้น ในรูปแบบของการให้คะแนน ดังนี้

5	หมายถึง	ความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	ความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	ความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	ความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	ความเหมาะสมน้อยที่สุด

การพิจารณานั้นจะนำผลการวิเคราะห์ที่มีค่าคะแนนความสำคัญมากที่สุดมาทำการสรุปผลการวิเคราะห์ในหัวข้อนั้น เพื่อใช้ในการออกแบบต่อไป

ตารางที่ 1

การวิเคราะห์รูปทรงตู้แผนที่

1. ทรงกลมรอบด้าน
2. ทรงกลมเปิดด้วย 80 %
3. ทรงเหลี่ยม 4 เหลี่ยม.

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา		
		1	2	3
1	การมองเห็นและการใช้งาน	5	4	3
2	ความแข็งแรงของ โครงสร้าง	3	5	5
3	การซ่อมแซม	2	5	3
4	การผลิต	3	4	3
	รวม	13	18	14

จากตารางที่ 1 สรุปผลการวิเคราะห์รูปทรงของตู้แผนที่ควรใช้ลักษณะทรงกลมเปิด 80% ด้านหลังเป็นด้านตัด สำหรับซ่อมแซม

ตารางที่ 2

การวิเคราะห์วัสดุโครงสร้างตู้แผนที่

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. ไฟเบอร์กลาส
2. พลาสติก
3. โลหะแผ่น

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสมกับรูปแบบ	4	4	2
2	ความเหมาะสมในการใช้งาน	5	4	2
3	ความแข็งแรง, ทนทาน	4	3	4
4	การดูแลรักษา, ซ่อมบำรุง	4	4	2
5	ความปลอดภัยในการใช้งาน	4	4	3
6	ความสวยงาม	5	4	2
7	ความเหมาะสมในการผลิต	5	4	2
	รวม	31	27	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์

โครงสร้างคู่มือที่เหมาะสมคือ ไฟเบอร์กลาส

ตารางที่ 3

การวิเคราะห์วัสดุส่วนที่โปร่งใส

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. พลาสติก
2. กระจกแก้ว

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา	
		1	2
1	ความเหมาะสมกับรูปแบบ	4	3
2	ความเหมาะสมในการใช้งาน	4	3
3	ความแข็งแรง, ทนทาน	3	4
4	การดูแลรักษา, ซ่อมบำรุง	4	3
5	ความปลอดภัยในการใช้งาน	4	3
6	ความสวยงาม	3	4
7	ความเหมาะสมในการผลิต	4	3
	รวม	26	23

สรุปผลการวิเคราะห์

วัสดุส่วนที่โปร่งใสที่เหมาะสมคือ พลาสติก

ตารางที่ 4

การวิเคราะห์ฐานรองรับโครงสร้างของแผงเซลล์

1. รูปทรง 3 เหลี่ยม
2. รูปทรง 4 เหลี่ยม
3. รูปทรงกลม

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสมรูปแบบและระบบ	4	5	4
2	ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	5	3
3	การประกอบ	3	4	2
4	การดูแลรักษา, ซ่อมบำรุง	2	4	4
5	กรรมวิธีการผลิต	4	3	4
	รวม	16	21	17

จากตารางที่ 4 สรุปผลการวิเคราะห์ฐานรองรับโครงสร้างของแผงเซลล์ รูปทรงสี่เหลี่ยมเพื่อรับน้ำหนักโครงสร้างส่วนบน

ตารางที่ 5

การวิเคราะห์การวางแผงโซลาร์เซลล์ในการติดตั้ง

1. แบบคิดจากด้านหลัง
2. แบบเสียบด้านข้าง
3. แบบคิดจากด้านบน
4. แบบเสียบจากด้านบน

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา			
		1	2	3	4
1	การติดตั้งง่าย	4	4	3	4
2	การซ่อมแซม	3	5	4	2
3	ความปลอดภัย	3	4	4	3
4	การดูแลรักษา	2	5	3	3
5	ความแข็งแรง	4	4	3	4
	รวม	16	22	17	16

จากตารางที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์การวางแผงโซลาร์เซลล์ในการติดตั้ง ควรใช้การเสียบด้านข้าง เพื่อเป็นการยึดแผงไม่ให้หลุดออกได้

ตารางที่ 6

การวิเคราะห์การวางแผนเซลล์แสงอาทิตย์

1. วางแนวราบ
2. วางแนวเอียงหน้าจั่ว
3. วางเอียงเฉียงด้านเดียว

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา		
		1	2	3
1	การรับแสงที่ถูกต้อง	3	5	5
2	ความสวยงามและการรับหนัก	4	5	4
3	กรรมวิธีการผลิต	4	5	3
4	การติดตั้ง	3	4	3
5	การดูแลรักษา	2	3	3
	รวม	16	22	28

จากตารางที่ 6 สรุปผลการวิเคราะห์ลักษณะการวางแผนเซลล์แสงอาทิตย์ใช้รูปแบบการวางแบบเอียงหน้าจั่ว

ตารางที่ 7

การวิเคราะห์วัสดุที่นำมาทำแทนหมูน

1. เหล็กสี่เหลี่ยมจตุรัสกลวง
2. เหล็กกลมกลวง
3. เหล็กสี่เหลี่ยม

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา		
		1	2	3
1	แข็งแรงทนทาน	5	5	5
2	เหมาะกับรูปทรงของป้าย	4	5	4
3	เข้ากับสภาพแวดล้อม	4	5	3
4	ง่ายต่อการผลิต	3	5	4
5	ราคาถูก	5	5	5
	รวม	21	25	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 7 วัสดุที่นำมาทำขาแกนหมุนแฉงแกนแผนที่ควรใช้เหล็กกลมกลวง เพราะสะดวกและง่ายในการหมุน

ตารางที่ 8

การวิเคราะห์รูปแบบของเซลล์แสงอาทิตย์

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งานโดยพิจารณาจาก

1. เซลล์แสงอาทิตย์ผลึกรูปเดี่ยว
2. เซลล์แสงอาทิตย์ผลึกหลายรูปต่อแบบขนาน
3. เซลล์แสงอาทิตย์ผลึกหลายรูปต่อแบบอนุกรม
4. เซลล์แสงอาทิตย์ผลึกหลายรูปต่อแบบผสม

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความเหมาะสมกับรูปแบบ ระบบ	3	2	4	3
2	ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	3	4	3
3	การประกอบ	4	3	3	3
4	การดูแลรักษา, ซ่อมบำรุง	4	3	3	2
5	ความเหมาะสมในการผลิต	3	4	4	3
6	ราคาที่เหมาะสม	3	4	4	4
	รวม	19	19	22	18

สรุปผลการวิเคราะห์

รูปแบบของเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมคือ เซลล์แสงอาทิตย์ผลึกหลายรูปต่อแบบอนุกรม

ตารางที่ 9

การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบเซลล์แสงอาทิตย์

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งานและการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยพิจารณาจาก

1. ประกอบด้วยกาว
2. ประกอบด้วยยางซิลิโคน
3. ประกอบด้วยอุปกรณ์สกรูหรือหมุดย้ำ
4. ประกอบด้วย RIBS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความเหมาะสมกับรูปแบบ ระบบ	3	4	3	3
2	ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	2	4	3
3	ความสะดวกในการใช้งาน	3	3	5	3
4	ความแข็งแรง	2	3	4	3
5	ความปลอดภัยในการใช้งาน	2	2	4	3
6	การดูแลรักษา, ซ่อมบำรุง	3	2	4	3
7	ความเหมาะสมในผลิต	4	3	5	3
	รวม	19	19	29	21

สรุปผลการวิเคราะห์

รูปแบบการติดตั้งประกอบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมคือ ประกอบด้วยอุปกรณ์สกรูหรือหมุดย้ำ

ตารางที่ 10

การวิเคราะห์รูปแบบของแบตเตอรี่

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งานโดยพิจารณาจาก

1. แบตเตอรี่ใช้กรด (LEAD ACID)
2. แบตเตอรี่ใช้ด่าง (NICLEL CADMIUM)

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา	
		1	2
1	ความเหมาะสมกับรูปแบบ ระบบ	3	4
2	ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	4
3	การประกอบ	2	4
4	การดูแลรักษา, ซ่อมบำรุง	3	4
5	ความเหมาะสมในการผลิต	3	4
6	ราคาที่เหมาะสม	3	4
	รวม	17	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์

รูปแบบของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมคือ แบตเตอรี่ใช้ต่าง (NICLEL CADMIUM)

ตารางที่ 11

การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบแบตเตอรี่, แผงวงจรและสวิทช์ควบคุมระบบ

เพื่อให้เหมาะสม, สัมพันธ์กับการใช้งานและการผลิตระบบอุตสาหกรรม โดยพิจารณาจาก

1. ประกอบด้วยถาด
2. ประกอบด้วยช่องเสียบ (SOCKET)
3. ประกอบด้วยอุปกรณ์สกรูหรือหมุดย้ำ
4. ประกอบด้วย RIBS

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความเหมาะสมกับรูปแบบ ระบบ	2	3	4	4
2	ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	3	3	4
3	ความสะดวกในการใช้งาน	2	4	3	4
4	ความแข็งแรง	2	3	4	3
5	ความปลอดภัยในการใช้งาน	2	3	4	4
6	การดูแลรักษา, ซ่อมบำรุง	2	3	3	4
7	ความเหมาะสมในผลิต	2	2	3	4
	รวม	14	21	24	27

สรุปผลการวิเคราะห์

รูปแบบการติดตั้งประกอบแบตเตอรี่, แผงวงจรและสวิทช์ควบคุมระบบที่เหมาะสม คือ ประกอบด้วย RIBS , BOSSES

ตารางที่ 12

การวิเคราะห์ชนิดของแบตเตอรี่

1. ชนิดพรีฮีด
2. ชนิดอินสแตนซ์สตาร์ท
3. ชนิดแรพิดสตาร์ท

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา		
		1	2	3
1	เหมาะกับชนิดของหลอดไฟ	4	4	5
2	ใช้งานได้นาน	5	5	5
3	จุดติดได้ง่าย	4	4	5
4	กำลังไฟเหมาะสม	3	3	5
	รวม	16	16	20

จากตารางที่ 12 ชนิดของบัลลาสต์ที่เหมาะสมกับหลอดไฟ คือ ชนิดแรพิดสตาร์ท

ตารางที่ 18
การวิเคราะห์รูปแบบของหลอดไฟ

เพื่อให้เหมาะสม, สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. หลอดมีไส้
2. หลอดฟลูออเรสเซนต์
3. หลอดชนิด GAS DISCHARGE
4. หลอด LDR

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความเหมาะสมกับรูปแบบ ระบบ	4	4	2	3
2	ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	4	3	3
3	การประกอบ	4	5	4	4
4	การดูแลรักษา, ซ่อมบำรุง	4	4	3	4
5	ความเหมาะสมในผลิต	4	4	3	4
6	ราคาที่เหมาะสม	4	3	2	4
	รวม	23	24	17	22

สรุปผลการวิเคราะห์

รูปแบบของหลอดไฟที่เหมาะสม คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14

การวิเคราะห์ข้อรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

1. ข้อรับหลอดแบบพินคู่ปลายเดียว
2. ข้อรับหลอดพินคู่
3. ข้อรับหลอด 4 พิน
4. ข้อรับหลอดแบบหน้าสัมผัสคู่ซ้อน
5. ข้อรับหลอดแรงสูง

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา				
		1	2	3	4	5
ลำดับ	ข้อพิจารณา					
1	เหมาะกับชนิดของหลอดไฟ	5	5	4	4	4
2	ทนทาน	5	3	3	4	3
3	รักษาง่าย	5	4	4	3	3
4	มีน้ำหนักเบา	5	3	3	3	3
	รวม	20	15	14	14	13

จากตารางที่ 13 ข้อรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เหมาะสม คือ ข้อรับหลอดแบบพินคู่

