โคมไฟส่องทางในสวนและสนามพลังงานแสงอาทิตย์ภายในที่พักอาศัย

(SOLAR POWERED PATHWAY LIGHT IN YARD)

นายชัยพัฒน์ [redacted]

A020712

วิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2535

เลขหมู่
เลขทะเบียน 945 020712
วัน เดือน ปี 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์เรื่อง โคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามพลังงานแสงอาทิตย์
ภายในที่พักอาศัย

ชื่อนักศึกษา.....นายชัยพัฒน์ อัจจนานนท์.....
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ปรียาพร วงศ์อนุครโรจน์..ฝ่ายข้อมูล
อาจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร.....ฝ่ายออกแบบ
อาจารย์เกษม เชาว์คี.....ฝ่ายออกแบบ
อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม.....ฝ่ายวิศวกรรม

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ได้ตรวจพิจารณาเห็นชอบแล้ว จึงอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ในระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2533

.....

(รศ.ดร. ปรียาพร วงศ์อนุครโรจน์)

คณบดี

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายชัยพัฒน์ ชัยนานนท์ 2535 ข

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยการออกแบบ **"โคมไฟส่องทางเดินในและสนามพลังงานแสงอาทิตย์ภายในที่พักอาศัย(SOLAR POWERED PATHWAY LIGHT IN YARD)"** เป็นโครงการที่เสนอขึ้นมา เพื่อที่จะทำการแก้ไข ปัญหาการขาดแคลนพลังงานและปัญหามลภาวะที่เป็นพิษ โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการพัฒนา แล้วจึงแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในตัวผลิตภัณฑ์ อันได้แก่ ปัญหาด้านการปกป้องชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ให้เกิดความเสียหายจากน้ำ, ฝุ่นละออง แมลงและความชื้น ปัญหาด้านความแข็งแรงในการติดตั้งประกอบ ปัญหาด้านความเหมาะสมในการใช้งานและการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยที่ผลิตภัณฑ์นี้จะทำงานโดยเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ในตอนกลางวัน เป็นเวลาเฉลี่ยประมาณ 8 ชั่วโมง เพื่อที่จะประจุเก็บไว้ในแบตเตอร์รี่ เมื่อถึงเวลากลางคืนตัว SENSOR ซึ่งทำหน้าที่ในการวัดปริมาณของแสง ก็จะยอมให้กระแสไฟฟ้าที่ประจุเก็บไว้ในแบตเตอร์รี่จ่ายให้แก่หลอดไฟเพื่อการส่องสว่าง โดยแสงจะส่องสาดลงบนพื้นผิวทางเดินและบริเวณใกล้เคียงในสวนและสนามภายในที่พักอาศัย เพื่อความสะดวกในการเดินและความสวยงาม การทำงานจะเป็นเช่นนี้ไปทุกวัน จนกว่าจะหมดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์ การติดตั้งจะติดตั้งอยู่สูงจากพื้นดิน 50 ซม โดยมีขาติดตั้งปักลงไปในดิน และมีขาตั้งเสริมช่วยในการเสริมความแข็งแรง แสงที่สาดส่องลงบนพื้นผิวทางเดิน และบริเวณใกล้เคียงจะกินเนื้อที่เป็นรูปวงกลมมีรัศมีในการกระจายแสงประมาณ 2-3 เมตร การออกแบบรูปทรงจะใช้รูปทรงกลม, กระบอก,กรวยเป็นหลัก โดยมีการวางแผนของแผงเซลแสงอาทิตย์ไว้ในส่วนบนของตัวผลิตภัณฑ์ ส่วนอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในระบบจะรวมอยู่ส่วนกลางของตัวผลิตภัณฑ์เพื่อความสมดุลในการกระจายน้ำหนักและความเหมาะสมกับระบบวัสดุที่ใช้เป็นพลาสติก ซึ่งจะทำให้มีน้ำหนักเบาและสามารถประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ได้ง่ายด้วย RIBS จึงทำให้สะดวกในการประกอบขนย้าย และขนส่งในการจัดจำหน่าย อีกทั้งยังมีความเหมาะสมในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

โคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามพลังงานแสงอาทิตย์ภายในที่พักอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากจะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงาน และปัญหามลภาวะที่เป็นพิษและยังช่วยเป็นแนวทางที่จะมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ให้ใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์กันมากขึ้นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง"โคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามพลังงานแสงอาทิตย์ภายในที่พักอาศัย" สำเร็จได้โดย เพราะความช่วยเหลือให้ความอุปถัมภ์งานออกแบบจึงสำเร็จได้ด้วยดี ผู้จัดนำเสนองานวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ

- คุณพ่อวิเชียร อัจจนานนท์
- คุณแม่น้อย มีมา
- คุณเอื้อมพร อัจจนานนท์

ในการสนับสนุนและส่งเสริมให้การศึกษาในระดับปริญญา

ทางด้านข้อมูลเสนอแนะและการออกแบบ

- รองศาสตราจารย์ ดร. ปรียาพร วงอนุตรโรจน์
- อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร
- อาจารย์เกษม เชาว์คี
- อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

ในการเสนอแนะ แนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการวิจัย, ทางการออกแบบและทางด้านวิศวกรรม ให้สำเร็จลุล่วงไปได้โดยดี ตลอดมา ขอบคุณเจ้าหน้าที่ และผู้เกี่ยวข้อง

- นายสิวะ สร้อยระย้า องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
- เจ้าหน้าที่บริการขายของบริษัท ฟอร์เทรส อิมปอร์ต เอ็กซ์ปอร์ต จำกัด

ในการให้ข้อมูลที่สนับสนุนและเกี่ยวข้องกับการออกแบบในส่วนต่างๆที่ต้องการ

- บรรณารักษ์ประจำห้องสมุด หอสมุดกลาง ส.จ.ล., ห้องสมุดคณะครุศาสตร์

แหล่งข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาข้อมูลในส่วนต่าง ๆ

ขอขอบคุณบุคคลที่ให้กำลังใจในการทำงาน

- เพื่อน ๆทุกคนที่ให้กำลังใจในการช่วยฟันฝ่าอุปสรรค
- บุคคลที่ให้ความรักและกำลังเป็นการส่วนตัว
- สมาชิกชมรมชาวเหนือหัวตะเข้ทุกคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง หน้า

-แบบอนุมัติวิทยานิพนธ์.....ก
-บทคัดย่อ.....ข
-กิตติกรรมประกาศ.....ง
-สารบัญ.....จ
-สารบัญตารางประกอบ.....ฉ
-สารบัญภาพประกอบ.....ฌ
-สารบัญแผนภูมิ.....ธ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาของการนำเสนอโครงการ.....1
1.1.1 หลักการในการนำเสนอโครงการ.....1
1.1.2 เหตุผลของการนำเสนอโครงการ.....2
1.2 วัตถุประสงค์ของการนำเสนอโครงการ.....2
1.3 ความเป็นมาและแนวทางการแก้ปัญหา.....3
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....10
1.5 ขอบเขตของงานออกแบบ.....11
1.6 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล.....11
1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการออกแบบ.....12

บทที่ 2 การศึกษาข้อมูล

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสวนภายในที่พักอาศัย.....13
2.1.1 ประวัติความเป็นมาของการจัดสวน.....13
2.1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดสวน.....23
2.1.3 รูปแบบต่าง ๆของการจัดสวน.....23
2.1.4 ข้อมูลต่าง ๆในการออกแบบจัดสวน.....28
2.1.5 โครงสร้างและฐานรากของสวน.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง หน้า

2.1.6 ลักษณะผิวของวัสดุจัดสวน.....29
2.1.7 การประดับและตกแต่งสวน.....31
2.1.8 ขนาดของต้นไม้.....34
2.1.9 หลักศิลปในการออกแบบ.....37
2.1.10 ขั้นตอนการออกแบบสวน.....42
2.1.11 การดูแลรักษาสวน.....47
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพรรณไม้และสวนสนามหญ้าภายในที่พักอาศัย.....57
2.2.1 พรรณไม้ที่เหมาะสม.....57
2.2.2 สนามหญ้า.....61
2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแสง.....88
2.3.1 การแบ่งเทหวัตถุในวิชาแสง.....88
2.3.2 ตัวกลาง.....88
2.3.3 รังสีของแสงและลำแสง.....89
2.3.4 เงา.....90
2.3.5 การส่งผ่านของลำแสง.....90
2.3.6 เหตุที่ทำให้เกิดการมองเห็น.....90
2.3.7 ส่วนประกอบของวัตถุที่ทำให้เรามองเห็น.....91
2.3.8 สีของแสง.....92
2.3.9 แหล่งกำเนิดแสง.....93
2.3.10 หน่วยวัดแสง.....94
2.3.11 อัตราการสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ.....98
2.3.12 ปริมาณไฟฟ้าในการใช้งานในส่วนต่าง ๆ.....99
2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหลอดไฟ.....100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

2.4.1 ชนิดของหลอดไฟ.....100
2.4.2 คุณภาพของหลอดชนิดต่าง ๆ.....103
2.4.3 การใช้งานของหลอดแต่ละประเภท.....106
2.4.4 หลอดประหยัดพลังงาน.....108
2.4.5 แอลอีดี:ไดโอดเปล่งแสง.....109
2.5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเซลแสงอาทิตย์.....112
2.5.1 ประวัติความเป็นมา.....112
2.5.2 เซลแสงอาทิตย์.....112
2.5.3 ข้อดีของการใช้เซลแสงอาทิตย์.....115
2.5.4 ความมั่นคงเชื่อถือได้ของงานที่ใช้เซลแสงอาทิตย์...116
2.5.5 ระบบการใช้งานเซลแสงอาทิตย์.....120
2.5.6 คุณสมบัติของเซลแสงอาทิตย์ในงานการค้า.....122
2.5.7 ผลกระทบบรรยากาศโลกต่อการแผ่รังสีแสงอาทิตย์..123
2.6 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ร่วมในระบบเซลแสงอาทิตย์.....130
2.6.1 ส่วนเก็บพลังงานสะสม.....131
2.6.2 แบตเตอร์รี่.....131
2.6.3 ข้อพิจารณาเกี่ยวกับแบตเตอร์รี่ในระบบ
การใช้งานเดี่ยว.....138
2.6.4 วงจรควบคุมกำลังและเปลี่ยนรูปพลังงาน.....140
2.6.5 วงจรประจุไฟฟ้าให้แบตเตอร์รี่ในรูปแบบหนึ่ง.....140
2.7 ความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมการทำงาน.....142
2.7.1 สวิตช์.....142
2.7.2 วงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสงรูปแบบที่ 1.....144
2.7.3 วงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสงรูปแบบที่ 2.....145

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

2.8 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการติดตั้งโคมไฟภายในสวน
และสนามหญ้า.....147
2.8.1 การกำหนดทางเดินภายในสวนและสนามหญ้า.....147
2.8.2 แสงไฟภายในสวน.....152
2.9 ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง.....156
2.9.1 ชิ้นส่วนต่าง ๆของผลิตภัณฑ์เดิม.....156
2.9.2 หลักการทำงานของผลิตภัณฑ์.....159
2.9.3 วงจรอิเลคทรอนิคส์ในผลิตภัณฑ์.....161
2.9.4 อุปกรณ์ต่าง ๆที่ใช้ในวงจร.....164
2.9.5 วงจรพิมพ์.....173
2.9.6 ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียง.....173
2.9.7 ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียง.....175
2.10 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้าง.....176
2.10.1 หน้าที่ของโครงสร้าง.....177
2.10.2 แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุประกอบ
เป็นโครงสร้าง.....177
2.10.3 รูปทรงเบื้องต้นโครงสร้าง.....179
2.11 ความรู้เกี่ยวกับวัสดุ.....181
2.11.1 โลหะแผ่น.....181
2.11.2 ไฟเบอร์กล๊าส.....184
2.11.3 พลาสติก.....186
2.11.4 ยาง.....193
2.12 ความรู้เกี่ยวกับการส่งเสริมผลิตภัณฑ์เพื่อการจัดจำหน่าย.....196
2.12.1 บรรจุภัณฑ์.....196

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

2.12.2 วัสดุบรรจุภัณฑ์.....197
2.12.3 วัสดุภัณฑ์กับการออกแบบ.....198
2.12.4 วัตถุประสงค์ของการออกแบบบรรจุภัณฑ์.....201
2.12.5 การออกแบบกราฟฟิค.....201
2.13 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบ.....205
2.14 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจิตวิทยาการใช้สี สีสรร
และการตกแต่ง.....216
2.14.1 การใช้กราฟฟิคบนตัวผลิตภัณฑ์.....216
2.14.2 การใช้สีบนตัวผลิตภัณฑ์.....216
2.14.3 เทคนิคการใช้สี.....219
2.14.4 สีกับความรู้สึก.....220
2.14.5 การตกแต่งพลาสติก.....222
2.14.6 ข้อแนะนำการใช้สี.....225
2.14.7 สีของแสง.....226
2.14.8 ความสัมพันธ์ของแสงกับตา.....227
2.14.9 ความจำกัดอิทธิพลของสี.....227
2.14.10 สีวัตถุภายใต้แสงสี.....227
2.14.11 ขอบเขตและความไวในการรับสีของประสาทตา...228
บทที่ 3 วิธีดำเนินการและรวบรวมข้อมูล
3.1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล.....229
3.1.1 การศึกษาภาคเอกสาร.....229
3.1.2 การสัมภาษณ์.....229
3.1.3 การศึกษาจากของจริง.....229
3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล.....229

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

3.2.1 ข้อมูลบุคคล.....229
3.2.2 ข้อมูลจากสถานที่.....230
3.2.3 ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง.....230
3.3 สรุปการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน.....230
3.3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องสวนภายในที่พักอาศัย.....230
3.3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับพรรณไม้และสนามหญ้าภายในที่พักอาศัย.....233
3.3.3 ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องแสง.....234
3.3.4 ข้อมูลเกี่ยวกับหลอดไฟ.....234
3.3.5 ข้อมูลเกี่ยวกับเซลแสงอาทิตย์.....234
3.3.6 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ร่วมในระบบเซลแสงอาทิตย์...235
3.3.7 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบควบคุมการทำงาน.....235
3.3.8 ข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้งโคมไฟภายในสวนและสนามหญ้า.....236
3.3.9 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง...236
3.3.10 ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง.....239
3.3.11 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ.....239
3.3.12 ข้อมูลเกี่ยวกับการส่งเสริมผลิตภัณฑ์เพื่อการจัดจำหน่าย.....239
3.3.13 ข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบ.....240
3.3.14 ข้อมูลเกี่ยวกับจิตวิทยาการใช้สี.....240

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์เกี่ยวข้องกับระบบการทำงาน.....241
4.1.1 การวิเคราะห์รูปแบบของเซลแสงอาทิตย์.....242

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

4.1.2 การวิเคราะห์รูปแบบของแบตเตอร์รี่.....243
4.1.3 การวิเคราะห์รูปแบบของวงจร.....244
4.1.4 การวิเคราะห์รูปแบบของหลอดไฟ.....245
4.1.5 การวิเคราะห์รูปแบบของสวิตชควบคุมระบบ.....246
4.1.6 การวิเคราะห์ตำแหน่งของเซลแสงอาทิตย์ และ
หลอด LDR.....247
4.1.7 การวิเคราะห์ตำแหน่งของแบตเตอร์รี่,แผงวงจร
และหลอดไฟ.....248
4.1.8 การวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิตช์.....249
4.2 การวิเคราะห์เกี่ยวข้องกับการติดตั้งประกอบอุปกรณ์ของระบบ
การทำงาน.....250
4.2.1 การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบ
เซลแสงอาทิตย์.....250
4.2.2 การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบแบตเตอร์รี่
แผงวงจรและสวิตช์ควบคุมระบบ.....251
4.2.3 การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบหลอดไฟ.....252
4.2.4 การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบขาติดตั้ง.....253
4.3 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ.....254
4.3.1 การวิเคราะห์รูปทรงของโคมไฟ.....254
4.3.2 การวิเคราะห์ตำแหน่งของช่องระบายอากาศ.....255
4.3.3 การวิเคราะห์รูปทรงของช่องระบายอากาศ.....256
4.3.4 การวิเคราะห์ตำแหน่งของครีบแสง.....257
4.3.5 การวิเคราะห์รูปแบบของครีบแสง.....258

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

4.3.6 การวิเคราะห์รูปแบบของการประกอบแต่ละชิ้นส่วนในผลิตภัณฑ์.....259
4.3.7 การวิเคราะห์ตำแหน่งของขาติดตั้ง.....260
4.3.8 การวิเคราะห์รูปแบบของขาติดตั้ง.....261
4.3.9 การวิเคราะห์รูปแบบการประกอบขาติดตั้งกับขาตั้งเสริม.....262
4.4 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....263
4.4.1 การวิเคราะห์วัสดุโครงสร้างตัวโคม.....263
4.4.2 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง.....264
4.4.3 การวิเคราะห์วัสดุส่วนที่โปร่งใส.....265
4.4.4 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำฝาครอบเซลแสงอาทิตย์และBODYส่วนล่าง.....266
4.4.5 การวิเคราะห์วัสดุโครงสร้างส่วนขาติดตั้ง.....267
4.4.6 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำขาติดตั้ง.....268
4.4.7 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต.....269
4.5 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการใช้สี.....270
สรุป การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่การออกแบบ.....271
4.6 การสังเคราะห์ข้อมูล.....273
4.6.1 การสังเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงาน.....273
4.6.2 การสังเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งประกอบอุปกรณ์ข้องระบบการทำงาน.....274
4.6.3 การสังเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ.....275
4.6.4 การสังเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....276

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

4.6.5 การสังเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการใช้สี.....277

บทที่ 5 การนำเสนอผลงาน สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 การนำเสนอผลงาน.....278

5.1.1 การนำเสนอแนวความคิดเบื้องต้นของการออกแบบ..279

5.1.2 การนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์.....281

5.1.3 การนำเสนอในลักษณะการเขียนแบบเพื่อการผลิต...284

5.1.4 การนำเสนอในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง.....287

5.2 สรุปผลการวิจัย.....290

5.3 ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน.....292

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์.....293

บรรณานุกรม

ประวัติผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางประกอบ

ตาราง หน้า

ตารางประกอบบทที่ 2

2.1 ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะสม
ต่อการเจริญเติบโตของหญ้าสนามบางชนิด.....65
2.2 ระดับความทนทานต่อสภาพดินเค็มของหญ้าสนามบางชนิด.....66
2.3 เปรียบเทียบความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งของหญ้า
สนามบางชนิด.....75
2.4 เปรียบเทียบอัตราการซึมของน้ำลงในดินที่มีลักษณะเนื้อดิน
และความลาดเอียงแตกต่างกัน.....78
2.5 แสดงอัตราการสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ.....98
2.6 แสดงปริมาณในการใช้งานแสงไฟในส่วนต่าง ๆ.....99
2.7 แสดงชนิดและคุณภาพของหลอดไฟชนิดต่าง ๆ.....104
2.8 COLOR TONE OF LIGHT ของหลอดฟลูออเรสเซนต์.....105
2.9 แสดงชนิดและคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดต่าง ๆ
ที่สามารถนำเข้ามาสร้างเซลแสงอาทิตย์ได้.....114
2.10 แสดงความจุในการจ่ายกระแสของเซลที่ให้จ่ายกระแส
ในเวลาต่าง ๆกัน.....135
2.11 แรงดันในการชาร์จและความถ่วงจำเพาะของแบตเตอร์รี่
ชนิดต่างๆ.....136
2.12 แบตเตอร์รี่ชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีการพัฒนามาใช้ในการเก็บ
พลังงาน.....138
2.13 แสดงคุณสมบัติทางโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่าง ๆ.....179
2.14 ขนาดมาตราฐานโลหะแผ่น(UNOTED STATES STEEL).....182
2.15 ความหนาและเกณฑ์ความคาดเคลื่อน.....183
2.16 แสดงการสะท้อนของแสง.....225

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางประกอบ(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ตารางประกอบบทที่ 4

4.1 วิเคราะห์รูปแบบของเซลแสงอาทิตย์.....242
4.2 วิเคราะห์รูปแบบของแบตเตอร์รี่.....243
4.3 วิเคราะห์รูปแบบของวงจร.....244
4.4 วิเคราะห์รูปแบบของหลอดไฟ.....245
4.5 วิเคราะห์รูปแบบของสวิตช์ควบคุมระบบ.....246
4.6 วิเคราะห์ตำแหน่งของเซลแสงอาทิตย์และหลอด LDR.....247
4.7 วิเคราะห์ตำแหน่งของแบตเตอร์รี่,วงจรและหลอดไฟ.....248
4.8 วิเคราะห์ตำแหน่งของสวิตช์.....249
4.9 วิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบเซลแสงอาทิตย์.....250
4.10 วิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบแบตเตอร์รี่,แผงวงจร และหลอดไฟ.....251
4.11 วิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบหลอดไฟ.....252
4.12 วิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบขาติดตั้ง.....253
4.13 วิเคราะห์รูปทรงของโคมไฟ.....254
4.14 วิเคราะห์ตำแหน่งของช่องระบายอากาศ.....255
4.15 วิเคราะห์รูปแบบของช่องระบายอากาศ.....256
4.16 วิเคราะห์ตำแหน่งของครีบแสง.....257
4.17 วิเคราะห์รูปแบบของครีบแสง.....258
4.18 วิเคราะห์รูปแบบการประกอบแต่ละชิ้นส่วนในผลิตภัณฑ์.....259
4.19 วิเคราะห์ตำแหน่งของขาติดตั้ง.....260
4.20 วิเคราะห์รูปแบบของขาติดตั้ง.....261
4.21 วิเคราะห์รูปแบบการประกอบขาติดตั้งกับขาตั้งเสริม.....262
4.22 วิเคราะห์วัสดุโครงสร้างตัวโคม.....263

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางประกอบ(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.23 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง.....264
4.24 วิเคราะห์วัสดุส่วนที่โปร่งใส.....265
4.25 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำฝาครอบเซลแสงอาทิตย์
และ BODY ส่วนล่าง.....266
4.26 วิเคราะห์วัสดุโครงสร้างส่วนขาติดตั้ง.....267
4.27 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำขาติดตั้ง และส่วนเสริม.....268
4.28 วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต.....269

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่ หน้า

ภาพประกอบบทที่ 1

1.1 ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์เดิม....3

1.2 แสดงปัญหาการป้องกันฝุ่นละออง....4

1.3 แสดงปัญหาการป้องกันน้ำ....5

1.4 แสดงปัญหาการติดตั้ง....6

1.5 แสดงปัญหาการรับแสงของแผงเซลแสงอาทิตย์ และหลอด LDR....7

1.6 แสดงปัญหาการสั่งเกตมองเห็นสวิตช์ควบคุม....8

1.7 แสดงปัญหาการประกอบในแต่ละชิ้นส่วน....9

ภาพประกอบบทที่ 2

2.1 แสดงการจัดสวนแบบจีน....15

2.2 แสดงการจัดสวนแบบญี่ปุ่น....18

2.3 แสดงการจัดสวนแบบตะวันตก....20

2.4 แสดงการจัดสวนแบบไทย....22

2.5 แสดงความรู้สึกของเส้นต่าง ๆ....39

2.6 แสดงตัวอย่างการเขียนแปลน....44

2.7 แสดงตัวอย่างการเขียนรูปตัด....45

2.8 แสดงตัวอย่างการเขียนทัศนียภาพ....46

2.9 แสดงตัวอย่างหัวฉีดพ่นน้ำแบบต่าง ๆ....85

2.10 แสดงลักษณะของลำแสง....89

2.11 แสดงแถบสีของสีขาว....92

2.12 แสดงมุมต้น....94

2.13 แสดงเซลแสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรมและขนาน....118

2.14 แสดงระบบ การต่อแผงเซลแสงอาทิตย์พร้อมกับซันติไดโอด...119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.15 แสดงระบบการใช้งานทั่วไปของเซลแสงอาทิตย์.....120
2.16 ลักษณะเซลแสงอาทิตย์.....122
2.17 แสดงค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนมกราคม.126
2.18 แสดงค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนเมษายน.127
2.19 แสดงค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนกรกฎาคม128
2.20 แสดงค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนตุลาคม..129
2.21 แสดงวงจรตัวอย่างของเซลแสงอาทิตย์ในระบบใช้งานเดี่ยว..139
2.22 แสดงลักษณะของวงจรประจุไฟฟ้าให้แบตเตอร์รี่.....142
2.23 แสดงลักษณะของวงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสง รูปที่ 1.....144
2.24 แสดงลักษณะของวงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสง รูปที่ 2.....146
2.25 แสดงตัวอย่างในการจัดวางทางเดิน.....149
2.26 แสดงตัวอย่างในการจัดวางทางเดิน.....150
2.27 แสดงตัวอย่างในการจัดวางทางเดิน.....151
2.28 ลักษณะของไฟตามทางเดิน.....152
2.29 ลักษณะของไฟที่ทำให้เกิดรูปทรง.....153
2.30 ลักษณะของไฟที่ทำให้เกิดแสงเงาข้างผนัง.....153
2.31 ลักษณะของไฟทำให้เกิดแสงเงาที่พื้น.....154
2.32 ลักษณะของไฟทำให้เกิดแสงเงาข้างบน.....154
2.33 แสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ 1.....157
2.34 แสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ 2.....157
2.35 แสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ 3.....158
2.36 แสดงลักษณะของวงจร.....162
2.37 แสดงลายวงจรพิมพ์.....163
2.38 แสดงตำแหน่งการวางอุปกรณ์.....163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.39 ลักษณะสัญลักษณ์ของตัวต้านทานชนิดค่าคงที่.....164
2.40 ลักษณะตัวต้านทานชนิดค่าคงที่และโครงสร้างภายใน.....165
2.41 ลักษณะสัญลักษณ์ของตัวต้านทานชนิดเลือกค่าได้.....165
2.42 ลักษณะสัญลักษณ์ของเทอร์มิสเตอร์.....166
2.43 ลักษณะสัญลักษณ์ของวาริเตอร์.....167
2.44 ลักษณะของตัวต้านทานไวแสง.....167
2.45 ลักษณะสัญลักษณ์ของไดโอด.....168
2.46 ลักษณะสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์.....168
2.47 แสดงการเชื่อมต่อของสารกึ่งตัวนำชนิด P-TYPE และ N-TYPE สองชุด เหมือนกับนำไดโอดสองตัวมาต่อกัน.....169
2.48 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และ PNI.....170
2.49 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์.....171
2.50 ลักษณะสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ต่าง ๆ.....172
2.51 แสดงโคมไฟนิรภัยพลังงานแสงอาทิตย์.....175
2.52 แสดงโคมไฟบันไดในสนามพลังงานแสงอาทิตย์.....176
2.53 แสดงภาพขยายอัตราส่วนของมนุษย์.....207
2.54 แสดงสัดส่วนความต้องการช่องว่างระหว่างผนัง.....207
2.55 แสดงสัดส่วนความต้องการช่องว่างของกลุ่ม.....207
2.56 แสดงการจัดก้าวเดินของมนุษย์.....207
2.57 แสดงขนาดสัดส่วนท่ายืนด้านข้างของผู้ใหญ่เพศชายทั่วไป.....208
2.58 แสดงขนาดสัดส่วนท่ายืนด้านข้างของผู้ใหญ่เพศหญิงทั่วไป.....209
2.59 แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขพื้นฐานเกี่ยวกับสายตามนุษย์.....210

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.60 แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขการวัดขนาดสัดส่วนของมือผู้ชาย ผู้หญิงและเด็ก.....211
2.61 แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศชายขณะที่แผงควบคุม.212
2.62 แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศหญิงขณะที่แผงควบคุม.213
2.63 แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศชายขณะนั่งโต๊ะ ควบคุมการทำงาน.....214
2.64 แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศหญิงขณะที่นั่งโต๊ะพิมพ์.215

ภาพประกอบบทที่ 5

5.1 แสดงแบบนำเสนอแนวความคิดเบื้องต้นของการออกแบบ 1...279
5.2 แสดงแบบนำเสนอแนวความคิดเบื้องต้นของการออกแบบ 2...280
5.3 แสดงแบบนำเสนอแนวความคิดเบื้องต้นของการออกแบบ 3...280
5.4 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 1.....281
5.5 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 2.....281
5.6 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 3.....282
5.7 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 4.....282
5.8 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 5.....283
5.9 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 6.....283
5.10 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบ เพื่อการผลิต 1.....284
5.11 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบ เพื่อการผลิต 2.....284
5.12 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบ เพื่อการผลิต 3.....285

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

5.13 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบ
เพื่อการผลิต 4.....285
5.14 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบ
เพื่อการผลิต 5.....286
5.15 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบ
เพื่อการผลิต 6.....286
5.16 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง 1...287
5.17 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง 2...287
5.18 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง 3...288
5.19 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง 4...288
5.20 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง 5...289
5.21 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง 6...289

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ หน้า

แผนภูมิประกอบบทที่ 2

2.1 แสดงระบบการใช้งานเซลแสงอาทิตย์.....113

2.2 แสดงสเปรกตรัมสุริยะนอกชั้นบรรยากาศและที่ระดับพื้นดิน.....123

2.3 แสดงระบบการจ่ายและสะสมพลังงานโดยใช้ระบบแผงเซล แสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานหลัก.....130

2.4 แสดงผลของอุณหภูมิในการใช้งานแบตเตอร์รี่.....130

2.5 แสดงแผนผังการทำงานของผลิตภัณฑ์.....159

2.6 แสดงแผนผังการทำงานของผลิตภัณฑ์.....160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของการนำเสนอโครงการ

1.1.1 หลักการในการนำเสนอโครงการ

จากปัญหาแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในโลกเริ่มจะหมดลง หลายฝ่ายต่างพยายามที่จะหาวิธีที่จะประหยัดพลังงานต่าง ๆ และหาแหล่งพลังงานทดแทน เช่น ถ่านหิน น้ำตก, พลังงานนิวเคลียร์, พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น

ในปัจจุบันหลายฝ่ายต่างหันมาสนใจในพลังงานแสงอาทิตย์ จึงมีการค้นคว้าหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการที่จะเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานกล พลังงานไฟฟ้า หรือพลังงานเคมี เพื่อใช้ให้เป็นประโยชน์ทั้งทางชีววิทยา ทางการแพทย์ ทางการเกษตร ทางการอุตสาหกรรม และที่อยู่อาศัย

แหล่งกำเนิดพลังงานของโลกสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มคือ

1.1.1.1 เชื้อเพลิงซากพืชซากสัตว์ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ

1.1.1.2 การสังเคราะห์แสง เช่น ไม้ กากวัสดุเกษตร พลังงานคนและสัตว์

1.1.1.3 รังสีแสงแดด เช่น ความร้อน ลมคลื่น พลังงานน้ำ

1.1.1.4 พลังงานความร้อนใต้พิภพ

1.1.1.5 พลังงานนิวเคลียร์

จะเห็นได้ว่าพลังงานส่วนใหญ่ได้มาจากพลังงานแสงอาทิตย์ (ยกเว้นพลังงานความร้อนใต้พิภพและพลังงานนิวเคลียร์)พลังงานเหล่านี้ส่วนหนึ่งอยู่ในลักษณะเข้มข้น เช่น น้ำมัน ถ่านหิน ซึ่งใช้เวลาสะสมนับล้านปี แต่กำลังถูกใช้หมดลงภายใน สองหรือสามร้อยปี อีกส่วนหนึ่งอยู่ในลักษณะเจือจาง หรือกระจัดกระจายและไม่แน่นอนได้แก่ ลมและแสงแดด จึงต้องใช้เครื่องมือขนาดใหญ่ดักจับพลังงานเหล่านี้ และเก็บไว้ในรูปลักษณะเข้มข้น วิธีการนี้มีข้อดีคือ ลมและแสงแดด เป็นพลังงานที่ได้มาเปล่าไม่มีวันหมด มีอยู่ทั่วไป และไม่เป็นมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม และปัญหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน ก็จะสามารถแก้ไขโดยการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ทดแทน ซึ่งเป็นพลังงานที่ไม่มีวันหมด และไม่ทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

1.1.2 เหตุผลของการเสนอโครงการ

โคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามภายในที่พักอาศัยนั้น แต่เดิมจะใช้พลังงานจากกระแสไฟฟ้า ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ สิ้นเปลืองพลังงานในการใช้งาน, ต้องมีการเดินต่อท่อร้อยสายไฟทำให้เกิดความยุ่งยากในการติดตั้งซ่อมบำรุงและสิ้นเปลือง, การควบคุมปิดเปิดทำได้โดยการปิดเปิดสวิตช์ควบคุมซึ่งในด้านพฤติกรรมอาจจะมีการหลงลืมหรือสะเพร่าในการควบคุมปิดเปิด ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานโดยใช่เหตุได้ จึงน่าที่จะนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาจ่ายกระแสไฟฟ้ากับโคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามภายในที่พักอาศัย แทนกระแสไฟฟ้าที่ใช้อยู่แต่เดิมจึงจะให้ประโยชน์ทั้งทางด้านการประหยัดพลังงานและสะดวกในการติดตั้งซ่อมบำรุงอีกทั้งยังสะดวกในการใช้งานควบคุมการปิดเปิด

ดังนั้นวิทยานิพนธ์ เรื่อง"**โครงการออกแบบปรับปรุงโคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนาม พลังงานแสงอาทิตย์ ภายในที่พักอาศัย**" นี้ จึงมีขึ้นเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้น และเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มีประโยชน์ใช้สอยและความเหมาะสมกับการใช้งาน มากยิ่งขึ้นอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการนำเสนอโครงการ

จากการศึกษาถึงโคมไฟส่องทางในสวนและสนามพลังงานแสงอาทิตย์ภายในที่พักอาศัย ทำให้การดำเนินงานของโครงการนี้ได้กำหนด เพื่อที่จะให้เป็นแนวทางในการดำเนินงานได้ดังนี้ คือ

1.2.1 เพื่อออกแบบปรับปรุงโคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามพลังงานแสงอาทิตย์ ภายในที่พักอาศัย

1.2.2 เพื่อออกแบบพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 เพื่อออกแบบให้ลดปัญหาข้างเคียงที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์เดิม

1.2.4 เพื่อออกแบบให้มีความสวยงามเหมาะแก่การตกแต่งสวนและสนามภายในที่พักอาศัย

1.2.5 เพื่อออกแบบให้มีวัสดุที่เหมาะสม และสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

1.3 ความเป็นมาและแนวทางการแก้ปัญหา

จากการศึกษาโดยทั่วไปของโคมไฟส่องทางเดินในสวน และสนามพลังงานแสงอาทิตย์ภายในที่พักอาศัยโดยละเอียด ทำให้สามารถมองเห็นปัญหาและวางแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้ดังต่อไปนี้

ภาพที่ 1.1 ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.1 **ปัญหาป้องกันฝุ่นละออง**

ปัญหาที่เกิดขึ้น ฝาครอบแผงเซลแสงอาทิตย์เป็นพลาสติกใส มีลักษณะเป็นพื้นราบมีความโค้งนูนเล็กน้อย ทำให้เกิดปัญหาของการเกาะจับฝุ่นละออง และอาจมีวัสดุอื่นที่มาจับติดปิดฝาครอบแผงเซลแสงอาทิตย์ ทำให้เซลแสงอาทิตย์และ LDR ได้รับแสงไม่เต็มที่

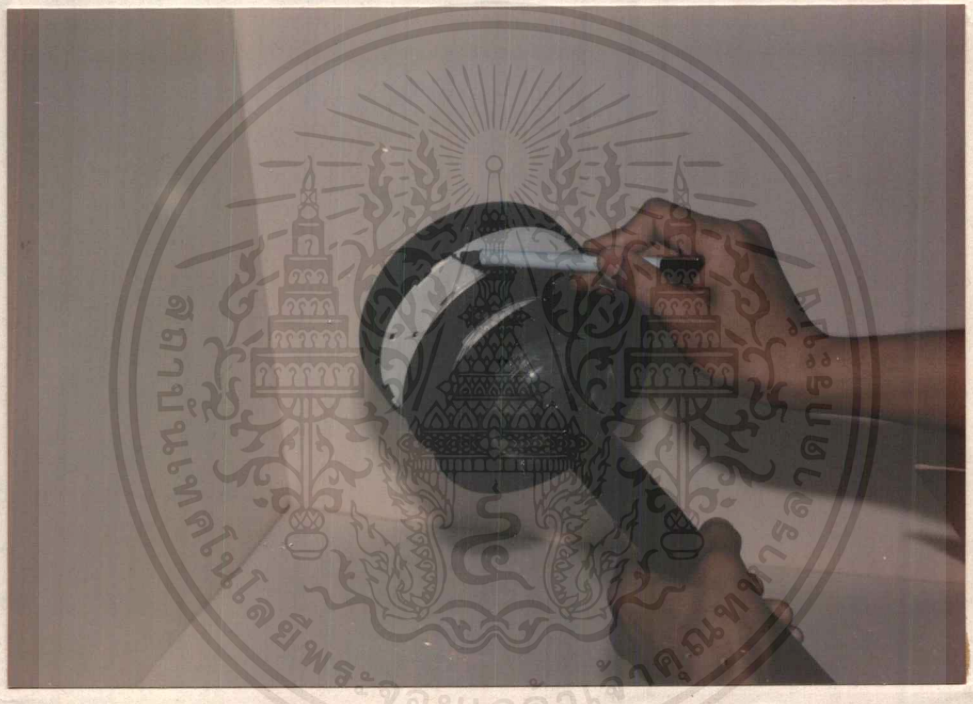
ภาพที่ 1.2 ภาพแสดงปัญหาการป้องกันฝุ่นละออง

แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบให้มีความโค้งนูนสูงมากขึ้น เพื่อไม่ให้ฝุ่นละอองหรือวัสดุอื่นมาเกาะจับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ปัญหาการป้องกันน้ำ

ปัญหาที่เกิดขึ้น ใน BODY ส่วนบน มีช่องระบายของอากาศอยู่, จุดประกอบระหว่างฝาครอบเซลแสงอาทิตย์ และจุดประกอบระหว่าง BODY ส่วนกลาง และ BODY ส่วนบน มีช่องว่างระหว่าง RIBS อยู่ทำให้น้ำสามารถกระเซ็นเข้าไปทำให้ชิ้นส่วนภายในเสียหายได้



ภาพที่ 1.3 ภาพแสดงปัญหาการป้องกันน้ำ

แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบให้ช่องระบายอากาศมีลิ้นบังป้องกันน้ำกระเซ็นเข้าและช่องว่างในการประกอบระหว่างจุดต่าง ๆ ออกแบบให้มีลิ้นบังป้องกันน้ำกระเซ็นเข้าเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 ปัญหาการติดตั้ง

ปัญหาที่เกิดขึ้น การติดตั้งโดยการใช้เสาขาติดตั้งเสียบลงไปในพื้นดิน อาจจะล้มทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายได้ หากมีน้ำหนักหรือแรงมากระทำทางด้านข้างข้างใดข้างหนึ่ง

ภาพที่ 1.4 ภาพแสดงปัญหาการติดตั้ง

แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบให้มีส่วนช่วยค้ำเสาขาเพิ่มเพื่อช่วยรับน้ำหนักหรือแรงกระแทกจากด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.4 ปัญหาการรับแสงของแผงเซลแสงอาทิตย์ และ LDR

ปัญหาที่เกิดขึ้น แผงเซลแสงอาทิตย์ และ LDR วางอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำเกินไป คือส่วนขอบของ BODY ส่วนบนเป็นสันขึ้นมา อาจทำให้แผงเซลแสงอาทิตย์และ LDR ได้รับแสงไม่เต็มที่ หากแสงอาทิตย์ที่ส่องมากระทบ ส่องมาในทิศทางเฉียงหรือต่ำ เช่น ตอนเช้า หรือตอนเย็น

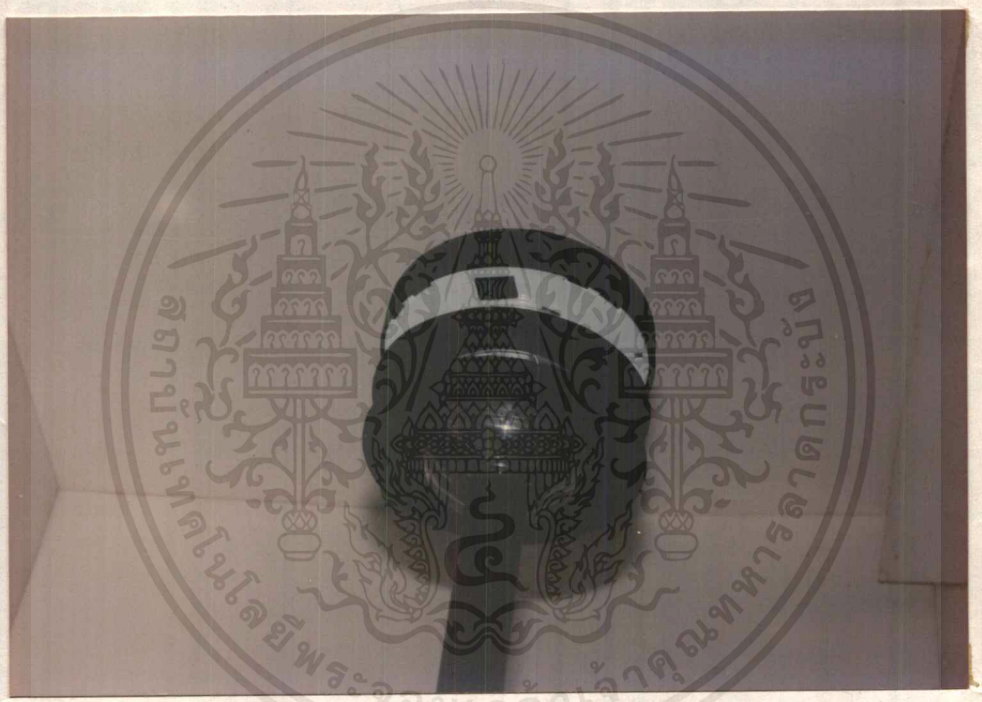
ภาพที่ 1.5 ภาพแสดงปัญหาการรับแสงของแผงเซลแสงอาทิตย์และ LDR

แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบให้ยกระดับให้เซลแสงอาทิตย์ และ LDR อยู่สูงที่สุดของตัว BODY และไม่ให้มีส่วนหนึ่งส่วนใดบดบังแสงที่จะมากระทบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.5 ปัญหาการสังเกตมองเห็นสวิตช์ควบคุม

ปัญหาที่เกิดขึ้น สวิตช์ควบคุมอยู่ส่วนล่างของ BODY ส่วนกลางไม่สามารถมองเห็นได้ หากมองผลิตภัณฑ์จากทางด้านบนและด้านข้าง อีกทั้งยังไม่มีสัญลักษณ์บอกตำแหน่งของสวิตช์เนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นรูปทรงกลม จึงยิ่งทำให้ไม่สามารถค้นหาตำแหน่งสวิตช์ได้โดยง่าย



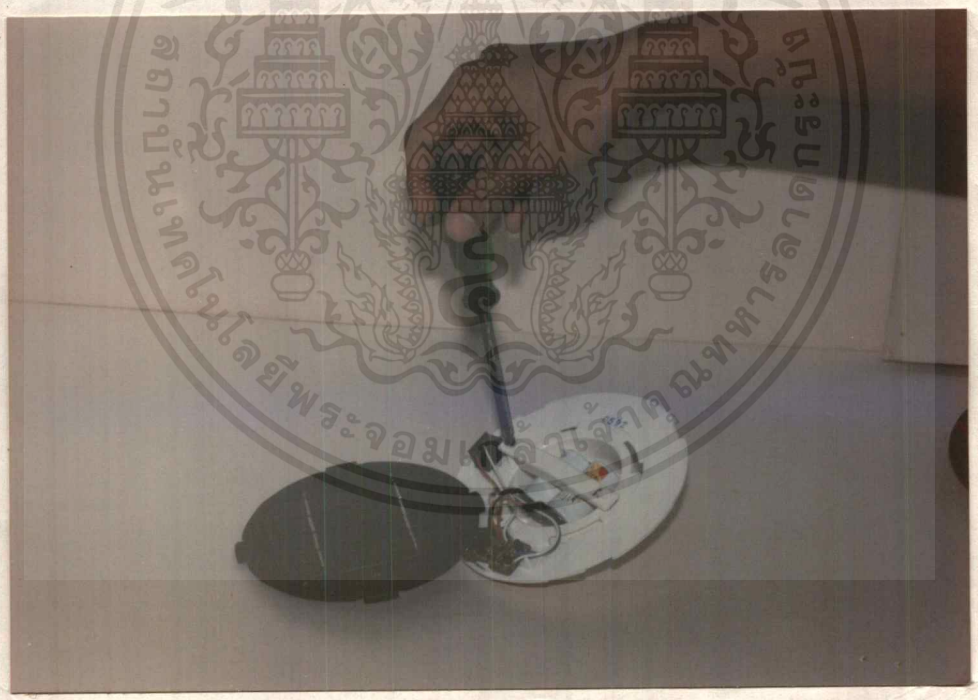
ภาพที่ 1.6 ภาพแสดงปัญหาการสังเกตมองเห็นสวิตช์ควบคุม

แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบให้สวิตช์อยู่ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นสังเกตได้ง่าย หรือมีสัญลักษณ์ที่สามารถบอกให้เข้าใจได้ว่า ตำแหน่งของสวิตช์อยู่ตรงตำแหน่งที่ใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.6 ปัญหาการประกอบในแต่ละชิ้นส่วน

ปัญหาที่เกิดขึ้น ฝาครอบเซลแสงอาทิตย์ประกอบเข้ากันกับ BODY ส่วนบน ด้วย RIBS 4 ตัว ซึ่งล็อคแน่นหนามากเกินไป ทำให้ไม่สามารถถอดออกได้โดยง่าย ทำให้ไม่สะดวกในการซ่อมบำรุง ขาเสียบหลอดไฟประกอบเข้ากันกับ BODY ส่วนกลาง ด้วยหมุดย้ำทำให้ไม่สะดวกในการซ่อมบำรุง และการผลิต, ตัวล็อคแบตเตอร์รี่ ประกอบเข้ากันกับ BODY ส่วนกลางด้วย RIBS และทำให้ยุ่งยากและสิ้นเปลืองในการผลิต, BODY ส่วนล่างประกอบเข้ากันกับเสา ขาติดตั้งด้วยเกลียว และระหว่างเสาขาติดตั้งทั้งสอง ก็ประกอบเข้ากันด้วยเกลียวทำให้เสียเวลาและยุ่งยากในการประกอบติดตั้ง



ภาพที่ 1.7 ภาพแสดงปัญหาการประกอบในแต่ละชิ้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบให้การประกอบเข้าด้วยกันระหว่างเซล แสงอาทิตย์กับ BODY ส่วนบนด้วย RIBS ที่สามารถถอดประกอบได้ง่าย ออกแบบให้การประกอบเข้ากันระหว่างขาเสียบหลอดไฟกับ BODY ส่วนกลาง ประกอบกันด้วย RIBS แทนหมุดย้ำ, ออกแบบให้การประกอบเข้ากันระหว่างตัวล็อคแบตเตอร์รี่กับ BODY ส่วนกลาง ประกอบกันด้วย RIBS ล็อคแทนการใช้สกรู ออกแบบให้การประกอบเข้ากันระหว่าง BODY ส่วนล่าง กับเสาขาติดตั้งและระหว่างเสาขาติดตั้งทั้งสอง ประกอบกันด้วย RIBS ล็อคแทนการใช้เกลียว

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

เพื่อที่จะให้การดำเนินงานเกิดประสิทธิภาพและน่าพอใจ จึงได้วางขั้นตอนในการดำเนินงานไว้ดังนี้ คือ

1.4.1 ขั้นรวบรวมปัญหา (PROBLEM IDENTIFICATION)

1.4.1.1 ความต้องการในการออกแบบ (DESIGN NEED)

1.4.1.2 ข้อบังคับในการออกแบบ (DESIGN CRITERIA)

1.4.2 ขั้นคิดปัญหา (PRELIMINARY IDEAS)

1.4.2.1 ปัญหาที่เกิดขึ้น (PROBLEM STATEMENT)

1.4.2.2 ข้อบังคับปัญหา (PROBLEM REQUIREMENT)

1.4.2.3 ขอบเขตปัญหา (PROBLEM LIMITATION)

1.4.2.4 แบบร่างจากปัญหา (SKETCHS DESIGN)

1.4.2.5 หาข้อดีข้อเสีย (GATHER DISTINET)

1.4.3 ความคิดสร้างสรรค์เบื้องต้น (DESIGN REFINEMENT)

1.4.3.1 การเข้าถึงด้วยตนเอง (INDIVIDUAL APPROACH)

1.4.3.2 การค้นคว้า (RESEARCH METHOD)

1.4.4 ขั้นวิเคราะห์ทางการออกแบบ (DESIGN ANALYSIS)

1.4.4.1 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต(MATTERIAL & PROCESSES)

1.4.4.2 สุนทรียภาพ (AESTHETICS)

1.4.4.3 วิทยาศาสตร์ (SCIENCE)

1.4.4.4 ตรรกวิทยา (LOGIC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4.5 คุณสมบัติพิเศษ (EXPERIENCE)

1.4.4.6 ทางด้านวิศวกรรม (ENGINEERING)

1.4.4.7 สื่อประกอบ (GRAPHICS)

1.4.5 ขั้นตกลงใจในการออกแบบ (DESIGN DECISION)

1.4.6 ขั้นการทำให้เกิดผลสำเร็จ (IMPLEMENTTATION)

1.4.7 ขั้นเสนอการทำโครงการ (PRESENTATION)

1.5 ขอบเขตของการออกแบบ

เพื่อให้โครงการวิจัยนี้ สามารถดำเนินการศึกษา, ค้นคว้า, วิเคราะห์ และออกแบบให้เป็นผลสำเร็จ บรรลุได้ดังจุดประสงค์ไว้นั้น

จึงกำหนดขอบเขตการออกแบบผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไว้ดังนี้

1.5.1 ออกแบบโคมไฟให้ใช้พลังงานแสงอาทิตย์

1.5.2 ออกแบบโคมไฟใช้ในสวนและสนาม ภายในที่พักอาศัย

1.5.3 ออกแบบให้ใช้ในพื้นที่ที่มีแสงอาทิตย์ส่องถึงได้โดยตรง

1.6 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

ข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็นต้องศึกษา เพื่อสนับสนุนการออกแบบผลิตภัณฑ์ในระบบอุตสาหกรรมให้สามารถสำเร็จ และใช้ในการอ้างอิงต่อไป ดังนี้คือ

1.6.1 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับสวนภายในที่พักอาศัย

1.6.2 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับพรรณไม้และสนามหญ้าภายในที่พักอาศัย

1.6.3 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับแสง

1.6.4 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับหลอดไฟ

1.6.5 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับ เซลแสงอาทิตย์

1.6.6 เพื่อศึกษาค้วจมรู้ทั่วไป เกี่ยวกับอุปกรณ์ร่วมในระบบ เซลแสงอาทิตย์

1.6.7 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับระบบควบคุมการทำงาน

1.6.8 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับการติดตั้งโคมไฟภายในสวนและสนามหญ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.9 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

1.6.10 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับโครงสร้าง

1.6.11 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับวัสดุ

1.6.12 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับการส่ง เสริมผลิตภัณฑ์ เพื่อการจัดจำหน่าย

1.6.13 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบ

1.6.14 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับจิตวิทยาการใช้สี สีสรร และการตกแต่ง

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการออกแบบ

ประโยชน์ที่ได้รับจากกจรดำเนินงานการออกแบบโคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามพลังงานแสงอาทิตย์ภายในที่พักอาศัย เมื่อสามารถดำเนินการได้สำเร็จลุล่วง ได้แก่

1.7.1 ได้โคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามพลังงานแสงอาทิตย์

1.7.2 ได้โคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามภายในที่พักอาศัย

1.7.3 ได้โคมไฟที่มีความเหมาะสมกับการใช้งาน

1.7.4 ได้โคมไฟที่มีความสวยงามเหมาะแก่การตกแต่งสวนสนามภายในที่พักอาศัย

1.7.5 ได้โคมไฟที่มีวัสดุที่เหมาะสม และสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสวนภายในที่พักอาศัย