ตารางที่ 15

การวิเคราะห์วิธีการติดตั้งแผ่นที่

1. ฝังไว้ในโครงสร้าง
2. ยิงทุกลงพื้น

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา	
		1	2
1	แข็งแรงใช้งานได้นาน	4	5
2	เคลื่อนย้ายได้	4	5
3	รับน้ำหนักป้ายได้	5	5
4	เหมาะกับสถาปัตยกรรม	4	5
5	ง่ายต่อการติดตั้ง	4	4
	รวม	21	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 17 ตำแหน่งการวางบัลลาสต์ที่เหมาะสม คือ แบบที่ 1

ตารางที่ 18

ตำแหน่งการวางสตาร์ทเตอร์

1. ด้านข้างหลอดไฟทั้งซ้าย - ขวา
2. ด้านบนหลอดไฟทั้งซ้าย - ขวา
3. ด้านล่างหลอดไฟทั้งซ้าย - ขวา

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา		
		1	2	3
1	เหมาะกับรูปแบบของป้าย	5	5	3
2	ได้จำนวนตามต้องการ	5	4	4
3	เรียบร้อยเหมาะสม	5	4	4
4	บำรุงรักษาง่าย	5	4	4
	รวม	20	19	15

จากตารางที่ 18 ตำแหน่งการวางสตาร์ทเตอร์ที่เหมาะสม คือ แบบที่ 1

ตารางที่ 19

จุดเชื่อมระหว่างแกนแผ่นเหล็กกับท่อรับ

1. การเชื่อม
2. รีเวด
3. นอต

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา		
		1	2	3
1	งานต่อการบำรุงรักษา	5	4	4
2	เรียบร้อย สวยงาม	4	3	3
3	ง่ายต่อการผลิต	4	3	4
4	ใช้งานได้นาน	4	4	4
	รวม	17	14	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 19 จุดเชื่อมระหว่างแกนแผ่นเหล็กกับท่อรับ ควรใช้แบบการเชื่อม เพราะมีความแข็งแรงมากกว่า

ตารางที่ 20

การวิเคราะห์การให้แสงสว่างกับตู้แผนที่

1. แสงสว่างภายใน
2. แสงสว่างจากภายนอก

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา	
		1	2
1	ดึงดูดความสนใจ	5	4
2	เข้ากับสภาพแวดล้อม	5	4
3	ให้แสงที่เพียงพอ	5	4
4	มองเห็นได้ในระยะไกล	5	4
	รวม	20	16

จากตารางที่ 20 การให้แสงสว่างกับป้ายที่เลือกไว้ คือการให้แสงสว่างจากภายใน เพราะสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน

ตารางที่ 21

การวิเคราะห์วิธีการผลิตตัวอักษร

1. การพิมพ์ซิลค์กรีน
2. ถ่ายเอกสาร
3. ตัดสติ๊กเกอร์

ลำดับ	เกณฑ์พิจารณา	หัวข้อพิจารณา		
		1	2	2
1	ใช้งานได้นาน	4	5	5
2	ทนความร้อนได้ดี	4	5	5
3	เรียบร้อยสวยงาม	4	3	5
4	เหมาะกับสถาปัตยกรรม	4	4	5
5	เหมาะกับรูปแบบของป้าย	3	4	5
	รวม	19	21	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 21 วิธีการผลิตตัวอักษรที่เลือกใช้ คือ การตัดสติ๊กเกอร์

แนวทางการออกแบบ

การนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ มารวมกัน เพื่อทำการออกแบบให้เกิดรูปทรงนั้น จะต้องคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้

1. หน้าที่ใช้สอย (FUNCTION) ต้องออกแบบให้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ เพื่อสนองความต้องการ
2. ความปลอดภัย (SAFETY) ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยไม่ทำให้เกิดอันตรายได้ง่าย
3. ความแข็งแรง (CONSTRUCTION) การเลือกใช้โครงสร้างที่เหมาะสม แข็งแรง ทนทาน
4. ความสะดวกสบายในการใช้ (ERGONOMICS) ต้องคำนึงถึงขนาดสัดส่วนเหมาะสมกับการใช้งาน
5. ความสวยงามน่าใช้ (AESTHETIC OR GALE APPEAL) ต้องคำนึงถึงขนาด รูปร่าง สี สัน เหมาะสม
6. ราคาพอสมควร (COST) รู้จักเลือกใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิต เพื่อจ่ายต่อการผลิตและราคา
7. การซ่อมแซมง่าย (EASY OF MAINTENANCE) ออกแบบให้สามารถแก้ไข ซ่อมแซมได้ง่าย
8. วัสดุ (MATERIALS) เลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับสถานที่ ราคา การจัดซื้อที่สะดวก
9. กรรมวิธีการผลิต (PRODUCTION) สามารถผลิตได้รวดเร็ว ประหยัดวัสดุ ค่าแรง และค่าใช้จ่าย
10. การขนส่ง (TRANSPORTATION) คำนึงถึงการประหยัดค่าขนส่ง

ทิศทางในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

1. ผลิตภัณฑ์เป็นผลิตภัณฑ์ แก้ไขพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้น
2. ลักษณะของผลิตภัณฑ์ จะทำการออกแบบให้เป็นคู่แผนที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว
3. คู่แผนที่ประชาสัมพันธ์ จะเป็นประโยชน์ต่อนักท่องเที่ยว พร้อมทั้งเป็นการโฆษณาบริษัทเจ้าของกิจการ ธุรกิจการท่องเที่ยว พร้อมทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์สาธารณสมบัติ
4. มีกราฟฟิกแสดงให้ทราบถึงการใช้งานในการหมุนคู่ เพื่อเพิ่มความเข้าใจในการใช้
5. คุณสมบัติที่แท้จริงของคู่แผนที่คือ การแสดงรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับการท่องเที่ยว เพื่อการโฆษณา ประชาสัมพันธ์ แนะนำ
6. หน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์ คือ คู่แผนที่ที่บ่งบอกทิศทางในการเดินทางค้นหา หน้าที่ใช้สอยรอง คือ สามารถบ่งบอกเวลาได้โดยมีการติดตั้งนาฬิกาที่ตัวคู่แผนที่ และมีส่วนเสริมของการดู ทิศทางด้วยเข็มทิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

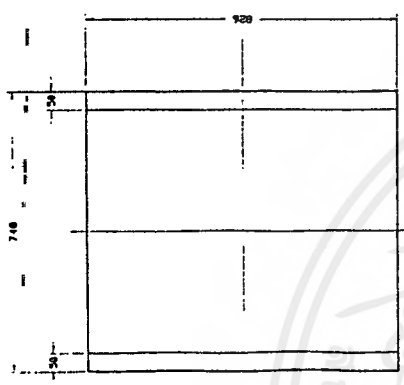
7. ผลิตภัณฑ์ มีการคิดตั้งครั้งแรกในการประกอบคิดตั้งและไม่มีมีการเคลื่อนย้าย
8. ผลิตภัณฑ์ใช้ในสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ ในประเทศไทย โดยทางบริษัทจะทำการติดต่อประสานไปติดตั้ง หน่วยงานที่สำคัญ หรือสถานที่ท่องเที่ยว
9. เงื่อนไขพิเศษในตัวงานออกแบบผลิตภัณฑ์ได้แก่ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ มามีส่วนช่วยผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ภายในตัวผลิตภัณฑ์
10. วัสดุที่เลือกนำมาใช้งาน โดยส่วนใหญ่ ใช้ไฟเบอร์กลาส เพราะมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์
11. ผลิตภัณฑ์ใช้กับกลุ่มคนที่มีอายุ 20 ปี - 40 ปี โดยเฉลี่ยทั้งชายและหญิง
12. ผลิตภัณฑ์เป็นลักษณะผู้ใช้บริการผู้แผนที่จำเป็นจะต้องการค้นคว้าหาข้อมูลภายใน ต้องเป็นผู้สืบหาด้วยตนเอง กล่าวคือ เมื่อต้องการจะดูก็สามารถดูได้ด้วยตนเอง ภายใน 1 นาที
13. ลักษณะการใช้บริการผู้แผนที่ จะเกิดขึ้นในช่วงเทศกาลต่าง ๆ ได้แก่ วันนักขัตฤกษ์, วันหยุดสุดสัปดาห์, วันพักร้อน อื่น ๆ
14. ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่อยู่บริเวณแหล่งท่องเที่ยวตามจุดสำคัญ ๆ
15. ผู้แผนที่ประชาสัมพันธ์เป็นของบริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด แต่ผู้เดียวในประเทศไทย ที่จัดทำเป็นผู้แผนที่ โดยทั่วไปใช้เป็นป้ายต่าง ๆ
16. ผู้แผนที่ที่ออกแบบจะติดตั้งอยู่ที่ละ 1 ตู้
17. การจัดวางเนื้อที่แผนที่จากเดิมเป็นแผ่นโปสเตอร์ ซึ่งมีความเปลืองเนื้อที่ในการติดตั้ง จึงยึดแนวความคิดเดิมของผู้แผนที่ทรงกลม มาเป็นจุดสำคัญ
18. ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เดิมหลายประการ เพื่อเป็นการสร้างแนวความคิดใหม่ ๆ
19. ผู้แผนที่มีการสะดุดตาได้จากสีสັນในการออกแบบโครงสร้าง และมีจุดสนใจในการเคลื่อนที่ กล่าวคือ สิ่งของที่มีการอยู่นิ่ง คนมักจะไม่สนใจหรือสะดุดตา แต่ถ้ามีการหมุนเคลื่อนไหวบ้างจะเป็นจุดส่งเสริมการมอง
20. ผลิตภัณฑ์ผู้แผนที่แสดงโครงสร้างภายนอกอย่างเดียว เพื่อความสะดวกสบายในการใช้งาน และเพื่อป้องกันการเสียหายภายในที่เกิดจากการใช้งาน
21. ผู้แผนที่จะทำให้ผู้พบเห็นมีความรู้สึกสบายใจและสะดุดตา เนื่องจากให้ความรู้เกี่ยวกับการเดินทาง และสามารถให้คำตอบในเรื่องของการติดต่อเลขหมายโทรศัพท์ ที่สำคัญทั้งนี้ยังเป็นสื่อทำให้ความรู้อแก่ผู้ใช้บริการค้นคว้า
22. สิ่งที่ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถจดจำเครื่องหมายและรูปแบบผู้แผนที่ได้ก็คือ ความกลมของการหมุนตัวของแผนที่ ที่เป็นทรงระบอบกลม ในเวลากลางวัน ส่วนเวลากลางคืนจะมีสติ๊กเกอร์สะท้อนแสงติดตามตำแหน่งความสูงของตู้ จุดเปิด - ปิด ใช้ไฟ ขอบตอนกลางโดยรอบ และขอบตอนล่างโดยรอบ
23. จะมีการประชาสัมพันธ์ให้เป็นที่รู้จักสื่อต่าง ๆ ของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ในโทรทัศน์ เพื่อแนะนำการใช้งานหรือนำผู้แผนที่ บ่งบอกทิศทางแหล่งท่องเที่ยว

แบบถ่ายย่อ

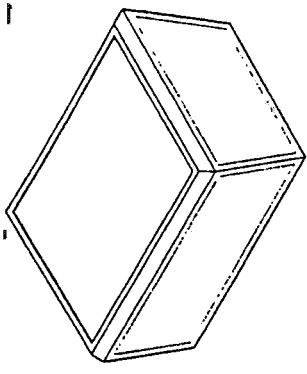
แบบถ่ายย่อเพื่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยเขียนแบบ (WORKING DRAWING) มีทั้งโครงสร้าง รูปด้าน และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ดังนี้



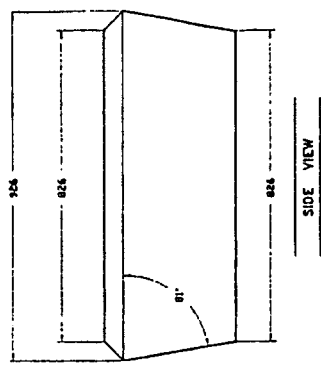
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