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของการจัดสวน(HITORY OF LANDSCAPING)

2.1.1.1 ธรรมชาติกับการออกแบบ

มนุษย์ทุกคนต่างมีความรู้สึกต่อความสวยงามมาแต่กำเนิด แต่จะน้อยหรือมากกว่ากับเท่านั้น ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและการศึกษาอบรมเป็นพื้นฐาน ทุกคนจะไม่ปฏิเสธความสวยงามของธรรมชาติ เช่น ดอกไม้ ป่าไม้ ภูเขา น้ำตก ทะเล

มนุษย์เป็นสิ่งหนึ่งของธรรมชาติมีจิตใจรักธรรมชาติ พยายามที่จะอยู่ใกล้ชิดกับธรรมชาติตลอดมา โดยการจัดหาพันธุ์ไม้นานาชนิดมาปลูกประดับบริเวณบ้านเรือน วัด ปราสาท พระราชวัง เพื่อให้เกิดความร่มรื่นมีสีสันสวยงามหรือให้ทั้งผลเพื่อเป็นอาหารอีกด้วยและบางครั้งอาจจะจำลองแบบของธรรมชาติจากธารน้ำ น้ำตก ก้อนกรวด ก้อนหินและทรายมาประกอบกัน เพื่อสร้างบรรยากาศแวดล้อมที่พักอาศัยให้งดงาม ร่มรื่น อากาศบริสุทธิ์ อีกทั้งยังช่วยโน้มน้าวจิตใจของผู้อยู่อาศัยให้เกิดสุนทรียภาพได้

มนุษย์เราได้รู้จักคุณประโยชน์ของธรรมชาติมานานแล้ว เช่นในยุคแห่งอาณาจักรบาบิโลน หรือศิลปินจีนที่เขียนภาพตามแนวพุทธศาสนานิกายเซน ที่ยึดธรรมชาติเป็นหลักสำคัญโดยแสดงความประทับใจธรรมชาติออกมาเป็นภาพทิวทัศน์ ต้นไม้ สายธาร

2.1.1.2 มนุษย์กับการออกแบบ

เมื่อมนุษย์เริ่มมีความเจริญ มีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างที่พักอาศัยซึ่งแต่เดิมอาศัยตามถ้ำมนุษย์ก็ต้องแสวงหาธรรมชาติมาเป็นองค์ประกอบในการสร้างที่พักอาศัย ซึ่งถือว่ามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มาตั้งแต่ดึกดำบรรพ์ มนุษย์ได้อาศัยพักผ่อนหลับนอน ให้ความปลอดภัยจากภัยธรรมชาติและสัตว์ร้าย จากนั้น มนุษย์ยังแสวงหาความงามในการจัดตกแต่งบริเวณที่อยู่อาศัยด้วยการปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นไม้เป็นรั้วบ้านและเป็นร่มเงา ตลอดจนใช้ผลเป็นอาหาร

ยุคต่อมามนุษย์มีความเจริญมากขึ้น ได้มีการพัฒนาการออกแบบ วางแผน ผังการก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยให้สวยงามแข็งแรงมั่นคง นำเอาต้นไม้ ไม้ดอก ไม้ใบ มาปลูกไว้ใกล้บ้านในลักษณะเป็นกลุ่มเป็นแถวรวมทั้งไม้ผลที่ให้ร่มเงาเพื่อทำให้บริเวณบ้านร่มรื่นและสวยงาม

ในปัจจุบันนี้การสร้างที่อยู่อาศัยหรือที่ทำงานทั้งของส่วนราชการ และของเอกชนจะตกแต่งบริเวณด้วยสวนไม้ประดับ สวนหย่อม ตลอดจนสวนสาธารณะ การจัดสวนไม้ประดับถือว่ามีความสำคัญมากในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นบ้านจัดสรร บ้านทั่วไป อาคารพาณิชย์ จะจัดสวนไม้ประดับ สวนหย่อม และสวนลอย เพื่อให้ผู้พบเห็นหรือผู้อยู่อาศัยมีความสดชื่นด้วยบรรยากาศของความสวยงามด้วยดอกไม้ ต้นไม้ ซึ่งได้ประโยชน์ทั้งร่างกายและจิตใจ

2.1.1.3 สวนลอยแห่งอาณาจักรบาบิโลน

กษัตริย์ของอาณาจักรนี้ได้คิดจัดสวนไม้ประดับขึ้น เพื่อตกแต่งสถาปัตยกรรม โดยพระเจ้าเนบูคัดเนสซาร์ (Nebuchadnezar) ซึ่งปกครองประเทศระหว่างปี 605-562 ก่อนคริสต์กาล พระองค์ทรงโปรดให้สร้างสวนลอย (Hanging Garden) ปลูกประดับด้วยไม้ดอกอย่างสวยงามบนปราสาทแต่ละชั้น เพื่อให้พระราชินีทรงผ่อนคลายความเหงา นับเป็นสวนลอยที่ได้รับการยกย่องว่ามีความสวยงามมาก ถือว่าเป็นสิ่งมหัศจรรย์ของโลกชิ้นหนึ่ง ในระยะต่อมา การสร้างสวนลอยแบบนี้ได้แพร่หลายไปยังอาณาจักรกรีกและโรมัน

2.1.1.4 การจัดตกแต่งบริเวณแบบจีน

การจัดสวนไม้ประดับแบบจีน ซึ่งได้รับความคิดมาจากธรรมชาติพยายามดึงธรรมชาติให้เข้ามาอยู่ใกล้ตัวมากที่สุด จีนเป็นชาติที่รู้จักการจัดสวนมานานจนมีเอกลักษณ์เป็นของตนเอง โดยมีความคิดในการจัด คือ

1. การจัดรูปแบบเป็นเนินดินสูง-ต่ำ (Slope) และปลูกหญ้า
2. การจัดแบบพื้นราบ มีสระน้ำ บ่อน้ำ ธารน้ำและก้อนหิน
3. จัดปลูกต้นไม้ประเภทยืนต้น เช่น ต้นสน หลิว ไผ่ ต้นหลิว

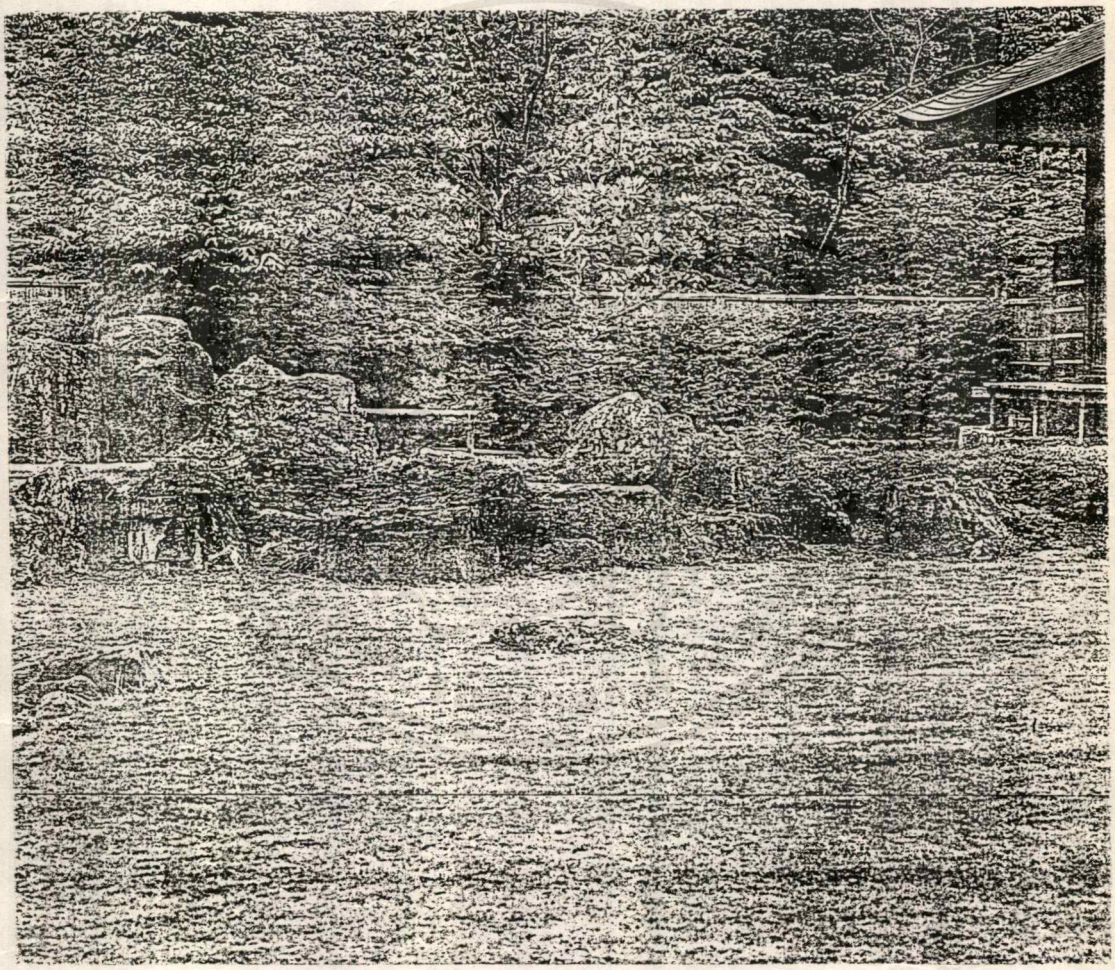
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ฝพ
ร3910
2535

จะปลูกไว้ตามขอบสระน้ำ กิ่งใบจะย้อยลงสู่พื้นน้ำอย่างสวยงาม ส่วนต้นสนก็ตัดแต่งกิ่งก้านและลำต้นให้คดโค้งไปมา

4. จัดประดับสวนด้วยสถาปัตยกรรมแบบจีน เช่น เก๋งจีนหรือเจดีย์แบบหกเหลี่ยมซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น

5. จัดสวนด้วยสะพานทอดโค้งข้ามลำธารข้ามเกาะ พื้นสนามที่ปลูกหญ้า จะมีทางเดินคดโค้งไปมาด้วยเส้นที่อ่อนหวานกลมกลืนกับธรรมชาติ



ภาพที่ 2.1 การจัดสวนจีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
945 ด๑๐๗๑๒

2.1.1.5 การจัดตกแต่งบริเวณแบบญี่ปุ่น

การจัดสวนไม้ประดับแบบญี่ปุ่น เป็นที่นิยมกันมากทั้งในประเทศญี่ปุ่นเองและประเทศอื่น ๆ ทั่วไปที่ได้รับอิทธิพลจากญี่ปุ่น เฉพาะในประเทศญี่ปุ่นการจัดสวนไม้ประดับจะทำกันทุกบ้านเรือนที่มีพื้นที่ว่างจนถึงที่ทำการของรัฐบาล และพระราชวังจะมีการจัดสวนไม้ประดับอย่างสวยงามมีชื่อเสียงหลายแห่ง การจัดสวนแบบญี่ปุ่นถือว่าเป็นศาสตร์อย่างหนึ่งที่แฝงไว้ด้วยความคิดทางปรัชญาอย่างลึกซึ้ง ใช้ความเชื่อทางศาสนา ประเพณี และวัฒนธรรมเป็นแนวความคิดในการจัด ดังนั้นการจัดสวนแบบญี่ปุ่นจึงมีคุณค่าต่อชีวิต จิตใจ และความเป็นอยู่ของชาวญี่ปุ่นอย่างมากที่สุด

การจัดสวนแบบญี่ปุ่นจะจำลองแบบมาจากธรรมชาติ เพราะคนญี่ปุ่นมีความผูกพันอยู่กับธรรมชาติ ได้รับความประทับใจ และชาบซึ้งในความงดงามของธรรมชาติ จะประยุกต์ชีวิตความเป็นอยู่ของเขาให้กลมกลืนกับธรรมชาติด้วยการจัดสวนไม้ประดับมิใช่เลียนแบบจากธรรมชาติ พยายามดึงเอาความสุนทรียภาพอันเร้นลับในธรรมชาติมารวมกันแล้วจัดไว้ตามวัด พระราชวัง และที่อยู่อาศัย

การจัดสวนไม้ประดับแบบญี่ปุ่นจะจัดให้กลมกลืนกับตัวบ้าน และจัดให้ใกล้บ้านมากที่สุด จะยกธรรมชาติเข้ามาไว้ให้เป็นส่วนหนึ่งของบ้าน เมื่อเวลามองออกไปจากตัวบ้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านใดก็สามารถมองเป็นสวนไม้ประดับที่จัดเอาไว้อย่างเด่นชัด โดยไม่มีส่วนใดของตัวบ้านปิดบังไว้เลย

การจัดสวนแบบญี่ปุ่น จะจำลองแบบหรือย่นย่อส่วนจากธรรมชาติเข้ามาจัดไว้ในบริเวณบ้าน ซึ่งประกอบด้วย แม่น้ำ ลำธาร น้ำตก ทะเลสาบอย่างใดอย่างหนึ่งพร้อมทั้งภูเขา ก้อนหิน และต้นไม้ จะพยายามดึงเอาธรรมชาติเข้ามาไว้ให้มากที่สุด ให้เกิดบรรยากาศสงบ ร่มรื่น สิ่งแวดล้อมโดยทั่ว ๆ ไปเป็นไปอย่างง่าย ๆ ปลูกต้นไม้ประเภทยืนต้น ไม้ใบมากกว่าไม้ดอก แม้บ้านจะมีบริเวณพื้นที่แคบก็สามารถจะจัดสวนได้

2.1.1.6 สวนไม้ประดับแบบญี่ปุ่น

1.การจัดสวนไม้ประดับพื้นที่ราบ(Flat Gardens)หมายถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดสวนบนพื้นที่ราบในระดับเดียวกันเป็นส่วนใหญ่หรืออาจเป็นพื้นที่ราบลาดเอียง (Slope) เพียงเล็กน้อยก็ได้ บนพื้นสนามจะปลูกหญ้าญี่ปุ่น มีก้อนหินจัดวางบนพื้นสนามจะเป็นก้อนเดียวหรือเป็นกลุ่มและปลูกต้นไม้ ส่วนใหญ่จะใช้ไม้ประเภทไม้ใบบางครั้งก็ตกแต่งเป็นพุ่มมากกว่าไม้ดอก หรืออาจประกอบด้วยตะเกียงหิน ก้อนกรวด ธารน้ำ บางแบบอาจใช้ธารน้ำสมมติขึ้นโดยใช้ทรายหยาบ หรือกรวดขนาดเล็กแทนน้ำ ซึ่งเทลงบนพื้นสนามที่จัดไว้สำหรับธารน้ำแล้วใช้คราดคราดพื้นทรายให้เป็นเส้นคดโค้งไปมาคล้ายสายน้ำไหล นิยมจัดเป็นสวนสมมติ เพื่อสร้างสมาธิและความสงบทางจิตใจตามลัทธิเซน

2.การจัดสวนแบบภูเขา (Hill Gardens)เป็นการจัดสวนไม้ประดับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากแบบพื้นราบ คือจะจัดในลักษณะที่เป็นเนินสูงต่ำ พื้นที่ลาดเอียงคล้ายเนินเขา หรือจำลองภูเขา มีธารน้ำ น้ำตก ทะเลสาป พื้นที่ทั้งที่เป็นเนินและที่ราบจะปลูกหญ้า ก้อนหินจะใช้มากในการจัดสวนแบบนี้ตั้งแต่บริเวณเนินสูงไปจนถึงธารน้ำ สวนแบบนี้จะมีน้ำ ก้อนหิน กรวด และทรายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดรวมทั้งไม้ใบและไม้ดอกชาวญี่ปุ่นถือว่าน้ำมีความสำคัญเชื่อว่าน้ำเป็นตัวแทนของความสงบเยือกเย็น เป็นพลังที่ทำลายสิ่งกีดขวางได้

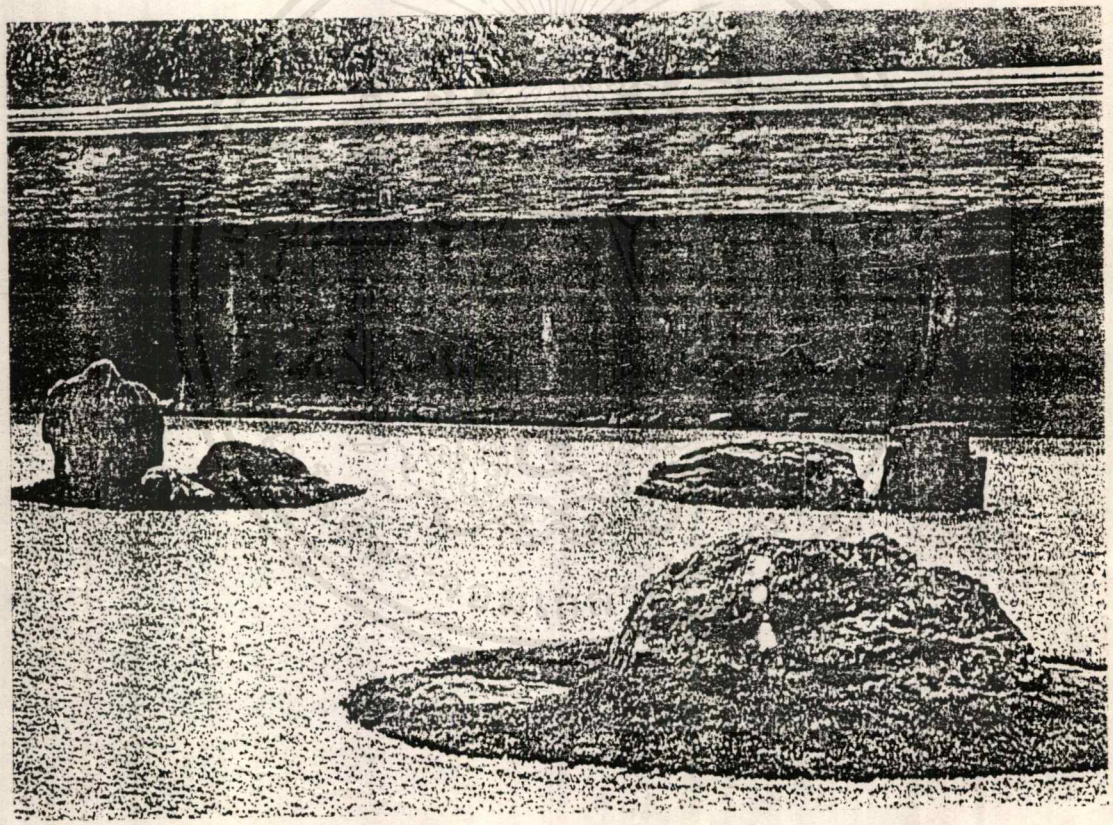
การจัดสวนที่นำเอาธารน้ำหรือทะเลสาบมากำหนดนั้น ถ้าธารน้ำมีขนาดกว้างเกินไปก็จะทำสะพานข้ามมีลักษณะโค้ง ทำด้วยคอนกรีตหรือใช้แผ่นหินที่มีความยาววางต่อกันกับชนิดแท่ง ซึ่งได้ทั้งประโยชน์ใช้สอยและด้านความงามด้วย

3.การจัดสวนน้ำชา (Tea Gardens) คือ แบบสวนที่จัดไว้เพื่อใช้เป็นที่นั่งสำหรับดื่มน้ำชา การจัดอาจเป็นลักษณะพื้นราบหรือเป็นเนินต่ำ ๆ ก็ได้ ขนาดไม่ใหญ่โต มีความงามตามแบบธรรมชาติ เพื่อความเพลิดเพลินของผู้มาเยือน การจัดสวนน้ำชาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก.สวนนอกเรือน จะออกแบบเป็นทางเดินซึ่งปูด้วยแผ่นหินในลักษณะแบบต่าง ๆ จากประตูทางเข้าบ้านไปสู่เรือนน้ำชาที่อยู่ห่างออกไปจากตัวเรือนใหญ่ถ้ามองออกจากตัวบ้านจะเห็นสวนประเภทนี้ก่อนถึงเรือนน้ำชาด้านหน้าจะมีก้อนหินและอ่างน้ำตั้งไว้สำหรับล้างมือและล้างเท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. สวนในเรือนหรือสวนภายใน จะจัดภายในบริเวณบ้านที่พอมีที่ว่างระหว่างตัวบ้านกับบ้านอีกหลังหนึ่งที่ติดกัน โดยจัดเป็นสวนหย่อมกลุ่มเล็ก ๆ พื้นโรยด้วยกรวดก้อนเล็ก ๆ หรือหินเกล็ด และมีก้อนหินที่มีรูปทรงงดงามวางบนพื้นเป็นจุดเด่น ประกอบด้วยต้นไม้ที่มีลำต้นสวยงาม เช่น ไผ่ และไม้พุ่มขนาดเล็กปลูกไว้มีทางเดินทำด้วยแผ่นหิน ตะเกียงหิน บ่อน้ำ แต่ละอย่างจะจัดวางอย่างมีจังหวะ เพื่อเน้นให้เห็นลักษณะขนบธรรมเนียมประเพณีของญี่ปุ่นอย่างเด่นชัด



ภาพที่ 2.2 การจัดสวนแบบญี่ปุ่น

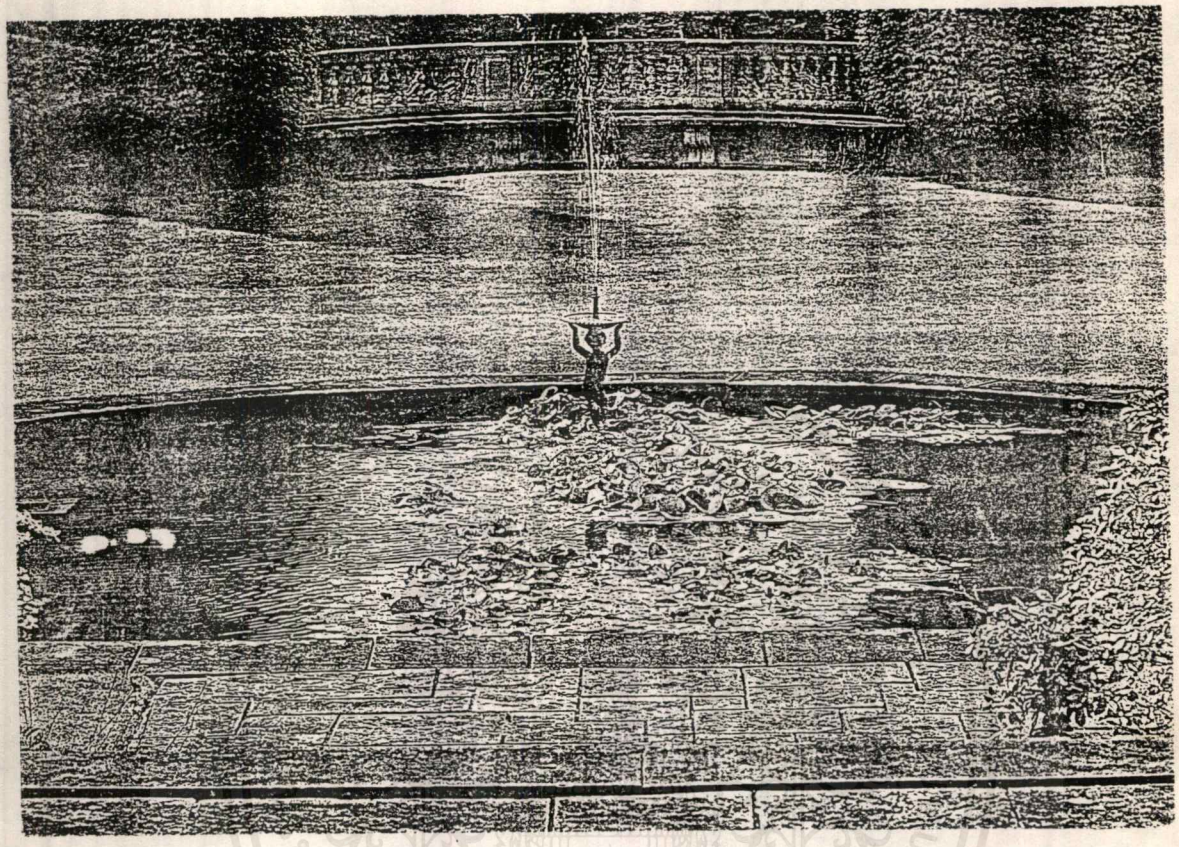
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.7 การจัดตกแต่งบริเวณแบบตะวันตก

การจัดสวนไม้ประดับแบบตะวันตก ในแถบยุโรปได้มีการจัดมานานนับแต่สมัยโบราณ ลักษณะการจัดจะเลียนแบบและดัดแปลงตกแต่งธรรมชาติแต่พยายามให้เหมือนธรรมชาติมากที่สุด มีขนาดเท่าของจริงทุกประการ พื้นที่ที่ใช้ในการจัดกว้างขวาง ออกแบบเป็นรูปลักษณะแบบเรขาคณิต คือ นำรูปทรงเหลี่ยมและกลมมาใช้ในการจัดมากที่สุด ใช้เส้นประกอบเป็นรูปร่าง การออกแบบไม่มีขอบเขตแบบแผน ผู้จัดจะคิดถึงความสวยงามของต้นไม้ ดอกไม้ คลอดจนความสุขเพลิดเพลินมากกว่าอย่าง การปลูกต้นไม้จะจัดเป็นแถวรอบเขตของอาคารหรือปลูกไม้ประดับสองข้างทางเดินเป็นแนวยาวหรือเป็นกลุ่ม เป็นพุ่มตกแต่งอย่างมีระเบียบ ต้นไม้หรือสิ่งก่อสร้างที่มีรูปทรงเป็นเหลี่ยมหรือทรงกลม การจัดจะใช้หลักความสมดุลที่ทั้งสองข้างมีจำนวนเท่ากัน ขนาดเท่ากัน จะปลูกต้นไม้เป็นแถว เป็นแปลงชนิดเดียวกันหรือปลูกไม้ดอกรวมกลุ่มแต่หลายชนิดก็ได้ บางทีไม้ดอกปลูกใส่กระถางใหญ่ที่ก่อด้วยอิฐหรือก้อนหินเป็นรูปสี่เหลี่ยมแบบต่าง ๆ หรือก่อเป็นอ่างน้ำพุเป็นลานกว้างมีแปลงดอกไม้สีต่าง ๆเพื่อให้แลดูสดใสสะดุดตา

สวนไม้ประดับแบบตะวันตกจะส่งเสริมตัวอาคารให้เด่น นิยมปลูกไม้ใหญ่ไว้ใกล้กับตัวบ้านหรือไม้เลื้อยติดตัวบ้านส่วนไม้ดอกและไม้ใบจะปลูกเป็นแปลงกลางแจ้งเพื่อให้ถูกแสงแดด จะรวมพันธุ์ไม้ต่าง ๆไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน ไม้ใบส่วนใหญ่จะตกแต่งพุ่มให้มีรูปลักษณะต่าง ๆ แล้วแต่ผู้ออกแบบจะคิดสร้างสรรค์มีทั้งพุ่มสูงและพุ่มเตี้ยตามชนิดของต้นไม้ที่ปลูก นอกจากนี้สวนแบบตะวันตกยังนิยมจัดสวนป่าซึ่งยึดถือแบบธรรมชาติมากที่สุด จะมีการตกแต่งน้อยที่สุดหรือไม่แต่งเลย โดยยึดต้นไม้ที่ขึ้นโดยธรรมชาติเป็นหลัก ซึ่งมีทั้งต้นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ไปจนถึงไม่คลุมดิน ต้นไม้จะขึ้นอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบ แต่มีช่วงจังหวะที่ธรรมชาติสร้างอย่างสวยงามไว้ มนุษย์เพียงแต่จัดให้มันอยู่ในสภาพไม่รกรุงรังเท่านั้น ป่าธรรมชาตินี้ต้นไม้จะร่มครึ้มสวยงามให้ความสดชื่นแก่ผู้พบเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 การจัดสวนแบบตะวันตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.8 การจัดตกแต่งบริเวณแบบไทย

การจัดสวนแบบไทยมีมาแต่สมัยสุโขทัยเป็นราชธานี ดังปรากฏหลักฐานในศิลาจารึกว่า"สร้างป่าหมาก ป่าพลูทั่วเมืองนี้ทุกแห่ง ป่าพร้าวก็หลายในเมืองนี้ ป่าลางก็หลายในเมืองนี้ หมากม่วงก็หลายในเมืองนี้ หมากขามก็หลายในเมืองนี้" ชาวสุโขทัยรู้จักทำสวนผลไม้ จัดปลูกต้นไม้ผลไว้เพื่อบริโภค เช่น ปลูกมะพร้าว มะม่วง เป็นลักษณะไม้ผลที่ให้ประโยชน์ในด้านอาหาร และร่มเงา คนไทยมีนิสัยรักต้นไม้มาช้านานแล้ว ดังจะเห็นได้ว่าทุกบ้านเรือนจะปลูกไม้ผลไม้ดอก และไม้ประดับตามบริเวณบ้าน รั้วบ้าน โดยเน้นบริเวณหน้าบ้านเป็นส่วนใหญ่

ต่อมาในสมัยอยุธยา ได้พัฒนาการปลูกไม้ประดับยืนต้นเป็นแถวเป็นแนวในพระราชอุทยานมีสระน้ำปลูกบัว ดังจะทราบได้จากโคลงเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนารายณ์มหาราชว่า

สวนศรีพฤกษชาติช้อย หลายพรรณ
งามดอกดวงใบบัน คลี่เคล้า
คือจิตรลดาวัลย์ วชิราช
บานแบ่งคนธรสเร้า เพื่องฟุ้งขจรกลาย

จะเห็นได้ว่าในสมัยอยุธยาได้มีการจัดสวนไม้ประดับตกแต่งบริเวณพระราชวัง และปลูกประดับบ้านเรือน ซึ่งมีทั้งไม้ดอกและไม้ใบ หรือในลักษณะไม้ดัด เป็นการจัดสวนแบบธรรมชาติกึ่งประดิษฐ์ มีพันธุ์ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่และกลาง ตัดตกแต่งเป็นพุ่ม ไม้เลื้อยจะปลูกทำเป็นซุ้ม เป็นรั้ว ไม้เหล่านี้จะให้ทั้งผล ร่มเงา และกลิ่นหอม ความสดชื่นแก่ร่างกายและจิตใจ

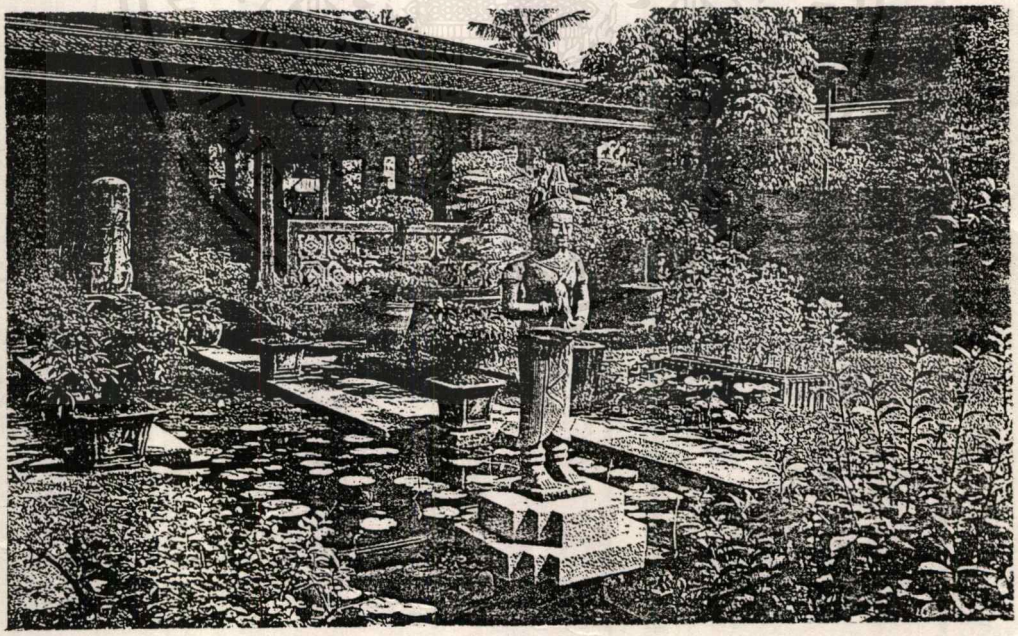
สมัยรัตนโกสินทร์พระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก ทรงโปรดให้สร้างพระบรมมหาราชวังและวัดพระศรีรัตนศาสดารามขึ้น และทรงสร้างพระราชอุทยานในพระบรมมหาราชวังชั้นใน นับตั้งแต่รัชกาลที่ 2 เป็นต้นมา ได้มีการจัดสวนไม้ประดับเพื่อตกแต่งบริเวณพระที่นั่งและพระอุโบสถ จะจัดสวนในลักษณะประดิษฐ์และสวนแบบจินตนาการหรืออย่างใดอย่างหนึ่งแล้วแต่ผู้ออกแบบจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิดทำขึ้นโดยมีภูเขา สระน้ำ รูปปั้นสลักเป็นรูปสัตว์ รูปตุ๊กตาจีน รูปปั้นในวรรณคดี พันธุ์ไม้ที่ใช้ตกแต่งจะมีลักษณะเป็นพุ่มทรงต่างๆและไม้ดัดไทย เช่น ตะโก ข่อย

สมัยรัชกาลที่ 5ได้มีการติดต่อกับประทศแถบยุโรปมาขึ้น ศิลปะและสถาปัตยกรรมได้แพร่เข้ามาสู่ประเทศไทย การก่อสร้างวังและสถานที่ราชการมีอิทธิพลตะวันตกผสม เช่น ห้วเสา ประตู หน้าต่าง รูปปั้น เป็นต้น การจัดสวนไม้ประดับเพื่อตกแต่งสถาปัตยกรรมก็ได้อิทธิพลตะวันตก เช่น ตามบริเวณสนามหญ้าจะมีรูปปั้นแบบโรมันประดับริมทางเดิน หรือหน้าอาคาร

การปลูกต้นไม้จะตกแต่งอย่างมีระเบียบ จัดปลูกเป็นแถวตัดตกแต่งเป็นรูปทรงแบบเดียวกันส่วนไม้คลุมดินหรือไม้ดอกจะปลูกลงในแปลงสี่เหลี่ยมผืนผ้าสลับด้วยไม้พุ่มเตี้ย ๆ ตัดแต่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือกลม สนามจะปลูกหญ้าเป็นลานกว้าง ๆ เพื่อการแสดงดนตรีหรือต้อนรับแขกเมือง มีทางเดินปูด้วยแผ่นหิน มีซุ้มไม้เลื้อย สระน้ำพุ รูปปั้นสลัก และศาลาพักร้อน การจัดสวนส่วนใหญ่จะจัดเป็นแบบสวนประดิษฐ์มากกว่าแบบอื่น ๆ



ภาพที่ 2.4 การจัดสวนแบบไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดสวน (CONCEPT OF LANDSCAPE)

2.1.2.1 จัดสวนขึ้นเพื่อจะกันเสียงรบกวนจากถนน หรือเพื่อนบ้าน มักจะใช้พุ่มหนาหรือไม้ยืนต้น เช่น อโศกอินเดีย, ชบา, เข็ม, ผกากรอง ฯลฯ

2.1.2.2 เพื่อกรองฝุ่นละอองที่กระจายทั่ว ๆ ไปในอากาศ โดยเลือกใช้พรรณไม้ที่สามารถเก็บฝุ่นละอองได้มาก เช่น สนปฏิพัทธ์, สนทะเล

2.1.2.3 จัดแต่งบางตำแหน่งของสวนเพื่อปิดบังสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะของบริเวณใกล้เคียง เช่น บริเวณใกล้บ้านที่มีกองขยะ สวนและต้นไม้จะช่วยกรองเชื้อโรคและปิดบังภาพไม่น่าดู

2.1.2.4 เพื่อให้เกิดความเป็นส่วนตัว ป้องกันการลอบมองจากเพื่อนบ้าน เช่น ภายในบ้านมีสระว่ายน้ำ หรือมีมุมสงบส่วนตัว

2.1.2.5 เพื่อความสุขทางด้านจิตใจ เมื่อสภาพของสวนในบ้านมีสีเขียวสดใส มีร่มเงาของต้นไม้ มีบ่อน้ำ ลำธาร หรือน้ำตกจำลองและทำให้ได้มีโอกาสใกล้ชิดธรรมชาติมากขึ้น

2.1.2.6 เพื่อประโยชน์ใช้สอย เช่น ปลูกสวนครัวหรือปลูกไม้ผล

2.1.2.7 เพื่อการออกกำลังกาย โดยการวิ่งหรือเล่นเกมส์ต่าง ๆ ฝึกการปลูกเลี้ยงและดูแลต้นไม้

2.1.3 รูปแบบต่าง ๆของการจัดสวน(SPECIFICATION OF LANDSCAPE)

การจัดสวนไม้ประดับในรูปแบบต่าง ๆ ผู้ออกแบบหรือผู้คิดจะจัดทำในบ้านของตนเอง จะนำแบบไหนไปใช้นั้น ควรศึกษาถึงลักษณะของพื้นที่สภาพแวดล้อม ภูมิอากาศ ให้เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยให้ดีเสียก่อน แต่ละแบบจะมีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่ต่างกัน แบบที่นำไปจัดนั้นควรเป็นแบบที่ง่ายต่อการจัดตลอดทั้งการรักษาและค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุมาจัดไม่สูง ในบทนี้จะกล่าวถึงการจัดบางแบบที่เป็นที่นิยมกัน

2.1.3.1 การจัดสวนแบบประดิษฐ์

การจัดสวนแบบประดิษฐ์คือ การจัดสวนไม้ประดับที่มีขนาดใหญ่ใช้พื้นที่กว้างขวาง ยึดรูปแบบการจัดในลักษณะเป็นรูปเหลี่ยมและกลม นำรูปทรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบเรขาคณิตเข้ามาใช้ในการออกแบบมากที่สุด ต้นไม้ที่นำมาปลูกจะตัดตกแต่งให้เป็นพุ่มทรงกลมหรือทรงแบบเหลี่ยม การปลูกต้นไม้จะเป็นแถวเว้นระยะซ้ำ ๆ กัน โดยใช้หลักของความกลมกลืนมาจัดปลูก หรือปลูกเป็นแปลงยาวสี่เหลี่ยมผืนผ้าและวงกลม นิยมจัดแบบตะวันตก โดยใช้หลักของความสมดุล ใช้สวนไม้ประดับส่งเสริมตัวอาคาร หรือปราสาทราชวังให้เด่นสง่างาม นอกจากปลูกไม้ประเภทใบแล้วยังต้องปลูกไม้ดอกนานาชนิดหลากสี บริเวณสวนจะประกอบด้วยซุ้มไม้ดอก แปลงไม้ดอก สนามหญ้า ทางเดิน น้ำพุ น้ำตกเมื่อดูแล้วให้ทั้งความงาม ความสุขสดชื่น และความเพลิดเพลิน

2.1.3.2 การจัดสวนแบบธรรมชาติ

การจัดสวนแบบธรรมชาติคือ การจัดสวนไม้ประดับที่มีลักษณะเลียนแบบธรรมชาติ การจัดองค์ประกอบของวัสดุและต้นไม้เป็นแบบอิสระ ไม่เป็นแถวซ้ำ ๆ กันแต่มีช่องว่างและช่วงจังหวะของต้นไม้ที่ประสานกลมกลืนกัน ต้นไม้ที่ใช้ปลูกประดับส่วนใหญ่จะเป็นไม้ยืนต้นชนิดต่าง ๆ ทั้งพุ่มใหญ่ กลาง และเล็ก มีทั้งไม้ใบ ไม้ดอก และไม้คลุมดินที่ปลูกเชื่อมระหว่างกลุ่มต้นไม้กับสนามหญ้า สีสันของใบและดอกจะสร้างบรรยากาศให้กลมกลืนกันเหมือนธรรมชาติจริงๆสร้างไว้ จะมีความสวยงามประทับใจกว่าสวนแบบอื่น ๆ

2.1.3.3 การจัดสวนแบบจินตนาการ

การจัดสวนไม้ประดับแบบจินตนาการนี้ผู้ออกแบบจะจัดตามแนวความคิดเป็นเรื่องราวทางวรรณคดีจินตนิยายหรือเรื่องที่เกี่ยวกับวัฒนธรรมของชาตินั้นๆ อาจจะใช้วัสดุประกอบในการจัด เช่น เครื่องปั้นดินเผา มีแจกัน โอ่ง ไห รูปปั้นคนหรือสัตว์ และสิ่งก่อสร้างอาจเป็นศาลา ต้นไม้ที่นำมาจัดในสวนแบบนี้ควรเป็นไม้ที่จัดตกแต่งให้เป็นพุ่ม เป็นซุ้ม เป็นรูปเหลี่ยม กลม หรือใช้ไม้ดัดแบบไทยก็ได้ สวนแบบนี้ส่วนประกอบที่จะขาดไม่ได้คือ สนามหญ้า สระน้ำ ก้อนหิน

2.1.3.4 การจัดสวนหิน

การจัดสวนคือการจัดสวนไม้ประดับใช้หินเป็นองค์ประกอบสำคัญโดยการนำเอาก้อนหินขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่ก้อนใหญ่จนถึงก้อนเล็ก(กรวด)มาจัดร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก้อนหินที่นำมาจัดจะต้องมีลักษณะสวยงามเป็นพิเศษ เช่น ก้อนหินที่นำมาจากน้ำตก หรือทะเล ที่มีรูปทรงโค้งเว้าเพราะถูกน้ำเซาะดูเป็นธรรมชาติ ไม่ควรใช้ก้อนหินที่ระเบิดจากภูเขาเป็นอันขาด จะทำให้แลดูแข็งกระด้าง

การจัดสวนหินนั้นพื้นที่จัดควรลาดเอียงหรือเป็นเนินสูงต่ำคล้ายภูเขา การวางก้อนหินบนสนามหญ้าควรให้เป็นธรรมชาติมากที่สุดโดยเลือกด้านที่สวยงามไว้ข้างบน จะจัดเป็นกลุ่มหรือเดี่ยวก็ได้ วางแนวนอนหรือแนวตั้ง ผู้จัดจะต้องพิจารณาดูให้เป็นธรรมชาติต้นไม้ที่นำมาจัดกับสวนหินนั้นต้องเลือกชนิดให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม คือ ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี ใช้ได้ทั้งไม้ดอกและไม้ใบ แต่ไม่ควรเป็นพุ่มใหญ่มากนักและต้องไม่เด่นจนทำลายความงามของก้อนหิน (ควรเลือกประเภทใบเล็ก ดอกเล็ก ห้ามใช้ไม้ใบใหญ่ ดอกใหญ่ เพราะจะข่มก้อนหิน) สีของใบไม้และดอกไม้ ควรให้ตัดกับสีของก้อนหินจึงจะเด่น การจัดกลุ่มไม้ดอกและไม้ใบ ควรเว้นช่องว่างเพื่อการวางก้อนหินและองค์ประกอบอื่น ๆที่จำเป็นบ้าง

การจัดหินผู้ออกแบบอาจทำได้ 3 แบบ คือ

1. สวนหินประด้วยต้นไม้
2. สวนหินประกอบด้วยต้นไม้และน้ำ
3. สวนหินประกอบด้วยกรวด-ทรายและต้นไม้

2.1.3.5 การจัดสวนน้ำ

การจัดสวนน้ำ ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงธารน้ำ สระน้ำ บ่อน้ำพุ น้ำตก เป็นส่วนสำคัญ เน้นบริเวณน้ำให้เด่นมากกว่าส่วนประกอบอื่น ๆ รูปทรงของบ่อน้ำ สระน้ำ เป็นรูปแบบเรขาคณิต ขอบเขตจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือจตุรัส ใช้เส้นตรงกำหนดรูปแบบ เช่น สวนน้ำแบบตะวันตก

นอกจากนี้อาจจะออกแบบให้เหมือนธรรมชาติ คือ ไม่เน้นเส้นขอบเขตแต่ให้เป็นรูปแบบทรงอิสระ โดยใช้เส้นโค้งเข้ามากำหนดรูปแบบให้เป็นธรรมชาติยิ่งขึ้น เช่น การจัดสวนแบบตะวันออก (แบบญี่ปุ่น)

วัสดุประกอบการจัดสวนน้ำ คือ ก้อนหินควรเลือกก้อนหินที่สวยงามมีลักษณะเว้าแหว่งหรือกลมตามขนาดที่ต้องการการวางก้อนหินควรให้โผล่เหนือผิวน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณครึ่งหรือมากกว่าก็ได้ วางในแนวตั้งและแนวนอน จะไม่วางก้อนหินที่มีลักษณะที่ขัดกันต้องหลักของความแตกต่างเข้าไปจัดด้วย

ต้นไม้ที่ใช้ประดับสวนน้ำควรเป็นพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ในน้ำได้ดีเช่น ต้นกกว่านน้ำ บัวชนิดต่าง ๆผักตบชวา ขอบสระหรือบ่อน้ำ ผู้ออกแบบอาจจะตกแต่งด้วยพืชประเภทเฟินชนิดต่าง ที่ชอบความชื้น หรือไม้อื่น ๆ ที่สามารถปลูกได้ในที่ชื้นมาจัดร่วม

2.1.3.6 การจัดสวนลอย

การจัดสวนลอย หมายถึง การจัดออกแบบตกแต่งบริเวณของตัวอาคารและบนอาคารที่อยู่อาศัย ซึ่งได้รับอิทธิพลจากประเทศแถบยุโรป ในยุคปัจจุบันนี้ สวนลอยยังมีความจำเป็นต่อคนที่อาศัยตึกแถว ทาวน์เฮ้าส์ แฟลตหรือเมืองที่อยู่กันอย่างแออัดมีเนื้อที่น้อยสำหรับคนเท่านั้น ไม่มีเนื้อที่จะทำอย่างอื่นได้ มนุษย์กับธรรมชาติไม่สามารถจะแยกออกจากกันได้ต้องอาศัยธรรมชาติเป็นเครื่องผ่อนคลายความเครียด มนุษย์ไม่ว่าจะอยู่ในสภาพใดจะจนหรือร่ำรวยแต่สิ่งที่ขาดไม่ได้คือ ต้นไม้ดอกไม้ที่ใช้เสริมความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวัน ก่อให้เกิดความสุขกายสบายใจ ต้องการปลูกประดับภายในห้องและตกแต่งเป็นแบบสวนลอยในลักษณะแบบต่าง ๆ เท่าที่สถานที่นั้น ๆ จะเอื้ออำนวย ได้แก่

1. **การจัดสวนลอยแบบแขวน** เป็นการจัดที่ลงทุนน้อย ใช้เพียงเส้นลวดมัดแขวนกระถางตรงหน้าต่าง ด้านนอก หรือแขวนที่ส่วนอื่นของอาคารที่สามารถมองเห็นจากภายนอกและภายในได้ ดูแลรักษาง่าย ต้นไม้ที่ใช้แขวนประมีทั้งไม้ดอกและไม้ใบ เช่น กล้วยไม้ชนิดต่าง ๆ (ชอบแดด) ไม้ใบได้แก่ เดบ พลูด่าง (เหลือง-เขียว) ฟิโลเดนดรอน(PHILODENDRON)ชอบแสงร่ำไร

2. **การจัดสวนลอยติดตั้งขอบหน้าต่าง**ควรใช้เหล็กดัดทำเป็นโครงติดกับผนัง แล้วใช้กระถางที่ใช้ปลูกไม้ดอกหรือไม้ใบ ใส่วางด้านในการติดตั้งควรอยู่ใต้ขอบหน้าต่างด้านนอก เมื่อปลูกต้นไม้อยู่ภายในบ้านก็มองเห็นดอกได้ การปลูกแบบใส่กระถางจะสะดวกในการสับเปลี่ยน ต้นไม้ที่ควรใช้สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวนชนิดนี้ ได้แก่ ผกากรองสีม่วง เวอร์บีนา กระดุมทอง (ไม้ดอก ชอบแสงแดดห้อยย้อยลงสู่ด้านล่าง) ผกากรองเหลืองและขาว เป็นพุ่ม) กุหลาบหนู เข็มเล็ก เป็นต้น ไม้ใบที่ใช้ปลูกได้ก็มีพลูด่าง (เหลือง-เขียว) ฟิโลเดนดรอน เฟิน ฯลฯ ไม้เหล่านี้ชอบความชื้น แสงรำไร

3. **การจัดสวนลอยติดตั้งที่บริเวณก้นสาด** ควรใช้อิฐมอญก่อเป็นกล่องให้มีขนาดพอเหมาะกับก้นสาดและมีช่องระบายน้ำด้วย ใส่ดินและปุ๋ยเพื่อปลูกต้นไม้ลงไปเลยหรือจะปลูกลงกระถางก่อนแล้วนำไปตั้งที่บริเวณก้นสาดก็ได้ ไม้ที่ใช้ปลูกควรเป็นไม้เลื้อยทอดยอดลงสู่เบื้องล่าง ถ้าปลูกไม้ดอกมีแสงแดดส่องพอควร ถ้าเป็นพวกไม้ใบในบริเวณนั้นควรมีแสงรำไร เช่น ผกากรองม่วง กระดุมทอง พลูด่าง ฟิโลเดนดรอน ฯลฯ นอกจากนี้ก้นสาดที่ทำควรเป็นก้นสาดที่แข็งแรง ดูแลรักษาต้นไม้ได้ง่าย

4. **การจัดสวนลอยบนดาดฟ้า** การจัดสวนลอยแบบนี้ต้องลงทุนสูงมาก เพราะใช้เนื้อที่กว้างการเคลื่อนย้ายวัสดุลำบาก ด้วยอยู่สูงนิยมจัดแบบสวนหย่อม การใช้ดิน ต้นไม้ จะเหมือนการจัดบนพื้นดินไม่ได้ การจัดสวนบนดาดฟ้าผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงสภาพพื้นที่

ก. ต้องระบายน้ำได้ดี

ข. ต้องป้องกันการซึมของน้ำที่พื้น

ค. ต้องใช้ดินที่มีคุณภาพดีอยู่ได้นาน

ง. ควรปลูกไม้ใส่กระถางใช้ตกแต่งหรือก่อด้วยอิฐมอญใส่ดินปลูกต้นไม้

จ. การเลือกต้นไม้ปลูกต้องให้เหมาะกับสถานที่ใช้ไม้พุ่มเล็ก รากไม่กินดินลึก ไม่ต้านลมมาก ๆ ส่วนชนิดพุ่มกลางควรใช้น้อยต้น

2.1.3.7 **การจัดสวนหย่อม**

การจัดสวนหย่อม คือการจัดสวนไม้ประดับที่ใช้เนื้อที่การจัดน้อยเป็นสวนขนาดเล็ก หรือจัดเป็นจุด ๆ ในพื้นที่ใหญ่เพื่อเน้นบริเวณนั้น ๆ เช่น บนพื้นสนามหญ้ากว้างแต่จัดเพียงจุดเดียว ใช้อุปกรณ์ม่เปลือง เช่น ก้อนหินหนึ่งก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นไม้คุมดินหนึ่งกลุ่มกับไม้พุ่มขนาดกลางอีกหนึ่งต้นก็จัดได้ การจัดสวนแบบนี้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน บริเวณที่จัดเป็นที่ราบหรือเป็นเนินก็ได้จะจัดตามมุมอาคาร มุมถนน หรือโคนต้นไม้ เป็นสวนไม้ประดับที่มีรูปแบบกะทัดรัด สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบและวัสดุที่ใช้ได้ง่าย ถ้าเจ้าของเกิดความเบื่อหน่ายส่วนใหญ่จะเปลี่ยนต้นไม้มากกว่าอย่างอื่น นิยมจัดกันมากเพราะประหยัดเนื้อที่และค่าใช้จ่าย

2.1.4 ข้อมูลต่าง ๆในการออกแบบจัดสวน(PROBLEM IN LANDSCAPE)

การออกแบบจะง่ายถ้ามีการคิดถึงข้อมูลและปัญหาต่าง ๆ ก่อนและพยายามแก้ปัญหาเหล่านั้นให้ได้มากที่สุด โดยทั่วไปแล้วจะแบ่งปัญหาออกเป็น 3 ชนิด คือ

2.1.4.1 พื้นที่ (LAND)