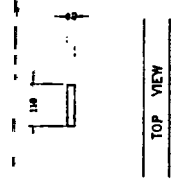
ISOMETRIC



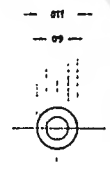
9) ถังน้ำทรงสี่เหลี่ยม



SIDE VIEW

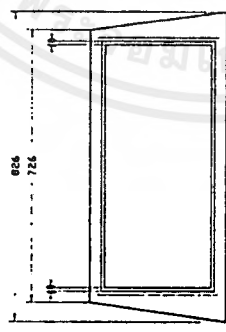


TOP VIEW

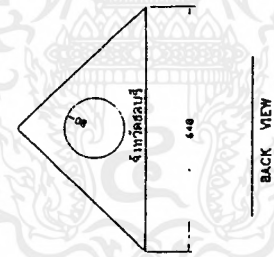


FRONT VIEW

6) หน้าไม้ตั้งวงแหวนเป็นไม้เตา

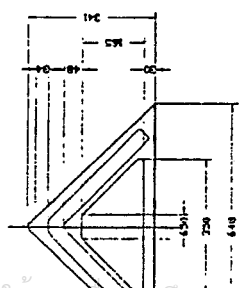


SIDE VIEW

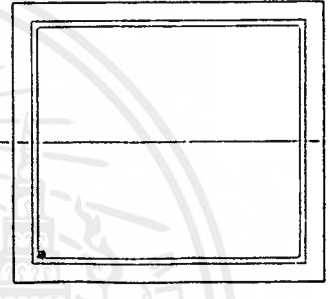


BACK VIEW

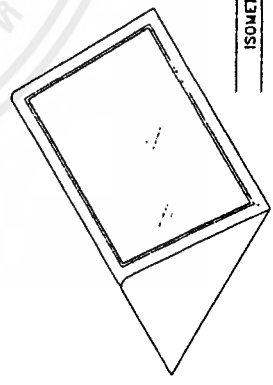
BOTTOM VIEW



FRONT VIEW

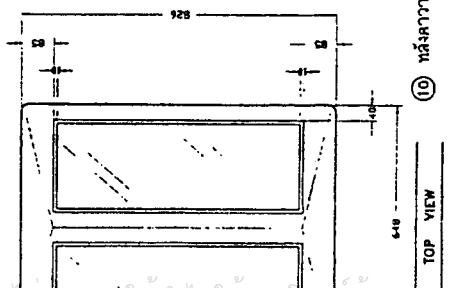


TOP VIEW



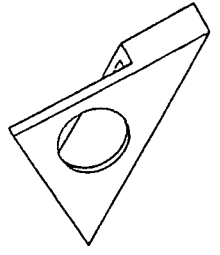
ISOMETRIC

10) หลังวางหนังสือ

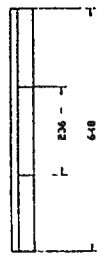


TOP VIEW

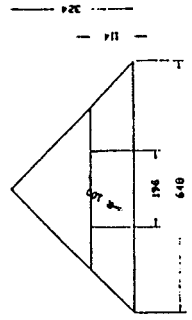
ว.ด.บ	24/มี.ค./40	ชื่อ - สกุล	ชื่อ นามสกุล	เลขที่	แบบที่
นักศึกษา		นางสาวสุกัญญา	ชื่อ นามสกุล	36030338	5
โครงการออกแบบรับฟังความคิดเห็นประชาชนที่บึงเกลือจังหวัด					
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง					
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล					
อาจารย์วิชา					
สุวิมล สุสังข์					
มาตราส่วน					
1:10					



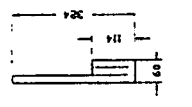
ISOMETRIC



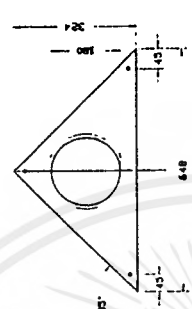
BOTTOM VIEW



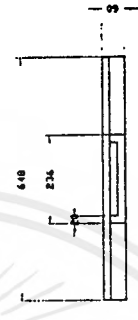
BACK VIEW



SIDE VIEW

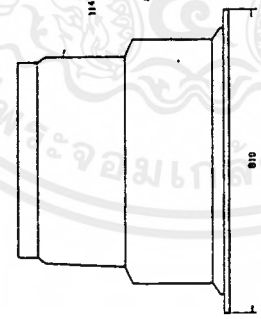
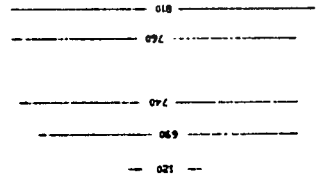


FRONT VIEW

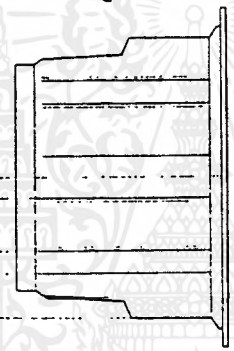


TOP VIEW

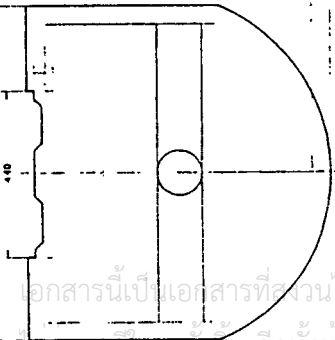
11) แผนแปลนเครื่องวางหนังสือ



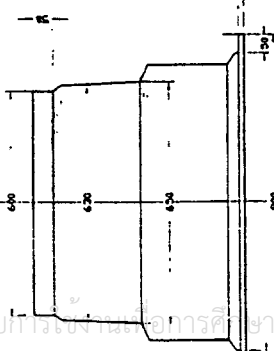
SIDE VIEW



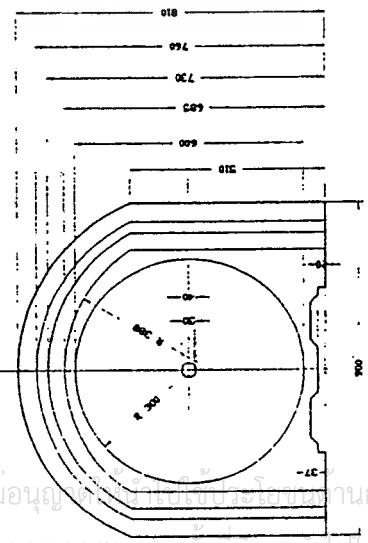
BACK VIEW



BOTTOM VIEW



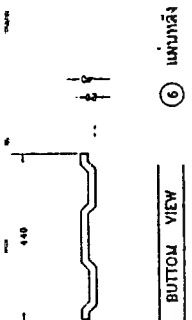
FRONT VIEW



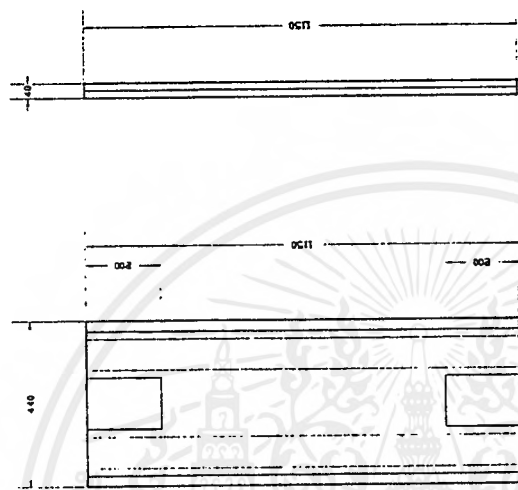
TOP VIEW

1) ฐานเครื่องวาง

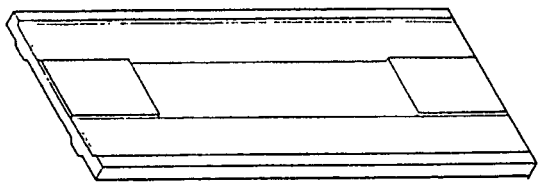
ว.ค.ป	24/มี.ค./40	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา		นางสาวสุญญา เต็มจำนงนารถ	38030536	2
วิชาการออกแบบปรับปรุงคุณภาพที่ประยุกต์ใช้กับแบบแปลนของวิชา ในประเทศไทย ของ น.ม.เชษฐา เมธีวิไล 4-ชด				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		ผู้ควบคุมโครงการ อาจารย์วีรชัย สดั่งขันธ์		
		มาตรฐาน 1:10		



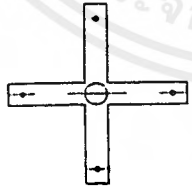
๕) แผ่นล่าง



SIDE VIEW



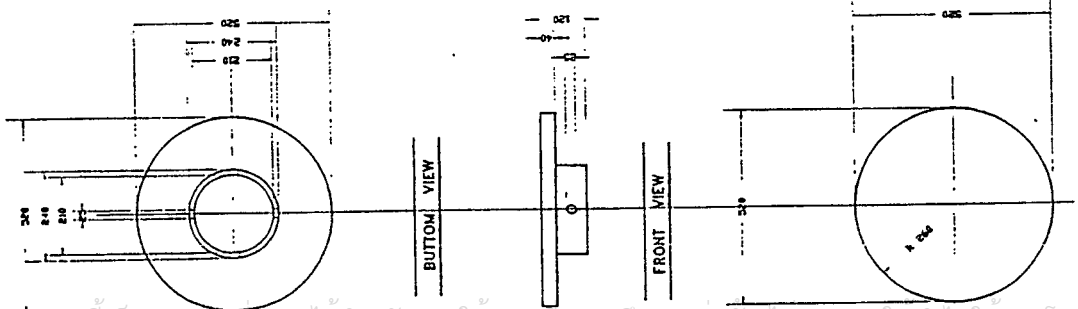
๔) แผ่นรองรับน้ำหนักไม้ฉาก SCALE 1:5



๕) แผ่นวาง SCALE 1:5

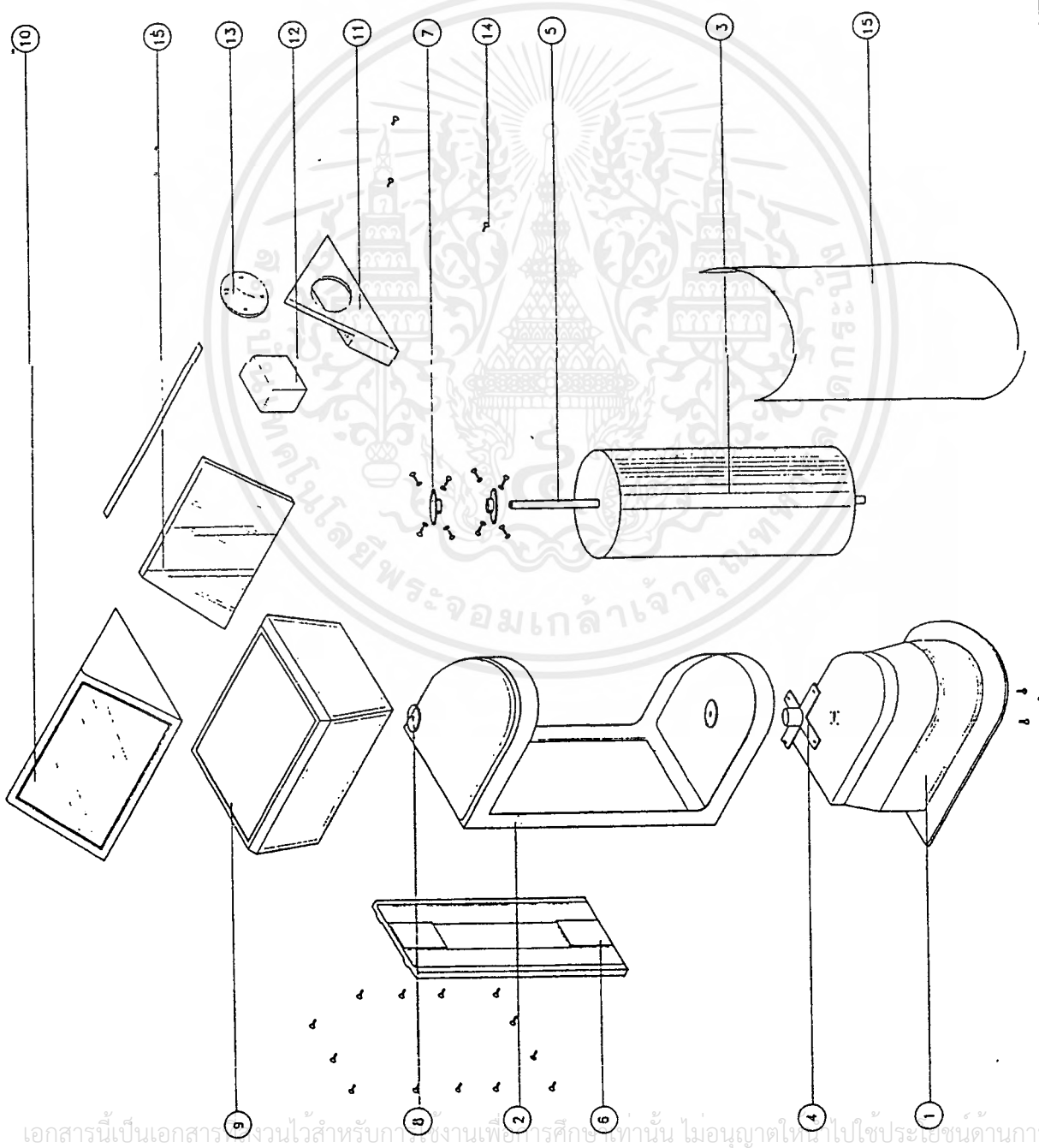


๗) แผ่นตั้งรองรับหมอน SCALE 1:5



TOP VIEW

ว.ร.ป	24/มิ.ค./40	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผนที่
นักศึกษา		นางสาวสุกัญญา นี้อ่านวนทร	36030538	4
โครงการออกแบบปรับปรุงศูนย์บริการสัมพันธ์กับแหล่งท่องเที่ยว ในประเทศไทย ของ บริษัทฯ มหาวิทยาลัย ฟอร์ด				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				
ผู้ควบคุมโครงการ				
อาจารย์วิรัช สุขสังข์				
1:10				



16	1	แผนที่	สแตนเลส
15	1	แม่พิมพ์	สแตนเลส
14	29	บิด	สแตนเลส
13	1	ปากกา	สแตนเลส
12	1	แป้นกด	สแตนเลส
11	1	แม่พิมพ์สังกะสี	ทองเหลือง
10	1	หลักร่างแม่พิมพ์	ทองเหลือง
9	1	กล่องสำหรับใส่	ทองเหลือง
8	1	แม่พิมพ์ทองเหลือง	ไม้
7	2	แม่พิมพ์ทองเหลือง	เหล็ก
6	1	แม่พิมพ์	ทองเหลือง
5	1	แม่พิมพ์	เหล็ก
4	1	แม่พิมพ์แม่พิมพ์	เหล็ก
3	1	แม่พิมพ์แม่พิมพ์	ทองเหลือง
2	1	โครงร่างแม่พิมพ์	ทองเหลือง
1	1	ฐานโครงร่าง	ทองเหลือง
หมายเลข	จำนวน	ชื่อสิ่งของ	วัสดุ
1	2	3	4
ว.ร.ป	24/วิ.ร./40	ชื่อ - สกุล	เลขที่
นักศึกษา	นางสาวสุวิมล ชัยชาญพร		36030538
โครงการออกแบบปรับปรุงชิ้นที่ประจำวันที่เรียนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง			
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง			
ผู้ควบคุมโครงการ อาจารย์ ดร. สุวัฒน์			

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับภายในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 168

การนำเสนอวัตถุประสงค์โครงการ



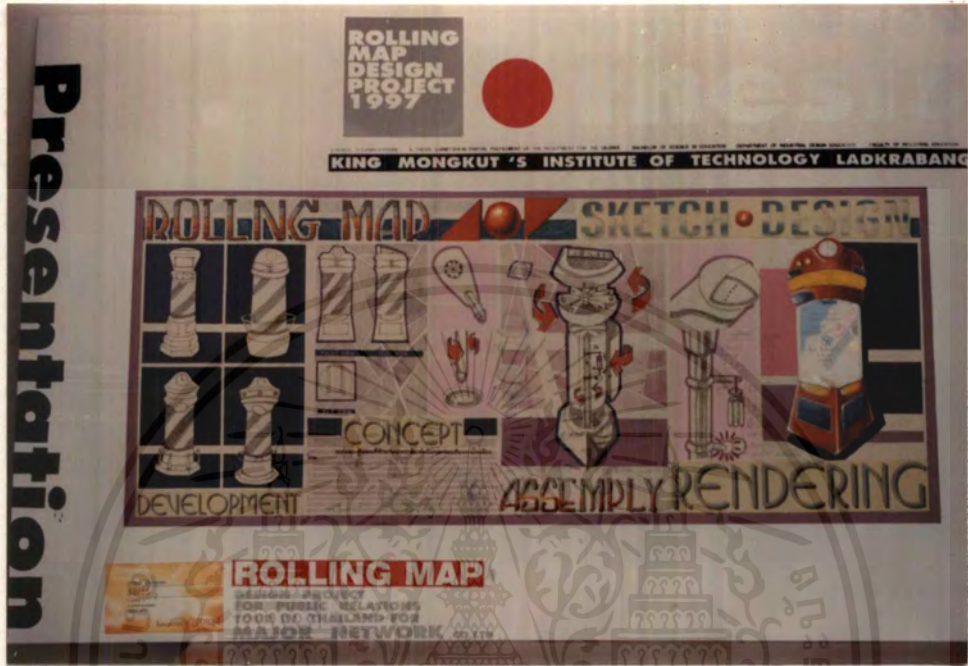
ภาพที่ 169

การนำเสนอขอบเขตโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 170
แสดงแบบร่างครั้งที่ 1



ภาพที่ 171
แสดงแบบร่างครั้งที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 172
การนำเสนอข้อมูลโฆษณา

ROLLING MAP DESIGN PROJECT 1997

KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

การวิเคราะห์ระบบของสถานที่

โดยที่โปรแกรมนี้ใช้ 3 มิติแสดงแผนที่และข้อมูลได้

แผนที่จำนวน 4 แผ่น 55×85 4,675 ตารางเซนติเมตร

แผ่นที่ 1 จำนวน 1 แผ่น 55×85 4,675 ตารางเซนติเมตร

แผ่นที่ 2 จำนวน 1 แผ่น 55×85 4,675 ตารางเซนติเมตร

แผ่นที่ 3 จำนวน 1 แผ่น 55×85 4,675 ตารางเซนติเมตร

แผ่นที่ 4 จำนวน 1 แผ่น 55×85 4,675 ตารางเซนติเมตร

ถ้าคิดเป็นพื้นที่ที่ปะติดกัน 4 แผ่น

170

110

110 X 170 เซนติเมตร

54.09 ตารางเมตร

ROLLING MAP
DESIGN PROJECT
FOR PUBLIC RELATIONS
TOUR IN THAILAND FOR

ภาพที่ 173
การศึกษาผลิตภัณฑ์ข้างเคียง

ROLLING MAP DESIGN PROJECT 1997

KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

CASE STUDY

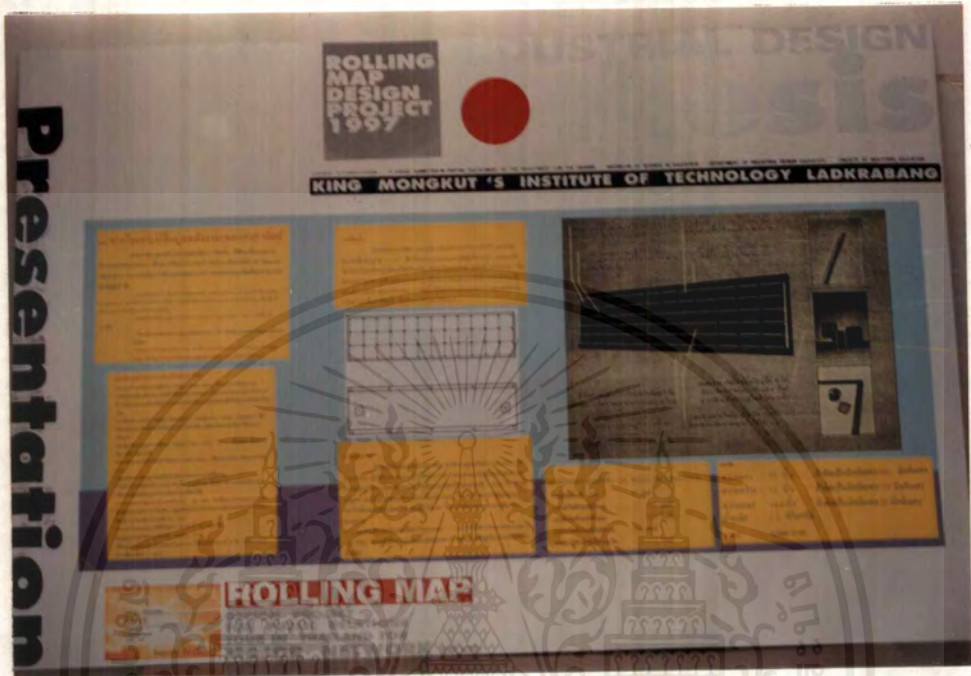
เก้าอี้เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ROLLING MAP
DESIGN PROJECT
FOR PUBLIC RELATIONS
TOUR IN THAILAND FOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 174

การนำเสนอระยชเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ 175

การนำเสนอข้อมูลการท่องเที่ยว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 176
รายละเอียดการใช้งาน



ภาพที่ 177
รายละเอียดการใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 178
รายละเอียดการใช้งาน

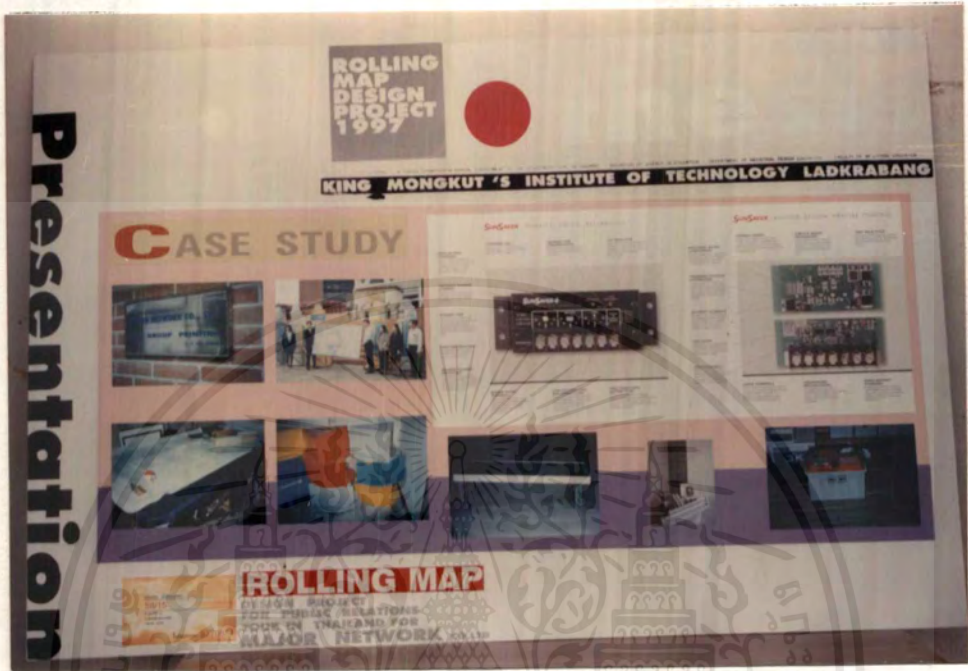


ภาพที่ 179
รายละเอียดการใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 180
รายละเอียดการใช้งาน