การหาข้อมูล จากลักษณะพื้นที่ ภูมิอากาศ อุณหภูมิ พรรณไม้ สภาพดิน ระดับน้ำซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่นั้น ๆ โดยต้องนำไปใช้ในการออกแบบ

1.ภูมิอากาศ : ทราบถึงอุณหภูมิ, ความร้อน, หนาว, แห้ง และชื้นเท่าไร จำนวนฝนที่ตก,แสงแดดและทิศทางลม

2.ลักษณะพื้นที่: ได้แก่ความลาดเอียงของพื้นที่สูงต่ำแตกต่างกัน

3.พรรณไม้ : สำรวจหาพรรณไม้เดิมที่มีอยู่แล้วในสถานที่นั้นๆ ว่าเป็นชนิดไหน โดยทั่วไปแล้ว จะแบ่งออกเป็น 3 อย่างคือ

ก. พรรณไม้เดิม (NATIVE VEGETATION) เป็นพรรณไม้ที่มีอยู่เดิมแล้วก่อนที่คนจะเข้ามาอยู่อาศัยบริเวณนั้น ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิอากาศแต่ละแห่ง

ข. การปลูกพืชเพื่อการเกษตร (AGRICULTURAL VEGETATION) การปลูกพืชผัก ผลไม้ เช่น ข้าว ผักชนิดต่างๆซึ่งต้องเกี่ยวเนื่องกับดินและภูมิอากาศเพื่อให้ได้พืชผลตามที่ต้องการ ทำให้เกิด (LANDSCAPE) แบบชนบทขึ้น

ค. การปลูกไม้ประดับ(ornamental vegetation) ปลูกขึ้นเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆเช่น ทำเป็นแนวรั้ว,กันลมหรือเพื่อความพึงพอใจ ทั้งนี้อาจเกิดจากพรรณไม้เดิมกับการปลูกพืชผักรวมกันหรือเพิ่มเติมก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.2 โครงสร้างและตัวอาคาร(STRUCTURE AND BUILDING)

บ้านหรืออาคารเป็นโครงสร้างที่นักออกแบบสวนจะต้องทราบถึงวัสดุที่ใช้และรูปร่างของตัวอาคาร(STYLES)เพื่อความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างบ้านและสวน และควรทราบถึงโครงสร้างต่างๆภายในบริเวณบ้านที่ต้องเกี่ยวข้องกับการจัดสวน เช่น ท่อน้ำ,ท่อไฟ,ท่อสายโทรศัพท์,ทางระบายน้ำ,ตำแหน่งของก๊อกน้ำ,สวิตช์ไฟ

นอกจากโครงสร้างเหล่านี้แล้วขนาดและรูปร่างของตัวบ้านก็มีหลายชนิดในแง่ของ(LANDSCAPE)จะมองในจุดที่ส่วนใดของตัวบ้านที่ต่อเนื่องกับสวนบ้าง

2.1.4.3 คน (PEOPLE)

นอกจากปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมาสิ่งที่สำคัญที่นักออกแบบต้องทราบ คือ ความต้องการครอบครัวที่เป็นเจ้าของสถานที่นั้น ซึ่งอายุและเพศทำให้ลักษณะการออกแบบตกแต่งต่างกันออกไป

ข้อแตกต่างส่วนใหญ่มาจากเด็กลักษณะของสวนจะต่างกันโดยสิ้นเชิง ถ้าปราศจากเด็กปัญหาและความต้องการเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ ทุก ๆ 6 หรือ 7 ปี ตามเวลาที่เด็กเติบโตขึ้น การออกแบบจำเป็นต้องคิดถึงอนาคตด้วยว่าแต่ละสิ่งสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้ประโยชน์ได้เมื่อเด็กโตขึ้น

2.1.5 โครงสร้างและฐานรากของสวน (FOUNDATION)

การสร้างสวนก็เหมือนกับการสร้างบ้านจึงต้องมีฐานรากเหมือนกัน เพื่อที่จะให้สวนมั่นคงแข็งแรงและมีอายุยืนยาวโดยไม่เกิดปัญหาภายหลัง สิ่งแรกที่ควรคิดถึงคือเรื่องของดิน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้สวนสวยงามหรือไม่ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องนี้ มักจะใช้เงินมากในการปรับระดับดินปรับปรุงดินให้มีสภาพเหมาะสมที่จะปลูกพรรณไม้ทั่วไป

2.1.5.1 การปรับพื้นที่ (GRADING)

การปรับพื้นที่รวมถึงการขุด และการถมเพื่อให้ได้ระดับที่ต้องการสำหรับสวนซึ่งการปรับพื้นที่มีจุดมุ่งหมายหลายอย่างเช่นควบคุมการพังทลายของดิน ขุดดินเพื่อทำสระ,ทำสนามกอล์ฟ หรือเป็นการปรับปรุงรูปร่างลักษณะของพื้นที่นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.2 การระบายน้ำ(DRIAINAGE)

การไหลของน้ำที่ช้าหรือเร็วเกินไป อาจทำความเสียหายให้กับสถานที่ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการระบายน้ำที่ถูกต้องเพื่อรักษาสภาพของสวนให้คงที่อยู่เสมอซึ่งการระบายน้ำแบ่งออกเป็น 2 ทางคือ

1. การระบายน้ำทางผิวดิน(SURFACE DRAINAGE) หมายถึง การปรับพื้นที่ให้น้ำไหลไปเรื่อย ๆ บนผิวดิน, หญ้าหรือวัสดุอื่น ๆ อย่างสม่ำเสมอแต่ไม่เร็วเกินไปนักนอกจากว่าจะเป็นร่องน้ำ โดยความเร็วของน้ำขึ้นอยู่กับความลาดเอียงของพื้นที่และความหยาบละเอียดของพื้นผิว

2. การระบายน้ำใต้ผิวดิน(SUBSURFACE DRAINAGE) การระบายน้ำใต้ผิวดินปกติแล้วจะระบายในแนวตั้ง หรืออาจเปลี่ยนแปลงทิศทางโดยชั้นต่าง ๆ ของวัสดุ ถ้าใต้ดินเป็นทรายการระบายน้ำก็จะเร็วมากถ้าเป็นดินเหนียวการระบายน้ำก็จะช้า ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญในการเลือกชนิดของต้นไม้ให้เหมาะกับสภาพดินของสวนนั้น ๆ

2.1.5.3 ดิน (SOIL CONDITIONING)

สภาวะของดินเกี่ยวข้องกับอินทรีย์วัตถุ ความหยาบละเอียดของดิน และการระบายน้ำ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ เราอาจจะเลือกต้นไม้ให้เข้ากับสภาพของดิน หรือจะจัดสภาพของดินให้เข้ากับต้นไม้ที่จะปลูก โดยทั่วไปแล้วจะทำทั้งสองแบบซึ่งอยู่กับเหตุผลและข้อมูล

2.1.5.4 วัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ (UTILITIES)

อุปกรณ์ที่จำเป็นที่สุดภายในสวนได้แก่ ท่อน้ำ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญที่จะทำให้ต้นไม้ในสวนเจริญเติบโตดีหรือไม่ นอกจากนั้นก็มีท่อโทรศัพท์ ท่อแก๊ส ท่อสายไฟในสวนซึ่งสายไฟต่าง ๆภายในสวนควรใช้ชนิดที่กันน้ำได้ การวางวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ ควรทำทันทีที่การปรับดินหยาบ ๆ เสร็จแล้ว เพื่อจะช่วยประหยัดและให้ความสะดวกในการทำงานอื่นมากขึ้น

2.1.6 ลักษณะของผิวของวัสดุจัดสวน (SURFACING)

หลังจากที่ได้มีการปรับพื้นที่เรื่องการระบายน้ำ ปรับปรุงดิน วางตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้วจำเป็นต้องตัดสินใจเลือกลักษณะของพื้นผิววัสดุ (SURFACING)ว่าจะใช้แบบไหนบ้าง โดยให้เข้ากับบรรยากาศของสวนและตรงตามจุดมุ่งหมายการใช้ เพราะสนามโดยทั่วไปจะปล่อยให้เป็นไปตามธรรมชาติไม่ได้เพราะจะมีวัชพืช ใบไม้ผุหรือหญ้าที่ไม่ต้องการขึ้นมากมา ดังนั้นควรมีการกำหนดและเลือกใช้ SURFACING เพื่อที่จะควบคุมเรื่องฝุ่นละออง,ความร้อน วัชพืชการระบายน้ำ และเป็นตัวประกอบให้สวนสวยงามขึ้น

การใช้ SURFACING ทั่ว ๆ ไปจะมีอยู่ 3 จุดมุ่งหมายคือ

- ปูทางเท้าสำหรับบริเวณที่มีคนสัญจรไปมา
- ทำเป็นสนามหญ้าสำหรับบริเวณที่มีการใช้น้อย
- ปลูกพืชคุมดินสำหรับบริเวณที่ไม่มีคนเดินข้าม

นอกจากจะใช้ SURFACING ในแง่ของประโยชน์ใช้สอยแล้ว SURFACING ยังเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบในการจัดสวนอีกด้วย เพราะเป็นตัวเสริมให้ส่วนอื่นเด่นขึ้น เนื่องจาก SURFACE มักจะอยู่ในระดับต่ำจึงช่วยเน้นให้เห็นถึงลักษณะ 3 มิติของสวนด้วย SURFACING แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.1.6.1 ลักษณะพื้นผิวที่แข็ง(HARD PAVING)

ส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุที่มีราคาแพงกว่า แต่คงทนกว่าในทุกสภาพดินฟ้าอากาศและต้องการดูแลรักษาน้อยกว่าด้วย ข้อเสียของ SURFACING แบบนี้คือมีการดูดความร้อนมากไปและมองดูแล้วจะเคืองตาเนื่องจากการสะท้อนแสง

วัสดุที่ใช้ ได้แก่การใช้คอนกรีตร่วมกับอิฐ, หิน, กระเบื้องและใช้คอนกรีตบล็อก ไม้ โมเสต

2.1.6.2 ลักษณะพื้นผิวที่อ่อนนุ่ม (SOFT SURFACING)

วัสดุที่ใช้จะไม่แพงเท่ากับ HARVD PAVING แต่ต้องการการดูแลรักษามากกว่าและจะต้องเปลี่ยนใหม่เมื่อเสื่อมสภาพแล้ว

ได้แก่ หญ้า เปลือกไม้ ทราย หินละเอียด และพืชคุมดินชนิดต่าง ๆ

2.1.7 การประดับและการตกแต่งสวน(ENRICHMENT IN LANDSCAPE)

การประดับและการตกแต่งสวน ก็เหมือนกับการตกแต่งห้องเพราะมีผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบสวนไว้เหมือนห้อง 1 ห้องซึ่งมีโครงสร้างพื้น, ผนังและเพดาน แต่ห้อง ๆ นี้จะไม่สมบูรณ์ และมีชีวิตถ้าปราศจากสิ่งที่ประดับตกแต่งห้อง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีสิ่งประดับ และตกแต่งเพื่อทำให้สวนมีบรรยากาศและชีวิตชีวาขึ้นกว่าเดิม โดยแบ่งสิ่งประดับสวนออกเป็น 2 ประเภท

2.1.7.1 สิ่งประดับและตกแต่งสวนที่เป็นธรรมชาติ ได้แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ สิ่งตกแต่งที่สามารถสัมผัสได้ และไม่สามารถสัมผัสได้

1.สิ่งประดับและตกแต่งสวนที่เป็นธรรมชาติและสามารถสัมผัสได้ ได้แก่

ก.หิน (STONE)

หินได้ถูกใช้เป็นตัวประกอบ ให้สวนสวยขึ้นที่ใช้กันมากคือการจัดสวนแถบตะวันออก จีนและญี่ปุ่นซึ่งมีลักษณะเฉพาะในการจัดสวนประกอบหิน หินแต่ละก้อนที่เลือกใช้ต้องมีสิ่งที่น่าสนใจเฉพาะทั้งด้านรูปร่าง สีและผิวสัมผัส (TEXTURE) แล้วจัดโชว์ให้เห็นถึงลักษณะพิเศษแต่ละก้อน

ข. พรรณไม้ชนิดต่าง ๆ (PLANTS)

ต้นไม้อาจทำหน้าที่ได้หลายอย่างคือเป็นทั้งผนัง, เพดานหรือพื้นผิว ในด้านการจัดสวนไม้บางชนิด การปลูกและการตกแต่งให้เป็นรูปต่างๆได้ หรือถือเป็นรูปปั้น (SCULPTURE)อันหนึ่งและมีสีสันสวยงาม แต่ต้องอาศัยการดูแลรักษาอย่างดี ซึ่งปัจจุบันนี้ก็มีสถานที่ไม่กี่แห่งที่ทำได้ ซึ่งการตัดแต่งต้นไม้แบบนี้เดิมเป็นที่นิยมกันมากในการจัดสวนแบบประดิษฐ์ (FORMAL STYLES) เช่นที่พระราชวังแวรซายส์ เป็นต้น

ค. น้ำ (WATER)

น้ำเป็นสิ่งประดับตกแต่งที่สามารถสัมผัสได้สัมผัสไม่ได้ และสามารถได้ยินเสียงได้ด้วยเมื่อน้ำเคลื่อนไหว น้ำจะสะท้อนแสงแวววาวสวยงามดังนั้นนักออกแบบต้องทราบถึงความสำคัญของน้ำว่า น้ำเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้ชมสวนเกิดความประทับใจได้มากที่สุด เพราะคนชอบที่จะอยู่ใกล้ ๆน้ำได้ฟังเสียงน้ำไหลน้ำตกหรือได้สัมผัสน้ำถ้าน้ำมีขนาดกว้างใหญ่คนสามารถตกปลาว่ายน้ำและแล่นเรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้นับได้ว่าเป็นสิ่งประดับที่งดงามและนิยมที่สุด ในเรื่องของการพักผ่อนหย่อนใจ

เราใช้น้ำประกอบการจัดสวนในบรรยากาศที่ต้องการความชุ่มชื้นทำให้บริเวณนั้นมีชีวิตชีวาและเคลื่อนไหวได้เป็นที่นิยมกันมากในบริเวณที่มีอากาศร้อนเพราะละอองน้ำจะช่วยให้อากาศเย็นลง ส่วนลักษณะของน้ำที่ใช้ประกอบในการจัดสวนมี 2 อย่างบริเวณที่มีน้ำนิ่งเช่นในอ่างลึกและในบริเวณที่น้ำเคลื่อนไหวได้ เช่น น้ำพุ,น้ำตก ซึ่งทำให้พื้นที่นั้นดูสว่างและสดใสขึ้น และเคลื่อนไหวในบริเวณเดียวกัน เช่น น้ำตก,น้ำพุ และน้ำนิ่งในบางตอนของอ่างน้ำนั้น ๆ

ง. สัตว์ (ANIMALS)

สัตว์ช่วยให้ความรู้สึกธรรมชาติได้ดีมากเช่นเสียงของนกร้อง,กบเขียด,อึ่งอ่าง,ผีเสื้อที่เกาะตามดอกไม้ต่างๆ,ปลาในบ่อน้ำ,แมว,สุนัขและสัตว์เลี้ยงอื่น ๆ อีก

การจัดสวน ควรให้มีบรรยากาศของธรรมชาติ และชีวิตสัตว์บ้าง เพื่อให้เกิดความรู้สึกใกล้ชิดธรรมชาติอย่างแท้จริงโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นสวนในเมืองใหญ่ ๆ ที่ขาดทั้งต้นไม้และสัตว์ แต่ถ้าเป็นสวนในชนบทก็ไม่จำเป็น เพราะสิ่งแวดล้อมมีอยู่มากมายแล้วแต่สิ่งที่ไม่ควรลืมคือปัญหาระหว่างสัตว์กับสวน เพราะสัตว์บางชนิด ถ้าปล่อยให้อยู่ตามสบายในสวนแล้วอาจทำให้ต้นไม้เสียหายได้ เช่น กระต่าย สุนัข เป็นต้น

2. สิ่งประดับและตกแต่งสวนที่เป็นธรรมชาติ แต่ไม่สามารถสัมผัสได้สิ่งเหล่านี้สามารถสัมผัสได้ด้วยความรู้สึกเท่านั้นแต่ไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น เราจัดปลูกต้นไม้ที่มีดอกหอมไว้ในสวน ก็ถือว่าเป็นสิ่งประดับตกแต่งสวนที่ไม่จำเป็นต้องสัมผัสได้ นอกจากนี้ก็มีเสียงร้องของนก หรือเสียงน้ำพุ เป็นต้น

2.1.7.2 สิ่งประดับและตกแต่งสวนที่มนุษย์ทำขึ้น

1. เฟอร์นิเจอร์ในสวน(OUTDOOR FURNITURE) เฟอร์นิเจอร์ในสวนมีทั้งเก้าอี้,โต๊ะ,ถังขยะ,วัสดุ,เครื่องเล่นสำหรับเด็ก,เตาย่างอาหารและสิ่งอื่น ๆ ที่ถือว่าเป็นเฟอร์นิเจอร์ในสวนนั้น ๆ

นักออกแบบเป็นผู้แนะนำเจ้าของบ้านให้ทราบถึง การเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟอร์นิเจอร์และสถานที่ที่จะตั้งเฟอร์นิเจอร์นั้นซึ่งเฟอร์นิเจอร์เปล่านี้ก็มีขายทั่วไป เฟอร์นิเจอร์ที่ทำด้วยอลูมิเนียม,ไม้และพลาสติก ที่น้ำหนักเบามีสีสดใส ราคาไม่แพงและการใช้ก็สะดวกพอควร แต่มีอายุไม่กี่ปี แต่ถ้าเฟอร์นิเจอร์ที่ทำด้วยโลหะเหล็กคงจะทนกว่า และแพงกว่า เช่น เก้าอี้เหล็กหล่อเป็นรูปลวดลายดอกไม้สวยงามแล้วทาสี

2. **ศิลปอื่น ๆ ที่ใช้ในสวน (OUTDOOR ART)** ภายในห้องโดยทั่วไปจะมีภาพเขียนประดับฝาผนัง หรือรูปปั้นเล็ก ๆ วางอยู่บนตู้โชว์หรือชุดรับแขก สิ่งเหล่านี้จะแสดงให้เห็นถึงรสนิยม และลักษณะพิเศษของเจ้าของบ้านที่แตกต่างจากผู้อื่น สวนก็เหมือนกับห้องทั่วไป ที่ต้องการประดับตกแต่งจากงานทางด้านศิลป เช่น การเขียนภาพบนผนังบ้าน หรือรูปปั้นตามจุดที่สำคัญ จะเห็นได้ว่าสวนสาธารณะจะมีผลงานทางด้านนี้มาก เพื่อให้ประชาชนทั่วไปได้ชื่นชมศิลปนั้น ๆ

2.1.8 การเลือกพรรณไม้(PLANT SELECTION)

การเลือกพรรณไม้สำหรับการจัดสวนให้ถูกต้องจะทำให้การจัด,ตกแต่งและการดูแล รักษาสวนให้ง่ายขึ้น สวนจะมีลักษณะสวยงามเมื่อมีต้นไม้ที่เหมาะสมกับสถานที่นั้น ซึ่งการเลือกของชนิดพรรณไม้ต่าง ๆ ต้องทราบถึงรายละเอียดทั่วๆ ไปดังนี้

2.1.8.1 **ขนาดของต้นไม้ (HEIGHT)**

1.ไม้คลุมดิน	สูงไม่เกิน	0.38 เมตร
2.ไม้พุ่มเตี้ย	สูงประมาณ	0.90 เมตร
3.ไม้พุ่มกลาง	สูงประมาณ	1.80 เมตร
4.ไม้พุ่มสูง	สูงประมาณ	3.00 เมตร
5.ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก (ไม้พุ่มสูง)		6.00 เมตร
6.ไม้ยืนต้นขนาดกลาง		15.00 เมตร
7.ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	เกินกว่า	15 เมตรขึ้นไป
8.ไม้เลื้อยทั่วไป		3.00 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8.2 ระยะปลูกระหว่างต้นหรือทรงพุ่ม(SPACING)

ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ปลูกและขนาดของต้นไม้ถ้าอยู่ในเนื้อที่พอไม่เบียดเสียดกัน ต้นไม้ก็จะเติบโตได้เต็มที่เหตุที่ต้องคำนึงถึง SPACING เพราะจะได้กำหนดตำแหน่งต่าง ๆของต้นไม้ได้ถูกไม้ให้แออัดเกินไปหลังจากปลูกเพียงปี 2 ปี

2.1.8.3 การเจริญเติบโต (RATE OF GROWTH)

ขนาดของต้นไม้และการเจริญเติบโตจะแสดงให้เห็นชัดถึง ลักษณะของต้นไม้ซึ่งเป็นสิ่งที่มีชีวิตที่เปลี่ยนไปเลื่อยๆการเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นอยู่กับที่อยู่อาศัย ซึ่งจำเป็นต้องทราบการเลือกและจัดต้นไม้โดยคำนึงถึงสภาพต้นไม้เหล่านี้ในระยะ 5,10 หรือ 20 ปี ข้างหน้า ก็เหมือนกับการปลูกไม้ดอกที่เราคาดไว้ว่าจะได้ดอกอีกกี่เดือนในข้างกน้า แต่ไม้ยืนต้นและไม้พุ่มนั้นกว่าจะให้ลักษณะทรงพุ่มที่สมบูรณ์เต็มที่ก็ใช้เวลานานนับปี ดังนั้นการวางแปลนสำหรับต้นไม้ จึงจำเป็นต้องคิดถึงการเจริญเติบโตของต้นไม้ด้วยว่าโตช้า,โตเร็ว หรือบานกลาง เพื่อจัดวางให้พอเหมาะ และหลีกเหลี่ยงการเปลี่ยนแปลงใหม่ภายหลัง

2.1.8.4 รูปทรงตามธรรมชาติ (NATURAL FORM)

ลักษณะรูปทรงของต้นไม้ขึ้นอยู่กับข้อมูล 2 อย่างคือ

1.ลักษณะตามธรรมชาติของต้นไม้

2.ลักษณะที่ปรับตัวเนื่องจากการสภาพแวดล้อม

ถ้าจะกล่าวถึงของต้นไม้จริง ๆ แล้วต้องทราบถึงตำแหน่งที่ปลูกและสภาพแวดล้อมเพราะถึงแม้ต้นไม้จะเป็นชนิดเดียวกันก็ตาม ก็อาจจะแตกต่างกันก็ได้

2.1.8.5 ลักษณะผิวสัมผัสของทรงพุ่ม (TEXTURE OF FOLIAGE)

นับว่าลักษณะผิวสัมผัสหยาบหรือระเอียด เป็นส่วนหนึ่งที่จำเป็นต้องทราบในการเลือกพรรณไม้ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของแต่ละสถานที่ ส่วนการแบ่งแยกเรื่องผิวของพรรณไม้นั้นใช้สายตาเป็นเครื่องกำหนดโดยจะดูจากส่วนรวมของพุ่มใบถ้าใบฝอยเล็กก็ถือว่าเป็นผิวสัมผัสละเอียด ถ้าใบใหญ่กว้าง ก็ถือเป็นสัมผัสหยาบ ที่จริงแล้วความเป็นจริงของผิวสัมผัสอาจจะตรงข้ามกับสายตาที่มอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8.6 สี (COLOR)

เรื่องของสีนับว่าเป็นในการจัดแต่งสวนให้มีเสน่ห์ และมีชีวิตชีวาซึ่งการเลือกกลุ่มสีต่าง ๆนั้นจะกล่าวในบทของศิลปในการออกแบบแต่เรื่องสีในที่นี้จะเน้นถึงเรื่องสีของพรรณไม้ต่างๆ เท่านั้นเช่นสีของใบและดอกเพราะเป็นส่วนหนึ่งในการเลือกพรรณไม้ด้วย และเป็นส่วนสำคัญที่ไม่ควรจะมองข้ามในการเลือกต้นไม้ทุกครั้งไป การเลือกสีของพรรณไม้ภายในสวนถ้าจะให้สวยงามตามที่

2.1.8.7 การเลือกพรรณไม้

รายละเอียดส่วนใหญ่ที่กล่าวมานี้จะมีอยู่ในตารางสำหรับพรรณไม้แต่ละชนิดซึ่งจะมีประกอบในการพิจารณาเลือกต้นไม้โดยพรรณไม้เหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของพรรณไม้ทั่ว ๆ ไปแต่ก็ได้คัดเลือกแล้วว่าเป็นพรรณไม้ที่นิยมในการจัดสวนและพอที่จะหาได้ตามท้องตลาดทั่วไป โดยแบ่งเป็น ไม้ยืนต้น ไม้เลื้อย และไม้คลุมดิน

1. ไม้ยืนต้น (TREE) การพิจารณาว่าพืชต้นไหนเป็นไม้ยืนต้น (TREE)หรือไม้พุ่มนั้น บางทีทำได้ยากเพราะไม้ยืนต้นที่ถูกไฟไหม้,ลูกเห็บ,น้ำท่วม สัตว์แทะเล็มหรือจากสาเหตุอื่นอีกมากมาย จะดูเหมือนเป็นไม้พุ่มได้และมีไม้พุ่มเป็นบางต้นก็สามารถเจริญเหมือนไม้ยืนต้นได้อย่างไรก็ดีพอจะอธิบายได้ว่า ไม้ยืนต้นพืชที่มีเนื้อไม้ (WOODY PLANT) ซึ่งเจริญจากตายอด จึงสามารถเจริญสูงขึ้นไปเรื่อย ๆมีลำต้นที่เจริญเติบโตเต็มที่ลำต้นเดียว มีทรงพุ่มอยู่ตรงยอดความสูงอย่างต่ำ 2.4 เมตร

2. ไม้พุ่ม (SHURB) เป็นไม้ที่มีลำต้นตรงเป็นอิสระโดยไม่ต้องอาศัยต้นไม้อื่น มีเนื้อไม้ (WOODY PLANT) อายุอยู่ได้นานปี มักจะแตกกิ่งก้านแขนงออกมาในระดับต่ำไม่สูงจากพื้นนัก รูปทรงเป็นพุ่มกลม หรือสามารถตัดแต่งเป็นพุ่มต่าง ๆ ได้

3. ไม้เถาเลื้อย (VINES) เป็นพืชที่เจริญได้ทุกทิศทาง อาศัยวัตถุอื่นปีนป่ายมีทั้งไม้ล้มลุก (HERBACEOUS) และมีเนื้อไม้(WOODY)ซึ่งพวกมีเนื้อไม้เรียกว่า ไม้พุ่มเลื้อย (CLIMBING SHRUBS) ไม้พวกนี้จะพันหรือเกาะตัวเองกับพืชอื่นหรือสิ่งค้ำจุน หรือไม่ก็เลื้อยไปกับดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ไม้คลุมดิน (GROUND COVERS) พืชคลุมดินในความหมายกว้าง ๆ ก็หมายถึง พืชอะไรก็ได้ที่ใช้คลุมดินได้อาจหมายถึง MOSS จนกระทั่งถึงป่าสน ในแง่ของพืชสวนนั้น หมายถึงเฉพาะพืชคลุมดินที่มีต้นเตี้ย (LOW GROWING PLANT)และอยู่ในกลุ่มก้อนติด ๆกัน อาจเป็นที่ที่อยู่ติด ๆกันอาจจะเป็นที่อยู่ติดกับสนามหญ้า และอยู่หรือติดกับที่ว่างแต่ทำให้ที่ที่นั้นดูสวยงาม

2.1.9 หลักศิลปในการออกแบบ (PRINCIPLE OF DESIGN)

2.1.9.1 ความกลมกลืนกัน (UNITY)

ลักษณะความกลมกลืนกันภายในสวนขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ของสวน อาคารสถานที่และต้นไม้ที่ใช้ปลูกลักษณะของพื้นที่ของสวนได้แก่ รูปแบบของพื้นที่ทั่วไปในสวน เช่น เป็นรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมรูปแบบต่าง ๆ นับเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดลักษณะของสวนได้ ส่วนอาคารสถานที่ก็มีรูปแบบต่าง ๆ กันไป เช่น อาคารในยุคสมัยเก่า, ใหม่ ฯลฯ

ต้นไม้ที่ใช้ปลูกก็เลือกให้ถูกชนิดตามความเหมาะสมกับ ลักษณะพื้นที่และตัวอาคาร

2.1.9.2 รูปแบบของสวน (STYLES)

เดิมทีเดียวการจัดสวนมีอยู่ 2 แบบคือ

1. แบบ FORMAL STYLE คือการจัดสวนที่อยู่อาศัยรูปทรงเรขาคณิตเป็นหลัก เช่น จัดรูปร่างของพื้นที่ ต้นไม้ เป็นรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมทรงกระบอกและอื่น ๆ รวมทั้งนิยมจัดให้มีความสมดุลย์กันทั้งด้านซ้ายและด้านขวาซึ่งต้องเหมือนกันและเท่ากันทุกมุม

2.แบบ INFORMAL STYLE คือการจัดสวนที่ไม่อาศัยรูปทรงเรขาคณิตเป็นหลัก แต่อาศัยหลักสมดุลย์ในการจัดวาง หรือจังหวะให้พอดีกันโดยไม่จำเป็นต้องมี 2 ข้าง เท่ากันนิยมใช้ เส้นโค้งมากกว่าเส้นตรงสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยมหรือแม้แต่รูปทรงของต้นไม้ก็ปล่อยให้เป็นรูปทรงอิสระ ไม่ตัดแต่งจนเสียรูปทรงตามธรรมชาติแต่อย่างใด

3.ต่อมาเนื่องจากอิทธิพลของรูปเขียนสมัยใหม่ ทำให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดสวนแบบ ABSTRACT STYLES ขึ้นคือ จัดไม้เป็นกลุ่มใหญ่เน้นเรื่องการใช้สีระหว่างต้นไม้ นิยมใช้ไม้พุ่มมากกว่า การจัดสวนแบบนี้ได้ยอมรับเป็นแบบหนึ่งในการจัดสวนและเป็นที่นิยมในยุโรปในช่วง 10-20 ปีหลังนี้

2.1.9.3 เวลา (TIME)

ระยะเวลาเป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้การออกแบบจัดสวน แตกต่างกับ ศิลปด้านอื่น ๆ เพราะงานศิลปทางด้านจิตรกรรมหรือปฏิมากรรม เมื่อทำตามรูปแบบที่วางไว้ก็เป็นอันว่าเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งจะนำโชว์หรือประดับที่ใดได้ทันที แต่ศิลปทางด้านการจัดสวนอาจใช้เวลานับสิบปี เพื่อการตัดแต่งหรือรอคอยให้ต้นไม้มีรูปร่างที่สมบูรณ์แบบตามที่ผู้ที่ออกแบบได้คิดภาพไว้

ดังนั้นงานด้านจัดสวนไม่ใช่เฉพาะช่างฝีมือก็ทำได้ทุกคนมีเฉพาะบางคนที่เป็นศิลปินพอสมควร คือ สามารถมีจินตนาการถึงภาพและตำแหน่งของต้นไม้ต่างๆภายในสวนที่สมบูรณ์งดงามแล้ว และมีความสามารถในเรื่องธรรมชาติของต้นไม้ในกันที่จะเลือกชนิดของต้นไม้และปลูกตามวิธีการที่ถูกต้อง และมีความอดทนเพียงพอที่จะรอชมผลที่งดงามที่ดังตั้งภาพพจน์ไว้แม้จะเป็นระยะเวลาอันยาวนาน

2.1.9.4 สัดส่วน (SCALE)

การจัดสัดส่วนในการจัดสวนให้ได้จังหวะที่ดีและสวยงามนั้น มีองค์ประกอบอยู่ 3 อย่างเพื่อให้เกิดสัดส่วนที่ดี และน่าสนใจดังนี้

1. เพดานของห้อง หรือแปลนบน (OVERHEAD PLANE)ได้แก่ ท้องฟ้า, เรือนยอดของต้นไม้, หลังคา, ชายคา, เรือนระแนง

2. ผนังของห้องหรือแปลนตั้ง(VERTICAL SPACE DIVIDER) ได้แก่ ผนัง, รั้ว, ต้นไม้, พุ่มไม้

3. พื้นห้อง หรือแปลน (BASE PLANE)ได้แก่ ทราย, น้ำ, ดิน

การจัดสวนให้ได้ลักษณะที่ดี และน่าประทับใจขาดองค์ประกอบทั้ง 3 อย่างนี้ไม่ได้ เพราะทำให้ความรู้สึกสมดุลย์ และเหมาะสม หายไป

นอกจากนี้สวนก็มีต่อเนื่องกับสัดส่วนของมนุษย์ด้วน ผู้ออกแบบต้องพยายามเปรียบเทียบถึงลักษณะของสวนด้วย ว่าเป็นสวนสำหรับเด็ก, ผู้ใหญ่, วัยชรา ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9.5 การแบ่งพื้นที่จัดสวน (SPACE DIVISION)

รูปแบบของการจัดสวนมีผลเนื่องมาจากการแบ่งสัดส่วนกับระหว่างที่โล่ง(OPEN SPACE)กับที่ทึบ(SOLID MASS)ซึ่งแล้วแต่ว่าจะจัดให้มีสิ่งใดมากน้อยกว่ากัน ซึ่งเป็นข้อเตือนใจที่ดีสำหรับนักจัดสวนว่าสมควรจัดให้มีทั้งที่โล่งและที่ทึบประกอบกันไปอย่าเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

สิ่งที่โล่ง หมายถึง น้ำ,ดิน,หญ้า

สิ่งที่ทึบ หมายถึง ภูเขา,ต้นไม้,อาคารสถานที่

การจัดสวนแต่ละแห่งมีการแบ่งเส้นระหว่างที่โล่งและที่ทึบ(OPEN SPACE AND SOLID MASS) ต่างกันเช่นชาวฝรั่งเศสชอบให้ระเบียงต่อจากห้อง (ที่โล่ง) และแบ่งระเบียงเป็นแต่ละส่วน ๆเท่า ๆกัน โดยมีการปิดกั้นด้วนผนังของต้นไม้ (ที่ทึบ) เพื่อเป็นขอบ

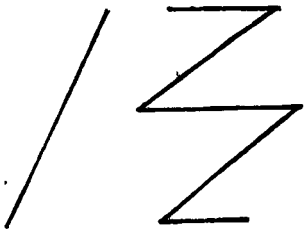
2.1.9.6 เส้น (LINE)

เส้นเป็นตัวทำให้เกิดความหมายต่างๆกันออกไปในการจัดสวนแต่ละครั้งจำเป็นต้องมีการใช้เส้นหลายชนิด เพื่อนำมาประกอบกันเข้าให้ได้จุดมุ่งหมายของผู้ออกแบบ ซึ่งแต่ละจุดมุ่งหมายที่ใช้เส้นต่างกันออกไป โดยทั่วไปแล้วเส้นให้ความรู้สึกดังนี้

———————— -เส้นที่ไปตามแนวนอน ให้ความรู้สึกสงบ พักผ่อน

| -เส้นแนวตั้ง ทำให้เกิดความเคลื่อนไหวเพราะคนต้องมองขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



-เส้นทะแยงมุม, เส้นขวาง หรือชิกแซก ทำให้เกิดความรู้สึกว่องไว และ มีชีวิตจิตใจ

-เส้นโค้งและเนินเขา ไม่เคลื่อนไหวเร็ว เท่าชิกแซก จะช้าและนุ่มนวลกว่า

-แต่ถ้าเส้นโค้ง ที่เปลี่ยนอย่างรวดเร็วและกระทันหัน จะทำให้เกิดการกระตุ้น หรือความรู้สึกที่มีชีวิตจิตใจ

ภาพที่ 2.5 แสดงความรู้สึกของเส้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9.7 รูปร่าง (FORM)

เส้นให้ความรู้สึกที่แตกต่างกันออกไปแต่ เมื่อนำเอาเส้นมาประกอบกันเข้าจะได้รูปร่างต่าง ๆส่วนความกลมกลืนแต่ละรูปต่าง ๆ นั้น ผู้ออกแบบต้องเป็นผู้ใช้ความสามารถจัดวางให้ทุกส่วนภายในสวนมีความสัมพันธ์กันเอง โดยอาจจะคิดถึงเรื่องสัดส่วน,หรือการแบ่งพื้นที่หรือสี เป็นต้น

โดยปกติแล้วรูปร่างของสวนจะเป็นแบบรูปทรงเรขาคณิต และแบบธรรมชาติเท่านั้น เท่าที่กล่าวไปแล้วรูปร่าง (FORM) ทางด้านแปลน ซึ่งใช้เส้นประกอบขึ้น นอกจากนี้ยังมีรูปร่างทางแนวอื่นๆ อีก เช่นแนวตั้ง คือ รูปทรงศาลา รูปทรงของต้นไม้ ฯลฯ

2.1.9.8 ผิวสัมผัส (TEXTURE)

สิ่งสำคัญของผิวสัมผัส คือช่วยทำให้รูปร่างต่างๆแลดูเด่นชัดผิวสัมผัสก็แบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ ผิวสัมผัสที่หยาบ และละเอียด

พื้นผิวที่หยาบจะทำให้ความรู้สึกกล้าแข็ง,บึงคับ(เหมือนกับเส้นตรง) และให้ความรู้สึกเยินเย้อโบราณ

พื้นผิวที่ละเอียดจะให้ความรู้สึกร่าเริงและยุ่งนิด ๆ เพราะผิวที่ละเอียดจะแลดูลึกลับกว่าผิวหยาบ

2.1.9.9 สี (COLOR)

สีช่วยให้ความสว่างไสวแก่สวนและให้ความหมายแตกต่างกันมากมาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้สีไม่ว่าจะเป็นสีของต้นไม้ ดอกไม้ ทางเดิน ผนังเฟอร์นิเจอร์ หรืออื่น ๆ ก็ตามทีควรเรียนรู้และทราบถึงทฤษฎีสีพอสมควรจะช่วยให้เราสามารถจัดกลุ่มสีของสวนได้กลมกลืนและสวยงามมากขึ้น

แม่สีมีอยู่ 3 สี คือ สีแดง,สีเหลือง, สีน้ำเงิน

การจัดสวนถ้าต้องการให้กลมกลืนในเรื่องควรเลือกกลุ่มสีก่อนว่าจะเอากลุ่มสีร้อนหรือสีเย็น ถ้าเลือกสีเย็นก็ควรเลือก สีน้ำเงิน,เขียว,คราม

" ร้อน สีส้ม,เหลือง,เขียว

" ร้อน ส้ม,แดง,ม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9.10 **หลักจิตวิทยาในการออกแบบ(PSYCHOLOGY OF DESIGN)**

การที่เราทราบถึง ความต้องการหรือทราบถึงจิตใจส่วนใหญ่ของมนุษย์จะทำให้เราออกแบบได้ดีขึ้น โดยออกแบบให้สิ่งนั้น ๆ ให้เป็นที่ชื่นชอบของประชาชนทั่วไปได้โดยจะต้องทราบถึงจุดมุ่งหมายรวมทางด้านจิตใจของประชาชนทั่ว ๆไปก่อน

โดยทั่วไปแล้วมนุษย์มีปฏิกิริยาต่อสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้คือ

1.มนุษย์จะเดินถอยห่างจาก

2.มนุษย์จะเดินเข้าไปหา

3.มนุษย์มีความรู้สึกต่อสิ่งราบเรียบ

4.มนุษย์มีความรู้สึกต่อการลงที่ต่ำ

5.มนุษย์มีความรู้สึกต่อการขึ้น

2.1.10 **ขั้นตอนการออกแบบสวน (DESIGN PROCESS)**

การออกแบบสวนต้องมีขั้นตอนในการออกแบบเพื่อที่ผู้ออกแบบจะได้เข้าใจถึงสถานที่และจุดประสงค์ของเจ้าของบ้าน โดยมีหลักการออกแบบเป็นขั้นตอนไป ซึ่งหลักการเหล่านี้รวมถึงการสำรวจสถานที่การวิเคราะห์ข้อมูลจากเจ้าของบ้าน แนวความคิดในการจัดวาง การเขียนแปลนที่สมบูรณ์ และการเขียนทัศนียภาพเพื่อเสนอจ่อเจ้าของบ้าน

หลักการโดยทั่วไปมี 5 ขั้นตอนคือ

2.1.10.1 **การสำรวจสถานที่ (SITE ANALYSIS)**

เป็นการสำรวจสถานที่ที่จะทำการออกแบบจริงโดยหาข้อมูลให้ได้มากที่สุด ซึ่งข้อมูลที่จำเป็นในการวางแปลนจัดสวน ได้แก่

1.**ขนาด** ขนาดของสถานที่ที่ออกแบบสวนกว้าง,ยาวเท่าไร ตั้งอยู่บริเวณใดของบ้าน หรืออาจจะเขียนแปลนรวมตัวบ้าน และสวนให้เห็นได้ชัดว่าตั้งอยู่อย่างไร

2.**ทิศ** ทิศเหนืออยู่ทางไหนจะทำให้ทราบถึงเรื่องแสงสว่างที่สวนจะได้รับในช่วงเช้าและบ่าย เพื่อจะได้กำหนดพรรณไม้ได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ลม ทิศทางลมที่พัดผ่านสวนมาทางทิศใด

4.ดิน เป็นกรดหรือด่างดิน เป็นดินเหนียว ดินร่วน หรือดินปนทราย

5.ระดับดิน ความสูงต่ำของระดับดินในสวนว่าต้องการ การถมดินเพิ่ม ทำเป็นเนินหรือขุดบ่อตรงไหน และควรระมัดระวังเรื่องระดับดินไม่ให้การถมดินเป็นสาเหตุให้น้ำท่วมในจุดต่าง ๆ ของบ้านได้

6.ภูมิอากาศ ที่ตั้งของบ้านอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบไหนหนาว ร้อน, ชื้น, หรือฝนตกชุกตลอดปี

7.พรรณไม้เดิม หาตำแหน่งและชนิดของพรรณไม้เดิม เพื่อนำไปใช้ในการประกอบการจัดสวน

8.วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ หาตำแหน่งและทิศทางของทางระบายน้ำ, ท่อสายไฟ, ท่อน้ำประปา, สายโทรศัพท์ ที่ตากผ้า ฯลฯ ส่วนเรื่องของน้ำนั้นควรให้เจ้าของบ้านติดตั้งก๊อกน้ำไว้หลาย ๆ จุดเพื่อความสะดวกในการรดน้ำต้นไม้ และควรสังเกตด้วยว่าน้ำเพียงพอหรือไม่ น้ำที่ใช้เป็นน้ำประปา น้ำบาดาล หรือมาจากแหล่งอื่น ๆ

2.1.10.2 การสัมภาษณ์เจ้าของสถานที่ (CLIENT ANALYSIS) คือการหาข้อมูลจากเจ้าของสถานที่ โดยการสอบถาม สังเกตและพิจารณาอาจทำได้โดยการตั้งปัญหาถาม สนทนาถึงเรื่องความชอบ และรสนิยมโดยทั่วไปของเจ้าของสถานที่

สิ่งเหล่านี้เป็นตัวอย่างที่นักออกแบบต้องสอบถามเจ้าของบ้านและยังมีเรื่องอีกมากมายหลายอย่าง ที่ต้องสังเกตและจดจำเพื่อเป็นประโยชน์ในการออกแบบ เช่น รสนิยมเรื่องสี ชนิดของต้นไม้ นอกจากหัวหน้าครอบครัวแล้วต้องทราบถึงบทบาทของสมาชิกทุกคนในครอบครัวด้วยถ้าเป็นไปได้ควรหาโอกาศพูดคุยกับทุกคนภายในบ้านก็จะทำให้ลักษณะของสวนที่ออกมาสมบูรณ์อย่างยิ่งขึ้น เพราะสามารถเข้าถึงความต้องการของแต่ละคนภายในบ้านได้ แต่สิ่งที่สำคัญที่สุด ที่ควรทราบคือเรื่องงบประมาณที่เจ้าของบ้านจะสามารถจ่ายได้ในการจัดสวนครั้งนี้หรือแม้แต่จะ

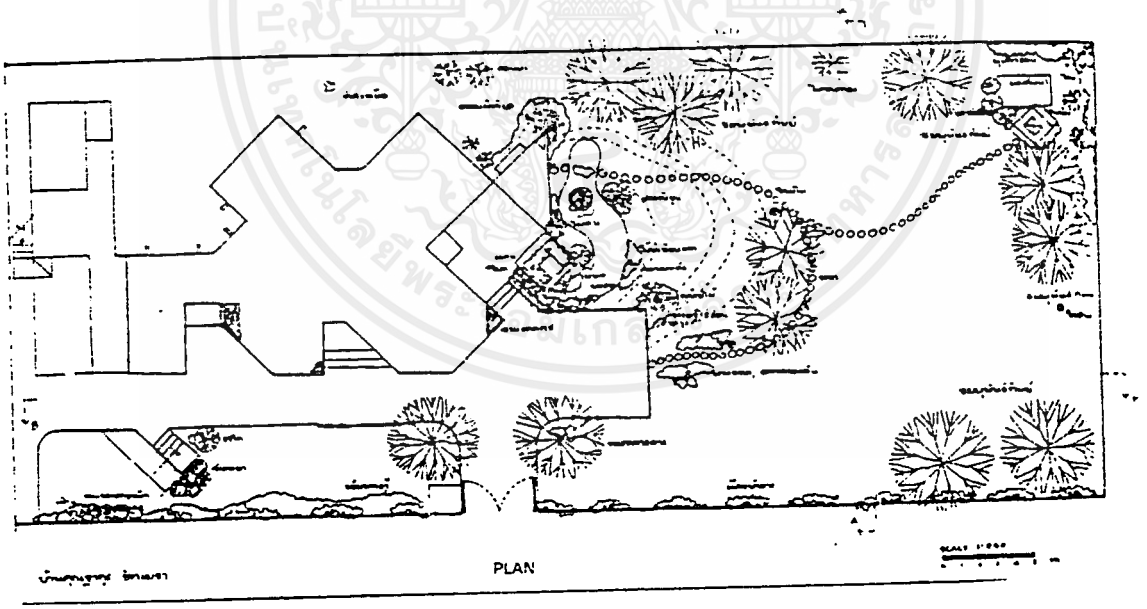
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสวนที่เราจัดขึ้นเองก็ต้องทราบถึงงบประมาณที่เราจะใช้ในการจัดสวน

2.1.10.3 การใช้วงกลมในการออกแบบ (BALLOON DIAGRAM) คือ การนำเอาข้อมูลที่ได้มาจากการสำรวจสถานที่ และสัมภาษณ์เจ้าของบ้านมาแยกออกเป็นส่วน ๆ โดยเรียงลำดับความสำคัญมากไปหาน้อยแล้วเลือกเอาส่วนที่จำเป็นต้องมีภายในบ้านโดยให้แต่ละส่วนเป็นวงกลม 1 อัน แล้วนำเอาวงกลมเหล่านี้มาวางลงในแปลนจริงเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแต่วงกลมและกับตัวบ้าน

2.1.10.4 การเขียนแปลน (PLAN)

แปลนหมายถึงลักษณะรูปร่างของสถานที่หรือสิ่งของนั้น ๆ โดยมองจากเบื้องบน (TOP VIEW)แปลนจะสามารถบอกรายละเอียดเกี่ยวกับที่ตั้งทิศทางและขนาดของสิ่งต่างๆภายในแปลนไว้ทั้งหมด



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการเขียนแปลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

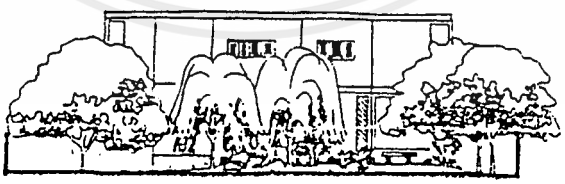
นอกจากการเขียนแปลนที่ช่วยให้ผู้ดูเข้าใจถึงจุดมุ่งหมาย ในการออกแบบแล้วก็ยังมีรูปด้านที่ช่วยให้เข้าใจถึงลักษณะของแปลนนั้นๆในด้านตั้งและทำให้ทราบถึงส่วนสูงของต้นไม้ เก้าอี้และสิ่งอื่นๆ ที่อยู่ภายในแปลนนั้นด้วย การเขียนรูปด้านมี 2 ชนิดคือ

1.รูปด้าน (ELEVATION) การเขียนรูปด้านแบบนี้จะขึ้นอยู่กับความตั้งใจของผู้ออกแบบจะชี้ให้ผู้ดูด้านใดที่คิดว่าน่าสนใจ โดยเขียนเส้นลากผ่านแปลนและแสดงทิศทางของรูปด้วยในแปลนก่อน (ดูรูป)แล้วนำมาแสดงสัดส่วนในแนวตั้งอีกครั้งหนึ่งโดยถือจากระดับดินขึ้นไป

2.รูปตัด (SECTION) รูปตัดจะมีความหมายเหมือน ๆ รูปด้านเพียงแต่ได้ตัดผ่านโครงสร้างที่ต้องการจะให้ผู้ดูทราบ
เช่น ตัดผ่านสระว่ายน้ำ บ่อปลา ก็ทำให้เรามองเห็นว่า บ่อน้ำมันลึกจากระดับดินเท่าไร หรือมีเนินสูงเท่าไร

การเขียนรูปด้านและรูปตัดนี้ก็เป็นที่นิยมทั่วไป และก็แล้วแต่ความตั้งใจของผู้เขียนเอาว่าจะให้ออกมารูปใดที่จะทำให้ผู้ดูหรือผู้อ่านเข้าใจแบบได้มากที่สุด

SECTION B



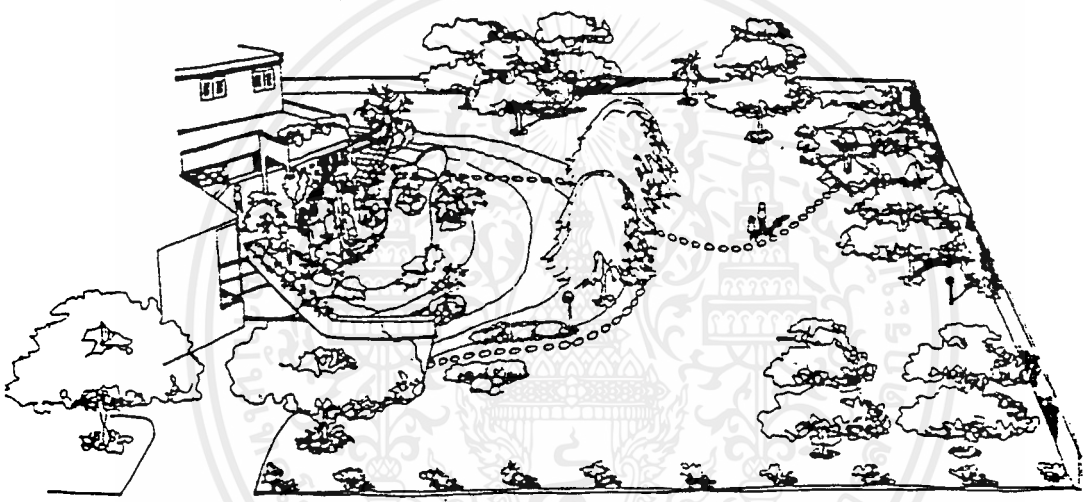
SECTION A

ภาพที่2.7 ตัวอย่างการเขียนรูปตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.10.5 การเขียนทัศนียภาพ (PERSPECTIVE)

การเขียนทัศนียภาพเป็นการเขียนที่ทำให้ผู้ดูสามารถเข้าใจได้มากที่สุดเพราะจะเป็นภาพที่มีลักษณะที่เหมือนภาพถ่ายและมีมุมต่าง ๆ อาจเขียนโดยใช้ลายเส้นเป็นขาวดำ หรือจะลงสีให้มีสีสันเหมือนจริงก็ได้



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการเขียนทัศนียภาพ

ขั้นตอนการออกทั้งหมดนี้จะช่วยให้ ผู้ออกแบบสามารถตั้งต้นการทำงานได้อย่างถูกต้องและมีขั้นตอนที่ดี ทำให้การออกแบบง่ายกว่าที่ออกแบบโดยไม่ทราบข้อมูลอะไรเลย และออกแบบไปโดยเห็นแต่แปลนในกระดาษท่านั้น การออกแบบตามขั้นตอนเหล่านี้จะทำให้เห็นและทราบถึงปัญหาของสถานที่นั้น รวมทั้งปัญหาของบุคคลที่เป็นเจ้าของด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.11 ขั้นตอนการจัดสวน (LANDCAPING INSTALLATION)