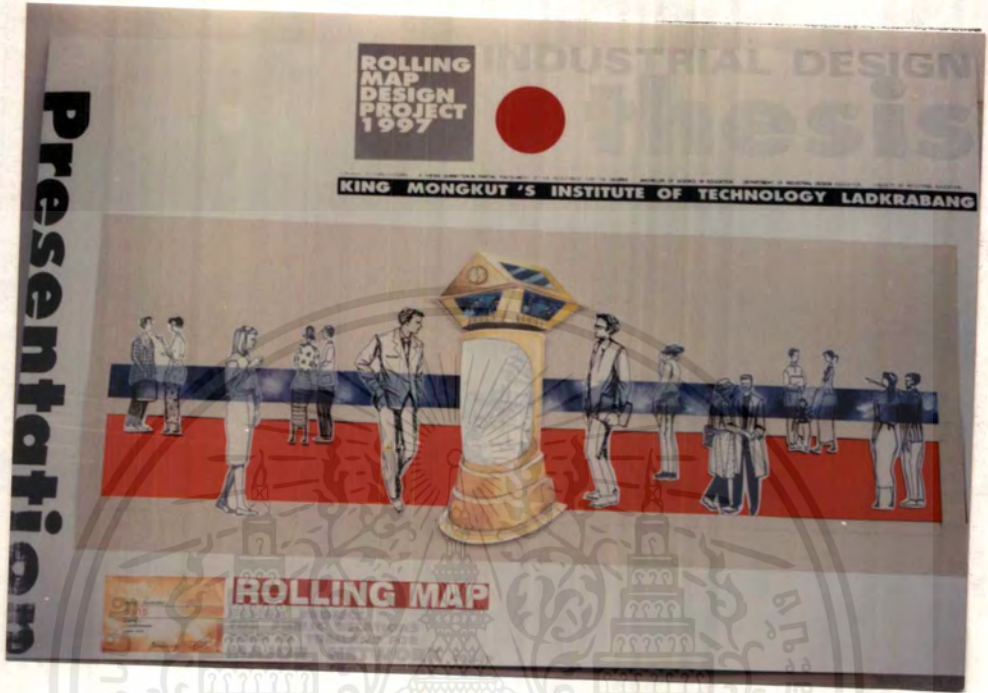


ภาพที่ 181
รายละเอียดการใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 182
การเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้งาน



ภาพที่ 183
การติดตั้งตู้แผนที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 184
ทัศนียภาพการติดตั้ง



ภาพที่ 185
ทัศนียภาพหุ่นจำลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 188
ด้านหลังของหุ่นจำลอง



ภาพที่ 189
ด้านทัศนียภาพของหุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปการวิจัย

เมื่อนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้มาทำการออกแบบวิเคราะห์ในด้านวัสดุ รูปแบบ กรรมวิธีการผลิตแล้ว หลังจากนั้นก็นำผลที่ได้มาสรุปผลการวิเคราะห์ เพื่องานออกแบบได้ดังนี้

1. รูปทรงของตู้แผนที่เป็นรูปทรงกลมเปิด 80 % ด้านหลังคัดสำหรับทำประตูบานเปิด เพื่อการซ่อมแซม
2. วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างตู้แผนที่ใช้ไฟเบอร์กลาสทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนฐาน ส่วนโครงสร้าง ส่วนแกนพื้นโปสเตอร์แผนที่ และส่วนหัวด้านบน
3. วัสดุที่ใช้เป็นส่วน โปรงใส่สำหรับเป็นจอมองแผนที่ใช้พลาสติกอะคริลิก 3 มิลลิเมตร พันรอบตามโครงแบบ ชีดด้วยนอตและอุดรูด้วยกาวซิลิโคนรอบขอบทั้งหมด
4. ฐานรองรับโครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นรูป 4 เหลี่ยมจตุรัส เอียงมุมออกข้างละ 10 cm. เพื่อทัศนวิสัยในการมองป้ายโฆษณาสปอนเซอร์ได้ 4 ด้าน
5. การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในการติดตั้งจะต้องแบบเสียบด้านข้าง เพื่อลือคขอบกั้นการหลุดได้ และยังสามารถยึดเกาะแผงได้ดี
6. ลักษณะการวางเอียงของแผง จะวางเอียงตามมุม เอียงหน้าจั่ว 45° c
7. วัสดุที่ใช้เป็นแกนหมุน ใช้เหล็กกลม ๆ เส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มม.
8. การวิเคราะห์รูปแบบของเซลล์แสงอาทิตย์ คือ เซลล์แสงอาทิตย์ผลึกหลายรูปต่อกันแบบอนุกรม
9. รูปแบบการติดตั้งประกอบเซลล์แสงอาทิตย์ ใช้การประกอบด้วยอุปกรณ์สกรูหรือหมุดย้ำ
10. รูปแบบของแบตเตอรี่ คือ แบตเตอรี่ใช้ต่าง เพื่อความสะดวกในการใช้งาน โดยไม่ต้องเติมน้ำกลั่นบ่อย ๆ
11. การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบแบตเตอรี่ แผงวงจรและสวิทช์ควบคุมระบบ คือ การประกอบด้วย RIBS
12. การใช้บัลลาสต์ ที่เหมาะสมกับหลอดไฟ คือชนิดเรฟลิกสตาร์ท
13. การวิเคราะห์รูปแบบของหลอดไฟ เพื่อความเหมาะสมในการใช้งานใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์
14. ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เหมาะสมคือ ขั้วรับหลอดแบบพันคู่
15. วิธีการติดตั้งตู้แผนที่ คือการยิงพุกลงพื้น 3 จุด
16. ตำแหน่งการวางหลอดไฟ คือ วางด้านข้าง 2 ด้าน
17. ตำแหน่งการติดตั้งบัลลาสต์ คือ ด้านล่างโครงสร้างภายในตู้แผนที่ เพื่อความสะดวกและปลอดภัย
18. ตำแหน่งการติดตั้งสตาร์ทเตอร์ คือ ด้านข้างหลอดไฟทั้งซ้าย - ขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. จุดเชื่อมระหว่างแกน แผ่นเหล็กกับท่อรับ เป็นการเชื่อมแบบอ็อกเชื่อมเหล็ก โดยแผ่นเหล็กเป็นทรงแผ่นกลม ยึดด้วยนอต 4 ตัว ทุกจุด
20. การวิเคราะห์แสงสว่างกับคู้แผนที่ คือใช้ไฟจากภายในคู้เพื่อความปลอดภัยและง่ายต่อการติดตั้งและการมอง
21. การวิเคราะห์ วิธีการผลิตตัวอักษรใช้การตัดสติ๊กเกอร์ง่ายและสะดวก

ข้อเสนอแนะ



บรรณานุกรม

กองบรรณาธิการวารสารเคมีคอนคัตเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฝ่ายผลิตหนังสือ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

“รวมโครงการอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 3.5”

ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์ “ทฤษฎีไฟฟ้าประยุกต์” พิมพ์ที่โรงพิมพ์ กงวิวรรธน์, 2526

บรรเลง สรณิล, รศ. “เทคโนโลยีพลาสติก” พิมพ์ครั้งที่ 5 ที่สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2531

ปกรณ์ศักดิ์ มณีขาว, สมชาย ไกรเวช. “ปฏิญานิพนธ์ ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์”

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง 2533

ประชิด ทิณบุตร “การออกแบบบรรจุภัณฑ์” ,พิมพ์ที่ไอเอสพรีนติ้งเฮาส์. 2531, 174 หน้า

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ “พลังงานแสงแดด” 170 หน้า

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. “พลาสติก”, พิมพ์ที่โรงพิมพ์กระดาษาบางปะอิน, 103 หน้า

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ “ไฟเบอร์กลาส”, พิมพ์ครั้งที่ 3 มิตรนครการพิมพ์, 2533

บุษ อัครมาส. “ฟิสิกส์ของระบบเซลล์สุริยะ”, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530 286 หน้า

สาคร พลราชม. “ทฤษฎีการส่องสว่าง”, พิมพ์ครั้งที่ 2 ที่ เพ็ญศรีการพิมพ์, 2525 204 หน้า

สาคร คันชโชติ, วิศิษฐ์ ศิริสัมพันธ์ “การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ” พิมพ์ที่ไอเอสพรีนติ้งเฮาส์.

147 หน้า

สาคร คันชโชติ, “การออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์”, พิมพ์ที่ไอเดียนสโตร์, 2530

36 ปี การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, โรงพิมพ์ดอกเบี๋ย, 2538

นวนน้อย บุญวงษ์. “หลักการออกแบบ” กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539

สิริพงศ์ พยอมแย้ม. “เทคนิคงานกราฟฟิค” กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไอเดียนสโตร์, 2537

วรพงศ์ วรชาติอุดมพงศ์. “ออกแบบกราฟฟิค” : สำนักพิมพ์ศิลปบรรณาการ, 2535

วิชัย เทียนน้อย. “ภูมิศาสตร์การท่องเที่ยวไทย” สำนักพิมพ์ไอเดียนสโตร์, 2528

เสาวนิตย์ แสงวิเชียร. “ออกแบบตกแต่ง” สำนักพิมพ์ไอเดียนสโตร์, 2535

ธวัช บุรีรักษ์, บัญชา กุเจริญไพบูลย์. “การแปลความหมายในแผนที่และภาพถ่ายทางอากาศ”

สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา

ภาคผนวก

- ก. แบบเสนอขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
- ข. หนังสือขอความอนุเคราะห์สัมภาษณ์
- ค. หนังสือขอความอนุเคราะห์แบบสอบถาม
- ง. ตัวอย่างเครื่องมือการวิจัย



แบบเสนอขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการเสนอวิทยานิพนธ์

เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงคู่มือที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวสำหรับชายฝั่งตะวันออก
 ROLLING MAP DESIGN PROJECT FOR PUBLIC REATIONS TOUR IN THAILAND
 FOR MAJOR NETWORK CO.,LTD.

เสนอโดย นางสาวสุกัญญา เอื้ออำนวยพร

นักศึกษาภาควิชา ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

จำนวนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์ 8 หน่วย

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

1. อาจารย์นิรัช สุตสังข์

ประเภทวิทยานิพนธ์ที่เสนอ

1. การศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบ
 - ก. โครงการจริง
 - ข. โครงการเสนอแนะ
 - ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
2. การศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างกว้างขวางโดยละเอียดและวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การออกแบบ
 - ก. โครงการจริง
 - ข. โครงการเสนอแนะ
 - ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
3. การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ข้าพเจ้าได้นำโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว ท่านยินดีเป็นที่ปรึกษา และได้แนบโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมนี้

ลงชื่อ.....นักศึกษา

(สุกัญญา เอื้ออำนวยพร)

ลงวันที่ 2 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2539

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ลงนาม

(1).....

(อาจารย์นิรัช สุดสังข์)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.

(2).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.

(3).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แบบเสนอขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ด้วยข้าพเจ้า นางสาวสุกัญญา เอื้ออำนวยพร
นักศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 58/15 ตรอก/ซอย สุขสวัสดิ์ 14 ถนน ดากสิน ตำบล บุคคโล
อำเภอ/เขต จอมทอง จังหวัด กรุงเทพฯ หมายเลขโทรศัพท์ที่บ้าน 8770834
ที่ทำงาน -

มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี
สาขา ศิลปอุตสาหกรรม จำนวน 8 หน่วยกิต
ชื่อเรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงคู่มือที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวสำหรับชายฝั่งตะวันออก
ROLLING MAP DESIGN PROJECT FOR PUBLIC REATIONS TOUR IN THAILAND
FOR MAJOR NETWORK CO.,LTD.

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ นิรัช สุดสังข์
ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่.....ตรอก/ซอย.....
ถนน.....ตำบล.....อำเภอ/เขต.....
จังหวัด.....โทรศัพท์.....
ที่ทำงาน.....เลขที่.....ตรอก/ซอย.....ถนน
.....ตำบล.....อำเภอ/เขต.....จังหวัด....
.....โทรศัพท์.....

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่.....ตรอก/ซอย.....
ถนน.....ตำบล.....อำเภอ/เขต.....
จังหวัด.....โทรศัพท์.....
ที่ทำงาน.....เลขที่.....ตรอก/ซอย.....ถนน
.....ตำบล.....อำเภอ/เขต.....จังหวัด....
.....โทรศัพท์.....