หลังจากที่ได้ออกแบบสวน, ประเมินราคาและตกลงกับเจ้าของสถานที่เป็นที่เรียบร้อยแล้วนักจัดสวนก็ต้องวางแผนหรือเตรียมงานเป็นขั้นตอนไปเพื่อกะระยะให้เสร็จตามวัน และเวลาที่ต้องการ จากการจัดสวนโดยทั่วไปจะพบว่ามีระดับการทำงานเป็นขั้นๆเพื่อความสะดวกในการทำงานและมีผลให้งานแต่ละชิ้นได้ผลดี

2.1.11.1 การคัดเลือกซื้อพรรณไม้ (GETTING PLANT)

เป็นการสำรวจและหาแหล่งพรรณไม้ที่มีในแบบตามแหล่งต่าง ๆของร้านขายต้นไม้ภายในเมืองนั้น ๆโดยพยายามหาทั้งชนิดของต้นไม้, ขนาด, รูปทรง และราคาให้เป็นไปตามแบบที่เสนอต่อเจ้าของบ้าน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความศรัทธาจากเจ้าของบ้านถึงความสามารถของผู้จัดที่หาพรรณไม้ได้รูปร่างและ ชนิดตามที่กำหนดไว้ควรพยายามหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนต้นไม้จากแบบเดิมยอกจากจำเป็นจริงๆ เช่นในกรณีที่ไม่สามารถจะหาไม้ชนิดนั้นได้

2.1.11.2 การปรับที่ (GRADING)

การปรับที่ก่อนที่จะปลูกต้นไม้นั้นเป็นงานที่ยากใช้เวลา และแรงงานมาก ปัญหาก็มีมากถ้าหากว่าการก่อสร้างไม่เสร็จเรียบร้อยเพราะอาจจะมีการขุดท่อวางสายไฟ ประปา อีกก็ได้และหลังจากที่ปรับเสร็จเมื่อฝนตก ฝนจะชะหน้าดินเป็นร่องทำให้เสียเวลาในการปรับที่ใหม่อีก เนินที่แต่งไว้อาจจะถูกเหยียบย่ำโดยคนงานที่มาทำงานอย่างอื่นในบ้าน เช่น ทาสี, ตั้งศาลพระภูมิ ฯลฯ ดังนั้นการปรับที่จึงต้องรอเวลาที่พอเหมาะโดยให้งานก่อสร้างส่วนใหญ่เสร็จแล้ว และใช้ผู้ที่มีฝีมือที่จะปรับที่ให้เป็นรูปร่างตามที่นักออกแบบต้องการได้

2.1.11.3 การเตรียมหลุมปลูกต้นไม้ (Soil Preparation)

ควรเตรียมหลุมปลูกไม้ยืนต้นหรือไม้ประธานก่อน แล้วจึงเป็นไม้พุ่ม ไม้คลุมดิน ตามลำดับ วิธีเตรียมก็ดูตำแหน่งของต้นไม้นั้นๆ จากแปลน จะทราบถึงระยะห่างของต้นไม้จากกำแพงหรือผนังบ้านได้ เมื่อได้ตำแหน่งต้นไม้แต่ละต้นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ปูนขาวโรยเป็นวงตรงจุดนั้น เพื่อให้คนงานขุดดิน โดยกะขนาดของหลุมตามชนิดของต้นไม้ โดยทั่วก็อาจจะขุด กว้าง 0.80 เมตร,ยาว 0.80 เมตร ลึก 0.80 เมตร สำหรับไม้ยืนต้น เมื่อขุดดินออกแล้วควรย่อยดินให้ละเอียดเอาดินเพียงครึ่งเดียวผสมกับดินผสมที่มีขายทั่วไป ใส่ปุ๋ยเคมีสูตรเสมอ และปูนขาวอย่างละ 1 กำมือ เพื่อช่วยให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดี แล้วกลบลงไปในหลุมตามเดิมเพื่อรอปลูกต้นไม้ต่อไป

2.1.11.4 การกำจัดวัชพืช (WEED CONTROL)ในระยะที่ทำการขุดหลุมเพื่อเตรียมปลูกต้นไม้นั้นหรือหลังจากปรับที่ประมาณ 1-2 อาทิตย์ วัชพืชก็จะงอกขึ้นมาให้เห็น ก็ควรกำจัดวัชพืชในบริเวณที่ได้ปรับพื้นที่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นแห้วหมู, ผักบุ้ง ฯลฯ ก็ตามต้องให้จอบเสียบ แทงขุดเอาหัวหญ้าออกให้ได้มากที่สุด ถ้ามีมากก็ใช้ยากำจัดวัชพืชฉีด แต่ถ้าฉีดยาก็ควรทิ้งไว้ให้นานพอสมควร (ตามฉลากยา) จึงปลูกหญ้าได้ การกำจัดวัชพืชก็ควรมีเรื่อย ๆ แม้ว่าจะปลูกหญ้าไปแล้วก็ตามก็ควรจะขุดวัชพืชทิ้งเมื่อเกิดมีขึ้นมาอีก

2.1.11.5 การจัดวางก้อนหิน (SETTING STONES)

ก้อนหินมีรูปทางต่าง ๆ ตามธรรมชาติโดยไม่ได้ถูกตัดจะแสดงให้เห็นถึงลักษณะตามธรรมชาติของหินที่เปลี่ยนแปลงไปโดยภูมิอากาศต่าง ๆ ซึ่งแต่ละแบบก็จะบอกถึงบรรยากาศของถิ่นที่มาของหินนั้น ๆ เช่น หินอาจจะเรียบหรือขรุขระเนื่องจากลมและพายุจากแม่น้ำ มหาสมุทร สีจะแสดงถึงความมั่นคงสงบนิ่ง หินที่มีรูปร่างกลม หรือหินที่ขัดถูแล้วจะไม่นิยมใช้ในการจัดสวน เพราะจะทำให้ดูไม่เป็นธรรมชาติ สีที่นิยมคือสีน้ำตาล, แดง, ม่วง, เขียวปนน้ำเงิน สีขาวไม่เป็นที่นิยมเพราะขาวเกินไปและไม่ประทับใจเมื่อมองดู และควรหลีกเลี่ยงการใช้สีก้อนหินที่ตัดกัน

นักจัดสวนจะสำรวจรอบ ๆ หินแต่ละก้อนอย่างถี่ถ้วนก่อนเพื่อที่จะตัดสินใจดูว่าด้านไหนเป็นด้านหน้า, ที่ควรจะโชว์แก่ผู้ที่มาพบเห็น สังเกตจุดศูนย์ถ่วงของก้อนหินควรวางตรงไหนและจมลงในดินเท่าไร เพื่อให้เกิดความสมดุลย์ในแต่ละก้อนที่วาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.11.6 การปลูกไม้ยืนต้น, ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน(PLANTING)

เมื่อได้เตรียมหลุม และเตรียมดินในหลุมเรียบร้อยแล้วก็เตรียมปลูกต้นไม้ โดยลำเลียงต้นไม้มาจากแหล่งซื้อต่าง ๆ ควรปลูกไม้ใหญ่ก่อน โดยนำต้นไม้ไปใกล้ ๆปากหลุม ถอดกระถางออกหรือทุบกระถางให้แตกเพื่อกันกระเทือนของราก โกยดินออกจากหลุมให้ลึกเท่ากับความสูงของกระถาง วางต้นไม้ลงในหลุมกลบดินให้แน่น ให้โคนต้นไม้เสมอปากหลุมรอบ ๆโคนต้นไม้ควรทำเป็นแอ่งรับน้ำเพื่อให้ต้นไม้ได้รับน้ำมากที่สุด เมื่อปลูกแล้วควรค้ำด้วยไม้ไผ่, ไม้สนใช้ไม้ประมาณ 3 อัน

2.1.11.7 การปูหญ้า (LAWN INSTALLATION)

ก่อนที่จะเริ่มปลูกหญ้าควรจะปรับที่ให้เรียบอีกครั้งเพราะการปรับครั้งแรกก็ผ่านไปนานพอสมควรแล้ว หน้าดินอาจจะถูกชะด้วยฝนเป็นร่อง หรืออาจเป็นหลุมเป็นบ่อเนื่องจากการเหยียบย่ำเมื่อปลูกต้นไม้ก็ได้ ควรปรับให้เรียบอีกครั้งโดยใช้ดินถมตามหลุมต่าง ๆ อัดให้แน่นสังเกตดูการระบายน้ำให้ดีเมื่อฝนตก หรือเมื่อรดน้ำ เพื่อจะได้ปรับระดับให้ถูกต้องก่อนปูหญ้า

เมื่อปรับระดับเรียบร้อยแล้วก็ควรสั่งทรายและหญ้า, ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเทศบาลปูนขาวโดยกะจำนวนของให้ถูกต้อง

หญ้าควรเลือกชนิดให้ถูกต้องต่อสภาพของแสง เช่นในร่มหรือกึ่งร่มใช้หญ้ามาเลเซีย, แดดจัดให้ใช้หญ้านวลน้อย, ญี่ปุ่น, เบอรมิวด้า ฯลฯ และควรคำนวณจำนวนที่ใช้ด้วยว่าอย่างละกี่ตารางเมตร เผื่อขาดเหลืออีก 10-20 เมตร (แล้วแต่ความกว้างของเนื้อที่) ควรที่สั่งหญ้ามาส่งภายในวันที่จะปูหญ้า ถ้าปูหญ้าหลายวันก็ควรจะทะยอยส่งทุกวัน เพราะจะได้ไม่ทำให้หญ้าเหลือง เนื่องจากปูไม่หมดในวันเดียว

2.1.11.8 การปูทางเท้า (LAYING PAVEMENTS)

ควรปูทางเท้าหลังจากที่ได้ปูหญ้าเรียบร้อยแล้ว เมื่อดูจากแปลนถึงทิศทางแล้ว ก็กำหนดแนวทางเท้าบนสนามหญ้าให้ถูกต้อง อาจจะใช้ปูนขาวโรยเป็นแนวทางตามแบบ

เลือกวัสดุที่ทำเป็นทางเท้า ซึ่งมีหลายแบบและหลายขนาดโดยทั่วไปมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม.,30 ซม. รูปร่างเป็นสี่เหลี่ยม, วงกลมหรือหกเหลี่ยม ส่วนความหนานั้นแล้วแต่ชนิดของวัสดุ

1.หินล้าง : สะดวกในการใช้ ปลอดภัย สวยพอประมาณ ราคาปานกลาง

2.หินกาบ :ระวังเรื่องความคมของหินกาบสวยมากราคาสูง

3.ซีเมนต์อัด : เป็นรูปต่าง ๆ ของบริษัทปูนซีเมนต์

4.ซีเมนต์ : แบบเรียบสี่เหลี่ยม ไม่มีสี ราคาถูก

5.ศิลาแลง : หนา 10 ซม.สวยเหมือนธรรมชาติแต่เปราะ

นอกจากตัวอย่างทางเท้าสำเร็จรูปที่กล่าวมาแล้ว ก็อาจมีทางเท้าที่ทำขึ้นโดยลาดซีเมนต์เป็นแนวตลอด เช่น ลาดซีเมนต์เอากรวดโรย, หินหรืออิฐเป็นก้อน ๆ เป็นต้น ถ้าทำทางเท้าแบบนี้ควรทำก่อนที่ปูหญ้า

2.1.11.9 การตัดหญ้า,ให้ปุ๋ย,ฉีดยาฆ่าแมลง (MOWING, FERTILIZING AND PIST CONTROL)

เมื่อปูหญ้าได้ประมาณ 2 อาทิตย์แล้วควรจะตัดหญ้าเพราะหญ้าที่ปูไว้จะขึ้นไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากหญ้าที่ปูสูงต่ำไม่เท่ากันหมด การตัดหญ้าจะช่วยให้หญ้าเรียบสม่ำเสมอกันไม่ควรปล่อยให้หญ้าสูงเกินไปหรือมีดอกเพราะจะให้หญ้าเหลือง เมื่อตัดหญ้าแล้ว ควรตัดเมื่อหญ้าแห้งไม่เปียกน้ำ แต่โดยทั่วไปแล้วตัดประมาณ 12 -14 วันต่อ 1 ครั้ง โดยตัดออกประมาณ 1/2 ส่วน ของความสูงของหญ้า เมื่อตัดออกแล้วควรเก็บกวาดเศษหญ้าเพราะถ้าทิ้งไว้จะเป็นแหล่งสะสมโรคและแมลง

เมื่อตัดหญ้าเรียบร้อยแล้วก็ควรให้ปุ๋ยหญ้า ควรใช้ปุ๋ยสูตร 13-13-13 สลับกับปุ๋ยยูเรีย เพราะปุ๋ยยูเรียจะเร่งการเจริญเติบโตของใบอย่างเดียว

(การใช้ปุ๋ยยูเรียควรละลายน้ำแล้วรด จะดีกว่าหว่านลงบนหญ้าแล้วรดน้ำ เพราะถ้าปุ๋ยละลายไม่หมดหญ้าจะไหม้ตายเป็นหย่อม ๆ)

นอกจากให้ปุ๋ยหญ้าแล้วควรให้ปุ๋ยต้นไม้ทุกต้นที่ได้ปลูกไปแล้ว พร้อมทั้งฉีดยาฆ่าแมลงและยากันราก้นไว้คือ 2 อาทิตย์ ต่อครั้ง และควรใช้ยาสำหรับป้องกันแมลงทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.11.10 การเก็บงานและส่งมอบงาน (COMPLETED WORK)

หลังจากที่ได้ปลูกต้นไม้เสร็จสมบูรณ์ไปแล้วในช่วงระยะ 1 เดือนก่อนที่จะส่งมอบงานต่อเจ้าของบ้าน ควรจะได้มีการดูแลการเจริญเติบโตของต้นไม้ โรคแมลง และต้องตัดหญ้าสม่ำเสมอ ถ้ามีต้นไม้ใดเกิดตายหรือชำรุดเสียหายก็ควรเปลี่ยนแปลงใหม่ให้เรียบร้อย ในช่วงนี้ควรเติมดินผสมที่พร่องหรือยุบไปตามแปลงต่าง ๆ เพราะการรดน้ำ และตัดแต่งทรงพุ่มของไม้ต่าง ๆ ที่แตกใบออกมาใหม่ให้ได้รูปทางตามที่ต้องการรวม ทำการเพิ่มเติมไม้ตามจุดต่าง ๆ ที่เห็นว่าสมควรเพิ่มเติมอีกครั้ง

2.1.12 การดูแลรักษาสวน (MAINTAINANCE)

การที่สวนจะสวยงามหรือไม่นั้นการออกแบบและการปลูกเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่มีผลต่อลักษณะของสวนในขั้นต้นเท่านั้น แต่การดูแลรักษาต่อมา เพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของผู้ออกแบบนั้น ต้องการเอาใจใส่อย่างถูกวิธีสวนจะมีโอกาสที่สวยและน่าสนใจกว่าสวนที่ออกแบบอย่างดี ขาดการบำรุงรักษา ซึ่งการบำรุงรักษา และดูแลสวนให้มีสภาพดียิ่ง ๆ ขึ้นนั้นต้องมีสิ่งประกอบหลายอย่าง คือ

2.1.12.1 การตัดแต่งต้นไม้ (Pruning)

การตัดแต่งต้นไม้ไม่ได้มีจุดมุ่งหมายเฉพาะที่จะให้ต้นไม้มีขนาดเล็กลงเพียงอย่างเดียว แต่มีเพื่อปรับปรุงลักษณะและทำให้สภาพของต้นไม้ดีขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายต่างกันดังนี้

1.จุดมุ่งหมายของการตัดแต่งต้นไม้

ก.ตัดแต่งเพื่อให้พุ่มใบบางขึ้น (Prune to thin dense growth) เพื่อทำให้พุ่มโปร่งขึ้น ให้แสง, ลมและความชื้นพัดผ่านในพุ่มของต้นไม้ และเป็นการป้องกันกิ่งหักเมื่อลม ฝนแรง หรือทำให้ลักษณะของต้นไม้ดูสดชื่นอยู่ตลอดเวลา โดยการตัดกิ่งและใบที่แห้งตายแล้วทิ้งไป

ข.เพื่อที่จะช่วยซ่อมแซมลักษณะของทรงพุ่ม (Prune to correct or repair Damage) เนื่องจากกิ่งหักคาต้น หลังจากมีพายุจึงควรตัดแต่งทิ้งเสียเพื่อป้องกันโรค ที่จะลุกลามหรือเข้าทางบาดแผลนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.เพื่อที่จะเพิ่มผลผลิต (Prune to Encourage flower and fruit Production) โดยทำให้ต้นไม้ออกดอกและผลมากขึ้น

ง.เพื่อควบคุมและส่งเสริมการเจริญเติบโต (Prune to direct or control growth) เมื่อเราตัดกิ่งไม้กิ่งใดออก จะทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตในอีกทางหนึ่งด้วยผลจากนิสัยของต้นไม้นี้ทำให้เราสามารถที่จะควบคุมรูปทรงของต้นไม้ให้เป็นไปตามที่ต้องการได้

จ.เพื่อให้ได้เป็นรูปต่างต่าง ๆ(Prune to achieve a specialeffect or an artificial form) รวมถึงการตัดแต่งกิ่งโดยทั่ว ๆไปและตัดแต่งไม้ยืนต้นให้เป็นพุ่มและรูปทรงต่าง ๆ กันเช่น สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม และวงงกลม เป็นต้น

ฉ.เพื่อช่วยในการขนย้ายต้นไม้ (Prune to Compensate for Transplanting) เมื่อต้นไม้เติบโตและสมบูรณ์เต็มที่ จะมีพุ่มใบหนาแน่นในขณะเดียวกันก็มีรากหนาแน่นด้วย เมื่อจะทำการโยกย้ายตำแหน่งของต้นไม้นั้น ๆ จำเป็นต้องตัดรากบางส่วนออกให้เหลือเพียงดินและรากเท่าที่ต้องการอีกทั้งตัดใบและกิ่งบางส่วนออกเพื่อความสมดุลย์กันเพราะรากไม่สามารถหาอาหารไปเลี้ยงกิ่งก้านได้มาเท่าเดิม

2.วิธีการตัดแต่งกิ่ง

ก.Pinching (พิ้นชิ่ง) เป็นการตัดแต่งกิ่งขั้นต้นโดยการใช้หัวแม่มือกับนิ้วชี้เด็ดยอดอ่อน การเด็ดยอดอ่อนจะช่วยคุมการเจริญเติบโต

ข.Thinning (ทินนิ่ง) เป็นการตัดกิ่งออกจากลำต้นใหญ่ทั้งกิ่งเพื่อให้ทรงพุ่มดูโปร่งขึ้น

ค.Heading Back (เฮดดิ่งแบค) แทนที่จะตัดกิ่งออกทั้งกิ่ง ก็ทำให้กิ่งสั้นเข้าโดยการตัดตรงตาด้านข้าง โดยต้องตัดให้ถึงส่วนต่อของกิ่งหรือตา จะทำให้เกิดกิ่งเล็ก ๆ อีกมาก

ง.Shearing (เชียริ่ง) เป็นการตัดแต่งไม้ต้นแบบหนึ่งที่ไม่จำเป็นต้องคิดถึงการตัดกิ่งที่ต้องอยู่เหนือตาหรือข้อตา เพราะเป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัดแต่งผิวของพุ่มใบ ให้ได้รูปทรงต่าง ๆ (Topiary) ตามต้องการ

การตัดแต่งต้นไม้แบบใดแบบหนึ่งมากไปจะทำให้ต้นไม้ดูประหลาด และมีรูปทรงไม่ดี ดังนั้นควรตัดแต่งหลายแบบในต้นเดียวกัน เช่น Pinching Heading Back, Thinning

2.1.12.2 การให้ปุ๋ย (Fertilization)

1.แร่ธาตุที่ประกอบในปุ๋ย

ปุ๋ยเป็นอาหารของพืชทุกชนิดเพื่อนำไปบำรุงและสร้างความเจริญเติบโตแก่พืชประกอบด้วย แร่ธาตุ 15 ธาตุ ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

ก.ธาตุอาหารหลัก(Macroelements)เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณที่ค่อนข้างมากและมักจะขาดอยู่เสมอ ๆ ในสภาพดินที่มีการปลูกพืชโดยทั่วไป ได้แก่

(N)ธาตุไนโตรเจน สร้างความเจริญเติบโตให้แก่ใบ

(P)ธาตุฟอสฟอรัสช่วยให้ไม้ออกดอกเร็ว และได้ดอกสมบูรณ์

(K)ธาตุโปแตสเซียม ช่วยให้ลำต้นแข็งแรง

ข.ธาตุอาหารประกอบ (Microelements) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณที่น้อย แต่พืชก็ยังจำเป็นต้องใช้สำหรับการเจริญเติบโตขาดไม่ได้เหมือนกันได้แก่ ธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง แมงกานีส โมลิบดินั่ม ซึ่งธาตุเหล่านี้จะมีในดิน น้ำ และอากาศ

2.ปุ๋ย

ก.ปุ๋ยอินทรีย์ ได้มาจากซากพืชใบไม้และมูลสัตว์ต่างๆ ปุ๋ยเหล่านี้ถึงจะใส่มากก็ไม่เป็นอันตรายต่อต้นไม้ เพราะปุ๋ยที่คลุกอยู่ในดินนั้น ๆ จะค่อย ๆสลายตัวโดยอาศัยแบคทีเรียและจุลินทรีย์ในดินการสลายตัวให้ธาตุอาหารของพืชออกมาเรื่อย ๆ ที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเทศบาล เป็นต้น

ข.ปุ๋ยอนินทรีย์ เป็นปุ๋ยที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นตามกรรมวิธีทางเคมีเป็นส่วนใหญ่หรือที่เรียกว่า ปุ๋ยวิทยาศาสตร์หรือปุ๋ยเคมีนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีขายอยู่ทั่วไปโดยเลือกชนิดของปุ๋ยให้เหมาะกับต้นไม้ที่ปลูก ส่วนใหญ่จะเป็นปุ๋ยสูตรต่าง ๆ กัน

เช่น สูตร เสมอ N : P : K = 15-15-15

บำรุงใบ N : P : K = 30-10-20

ทั้งนี้วิธีการใช้ และจำนวนที่ใช้ต้องอ่านจากฉลากของปุ๋ยแต่ละชนิดทุกครั้ง เวลาที่ควรจะให้ปุ๋ย ควรมีแสงและความอบอุ่นในตอนเช้าเวลา 9.00-11.00 น ต่อจากนั้นแสงแดดจะร้อนไป ในตอนเช้าแสงแดดจะให้กำลังงานที่ทำให้รากดูดปุ๋ยมาสร้างความเจริญเติบโตให้แก่ต้นไม้

2.1.12.3 การใช้ยาป้องกันและกำจัดศัตรูของต้นไม้ (Pest Control)

1.ศัตรูของต้นไม้ มี 2 ชนิดคือ

ก.แมลง แมลงที่ใช้ปากดูดเช่น เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน แมงมุมแดง, เพลี้ยจั๊กจั่น, เพลี้ยหอย, มวน

ข.โรคของพืช ซึ่งเกิดจาก เชื้อรา แบคทีเรีย และเชื้อไวรัส

2.ยาที่ใช้กำจัดแมลง (Insystematic)

ก.ชนิดที่แมลงกินเข้าไปแล้วตาย เป็นต้นว่า เซฟวิน ใช้กำจัดแมลงที่กัดกินใบ ตากิ่ง ผล ตาดอกและลำต้น

ข.ชนิดที่ดูดซึมเข้าไปในลำต้น(Systematic)เป็นต้น ทิมมิค ใช้กำจัดพวกแมลงที่ดูดน้ำเลี้ยงจากส่วนต่าง ๆ ของต้น

3.การฉีดยาหรือพ่นยากำจัดแมลง

ยากำจัดแมลงเป็นยาอันตรายควรใช้อย่างระมัดระวัง เพราะอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ ซึ่งการพ่นยากำจัดแมลงควรทำเช่นนี้

ก.พิจารณาหาสาเหตุของศัตรูพืชให้ทราบว่าเป็นชนิดใด

ข.เลือกซื้อยาให้ถูกตามชนิดของศัตรูพืชและอ่านฉลากยาถึงวิธีการใช้และส่วนผสมให้ละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.ก่อนฉีดยาควรใช้ผ้าปิดจมูก และห้นหัวฉีดไปตามลม อย่าทวนลม

ง.ควรฉีดยาตอนเย็นใกล้ค่ำไม่ควรฉีดเมื่อแดดร้อนจัด เพราะยาจะระเหยเร็ว หรือฉีดก่อนฝนตก เพราะเม็ดฝนจะชะยาไปหมด

ฉ.เมื่อทำการฉีดยา อย่ากินอาหาร หรือนำเด็ก สัตว์เลี้ยงและเครื่องดื่มเข้าใกล้

ช.เมื่อเลิกฉีดแล้วต้องอาบน้ำฟอกสบู่ล้างมือ เปลี่ยนเสื้อผ้าใหม่

2.1.12.4 การปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงสวน (Gardening Improvement)

เจ้าของบ้านหรือเจ้าของสถานที่ต้องตระหนักถึงความจริงที่ว่าสวนต่าง ๆ นั้นไม่สามารถที่จะสวยอย่างที่เห็นตลอดกาล ช่วงเวลาหลาย ๆ ปี จำเป็นต้องมีการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขใหม่ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังนี้คือ

1.การเพิ่มเติม ควรเพิ่มเติมพรรณไม้ที่ตายไปหรือปลูกทดแทนบางต้นที่คาดว่าจะตายภายในระยะเวลาไม่นาน เพื่อให้ได้พรรณไม้ที่มีอยู่ในสวนได้ขนาดพอเหมาะ และไม่ขาดช่วง เมื่อต้นไม้นั้น ๆ ตายไป

2.การแก้ไขบางส่วน เมื่อเวลาผ่านไปหลายปี สภาพต้นไม้ต่าง ๆ ในสวนก็เติบโตขึ้นมาก ทำให้ดูเหมือนว่าเป็นบริเวณเดิมที่เคยมีต้นไม้อยู่พอเหมาะเกิดคับแคบ หรือไม่เหมาะสมขึ้น ในกรณีเช่นนี้เคยกล่าวแล้วในหัวข้อของขั้นตอนการจัดสวน ซึ่งก็เป็นความผิดของนักออกแบบและเจ้าของบ้านร่วมกัน เพราะเจ้าของบ้านอยากจะให้สวนสวยทันที นักออกแบบก็ไม่ต้องการให้มีช่องโหว่ระหว่างต้นไม้จนลืมคิดไปว่าในอนาคตเมื่อไม้นั้น ๆ โตเต็มที่แล้วจะเบียดเสียดกัน ในกรณีนี้จำต้องแยกเอาบางต้นออกเพื่อให้แต่ละต้นเติบโตได้อย่างเต็มที่ หรือ ตัดแต่ง,ตอน เมื่อไม้นั้น ๆ สูงเกินไป เพื่อให้คงสภาพเดิมไว้ หรืออาจจะหาต้นเล็กมาเสริมใหม่ แล้วรื้อแปลงที่ไม้โตเกินไปออกและปลูกไม้ต้นเล็กลงไปแทนที่ก็ได้ ตัวอย่างที่เห็นได้ง่ายในเรื่องของการแก้ไขคือเรื่องการปูหญ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อไม้ใหญ่ยังเล็กอยู่ก็จำเป็นต้องปูหญ้าที่ทนแดดได้ดีเป็นส่วนใหญ่ (เช่นหญ้านวลน้อย) แต่เมื่อไม้ยืนต้นนั้นเติบโตขึ้นให้ร่มเงาทั่วบริเวณหญ้านวลน้อยก็จะเริ่มตาย ดังนั้นควรจะรื้อและปูหญ้าที่ทนร่มได้ดีทดแทนหญ้าเดิมเสีย เช่น หญ้ามาเลย์เซีย เป็นต้น

3.การเปลี่ยนแปลงใหม่ทั้งหมด สภาพสวนในบ้านเมื่อนานวันเข้าเจ้าของบ้านก็อาจจะเกิดความเบื่อหน่าย เนื่องจากความซ้ำซาก หรือต้องเปลี่ยนแปลงเพื่อความจำเป็น เช่น เดิมมีเด็กอยู่ในบ้านแต่เมื่อเด็กโตขึ้น สนามเด็กเล่น ที่มีบ่อทราย ชิงช้า บ้านตุ๊กตา ก็อาจจะไม่จำเป็นต้องใช้อีกแล้ว ในกรณีนี้ควรจะเปลี่ยนแปลงสถานที่ เช่น บ่อทราย อาจทำเป็นบ่อปลาหรือน้ำพุ ชิงช้าทำเป็นซุ้มไม้เลื้อยแทนก็ได้ นอกจากสิ่งเหล่านี้แล้วเจ้าของบ้านอาจจะให้นักออกแบบออกแบบบางตอนของสวนใหม่หมด เพื่อจุดมุ่งหมายที่เจ้าของบ้านต้องการ เช่น จะมีการเลี้ยงแต่งงาน หรือซ่อมแซมตัวบ้านใหม่ จ้งจัดสวนใหม่ เป็นต้น

นอกจากเรื่องของการตัดแต่งต้นไม้,การบำรุงรักษาสนามหญ้า, การให้ปุ๋ย การฉีดยากันโรคแมลง และการปรับปรุงสวน เป็นส่วนหนึ่งในเรื่องของการดูแลรักษาสวน (Maintainance) แล้ว เรื่องของการออกแบบก็มีส่วนช่วยให้การดูแลรักษาง่ายหรือยากด้วยเพราะค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาให้สวนคงสภาพดีนั้นสิ้นเปลืองเงินมากกว่าค่าออกแบบค่าจัดสวนมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพรรณไม้ และสนามหญ้าภายในที่พักอาศัย

2.2.1 พรรณไม้ที่เหมาะสม

2.2.1.1 การออกแบบจัดสวน นักออกแบบควรรู้จักต้นไม้ที่จะนำมาใช้ในการออกแบบเป็นอย่างดี กล่าวคือต้องทราบถึง

1.รูปลักษณะตามธรรมชาติ (NATURL FORM) หมายถึง รูปทรงธรรมชาติที่ไม่มีการตัดแต่ง หรือถูกสิ่งใดทำให้ผิดไปจากปกติ โดยเฉพาะไม้ยืนต้น นักออกแบบจำเป็นต้องเลือกรูปทรง (FOUM) ให้เหมาะสมกับอาคาร สถานที่และรูปร่างของพื้นที่ โดยเลือกจากต้นไม้ที่มีรูปลักษณะต่าง ๆ กันออกไป เช่น ทรงกระบอก (COLUMN) รูปทรงแผ่กว้าง หรือคล้ายร่ม (SPREADING OR UMBRELLA) ทรงกิ่งก้านไม่แน่นอน (OPEN HEADED) รูปปิระมิด (PYRAMIDAL) รูปทรงไข่หรือทรงกลม (GLOBE) รูปทรงกลมกิ่งก้านห้อยลง (WEEPING) ยอดกลมมนเห็นขอบชัด (ROUNDED TOP) รูปทรงชลูดแคบมาก (FASTIGIATE) เป็นต้น

2.ขนาดความสูง (HEIGHT) หมายถึง ความสูงที่ต้นไม้โตเต็มที่ตามธรรมชาติ ภายใต้การเลี้ยงดูในสถานที่เหมาะสมเพราะในการออกแบบนักออกแบบจะต้องทราบถึงความสูงของต้นไม้ที่โตเต็มที่แล้ว เพื่อหาจังหวะในการจัดให้เกิดความสวยงาม โดยมีระดับความสูงต่ำของต้นไม้แตกต่างกัน

3.ขนาดทรงพุ่ม (SPACING) หมายถึง อาณาเขตที่พุ่มใบแผ่ปกคลุมไปถึง ทำให้ต้นไม้แต่ละต้นต้องการเนื้อที่ที่เหมาะสม เพื่อให้มีการเจริญตามปกติ และมีรูปลักษณะถูกต้องตามธรรมชาติ ขนาดรูปทรงพุ่มนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นมาก เพราะจะทำให้ทราบถึงระยะที่สมควร เว้นไว้ในการปลูกต้นไม้แต่ละชนิด

4.การเจริญเติบโต (RATE OF GROWTH) หมายถึง ความสามารถในการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับต้นไม้ทั่ว ๆ ไป และเนื่องจากการจัดสวนเป็นงานศิลปที่ต้องอาศัยเวลาพอสมควร เพื่อที่จะได้ต้นไม้โตเต็มที่ ดังนั้นถ้าสถานที่บางแห่งจำเป็นต้องใช้ต้นไม้ที่โตพอสมควรในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาที่สั้นนักออกแบบก็สามารถเลือกพืชที่มีการเจริญเติบโตเร็วมาใช้หรือถ้าบางแห่งที่ต้องการควบคุมความสูงและรูปทรงก็ควรเลือกพืชที่มีการเจริญเติบโตช้า

2.2.1.2 การแยกประเภทพันธุ์ไม้ที่เหมาะสม

1. ไม้ยืนต้น เนื่องจากมีหลายรูปลักษณะมีความสูงหลายระดับและมีทั้งประเภทใช้ใบประดับ (FOLIAGE TREE) และใช้ดอกประดับ (FLOWERING TREE) จึงใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น ให้ร่มเงา, กำบังลม กรองเสียง, กรองฝุ่น, เป็นจุดสนใจในที่โล่ง, เป็นฉาก (BACKGROUND) หรือใช้ตกแต่งสวน เป็นต้น

2. ไม้พุ่ม มีความสูงหลายขนาด และใช้เป็นทั้งใบประดับและดอกประดับใช้ประโยชน์เพื่อเป็นฉากกั้นกำบังลมกำหนดขอบเขตของทางเดินเป็นต้น

3. ไม้เถาเลื้อย มีคุณลักษณะประจำตัวคือ การเลื้อยนั่นเอง เราจึงใช้ประโยชน์อย่างมากในหลายกรณี เช่น เลื้อยทำรั้วสำหรับบังสายตา เลื้อยทำรั้วและปิดบังสิ่งที่ไม่ต้องการให้เห็น, ปลูกเลื้อยบนร้านเป็นร่มบังแดดหรือกันลมกันฝุ่น,ปลูกและตกแต่งให้เป็นพุ่มเหมือนไม้พุ่มทั่ว ๆไป, หรือจะปลูกให้เลื้อยไปตามดินแทนไม้คลุมดินก็ได้ ไม้เลื้อยมีดอกที่มีรูปร่างสีสรรสวยงามต่าง ๆ กัน ดอกบางชนิดจะเป็นช่อตั้งขึ้น บางชนิดเป็นช่อห้อยลง และส่วนมากไม้เลื้อยมักจะมีกลิ่นหอม จึงทำให้บรรยากาศภายในสวนสวยงามและมีเสน่ห์มากขึ้น

4. ไม้คลุมดิน ที่ดีควรมีคุณสมบัติเจริญเติบโตคลุมพื้นที่ได้เร็ว แต่การใช้ประโยชน์จริง ๆ ต้องพิจารณาในหลายด้านตามจุดประสงค์ในการใช้ เช่น ใช้ประกอบต้นไม้ชนิดอื่นเพื่อให้ครบลักษณะ สูง กลาง ต่ำ ใช้แทนหญ้าปลูกบริเวณที่ร่มโคนต้นไม้ใหญ่ หรือแทนหญ้าในอาคาร,ใช้ปลูกตามที่ลาดชัน (SLOPE) เพื่อกันการกัดเซาะพังทลายของดิน ใช้ปลูกรักษาความชื้นผิวหน้าดิน,ใช้ปลูกเพื่อทำเป็นปุ๋ยพืชสด, ใช้กันไม่ให้คนเดินผ่านหรือใช้เป็นกระถางประดับ อาศัยความงามจากดอกใบ

5. พันธุ์ไม้ต่าง ๆ ที่มีดอกให้ประโยชน์ในการตกแต่งสถานที่ในแง่ความสวยงาม ดังนั้น นักออกแบบจึงควรทราบถึงสีและช่วงเวลาบาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของดอก (TIMING) เมื่อคัดเลือกกลุ่มสีของดอกไม้และกะเวลาบานของดอกไม้ให้พร้อมกันหรือต่อเนื่องกันได้ ส่วนพันธุ์ไม้ที่ใช้ประโยชน์จากความงามของใบควรทราบถึงสีของใบและลักษณะผิวสัมผัส (TEXTURE) หรือดอกหยาบ,ละเอียดของลักษณะใบ โดยอาศัยสายตาเป็นเครื่องตัดสิน ซึ่งโดยมากต้นไม้ที่มีผิวสัมผัสละเอียดมักจะมีใบเล็กหรือผอมยาวเรียว เช่น หางนกยูง, ปาล์มไผ่ ส่วนพวกที่มีผิวสัมผัสหยาบมักเป็นต้นไม้ พวกที่มีใบใหญ่ เช่น หูกวาง, ยางอินเดีย ความหยาบหรือละเอียดในที่นี้อาศัยสายตาในการออกแบบเป็นสิ่งตัดสิน เพื่อจัดกลุ่มของพรรณไม้ในแต่ละการออกแบบให้ตรงตามจุดมุ่งหมาย ซึ่งตามความเป็นจริงแล้ว ไม้ที่มีผิวสัมผัสละเอียดในแง่ของการออกแบบ อาจจะแข็งกระด้างก็ได้ แม้จะมีใบเล็กก็ตาม เช่น หญ้าญี่ปุ่น

2.2.1.3 **ข้อพิจารณาในการเลือกพันธุ์ไม้**

1.ไม้ยืนต้น ในการออกแบบสนานที่กว้าง ๆ นั้น มักจะใช้เป็นไม้หลักในการวางแผนเบื้องต้นโดยให้ประโยชน์ได้ทั้งให้ร่มเงา กรองแสง กรองฝุ่น เป็นจุดสนใจในที่โล่ง เป็นฉาก ฯลฯ

สิ่งที่ควรพิจารณาในการเลือกใช้ไม้ยืนต้น คือ

-เป็นพืชผลัดใบหรือไม่ผลัดใบ

-รูปลักษณะตามธรรมชาติ

-ความสูงเมื่อต้นไม้โตเต็มที่

-ขนาดทรงพุ่ม

-สีของดอกและฤดูการออกดอก

-สีของใบและผิวสัมผัส

-การเจริญเติบโต

-คำแนะนำสำหรับต้นไม้แต่ละต้น

2.ไม้พุ่ม เป็นไม้หลักที่สองรองจากไม้ยืนต้น เพื่อให้ขอบเขต ทิศทาง หรือเน้นจุดสนใจต่าง ๆ สิ่งที่ควรพิจารณาในการเลือกไม้พุ่ม คือ

-ขนาดของต้นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-รูปลักษณะตาม

-ความสูง

-ขนาดของทรงพุ่ม

-สีของดอกและฤดูการออกดอก

-สีของใบและผิวสัมผัส

-การเจริญเติบโต

-คำแนะนำ

3. ไม้เลื้อย เป็นไม้ที่น่าสนใจมาก ซึ่งนอกจากใช้ประโยชน์ได้หลาย ๆ ด้าน เช่น ทำรั้ว หรือเป็นร่มบังแดด กันลม กันฝุ่น ฯลฯ ไม้เลื้อยยังมีลักษณะที่ดีเด่น คือ ให้ความรู้สึกที่อ่อนช้อยและมีการเคลื่อนไหวไม้เลื้อยส่วนใหญ่มักจะมีดอกที่สวยงามและมีกลิ่นหอม จึงช่วยให้บรรยากาศของสวนสวยงามและมีเสน่ห์ยิ่งขึ้น สิ่งที่ควรพิจารณาในการเลือกใช้ไม้เลื้อย คือ

-ขนาดของต้นไม้

-สีดอกและฤดูการออกดอก

-สีใบและผิวสัมผัส

-การเจริญเติบโต

-คำแนะนำ

4. ไม้คลุมดิน ใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่นปกปิดผิวหน้าดิน ป้องกันการกัดเซาะพังทลาย ฯลฯ การเลือกไม้คลุมดินควรพิจารณาถึง

-ลักษณะของลำต้นว่าเป็นประเภทต้นเลื้อยหรือต้นตั้ง

-ความสูง

-สีดอกและฤดูการออกดอก

-สีใบและผิวสัมผัส

-ความทนต่อแสง

-การเจริญเติบโต

-คำแนะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.4 การเลือกรูปทรงของต้นไม้ ควรพิจารณาดังนี้

1. วิเคราะห์ลักษณะรูปทรงที่แท้จริง
2. เลือกชนิดของต้นไม้ที่มีแนวโน้มที่จะพัฒนาไปตามที่เราต้องการ
3. ปรับสภาพแวดล้อมเพื่อที่จะบังคับต้นไม้ให้เป็นไปตามที่ต้องการ

2.2.2 สนามหญ้า

2.2.2.1 การเตรียมพื้นที่ในการสร้างสนามหญ้า

1. การกำจัดวัชพืช

วัชพืชเป็นสาเหตุที่สำคัญทำให้คุณภาพสนามหญ้าเสียไป และทำให้ผู้เป็นเจ้าของต้องเสียค่าใช้จ่าย แรงงานและเวลาเพิ่มมากขึ้นในการกำจัดซึ่งการกำจัดวัชพืชภายหลังจากที่สร้างสนามหญ้าเสร็จสิ้นแล้วเป็นสิ่งที่ยุ่งยากและลำบากเป็นอย่างมาก เนื่องจากวัชพืชที่สำคัญส่วนใหญ่เป็นพืชในวงศ์หญ้าเช่นเดียวกับหญ้าสนาม หรือเป็นวัชพืชที่มีความคงทนอยู่ได้เป็นเวลานานเพราะมีเหง้าหรือหัวอยู่ในใต้ดิน การกำจัดให้หมดสิ้นทั้งการขุด ถอน หรือการใช้สารเคมีเป็นไปได้ยาก และยังอาจทำให้หญ้าสนามเกิดความเสียหายอีกด้วย ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวจึงควรดำเนินการกำจัดวัชพืชให้หมดสิ้นไปก่อนปลูกหญ้าสนาม โดยดำเนินการในระหว่างการเตรียมพื้นที่ ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สามารถปฏิบัติได้ง่ายและไม่มีผลกระทบต่อหญ้าสนาม วิธีกำจัดวัชพืชที่นิยมใช้โดยทั่วไปคือ การใช้สารเคมี เนื่องจากสามารถปฏิบัติได้สะดวก ประหยัดเวลาและแรงงานอย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงระยะเวลาของผลตกค้างของสารเคมีแต่ละชนิดที่ใช้ก่อนดำเนินการปลูกหญ้าสนามด้วย

2. การขนย้ายสิ่งแปลกปลอม

สิ่งแปลกปลอมในพื้นที่ที่จะดำเนินการสร้างสนามหญ้าหมายถึง ก้อนหิน เศษอิฐ เศษปูนซีเมนต์ เศษกระเบื้อง คอนกรีต เศษไม้ และสิ่งอื่น ๆ ซึ่งเกิดขึ้นในขณะที่ดำเนินการก่อสร้างอาคารรวมไปถึงตอไม้และเศษขยะต่าง ๆที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในพื้นที่ด้วย สิ่งแปลกปลอมหล่านี้ควรจะขนย้ายออกจากพื้นที่ให้หมดสิ้นเนื่องจากเป็นอุปสรรคต่อการสร้างสนามหญ้า และจะก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพของสนามตลอดจนการปฏิบัติดูแลรักษาสนามหญ้าในภายหลังได้ การมีเศษหิน เศษอิฐ เศษกระเบื้อง หรือดอนกรีตอยู่ใต้พื้นสนามหญ้า จะทำให้ระบบรากของหญ้าสนามไม่สามารถเจริญลึกหรือแผ่กว้างได้ ซึ่งจะมีผลให้หญ้าสนามบริเวณนั้นเป็นอันตรายหรือเสียหายได้ง่ายเมื่อเกิดสภาพอากาศร้อนและแห้งแล้ง เศษไม้ ตอไม้และขยะที่ฝังอยู่ใต้พื้นสนาม เมื่อเกิดการสลายตัวผุพังทำให้พื้นสนามหญ้ายุบตัวลง มีให้สนามหญ้ามีลักษณะเป็นหลุมเป็นบ่อ ไม่สม่ำเสมอและยังเป็นแหล่งแพร่พันธ์ของเห็ดและราชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะปรากฏบนผิวพื้นสนามหญ้าทำให้เป็นอุปสรรคต่อการตัดหญ้าสนาม และทำให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องตัดหญ้าได้

3.การปรับพื้นที่

สภาพดินของพื้นที่ที่จะดำเนินการสร้างสนามหญ้า ส่วนใหญ่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ บางแห่งเป็นเนินสูง บางแห่งเป็นหลุมบ่อ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับสภาพของพื้นที่ให้มีระดับที่สม่ำเสมอ ซึ่งสะดวกต่อการดำเนินงานสร้างสนามหญ้า การระบายน้ำ และการปฏิบัติดูแลรักษาสนามหญ้าในภายหลัง การปรับระดับพื้นที่มีสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงประการหนึ่งคือ หน้าดิน (TOPSOIL) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าเป็นดินชั้นที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่ดี มีธาตุกาหารสำหรับพืชเป็นจำนวนมากและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่าง ๆ รวมทั้งหญ้าสนาม ด้วยเหตุนี้ จึงควรพยายามสงวนหน้าดินเอาไว้ให้มากที่สุดโดยการไถปาดหน้าดินแยกกองไว้ต่างหากก่อนแล้วจึงไถปรับระดับของดินชั้นล่างให้สม่ำเสมอตามลักษณะที่ต้องการเมื่อปรับระดับของดินชั้นล่างเรียบร้อยแล้วจึงนำหน้าดินมาเกลี่ยให้ทั่วทั้งพื้นที่อีกครั้งหนึ่ง

4.การจัดการระบบการระบายน้ำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นและมีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างมากดังนั้นการจัดการเกี่ยวกับระบบการระบายน้ำออกจากพื้นที่สนามหญ้าจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรพิจารณา การที่สนามหญ้ามีสภาพน้ำท่วมขังเนื่องจากไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถระบายน้ำออกได้หรือระบายน้ำได้น้อยไม่สมดุลย์ปริมาณน้ำส่วนเกินที่ไหลเข้าสู่สนามหญ้าจะมีผลทำให้หญ้าสนามเกิดความเสียหาย ประสิทธิภาพในการใช้งานของสนามหญ้าลดต่ำลง และทำให้คุณภาพของสนามหญ้าเลวลง การระบายน้ำออกจากพื้นที่สนามหญ้าสามารถดำเนินการได้ 2 ระบบ คือ ระบบการระบายน้ำบนผิวดิน และระบบการระบายน้ำใต้ผิวดิน การจัดการระบายน้ำโดยใช้ระบบการระบายบนผิวดิน ดำเนินการได้โดยการปรับระดับของพื้นที่ให้มีความลาดเท เพื่อให้น้ำส่วนเกินไหลจากบริเวณที่สูงลงสู่ที่ต่ำ โดยปกติจะปรับระดับพื้นที่ให้มีความลาดเท ระหว่าง 1-3 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากหากความลาดเทของพื้นที่น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ การระบายน้ำออกจากพื้นที่จะเป็นไปอย่างเชื่องช้า และถ้าความลาดเทของพื้นที่เกินกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ การไหลของน้ำออกจากพื้นที่จะเป็นไปอย่างรวดเร็วจนทำให้น้ำที่ให้แก่สนามหญ้าซึมลงสู่ดินชั้นล่างได้น้อยมากและก่อให้เกิดความลำบากในการตัดสนามหญ้า ตลอดจนการปฏิบัติดูแลรักษาอื่น ๆ อีกด้วย สนามหญ้าบางแห่งซึ่งดินมีลักษณะการระบายน้ำเลว เช่น ดินเหนียว การใช้ระบบการระบายน้ำบนผิวดินเพียงระบบเดียวอาจจะไม่เพียงพอต่อการระบายน้ำส่วนเกินที่มีปริมาณมาก ดังนั้น จึงต้องใช้ระบบการระบายน้ำใต้ผิวดินช่วยอีกทางหนึ่ง การระบายน้ำใต้ผิวดินดำเนินการโดยการวางท่อระบายน้ำไว้ใต้ผิวดิน ซึ่งอาจวางท่อในลักษณะรูปขนาน รูปก้างปลา หรือรูปพัด

5.การปรับปรุงดิน

ดินเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งปัจจัยหนึ่งต่อการเจริญเติบโตของหญ้าสนามเนื่องจากเป็นแหล่งของธาตุอาหาร น้ำและอากาศ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพืชทุกชนิด ดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้าสนามโดยทั่วไป ควรเป็นดินที่มีเนื้อดินค่อนข้างละเอียด มีความอุดมสมบูรณ์ ระบายน้ำและอากาศถ่ายเทได้ดี การปลูกสร้างสนามหญ้าบนดินที่มีลักษณะและคุณสมบัติเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตจะมีผลให้สนามหญ้าสวยงามมีคุณภาพดีและคงสภาพที่ดีอยู่ได้เป็นระยะเวลาอันยาวนานสำหรับการปลูกสร้างสนามหญ้าบนดินที่มีลักษณะและคุณสมบัติไม่เหมาะสมต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโตของสนามหญ้า แม้ว่าจะสามารถสร้างสนามหญ้าขึ้นได้แต่สนามหญ้าที่สร้างขึ้นนั้นจะไม่มีความคงทน เนื่องจากหญ้าสนามเจริญเติบโตได้ไม่ดีและจะเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว การปรับปรุงดินเพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้าสนามจำเป็นต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของดินที่มีอยู่เดิมเป็นพื้นฐาน ลักษณะซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพของดินที่ควรพิจารณาคือ ลักษณะเนื้อดิน (Soil texture) ลักษณะโครงสร้างของดิน (Soil structure) และความพรุนของดิน (Soil porosity) การปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ดินมีเนื้อดินค่อนข้างละเอียดไม่หยาบหรือละเอียดเกินไป ทั้งนี้เพื่อให้การแพร่กระจายของรากหญ้าสนามเป็นไปได้อย่างสะดวกและกว้างขวาง การระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศเป็นไปได้โดยสะดวกและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้าสนาม สำหรับคุณสมบัติทางเคมีของดินที่สำคัญซึ่งควรพิจารณา คือ สภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil reaction) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility) และสภาพดินเค็ม (Saline soil) หญ้าสนามส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย โดยระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมอยู่ในช่วงประมาณ 5.5-7.0 อย่างไรก็ตามหญ้าสนามแต่ละชนิดจะมีระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตแตกต่างกันไป (ตาราง) ดังนั้นการปรับปรุงสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินจำเป็นต้องพิจารณาชนิดของหญ้าที่จะนำมาใช้ปลูกสร้างสนามหญ้าด้วย ในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน หญ้าสนามทุกชนิดจำเป็นต้องได้รับธาตุอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับพืชชนิดอื่น ๆ การขาดธาตุอาหารบางธาตุหรือการมีธาตุอาหารที่ไม่ได้สัดส่วนกันจะทำให้หญ้าสนามแสดงอาการผิดปกติ และชงักการเจริญเติบโต ด้วยเหตุนี้การตรวจสอบชนิด และปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นจึงเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติเพื่อให้การปรับปรุงดินในด้านความอุดมสมบูรณ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับสภาพดินเค็ม หมายถึง ดินที่มีเกลือซึ่งสามารถละลายน้ำออกมาได้ในปริมาณมากจนเป็นผลให้เกิดอันตรายต่อหญ้าสนาม ทำให้ใบของหญ้าสนามเหี่ยวไหม้และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตายไปในที่สุด หญ้าสนามแต่ละชนิดจะมีความทนทานต่อสภาพดินเค็มได้มากน้อยแตกต่างกัน (ตาราง) การปรับปรุงดินเค็มที่นิยมปฏิบัติคือการให้น้ำเพื่อชะล้างเกลือออกไปจากพื้นที่หรือระดับความลึกของดินที่รากของหญ้าสนามแพร่กระจายอยู่

ตารางที่ 2.1 ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้าสนามบางชนิด

ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะสม	ชนิดของสนามหญ้า
7.5-6.5	หญ้าเซ็นต์ออกัสติน
	หญ้าบาเฮีย
7.0-6.0	หญ้าซอยเซีย
	หญ้าเบอร์มิวดา
6.0-5.0	หญ้าคาร์เป็ต
5.5-4.5	หญ้าเซ็นพีด

ที่มา : Beard, J.B. 1973. Turfgrass : Science and Culture.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ระดับความทนทานต่อสภาพดินเค็มของหญ้าสนามบางชนิด

ระดับความทนทาน	ชนิดของหญ้าสนาม
ดี	หญ้าเบอร์มิวดา
	หญ้าซอยเซีย
	หญ้าเซ็นต์ออกัสติน
เลว	หญ้าคาร์เป็ต
	หญ้าเซ็นต์ติพีด
	หญ้าบาเฮีย

ที่มา : Beard, J.B. 1973. Turfgrass : Science and Culture.

การปรับปรุงดินเพื่อสร้างสนามหญ้าควรดำเนินการอย่างน้อย ในระดับความลึก 4-6 นิ้ว ซึ่งจะทำให้การกักเก็บน้ำ การแลกเปลี่ยนประจุ การระบายอากาศ และการซึมซับของน้ำเป็นไปอย่างเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้าสนาม การปรับปรุงดินเฉพาะบริเวณผิวหน้าดินในระดับตื้น ๆ นอกจากจะไม่ช่วยให้คุณสมบัติของดินดีขึ้นแล้ว ยังเป็นการเสียเวลาและค่าใช้จ่ายโดยไม่เกิดประโยชน์แก่ผู้เป็นเจ้าของสนามหญ้าอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.การปรับแต่งดินก่อนปลูกหญ้าสนาม

ภายหลังการดำเนินงานปรับปรุงพื้นที่ตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น สภาพของพื้นที่ โดยเฉพาะผิวดินอาจจะมีลักษณะไม่เรียบสม่ำเสมอหรือระดับความลาดเอียงของพื้นที่เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากในขณะปฏิบัติงานปรับปรุงพื้นที่บางครั้งจำเป็นต้องมีการขุดหรือไถพรวนดิน ดังนั้นก่อนที่จะเริ่มลงมือปลูกหญ้าสนามจึงควรมีการปรับแต่งผิวหน้าดินให้เรียบสม่ำเสมอตลอดจน ตรวจสอบระดับความลาดเอียงของพื้นที่และปรับปรุงแก้ไข ให้มีลักษณะตามที่ได้กำหนดไว้อีกครั้งหนึ่งเสียก่อน จะทำให้สนามหญ้าที่สร้างขึ้นมีรูปลักษณะสวยงามตามต้องการ การปรับแต่งผิวหน้าดินครั้งสุดท้ายนี้ ควรดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงก่อนเริ่มลงมือปลูกสนามหญ้า และควรรดน้ำให้ดินมีลักษณะเปียกชื้นซึ่งจะช่วยให้หญ้าสนามสามารถเจริญเติบโตยึดเกาะกับดินและฟื้นตัวได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

2.2.2.2 การปลูกหญ้าสนาม

1.การปลูกหญ้าสนามด้วยเมล็ด (SEEDING)

การปลูกหญ้าสนามด้วยเมล็ดเป็นวิธีการที่ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านพันธุ์หญ้าสนามได้มากที่สุด และเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมากในการปลูกสร้างสนามหญ้าของประเทศต่าง ๆ ที่อยู่ในเขตหนาว การปลูกหญ้าสนามวิธีนี้สามารถปฏิบัติได้ดังนี้ ภายหลังจากเตรียมพื้นที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว นำเมล็ดพันธุ์หญ้าสนามมาผสมคลุกเคล้ากับดินหรือทรายละเอียดในอัตราส่วนเท่า ๆ กัน จากนั้นแบ่งส่วนผสมออกเป็น 2 ส่วน นำส่วนแรกหว่านให้ทั่วทั้งพื้นที่โดยเดินหว่านในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เช่น เดินในแนวทิศเหนือ-ใต้ หรือเดินในแนวทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก หลังจากนั้นนำส่วนที่สองมาหว่านให้ทั่วพื้นที่เช่นเดียวกัน แต่การเดินหว่านเมล็ดส่วนที่สองให้เดินในแนวทางที่ตัดกับทิศทางการเดินหว่านส่วนแรก ทั้งนี้เพื่อให้เมล็ดหญ้าสนามมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ เมื่อหว่านเมล็ดเสร็จแล้วควรคราดเบา ๆ ทั่วทั้งพื้นที่ เพื่อให้เมล็ดหญ้าสนามพลิกลงใต้ผิวดิน จากนั้นใช้ลูกกลิ้งบดทับและรดน้ำให้ชุ่มชื้น บางโอกาสอาจต้องใช้วัสดุคลุมดินเพื่อช่วยรักษาความชื้นให้เพียงพอต่อการงอกของเมล็ด และป้องกันเมล็ดถูกแสงแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เผาจนแห้งตาย ประมาณ 2-3 สัปดาห์เมล็ดหญ้าสนามจะเริ่มงอก เมื่อหญ้าสนามเจริญเติบโตและเริ่มเลื้อยไปตามพื้นดินควรใช้ดินโรยทับบาง ๆ เพื่อให้หญ้าสนามสร้างรากและแขนงด้านข้างจากบริเวณข้อมากขึ้น ซึ่งจะมีผลให้หญ้าสนามสามารถแผ่ปกคลุมพื้นดินได้กว้างขวางและรวดเร็วขึ้น การให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและการกำจัดวัชพืชที่ขึ้นปะปนในสนามหญ้า เป็นปฏิบัติการภายหลังการงอกของหญ้าสนามที่สำคัญและจำเป็น การตัดหญ้าสนามที่ปลูกด้วยเมล็ดครั้งแรกจะเริ่มเมื่อหญ้าสนามมีความสูงเกินกว่าความสูงที่ต้องการประมาณ 1/3 เช่น ถ้าต้องการสนามหญ้าที่หญ้าสนามสูง 1.5 นิ้ว จะต้องปล่อยให้หญ้าสนามสูงประมาณ 2 นิ้วจึงเริ่มตัดหญ้าสนามครั้งแรกที่ระดับความสูง 1.5 นิ้ว การให้ปุ๋ยเป็นสิ่งที่จำเป็นอีกประการหนึ่งโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ซึ่งจะช่วยเร่งให้หญ้าสนามมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วขึ้น

การปลูกหญ้าสนามด้วยเมล็ด เป็นวิธีการที่ไม่นิยมใช้ในประเทศที่อยู่ในเขตร้อน เช่น ประเทศไทย เนื่องจากการปลูกด้วยวิธีอื่น ๆ สามารถปฏิบัติได้สะดวกกว่า ได้สนามหญ้าในเวลาที่สั้นกว่า เสียเวลาแรงงานและค่าใช้จ่ายภายหลังการปลูกน้อยกว่าวิธีการปลูกด้วยเมล็ด

2.การปลูกหญ้าสนามด้วยแผ่นหญ้าขนาดใหญ่ (SODDING)

การปลูกหญ้าสนามด้วยแผ่นหญ้าขนาดใหญ่ หมายถึง การปลูกด้วยแผ่นหญ้าสนาม (Sod) ตามขนาดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป โดยการนำแผ่นหญ้าดังกล่าวมาปูต่อกันจนเต็มพื้นที่การปลูกหญ้าสนามวิธีนี้เป็นวิธีการที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในด้านพันธุ์หญ้าสนามมากที่สุด แต่เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมสูง โดยเฉพาะในประเทศไทยนิยมปลูกสร้างสนามหญ้าด้วยวิธีการนี้มากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการปลูกหญ้าสนามวิธีนี้สามารถปฏิบัติได้ง่าย ได้สนามหญ้าที่สมบูรณ์ในระยะเวลาอันสั้น และต้องการการปฏิบัติดูแลรักษาภายหลังการปลูกน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกแบบอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเกี่ยวกับวัชพืชที่เกิดขึ้นในสนามหญ้ามีน้อยมาก การปลูกหญ้าสนามด้วยแผ่นหญ้าขนาดใหญ่สามารถปฏิบัติได้ดังนี้ภายหลังจากเตรียมพื้นที่ลักษณะเช่นเดียวกับการปลูกด้วยเมล็ดเสร็จเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วควรรดน้ำให้ดินเปียกชน จากนั้นนำแผ่นหญ้าสนามมาปูต่อกันโดยให้ขอบของแผ่นหญ้าแต่ละแผ่นชนแตะกันพอดี ไม่ควรวางแผ่นหญ้าให้เกยทับกันเพราะจะทำให้แผ่นหญ้าซ้อนอยู่ด้านบนเสียหายได้ง่าย และไม่ควรวางแผ่นหญ้าให้ห่างกันจนเกิดช่องว่างระหว่างแผ่น เนื่องจากจะทำให้เกิดเป็นร่องและการเจริญประสานกันของแผ่นหญ้าเป็นไปได้ช้า อีกทั้งยังอาจทำให้เกิดปัญหาเรื่องวัชพืชได้ในโอกาสต่อมาการเรียงแผ่นหญ้าในแต่ละแถวควรเรียงในลักษณะสลับคล้ายการเรียงก่ออิฐ (ภาพที่ 4) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปูแผ่นหญ้าในบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดเท ทั้งนี้เพื่อให้แผ่นหญ้าแต่ละแผ่นยึดเกาะกันได้ดียิ่งขึ้น สำหรับในบริเวณพื้นที่ที่มีลักษณะลาดเทมาก อาจจำเป็นต้องใช้หมุดตอกยึดแผ่นหญ้าเอาไว้เพื่อมิให้แผ่นหญ้าหลุดไหลลงไป แผ่นหญ้าที่มีขนาดเล็กหรือเศษของแผ่นหญ้า ไม่ควรนำมาปูวางเรียงบริเวณขอบของสนาม เนื่องจากบริเวณขอบสนามมักจะได้รับน้ำในปริมาณน้อยกว่าบริเวณอื่น ดังนั้นโอกาสที่หญ้าสนามจะแห้งตายจึงเกิดขึ้นได้ง่าย อย่างไรก็ตามวิธีการปฏิบัติในการปลูกหญ้าสนามด้วยแผ่นหญ้าขนาดใหญ่ ที่นิยมปฏิบัติกันทั่วไปในประเทศไทยปัจจุบันอาจมีขั้นตอนและรายละเอียดเพิ่มมากขึ้นกว่าที่กล่าวข้างต้น โดยหลังจากดำเนินการปรับระดับและแต่งพื้นที่เรียบร้อยแล้ว จะใช้ทรายหยาบเกลี่ยให้ทั่วพื้นที่หนาประมาณ 1-2 เซนติเมตร เพื่อปรับแต่งพื้นที่ให้เรียบและสม่ำเสมอมากยิ่งขึ้น จากนั้นจะโรยปูนขาวและปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งส่วนมากนิยมใช้ปุ๋ยเทศบาลให้ทั่วพื้นที่ก่อนที่จะเริ่มดำเนินการปูแผ่นหญ้าสนามเป็นขั้นตอนต่อไป สำหรับวิธีการปูแผ่นหญ้าสนามจะดำเนินการในลักษณะดังได้กล่าวแล้ว ภายหลังจากดำเนินการปูแผ่นหญ้าสนามจนเต็มพื้นที่ที่ต้องการแล้ว ควรใช้ดินหรือทรายโรยใส่บริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นหญ้าให้เต็ม จะช่วยให้แผ่นหญ้าแต่ละแผ่นสามารถเชื่อมต่อกันได้รวดเร็วยิ่งขึ้น หลังจากนั้นใช้ลูกกลิ้งบดทับทั่วทั้งพื้นที่เพื่อให้รากของหญ้าสนามสัมผัสกับดินมากยิ่งขึ้น และเพื่อปรับแต่งผิวของของสนามหญ้าให้มีลักษณะราบเรียบ จากนั้นจึงรดน้ำให้ชุ่มชื้นอยู่เสมอ การให้น้ำอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสนามหญ้าที่ปลูกสร้างใหม่ เพื่อให้หญ้าฟื้นตัวและเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสานกันได้รวดเร็วขึ้น โดยทั่วไปสนามหญ้าที่ปลูกสร้างด้วยวิธีนี้จะสมบูรณ์และสามารถใช้งานได้หลังจากปลูกแล้วประมาณ 1 เดือน

3.การปลูกหญ้าสนามด้วยแผ่นหญ้าขนาดเล็ก (PLUGGING)

การปลูกหญ้าสนามด้วยแผ่นหญ้าขนาดเล็ก เป็นวิธีการที่สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพันธุ์หญ้าสนามได้เป็นจำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกหญ้าสนามด้วยแผ่นหญ้าขนาดใหญ่ เนื่องจากการปลูกวิธีนี้จะนำแผ่นหญ้าขนาดใหญ่มาตัดแบ่งเป็นชิ้นเล็ก ๆ (PLUG) และปลูกเป็นระยะไม่เต็มพื้นที่การปลูกหญ้าสนามด้วยแผ่นหญ้าขนาดเล็กเป็นวิธีการที่อาจใช้สำหรับ การสร้างสนามหญ้าใหม่หรือใช้ในการซ่อมแซมสนามหญ้าที่เกิดเสียหายขึ้นในบางจุด การปลูกหญ้าสนามเพื่อซ่อมแซมสนามหญ้าบางจุดโดยวิธีการนี้บางครั้งเรียกว่า (SPOT SODDING) การปลูกหญ้าสนามหญ้าวิธีนี้ จะต้องใช้ระยะเวลาค่อนข้างนานกว่าหญ้าสนามจะเจริญเติบโตเต็มพื้นที่ โดยเฉพาะเมื่อใช้พันธุ์หญ้าสนามที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้า เช่น หญ้าญี่ปุ่น หญ้านวลน้อยและหญ้าเซ็นติพีด นอกจากนั้นการปลูกหญ้าสนามวิธีนี้ยังต้องใช้แรงงานจำนวนมากและต้องปฏิบัติดูแลรักษาสนามหญ้าภายหลังการปลูกหญ้าสนามมาก ทั้งในด้านการให้น้ำ การกำจัดวัชพืช และการโรยดินปรับแต่งผิวหน้าของสนามหญ้า การปลูกหญ้าสนามด้วยแผ่นหญ้าขนาดเล็กสามารถปฏิบัติได้ดังนี้ ภายหลังจากดำเนินการเตรียมพื้นที่ในลักษณะเดียวกับการปลูกวิธีอื่น ๆ แล้ว นำแผ่นหญ้าสนามขนาดใหญ่มาตัดแบ่งออกเป็นแผ่นหญ้าที่มีขนาดเล็กซึ่งอาจตัดแบ่งในลักษณะแผ่นกลมหรือแผ่นสี่เหลี่ยมก็ได้ ขนาดของแผ่นหญ้าขนาดเล็กที่นิยมใช้คือขนาดเส้นผ่าศูนย์ กลาง 2-4 นิ้ว หรือกว้าง 2-4 นิ้ว จากนั้นดำเนินการวัดระยะเพื่อกำหนดจุดปลูกและทำการขุดหลุมปลูก โดยให้หลุมปลูกมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของแผ่นหญ้าขนาดเล็กที่จะนำมาปลูก นำแผ่นหญ้าลงปลูก ในขณะดำเนินการปลูกควรใช้วิธีการปลูกลักษณะเดินถอยหลัง เพื่อป้องกันการเหยียบย่ำบนหญ้าที่เพิ่งปลูกใหม่ เมื่อปลูกจนทั่วพื้นที่แล้วจึงรดน้ำให้ชุ่ม หลังจากดินเริ่มหมาดควรใช้ลูกกลิ้งบดทับให้ทั่ว เพื่อให้แผ่นหญ้าแนบสัมผัสกับดินดียิ่งขึ้นอันจะทำให้หญ้าสนามสามารถฟื้นตัวและเจริญเติบโตได้รวดเร็วขึ้น การให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำภายหลังการปลูกหญ้าสนามเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะในระยะแรก ภายหลังการปลูกควรให้น้ำอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอ เพื่อให้หญ้าสนามฟื้นตัวและเจริญเติบโตได้รวดเร็วหลังจากปลูกประมาณ 34 สัปดาห์ควรให้ปุ๋ยแก่หญ้าสนาม เพื่อส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตที่ดี และในช่วงระยะเดือนแรกภายหลังการปลูกควรหลีกเลี่ยงการลงไปเดินเหยียบย่ำบนพื้นสนามหญ้า เนื่องจากจะทำให้เกิดความเสียหายแก่หญ้าสนามและสนามหญ้าได้ง่าย การกำจัดวัชพืชเป็นงานที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ในการดูแลรักษาสนามหญ้าที่ปลูกด้วยแผ่นหญ้าขนาดเล็ก ทั้งนี้เพราะการปลูกหญ้าสนามวิธีนี้มีพื้นที่ที่ว่างเปล่าเป็นจำนวนมากการแพร่กระจายของวัชพืชเข้าสู่สนามหญ้าจึงเป็นไปได้ง่ายเมื่อหญ้าสนามเริ่มเจริญเติบโตเลื้อยไปตามพื้นดิน ควรโรยดินทับบาง ๆ พร้อมทั้งใช้ลูกกลิ้งบดทับให้ทั่วพื้นที่ เพื่อให้หญ้าสนามมีการสร้างรากบริเวณข้อและมีการแตกแขนงมากขึ้น ซึ่งจะทำให้หญ้าสนามแผ่กระจายปกคลุมพื้นที่ได้อย่างกว้างขวางและรวดเร็วขึ้น การตัดหญ้าสนามครั้งแรกของสนามหญ้าที่ปลูกสร้างด้วยวิธีนี้ จะเริ่มเมื่อหญ้าสนามเจริญเติบโตเต็มพื้นที่แล้ว โดยใช้ระยะความสูงที่เหมาะสมในการตัดหญ้าสนามแต่ละชนิด การตัดหญ้าสนามบ่อย ๆ จะช่วยให้สนามหญ้ามีความหนาแน่นมากยิ่งขึ้น

4.การปลูกหญ้าสนามด้วยต้นเดี่ยว ๆ (SPRIGGING AND STOLONIZING)

การปลูกหญ้าสนามด้วยต้นเดี่ยว ๆเป็นวิธีการปลูกสร้างสนามหญ้าที่สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพันธุ์หญ้าสนามได้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกด้วยแผ่นหญ้าขนาดใหญ่และแผ่นหญ้าขนาดเล็ก หญ้าสนามที่นำมาใช้ในการปลูกวิธีนี้ประกอบด้วยส่วนของไหลและเหง้า ซึ่งไม่มีดินติดอยู่หรือมีดินติดอยู่เพียงเล็กน้อย การใช้ไหลหรือเหง้าปลูกโดยการปลูกในร่องหรือขุดหลุมปลูกเรียกว่า SPRIGGING ซึ่งต้นหญ้าแต่ละต้นที่ใช้ปลูกลักษณะนี้ เรียกว่า SPRING สำหรับ STOLONZING หมายถึงการปลูกหญ้าสนามโดยการใช้เฉพาะส่วนไหลและทำการปลูกโดยวิธีการหว่านการปลูกหญ้าสนามด้วยต้นเดี่ยวๆเป็นวิธีการที่ต้องใช้แรงงานในการปลูกจำนวนมากและต้องปฏิบัติดูแลรักษาหญ้าสนามภายหลังการปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างสม่ำเสมอเป็นเวลานานซึ่งมีผลให้ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานสูงกว่าการปลูกด้วยแผ่นหญ้าขนาดใหญ่และแผ่นหญ้าขนาดเล็ก การปลูกหญ้าสนามด้วยต้นเดี่ยว ๆ สามารถปฏิบัติได้ดังนี้

5.การปลูกแบบ SPRIGGING

ภายหลังการเตรียมพื้นที่ ซึ่งปฏิบัติเช่นเดียวกับการปลูกหญ้าสนามด้วยเมล็ดแผ่นหญ้าขนาดใหญ่หรือแผ่นหญ้าขนาดเล็กเรียบร้อยแล้วดำเนินการวัดระยะและขุดร่องหรือหลุมปลูกโดยใช้ระยะห่างตามความเหมาะสมการใช้ระยะห่างเกินไปจะมีผลให้การแผ่กระจายปกคลุมพื้นที่ของหญ้าสนามจนเต็มพื้นที่ ต้องใช้เวลานานและถ้าใช้ระยะห่างน้อยก็จะต้องใช้พันธุ์หญ้าสนามจำนวนมากขึ้น โดยทั่วไปควรใช้ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 10-18 นิ้วและใช้ระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 4-6 นิ้วหลังจากนั้นจึงนำพันธุ์หญ้าสนามที่จัดเตรียมไว้ลงปลูกการเตรียมพันธุ์หญ้าสนามอาจได้จากการซื้อแผ่นหญ้าขนาดใหญ่มาฉีกแยกออกเป็นต้นเดี่ยว ๆ หรือได้จากการปลูกพันธุ์หญ้าสนามชนิดที่ต้องการใช้ขึ้นเอง สิ่งสำคัญในการจัดเตรียมพันธุ์หญ้าสนามเพื่อนำมาปลูกคือ พันธุ์หญ้าสนาม จะต้องเป็นชนิดที่ต้องการและมีความบริสุทธิ์ ไม่มีชนิดหรือสายพันธุ์อื่นปะปน ไม่มีวัชพืชแทรกอยู่ และจะต้องเป็นหญ้าสนามที่มีลักษณะสมบูรณ์แข็งแรง เมื่อดำเนินการปลูกหญ้าสนามจนทั่วทั้งพื้นที่เรียบร้อยแล้วควรให้น้ำทันที และต้องให้ในปริมาณมากเท่าที่จะทำได้เพื่อที่หญ้าสนามจะไม่แห้งตายและสามารถตั้งตัวได้อย่างรวดเร็ว

6.การปลูกแบบ STOLONIZING

ภายหลังการเตรียมพื้นที่ซึ่งปฏิบัติ เช่นเดียวกับการปลูกหญ้าสนามวิธีอื่น ๆนำพันธุ์หญ้าสนามที่ต้องการโดยใช้เฉพาะส่วนไหลมาตัดเป็นท่อนสั้นๆ ยาวประมาณ 3-6 นิ้ว จากนั้นนำท่อนพันธุ์หญ้าสนามไปหว่านให้ทั่วทั้งพื้นที่ การหว่านสามารถดำเนินการได้ลักษณะเดียวกับการหว่านเมล็ดพันธุ์หญ้าสนาม ในการปลูกด้วยเมล็ด เมื่อหว่านท่อนพันธุ์หญ้าสนามเสร็จเรียบร้อยแล้วควรโรยดินกลบทับบาง ๆ และใช้ลูกกลิ้งบดทับอีกครั้งหนึ่งจะช่วยให้ท่อนพันธุ์หญ้าสนามสัมผัสกับดินได้ดียิ่งขึ้นอันจะมีผลให้ท่อนพันธุ์หญ้าสนามสามารถได้รับความชื้นจากดินเพื่อการตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งตัวและการเจริญเติบโตได้ดีขึ้นควรให้น้ำทันทีภายหลังจากดำเนินการปลูกเสร็จ และต้องให้ในปริมาณมากสำหรับการจัดเตรียมพันธุ์หญ้าสนาม ที่จะนำมาใช้ในการปลูกปฏิบัติเช่นเดียวกับการจัดเตรียมพันธุ์หญ้าสนามเพื่อการปลูกแบบ SPRIGGING

การรักษาความชุ่มชื้นของผิวหน้าดินนั้น เป็นสิ่งสำคัญยิ่งสำหรับการปลูกหญ้าสนามด้วยต้นเดี่ยวๆ การปล่อยให้ผิวหน้าดินแห้งอาจทำให้พันธุ์หญ้าสนามที่ปลูกหรือหว่านแห้งตายได้ง่าย ดังนั้นจึงควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอโดยเฉพาะในระยะแรกภายหลังการปลูก การโรยดินปรับแต่งผิวพื้นสนามเป็นระยะ ๆ นอกจากจะทำให้พื้นสนามเรียบสม่ำเสมอแล้ว ยังช่วยทำให้หญ้าสนามมีการเจริญเติบโต เกิดรากและแขนงด้านข้างเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งจะมีผลให้การแผ่กระจายปกคลุมพื้นที่เป็นไปได้รวดเร็วขึ้น และสนามหญ้ามีความหนาแน่นมากขึ้นปัญหาเรื่องวัชพืชเป็นสิ่งที่พบอยู่เสมอในการปลูกหญ้าสนามด้วยต้นเดี่ยว ๆ เนื่องจากการปลูกวิธีนี้มีพื้นดินที่ว่างเปล่าอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้การแพร่กระจายของวัชพืชเข้าสู่พื้นที่สนามเป็นไปได้ง่าย ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการกำจัดวัชพืชเป็นประจำสำหรับการตัดหญ้าสนามที่ปลูกด้วยวิธีใช้ต้นเดี่ยว ๆ จะเริ่มครั้งแรกเมื่อหญ้าสนามเจริญเติบโตและสูงเกินกว่าระยะความสูงที่ควรตัด ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของหญ้าสนาม เช่น หญ้านวลน้อย ตัดที่ระยะความสูงประมาณ 1 นิ้ว หญ้ามาเลเซียตัดที่ระยะความสูงประมาณ 2 นิ้ว เป็นต้น การตัดหญ้าสนามนอกจากจะทำให้สนามหญ้ามีลักษณะเรียบสม่ำเสมอ แล้วยังช่วยกระตุ้นให้หญ้าสนามเกิดแขนงด้านข้างเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

2.2.2.3 การปฏิบัติการดูแลรักษาสนามหญ้าภายหลังการปลูก

1.การใช้วัสดุคลุมดิน

ภายหลังการปลูกหญ้าสนามด้วยเมล็ดการ ใช้วัสดุคลุมดินเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งที่นิยมที่ปฏิบัติกันทั่วไป ทั้งนี้เพื่อการป้องกันการพังทลายของดินการสูญเสียของเมล็ดเนื่องจากการพัดพาของลมและน้ำ และเพื่อปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยเฉพาะอุณหภูมิและความชื้นบริเวณผิวดิน วัสดุที่นิยมใช้ในการคลุมดินภายหลังการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หว่านเมล็ดหญ้าสนามคือ ฟางหรือหญ้าแห้ง อย่างไรก็ตามควรระมัดระวังปัญหาเกี่ยวกับวัชพืชซึ่งอาจติดมากับฟางหรือหญ้าแห้งด้วยเมื่อต้นกล้าของหญ้าสนามเจริญเติบโตสูงประมาณ 1-2 นิ้ว ควรนำวัสดุคลุมดินบางส่วนออกจากพื้นที่ที่เพื่อให้ต้นกล้าได้รับแสงอย่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต และไม่แสดงอาการซีดขาวเนื่องจากการได้รับแสงน้อย

2.การให้น้ำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งทั้งในการงอกของเมล็ดและการตั้งตัวของหญ้าสนามที่ปลูกใหม่ ดังนั้นระยะแรกภายหลังจากการปลูกหญ้าสนามจึงควรให้น้ำอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอจนกระทั่งหญ้าสนามสามารถตั้งตัวและเจริญเติบโตเป็นอย่างดีแล้ว การปล่อยปละละเลยให้หญ้าสนามขาดน้ำได้รับน้ำไม่เพียงพอจะมีผลให้การตั้งตัวในการเจริญเติบโตของหญ้าสนามหยุดชงักหรืออาจทำให้หญ้าสนามแห้งตายได้ ทั้งนี้เนื่องจากในระยะแรกภายหลังการปลูกหญ้าสนามยังมีระบบรากอยู่ในระดับตื้น ๆ จึงจำเป็นต้องได้รับน้ำบริเวณผิวดินเป็นแหล่งสำคัญการให้น้ำเพื่อรักษาความชุ่มชื้นของบริเวณผิวดินควรปฏิบัติอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอเป็นเวลาอย่างน้อย 3 สัปดาห์หรือจนกว่าหญ้าจะตั้งตัวและเจริญเติบโตได้ดีแล้ว วิธีการให้น้ำหญ้าสนามที่ปลูกใหม่ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน คือ การให้น้ำลักษณะฉีดพ่นเป็นฝอย

2.2.2.4 อัตราการใช้ของสนามหญ้า

อัตราการใช้น้ำของสนามหญ้าหมายถึงปริมาณน้ำทั้งหมดที่หญ้าสนามและสนามหญ้าใช้ไปในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งปริมาณน้ำดังกล่าวนี้ประกอบด้วยน้ำที่หญ้าสนาม ต้องการสำหรับการเจริญเติบโตและปริมาณน้ำที่มีการสูญเสียไปจากสนามหญ้า ทั้งจากการคายน้ำของหญ้าสนาม และการระเหยของน้ำจากดินอัตราการน้ำของหญ้าสนามโดยทั่วไปอยู่ในช่วงประมาณ 0.1-0.3 นิ้วต่อวันแต่ในบางโอกาสอาจสูงขึ้นถึง 0.45 นิ้วต่อวัน อัตราการใช้น้ำของสนามหญ้าจะมีปริมาณมากหรือน้อยมากเท่าไรขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายปัจจัยคือ อัตราการสูญเสียของน้ำของหญ้าสนามความยาวของช่วงระยะการเจริญเติบโตของหญ้าสนามอัตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญเติบโตของหญ้าสนามชนิดและพันธ์ของหญ้าสนาม ระดับของการปฏิบัติดูแลรักษาสนามหญ้า ปริมาณการใช้งานสนามหญ้า ชนิดของดินปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำในดินที่หญ้าสนามสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยปกติอัตราการใช้น้ำของสนามหญ้าจะมีปริมาณสูงที่สุดในช่วงฤดูร้อน และจะมีปริมาณลดต่ำลงในช่วงฤดูหนาวและฤดูฝน

ในหญ้าสนามบางชนิดความแตกต่างระหว่างพันธุ์หญ้า มีผลต่อคุณสมบัติดังกล่าวด้วย ซึ่งมีผลแต่ละพันธุ์นั้นสามารถทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ไม่เท่ากัน

ตารางที่ 2.3 เปรียบความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งของหญ้าสนามชางชนิด

ความทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง	ชนิดของหญ้าสนาม
ดีมาก	หญ้าเบอร์มิวดา
	หญ้าซอยเซีย
	หญ้าบาเฮีย
พอใช้	หญ้าเซ็นต์ออกัสติน
เลว	หญ้าเซนติพีด
	หญ้ามาเลเซีย

ที่มา:BEARD,J.B. 1973. TURFGRASS : SCIENCE AND CULTURE.

ในช่วงระยะเวลาที่สนามหญ้ามีอัตราการใช้น้ำสูงกว่าปริมาณน้ำตามธรรมชาติที่ได้รับเป็นช่วงเวลาที่เราต้องมีการให้น้ำเพิ่มเติมแก่สนามหญ้า เพื่อป้องกันมิให้หญ้าสนามหญ้าจึงเป็นสิ่งหนึ่งที่จำเป็นสำหรับการออกแบบและเลือกใช้ระบบการให้น้ำสนามหญ้าเพื่อให้สามารถดำเนินการให้แก่สนามหญ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยสอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสอดคล้องสัมพันธ์กับอัตราการใช้น้ำของสนามหญ้า และสภาพแวดล้อมของสนามหญ้าแต่ละแห่งนั้นด้วย

2.2.2.5 การให้น้ำสนามหญ้า

การให้น้ำสนามหญ้าเป็นปฏิบัติการที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งประการหนึ่งการที่จะรักษาสนามหญ้าให้มีสีเขียว สม่ำเสมอหนาแน่นและมีคุณภาพที่ดีตลอดเวลาความไม่แน่นนอนและไม่สม่ำเสมอของปริมาณ และการกระจายของน้ำฝนที่สนามหญ้าได้รับในแต่ละฤดูกาลเป็นสาเหตุสำคัญ ที่ทำให้ต้องมีการให้น้ำสนามหญ้าในปริมาณที่มากหรือน้อยเกินไป ต่างส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อหญ้าสนาม และสนามหญ้าจึงควรพิจารณาถึงสิ่งต่างๆดังต่อไปนี้

1.ปริมาณน้ำที่ให้

การให้น้ำสนามหญ้าแต่ละครั้ง ควรให้น้ำในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของหญ้าสนามและสนามหญ้าซึ่งปริมาณน้ำดังกล่าวจะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดินคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำของดิน และอัตราการให้น้ำซึ่งมีความสัมพันธ์ถึงอัตราการไหลซึมลงสู่ดินด้วยการให้น้ำสนามหญ้าแต่ละครั้งควรใช้ระยะเวลาในการให้นานพอควรเพื่อให้น้ำสามารถไหลซึมลงสู่ดินจนถึงระดับรากของหญ้าสนามซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 6-8 นิ้ว การให้น้ำปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของหญ้าสนามจะช่วยให้รากของหญ้าสนามสามารถแพร่กระจายได้ดี ส่งผลให้รากสนามดูดซับน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ จากดินได้เพิ่มขึ้นซึ่งทำให้หญ้าสนามมีการเจริญเติบโตที่ดีรวดเร็ว แข็งแรง และเป็นให้หญ้าสนามมีคุณภาพสูงขึ้น

2.ความถี่ของการให้น้ำ

หลังจากการให้น้ำแต่ละครั้งเสร็จสิ้นลงปริมาณน้ำที่ให้จะเริ่มลดปริมาณลง ทั้งนี้เป็นผลมาจากการซึมของน้ำลงสู่ดินชั้นล่างการดูดซับน้ำของหญ้าสนามการคายน้ำ และการระเหยของน้ำจากดิน ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษาระดับปริมาณของน้ำให้อยู่ในระดับที่เพียงพอกับความต้องการของหญ้าสนามและสนามหญ้าอยู่เสมอเราจึงต้องดำเนินการให้น้ำอีกครั้งนี้คือความถี่ของการให้น้ำซึ่งไม่สามารถกำหนดเป็นระยะเวลาที่แน่นอนได้เนื่องจากมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำที่ให้แต่ละครั้งอัตราการใช้น้ำของสนามหญ้าชนิดของดินและชนิดของหญ้า เป็นต้น อย่างไรก็ตาม หลักเกณฑ์ทั่วไปในการพิจารณาเกี่ยวกับความถี่ของการให้น้ำสนามหญ้าคือ ความถี่ของการให้ที่เหมาะสม (OPTIMUM IRRIGATION FREQUENCY) นั้นจะต้องสามารถรักษาระดับปริมาณของน้ำในดินที่หญ้าสนามจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ในปริมาณที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

การพิจารณาและกำหนดเกี่ยวกับปริมาณน้ำที่ให้และระยะความถี่ของการให้น้ำสนามหญ้า จำเป็นต้องพิจารณาร่วมกันเนื่องจากมีความสัมพันธ์ต่อกันเป็นอย่างมาก การพิจารณาและกำหนดเรื่องดังกล่าวนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการใช้น้ำและการสูญเสียน้ำของหญ้าสนามและสนามหญ้า ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

3. สภาพฟ้าอากาศ

ปริมาณและความเข้มของแสงระดับของอุณภูมิ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณความชื้นในบรรยากาศและความเร็วของลมเป็นสิ่งสำคัญประการแรกที่ควรพิจารณา เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์ต่อการสูญเสียน้ำของสนามหญ้าอยู่ตลอดเวลา สภาพฟ้าอากาศบริเวณสนามหญ้าแต่ละแห่ง จะมีสภาพแตกต่างกันไปและจะเปลี่ยนไปตามฤดูกาลอีกด้วย สนามหญ้าที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีระดับอุณหภูมิสูง ปริมาณความชื้นในบรรยากาศต่ำลมแรง และได้รับแสงแดดมากจะมีการสูญเสียน้ำในปริมาณสูง ซึ่งจะทำให้ปริมาณความต้องการน้ำของสนามหญ้าเพิ่มสูงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องให้น้ำสนามหญ้าที่มีสภาพดังกล่าวในปริมาณมากและบ่อยครั้ง

4. ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน

ดินที่ใช้ในการปลูกสร้างสนามแต่ละแห่งจะมีลักษณะโครงสร้างและความสามารถในการกักเก็บน้ำที่แตกต่างกันจากการศึกษาพบว่าในระดับหน้าดินลึก 6 นิ้วดินแต่ละชนิดจะสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ในระดับที่ต่างกันคือดินทรายจะกักเก็บน้ำไว้ได้ในระดับความลึก 0.4 นิ้ว ดินร่วนกักเก็บน้ำได้ในระดับความลึก 0.9 นิ้ว และดินเหนียวจะกักเก็บน้ำไว้ในระดับความลึก 1.4 นิ้ว จากข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าดินที่มีลักษณะของเนื้อดินละเอียดมีความสามารถในการกักเก็บน้ำได้มากกว่าดินที่มีลักษณะเนื้อดินหยาบด้วยเหตุนี้การให้น้ำสนามหญ้าจึงจำเป็นต้องพิจารณาชนิดของดินด้วย หากสนามหญ้าปลูกสร้างอยู่บนดินทรายเราควรให้น้ำสนามหญ้าบ่อยครั้งกว่าสนามหญ้าที่ปลูกอยู่บนดินเหนียว

5.อัตราการซึมของน้ำ

ดินแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการให้น้ำซึมลงสู่ด้านล่างได้ในอัตราที่แตกต่างกันดังแสดงใน (ตารางที่ 2.4) ซึ่งโดยปกติการให้น้ำสนามหญ้าแต่ละครั้งไม่ควรให้น้ำในปริมาณที่มากกว่าอัตราการซึมของน้ำลงในดินต่อชั่วโมง ทั้งนี้ เนื่องจากการให้น้ำในปริมาณที่มากกว่าอัตราการซึมของน้ำลงในดินจะมีผลทำให้เกิดน้ำขังอยู่บริเวณผิวดินในปริมาณมากและอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบรากของหญ้าสนามได้อัตราการซึมของน้ำลงในดินต่อชั่วโมง นอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ลักษณะของเนื้อดิน และความลาดเอียงของพื้นที่แล้วปริมาณของเศษอินทรีย์วัตถุที่สะสมอยู่บริเวณผิวของสนามหญ้า และปริมาณความชื้นในดินก็เป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบอัตราการซึมของน้ำลงในดินที่มีลักษณะเนื้อดินและความลาดเอียงแตกต่างกัน

ชนิดของดิน	พื้นราบ	อัตราการซึมของน้ำ(นิ้ว/ชั่วโมง)ลาดเอียง น้อยกว่า40%	ลาดเอียงมากกว่า40%
ดินทราย	1.0	0.5	0.3
ดินร่วนทราย	0.5	0.3	0.2
ดินร่วน	0.25	0.18	0.12
ดินร่วนเหนียว	0.15	0.10	0.07
ดินเหนียว	0.10	0.08	0.06

ที่มา: HAHSON,A.A. AND F.V. JUSKA. 1969. TURFGRASS SCIENCE.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางแสดงให้เห็นว่าอัตราการซึมของน้ำลงในดินจะลดลง เมื่อระดับความลาดเอียงของพื้นที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการไหลบ่าของน้ำไปตามผิวดินเป็นไปได้รวดเร็วขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำที่ซึมลงในดินมีน้อยลง ดังนั้นสนามหญ้าที่อยู่ในบริเวณที่ที่มีความลาดเอียงจึงควรมีการให้น้ำบ่อยครั้งกว่าสนามหญ้าที่อยู่บริเวณพื้นราบ แต่จะต้องให้น้ำคราวละน้อย ๆ เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำจากการไหลบ่าบนผิวดิน

ชนิดและพันธุ์ของหญ้าสนาม หญ้าสนามแต่ละชนิดและแต่ละพันธุ์จะมีลักษณะและคุณสมบัติต่าง ๆ อันเกี่ยวข้องกับความต้องการและความสามารถในการทนทานต่อสภาพการขาดแคลนน้ำได้แตกต่างกันไป ลักษณะและคุณสมบัติที่สำคัญ คือ ความลึกของราก ความกว้างของใบ และอัตราการเจริญเติบโตของหญ้าสนาม

รากของหญ้าสนาม มีความสามารถในการหยั่งลึกลงไปในดินได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ของหญ้าสนามความสมบูรณ์อายุ และลักษณะการได้รับน้ำของหญ้าสนามของเบอร์มิวดาอาจหยั่งลึกลงในดินได้ถึง 60 นิ้ว ในขณะที่รากของหญ้าซอยเซียหยั่งลึกลงได้ถึง 30 นิ้วรากของหญ้ามาเลเซียหยั่งลึกได้ 25-30 นิ้ว และหญ้าของเซ็นต์ออกัสตินหยั่งลึกได้ 28 นิ้วหญ้าสนามสามารถชนิดและพันธุ์ที่รากสามารถหยั่งลึกลงในดินได้มากจะมีความสามารถในการทนทานต่อสภาพขาดแคลนน้ำได้ดีกว่าหญ้าสนามที่มีรากตื้นเพราะหญ้าสนามที่มีรากหยั่งลึกจะสามารถดูดซับน้ำจากดินที่อยู่ส่วนลึกมาใช้ได้ ดังนั้นความต้องการจึงมีน้อยกว่าหญ้าสนามที่มีรากตื้น หญ้าสนามที่มีขนาดของใบกว้างใหญ่ จะมีความต้องการน้ำในปริมาณมากกว่าหญ้าสนามที่มีขนาดของใบเล็ก เนื่องจากหญ้าสนามที่มีขนาดใบกว้างใหญ่ต้องการน้ำเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำในปริมาณที่มากกว่า ด้วยเหตุนี้จึงควรให้น้ำแก่หญ้าที่มีขนาดใบกว้างใหญ่ในปริมาณมาก และบ่อยครั้งกว่าการให้น้ำหญ้าสนามที่มีใบขนาดเล็ก สำหรับหญ้าชนิดและพันธุ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตรวดเร็ว จะมีความต้องการน้ำในปริมาณมากกว่าหญ้าที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้า จึงควรให้น้ำในปริมาณมากและบ่อยครั้งกว่าหญ้าสนามที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.ความสูงในการตัดหญ้าสนาม

ระยะความสูงของการตัดหญ้าสนาม จะมีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างส่วนยอดและส่วนรากของหญ้าสนามอันจะมีผลต่อเนื่องไปถึงปริมาณความต้องการน้ำของหญ้าสนามเหล่านั้นด้วย การตัดหญ้าสนามโดยใช้ระยะเวลาการตัดสั้นเช่น สนามหญ้าบนกรีนของสนามกอลฟ์หรือสนามหญ้าอื่น ๆ ที่ต้องการความเรียบและสั้น จะมีผลให้รากของหญ้าสนามถูกจำกัดการเจริญเติบโตและมีลักษณะสั้นซึ่งจะส่งผลให้ ความสามารถในการทนทานต่อสภาพการขาดแคลนน้ำลดต่ำลง ปริมาณความต้องการน้ำเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นสนามหญ้าที่ใช้ระยะการตัดสั้นจึงต้องให้น้ำในปริมาณมากและบ่อยครั้งกว่าสนามหญ้าที่ใช้ระยะการตัดที่สูงกว่า

7.ปริมาณการใช้งานสนามหญ้า

สนามหญ้าที่มีปริมาณการใช้งานมากเช่นสนามกีฬาและสนามเด็กเล่นจะมีความต้องการน้ำสูงกว่าสนามหญ้าที่มีปริมาณการใช้งานน้อยกว่าเช่น สนามบริเวณบ้านพักอาศัย ทั้งนี้เนื่องจากสนามหญ้าที่มีปริมาณการใช้งานมากจะมีการสูญเสียน้ำและมีหญ้าสนามที่ได้รับความเสียหายจากการใช้งานมาก ดังนั้นจึงมีความต้องการน้ำในปริมาณมากและบ่อยครั้ง เพื่อทดแทนน้ำที่สูญเสียไปและช่วยในการฟื้นตัวของหญ้าที่เกิดความเสียหาย

2.2.2.6 เวลาที่เหมาะสมต่อการให้น้ำ

ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการให้น้ำสนามหญ้าคือ ช่วงเวลาที่หญ้าสนามจะแสดงอาการเหี่ยวให้เห็นด้วยสายตา หรืออย่างช้าที่สุดจะต้องให้น้ำสนามหญ้าก่อนที่หญ้าสนามจะเกิดการขาดแคลนมิให้มีการขาดแคลนน้ำ จนถึงจุดเหี่ยวถาวรเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับสนามหญ้ามิให้มีมากจนยากต่อการแก้ไขการปฏิบัติ เพื่อการตรวจสอบอาการเหี่ยวของหญ้าสนามสามารถกระทำได้โดยวิธีการสังเกตรอยเท้า(FOOT PRINTING TECNIQUE)โดยการเดินตัดข้ามสนามหญ้าและสังเกตอัตราฟื้นตัวกลับสู่สภาพเดิมของใบหญ้าสนาม ถ้าหญ้าสนามได้รับน้ำในปริมาณที่เพียงพอ ซึ่งแสดงว่าไม่เกิดการขาดแคลนน้ำ หญ้าสนามจะมีอัตราการฟื้นตัวกลับสู่สภาพปกติอย่างรวดเร็ว ในทางตรงกันข้ามถ้าหญ้าสนามได้รับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปริมาณน้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการซึ่งจะแสดงให้ทราบว่าเกิดการขาดแคลนน้ำหญ้าสนามจะมีอัตราฟื้นตัวกลับสู่สภาพเดิมช้าลง และจะสังเกตเห็นรอยเท้าที่เหยียบย่ำผ่านสนามหญ้าได้อย่างชัดเจนนอกจากวิธีสังเกตุรอยเท้าแล้วเราสามารถตรวจสอบปริมาณความชื้นในดินและการกระจายของน้ำในดิน ในแต่ละระดับความลึกของดิน ได้โดยวิธีการขุดเจาะดินขึ้นมาตรวจตามระดับความลึกที่ต้องการ

1. ควรให้น้ำสนามหญ้าในช่วงเวลาที่มีสภาพอากาศเย็น เช่น เวลาเช้าซึ่งเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากการให้น้ำสนามหญ้าในเวลาเช้าจะเป็นการช่วยล้างน้ำค้างจากใบของหญ้าสนามออกไป อันจะเป็นการป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อโรคต่างๆที่เป็นสาเหตุของโรคบนใบของหญ้าสนามได้เป็นอย่างดีและน้ำที่ใช้ในเวลาเช้านี้จะคงเหลือค้างอยู่บนใบของหญ้าสนามเพียงระยะเวลาไม่นานนักก็จะระเหยและแห้งหายไปทำให้ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตและแพร่กระจายของเชื้อโรคต่าง ๆ สำหรับเวลาเย็นและเวลากลางคืน แม้จะเป็นช่วงเวลาที่มีสภาพอากาศเย็นเช่นเดียวกัน แต่เวลาดังกล่าวนี้ไม้เหมาะสมกับการให้น้ำสนามหญ้า เพราะน้ำที่ให้ในเวลาเย็นหรือกลางคืนจะคงเหลือค้างอยู่บนใบของหญ้าสนามเป็นระยะเวลานาน ทำให้เชื้อโรคต่าง ๆสามารถเจริญเติบโตและแพร่กระจายได้ง่าย และรวดเร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม สนามหญ้าบางประเภทที่เป็นที่ต้องใช้งานตั้งแต่เวลาเช้า เช่น สนามกอลฟ์สนามเด็กเล่น หรือสวนสาธารณะการให้น้ำเวลาเช้าอาจทำให้เกิดเสียหายได้เช่นกัน เนื่องจากภายหลังการให้น้ำเสร็จสิ้นใหม่ ๆ สภาพของสนามยังไม่เหมาะต่อการใช้งาน เพราะสนามยังเปียกแฉะอยู่ ถ้ามีการใช้งานในช่วงเวลานี้จะทำให้สนามหญ้าเกิดความเสียหาย เป็นหลุมเป็นบ่อ ดินอัดแน่น หรือหญ้าสนามถูกเหยียบย่ำจนเกิดความเสียหายได้ง่าย ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนแปลงเวลาสำหรับการให้น้ำสนามหญ้าเพื่อให้เหมาะต่อการใช้งานของสนามหญ้าด้วย ทั้งนี้อาจกระทำได้โดยการเลื่อนเวลาให้น้ำให้เร็วขึ้นเป็นเวลาก่อนรุ่งเช้า เพื่อให้สนามหญ้ามีสภาพเหมาะสมต่อการใช้งานในเวลาเช้ามากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ควรให้น้ำสนามหญ้าในช่วงเวลาที่ดินและอากาศมีความชื้นโดยทั่วไปสภาพของดินที่มีความชื้นอยู่บ้างจะช่วยให้การซึมของน้ำลงในดินเป็นไปได้ดีกว่าที่มีสภาพแห้ง ทั้งนี้เพราะที่ดินที่มีสภาพแห้งมักจะไม่ดูดซับน้ำ ทำให้น้ำไหลออกไปยังบริเวณข้างเคียงได้ง่าย ดังนั้นก่อนที่จะให้น้ำสนามหญ้าควรให้ดินที่มีความชื้นประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ถ้าจำเป็นต้องให้น้ำแก่สนามหญ้าที่ดินมีสภาพแห้งประมาณ 10-20 นาที จึงให้น้ำสนามหญ้าอีกครั้งหนึ่ง การปฏิบัติวิธีดังกล่าวจะช่วยให้การซึมของน้ำในดินเป็นไปได้ดียิ่งขึ้น ช่วงระยะเวลาที่ดินมีสภาพแห้งและสภาพความชื้นในบรรยากาศต่ำ มักจะเป็นช่วงเวลาที่ดินมีสภาพอุณหภูมิค่อนข้างสูง ซึ่งถ้ามีการให้น้ำสนามหญ้าในช่วงเวลาดังกล่าวนี้จะมีผลทำให้ดินคลายความร้อนออกมาในรูปการระเหย โดยไอน้ำที่เกิดขึ้นจากการระเหยจะมีความร้อนสูง เพราะอาจตะก่อให้เกิดอันตรายต่อหญ้าสนามโดยรากและต้นของหญ้าสนามอาจเกิดการตายนิ่ง ด้วยเหตุนี้จึงไม่ควรให้น้ำสนามหญ้าในช่วงระยะเวลาที่ดินมีสภาพแห้งและสภาพความชื้นในบรรยากาศต่ำ

3. ควรให้น้ำสนามหญ้าในช่วงเวลาที่ลมสงบ ลมเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีต่อการให้น้ำสนามหญ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการให้น้ำแบบฝนเทียม (SPRINKLER IRRIGATION)ซึ่งเป็นวิธีการให้น้ำที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการให้น้ำสนามหญ้า โดยทั่วไปการให้น้ำสนามหญ้าในช่วงระยะเวลาที่มีลมพัดแรง จะทำให้น้ำที่ถูกลมพัดพาไปยังทิศทางหรือบริเวณอื่น ๆซึ่งจะส่งผลให้สนามหญ้าได้รับน้ำไม่สม่ำเสมอ เสียเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการให้น้ำสนามหญ้าเพิ่มมากขึ้นและยังก่อให้เกิดความยุ่งยากในการจัดวางระยะของหัวฉีดพ่นน้ำอีกด้วย

4. ควรให้น้ำสนามหญ้าในช่วงเวลาที่ไม่มีการใช้งานสนามหญ้าการให้น้ำสนามหญ้าในช่วงระยะเวลาที่จะมีการใช้งานเพียงเวลาสั้นๆเป็นสิ่งไม่ถูกต้องเนื่องจากจะมีผลให้สนามหญ้ามีสภาพเปียกแฉะในขณะใช้งานซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อสนามหญ้าได้ง่ายรวมทั้งทำให้เกิดการอัดแน่นของดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสนามหญ้าที่มีการใช้งานหนักเช่นสนามกีฬาและสนามเด็กเล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงระยะเวลาที่ใช้งานประมาณ 24 ชั่วโมง และจะดียิ่งขึ้นถ้าให้น้ำสนามหญ้าอย่างเพียงพอก่อนการใช้งาน 2-3 วัน เพื่อให้หญ้าสนามมีความแข็งแรงทนทานต่อการเหยียบย่ำ และลดการอัดตัวแน่นของดิน

5. ไม่ควรให้น้ำสนามหญ้าสนามที่เพิ่งถูกตัดใหม่ จะมีบาดแผลซึ่งเกิดจากการตัดหญ้า และอยู่ในสภาพที่อ่อนแอง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุของโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดหญ้าสนามในเวลาเย็น ดังนั้นหากมีการให้น้ำสนามหญ้า ในช่วงระยะเวลาหลังตัดหญ้าใหม่ๆก็จะยิ่งเป็นการช่วยให้เชื้อสาเหตุของโรคชนิดต่าง ๆ เข้าทำลายหญ้าได้ง่ายและมากยิ่งขึ้นอันจะเป็นผลให้เกิดโรคระบาดของหญ้าสนาม และทำให้คุณภาพของสนามหญ้าเลวลงด้วย เหตุนี้จึงไม่ควรให้น้ำสนามหญ้าในช่วงเวลาที่มีการตัดหญ้าสนามใหม่ ๆ

6. แหล่งและคุณภาพของน้ำที่จะนำมาใช้ สนามหญ้าจำเป็นต้องได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้หญ้าสนามมีการเจริญเติบโตที่ดีมีความแข็งแรงหนาแน่นและทนทานต่อสภาพการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสนามหญ้าที่ต้องการคุณภาพสูงดังนั้นแหล่งน้ำและคุณภาพของน้ำ ที่จะนำมาใช้ในการให้น้ำสนามหญ้าจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรพิจารณาอีกประการหนึ่ง แหล่งน้ำที่ดีสำหรับสนามหญ้าควรเป็นแหล่งน้ำที่มีปริมาณน้ำอย่างเพียงพอต่อการให้น้ำสนามหญ้าได้ตลอด

น้ำที่สะอาดควรมีลักษณะใสปราศจากฝุ่นผง สาหร่ายหรือเศษอนุภาคของสิ่งต่าง ๆ เจือปนอยู่ขึ้นมาใช้จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการให้น้ำสนามหญ้าได้เช่น ทำให้เกิดการอุดตันของหัวฉีดพ่นน้ำการอุดของท่อส่งน้ำ การอุดตันของท่อสูบน้ำ ตลอดจนทำให้การให้น้ำสนามหญ้าไม่สม่ำเสมอในด้านปริมาณความเข้มข้นของเกลือเหล่านี้อยู่ในปริมาณระหว่าง100-1500 P.P.M และน้ำที่จัดว่ามีคุณภาพเหมาะสมต่อการให้น้ำสนามหญ้าชนิดต่าง ๆ ควรมีความเข้มข้นของเกลือที่ละลายน้ำได้ในปริมาณที่น้อยกว่า 600 P.P.M.