ที่ ทม 1504/2333

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 กรกฎาคม 2539

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา
เรียน คุณอนุชิต วาณิชย์เสริมกุล

ด้วย นางสาวสุกัญญา เอื้ออำนวยพร นักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชา
ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม มีความประสงค์จะทำการศึกษาค้นคว้าประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงตู้ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขา
ศิลปอุตสาหกรรม

จึงเรียนมาเพื่อขอข้อมูลดังนี้

- ประวัติบริษัท
- การดำเนินงานในการติดต่อการติดตั้ง
- การผลิต ART WORK
- กรรมวิธีการผลิต

และขออนุญาตถ่ายภาพโรงพิมพ์และสถานที่ผลิตวัสดุไฟเบอร์กลาส เพื่อนำมาประกอบการศึกษา ศึกษาคณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรมหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ และความร่วมมือด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

คนันย คิชยบุตร

(นายคนันย คิชยบุตร)

รองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม

โทร. 3266052-6101 ต่อ 633

โทรสาร 3268506

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน

นางสาวสุกัญญา เอื้ออำนวยพร

วัน เดือน ปีเกิด

วันอังคารที่ 26 สิงหาคม 2517

สถานที่เกิด

โรงพยาบาลเขาวงกต กรุงเทพฯ

วุฒิการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ปวส. (ออกแบบพาณิชยศิลป์)

สถานที่สำเร็จการศึกษา

วิทยาลัยศึกษาเสาวภา

ผลงานหรือรางวัลที่เคยได้รับ

-รางวัลชนะเลิศอันดับ 2 ในงานประกวด PATRA PAINTING CONTEST หัวข้อ “เส้นสายลายสี”

-รางวัลชนะเลิศอันดับ 1 การประกวดโปสเตอร์การบริจาดโลหิตของภาคชาติไทย

-ได้รับการคัดเลือกโครงการอุทยานใต้ทะเล จุฬาลงกรณ์ 36 รุ่นที่ 1

-ประกาศนียบัตรสำเร็จการศึกษา “การดำน้ำเพื่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูสภาพแวดล้อมทางทะเล” หน่วยสงครามพิเศษทางเรือ กองเรือยุทธการ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

-CERTIFY ‘SCUBA DIVER’ NATION ASSOCIATION OF UNDERWATER INSTRVCTORS

ประสบการณ์การทำงาน

-ฝึกงาน ออกแบบตกแต่ง บริษัท เดคโคโนวา จำกัด

-ฝึกงาน ฝ่ายบ้านรายการ บริษัท แกรมมี่ เอ็นเตอร์เทนเมนท์ จำกัด มหาชน

ที่อยู่ปัจจุบัน

58/15 ซอยสุขสวัสดิ์ 14 อำเภอจอมทอง กรุงเทพฯ 10160

โทร. 877-0834 มือถือ 01 - 481-0058 เฟซ 152 - 257413

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์แบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม จำนวน 1 ชุด

ด้วยข้าพเจ้า นางสาวสุกัญญา เอื้ออำนวยพร ได้รับอนุมัติจากท่านอาจารย์สาขาวิชาศิลป
อุตสาหกรรม ให้ใช้แบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุง
ตู้แผนที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทย ของ บริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด จึงใคร่ขอความ
อนุเคราะห์จากท่านในการตอบแบบสอบถามแล้วส่งคืนผู้ที่แจกแบบสอบถามให้ท่าน ข้อมูลของท่านทั้งหมดผู้วิจัย
จะเก็บเป็นความลับ และนำไปใช้เฉพาะการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น

จึงขอให้ท่านตอบคำถามทุกข้อตามสภาพที่เป็นจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ เพื่อประโยชน์
สำหรับสถานศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวสุกัญญา เอื้ออำนวยพร)

นักศึกษษสาขาศิลปอุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(.....)

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงคู่มือที่ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทย
ของ บริษัท เมเจอร์ เน็ทเวิร์ค จำกัด

แบบสอบถามนี้เป็นแบบสอบถามสำหรับแสดงความคิดเห็น ของกลุ่มนักท่องเที่ยวและบุคคลทั่วไปเพื่อการออกแบบ จะทำให้ผู้วิจัยได้รับทราบถึงความต้องการของกลุ่มนักท่องเที่ยว เพื่อสรุปไปสู่รูปแบบของการออกแบบ ผู้วิจัยจึงขอความกรุณาจากท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังที่กล่าวมาในข้างต้น ได้กรุณาอ่านคำถามและตอบตามความเป็นจริง โดยไม่จำเป็นต้องระบุชื่อของท่านในแบบสอบถาม และคำตอบทุกข้อจะเก็บเป็นความลับ

คำชี้แจงเกี่ยวกับแบบสอบถาม

1. แบบสอบถามทั้งหมดมี 2 ตอน ดังนี้
 - 1.1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - 1.2 กลุ่มนักท่องเที่ยวและบุคคลทั่วไป
2. กรุณาตอบแบบสอบถามตามความจริงและโปรดตอบทุกข้อ หากท่านมีความเห็นหรือเสนอแนะโปรดเขียนในตอนที่มิค้ำว่าอื่น ๆ (โปรดระบุ) และแสดงข้อเสนอนั้น แจกขอบพระคุณยิ่ง

แบบสอบถาม ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบและสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องที่ตรงกับสถานภาพของท่าน

1. เพศ () หญิง () ชาย
2. ปัจจุบันท่านประกอบอาชีพอะไร
 - () รับราชการ
 - () รับจ้าง หรือ พนักงานบริษัท
 - () อื่น ๆ (นักศึกษา)
3. วุฒิหรือระดับการศึกษาของท่าน
 - () ต่ำกว่าปริญญาตรี
 - () ปริญญาตรี
 - () สูงกว่าปริญญาตรี
 - () อื่น ๆ
4. ท่านอายุในระดับใด
 - () ต่ำกว่า 20 ปี
 - () อายุ 20 - 25 ปี
 - () อายุมากกว่า 25 ปี
 - () อายุมากกว่า 50 ปี
5. สถานที่ท่องเที่ยวที่ท่านชอบเดินทาง
 - () ทะเล
 - () ภูเขา
 - () น้ำตก
 - () อื่น ๆ

แบบสอบถาม ตอนที่ 2 กลุ่มนักท่องเที่ยว และ บุคคลทั่วไป

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย (/) ในวงเล็บข้อที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

1. ในการเดินทางไปท่องเที่ยวแต่ละครั้งท่านใช้อะไรเป็นพาหนะในการเดินทาง

<input type="checkbox"/> รถปรับอากาศ	<input type="checkbox"/> เรือ
<input type="checkbox"/> รถยนต์ส่วนตัว	<input type="checkbox"/> อื่น ๆ
2. ในการเดินทางท่องเที่ยวส่วนใหญ่ท่านไปลักษณะใด

<input type="checkbox"/> ไปกับเพื่อน	<input type="checkbox"/> ไปเป็นคณะทัวร์
<input type="checkbox"/> ไปส่วนตัว	<input type="checkbox"/> ไปเป็นครอบครัว
3. ท่านคิดว่าในการเดินทางท่านมีความจำเป็นในการใช้แผนที่หรือไม่

<input type="checkbox"/> จำเป็น	<input type="checkbox"/> ไม่จำเป็น
---------------------------------	------------------------------------
4. ท่านคิดว่าป้ายประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวที่พบเห็นมีมากน้อยเพียงใด

<input type="checkbox"/> น้อยมาก	<input type="checkbox"/> พอดี	<input type="checkbox"/> มากเกินไป
----------------------------------	-------------------------------	------------------------------------
5. ท่านคิดว่าถ้ามีผลิตภัณฑ์คู่มือที่ประชาสัมพันธ์จำเป็นหรือไม่ ที่ต้องมีนาฬิกาสำหรับบอกเวลาภายในตู้ด้วยหรือไม่

<input type="checkbox"/> จำเป็น	<input type="checkbox"/> ไม่จำเป็น
---------------------------------	------------------------------------
6. ท่านคิดว่าเข็มทิศมีความสำคัญต่อการบอกทิศทางหรือไม่ในการเดินทาง

<input type="checkbox"/> จำเป็น	<input type="checkbox"/> ไม่จำเป็น
---------------------------------	------------------------------------
7. ท่านคิดว่าเมื่อท่านเดินทางท่องเที่ยวหลงทางท่านจะใช้บริการใดเป็นวิธีแรก

<input type="checkbox"/> คู่มือที่ประชาสัมพันธ์	<input type="checkbox"/> การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย
<input type="checkbox"/> ถามคนใกล้เคียง	<input type="checkbox"/> ปริญญาตำรวจ
8. ท่านคิดว่าลักษณะการสร้างความสะดวกให้แก่ผู้พบเป็นแผนที่ ควรจะเป็นลักษณะใด

<input type="checkbox"/> เคลื่อนไหว	<input type="checkbox"/> มีไฟกระพริบ	<input type="checkbox"/> อื่น ๆ
-------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------
9. ท่านคิดว่าเสียงดนตรีที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของแรงลม สามารถส่งเสริมคู่มือที่มากขึ้นหรือไม่

<input type="checkbox"/> มีส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีส่วน	<input type="checkbox"/> อื่น ๆ
---------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------
10. ท่านคิดว่าประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวที่คืนั้น ควรจะมีจุดสนใจลักษณะใดที่สร้างความประทับใจให้กับท่านได้

<input type="checkbox"/> มีรูปแบบโครงสร้างที่แปลกตา
<input type="checkbox"/> มีกราฟฟิกสวยงาม
<input type="checkbox"/> มีการเคลื่อนไหว
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านที่ได้สละเวลาในการกรอกแบบสอบถาม ซึ่งจะเป็นส่วนช่วยให้การวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ระบบการตั้งเวลา

1. ตัวตั้งเวลาหรือไทมเมอร์ (Timer)

ตัวตั้งเวลา หมายถึง อุปกรณ์ที่เมื่อได้รับสัญญาณที่เป็นไฟฟ้าหรือทางกลหน้าสัมผัส ภายในยังไม่เปิดหรือปิดทันที แต่จะมีหน่วยเวลาออกไปตามเวลาที่ได้ตั้งไว้ เมื่อครบเวลานั้น หน้าสัมผัสก็จะปิดหรือเปิด ตัวตั้งเวลาเป็นรีเลย์ ที่มีการหน่วยเวลานั่นเอง

ตัวตั้งเวลาชนิดมอเตอร์เป็นตัวตั้งเวลาที่ภายในมีซิงโครมัสเตอร์ (Synchronous motor) ซึ่งจะหมุนด้วยความเร็วคงที่ตามความถี่ของไฟสลับ การหมุนด้วยความเร็วคงที่นี้ จะเป็นมาตรฐาน ที่นี่จะเป็นมาตรฐานที่จะใช้ในการกำหนดเวลาที่ห่าง นอกจากนั้นภายในยังมีคัลซ์ (cut-off) และกลไกจำนวนเฟือง เพื่อใช้ทอเวลาใช้ยาวนานขึ้น ตัวตั้งเวลาชนิดนี้สามารถตั้งเวลาได้ยาวนาน มีกลไกจำนวนเฟือง เพื่อใช้ทอเวลาใช้ยาวนานขึ้น ตัวตั้งเวลาชนิดนี้สามารถตั้งเวลาได้ยาวนาน มีเสถียรภาพในการทำงานได้ดีเลิศ

ภาพที่ 94 เป็นรูปแสดงการต่อสายของวงจรภายในตัวตั้งเวลาชนิดนี้ จะเห็นวงจรไฟสลับที่จ่ายให้ซิงโครมัสเตอร์กับวงจรทางด้านหน้าสัมผัส ซึ่งมีการตั้งเวลาจะแยกจากกันทางด้านไฟฟ้า

นอกจากตัวตั้งเวลาชนิดมอเตอร์นี้แล้ว ยังมีตัวตั้งเวลาที่อาศัยคุณสมบัติของลมหรือน้ำมัน ในการหน่วงเวลา ตัวตั้งเวลาชนิดนี้มักจะใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงของเวลามากนัก ในกรณีที่ต้องการความเที่ยงตรงของเวลาหน่วง ควรใช้ตัวตั้งเวลาอิเล็กทรอนิกส์

การทำงาน เป็นดังนี้

1.1 เมื่อมีแรงดันไฟสลับคร่อมระหว่างขั้ว 2 และ 7 ของฟอกเกท จะทำให้กระแสไหลเข้าคัลซ์คอยล์ (clutchcoil) คอยล์จะดูดให้กลไกของคัลซ์ทำงาน