การให้น้ำสนามหญ้าโดยการให้น้ำจากแหล่งที่มีเกลือซึ่งละลายน้ำได้อยู่เป็นประจำ จะทำให้เกิดการสะสมเกลือในดินจนถึงระดับที่เป็นพิษต่อหญ้าสนามได้โดยเฉพาะ ถ้าดินนั้นมีสภาพการระบายน้ำไม่ดีหรือไม่มีน้ำในปริมาณมากเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการชะล้างเกลือที่สะสมอยู่ลงไปในดินชั้นล่างๆการสะสมของเกลือในดินจะก่อให้เกิดปัญหามาก ถ้าอยู่ในบริเวณหรือระดับที่รากของหญ้าสนามแพร่กระจายอยู่ การที่มีเกลือสะสมอยู่ในดินปริมาณมากจะมีผลทำให้รากและส่วนยอดของหญ้าสนามชงักการเจริญเติบโต และลดความทาทานต่อการขาดแคลนน้ำของหญ้าสนามลง นอกจากนั้นการมีเกลือโซเดียมสะสมอยู่ในดินในปริมาณสูงจะมีผลทำให้โครงสร้างของดินเสื่อมเสียไปด้วย

2.2.2.7 วิธีการให้น้ำสนามหญ้า

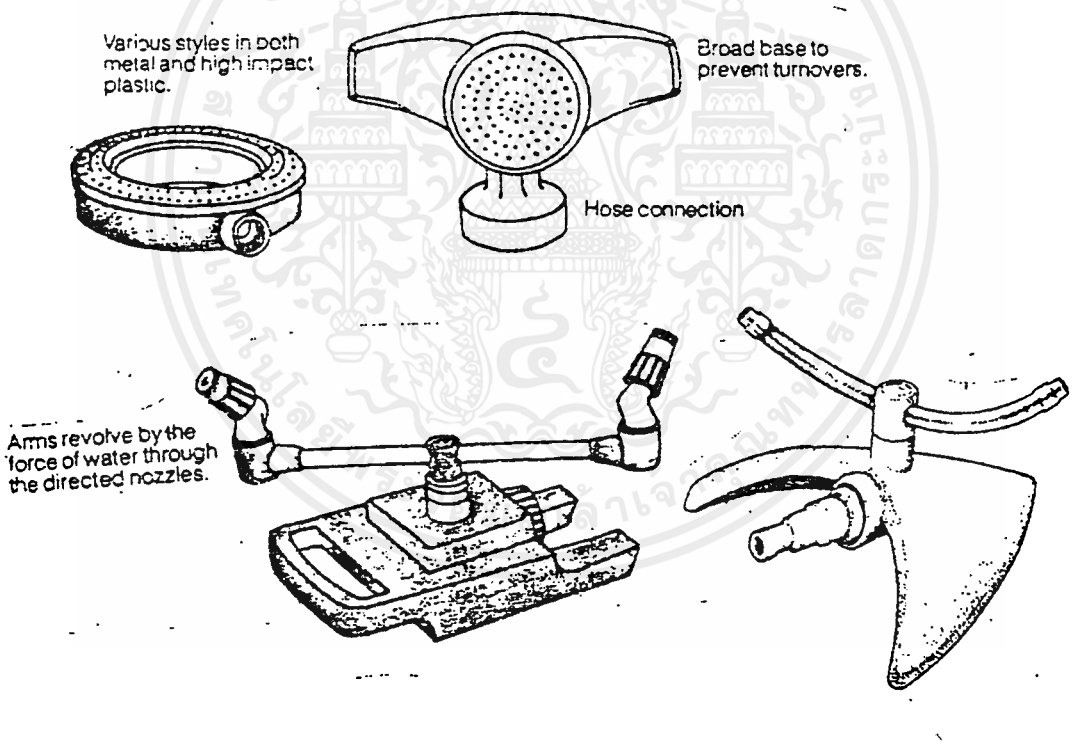
การให้น้ำสนามหญ้าเป็นปฏิบัติการ เพื่อรักษาสภาพของสนามหญ้าให้อยู่ในสภาพที่ดี และเหมาะสมต่อการใช้งานซึ่งจำเป็นต้องมีการลงทุนค่อนข้างสูง และปฏิบัติเป็นประจำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสนามหญ้าที่ดีมีขนาดกว้างใหญ่และสนามหญ้าที่ต้องการคุณภาพสูง เช่น สนามกอล์ฟและสนามกีฬาบางประเภทวิธีการให้น้ำสนามหญ้าโดยทั่ว ๆ ไปมี 3 แบบ คือ การให้น้ำแบบฝนเทียมหรือการฉีดพ่นน้ำเป็นฝอย(OVERHEAD IRRIGATION หรือ SPRINKLE IRRIGATION)การให้น้ำแบบปล่อยท่วมผิวดิน(SURFACE IRRIGATION หรือ FLOOD IRRIGATION)และการให้น้ำแบบใต้ผิวดิน (SUBSURFACE IRRIGATION หรือ SUBIRRIGATION) การที่จะเลือกวิธีการให้น้ำแบบใดนั้นควรพิจารณาเปรียบเทียบ จากสิ่งต่อไปนี้คือ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด ง่ายและสะดวกในด้านการปฏิบัติงานทั้งในด้านการติดตั้งการใช้งานและการซ่อมบำรุงรักษาแต่สิ่งที่สำคัญที่สุดในการพิจารณาเลือกวิธีการให้น้ำสนามหญ้าก็คือ วิธีการให้น้ำแบบนั้นต้องสามารถรักษาสภาพและคุณภาพของสนามหญ้าให้อยู่ในสภาพที่ดีที่อยู่เสมอได้ดีที่สุด วิธีการให้น้ำสนามหญ้าที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน คือ วิธีการให้น้ำแบบฝนเทียมอย่างไรก็ตาม วิธีการให้น้ำสนามหญ้าแต่ละแบบต่างก็มีข้อดีข้อเสียดังจะได้กล่าวต่อไปนี้

1. การให้น้ำแบบฝนเทียมหรือฉีดพ่นน้ำเป็นฝอย

การให้น้ำสนามหญ้าโดยวิธีนี้เป็นวิธีการที่รับความนิยมมากที่สุดเนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถปฏิบัติได้ง่ายสะดวกประหยัดค่าใช้จ่าย และสามารถรักษาสภาพคุณภาพของสนามหญ้าให้คงสภาพที่ดีอยู่เสมอเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของการให้น้ำวิธีนี้คือ การฉีดพ่นน้ำจากหัวฉีดขึ้นไปบนอากาศโดยน้ำจะถูกฉีดพ่นขึ้นไปลักษณะเป็นฝอยคล้ายละอองฝน หลังจากนั้นน้ำที่ถูกฉีดพ่นจะตกลงบนสนามหญ้าในลักษณะรูปทรงการแผ่กระจายของน้ำอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ที่แรงดันของน้ำจากหัวฉีดพ่นครอบคลุมอยู่ โดยปกติอัตราที่น้ำซึ่งถูกฉีดพ่นตกลงบนสนามหญ้าจะมีปริมาณน้อยกว่าอัตราการซึมของน้ำลงในดิน เพื่อมิให้เกิดการขังของน้ำบนพื้นสนามหญ้าหรือมิให้เกิดการไหลบ่าของน้ำส่วนที่เกิน น้ำที่มาใช้ในการให้น้ำสนามหญ้าวิธีนี้ถูกส่งและจะต้องใช้แรงดันของน้ำประมาณ 15-60 ปอนด์ตารางนิ้ว เพื่อให้หัวฉีดที่พ่นออกมาจากหัวฉีด มีลักษณะเป็นฝอยคล้ายละอองฝนและครอบคลุมพื้นที่ตามที่ต้องการ



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างหัวฉีดพ่นน้ำแบบต่าง ๆ

ที่มา:WILLIAM. T.J.1981. HOW TO SELECT, USE AND MAINTAIN GARDEN EQUIPMENT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้น้ำแบบฝนเทียมหรือแบบฉีดพ่นน้ำเป็นฝอยนี้ประกอบขึ้นด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ 4 ชนิดคือ เครื่องสูบน้ำ (PUMP) ท่อประธาน (MAINLINE PIPE) ท่อแยก (LATERAL PIPE) และหัวฉีดพ่นน้ำ (SPRINKLER HEAD) ซึ่งเครื่องสูบน้ำจะทำหน้าที่สูบน้ำจากแหล่งน้ำและส่งไปยังหัวฉีดพ่น โดยผ่านท่อประธานและท่อแยก ในขณะเดียวกันเครื่องสูบน้ำจะทำหน้าที่เพิ่มแรงดันของน้ำให้สูงขึ้นด้วยเพื่อให้น้ำที่ฉีดพ่นออกจากหัวฉีดพ่นมีลักษณะ และขนาดของละอองน้ำตามต้องการ เครื่องสูบน้ำมีทั้งชนิดที่ขับเคลื่อนโดยใช้เครื่องยนต์และชนิดที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ หัวฉีดพ่นน้ำที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมี 3 แบบคือแบบหมุนรอบตัว (ROTARY SPRINKLER) แบบส่ายไปมา(OSCILLATING SPRINKLER)และแบบไม่เคลื่อนที่ (FIXED SPRINKLER)

ความสม่ำเสมอในการกระจายของน้ำตลอดพื้นที่ของสนามหญ้าเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ควรพิจารณา และตรวจสอบในการให้น้ำแบบฉีดพ่นเป็นฝอย การตรวจสอบอาจกระทำได้โดยการใช้กระป๋องตั้งตามจุดต่าง ๆ ทั่วพื้นที่ และปริมาณน้ำในกระป๋องเหล่านั้นจะเป็นสิ่งบ่งบอกให้ทราบว่า การให้น้ำที่ดำเนินการอยู่มีความสม่ำเสมอของการให้น้ำแบบฉีดพ่นเป็นฝอยจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ การจัดระยะของหัวฉีดพ่นแบบของหัวฉีดพ่น สภาพของลมและแรงดันของน้ำ

2.การให้น้ำแบบปล่อยท่วมผิวดิน กระทำได้โดยการให้น้ำขังหรือไหลไปบนผิวดินและซึมลงในดินตรงจุดที่มีน้ำขังหรือไหลผ่านวิธีการให้น้ำแบบนี้เหมาะสำหรับสนามหญ้าที่มีระดับพื้นที่ราบเรียบเสมอหรือมีความลาดเอียงเล็กน้อย ซึ่งความลาดเอียงของพื้นที่ไม่ควรเกิน 1.5 เปอร์เซ็นต์ เพราะพื้นที่มีความลาดเอียงมากจะทำให้น้ำไหลผ่านพื้นที่อย่างรวดเร็ว การซึมของลงในดินมีปริมาณน้อย สนามหญ้าที่จะดำเนินการให้น้ำวิธีนี้ จะต้องมีคันดินล้อมรอบพื้นที่ที่เพื่อกักเก็บน้ำในขณะทำการให้น้ำด้วย และการให้น้ำสนามหญ้าแบบปล่อยท่วมผิวดินจำเป็นต้องใช้น้ำปริมาณมาก โดยอัตราการให้น้ำจะต้องไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของอัตราการซึมของน้ำลงในดิน เพื่อให้น้ำสามารถแพร่กระจายครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดอย่างทั่วถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สม่ำเสมอและมีปริมาณน้ำที่ซึมลงในดินอย่างเพียงพอ

การให้น้ำสนามหญ้าแบบปล่อยท่วมผิวดิน เป็นวิธีให้น้ำที่มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำ และมีประสิทธิภาพในการกระจายของน้ำค่อนข้างต่ำ ดังนั้นวิธีการให้น้ำแบบนี้จึงไม่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เหมือนกับการให้น้ำแบบฉีดพ่นเป็นฝอย

3.การให้น้ำแบบใต้ผิวดิน

การให้น้ำสนามหญ้าแบบใต้ผิวดินเป็นวิธีการให้น้ำแก่รากของหญ้าสนามโดยตรงทำให้ผิวดินไม่เปียกแฉะลดการอัดตัวแน่นของดิน ลดปริมาณการสูญเสียน้ำจากการระเหย และการไหลบ่าของน้ำอย่างไรก็ตามวิธีการให้น้ำแบบนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ดินมีลักษณะของเนื้อดิน สม่ำเสมอและสามารถให้น้ำซึมผ่านได้มากพอทั้งในแนวดิ่งและแนวราบเพื่อให้การดูดซับและการแพร่กระจายของน้ำไปยังรากของหญ้าสนามเป็นไปอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอโดยปกติควรเป็นดินที่มีลักษณะเนื้อดินร่วนและมีปริมาณอินทรีวัตถุอยู่สูง

วิธีการให้น้ำแบบใต้ดินนี้สามารถกระทำโดยการฝังท่อ ที่มีรูพรุนไว้ใต้ผิวพื้นสนามในระดับความลึกของรากหญ้าสนาม ระยะห่างระหว่างท่อแต่ละเส้นจะต้องอยู่ใกล้กันพอที่จะควบคุมระดับในการให้น้ำได้ง่ายปลายด้านหนึ่งของท่อจะต่อกับเครื่องสูบน้ำ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะต่อออกไปยังแหล่งสำหรับเก็บน้ำส่วนเกิน เมื่อดำเนินการให้น้ำสนามหญ้า น้ำจะถูกสูบจากแหล่งน้ำและส่งผ่านไปตามท่อที่มีรูพรุนซึ่งน้ำสามารถไหลซึมออกมาได้ตลอดแนวของท่อน้ำที่ไหลซึมออกมาจะเคลื่อนย้ายไปยังรากของหญ้าสนามโดยการดูดซับ (CAPILLARITY) ส่วนน้ำที่เหลืออยู่ในท่อจะถูกส่งต่อไปยังแหล่งรับน้ำส่วนเกินซึ่งอยู่ที่ปลายอีกด้านหนึ่งของท่อ

โดยทั่วไปการให้น้ำแบบใต้ผิวดินนี้ เป็นวิธีการที่ไม่นิยมใช้ในการให้น้ำสนามหญ้าทั่ว ๆ ไปเนื่องจากต้องลงทุนสูงมากทั้งในด้านการปรับปรุงดิน การติดตั้งการบำรุงรักษา และจำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความรู้ความชำนาญมากในการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแสง (LIGHT)

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถทำให้ประสาทสัมผัสของตาเกิดการมองเห็นวัตถุได้ แสงจึงจัดได้ว่ามีความสำคัญต่อการมองเห็นของมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง เพราะถ้าปราศจากแสงมนุษย์เราก็ไม่อาจมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้

แสงเป็นพลังงานที่มีลักษณะตามขวาง เดินทางเป็นเส้นตรงด้วยอัตราเร็ว 186,000 ไมล์ต่อวินาที การมองเห็นแสงของมนุษย์จะรับรู้ได้ในระดับความยาวคลื่นระหว่าง 400-700 มิลลิไมครอน (MILIMICRONS) ซึ่งความยาวคลื่นแสงที่จะเห็นนี้จะเป็นสีขาวที่เรียกว่า แสงสีสเปกตรัม (SPECTRUM COLOUR) สำหรับแสงที่มีความยาวคลื่นแสงต่ำกว่า 400 มิลลิไมครอน จัดเป็นแสงอุลตราไวโอเลต (ULTRAVIOLET) และแสงที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 700 มิลลิไมครอนจัดเป็นแสงอินฟราเรด (INFRA-RED)

2.3.1 การแบ่งเทหวัตถุในวิชาแสง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

2.3.1.1 โชติเทหวัตถุ (SELF LUMINOUS BODY)

คือ วัตถุที่สามารถเปล่งแสงออกจากตัวเองได้ เช่น ดวงอาทิตย์ ดาวฤกษ์ หลอดไฟเป็นต้น

2.3.1.2 อโชติเทหวัตถุ (NON-SELF LUMINOUS BODY)

คือ วัตถุที่ไม่สามารถเปล่งแสงออกจากตัวเองได้ต้องอาศัยแสงจากโชติเทหวัตถุแล้วสะท้อนมาเข้าตาเรา เช่น โลก ดวงอาทิตย์ น้ำ เป็นต้น

2.3.2 ตัวกลาง (MEDIUM)

คือ วัตถุที่กั้นขวางทางเดินของแสงแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.3.2.1 ตัวกลางโปร่งใส (TRANSPARENT MEDIUM)

คือ ตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านไปได้ดีจนกระทั่งเราสามารถมองผ่านตัวกลางนั้นไปเห็นวัตถุที่อยู่อีกด้านหนึ่งได้ชัดเจน เช่น อากาศ น้ำใส แก้ว ฯลฯ

2.3.2.2 ตัวกลางโปร่งแสง (TRANSLUCENT MEDIUM)

คือ ตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านไปได้บ้าง แต่เราไม่สามารถมองเห็นผ่านตัวกลางนั้นไปเห็นวัตถุอีกข้างหนึ่งได้เช่น กระจกฝ้า กระดาษไข หมอก ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.3 ตัวกลางทึบแสง (OPAQUE MEDIUM)

คือ ตัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงผ่านไปได้เลยเช่นผนังตึก ก้อนหิน ฯลฯ

2.3.3 รังสีของแสงและลำแสง

รังสีของแสง หมายถึงเส้นตรงที่ลากเพื่อแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นแสง ซึ่งได้แก่แสงที่กระจายออกจากวัตถุที่มีแสงสว่างในตัวเอง แต่ละจุดที่แสงพุ่งออกมา เราเรียกว่า "รังสี" ถ้าหมู่รังสีของแสงหลาย ๆ รังสีรวมกัน เรียกว่า "ลำแสง"

ลำแสง มี 3 ประเภท คือ

2.3.3.1 ลำแสงปลายบาน (DIVERGENT BEAM)

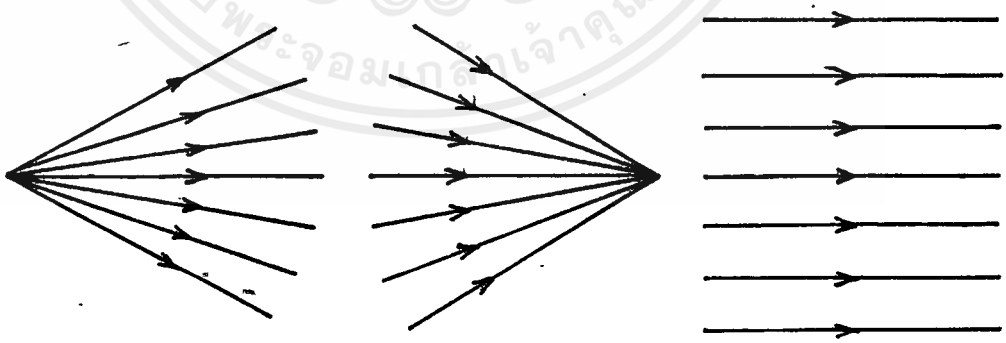
คือลำแสงปลายบานออก หรือกระจายไปรอบจุดกำเนิดของแสงเช่น แสงจากดวงไฟ เทียนไข เป็นต้น

2.3.3.2 ลำแสงตีบ (CONVERGENT BEAM)

คือ ลำแสงที่เมื่อออกจากแหล่งกำเนิดของแสงแล้ว จะมีปลายลู่เข้าหากัน เช่น ลำแสงที่ผ่านกระจกเว้า หรือเลนส์นูน เป็นต้น

2.3.3.3 ลำแสงขนาน (PARALLEL BEAM)

คือลำแสงที่ขนานกันไปตลอด เช่น ลำแสงออกจากดวงอาทิตย์มายังพื้นโลก เป็นต้น



ลำแสงปลายบาน ลำแสงตีบ ลำแสงขนาน

ภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะของลำแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 เงา (SHADOW)

คือ บริเวณที่แสงสว่างส่องไปไม่ถึงหรือบริเวณที่แสงสว่างส่องไปถึงเพียงเล็กน้อยเกิดจากมีวัตถุทึบแสงมากั้นทางเดินของแสง มี 2 ชนิด คือ

2.3.4.1 เงามัว (PENUMBRA)

คือ บริเวณที่ไม่มืดสนิทเพราะมีแสงสว่าง หรือแสงสะท้อนจากบางส่วนของแหล่งกำเนิดแสงส่องไปถึง

2.3.4.2 เงามืด (UMBRA)

คือ บริเวณที่มืดสนิท ไม่มีแสงสว่างส่งไปถึงเลย

2.3.5 การส่งผ่านของแสง

การส่งผ่านของแสง หมายถึง การที่แสงถูกส่งผ่านวัตถุโปร่งแสงที่ไม่มีแสงในตัว มีทั้งชนิดที่เป็นวัตถุกลางประเภทโปร่งแสง(TRANSPARENT) และประเภทโปร่งใส (TRANSLUCENT) เหมือนกระจกแว่นเพราะแสงเมื่อตกกระทบวัตถุใดๆ ก็ถือว่าได้ให้กำเนิดความสว่างแก่วัตถุนั้น และแสงที่ไม่อาจส่องผ่านวัตถุได้จะทำให้เกิดเงาซึ่งเงาจะหนักหรือบางขึ้นอยู่กับกำลังของแสงสว่าง หรือความเข้มของแสงสว่าง (INTENSITY) ที่ส่งออกไปและระยะห่างระหว่างแสงสว่างกับวัตถุที่มีความโปร่งหรือมีความหนาทึบ ในขณะที่แสงเดินทางไปยังทิศทางเดิม เรียกว่าการฟุ้งกระจาย เงาที่เกิดจากการฟุ้งกระจายมี 2 ลักษณะ คือ เงาหนักเกิดจากการที่แสงส่องผ่านไม่ได้ (SPECULAR ILLUMIANTION)เพราะวัตถุไม่โปร่งแสงทำให้เกิดเงาหนัก คม ภาพจึงดูชัดเจน เห็นผิวละเอียด และลวดลายอื่น ๆ ส่วนเงาที่นุ่มนวลเกิดจากการที่แสงสามารถส่องผ่านทะลุวัตถุชนิดที่โปร่งแสง (DIFFUSE ILLUMINATION)

2.3.6 เหตุที่ทำให้เกิดการมองเห็น (How We See)

เมื่อลำแสงที่สะท้อนจากวัตถุหรือเปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านเข้าไปสู่ดวงตา ม่านตา (LRIS) จะทำหน้าที่ปรับแสงให้เข้าสู่ดวงตาอย่างอัตโนมัติ เมื่อแสงเข้าสู่เลนส์ตา ๆ จะทำหน้าที่ปรับโฟกัสของแสงเพื่อให้แสงไปตกที่เรตินาตาอย่างพอเหมาะ ที่เรตินาตาจะมีกระบวนการทาง "อีเลคโทรเคมิคอล" (ELESTRO CHEMICAL) เพื่อส่งความรู้สึกไปยังสมอง สมองก็จะรับความรู้สึกทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เราสามารถมองเห็นได้ ดังนั้นดวงตาและสมองจึงมีการทำงานร่วมกันจึงทำให้เราสามารถมองเห็นได้

2.3.7 ส่วนประกอบของวัตถุที่ทำให้เรามองเห็น(OBJECTIVE FACTOR IN THE PROCESS OF SEEING)

การที่เราจะมองเห็นหรือมองไม่เห็น เนื่องมาจากส่วนประกอบต่อไปนี้

1.ขนาดของวัตถุ

2.ความเข้มของแสงที่ส่งไปยังวัตถุ

2.ความเข้มของแสงและความเข้มของฉากอ้างอิง

2.เวลาในการมองหรือความรวดเร็วในการมอง

2.3.7.1 ขนาดของวัตถุ (SIZE)

ขนาดของวัตถุมีความสำคัญต่อการมองเห็นมาก ขนาดของวัตถุอาจจะขึ้นอยู่กับระยะทางที่เรามองเห็นด้วย บางครั้งในสภาพที่เป็นจริงวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่แต่ถ้ามองเห็นในระยะทางไกลก็คล้ายกับว่าวัตถุนั้นมีขนาดเล็ก วัตถุที่มีขนาดเล็กการมองเห็นจะไม่ค่อยดีนัก แต่วัตถุที่มีขนาดใหญ่การมองเห็นจะง่ายกว่า

2.3.7.2 ความเข้มของแสงที่ส่องไปยังวัตถุหรือแสงสว่างของวัตถุ

ความสว่างของวัตถุจะขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่ตกกระทบวัตถุนั้น และสัดส่วนของแสงที่สะท้อนเข้าตา ถ้าให้ปริมาณแสงที่เท่ากันกับวัตถุสองชนิด วัตถุที่สะท้อนแสงได้จะมีความสว่างมากกว่าวัตถุที่ไม่สะท้อนแสง ดังนั้นการที่จะมองเห็นวัตถุที่ไม่สะท้อนแสงได้นั้นจำเป็นจะต้องเพิ่มปริมาณแสงให้มากกว่า วัตถุที่สะท้อนแสงได้ เช่น ห้องทาด้วยสีดำ จะต้องให้ปริมาณแสงมากกว่าห้องที่ทาด้วยสีขาวหรือสีอื่น ๆ ในกรณีที่ต้องการให้ความเข้มของแสงในห้องเท่ากัน

2.3.7.3 ความเข้มของแสงและความเข้มของฉากอ้างอิง

การเปรียบเทียบความสว่าง หรือเปรียบเทียบสีระหว่างวัตถุที่เรามองเห็นและฉากที่รองรับ ถ้าฉากและวัตถุมีสีเดียวกัน จะทำให้มองเห็นวัตถุนั้นได้ไม่ชัดเพราะสีของฉากและสีของวัตถุจะกลมกลืนกัน ในทางตรงกันข้ามถ้าฉากและวัตถุมีสีตัดกันหรือมีสีตรงข้ามกัน ก็จะทำให้สามารถมองเห็นวัตถุนั้นได้ดี เช่น ตัวหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีดำจะสามารถมองเห็นได้ชัดบนฉากสีขาว และจะมองไม่เห็น หรือมองเห็นไม่ชัดถ้าอยู่บนฉากสีดำ

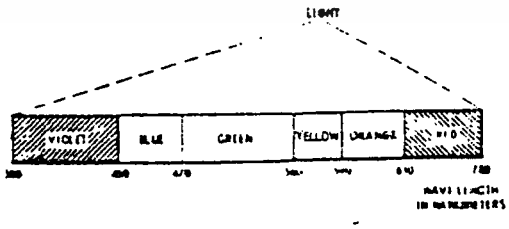
2.3.7.4 เวลาหรือความเร็วในการมองเห็น

การมองเห็นไม่เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องแต่การมองเห็นนั้นจำเป็นจะต้องใช้เวลาเพื่อให้ม่านตาสามารถปรับรับขนาดของแสง ที่ส่องเข้าไปสู่ดวงตาได้ทัน การที่จะมองเห็นวัตถุที่มีแสงสว่างน้อยได้นั้น จำเป็นจะต้องใช้เวลาในการเพ่ง เพื่อให้ม่านตาปรับสภาพได้ทันถ้าต้องการมองเห็นได้อย่างรวดเร็วก็ต้องเพิ่มความสว่างของวัตถุให้มากขึ้น

2.3.8 สีของแสง

การที่แสงมีรังสีเป็นสีต่าง ๆ นั้นขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นแสง คลื่นแสงจะมีลักษณะเหมือนกับคลื่นแม่เหล็ก แต่มีความถี่มากกว่าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กมาก ความถี่ของแสงจะมีค่าสูงกว่าคลื่นโทรทัศน์ ถ้าความถี่สูงความยาวคลื่นจะสั้นลง ในทางกลับกันถ้าความถี่ต่ำค่าความยาวคลื่นก็จะยาวขึ้น

แสงของดวงอาทิตย์ที่เรามองเห็นเป็นสีขาวนั้น จะประกอบด้วยสีของรังสีต่าง ๆ ถึง 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง หรือที่นิยมเรียกกันว่า "สีรุ้ง" ในปี ค.ศ. 1666 เซอร์ไอแซค นิวตัน ชาวอังกฤษ ได้ทำการทดลองโดยให้แสงแดดผ่านแก้วปริซึมซึ่งสามารถแยกแสงของดวงอาทิตย์ และได้พบว่าแสงของดวงอาทิตย์ประกอบด้วยสีพื้นฐาน 3สี คือแดง น้ำเงิน และเขียว ซึ่งในขณะเดียวกันก็มีสีม่วงเหลืองและสีส้มแทรกอยู่ด้วยดังแสดงให้เห็นตามรูป



ภาพที่ 2.11 แถบสีของแสงสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงสว่างที่ใช้ติดตั้งเพื่อใช้ในการส่องสว่างนั้น จำเป็นจะต้องให้เป็นสีขาวเหมือนกับแสงของดวงอาทิตย์ และให้มีรังสีต่าง ๆ เหมือนกับรังสีของดวงอาทิตย์ เพราะแสงสีขาวที่เหมือนกับแสงของดวงอาทิตย์นั้น ทำให้การมองเห็นวัตถุเหมือนกับสีของวัตถุนั้นตามความเป็นจริง เมื่อแสงตกกระทบวัตถุ ๆ จะดูดซับเอารังสีไว้บางส่วนและสะท้อนรังสีบางส่วนออกมา วัตถุที่เป็นสีขาวหรือสีอื่น ๆ จะสะท้อนแสงได้ดีกว่าวัตถุที่เป็นสีดำ

แสงสว่างที่สร้างขึ้นมาที่เหมือนกับแสงของดวงอาทิตย์คือแสงที่ได้จากหลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP) ที่มีไส้เป็นทังสะเตน

2.3.9 แหล่งกำเนิดแสง

แสงสว่างนอกจากจะทำให้มนุษย์มองเห็นสิ่งต่าง ๆ แล้ว ในด้านการถ่ายภาพ ยังมีความสำคัญต่อการทำให้ภาพเกิดขึ้นบนฟิล์มด้วย ความสำคัญในด้านนั้นคงจะเป็นเพียงในด้านวิทยาศาสตร์ที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยา ฟิสิกส์ - เคมี เท่านั้น ส่วนในด้านศิลปะแล้วแสงช่วยให้เกิดความสวยงามทั้งในด้านการรับรู้ บรรยากาศ มิติ ความกระจ่างชัด และเข้าใจในเนื้อหาภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น แหล่งแสงที่สำคัญในการถ่ายภาพจึงมี 2 แหล่งด้วยกัน คือ แสงจากธรรมชาติและแสงจากดวงไฟสำหรับการถ่ายทำภาพยนตร์ที่เรียกว่า ไฟประดิษฐ์

2.3.9.1 แสงจากธรรมชาติ

หมายถึงแสงสว่างที่เกิดจากพลังงานธรรมชาติที่ส่องหรือฉายให้เกิดการมองเห็น เช่น แสงจากดวงอาทิตย์ แสงจากการเผาไหม้โดยธรรมชาติ และแสงจากดวงจันทร์ เป็นต้น แสงธรรมชาตินั้นมีอุณหภูมิสีที่ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้สุดแล้วแต่สภาพแวดล้อมของมัน แสงธรรมชาติที่สำคัญและใช้ในการถ่ายภาพ คือ แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก จะผ่านชั้นบรรยากาศซึ่งทำหน้าที่คล้ายแว่นกรองแสง โดยยอมให้แสงบางช่วงคลื่นผ่านและคงดูดกลืนแสงบางช่วงคลื่นไว้ เมื่อสเปกตรัมของสีที่สอง ผ่านชั้นบรรยากาศซึ่งมีความหนาแน่นไม่เหมือนกันอัน เนื่องจากความแตกต่างกันของโมเลกุลอากาศ ฝุ่นละอองและไอน้ำ ยังผลให้คลื่นแสงผ่านมากน้อยต่างกัน อุณหภูมิสีที่ได้มาก็ผิดกันไป เช่น ในช่วงเที่ยงวันแสงที่มีคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาวจะถูกดูดกลืนเอาไว้ ปล่อยให้แสงที่มีคลื่นสั้นกระจายได้ดีกว่าแสงสีน้ำเงินจึงกระจายไปทั่ว อุณหภูมิสีช่วงนี้จึงสูง ภาพที่เห็นจะมีสภาพเป็นสีน้ำเงินเจือปนอยู่จำนวนมาก แต่ในช่วงเย็นและเช้าบรรยากาศกระจายแสงสีม่วง สีน้ำเงินและสีเขียวได้ดีกว่าสีแดงและสีเหลือง เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ใกล้ขอบฟ้าแสงอาทิตย์ต้องผ่านบรรยากาศมากกว่าในตอนเที่ยง ดวงอาทิตย์จึงมีสีแดงและสีเหลืองมาก

2.3.9.2 แสงจากไฟประดิษฐ์

หมายถึง แสงสว่างที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์เพื่อส่องหรือฉายให้เกิดการมองเห็น ซึ่งมีแหล่งกำเนิด 2 แหล่งด้วยกัน คือ

1. **แสงสว่างที่เกิดจากความร้อน** แสงสว่างดังกล่าวเกิดจากจุดไฟ หรือการเผาไหม้ เช่น แสงจากเทียน แสงจากกองไฟ เป็นต้น นอกจากนี้เป็นแสงที่มาจากพลังงานไฟฟ้าโดยการเผาไหม้ไส้ในหลอดซึ่งบรรจุก๊าซ ซึ่งเป็นอุปกรณ์การให้แสงสว่างสำหรับการถ่ายภาพประเภทต่าง ๆ

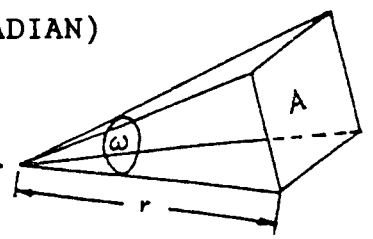
2. **แสงสว่างที่เกิดขึ้นโดยไม่ต้องอาศัยความร้อนเพื่อการเผาให้เกิดแสงสว่าง** ได้แก่ แสงจากการแผ่รังสี เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดนีออน และหลอดไฟสีเหลืองที่ใช้ตามแยกถนน เป็นต้น

2.3.10 หน่วยวัดแสง

มุมตัน (SOLID ANGLE)

พิจารณาจากภาพ พื้นที่ A ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ผิวทรงกลม ที่มีรัศมี r กำหนดให้โอเมก้า ( ) เป็นมุมตัน (SOLID ANGLE) ซึ่งเกิดจากมุมทั้งสี่ด้านของพื้นที่ที่โยงไปยังเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกลม ดังนั้นมุมตันก็คือ มุมจากจุดศูนย์กลางทรงกลมที่โยงไปยังพื้นที่ผิวของทรงกลม มุมตัน (SOLID ANGLE) มีหน่วยเป็นสเตอร์เรเดียน (STERADIAN)

ดังนั้น $= \frac{A}{r^2}$



ภาพที่ 2.12 แสดงมุมตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ากำหนดให้รัศมีของทรงกลมมีค่าเท่ากับด้านหนึ่งของสี่เหลี่ยมจัตุรัส

หรือ $A = r2$

$\therefore \quad = 1$

ถ้ากำหนดให้พื้นที่ A มีค่าเท่ากับพื้นที่ทั้งหมดของพื้นผิวทรงกลมซึ่งมีค่าเท่ากับ $4\ r2$

ดังนั้น $= \frac{4\ r2}{r2}$

$= 4$ SERADIAN

ถ้ากำหนดให้ A มีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของพื้นที่ผิวทรงกลมหรือ $\frac{4\ r2}{2}$

$\therefore \quad = \frac{4\ r2}{r2}$

$= 2$

2.3.10.1 **กำลังเทียนหรือแรงเทียน** (CANDLE POWER OR CANDELLA)

กำลังเทียนหรือแรงเทียน เป็นหน่วยของกำลังส่องสว่างของดวงไฟ ดวงไฟที่มีกำลังส่องสว่างหนึ่งแรงเทียนหมายถึง กำลังส่องสว่างจากพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตรของทอเรี่ยมออกไซด์ (THORIUM OXIDE) ซึ่งล้อมรอบด้วยทองคำขาว (PLATINUM) ที่ถูกหลอมเหลวและกำลังจะแข็งตัวที่อุณหภูมิ 3043 องศาเคลวิน จะมีกำลังส่องสว่างเท่ากับ 1/60 กำลังเทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งกำเนิดแสงสว่างที่ให้กำลังส่องสว่าง 1 แรงเทียนจะกำเนิดแสงได้ 1 ลูเมนต่อมุมหนึ่งสเตอร์เรเดียน ดังนั้นถ้าแสงกระจายไปรอบ ๆ จุดศูนย์กลางของทรงกลมจะสามารถให้กำเนิดแสงได้ 4 ลูเมน

เมื่อ F มีหน่วยเป็น ลูเมน

มีหน่วยเป็นสเตอร์เรเดียน

แต่ F = I.

และ = 4

... = 4 I ลูเมน

ดังนั้นแสงที่เปล่งออกมา 1 กำลังเทียนจึงมีความเข้มแห่งการส่องสว่าง

= 4 I ลูเมน

2.3.10.2 ปริมาณแสง (LUMINOUS FLUX)

ปริมาณแสง มีหน่วยเป็น ลูเมน (LUMEN) ซึ่งหมายถึงปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากดวงไฟในเวลาหนึ่งวินาที

ดังนั้นปริมาณแสงหนึ่งลูเมน หมายถึงปริมาณแสงของดวงไฟที่มีกำลังส่องสว่างหนึ่งกำลังเทียน ส่องไปตกในมุมหนึ่งสเตอร์เรเดียน (STERADIAM) ในเวลาหนึ่งวินาที

ปริมาณแสงจากดวงไฟ 1 ลูเมน เทียบเท่ากับแสงที่เกิดจากกำลังไฟฟ้า 0.0016 วัตต์

ลูเมนชั่วโมง (LUMEN-HOUR) หมายถึงปริมาณแสง 1 ลูเมนที่เปล่งออกมาในเวลาหนึ่งชั่วโมง

ในการคำนวณใช้สัญลักษณ์ F

2.3.10.3 ความเข้มแห่งการส่องสว่าง (LUMINOUS INTENSITY)

หมายถึงปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากดวงไฟ หรือจากวัตถุที่ให้กำเนิดแสงต่อมุมหนึ่งสเตอร์เรเดียน ในการคำนวณใช้สัญลักษณ์ I

... $I = \frac{F}{}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังไฟฟ้าของหลอด และกำลังเทียนของหลอด มีความหมายไม่เหมือนกัน กำลังเทียนที่เขียนบอกไว้ที่ขั้วหลอดโดยทั่วไป ๆ มักจะเป็นกำลังไฟฟ้าของหลอด ส่วนกำลังเทียนจะเขียนบอกไว้เฉพาะหลอดมาตรฐานเท่านั้น

ในการคำนวณกำลังเทียนใช้สัญลักษณ์ E

2.3.10.4 ประสิทธิภาพของหลอดไฟ (EFFICIENCY OF LAMP)

หมายถึงอัตราส่วนของปริมาณแสงที่ดวงไฟสามารถ เปล่งออกมาต่อกำลังไฟฟ้าของดวงไฟมีหน่วยเป็น ลูเมน/วัตต์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

ประสิทธิภาพของหลอดไฟ = ปริมาณแสงที่เปล่งออกมา ลูเมน / วัตต์ กำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป

$$\frac{\text{ลูเมน}}{\text{วัตต์}} = \frac{F}{\text{วัตต์}} = \frac{4\ I}{\text{WATT}}$$

ในทำนองเดียวกัน ลูเมน / วัตต์ $= \frac{4\ \text{MSCP}}{\text{Watt}}$

แต่ $f = \frac{\text{MSCP}}{\text{MHCP}}$

... $\text{MSCP} = f \cdot \text{MHCP}$

... ลูเมน / วัตต์ $= \frac{4\ .f.\ \text{MHCP}}{\text{WATT}}$

หรือประสิทธิภาพของหลอดไฟ $= \frac{4\ .f.\ \text{MHCP}}{\text{WATT}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.11 อัตราการสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ

ตารางที่ 2.5 แสดงอัตราการสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ

สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ
ขาว	80 - 90%
งาช้าง	70 - 80%
ครีม	65 - 75%
ชมพูอมม่วง	60 - 65%
ชมพู	40 - 70%
เนื้อ	56.0 %
เหลือง	65.0 %
เหลืองอมน้ำตาล	55 - 65%
เทา	35 - 50%
เทาอ่อน	53 - 60%
ฟ้า	35.50%
เขียวอ่อน	25 - 50%
เขียวแก่	15 - 25%
เขียวหยก	41.0%
น้ำเงินแก่	10 - 20%
น้ำตาล	8 - 12%
แดง	15.25%
แดงเข้ม	7.0%
ดำ	2 - 5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.11.1 **ลักษณะของสีด้านและสีมัน**

สีด้านและสีมันจะมีความแตกต่างกันในด้าน การสะท้อนแสง สีด้านจะมีความนุ่มเย็นตา ไม่มีแสงสะท้อนทำให้ระคายเคืองตา ส่วนสีมันจะมีความมันสะท้อนให้ระคายเคืองสายตาได้ ซึ่งการเลือกใช้ลักษณะของสีด้านและสีมันจึงเป็นส่วนที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการนำมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน

2.3.12 **ปริมาณไฟในการใช้งานในส่วนต่าง ๆ (RECOMMENDED ILLUMINATION LEVELS)**

ตารางที่ 2.6 แสดงปริมาณในการใช้งานในส่วนต่าง ๆ

	RECOMMENDED FOOTCANDLES
POST OFFICES	
LOBBY ON TABLES	30
SORTING MAILING ETC	100
PRISON YERDS	5
QUARRIES	5
YARDS-CLASSIFICATION	
SWITCH POINTS	2
BODY OF YARD	1
RESIDENCES	
SPECIFIC VISUAL TASKS	
TABLE GAMES	30
KITCHEN ACTIVITIES	
SINK	70
RANGE AND WORK SURFACES	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหลอดไฟ

ดวงโคมหรือโคมไฟที่เห็นกันอยู่ในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่ เป็นโคมที่ใช้หลอดมีไส้หรือ INCANDESCENT LAMP และที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLOURESCENT LAMP) ที่จริงแล้วโคมไฟที่ใช้หลอดชนิดอื่น ๆ นอกจากที่กล่าวแล้วยังมีอีกหลายชนิดตามลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป เช่นหลอดไฟพวก GAS DISCHARGE ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมไฟถนน หรือหลอดที่ใช้กับอุปกรณ์เฉพาะชนิด เช่น รถยนต์ กล้องถ่ายรูป เป็นต้น วิศวกรผู้ออกแบบได้พยายามปรับปรุงการผลิต เพื่อให้มีประสิทธิภาพและความประหยัดดีขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของโลกปัจจุบัน ซึ่งมีการรณรงค์เรื่องการประหยัดพลังงานกันอย่างมาก ทำให้มีการผลิตหลอดและโคมไฟที่ประหยัดพลังงานกันอย่างมาก ทำให้มีการผลิตหลอดและโคมไฟที่ประยัดพลังงานออกมาหลายชนิดด้วยกัน

2.4.1 ชนิดของหลอดไฟ

2.4.1.1 หลอดมีไส้(INCANDESCENT LAMP)

มีส่วนประกอบสำคัญ 4 อย่าง คือไส้หลอด (FILAMENT) ตัวหลอด (BULB) ก๊าซที่บรรจุ (FILLGAS) และขั้วหลอด (CAP)

1. **ไส้หลอด** ไส้หลอดที่ใช้กันส่วนใหญ่ในปัจจุบันเป็นทังสเตน (TUNGSTIEN) ซึ่งเป็นสารที่มีจุดหลอมตัวสูงและการระเหิดตัวต่ำ ซึ่งทำให้ทำงานได้ที่อุณหภูมิสูงไส้หลอดที่ยิ่งทำงานได้ที่อุณหภูมิสูงมากขึ้นเพียงใดพลังงานแสงที่ออกมาก็ยิ่งมากขึ้นเพียงนั้น ไส้หลอดที่ผลิตจะทำเป็นขด ๆ เพื่อให้ได้ความยาวของไส้มากลดขนาดของหลอดและในขณะเดียวกันก็ได้พลังงานแสงเพิ่มมากขึ้น

2. **ตัวหลอด** ไส้หลอดจะบรรจุในตัวหลอดซึ่งปิดสนิทตัวหลอดอาจจะเป็นแบบใสโปร่ง หรือเป็นชนิดฝ้าโปร่งแสง (ชนิดฝ้าจะกัดภายในด้วยกรดหรือเคลือบด้วยสาร WHITE SILICATE จุดประสงค์เพื่อให้แสงที่ออกมากระจายดูแล้วไม่แสบตา) ตัวหลอดจะทำออกมาหลายรูปแบบ เช่นรูปเห็ด, รูปเปลวเทียน รูปกลม หรือรียาว เป็นต้น

3. **ก๊าซที่บรรจุ** ก๊าซที่บรรจุภายในตัวหลอดมีไว้เพื่อลดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระเหิดของไส้หลอด และทำให้อุณหภูมิของไส้หลอดสูงขึ้น ก๊าซที่บรรจุจะเป็นก๊าซเฉื่อย (INERT GAS)ส่วนใหญ่เป็นไนโตรเจนและอากอน (ARGON)นอกจากนี้ยังมีชนิดที่ใช้ก๊าซ คริบทอน บรรจุซึ่งมีการถ่ายเทความร้อนน้อยกว่า 2 ชนิดแรก แต่เนื่องจากราคาแพงส่วนใหญ่จึงใช้กับหลอดชนิดพิเศษเท่านั้น

4. ขั้วหลอดส่วนใหญ่จะเป็นทองแดงเป็นจุดเชื่อมต่อกับขั้วรับ (SOCKET)ขั้วหลอด INCADESCENT จะทำเป็น 2 แบบ คือแบบเกลียว(SCREW) และแบบเขี้ยว (BAYONET)การกำหนดขนาดและชนิดของขั้วหลอดส่วนใหญ่ใช้ตัวE สำหรับแบบเกลียวและ B สำหรับแบบเขี้ยว ตามด้วยตัวเลขแสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของขั้วเป็นมิลลิเมตร

หลอดมีไส้จะมีอายุการใช้งานจะสั้นลงถ้าอุณหภูมิของไส้หลอดสูงขึ้น (ซึ่งตรงกันข้ามกับพลังงานแสงที่ออกมา)นอกจากนี้ยังขึ้นกับความต่างศักย์ (VOLTAGE)ที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการใช้งานด้วย

เมื่อหลอดมีไส้ถูกใช้งานไปเรื่อยๆ ไส้หลอดทังสเตนก็ค่อย ๆ ระเหิดออก และจับกับผนังภายในหลอดแก้วซึ่งทำให้หลอดเริ่มดำจึงมีการใส่ก๊าซฮาโลเจน (เช่น ไอโอดีน,ฟลูออลีน,โบรมีน) เข้าไปด้วยเพื่อช่วยให้หลอดไม่ดำ ตัวหลอดที่บรรจุก๊าซ ฮาโลเจนจะเป็นแก้วตัดพิเศษซึ่งทนอุณหภูมิได้สูมฉก โดยใช้แก้วควอทซ์ หลอดฮาโลเจนจะมีขนาดเล็กกว่าหลอดมีไส้ธรรมดาส่วนใหญ่จะใช้ในโคม FLOODLIGHT ใช้ใน PROJECTOR และในโคมไฟรถยนต์ทั่วไป

นอกจากหลอด ฮาโลเจน แล้ว ยังมีหลอดมีไส้ชนิดอื่น ๆ อีกหลายชนิดซึ่งใช้ในงานลักษณะเฉพาะเช่น หลอด REFLECTOR LAMP ซึ่งเป็นหลอดที่ฉาบสารสะท้อนแสงภายในเพื่อให้แสงออกมาได้เต็มที่ใช้ได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร บางแบบก็ใช้เป็น FLOOD LIGHT ส่องสนามกีฬาบางแบบก็ใช้ภายในบ้านได้และบางแบบเป็นหลอดที่ใช้ในสตูดิโอหรือโรงถ่าย โรงละคร เป็นต้น

2.4.1.2 หลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLUORESCENT LAMP)

หลอดฟลูออเรสเซนท์เป็นหลอดกลมยาว ซึ่งภายในจะบรรจุด้วยไอปรอท (MERCURY VAPOUR) บรรจุที่ความดันต่ำ ผสมด้วยก๊าซเฉื่อยอีกเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับไว้ใช้ตอนไฟเริ่มจุด (STARTING) ภายในยังประกอบด้วยขั้วหลอดทั้งสองปลาย โดยผิวหลอดภายในจะเคลือบด้วยฝุ่นฟลูออเรสเซนท์ หรือฟอสเฟอร์ (PHOSPHOR)ชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนท์พอจะแยกได้ ตามการใช้งานเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ (STARTER)และชนิดที่ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ ชนิดที่ใช้สตาร์ทเตอร์ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า PREHEAT START จะใช้สตาร์ทเตอร์ทำหน้าที่อุ่นขั้วหลอดให้ร้อน(ประมาณ 2-3 วินาที) แล้วจึงเปิดวงจร ซึ่งทำให้มีความต่างศักย์สูงที่ขั้วหลอดทำให้ก๊าซที่บรรจุภายใน DISCHARGE เกิดรังสีอุลตราไวโอเลตซึ่งทำให้ผงหรือฝุ่นฟลูออเรสเซนท์ที่เคลือบอยู่เรืองแสงขึ้นมา เมื่อไฟสว่างแล้วตัวบัลลาสต์ (BALLAST) จะเป็นตัวควบคุมความต่างศักย์ภายในให้สม่ำเสมอ ส่วนหลอดอีกชนิดหนึ่งเป็นชนิดที่ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ซึ่งมี 2 แบบ เรียกว่าชนิด RAPID START และชนิด INSTANT START ซึ่งขบวนการก็คล้ายกับแบบใช้สตาร์ทเตอร์ แต่มีอุปกรณ์ที่ใช้แทนสตาร์ทเตอร์ บรรจุอยู่ในขั้วหลอดเลย การจุดติดจะเร็วกว่าแบบใช้สตาร์ทเตอร์

2.4.1.3 **หลอดชนิด GAS DISCHARGE** เป็นหลอดที่บรรจุไอของสารโลหะหรือเป็นส่วนผสมของก๊าซหลายชนิด การเกิดแสงไม่ได้เกิดจากการเผาของขดลวด แต่เกิดจากการผ่านความต่างศักย์ขนาดหนึ่งซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าภายในอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเกิดไอปฏิกิริยา(DISCHARGE) กระแสนี้จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ หากไม่มีความต้านทานเนื่องจากบัลลาสต์เพราะฉะนั้นบัลลาสต์จึงทำหน้าที่ควบคุมกระแส ซึ่งทำให้การปฏิกิริยาของไอภายในหลอดคงที่ตลอดเวลา หลอด GAS DISCHARGE มีอยู่หลายชนิดด้วยกันที่ใช้งานกันแพร่หลายมี

1.**หลอด LOW-PRESSURE SODIUM** เป็นหลอดบรรจุด้วยสารโซเดียมและส่วนผสมของก๊าซเฉื่อย (นีออนและอากอน)ซึ่งถูกอัดด้วยความดันขนาดหนึ่ง (ประมาณ 400-800 นิวตันต่อตารางเมตร)

2.**หลอด HIGH-PRESSURE SODIUM** เป็นหลอดบรรจุด้วยสารโซเดียมเช่นกัน แต่ใส่สารไว้มากจนพอให้ไออิ่มตัว ความดันในหลอดจะถูกอัดไว้มากถึง 13-26 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.หลอด HIGH PRESSURE MERCURYภายในหลอดจะบรรจุสารปรอท (MERCURY) ซึ่งเป็นของเหลวที่อุณหภูมิที่ปกติ และจะระเหยเป็นไอเมื่อร้อน (เมื่อหลอดติด)ผิวภายในหลอดส่วนใหญ่จะเคลือบด้วย PHOSPHOR เพื่อให้แสงออกมามีคุณภาพทางสีดีขึ้น

4.หลอด BLENDED-LIGHT หรือหลอด MERCURY TUNGSTEN เป็นหลอดที่ปรับปรุงมาจาก HIGH-PRESSURE MERCURY โดยเพิ่มไส้หลอดของ INCANDESCENTเข้าไปด้วยเพื่อให้สีของแสงที่ออกมาสมีคุณภาพยิ่งขึ้น หลอดชนิดนี้ไม่ต้องใช้บัลลาสต์ เช่นหลอด ML ของ PHILIPS เป็นต้น

5.หลอด METAL HALIDE คล้ายกับหลอด MERCURY มาก เพียงแต่เพื่อสารจำพวก IODIDE เข้าไป เพื่อให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพสีดีขึ้น แสงที่ออกมาจะใกล้เคียงกับแสงแดด

หลอด GAS DISCHARGE ที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด(ยกเว้นหลอด BLENDED LIGHT) จะต้องใช้งานร่วมกับบัลลาสต์,ตัวจุดไฟ (IGNITOR) และคะปาสิเตอร์ (CAPACITOR)โดยตัวคาปาสิเตอร์เป็นตัวช่วยให้ POWER FACTOR ของระบบดีขึ้น

2.4.2 คุณภาพของหลอดชนิดต่าง ๆ

คุณภาพของหลอดไฟต่าง ๆ ถ้าหากจะนำกล่าวหรือเปรียบเทียบกันแล้วจะมีองค์ประกอบหลายตัวที่เกี่ยวข้องในที่นี้จะกล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญๆ ดังต่อไปนี้

-LUMINOUS OUTPUT หรือ EFFICACY มีหน่วยเป็น LUMEN /WATT หมายถึงอัตราส่วนระหว่างจำนวนแสงที่เปล่งได้จากหลอดต่อจำนวน WATT ของหลอด

-COLOUR TONE OF LIGHT เป็นลักษณะที่เปล่งจากหลอด

-RESTARTเป็นคุณสมบัติของหลอดในการจุดสว่างใหม่หลังดับ

-RADIO INTERFERENCEเป็นคุณสมบัติของหลอดที่มีคุณสมบัติแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีผลรบกวน ต่อสัญญาณวิทยุโดยเฉพาะในคลื่น AM

-SERVICE LIFE เป็นอายุการใช้งานของหลอด

เมื่อนำเอาองค์ประกอบของหลอดชนิดต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกันดังตารางที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.7 แสดงชนิดและคุณภาพของหลอดไฟชนิดต่าง ๆ

	Incandescent	Fluorescent	Mercury vapour	Mercury tungsten	Sodium vapour
Efficacy ที่ 225 VAC	ประมาณ 8 - 20	ประมาณ 4 เท่า ของหลอด incandescent ที่ watt เท่าๆ กัน	ประมาณ 3-5 เท่า ของหลอด incandescent ที่ watt เท่า ๆ กัน	ประมาณ 1.2-1.5 เท่า ของหลอด incandescent ที่ watt เท่าๆ กัน	ประมาณ 10 เท่า ของหลอด incandescent ที่ watt เท่า ๆ กัน
Colour tone of light	สีเหลืองแดงเป็นส่วนใหญ่ (มีบ้างที่ผลิตใกล้เคียงกับ day light ซึ่งเป็นชนิดพิเศษ)	มีหลาย tone ให้เลือก (ดูตารางที่ 2)	หลอดชนิดไม่เคลือบจะให้แสงสีขาวฟ้า ถ้าเคลือบจะได้แสงสีขาว	เหมือน day light	สีเหลือง
Restart	ได้ทันที	ได้ทันทีตามปกติ	ไม่สามารถ Restart ทันที เนื่องจาก pressure ในหลอดยังสูงอยู่ต้องรอให้หลอดเย็นตัวลง	เหมือนหลอด mercury vapour	ไม่สามารถ Restart ได้ทันทีต้องรอให้หลอดเย็นตัวลง
Radio Interference	ไม่มี	มี หากจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ filter แก้ไข	มีในบางครั้งที่ติดตั้งในที่โล่ง (open air)	เหมือนหลอด Mercury vapor	เหมือนหลอด Fluorescent
Service life ที่ rated Voltage	ประมาณ 1,000 ชม.	ประมาณ 7.5-18 เท่าของหลอด incandescent	ประมาณ 16-24 เท่าของหลอด incandescent	ประมาณเท่า ๆ กับหลอด incandescent	ประมาณ 12-24 เท่าของหลอด incandescent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 COLOR TONE OF LIGHT ของหลอดฟลูออเรสเซนต์

แสงสีชนิด	คุณสมบัติ	ลักษณะงานที่ใช้
1. Universal white (natural white)	ให้คุณสมบัติทางสีดี และ efficacy สูง	ใช้ได้ทั่วไปให้ความประหยัด เนื่องจาก efficacy สูง
2. Bright white 3. Warm white	ให้ค่า efficacy สูงมาก	เหมาะสำหรับโรงงาน, โรงซ่อมและไฟถนน และไฟนอกอาคาร
4. White deluxe	ให้คุณสมบัติทางสีดีมาก.	เหมาะสมกับร้านแสดงสินค้าและร้านแสดงเสื้อผ้า เป็นต้น
5. Warm white deluxe	ให้คุณสมบัติทางสีดีมาก แสงสีใกล้เคียงกับหลอด incandescent	ใช้กับในอาคาร, สำนักงานทั่วไป
6 Daylight deluxe	ให้คุณสมบัติทางสีดีมากใกล้เคียงกับแสงแดด	เหมาะกับงานเขียนแบบ, ถ่ายรูป หรือในห้องแล็ป เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การใช้งานของหลอดแต่ละประเภท

ในลักษณะการใช้งานทั่วไปที่เห็นในชีวิตประจำวันจะเห็นว่า เราใช้หลอดชนิดฟลูออเรสเซนต์กันไม่ว่าจะเป็นสำนักงาน ร้านค้าหลาย ๆประเภท หรือแม้แต่โรงงาน ในกรณีนี้จึงอยากจะนำข้อแนะนำที่ทางยุโรปแนะนำ แนะลักษณะประเภทของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่นำไปใช้ในงานต่าง ๆ

2.4.3.1 ข้อดีของหลอดมีไส้

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์จะใช้งานในงานหลายประเภท หลอดมีไส้ก็ยังมีข้อดีหลาย ๆอย่าง คือ

1.มีน้ำหนักเบา

2.ไม่มีบัลลาสต์

3.ไม่มีผลต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง(ซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์มีผล)

4.มีให้เลือกมากคือ มีตั้งแต่ 2-1500 W

5.สามารถใช้กับเครื่องหรี่ไฟได้ดีโดยไม่มีปัญหาใด ๆ

6.ให้มีคุณสมบัติทางสีที่ดีมาก

7.ให้แสงที่สบายตาดีมาก

จากข้อดีหลาย ๆ ประการดังกล่าว หลอดมีไส้จึงถูกนำไปใช้ในงานหลายๆประเภทเช่นเดียวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยเฉพาะในที่อยู่อาศัยไฟตกแต่งในร้านค้าช้อปปิ้งเซ็นเตอร์ ในยุโรปยังนิยมใช้หลอดชนิดนี้อยู่มาก

2.4.3.2 ข้อพิจารณาหลอด GAS DISCHARGE

ต่อไปก็เป็นหลอดพวก GAS DISCHARGE ดังที่ได้กล่าวแล้วว่าหลอดพวกGAS DISCHARGE จะมีค่า EFFICACYและอายุการใช้งานยืนยาวลักษณะการใช้งานหลอดพวกนี้จึงเหมาะกับงานหลาย ๆประเภท ที่ต้องการให้ได้ประสิทธิภาพสูง ทั่ว ๆไป การเลือกใช้ประเภทของหลอด GAS DISCHARGE จะได้ว่า

1.ถ้าพิจารณาถึงความประหยัด หลอดชนิด LOWและHIGH PRESSURE SODUIM จะเหมาะที่สุด

2.ถ้าพิจารณาถึงงานที่ต้องการให้คุณภาพของแสงดีและมีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFICACY สูง ควรใช้หลอด METAL HALIDE

3.ถ้าเป็นงานที่ต้องการคุณภาพของแสงสีที่รองลงมา ควรใช้หลอด HIGH PRESSURE MERCURY

สำหรับหลอด MERCUCY TUNGSTEN นั้นผลิตขึ้นมาเพื่อใช้แทนหลอด INCANDESCENT โดยเปลี่ยนแทนได้เลยเนื่องจากมีขั้วหลอดแบบเดียวกัน

2.4.3.3 ตัวอย่างของงานที่ใช้หลอด GAS DISCHARGE ก็มีเช่น

1.หลอด HIGH PRESSUTE MERCURE

-FLOOD LIGHTING

-PUBLIC LIGHTING

-PHOTOCHEMICAL PROCESS

-PHOTOGRAPHY

2.หลอด HIGH PRESSURE METAL HALIDE

-SPORTS GROUND

-PUPLIC LIGHTING

-INDOOR LIGHTING

-FLOOD LIGHTING

-INDUSTRIAL

-COMMERCIAL

-COLOUR TV BROADCASTING

-PLANT IRRADIATION

3.หลอด HIGH PRESSURE SODIUM

-PUPLIC LIGHTING

-FLOOD LIGHTING

-AIRPORT

-INDUSTRIAL

-PARKING LOT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-PLANT IRRADIATION

4.LOW PRESSURE SODIUM

-AIRPORT

-HARBOUR

-FOUNDRY

-DOCK & QUARRY

-FOUNDRY

-ROLLING MILL

-PUPLIC

-RAILWAY CROSSING

ในปัจจุบันจะสังเกตได้ว่า ไฟถนนส่วนใหญ่ใช้หลอดสีเหลืองกันมากซึ่งก็มีคือหลอดประเภท SODIUM เพราะเป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพมากและมีอายุการใช้งานยาวนานจึงมีความประหยัดได้เป็นอย่างดี หลอดประเภทนี้จะให้ CONTRAST มากกว่าความจ้า (GLARE)น้อย จะให้แสงเกือบคงที่ ตลอดอายุการใช้งาน จึงเหมาะสำหรับใช้กับถนนใหญ่หรือถนนหลวงโดยทั่วไป แต่ถ้าเป็นถนนที่ใช้ในเขตชุมชนหรือที่อยู่อาศัยหรือศูนย์การค้า การที่จะใช้หลอดประเภท SODIUM ซึ่งใช้ CONTRAST มาก และให้เงามาก ๆ อาจจะไม่เหมาะเพราะหน้าคนหรือภาพที่ปรากฏจะดูน่ากลัวขึ้น ในกรณีเช่นนี้หลอดประเภทใช้สีฟลูออเรสเซนต์จะดูดีกว่า

2.4.4 หลอดประหยัดพลังงาน

จากปัญหาที่โลกเริ่มตระหนักถึงการเริ่มขาดแคลนพลังงาน ในช่วง 3-4ปีที่ผ่านมา ทำให้การรณรงค์ การประหยัดพลังงานอย่างมากถึงมีพัฒนาเทคโนโลยีใหม่เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น มีการพัฒนาวงจรการใช้พลังงานอย่างเหมาะสมรวมทั้งการคิดค้น ประดิษฐ์วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ที่ดีขึ้นมาทดแทน หลอดไฟประหยัดพลังงานก็เป็นหนึ่งหลาย ๆชนิดที่ได้พัฒนาขึ้นตามจุดประสงค์นี้

หลอดมีไส้อย่างที่กล่าวมาแล้วถึงแม้จะมีข้อดีหลาย ๆ ประการแต่ก็มีข้อเสียคือ มีค่า EFFICACY น้อยและอายุการใช้งานสั้นจึงทำให้ต้องเปลี่ยนหลอดบ่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายสูงกว่าหลอดชนิดอื่น บริษัทผลิตดวงโคมพวก DISCHAGRE เช่นฟลูออเรสเซนต์ มาทดแทน โดยการผลิตได้เอาลักษณะของหลอดมีไส้ปกติเป็นพื้นฐานกล่าวคือ ให้มีขั้วหลอดชนิดเดียวกัน เพื่อให้สามารถเปลี่ยนกันได้ บริษัทเหล่านี้ ได้แก่ บริษัท PHILIPS ผลิตหลอด 'SL' (บ้านเรามีขายแล้ว หลอดละประมาณ 250-300 บาท)บริษัท MAZDA ผลิตหลอด 'FEE' บริษัท 'CHEETAH' เป็นต้น หลอดเหล่านี้กินไฟเพียง 25% ของหลอดมีไส้ปกติเท่านั้น เพื่อเทียบค่า LUMEN เท่า ๆ กันหรือเปรียบเทียบง่าย ๆ คือ สมมุติเดิมเราใช้หลอดมีไส้ขนาด 75 วัตต์ เราสามารถเปลี่ยนใช้หลอดเหล่านี้ขนาด 18 วัตต์โดยได้แสงสว่างเท่าเดิม นอกจากนี้อายุการใช้งานของหลอดเหล่านี้ยังมากกว่าหลอดมีไส้มากกว่า 5 เท่าอีกด้วย

อย่างไรก็ตามหลอดสีพวกนี้ก็ยังมีข้อเสียบางอย่าง คือขนาดโตกว่าและหนักกว่า หลอดมีไส้ เนื่องจากหลอดพวกนี้มีบัลลาสต์ข้างใน บริษัทผู้ผลิตโคมชนิดที่แยกบัลลาสต์ออกเช่น หลอด 'PL' ของ PHILIPS หลอด 'DULUX' ของ OSRAM หลอด'EUREKA'ของ MAZDA หรือหลอด 'ZD'ของ THORN เป็นต้น หลอดกลุ่มนี้ประหยัดค่าไฟลงได้ถึง 7 เท่าหลอดมีไส้ปกติ แต่หลอดพวกนี้มีขั้วหลอดแบบใหม่ไม่เหมือนทั่ว ๆไป

ส่วนที่เกี่ยวกับฟลูออเรสเซนต์และหลอด DISCHARGE เอง ก็มีการคิดค้นสารใหม่ ๆ ที่จะนำมาเคลือบหรือประดิษฐ์กรรมใหม่ ๆ ซึ่งทำให้ได้ EFFICACY สูงขึ้น เช่นพวกสาร TRIPHOSPHER ที่เคลือบผิวหลอดฟลูออเรสเซนต์หรือในพวกหลอด HIGH PRESSURE SODIUM ซึ่งมาใช้แทนหลอดจำพวก HIGH PRESSURE MERCURY โดยยังใช้บัลลาสต์ของ MERCURY ได้เป็นต้น

2.4.5 แอลอีดี : ไดโอดเปล่งแสง (LED)

แอลอีดี (LED) คือไดโอดชนิดหนึ่ง หรืออุปกรณ์กึ่งตัวนำที่เกิดจากรอยต่อพีเอ็น(P-N JUNCTION SEMICONDUCTOR DEVICE) ซึ่งออกแบบเป็นพิเศษที่จะให้แสงสว่าง(EITTED LIGHT)เมื่อให้อีเล็คตรอนแก่มัน แสงที่ส่องออกมามีหลายช่วงคลื่น แล้วแต่ละชนิดของสารที่ทำ มีแสงสีแดง เหลือง เขียวและอาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแสงที่ตาเรามองไม่เห็นเช่นแสงอินฟราเรด (INFRAED)

2.4.5.1ข้อได้เปรียบของแอลอีดี

1.มีขนาดเล็กมาก ทำให้มีน้ำหนักเบา

2.ใช้งานที่แรงดันต่ำ ประมาณ 1.7 โวลต์ และกระแสเพียง 5-30 มิลลิแอมป์

3.แสงที่เปล่งออกมาเป็นแสงสีเดียว มีช่วงคลื่นเดียว (MONOCHROMSTIC)

4.การทำงานไวมากมี RISE TIME และ FALL TIME เป็นนาโนวินาที

5.ทนต่อการกระทบกระเทือนได้ดี

6.มีอายุการใช้งานสูง

2.4.5.2 ทฤษฎีโดยย่อ

การที่มีแอลอีดีเปล่งแสงออกมาได้ ต้องกล่าวถึงโครงสร้างและการจัดเรียงตัวภายในสารกึ่งตัวนำ กล่าวคืออีเล็คตรอนในอะตอมจะอยู่เป็นวงเรียกว่า "วงอีเล็คตรอน" (ELECTRON SHELL) ซึ่งแต่ละวงของอีเล็คตรอนที่อยู่ห่างจากนิวเคลียสมากก็จะมีพลังมากกว่า

สำหรับสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ (PURE SEMICONDUCTOR) ที่อุณหภูมิศูนย์องศาเซลเซียสที่มีอีเล็คตรอนอยู่ในวงต่าง ๆ เต็มจำนวนและวงนอก จะไม่มีอีเล็คตรอนอยู่เลย แถบพลังงานนอกสุดของชั้นที่มีอีเล็คตรอนอยู่เต็ม เรียกว่า "แถบวาเลนซ์" (VALENCE BAND) และวงในสุดของชั้นที่ไม่มีอีเล็คตรอนอยู่เรียกว่า "แถบตัวนำ" (CONDUCTOR BAND) ซึ่งพลังงานที่แตกต่างระหว่างวงพลังงานทั้งสองนี้เรียกว่า "พลังงานช่องว่าง" (ENERGY GAP:EG)อีเล็คตรอนไม่สามารถอยู่ในพลังงานช่องว่างได้เลย ถ้าไม่อยู่ในแถบตัวนำก็อยู่ก็อยู่ในแถบวาแลนซ์

การใส่สารไม่บริสุทธิ์(IMPURITY)เข้าไปทำให้อีเล็คตรอน สามารถอาศัยอยู่ในพลังงานช่องว่าง ถ้าอะตอมใดมีอีเล็คตรอนอิสระ(FREE ELECTRON) อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแถบตัวนำจะเรียกว่า "ผู้ให้" (DONOR) หรือเรียกว่าสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-TYPE) ถ้าอะตอมใดมีอีเล็คตรอนขาดหายไป (มี HOLE เกิดขึ้น) ในแถบวาเลนซ์เรียกอะตอมนี้ว่าผู้รับ (ACCEPTOR) หรือสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-TYPE)

เมื่ออีเล็คตรอนใน "ผู้ให้" มารวมตัวกัน(RECOMBINEO)กับในผู้รับจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานชั้นสูงมายังชั้นที่มีพลังงานต่ำ ซึ่งการรวมตัวนี้จะเกิดพลังงานส่วนเกินออกมาเป็น"โฟตอน"(PHOTON)ที่เป็นพลังงานในรูปพลังงานแสง ความถี่ของโฟตอนจะถูกกำหนดระดับพลังงานที่เปลี่ยนแปลง ยิ่งพลังงานมากจะให้ความถี่สูงขึ้นจากพลังงานโฟตอนนี้เอง ก็จะเป็นพลังงานที่ช่วงคลื่นต่าง ๆ กัน แล้วแต่ความถี่ของโฟตอน

2.4.5.3 โครงสร้าง LED

โครงสร้างของแอลอีดีประกอบด้วยชั้นซับสเตรด (SUPSYRATE LAYER) ทำด้วย GAP OR GaAs ชั้นถัดมาเป็นอีพิทาเชียล (EPITAXIAL LAYER) ทำด้วยสาร GaAsp ทั้งสองชั้นที่กล่าวมาแล้วนี้จะถูกโด๊ป (DOPED) เป็นสารชนิดเอ็น แล้วชั้นที่สามจะปกคลุมชั้นอิพิทาเชียลด้วย ซิลิกอนไฟไตด์ (SI3A4) ซึ่งเป็นชั้นที่ถูกเจาะแล้วแพร่สารชนิดพี ลงไปให้อยู่ติดกับสารชนิดเอ็นของอีพิทาเชียลจึงทำให้เกิดเป็นรอยต่อพีเอ็น (P-N JUNCTION) ขึ้นมาได้

2.4.5.4 แบบกระจายแสงและบีบแสง

ตามปกติแล้วเลนส์ของแอลอีดีจะถูกอาบไว้ด้วยพลาสติกที่บีมเป็นแสงเป็นลำออกไป ซึ่งมีประโยชน์ใช้เป็น BACK LIGHT และใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงสำหรับแอลอีดีที่บีมแสงและกระจายแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับ เซลแสงอาทิตย์

2.5.1 ประวัติและความ เป็นมา

เซลแสงอาทิตย์เป็นสิ่งประดิษฐ์ชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงโดยอาศัยคุณสมบัติที่เรียกว่า "ผลของโฟโต้ไวตาอิก" (PHOTOVOLTAGE EFFECT)ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ถูกค้นพบเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1839 โดยนาย BECQUARED ได้สังเกตเห็นการเกิดมีแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลายอิเลกโตรไลท์เมื่อมีแสงตกกระทบ และในปี ค.ศ. 1876 ก็ได้มีการค้นพบปรากฏการณ์นี้ขึ้น ในสารซีลิเนียม (CELENIUM) ต่อจากนั้นได้มีการพัฒนาโฟโต้เซลล์โดยใช้สารซิลิเนียมและสารประกอบของ CUPROUS OKIDE

เมื่อปี ค.ศ. 1941 เริ่มมีการค้นพบเทคโนโลยีของการสร้างรอยต่อ พี เอ็น โดยวิธีการที่เรียกว่า GROWN JUNCTION เทคโนโลยีดังกล่าวมีส่วนช่วยในการพัฒนางานของเซลแสงอาทิตย์ จนกระทั่งในปี ค.ศ.1954 กลุ่มนักวิจัยจากบริษัท BELL TELEPHONE ได้ประกาศความสำเร็จในการสร้างเซลแสงอาทิตย์แบบรอยต่อ พี - เอ็น ของผลึกซิลิคอน่ขึ้นมาเป็นผลสำเร็จโดยในครั้งแรกนี้เซลแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเพียง 6% เท่านั้นและในต้นปี ค.ศ.1958 ก็ได้มีการนำเซลแสงอาทิตย์ไปใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านอวกาศ

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 เป็นต้นมา เซลแสงอาทิตย์ก็ได้ถูกพัฒนาและสร้างขึ้นเพื่อให้เหมาะสามกับการใช้งานบนพื้นโลกโดยเฉพาะการเพิ่มประสิทธิภาพของเซล และการลดค่าต้นทุนในการสร้างการใช้เซลแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน จึงขยายวงออกไปอย่างกว้างขวางจนกระทั่งในปัจจุบันนี้เซลแสงอาทิตย์ แบบผลึกซิลิคอนมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานสูงถึงราว 15%

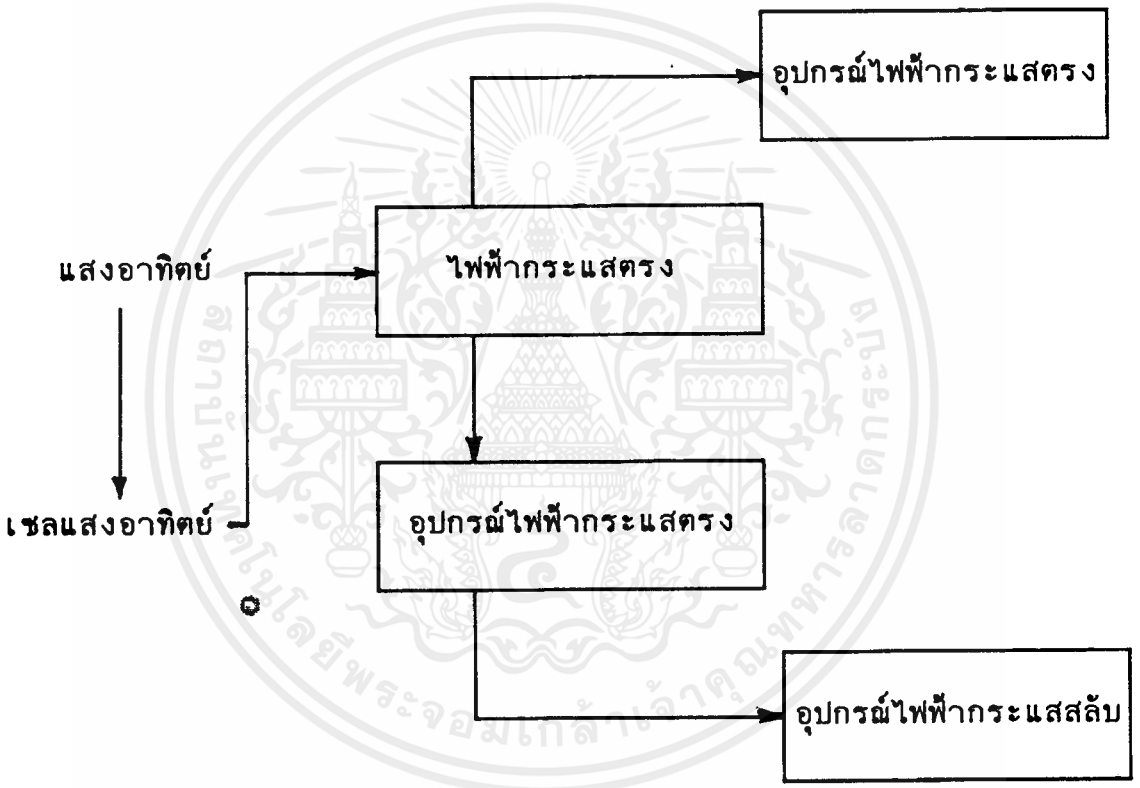
2.5.2 เซลแสงอาทิตย์

เซลแสงอาทิตย์ ก็คือ สิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงขณะที่เซลแสงอาทิตย์ได้รับแสงเซลจะจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมา ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลนี้ เป็นไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(DIRECT CURRENT) พลังงานไฟฟ้าที่ได้สามารถนำไปใช้ได้ทันที หรืออาจจะมีอุปกรณ์ร่วมเพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (ALTERNATING CURRENT)แล้วจึงนำไปใช้เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ทำงานได้ต่อไปดังแสดงในรูป 2.1

แผนภูมิที่ 2.1 แสดงระบบการใช้งานเซลแสงอาทิตย์



เซลแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นจากสารกึ่งตัวนำซิลิคอนถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายและเป็นที่นิยมกันมาก ทั้งนี้เนื่องจากมาจากธาตุซิลิคอนเป็นธาตุที่หาได้ง่าย และมีมากที่สุดบริเวณผิวโลกราคาจึงถูก และเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับธาตุซิลิคอนเป็นที่เข้าใจกันอย่างดี เนื่องจากพัฒนามาเป็นเวลานาน และใช้กันอย่างกว้างขวางอยู่แล้วในอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิคส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ดีจากผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าวัสดุสารกึ่งตัวนำซึ่งมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาใช้สร้างเซลแสงอาทิตย์ ได้แก่วัสดุสารกึ่งตัวนำที่มีค่าของช่องว่างพลังงาน (ENERGY GAP) ประมาณ 1.5 ซึ่งสารกึ่งตัวนำชนิด GaAs มีค่าช่องว่างพลังงานเท่ากับ 1.43 ดังแสดงในตารางที่ 2.1และจากการทดลองสร้างก็ปรากฏว่า เซลแสงอาทิตย์ที่สร้างจาก GaAs ด้วยโครงสร้างที่เหมาะสมจะสามารถให้ประสิทธิภาพในการแปรรูปพลังงานได้สูงถึง 20% แต่ทว่าแกลเลียมอาเซนายด์ เป็นสารกึ่งตัวนำที่มีราคาแพง ซึ่งเป็นข้อที่เสียเปรียบสารซิลิคอน

ตารางที่ 2.9 แสดงคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดต่าง ๆ ที่สามารถเข้ามาสร้างเซลแสงอาทิตย์ได้

Solar Cell Material Candidates (From Bylander [13])

Material	Major materials: Energy gap (eV)	Mobility (300 K) ($cm^2 \cdot V^{-1} \cdot s^{-1}$) μ_n	μ_h	Lifetime (s) τ_n	τ_h	Experimental diffusion length (μ)
Si	1.1	1450	500	400		100
GaAs	1.4	8500	400	50	10^{-2}	5
CdS	2.6	340	615	100	10^{-2}	~1
B	1.5	6000	4000			
Se(Hex)	1.6	2	17			
SiC(β)	2.6	1000	10			
As_2Se_3	1.6	15	45			
Sb_2Se_3	1.2	15	45			
AlSb	1.6	400	400			
GaP	2.2	>200	150			
$CdAs_2$	1.0		100			
InP	1.2	4000	>600	2000	2	
ZnSe	2.6	500	16			
ZnTe	2.2	500	900			
CdSe	1.7	600				
CdTe	1.4	700	65			

Other materials

Material	Energy gap (eV)	Material	Energy gap (eV)
Ca_2Si	1.9	Ca_2Se_3	1.9
Cu_2O	2.0	In_2Te_3	1.2
Cu_2S	1.8	Sb_2S_3	1.5
Cu_2Se	1.3	InN	2.5
$CdAs_2$	1.0	BSb	2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ข้อดีของการใช้เซลแสงอาทิตย์ มาผลิตพลังงานไฟฟ้าคือ ไม่มีชิ้นส่วนใดเคลื่อนไหวจึงไม่มีเสียงดังไม่ต้องใช้ของไหลทำงานที่อุณหภูมิหรือความดันสูง เซลแสงอาทิตย์มีน้ำหนักเบา คงทน ติดตั้งได้ง่ายๆ ต่อการใช้งาน ทำความสะอาดง่าย ไม่ต้องการดูแลบำรุงรักษามาก และมีอายุการใช้งานนานมาก (ประมาณยี่สิบปี)

ปัญหาสำคัญอยู่ที่ต้นทุนการผลิตเซลแสงอาทิตย์ ซึ่งมีราคาต่อวัตต์สูงมาก คือ 200 บาทต่อวัตต์ (พ.ศ.2528) ในขณะที่ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าด้วยน้ำมันราคา 10 บาท ต่อวัตต์และนิวเคลียร์ 20 บาทต่อวัตต์ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการผลิตเซลดังกล่าวต้องใช้เทคโนโลยีชั้นสูง ไม่สามารถผลิตครั้งละมาก ๆ ได้ อีกทั้งมีพลังงานสูญเปล่าเป็นจำนวนมาก ประสิทธิภาพของเซลแสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ยังคงมีค่าต่ำคือประมาณร้อยละ 16-18 ในทางปฏิบัติ และร้อยละ 22 ตามทฤษฎี นอกจากนี้ยังมีการสูญเสียพลังงานจากการสะท้อนแสงที่เกิดบนผิวเซล การดูดกลืนพลังงานแสงไม่ได้สมบูรณ์ตามที่ต้องการ ดังนั้นการพัฒนาโซลาเซล ในปัจจุบันจึงมีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาสองประการคือ ประการแรก คือทำให้ประสิทธิภาพของเซลสูงขึ้น ประการที่สองคือลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลงคาดว่าจะลดเหลือราคา15 บาทต่อวัตต์

สารที่ใช้ทำเซลแสงอาทิตย์ ในปัจจุบันส่วนใหญ่ทำจากซิลิกอน (Si)ซึ่งเป็นสารที่หาได้ง่ายและราคาถูก ซิลิกอนเป็นสารที่มีมากมายบนพื้นโลกเป็นอันดับสองรองจากอ๊อกซิเจน แต่มักอยู่ในรูปของสารประกอบ เช่น ทราย (SiO2)เป็นต้น ดังนั้นทรายจึงเป็นแหล่งกำเนิดที่ดีของซิลิกอนนั่นเองหลังจากที่ได้ลดออกซิเจนออกไป และทำให้เป็นซิลิกอนบริสุทธ์แล้ว ต่อจากนั้นก็นำผลึกของซิลิกอนไปเฉือนออกเป็นชิ้นบาง ๆ ซิลิกอนที่เป็นสารบริสุทธิ์นั้นมีคุณสมบัติเป็นตัวนำที่เลว ฉะนั้นจึงต้องเติมสารบางอย่างลงไป เพื่อให้กลายเป็นสารกึ่งตัวนำที่จุดที่ต้องการ ในระหว่างที่มีการตกผลึกของซิลิกอนอยู่นั้นได้เติมฟอสฟอรัสซึ่งเป็นสิ่งเจือปน (IMPURITY) ลงไป เพื่อทำให้เกิดพาหะไฟฟ้า (CARRIER) ของประจุลบ (ELECTRON) ส่วนการเติมโบรอน (BORON) ลงไปนี้เพื่อทำให้เกิดตัวพาหะไฟฟ้าของประจุบวก (HOLE) วิธีนี้ทำให้ได้ซิลิกอนที่เป็นชนิดลบ (N-TYPE) และชนิดบวก (P-TYPE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือเป็น PN JUNCTION ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับ ไดโอดธรรมดานั่นเอง ซิลิกอนต่างชนิดสองชิ้นดังกล่าวจะมีศักดาไฟฟ้าต่างกันเมื่อแสงแดดตกกระทบจะผลิตประจุไฟฟ้าออกมาจากความต่างศักย์ของชิ้นทั้งสอง นำไปใช้กับวงจรไฟฟ้าได้ มิลลิแอมแปร์ และแรงเคลื่อนไฟฟ้าเมื่อวงจรเปิด (OPEN CCT.VOLTAGE) 0.55 โวลต์ จึงมีกำลังไฟฟ้าประมาณ 0.055 วัตต์ในอวกาศ แต่สำหรับบนพื้นดินเมื่อมีแสงแดดดีมีค่า 0.048 วัตต์ปกติเราจะเห็นว่าเซลแสงอาทิตย์แผ่นเล็ก ๆ เหล่านี้ มีสีเป็นสีน้ำเงินเพราะมีการเคลือบสารพวกออกไซด์บางชนิด เพื่อลดการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบบนพื้นผิวของเซล ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเซล

2.5.4 ความมั่นคงเชื่อถือได้ของงานที่ใช้เซลแสงอาทิตย์

เนื่องจากเซลแสงอาทิตย์แต่ละตัวให้กำลังไฟฟ้าต่ำดังนั้นในการใช้งานจริงจึงมักไม่ใช้เซลเดียวแต่จะให้เซลหลาย ๆ ตัวมาต่อกันทั้งแบบอนุกรมและขนานในรูปของแผงเซลแสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าที่ต้อง โดยมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเหมาะสมกับโหลด รูปแสดงให้เห็นถึงการต่อเซลแสงอาทิตย์สองตัวเมื่อต้องการให้มีกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นกล่าวคือถ้าต้องการให้ได้ค่าแรงเคลื่อนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าก็ให้นำโซลาร์เซลสองตัวมาต่ออนุกรมกันโดยนำมาวางซ้อนกันให้ขั้วบวกของเซลตัวหนึ่งแตะกับขั้วลบของอีกตัวหนึ่งหรือถ้าหากต้องการเพิ่มกำบังไฟฟ้าเป็นสองเท่าที่ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าค่าหนึ่งก็ให้นำเซลแสงอาทิตย์สองตัวมาต่อขนานกัน หรือถ้าต้องการกำลังไฟฟ้าต่อและมีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงก็ให้นำเซลแสงอาทิตย์ตัวหนึ่งมาแบ่งออกเป็นสองส่วนให้มีพื้นที่ผิวเท่าๆกันแล้วนำมาต่ออนุกรม

เพื่อให้อายุการใช้งานของโซลาร์เซลมีระยะยาว มีความคงทน คุ้มค่ากับการลงทุนการออกแบบแผงเซลแสงอาทิตย์จะต้องกระทำอย่างรอบคอบเพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ทำให้ระบบการผลิตไฟฟ้าจากแสงแดดเกิดทำงานล้มเหลว ปัญหาที่เกิดขึ้นในทางปฏิบัติดังนี้

-เกิดการเสื่อมคุณภาพบริเวณรอยต่อ เป็นการเพิ่มความต้านทานอนุกรมในวงจร

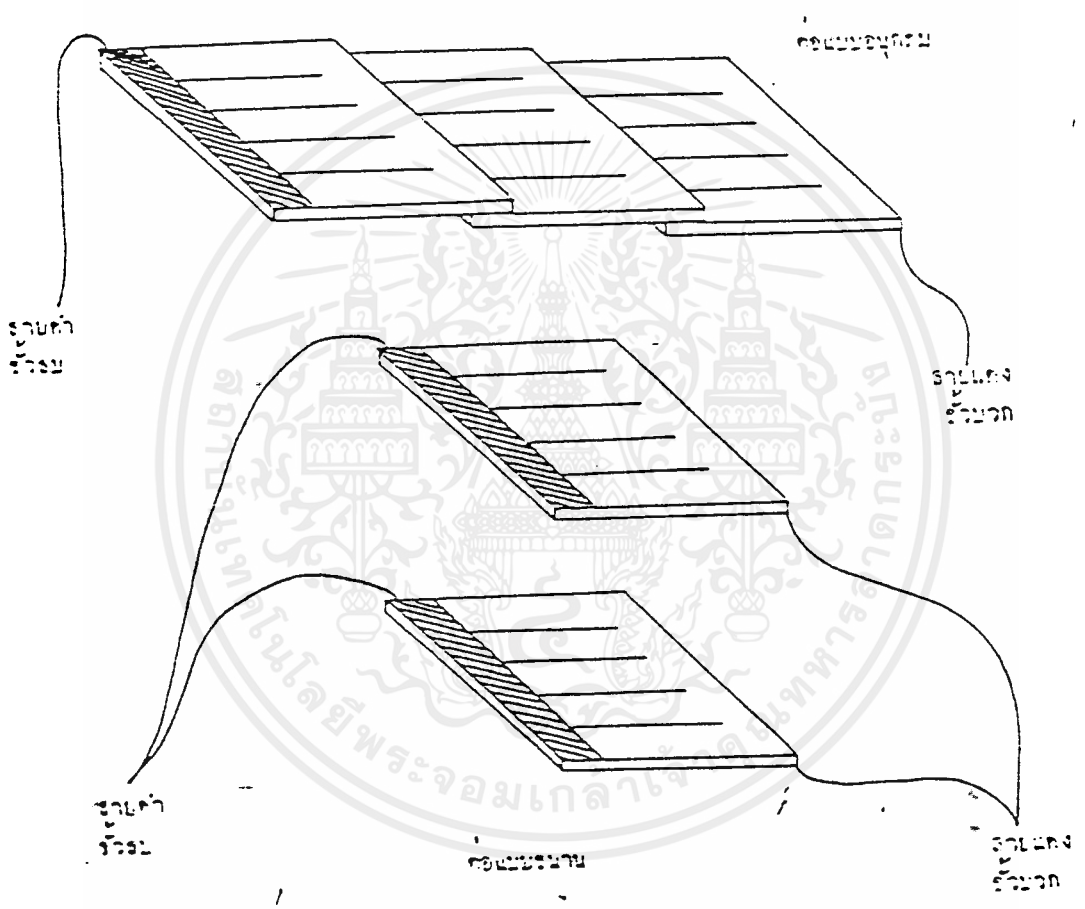
-เกิดการเสื่อมคุณภาพเนื่องจากได้รับรังสีบางชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-การบรรจุปิดผนึกป้องกันไอน้ำแบะฝุ่นละออง

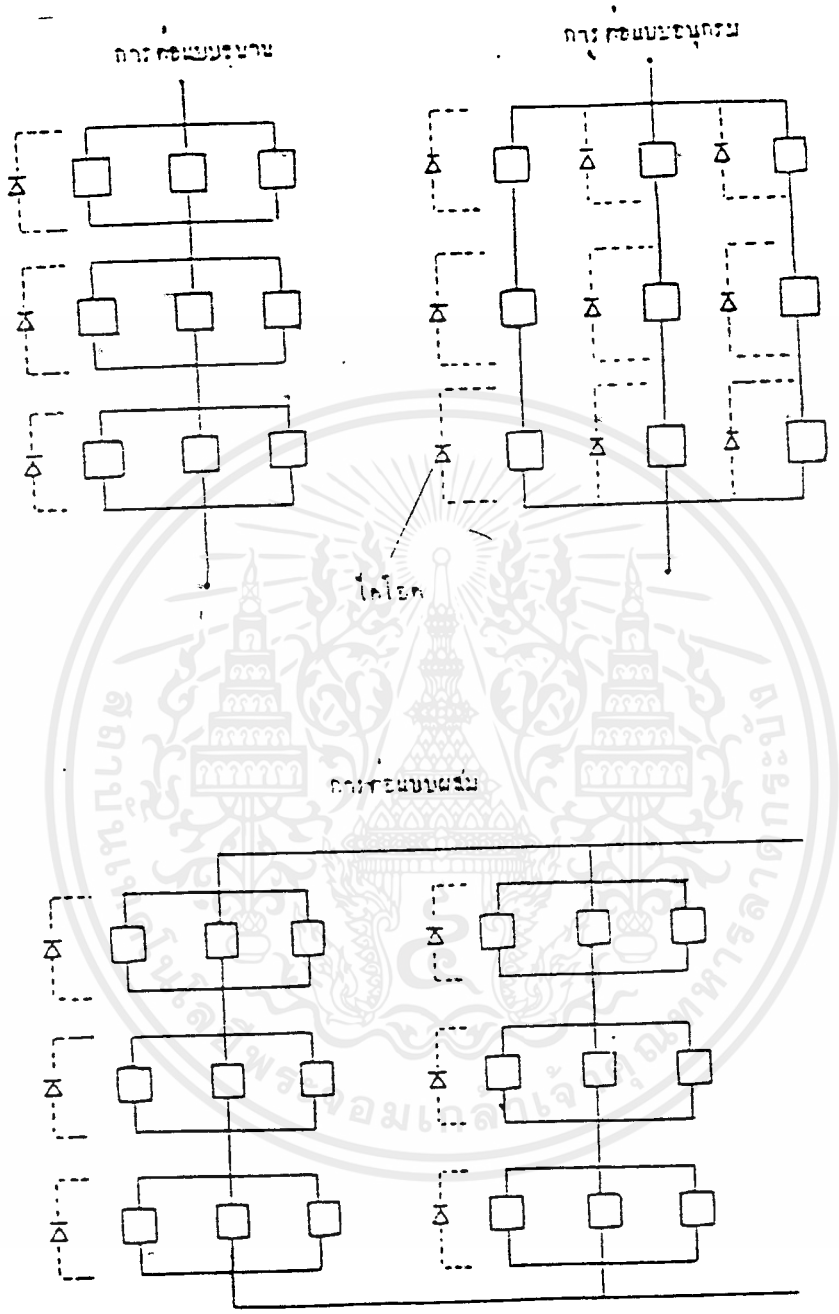
-การติดตั้งแผงเซลแสงอาทิตย์จะต้องติดตั้งในบริเวณที่ไม่มีร่วมเงาจากสิ่งทึบแสงเพราะการเกิดร่มเงา บนตัวโซลาร์เซลจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ "ฮอทสปอร์ต"ขึ้นในแผงเนื่องจากการย้อนกลับทางแรงเคลื่อนไฟฟ้าก่อให้เกิดความร้อน ทำให้ลดกำลังการผลิตไฟฟ้าให้ลดลงวิธีแก้ก็คือใช้ไดโอดมาต่อคร่อมตัวเซลแสงอาทิตย์จะช่วยลดความเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.13 เซลแสงอาทิตย์ต่อแบบอนุกรมและขนาน

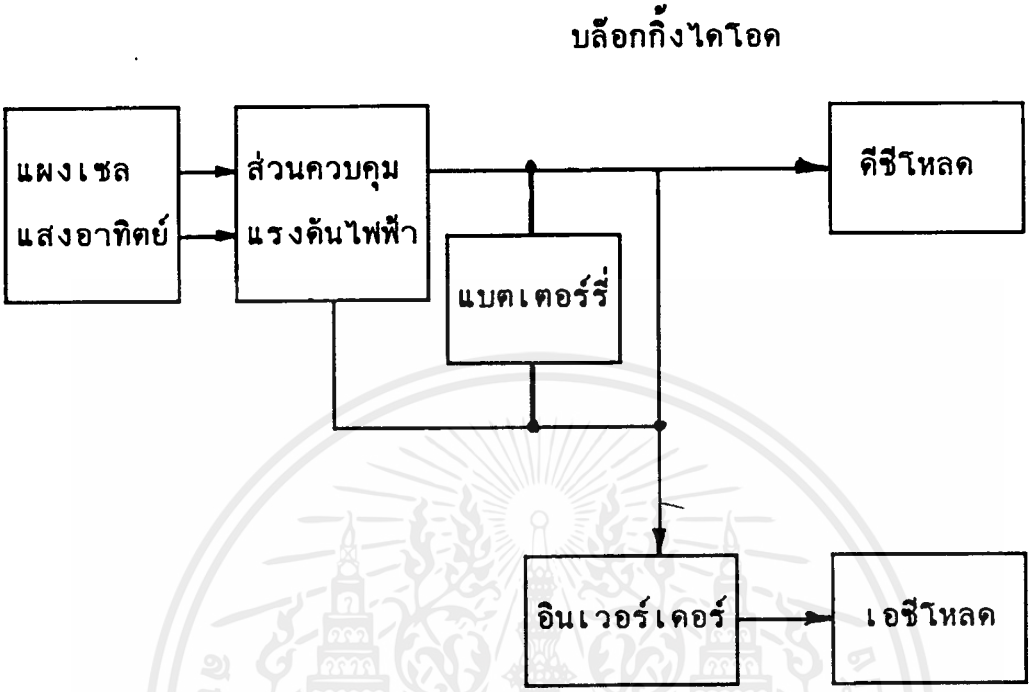
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.14 ระบบการต่อแผงโซลาร์เซลพร้อมกับชันต์ไดโอด (shunt diode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 ระบบการใช้งานเซลแสงอาทิตย์



ภาพที่ 2.15 ระบบการใช้งานทั่วไปของเซลแสงอาทิตย์

2.5.5.1 ส่วนประกอบโดยทั่วๆ ไปของระบบเซลแสงอาทิตย์มีดังนี้

1.แผงเซลแสงอาทิตย์ ทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าซึ่งจะจ่ายออกมาเป็นไฟฟ้ากระแสตรงจำนวนของแผงเซล จะต้องจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้พอเพียงกับระบบที่ใช้งาน การคำนวณออกแบบเพื่อกำหนดจำนวนแผงเซลจะต้องคำนึงถึงระบบที่ใช้งานอยู่ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับ ในบริเวณที่ติดตั้งระบบและขนาดของโหลดที่ใช้

2.ส่วนควบคุมแรงดัน เป็นวงจรอิเลคทรอนิคส์ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับแบตเตอรี่ให้มีค่าคงที่อยู่เสมอเพื่อป้องกันแบตเตอร์รี่ไม่ให้เกิดการโอเวอร์ชาร์ต (OVERCHARGING)

3.บล๊อกกิ้งไดโอด ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ทางเดียวยอมให้กระแสไหลจากแผงเซลผ่านส่วนควบคุมแรงดันไฟฟ้า และผ่านตัวไดโอดไปยังแบตเตอร์รี่และโหลดได้ แต่จะไม่ยอมให้กระแสจากแบตเตอรี่ไหลกลับเข้าไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงเซลแสงอาทิตย์ และส่วนควบคุมแรงดันในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์ ซึ่งจะช่วยให้แบตเตอรี่ไม่ต้องจ่ายพลังงานมากสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดได้นานขึ้น

4. แบตเตอรี่ ทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้า จากแผงเซลแสงอาทิตย์เพื่อไว้จ่ายให้กับโหลดในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์ในกรณีที่เป็นการใช้งานระบบเล็ก ๆ แบบเคลื่อนที่ได้สามารถจะใช้แบตเตอรี่แห้งพวกนิเกิล แคดเมียม ซึ่งสามารถชาร์จได้ ในกรณีที่ระบบใหญ่ขึ้นจะสามารถใช้แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด (IEAD-ACID) ซึ่งมีความจุของแบตเตอรี่แตกต่างกันแล้วแต่ความจำเป็นของการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีแบตเตอรี่แบบอื่น ๆ อีกเช่น แบบโซเดียม-ซัลเฟอร์ แบบซิงค์-คลอไรด์ ฯลฯซึ่งมีน้ำหนักเบากว่าแบบตะกั่วกรดแต่หาซื้อได้ยากในไทย

5. อินเวอร์เตอร์ เป็นวงจรอิเลคทรอนิคส์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงเซล ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อจ่ายไปยังโหลดที่ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ ในกรณีที่โหลดต้องการแต่ไฟฟ้ากระแสตรงก็ไม่จำเป็นจะต้องใช้อินเวอร์เตอร์ ทำให้ระบบใช้งานง่ายขึ้นและมีราคาลดลง

2.5.5.2 ในการออกแบบเพื่อนำเซลแสงอาทิตย์

ไปใช้งานนั้นปริมาณพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่แผงเซล ผลิตได้จะต้องพอเพียงแก่ความต้องการของโหลด แบตเตอร์รี่และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่อยู่ในระบบ ซึ่งจะต้องมีการออกกแบบคำนวณดูทั้งความสามารถของแผงเซลปริมาณแสงอาทิตย์ที่แผงเซลฯได้รับในแต่ละวันและขนาดของโหลดที่มาต่อร่วมอยู่ รวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่อยู่ในระบบว่าต้องการปริมาณพลังงานไฟฟ้ามากน้อยเพียงใด ตัวแบตเตอร์รี่ที่ใช้ก็จะต้องมีความจุพอเพียงที่จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดได้ ในขณะที่แผงเซลไม่ได้รับแสงเข้มและอุณหภูมิแตกต่างกัน ค่าของพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่แผงเซลฯจ่ายให้โหลดได้ค่าแรงดันสูงสุดและกระแสสูงสุดที่แผงเซลจ่ายให้โหลดได้ แรงดันวงจรเปิดกระแสขณะลัดวงจรที่โหลด ประสิทธิภาพขนาดและน้ำหนักของแผงเซลฯ บางโรงงานอาจจะบอกถึงวิธีการประกอบ การปรับมุม เพื่อความสะดวกในการติดตั้งแผงเซลแสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.16 เซลแสงอาทิตย์

(ก) แบบผลึกรูปเดี่ยว (SINGLE CRYSTAL)

(ข) แบบผลึกหลายรูป (POLYCRYSTAL)

2.5.6 คุณสมบัติของเซล ในงานการค้า

เซลแสงอาทิตย์ที่ผลิตออกมาขายส่วนใหญ่เป็นแบบแผ่นผลึกรูปเดี่ยว (แผ่นกลม)และแผ่นผลึกหลายรูปของซิลิกอน(แผ่นสี่เหลี่ยม) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงพอที่จะนำไปใช้งานได้ โดยทั่ว ๆไป เซลที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม เพื่อการค้าขายนั้นจะมีประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 10.12% ผู้ที่จะซื้อแผงเซลฯไปใช้งานนั้น ควรจะรู้ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับแผงเซล นั้นด้วยเพื่อที่จะได้นำไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง ข้อมูลต่าง ๆเกี่ยวกับแผงเซล นี้จะมีอยู่ในแผ่นแสดงคุณสมบัติ (SPECIFICATION SHEETS) ซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะของแต่ละคน โรงงานที่ผลิตเซล ออกมา