1.2 ในขณะที่เดียวกันจะมีกระแสไหลเข้ามอเตอร์ ทำให้มอเตอร์เริ่มหมุน

1.3 หน้าสัมผัสที่อยู่ใกล้คัลซ์คอยล์ จะถูกดูดให้หน้าสัมผัสปิดทันที

1.4 เมื่อมอเตอร์หมุน และคัลซ์ทำงานการหมุนจะส่งต่อออกไปหมุนแกน ซึ่งมีขดลวดสปริงพันโดยรอบ ทิศทางการหมุนจะต้องต้านกับแรงสปริง

1.5 แผ่นหมุนที่อยู่ตรงปลายของแกนหมุน จะมีกระดิ่ง ซึ่งไว้สำหรับแตะกลไกของหน้า

สัมผัสช่วงเวลา ซึ่งเป็นหน้าสัมผัสสัญญาณออก เราสามารถหมุนตั้งตำแหน่งของแผ่นหมุนได้ โดยการปรับมุม ซึ่งอยู่ภายนอกเครื่อง การตั้งตำแหน่งของแผ่นหมุนก็คือ การตั้งเวลานั่นเอง

1.6 เมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้ กระเบื้องของแผ่นหมุน จะทำให้กลไกของหน้าสัมผัสทำงาน เมื่อหน้าสัมผัสเปิด มอเตอร์ซึ่งต่อผ่านหน้าสัมผัสนั้นจะหยุดหมุน

1.7 แม้มอเตอร์จะหยุดหมุน หน้าสัมผัสยังคงสภาพอยู่ ตัวตั้งเวลาจะหยุดทำงาน เมื่อปลดแรงดันไฟสลักที่คร่อมขั้ว 2 และ 7 ออก ซึ่งจะทำให้คลัทช์คอยล์หยุดทำงาน แกนจะหมุนกับที่เดิม ซึ่งด้วยแรงของขดลวดสปริง

2. ระบบของนาฬิกาไขลานอัตโนมัติ

แม้ว่านาฬิกาที่ทำงานด้วยลาน จะถูกนาฬิกาควอตซ์ตีตลาดดอยร่นไม่เป็นขบวนเลยก็ตาม แต่นาฬิกาลานก็มีข้อดีที่ซึ่งผู้ที่เคยใช้ไม่เคยลืม ได้แก่ ความทนทานสมบูรณ์ของมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นาฬิกาไขลานอัตโนมัติ นับว่าให้ความสะดวกและประหยัดแก่ผู้ใช้อย่างมาก ถ้าเราจะสืบสาวความเป็นมาของนาฬิกาประเภทนี้ ก็ต้องย้อนหลังไปดูเครื่องนับก้าว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2295 เครื่องนับก้าวดังกล่าวนี้ประกอบด้วย ก้อนน้ำหนักแกว่ง ซึ่งจะไปกมุนล้อนับก้าวอีกต่อหนึ่ง ในราวช่วง 20 ปี ถัดจากนั้นก็ได้มีการสร้างนาฬิกาไขลานอัตโนมัติออกมาอย่างมากมาย จบจนปี พ.ศ. 2436 ชาวสวิทซ์เจ้าแห่งนาฬิกา จึงได้ทำการผลิตนาฬิกาไขลานอัตโนมัติในเชิงอุตสาหกรรมขึ้น แต่สำหรับนาฬิกาข้อมืออัตโนมัติเรือนแรกนั้น ประดิษฐ์ขึ้นโดยชาวอังกฤษ ชื่อ โทมัส ชาร์วิน เมื่อปี พ.ศ. 2472

ระบบป้องกันการไขลานเกินขีด

เนื่องจากจักรลอกจะแกว่งเสมอครบเท่าที่ผู้สวมนาฬิกามีการเคลื่อนไหว จึงอาจเปิดช่องให้คนเกียจคร้านถือเป็นข้ออ้างอยู่เฉย ๆ ไม่ยอมทำงานเพราะเกรงลานนาฬิกาจะขาดได้ เรื่องนี้ผู้ประดิษฐ์ได้ป้องกันไว้เรียบร้อยแล้ว กล่าวคือ เขาจะให้ลานนาฬิกาพันรอบเพลลาอยู่ภายในวงล้อ ปลายนอกของลานนาฬิกาจะเป็นแถบสปริงที่ค่อนข้างแข็ง แถบสปริงนี้จะแตะกับผนังด้านในของวงล้อ ทำหน้าที่เหมือนคลัทช์ในขณะที่ลานนาฬิกาถูกไขไว้แต่เพียงพอประมาณ แถบสปริงจะแนบติดกับภายในของวงล้อ เพื่อเพลลาหมุนก็จะม้วนลานนาฬิกาให้แน่นขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งลานนาฬิกาตึงเต็มที่ ก็จะดึงแถบสปริงออกจากผนังวงล้อ ดังนั้น หากเพลลายังคงหมุนต่อไป แถบสปริงจะเพียงแค่อัดครูดไปตามผนังภายในวงล้อ โดยไม่ทำให้ลานนาฬิกาแน่นขึ้นแต่ประการใด รองนกว่าลานอ่อนลงไปแล้ว แถบสปริงจึงจะกลับแนบติดกับภายในวงล้อ พร้อมทั้งจะทำให้มีการไขลานอีกครั้งหนึ่ง (รูปที่ 64)

3. นาฬิกาแผ่นตัวเลข

เหตุที่นาฬิกาแสดงเวลาด้วยแผ่นตัวเลขได้รับความนิยม มักเนื่องมาจากหลักการของการใช้แผ่นพับแสดงตัวเลขขนาดใหญ่บอกเวลานั้น สามารถออกแบบให้ทำงานได้ด้วยกลไกง่าย ๆ อีกทั้งยังขจัดปัญหาในการที่จะต้องเพ่งดู ชีบบอกชั่วโมง นาที บนเข็มหน้าปัดของนาฬิกาแบบเข็มให้หมดไป สำหรับกลไกที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของแผ่นพับแสดงตัวเลขบอกเวลานั้น ใช้หลักการเช่นเดียวกับที่ใช้อยู่ในตู้ภาพยนตร์ ที่ใช้มือหมุนในสมัยก่อน กล่าวคือ เมื่อใช้มือหมุนก้านหมุน แผ่นพับจะพลิกพับซ้อนกันไปแผ่นต่อแผ่นอย่างต่อเนื่อง โดยการควบคุมของก้านจับแผ่นพับซึ่งยึดอยู่กับที่ สำหรับนาฬิกาแสดงเวลาด้วยแผ่นตัวเลขนี้ จะใช้กลไกการผลิตแผ่นตัวเลขอย่างซ้ำ ๆ 2 ชุด แยกกัน โดยชุดหนึ่งจะทำหน้าที่พลิกแผ่นตัวเลขแสดงเวลาเป็นนาฬิกาทุก ๆ นาที และอีกชุดหนึ่งจะพลิกแผ่นตัวเลขแสดงเวลาเป็นชั่วโมงทุก ๆ ชั่วโมง

บนกระบอกแผ่นพับบอกชั่วโมงจะมีชุดของแผ่นพับ ซึ่งเขียนเลขและอักษรบอกชั่วโมงเรียงกันไปจาก IMP ถึง 1 PM และ 1AM ถึง 12 AM โดยแต่ละชั่วโมงนั้นจะใช้แผ่นพับ 1 คู่ (2 แผ่น) สำหรับแสดงตัวเลขบอกเวลา ดังนั้นจึงมีแผ่นพับทั้งหมด 48 แผ่น บนกระบอกแผ่นพับบอกชั่วโมง ในระหว่างครึ่งชั่วโมงแรกของแต่ละชั่วโมง แผ่นพับแผ่นแรกของแต่ละคู่ของแผ่นพับบอกชั่วโมง จะถูกกันไว้มิให้พับลงมาด้านหน้าก้านจับแผ่นพับ ซึ่งยึดติดกับตัวเรือนนาฬิกา เมื่อครบครึ่งชั่วโมงหลังของแต่ละชั่วโมง การหมุนตัวของกระบอกแผ่นพับบอกชั่วโมง จะทำให้แผ่นพับแผ่นแรกของคู่ของแผ่นพับหลุดพ้น จากการควบคุมของก้านจับแผ่นพับ พับตัวลงมาด้านหน้าบอกเวลาชั่วโมงต่อไป ในขณะที่ครบแต่ละชั่วโมงดังกล่าวนี้ แผ่นพับแผ่นที่สองของคู่ของแผ่นพับจะถูกกันไว้มิให้พับลงมาด้านหน้าก้านเล็ก ๆ ที่ยื่นออกมาจากแผ่นพับบอกตัวเลข 59 นาที ดังนั้นแผ่นพับบอกชั่วโมงจะพับลงมาที่คอเมื่อแผ่นพับบอกตัวเลข 59 นาที พับตัวมันเองลงมาเท่านั้น เป็นการป้องกันความผิดพลาดมิให้แผ่นพับบอกชั่วโมงพับลงมาก่อนหน้าที่จะครบชั่วโมง

ชุดของเฟืองกลาง, เฟืองเล็ก และเฟืองตัวหนอนจะทำหน้าที่ทดรอบการหมุนด้วยความเร็วสูงของมอเตอร์ให้เหลือเพียง 1 รอบต่อชั่วโมงที่เฟืองพับ ก้านเพลลาจับจากล้อเฟืองขับนี้จะหมุนกระบอกแผ่นพับบอกนาฬิกา เพื่อพับแผ่นพับทุกใบจนครบภายในเวลา 1 ชั่วโมง และก้านเพลลาขับนี้จะค่อยยาวไปจับชุดเฟืองทดรอบชุดที่สอง ซึ่งอยู่กับก้านเพลลากลางที่สวมร่วมแกนอยู่กับก้านเพลลาขับกระบอกแผ่นพับบอกนาฬิกา โดยบนก้านเพลลาหลวงนี้จะมีกระบอกขับแผ่นพับบอกชั่วโมงติดอยู่ ซึ่งจะถูกก้านเพลลาหลวงขับให้หมุนไปด้วยอัตรา 1 รอบทุก 24 ชั่วโมง

4. วิชาพฤกษศาสตร์

สิ่งประดิษฐ์ที่รวมเอานาฬิกาและวิทยุไว้ในเครื่องเดียวกันเป็น “วิชาพฤกษศาสตร์” นี้เริ่มมีมาตั้งแต่ นาฬิกา และเครื่องตั้งเวลามีปุ่มปิดบนหน้าปัดนาฬิกาอยู่ 2 ปุ่ม ปุ่มด้านซ้ายสำหรับตั้งเวลาปิดวิทยุ ซึ่งสามารถตั้งเวลาได้นานถึง 60 นาที ก่อนที่วิทยุจะปิดเองโดยอัตโนมัติ ปุ่มด้านขวาสำหรับเลือกการใช้งานตามแต่ผู้ใช้ต้องการ ซึ่งสามารถปิดปุ่มให้อยู่ที่ตำแหน่ง “อัตโนมัติ” (AUTO) “เปิด” (ON) “เปิด” (OFF) และ “ปลุก” (ALARM) ตัวอย่างเช่น เมื่อปิดปุ่มเลือกไปที่ตำแหน่ง “ปลุก” เมื่อถึงเวลาที่ตั้งเอาไว้ นาฬิกาก็จะเริ่มดังปลุกด้วยเสียงดนตรีก่อนนาน 10 นาที หลังจากนั้นก็จะเปลี่ยนเสียงดนตรีมาเป็นเสียงออกแทน เมื่อต้องการเปิดเสียงปลุกก็ให้ปิดปุ่มเลือกไปที่ตำแหน่งอื่นที่ไม่ใช่ตำแหน่งปลุก ส่วนด้านหลังของตัวเรือนมีปุ่มสำหรับตั้งเข็มเวลา และเวลาปลุกซึ่งจะเหมือนกับนาฬิกาปลุกทั่ว ๆ ไป

มอเตอร์จะเป็นตัวขับเคลื่อนนาฬิกา และเฟืองควบคุมการทำงานของสวิทช์ โดยที่ตัวสวิทช์ต่ออนุกรมกับสายไฟที่จะป้อนให้กับวิทยุ

4.1 กลไกตั้งเวลาสำหรับเปิดวิทยุ การตั้งเวลาสำหรับปิดวิทยุสามารถตั้งเวลาได้นาน 60 นาทีก่อนที่วิทยุจะปิดเองโดยอัตโนมัติ การทำงานของกลไกตั้งเวลาสำหรับปิดวิทยุ เริ่มจากเมื่อมีการปิดปุ่มตั้งเวลาไปทางขวา กลไกตั้งเวลาก็เริ่มต้นทำงาน เฟืองที่เนียนที่อยู่ติดกับแกนของปุ่มตั้งเวลา จะขับเฟืองเล็กให้หมุนและลูกเบี้ยวของเฟืองจะเสียด จะกดปลายข้างหนึ่งของคาน ทำให้ปลายอีกข้างหนึ่งกระดกสูงขึ้น จนคันสวิทช์ให้อยู่ในตำแหน่ง “เปิด”

หลังจากนั้นเฟืองขับก็ไปเคลื่อนเฟืองที่เนียน ให้หมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาอย่างช้า ๆ เป็นผลให้เฟืองเล็กถูกขับโดยเฟืองคี่เนียน ให้หมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา และเมื่อเวลาผ่านไป 60 นาที เฟืองเล็กก็จะหลุดออกจากเฟืองที่เนียน คานก็จะตกลงมาทำให้สวิทช์เลื่อนไปที่ตำแหน่ง “ปิด” วิทยุก็จะปิดเองโดยอัตโนมัติ

4.2 กลไกการตั้งเวลาสำหรับปลุก เริ่มจากการตั้งเข็มปลุกให้ตรงกับเวลาที่ต้องการ จะให้ปลุกแล้วปิดปุ่มเลือกการใช้งานไปที่ตำแหน่ง “ปลุก” ซึ่งจะไปเลื่อนคานควบคุมสวิทช์ ทำให้ร่องบากล่างอยู่ที่ตำแหน่งพร้อมที่จะทำงาน ในขณะที่สวิทช์ยังคงอยู่ที่ตำแหน่ง “ปิด” สัญญาณปลุกก็ยังไม่ทำงาน และสะพานรูปฟันปลาของเฟืองชั่วโมงยังอยู่ห่างจากกันมาก

เมื่อถึงเวลาปลุกที่ตั้งเอาไว้ สะพานรูปฟันปลาของเฟืองชั่วโมงจะเคลื่อนมาบรรจบกับสะพานรูปฟันปลาของเฟืองปลุกพอดี เฟืองปลุกจะเริ่มดันให้เฟืองชั่วโมงถอยร่น ไปทางข้างหลัง ซึ่งก็จะไปดันคานควบคุมสวิทช์เปิด สัญญาณปลุกเสียงดนตรีก็จะเริ่มดังขึ้น

หลังจากนั้น 10 นาที จุดยอดของสะพานรูปพื้นปลาของเฟืองทั้งสอง จะมาจรดกันพอดี ณ ตำแหน่งนี้เฟืองหัวโมฆจะถูกดันร่นถอยลึกเข้าไปมากกว่าเดิมอีก ทำให้คานควบคุมสวิทช์ถูกดันไปจนสุดร่องบากบน ก็จะหลุดออกไปจากเครื่องกีดขวางคานควบคุมสวิทช์ จะเลื่อนต่ำลงไปในที่สุดแขนออกไฟฟ้าจะถูกปล่อยเป็นอิสระ สัญญาออกจะดังขึ้นมาแทนเสียงคนตรี

5. สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติ

สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติทำงานเหมือนกับฟิวส์ โดยจะติดตั้งอยู่ในวงจรไฟฟ้า เพื่อทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้าในวงจรจำนวนมากเกินไป จนอาจจะก่อให้เกิดอันตราย ข้อแตกต่างจากฟิวส์ก็คือ เมื่อสวิทช์ตัดวงจรไปแล้ว หากต้องการต่อวงจรใหม่หลังจากตรวจสอบซ่อมแซมสิ่งผิดปกติในวงจรแล้ว ก็สามารถทำได้ง่าย ๆ โดยเพียงแค่โยกไกที่สวิทช์ให้กลับไปอยู่ที่ตำแหน่งเปิดทำงานเท่านั้น ซึ่งต่างจากฟิวส์ที่ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งตัว นอกจากนี้ การแก้ไขตัดแปลงเพื่อให้สวิทช์ตัดวงจรทำงานรับกระแสไฟฟ้าที่มากกว่าขีดจำกัดของมัน ก็ไม่อาจกระทำได้ ซึ่งให้ผลดีในการที่จะต้องเลือกใช้ขนาดของสวิทช์ตัดวงจรที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกรณี โดยไม่มีการปะปนกัน ในสวิทช์ตัดวงจรแบบเก่านั้น การตัดวงจรจะอาศัยการ โกงงอตัว ของแถบโลหะต่างชนิดที่เชื่อมติดอยู่ด้วยกัน การ โกงงอนี้เป็นผลมาจากความร้อนที่เกิดขึ้น เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันมากเกินขีดจำกัด ทำให้แถบโลหะชนิดหนึ่งขยายตัวมากกว่าแถบโลหะอีกชนิดหนึ่ง สำหรับสวิทช์ตัดวงจรในปัจจุบันมีการทำงานตัดวงจรด้วยวิธีการ 2 อย่าง ร่วมกันคือ โดยอาศัยความร้อนและอำนาจแม่เหล็กหรือขดลวดแม่เหล็ก ซึ่งมีลูกเลื่อนหรือแกนกลางที่ถูกหน่วยเวลาการเคลื่อนที่ด้วยผลของความเสียดทานของไหล นอกจากนี้ยังมีการออกแบบให้สามารถทำงานรับกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัด ยังคงดำเนินต่อไป แล้วมันก็จะทำการตัดวงจรทันที หรือถ้าในกรณีของการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรมันจะทำการตัดวงจรภายในเวลา 1 ใน 100 ของวินาทีเท่านั้น

ผู้แสวงจรรวม ซึ่งมีการใช้สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติต่อรวมไว้ในวงจรแยกแต่ละวงจรเพื่อป้องกันกระแสในวงจรแยกมิให้สูงเกินขีดจำกัด ซึ่งถ้าผู้แสวงหน้าของผู้แสวงจรรวมแล้ว ก็เหมือนกับสวิทช์ไฟฟ้าอยู่มากมายหลายตัวนั่นเอง

การทำงานของสวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติด้วยอำนาจแม่เหล็ก ซึ่งมีช่วงหน่วงเวลา โดยอาศัยผลของความเสียดทานของไหล ขณะเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดที่พันอยู่โดยรอบหลอดที่มีของไหล บรรจุอยู่ภายในตราบเท่าที่กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดยังมีค่าน้อยกว่าค่าขีดจำกัดที่กำหนดไว้ แรงผลักของสปริงที่มีต่อลูกเลื่อน (หรือแกนกลาง) ได้ผลก็คือลูกเลื่อนจะหมุนอยู่กับที่เป็นกรณี เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดมีค่าเกินขีดจำกัด ดังเช่นในช่วงเริ่มต้นเดินในหม้อเตอร์ไฟฟ้าทำงานจากสภาพวะหยุดนิ่ง เป็นต้น ในลักษณะนี้ สนามแม่เหล็กจะเข้มข้นจนสามารถออกแรงชนะแรงต้านของสปริงได้ มีผลให้ลูกเลื่อนค่อย ๆ เคลื่อนตัวไปทางขวาอีกทั้งยังมีแรงต้านอันเกิดจากแรงเสียดทาน และแรงคืนครงที่ของไหลภายในหลอดกระทำต่อลูกเลื่อน ขณะเดียวกันนั้นมอเตอร์ก็จะหมุนเร็วขึ้น ซึ่งตามคุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้า ก็จะใช้กระแสไฟฟ้าน้อยลงกว่าเมื่อเริ่มต้นมาก สนามแม่เหล็กจึงอ่อนลงจนแพ้แรงคืนของสปริง ทำให้ลูกเลื่อนถูกสปริงดันกลับมาอยู่ทางซ้ายมือสุดเหมือนเดิม

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้ไหลผ่านขดลวด เป็นเวลานานเกินกว่าช่วงหน่วงเวลา ดังเช่นกรณีที่มีมอเตอร์ออกแรงบิดรับภาระเกินกว่ากำลังกำหนดของมัน หรือในกรณีที่มีกระแสไฟฟ้าจำนวนสูงมาก พอที่จะทำให้แรงดันของอำนาจแม่เหล็กมากจนเอาชนะแรงต้านของทั้งสปริงและของไหล ลูกเคลื่อนก็จะเคลื่อนตัวเข้ามาอยู่ภายในขดลวดทั้งหมด ซึ่งก็จะยิ่งช่วยเพิ่มอำนาจแรงดูดแม่เหล็กที่ส่งจากไปรอบ ๆ ขดลวดให้ยิ่งสูงขึ้นมาก ผลก็คือ มันจะคอยเอากันอาร์มาเจอร์เข้ามาใกล้กับกระเบื้องเคลือบต่าง ๆ ที่ติดอยู่กับกันอาร์มาเจอร์จะเคลื่อนตัวขึ้นติดวงจรทันที กรณีเมื่อเกิดการลัดวงจรทันที กรณีเมื่อเกิดการลัดวงจรขึ้น กระแสไฟฟ้าจำนวนมากมายมหาศาลจะทำให้เกิดสนิมแม่เหล็กความเข้มสูงยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งแรงดึงแม่เหล็กไปกระชากดึงเอากันอาร์มาเจอร์ถูกดูดเข้ามาติดแน่น กระเบื้องเคลือบจะถูกดันให้ขึ้นไปอยู่อยู่บนลูกกลิ้ง เพื่อปล่อยให้ตกลงมาจากตำแหน่งลัดวงจร พร้อมกันนั้นก็ทำให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกัน เป็นการตัดวงจรในตอนนั้น อำนาจแม่เหล็กที่ดูดกันอาร์มาเจอร์อยู่จะหมดลง ปล่อยให้กันอาร์มาเจอร์ให้ตกลงกลับมา พาให้กระเบื้องลัดตัวส่งมาวางบนลูกกลิ้ง พร้อมกันนั้นก็ส่งแรงดัน ไปอีกให้หวนกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งลัดวงจร

สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติ ชนิดที่ทำงานทั้งด้วยความร้อน และด้วยอำนาจแม่เหล็ก สวิตซ์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบนี้ จะมีชิ้นส่วนหลักยึดติดแน่นไว้กับแถบ โลหะคู่ ในกรณีที่มีกระแสเกินขีดจำกัดไหลผ่าน สวิตซ์เป็นเวลานานเกินกว่าช่วงเวลาที่ยอมให้ได้ แล้วความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้แถบ โลหะคู่ โค้งงอ (เนื่องจาก โลหะทั้ง 2 ขยี้ยึดตัวไม่เท่ากัน) ปลดกระเบื้องลัดให้เป็นอิสระ อันมีผลทำให้สัมผัสแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจร อีกทั้งยังมีผลทำให้ไกโยกพับลงไปอยู่ที่ตำแหน่งลัดวงจรด้วย ส่วนในกรณีที่มีกระแสไหลผ่านจำนวนมาก หรือในกรณีเกิดการลัดวงจรนั้น กระแสจำนวนมากดังกล่าวจะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็ก ความเข้มสูงมากอยู่โดยรอบแกน โลหะคู่ ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้แกนเหล็กที่แนบชิดอยู่กับแกน โลหะคู่กลายเป็นแม่เหล็กไปด้วย ยังให้แถบ โลหะคู่ถูกดูดด้วยแกนเหล็ก เกิดการ โค้งอย่างรวดเร็ว ปลดกระเบื้องลัดให้เป็นอิสระในทันทีดังนั้น ในกรณีนี้หน้าสัมผัสจะแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจรในทันทีทันใด โดยไม่มีช่วงหน่วงเวลาเหมือนกรณีที่มีแถบโลหะคู่ค่อย ๆ โค้งงอด้วยผลจากความร้อน