ในแผ่นแสดงคุณสมบัตินั้น โดยทั่ว ๆไปจะต้องมีข้อมูลที่แสดงให้ผู้ซื้อได้ทราบถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ทางไฟฟ้าและคุณสมบัติบางประการทางแมคคานิค เพื่อผู้ซื้อจะได้เลือกซื้อเพื่อนำไปใช้งานได้ตรงตามความต้องการ คุณสมบัติต่างๆของแผงเซลในแผ่นแสดงคุณสมบัติอย่างน้อยจะต้องประกอบไปด้วยกราฟคุณสมบัติระหว่างกระแสและแรงดันไฟฟ้าของแผงเซลฯ เมื่อได้รับแสงที่ความ

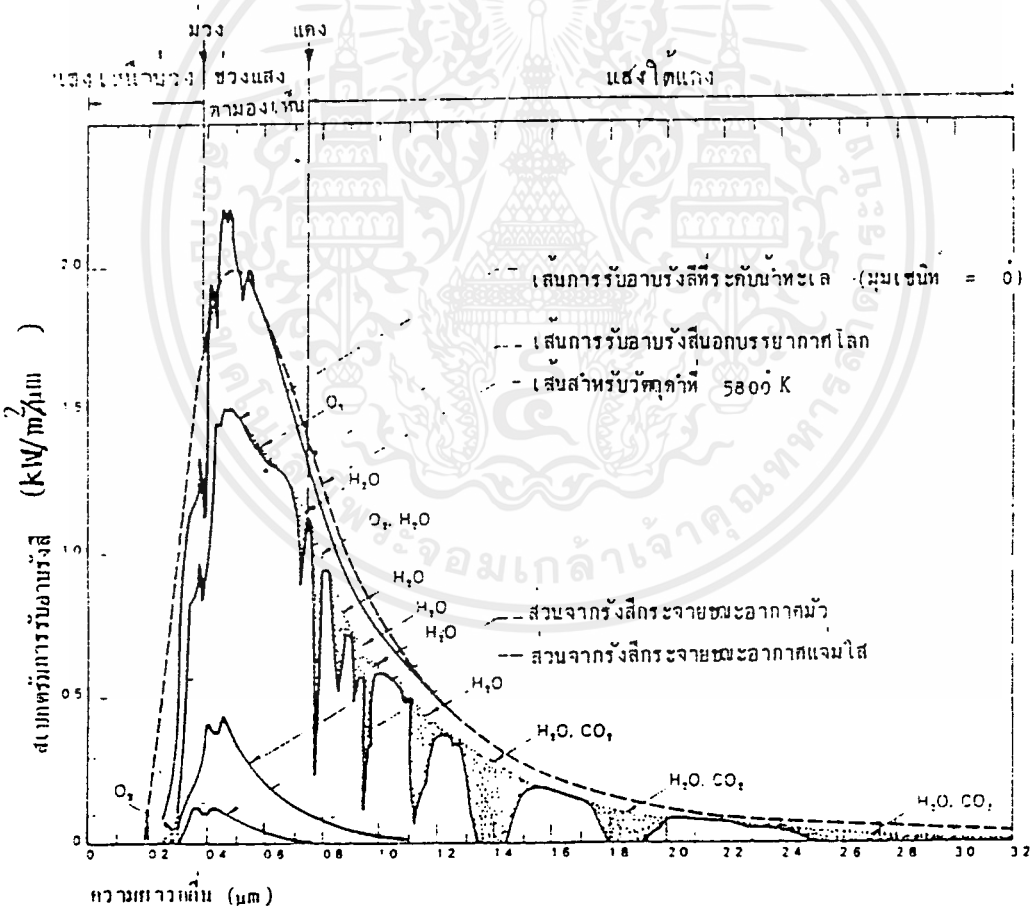
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 ผลกระทบของบรรยากาศโลกต่อการแผ่รังสีแสงอาทิตย์

2.5.7.1 บรรยากาศกับการดูดกลืนพลังงานการแผ่รังสี

รังสีแสงอาทิตย์เมื่อผ่านชั้นบรรยากาศโลกจะถูกดูดกลืนเนื่องจากองค์ประกอบต่างๆจากกราฟสเปกตรัมสุริยะในบรรยากาศโลกรูป2.2จะเห็นว่าความเข้มแสงอาทิตย์ลดลงที่บางช่วงคลื่นดังนี้

แผนภูมิที่ 2.2 สเปกตรัมสุริยะนอกชั้นบรรยากาศและที่ระดับพื้นดิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ช่วงอุลตราไวโอเล็ต (ULTRAVIOLET)ความยาวคลื่นต่ำกว่า 0.3 mพลังงานของแสงจะถูกดูดกลืนโดย O2,N2,O2ในชั้นไอโอโนสเฟียร์ (IONOSPHERE)โดยเฉพาะO2 สามารถดูดกลืนรังสีอุลตราไวโอเล็ตได้มากทำให้แสงที่ตกกระทบผิวโลกเกือบจะไม่มีพลังงานแสง 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 ควันและก้อนเมฆพวกที่มีขนาดโมเลกุลใกล้เคียงหรือโตกว่าความยาวคลื่นการกระเจิงโดยโมเลกุลอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นรังสีเป็นไปตามทฤษฎีของราเล่ห์ (RAYLEIGH)

2.5.7.2 รังสีตรงและรังสีกระจาย

ผลกระทบของบรรยากาศที่มีต่อการแผ่รังสีแสงอาทิตย์ มายังโลกทำให้รังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบผิวโลกประกอบด้วยรังสี 2 ส่วนคือ

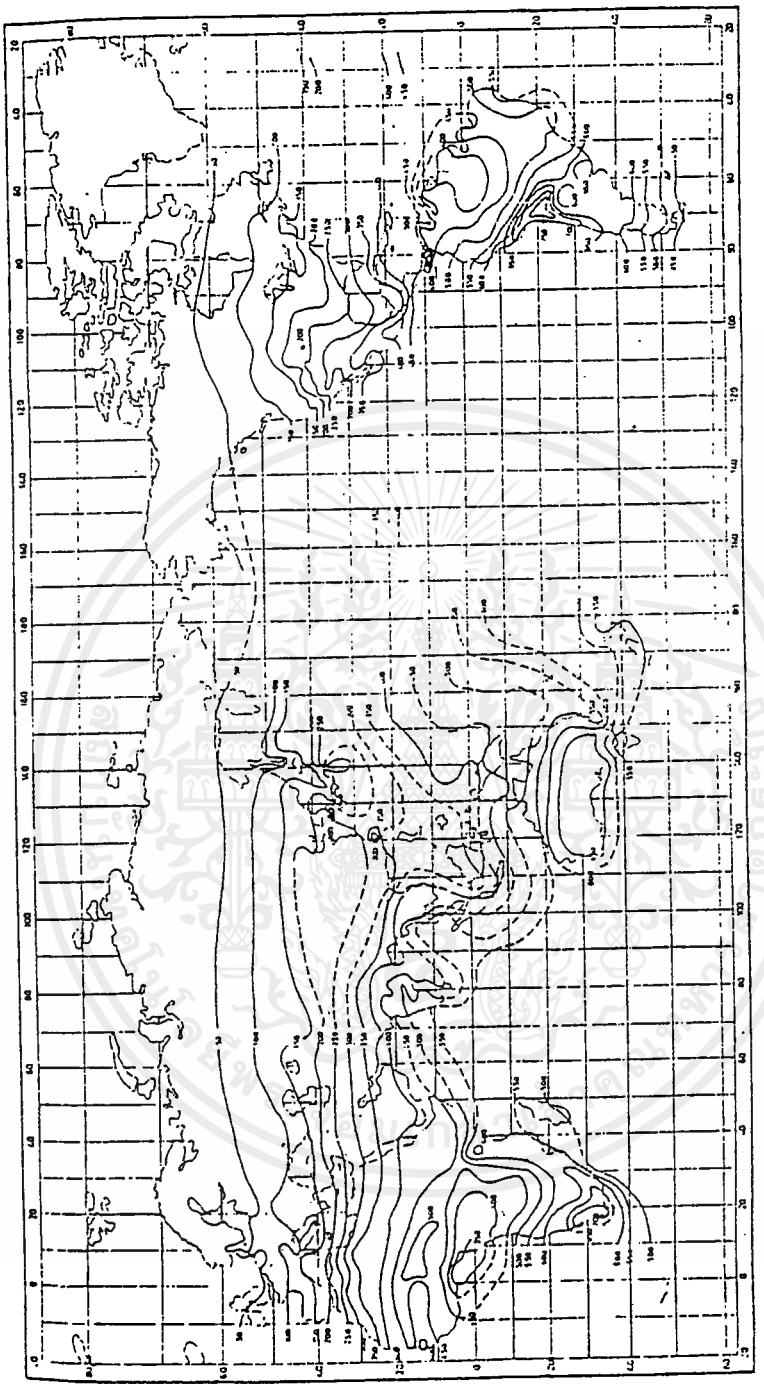
1.รังสีตรง (BEAM OR DIRECT REDIATION) รังสีส่วนนี้เป็นรังสีที่พื้นโลกได้รับโดยตรงจากดวงอาทิตย์มีทิศทางแน่นอน ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนมุมตกกระทบบนพื้นที่ต่าง ๆ บนโลกไปตามเวลาก็ตาม บางครั้งเรียกรังสีตรงว่าเป็นรังสีช่วงคลื่นสั้นรังสีตรงเหมาะกับการใช้งานสำหรับอุปกรณ์รวมแสง

2.รังสีกระจาย(DIFFUSE OR SCATTERING REDIATION) ส่วนนี้ได้จากการสะท้อนและการกระเจิงของรังสีแสงอาทิตย์เมื่อผ่านชั้นบรรยากาศ บางครั้งเรียกรังสีส่วนนี้ว่ารังสีช่วงคลื่นยาว ผลรวมของรังสีตรงและรังสีกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

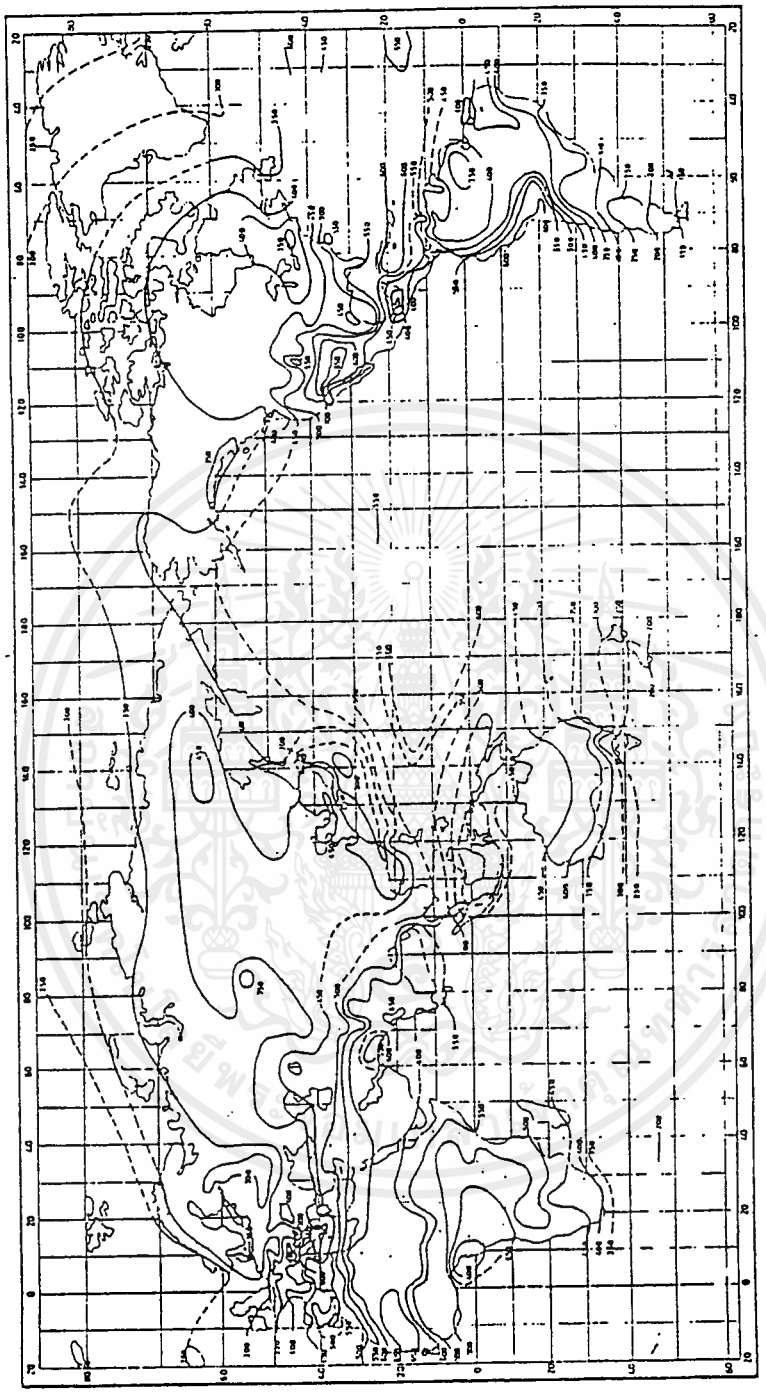
เรียกว่ารังสีรวม (TOTAL OR GLOBAL RADIATION) เวลาอากาศโปร่งจะมีส่วนของรังสีกระจายเพียง 5 ถึง 10 เปอร์เซนต์และจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีเมฆบังแสงอาทิตย์ การกระจายของค่ารังสีรวมเฉลี่ยรายวัน ณบริเวณส่วนต่าง ๆของโลกที่เวลาต่าง ๆ แสดงในรูป 5.2, 5.3, 5.4 และ 5.5 (หน่วยเป็น LANGLEYS PER DAYS;1 LANGLEY = 0.0116 kWh/m2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



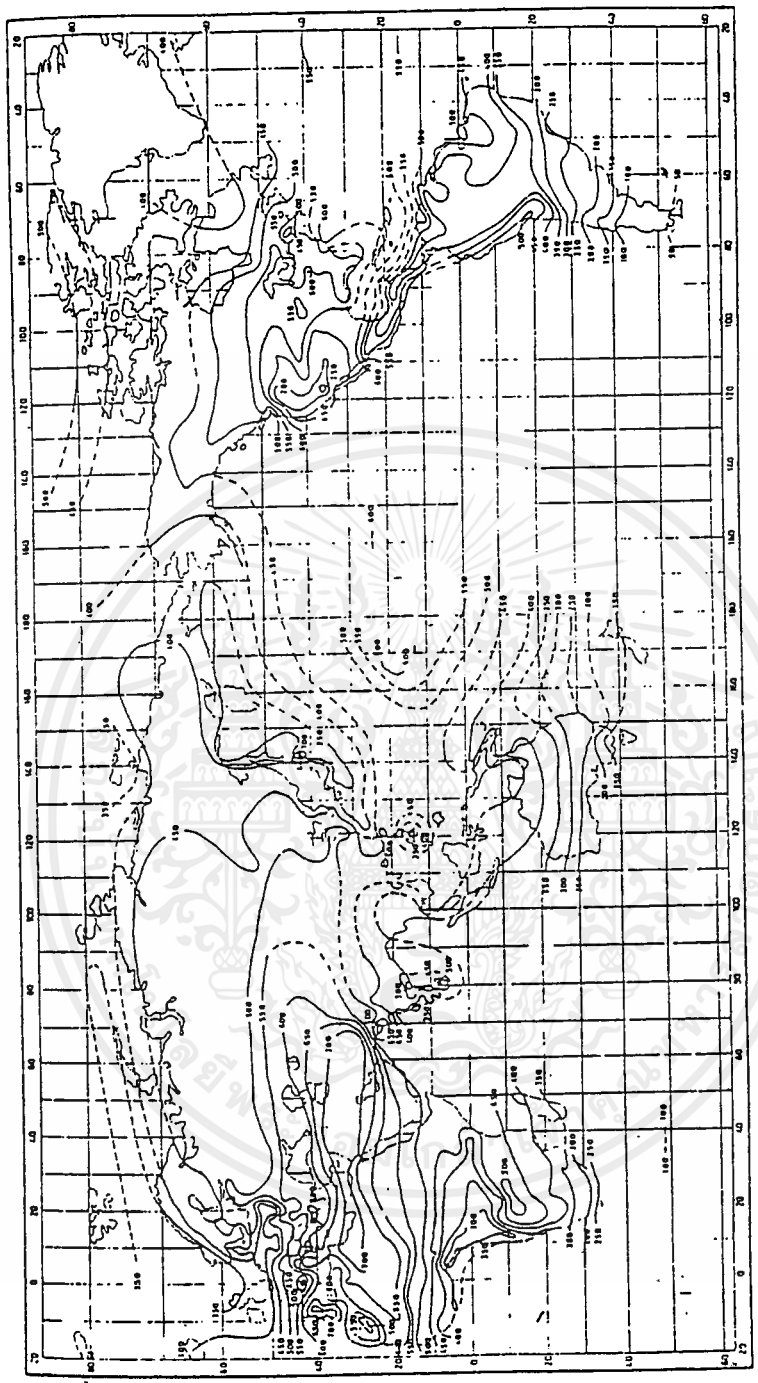
ภาพที่ 2.17 ค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนมกราคม (หน่วย LANGLEYS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



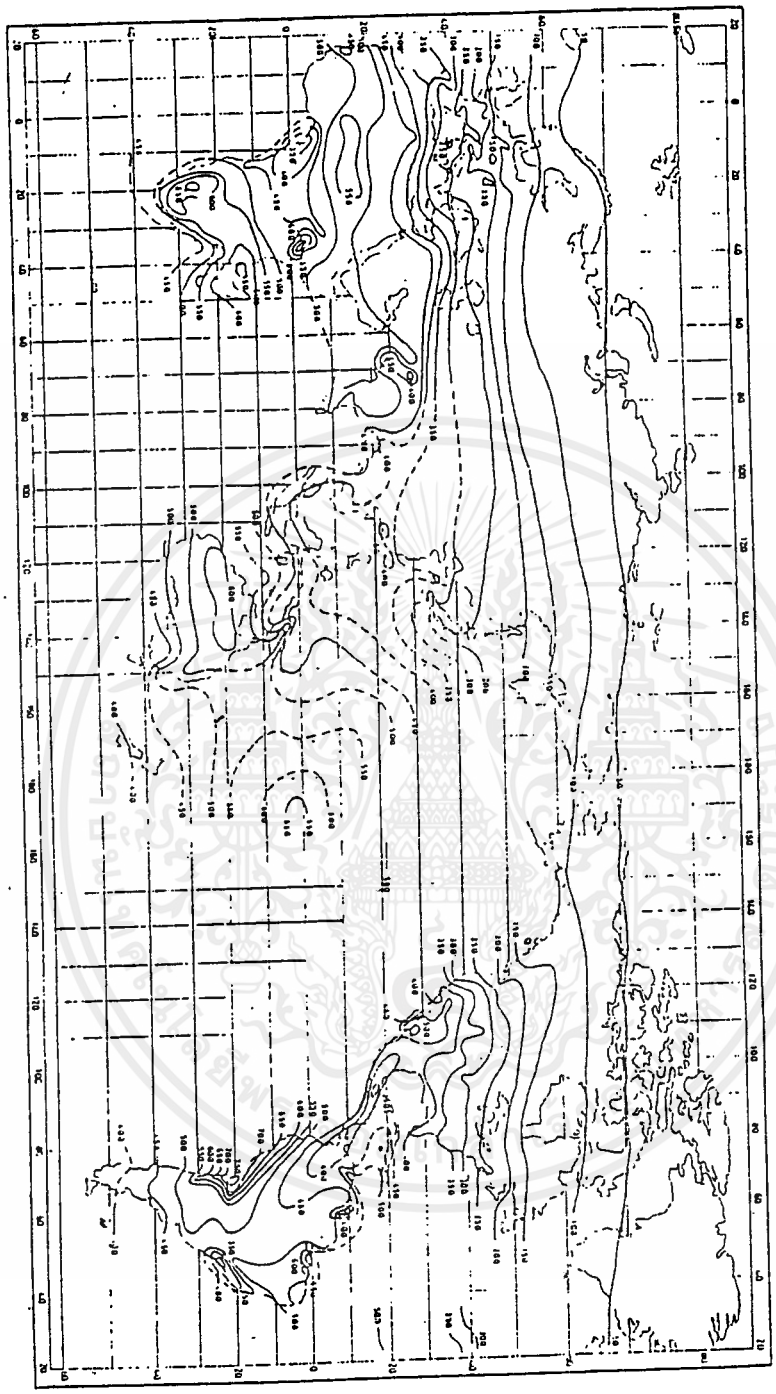
ภาพที่ 2.18 ค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนเมษายน (หน่วย LANGLEYS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.19 ค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนกรกฎาคม (หน่วย LANGLEYS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



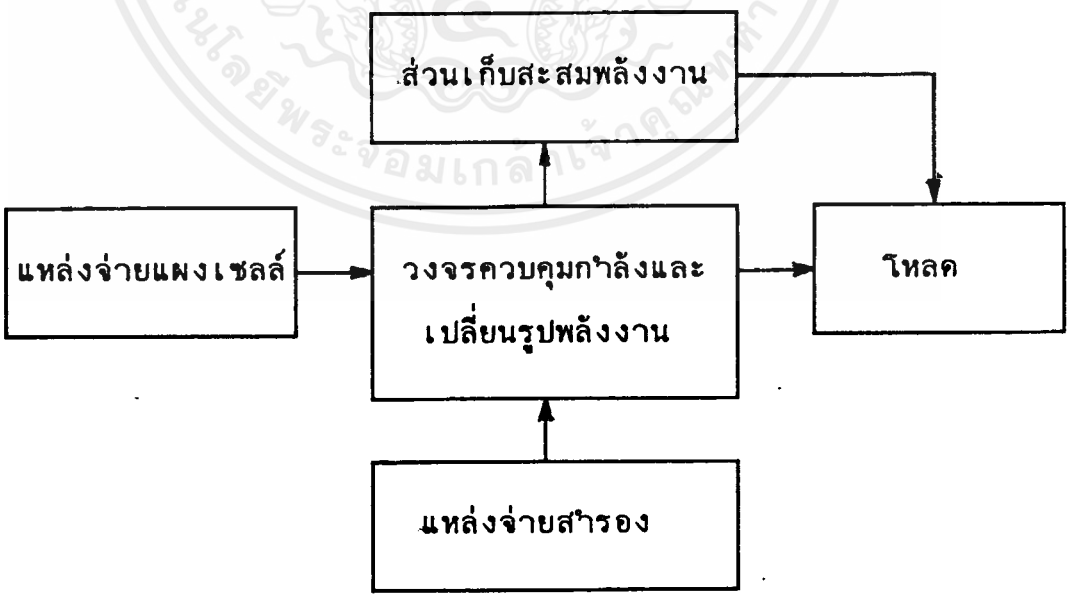
ภาพที่ 2.20 ค่ารายวันเฉลี่ยของรังสีรวมบนพื้นระดับในเดือนตุลาคม (หน่วย LANGLEYS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับอุปกรณ์ร่วมในระบบ เซลแสงอาทิตย์

พลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในลักษณะที่ต่อเป็นระบบก่อนที่จะแจกจ่ายให้กับโหลดมักจะผ่านขบวนการและอุปกรณ์ร่วมต่าง ๆ เพื่อจัดรูปแบบของพลังงานให้เหมาะสม และมีการเก็บพลังงานบางส่วนสะสมเอาไว้ เพื่อที่จะจ่ายให้กับโหลดในภาวะที่เซลล์ไม่สามารถจะจ่ายพลังงานไว้ (หรือไม่ได้รับแสง) การสะสมพลังงานสำหรับระบบของเซลล์แสงอาทิตย์นั้น มีหลายรูปแบบแล้วแต่ขนาดของระบบ โดยทั่ว ๆไปแล้วไม่ว่าระบบขนาดเล็กขนาดกลางและขนาดใหญ่มักจะใช้แบตเตอรี่ในการสะสมพลังงาน เพราะมีข้อดีและข้อได้เปรียบหลาย ๆ อย่างดังจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป อนึ่งเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่ากระแสและแรงดันจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้น จะอยู่ในลักษณะของกระแสตรง โหลดโดยทั่วไปใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับไม่สามารพจะนำมาใช้งานร่วมกันได้ อุปกรณ์ร่วมอีกอย่างหนึ่งที่มักจะจำเป็นเสมอในระบบของเซลล์แสงอาทิตย์ก็คือ อุปกรณ์เปลี่ยนกระแสไฟตรงเป็นกระแสไฟสลับ อินเวอร์เตอร์ (INVERTER)รูปที่ 2.3 จะแสดงบล็อคไดอะแกรมของระบบจ่ายพลังงาน ซึ่งใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นหลัก

แผนภูมิที่ 2.3 ระบบการจ่ายและสะสมพลังงานโดยใช้ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานหลัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบทนี้จะได้กล่าวในรายละเอียดของอุปกรณ์ร่วมในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งจะเน้นในลักษณะของระบบที่ทำหน้าที่ในการจ่ายพลังงานกับโหลด อย่างเดียว (STAND ALONE UNIT) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ ส่วนเก็บสะสมพลังงาน, วงจรเรคกูเลเตอร์, และอินเวอร์เตอร์ เป็นต้น

2.6.1 ส่วนเก็บพลังงานสะสม

จากบทต้น ๆ เราทราบกันเป็นอย่างดีแล้วว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะจ่ายพลังงานได้ก็เฉพาะเมื่อได้รับแสงเท่านั้น ซึ่งก็หมายความว่า ถ้าหากไม่มีส่วนเก็บพลังงานสำรองเอาไว้ใช้แล้วเวลากลางคืนหรือวันที่ฝนตก เราก็ไม่สามารถที่จะใช้พลังงานได้ รูปแบบของการเก็บสะสมพลังงานนั้นมีมากมายหลายวิธีการ แต่วิธีที่ได้ความนิยมมากในปัจจุบันนี้สำหรับระบบที่ไม่เกิน 500 ก็คือการใช้แบตเตอรี่ในการเก็บสะสมพลังงานในช่วงกลางวันแบตเตอรี่จะถูกประจุ (ชาร์จ)ด้วย กระแสและแรงดันจากเซลล์แสงอาทิตย์ และเมื่อเซลล์ไม่สามารถที่จะจ่ายพลังงานได้ แบตเตอรี่ก็จะจ่ายพลังงานออกมาแทน

2.6.2 แบตเตอร์รี่

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้าจากปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งหน่วยย่อยของแบตเตอรี่จะเรียกว่าเซลล์เหมือนกัน การต่อเพื่อให้ได้กระแสและแรงดันที่สูงขึ้นก็จะต้องมีการต่อเซลล์ในรูปแบบของการขนานหรืออนุกรมกัน ซึ่งปกติจะเป็น 12 โวลต์ หรือ 24 โวลต์และบางระบบอาจจะถึง 250 โวลต์เป็นต้น การจำแนกเซลล์อาจแบ่งออกเป็นเซลล์ปฐมภูมิ (แบบที่ใช้แล้วไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก) และแบบทุติยภูมิ (สามารถที่จะกลับมาใช้ใหม่ได้โดยการชาร์จใหม่)

2.6.2.1โครงสร้างของแบตเตอรี่

เซลล์แต่ละเซลล์ จะมี 3 ส่วนที่สำคัญคือ ขั้วบวก, ขั้วลบ และสารละลายนำไฟฟ้า(ELECTROLYTE)ซึ่งอาจจะเป็นของเหลวหรือครีมก็ได้ขั้วไฟฟ้าจะเป็นลักษณะของเพลทโลหะแยกจากกัน กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วหนึ่งผ่านสารละลายไปสู่อีกขั้วหนึ่งและผ่านโหลด และไหลกลับเข้าสู่แบตเตอรี่จึงครบวงจร ปกติแล้วในการระบุกำลังเอาท์พุทของแบตเตอรี่จะระบุในหน่วยของค่าคงที่กระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (A.h) ซึ่งมักจะใช้ฐานปกติคือ 8 ชั่วโมง เช่นแบตเตอรี่ขนาด 160 A.h ก็หมายความว่า สามารถจะจ่ายกระแสได้ 20 แอมป์แปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง แต่ถ้าหากให้แบตเตอรี่ดังกล่าวนี้ จ่ายกระแสมากกว่าหรือน้อยกว่า 20 แอมป์แปร์ ค่าความจุก็จะเปลี่ยนแปลงไป จะน้อยกว่า 160 A.h หรือมากกว่า 160 A.h เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการระบุความจุของแบตเตอรี่ไม่จำเป็นต้องใช้ฐาน 8 ชั่วโมง เสมอไปก็ได้ ในการประจุแบตเตอรี่หรือชาร์จแบตเตอรี่นั้น จะทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อยกลับกับในขณะที่แบตเตอรี่จ่ายพลังงานซึ่งทำโดยการป้อนไฟฟ้าเข้าที่ขั้วและปล่อยกระแสเข้าไปพลังงานก็จะไปสะสมอยู่ในลักษณะของสารเคมีใหม่ในทางทฤษฎีแล้วประจุที่เข้าไปสะสมถ้าหากไม่ได้รับการใช้งานก็ไม่ควรจะหายไปไหน แต่ในความเป็นจริงแล้ว แบตเตอรี่จะจ่ายประจุออกมาได้เรียกว่า "SELF DISCHARGE"ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของแบตเตอรี่และสภาพแวดล้อม

2.6.2.2 **แบตเตอร์รี่ซึ่งใช้กรด**

สารละลายในแบตเตอรี่นั้น จะต้องสามารถที่จะแตกตัวเป็นประจุได้ (เพื่อเป็นกระแส) ซึ่งในทางปฏิบัติก็คือกรด (ACID) หรือด่าง (ALKALINE) พวกที่ใช้กรดจะมีเพลทหรือขั้วไฟฟ้าเป็นตะกั่วเสมอ แต่เนื่องจากตะกั่วเป็นโลหะที่อ่อน ตะกั่วอัลลอยย์จึงได้มีการพัฒนาขึ้น เช่น การใช้ตะกั่ว 94% และพลวง 6% หรือในปี 1930 ได้มีการพัฒนาโดยใช้ตะกั่วและแคดเมียม 0.05% ซึ่งทั้ง 2ชนิดนี้จะต้องใช้สารละลายเจือจางของกรดซัลฟุริกเป็นอิเลคโตรไลต์ แต่เนื่องจากการใช้ตะกั่ว-พลวงเป็นขั้วไฟฟ้านั้นทำให้แบตเตอรี่มีการสูญเสียโดยธรรมชาติ (SELF DISCHARGE)ที่สูงกว่าการใช้งานจึงจำเป็นต้องมีการชาร์จเพิ่ม(EQUALIZATION) อย่างสม่ำเสมอ

2.6.2.3 **แบตเตอรี่ซึ่งใช้ด่าง**

แบตเตอรี่ซึ่งใช้ด่างนั้นที่พบเห็นกันบ่อยที่สุดคือ นิเกิล-แคดเมียมซึ่งใช้เพลทคือนิเกิลและแคดเมียม ส่วนอิเลคโตรไลต์ที่ใช้คือ แมกนีเซียมไฮดรอไซด์

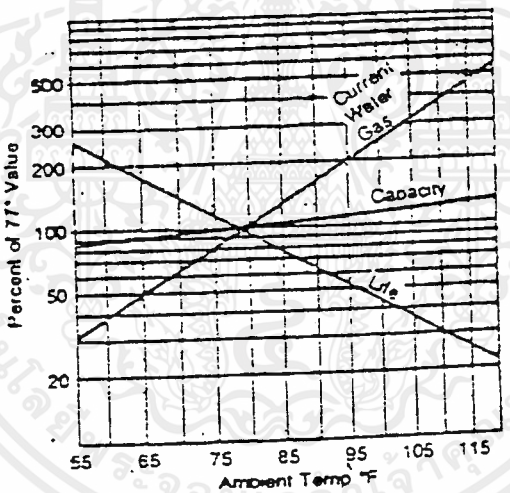
2.6.2.4 **ข้อพิจารณาในการใช้งานแบตเตอรี่**

ข้อพิจารณาอันดับแรกในการใช้งานแบตเตอรี่ก็คืออุณหภูมิเพราะอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีผลโดยตรงกับความหนืดของอิเลคโตรไลต์ที่ใช้ ซึ่งการกำหนดอุณหภูมิใช้งานของแบตเตอร์รี่จะใช้หลักการเฉลี่ย 24 ชั่วโมง รูปที่ 2.4 จะแสดงคุณสมบัติของแบตเตอร์รี่ชนิดตะกั่ว-แคลเซียมกับอุณหภูมิที่ใช้งาน โดยถือว่าที่อุณหภูมิ 77 F(25 C) คุณสมบัติต่าง ๆ เป็น 100% จะเห็นว่าถ้าหากอุณหภูมิที่ใช้งานสูงขึ้น กระแสในการชาร์จ, ปริมาณแก๊ซ, และการเติมน้ำจะต้องเพิ่มขึ้นในขณะที่อายุการใช้งานของแบตเตอร์รี่จะต่ำลง

แผนภูมที่ 2.4 ผลของอุณหภูมิในการใช้งานแบตเตอร์รี่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.5 คุณสมบัติในการจ่ายกระแสของแบตเตอรี่

คุณลักษณะที่สำคัญประการหนึ่งของแบตเตอรี่ก็คือ ปริมาณกระแสที่จะจ่ายออกมาได้ซึ่งกำหนดได้โดยแรงดันแรกเริ่มและแรงดันสุดท้าย (ซึ่งถือว่าเป็นแรงดันต่ำที่สุดที่ยอมรับได้ในขณะที่เซลล์ยังคงจ่ายกระแสอยู่) โดยเฉลี่ยทั่วไปแล้วแรงดันแรกเริ่มจะมีค่าประมาณ2.0และ1.2โวลต์/เซลสำหรับลีด-แอซิดและนิเคิลแคดเมียมส่วนแรงดันสุดท้ายนั้นจะยอมรับให้มีค่าประมาณ 1.75 และ 1.0 โวลต์/เซลของแบตเตอรี่แต่ละชนิดตามลำดับ

2.6.2.6 อัตราในการจ่ายกระแส

ดังที่ได้กล่าวไปบ้างแล้วในตอนต้น ความจุของแบตเตอร์รี่นั้นจะบอกหน่วยของ Ah (แอมป์-ชั่วโมง) โดยใช้ฐาน 8 ชั่วโมงเป็นหลัก ซึ่งถ้าหากว่าไม่ทราบว่าใช้ฐานอะไรเป็นหลักแล้ว การรู้ความจุของแบตเตอรี่ก็ดูเหมือนจะไม่มีประโยชน์อะไรเท่าไหร่เลย คำอีกคำหนึ่งที่มักจะใช้อยู่เสมอในวงการแบตเตอรี่ก็คือ"C RATE "หรือ CAPACITY RATE เป็นแบตเตอรี่ขนาด 120 A.h การจ่ายกระแส 120/8 หรือ 15แอมป์/ชั่วโมง นั้นถือว่าคือ 1C หรือถ้าจ่ายให้ 30แอมป์ก็หมายถึง 2 C เป็นต้น อีกประการหนึ่งตัวเลข 120 A.h ที่กล่าวไปแล้วนั้นเป็นความจุของแบตเตอรี่ เมื่อให้จ่ายกระแสนาน 8 ชั่วโมง ถ้าหากว่าการให้แบตเตอร์รี่จ่ายพลังงานให้หมดในเวลายิ่งเร็วเท่าไร ความจุของแบตเตอร์รี่ก็จะยิ่งลดลงมากขึ้น ซึ่งตารางที่ 10.1 จะแสดงถึงผลดังกล่าวนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 แสดงความจุในการจ่ายกระแสของเซลล์ที่ให้จ่ายกระแสในเวลาต่าง ๆ กัน

DISCHARGE TIRAE	LEAD ACID		NICKEL CADMIUM	
	AMPERES	%OF8HR-RATING	AMPERES	%OF8HR-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
5 MIN.	148	10.3	380	26.3

2.6.2.7 การประจุแบตเตอรี่

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

การกำหนดอัตราการประจุ หรือกระแสประจุหรือกระแสประจุของแบตเตอร์รี่นั้น จะขึ้นอยู่กับว่าแบตเตอรี่จะสามารถทนกระแสชาร์จที่สูงได้เพียงไร ถ้าหากว่ากระแสสูงเกินไปทั้งแบตเตอรี่ชนิดลีด-แอซิดหรือนิเคิล-แคดเมียมจะเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมือนกันโดยเฉพาะในตอนที่ประจุเกิน(OVER CHARGE)ก็จะทำให้เกิดแก๊ซเนื่องจากอิเลคโตรไลต์ จะทำให้น้ำแตกตัวเป็นไฮโดรเจนและออกซิเจนโดยความจริงแล้วการเกิดแก๊ซเพียงเล็กน้อยจะเป็นสิ่งดีสำหรับลีด-แอซิด เพราจะทำให้ไม่เกิดการตกเป็นชั้นของอิเลคโตรเลต์ (STRATIFICATION) เทคนิคอย่างอนึ่งในการที่ทำให้อายุการใช้งานแบตเตอร์รี่นานที่สุดนั้น การประจุแบตเตอร์รี่จะแยกเป็น 2 อัตรา คือการประจุอย่างเร็วและประจุอย่างช้า ในการประจุอย่างเร็วนั้นสามารถที่จะประจุกระแสได้สูงประมาณ 5C(หรือต่ำกว่านี้ก็ได้)เมื่อแบตเตอร์รี่เต็มแล้ว(แรงดันในการชาร์จแรงดันโฟล้ทและความถ่วงจำเพาะของอิเลคโตรไลต์ของแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ ในการชาร์จ

ตารางที่ 2.11แรงดันในการชาร์จและความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่ชนิดต่าง 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 BATTRIES RATED AT 1.210 SPECIFIC GRAVITY	
2.43 FOR BATTRIES RATED AT 1.250 SPECIFIC GRAVITY	
2.50 FOR BATTRIES RATED AT 1.300 SPECIFIC GRAVITY	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BATTERY TYPE	NOCAINAL VOLTAGE	HIGH CHARGE RANGE	FLOAT RANGE	SPEDIFIC GRAVITY
NICKEL		1.50-	1.40-	1.1880+-
CADMIUM	1.2	1.65	1.42	0.020
LEAD		2.33-	2.15-	
ANTIMONY	2.0	2.39	2.17	1.210+
LEAD		2.33	2.20	
CALCIUM	2.0	2.39	2.25	1.210+

*VARIN IN PROPORTION TO CHARGE STATE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.8 แบตเตอร์รี่อื่น ๆ

ส่วนเก็บสะสมพลังงานซึ่งใช้แบตเตอร์รี่นั้น ลีด-แอซิดจะเป็นชนิดที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุด แต่เนื่องจากแบตเตอร์รี่ชนิดดังกล่าวนี้ เป็นแบตเตอร์รี่ที่มีขนาดใหญ่และราคา/วัตต์ มีค่าสูง ได้มีการศึกษาและพัฒนาโดยใช้วัตถุดิบอย่างอื่น ซึ่งแสดงในตารางนี้

ตารางที่ 2.12 แบตเตอร์รี่ชนิดต่าง ๆ ที่มีการพัฒนาใช้ในการเก็บพลังงาน

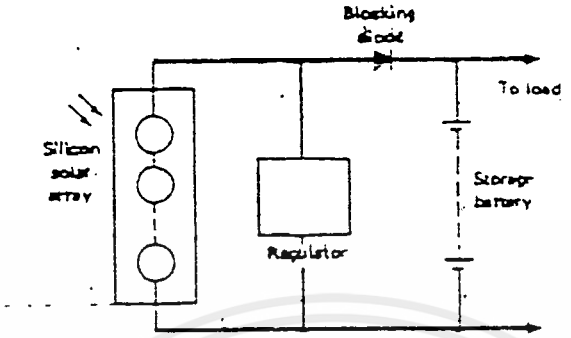
ADVANCED BATTERY	ACTIVE MTERIALES COST S/k Wh	CELL ENERGY DENSITY Wh/Kg	DEMONTRATED BATTERY SIZE kWh
LEAD-ACID	8.5	25	LARGE
SODIUM-SULFUR	0.5	150	100
ZINC-CHLORINE	0.85	100	50
ZINC-BROMIAC	1.7	90	80
LRON REDOX	1.0	85	20

โซเดียม-ซัลเฟอร์หรือเรียกกันว่าเบต้าแบตเตอร์รี่ เพราะใช้เบต้าอลูมินาเป็นอิเลคโตรไลต์โดยใช้ช่วงจ่ายพลังงานทั้งโซเดียมและซัลเฟอร์ จะรวมตัวกันเป็นโซเดียมโพลีซัลไฟต์ ข้อดีของแบตเตอรี่ชนิดนี้ก็คือจะใช้งานที่อุณหภูมิ 300-350 C ส่วนอีก 3 ชนิดที่เหลือนั้นกำลังอยู่ในช่วงวิจัย เพื่อจะให้ใช้งานได้ดีในทางการค้า

2.6.3 ข้อพิจารณาเกี่ยวกับแบตเตอรี่ในระบบการใช้งานเดี่ยว

ปกติแล้วในท้องที่ห่างไกลระบบของเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถจะใช้งานร่วมกับแหล่งจ่ายพลังงานสำรอง(ดูรูปที่ 2.21)ได้ระบบจึงกลายเป็น "STAND ALONE UNIT" ไป ซึ่ง รูปที่ 2.21 จะแสดงตัวอย่างการใช้งานแผงเซลล์ในระบบเดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.21 วงจรตัวอย่างของเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบใช้งานเดี่ยว

ในการเลือกความจุของแบตเตอรี่นั้น จะต้องพิจารณาถึงสถานที่ใช้งาน, ฤดูกาล, และมุมที่ทำกับแสงอาทิตย์เป็นต้น เช่น ต้องการให้เก็บพลังงานได้พอสำหรับที่จะจ่ายโหลด 100 วัตต์ได้ 15 วัน อย่างต่อเนื่องโดยการให้แบตเตอรี่จ่ายพลังงานไปเพียง 25% (ยอมรับได้มากที่สุด 50%) ของพลังงานเก็บสะสม การเลือกแบตเตอรี่จะหาได้จาก

$$\text{ความต้องการของโหลด} = \frac{100 \times 24}{12}$$

$$= 200 \text{ Ah/วัน}$$

$$\text{ความจุแบตเตอร์รี่} = 200 \times 15$$

$$= 3000 \text{ /Ah}$$

เมื่อค่าการจ่ายกระแสแค่ 25 %

$$\text{ความจุแบตเตอร์รี่ที่ใช้} = 3000 \times 1.25$$

$$= 4000 \times \text{Ah}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 วงจรควบคุมกำลังและเปลี่ยนรูปพลังงาน

กำลังเอาท์พุทจากแผงเซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจากคุณสมบัติของตัวเซลล์เอง เช่น กระแสจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้น หรือแรงดันของเซลล์จะตกลงเมื่อตัวเซลล์ร้อนขึ้นเป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจุดที่จะให้พลังงานสูงสุดเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การที่จะทำให้สามารถดึงกำลังจากตำแหน่งพลังงานสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ จะต้องใช้วงจรอิเลคทรอนิคส์ซึ่งออกแบบเป็นพิเศษที่เรียกว่า "MP TRACKING"

อนึ่ง ในทำนองเดียวกันถ้าหากแรงดันที่จ่ายจากเซลล์มีค่าไม่คงที่ ในกรณีที่แรงดันของเซลล์ต่ำกว่าแรงดันแบตเตอรี่จะทำให้กระแสจากแบตเตอรี่ไหลกลับเข้าสู่เซลล์ได้ในตอนกลางคืน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมี "BLOCKING DIODE" ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่จะทำหน้าที่บังคับให้กระแสไหลในทิศทางเดียว คือไหลออกจากเซลล์เท่านั้นสิ่งที่ต้องระวังอีกอย่างหนึ่งในการประจุแบตเตอร์รี่ก็คือการประจุด้วยแรงดันเกิน (OVER CHARGE) ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่เสียหายได้ วงจรที่ทำหน้าที่ในการควบคุมแรงดันเพื่อประจุแบตเตอรี่นี้เรียกว่า เรคกูเลเตอร์ จากแบตเตอรี่ในบางครั้งสามารถที่จะจ่ายกำลังให้กับโหลดได้เลย ถ้าหากโหลดต้องการกระแสไฟตรง ในกรณีของระบบใหญ่ ๆ จะต้องแปลงไฟตรงให้กลายเป็นไฟสลับขนาดความถี่ 50-60 เฮิร์ตซึ่งใช้กันทั่วไปในกรณีเช่นนี้อินเวอร์เตอร์จะถูกนำมาใช้ซึ่งอินเวอร์เตอร์เองก็มีหลายขนาดกำลัง และหลายวิธีการเช่นในระบบใหญ่มาก ๆ จะต้องใช้ระบบไฟเป็น 3 เฟส อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ก็ต้องเป็นแบบ 3 เฟส เช่นกัน ซึ่งระบบที่ใหญ่จะยุ่งยากแบะซับซ้อนยิ่งขึ้น

2.6.5 วงจรประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่ในรูปแบบหนึ่ง

2.6.5.1 หลักการทำงาน

วงจรนี้เป็นวงจรเครื่องอัดแบตเตอร์รี่นิกเกิล-แคดเมี่ยมซึ่งใช้ IC เบอร์ 555 เป็นอุปกรณ์สำคัญทำให้วงจรนี้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและอัตโนมัติ

หากต้องการทราบว่าแบตเตอร์รี่ถูกอัดเต็มหรือยังทำได้โดยการวัดแรงดันของแบตเตอรี่ แต่วิธีนี้จะถูกต้องก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของแบตเตอรี่คงที่เมื่อไฟเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงแก้ไขโดยติด D5 ไว้ใกล้กับแบตเตอรี่เพื่อชดเชยทางการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของแบตเตอรี่อย่างไรก็ตามถ้าอุณหภูมิของห้องเปลี่ยนแปลงไปมาก ก็อาจต้องปรับ P1 ช่วยด้วย IC เบอร์ 555 มีขาสัญญาณอินพุตอยู่ 2 ขา ขา 6 จะทำให้ขาสัญญาณออก (ขา 3) เป็น "0" ถ้าแรงดันที่ขานี้มากกว่าแรงดันที่ขา 5 ซึ่งถูกกำหนดโดยซีเนอร์ไดโอด D5 อีกขาหนึ่งคือขา 2 สัญญาณอินพุตที่ขานี้จะทำให้ขา 3 กลับมีแรงดันสูงอีกครั้งถ้าแรงดันที่ขา 2 นี้ลดลงเกินครึ่งหนึ่งของแรงดันซีเนอร์ แรงดันของแบตเตอรี่ที่จะทำให้เครื่องประจุนี้ทำงานและหยุด สามารถปรับได้ที่ P1 และ P2 ตามลำดับอย่างไรก็ดีแม้วงจรจะหยุดทำงาน แบตเตอรี่ก็จะถูกประจุด้วยกระแสต่ำ ๆ ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อชดเชยการสูญเสียเนื่องจากการรั่วของกระแสภายในตัวแบตเตอรี่เอง D3 และ D4 เป็น LED ที่ใช้แสดงว่าเครื่องประจุนี้กำบังทำงานหรือไม่ วิธีการปรับเครื่องสำหรับการประจุไฟกับแบตเตอร์รี่แบบต่าง ๆ มีดังนี้ P1 สำหรับปรับแรงดันสูงสุดที่จะหยุดการประจุ (สำหรับ P2 นั้นปรับครั้งแรกครั้งเดียวก็เพียงพอแล้ว) กระแสขณะประจุกำหนดโดย R2 ซึ่งหาได้จาก

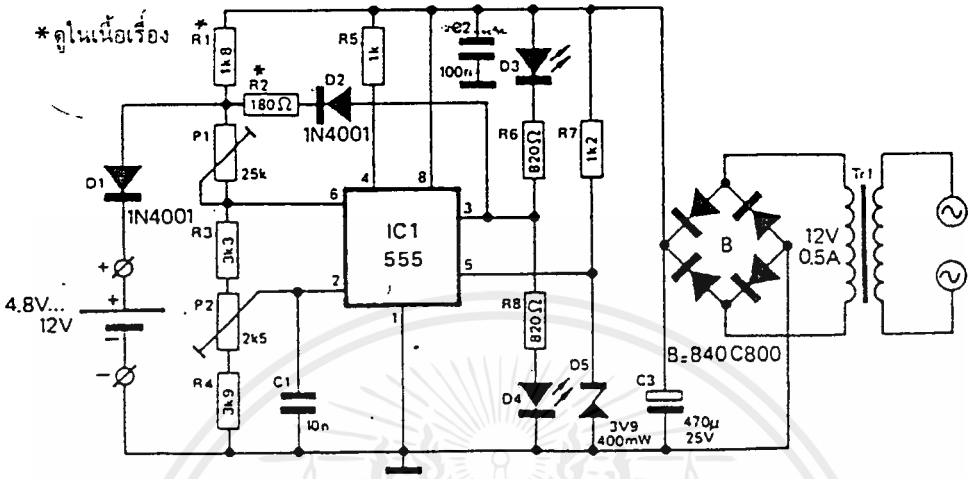
$$R2 = \frac{\text{16-V แบตเตอร์รี่}}{1\ \text{xit06}}$$

ควรระวังว่ากระแสที่ประจุต้องไม่เกิน 200 mA เพราะ IC จะทนไม่ได้กระแสที่จะประจุขณะที่วงจรหยุดเพื่อรักษาแบตเตอร์รี่ให้เต็มอยู่เสมอกำหนดได้ด้วยค่า R1

วิธีง่ายที่สุดที่จะปรับ P1 และ P2 คือต่อแหล่งจ่ายไฟตรงปรับค่าได้แทนแบตเตอร์รี่โดยอนุกรมแหล่งจ่ายไฟนี้เข้ากับตัวต้านทานที่ทนกำลังวัตต์ได้สูงวัดแรงดันที่ขาแคโทดของ D1 แล้วปรับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟให้เท่ากับค่าสูงสุดที่ต้องการประจุแล้วปรับ P1 จน D3 เริ่มติดพอดี เสร็จแล้วเปลี่ยนแรงดันของแหล่งจ่ายไฟให้เท่ากับแรงดันที่ต้องการให้แบตเตอรี่เริ่มประจุแล้วจึงปรับ P2 จน D4 เริ่มติดพอดีถ้าปรับ P2 ไม่ถูกต้องวงจรจะทำงานและหยุดสลับกันไปมาตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5.2 ลักษณะของวงจร



ภาพที่ 2.22 แสดงลักษณะของวงจร

2.7 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบควบคุมการทำงาน

2.7.1 สวิตช์ (SWITCH)

สวิตช์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ เปิด-ปิด ทางเดินไฟฟ้าโดยจะทำหน้าที่ตัดและต่อสายให้ขาดจากกันจากการรวบรวมข้อมูลทำให้ผู้วิจัยสามารถแยกสวิตช์ได้ดังนี้คือ

2.7.1.1 สวิตช์ธรรมดาขั้วเดียว

สวิตช์ธรรมดาเป็นสวิตช์ที่นำมาใช้ในการตัด-ต่อ ทางเดินไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารบ้านเรือนและอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยทั่วไป ลักษณะการใช้งานในการเปิด-ปิดทำได้โดยการใช้นิ้วมือกดให้กลไกมองสวิตช์พลิกไปอีกทางหนึ่ง ก็จะเป็นการต่อทางเดินไฟฟ้าและหากจะทำการปิดก็ให้พลิกกลับมาในตำแหน่งเดิมก่อนการเปิด

2.7.1.2 สวิตช์กดเด้ง (PUSH BUTTON)

สวิตช์กดเด้งมี 3 แบบ คือ

1. แบบกดต่อ ปล่อยขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบกดขาด ปล่อยต่อ

3. แบบกดครั้งแรกต่อ กดอีกทีขาด

2.7.1.3 สวิตช์เลื่อน (SLIDE SWITCH)

สวิตช์เลื่อน แบ่งตามขนาดของขามี 2 แบบ

1. สวิตช์ 3 ขา เป็นสวิตช์ขั้วเดียวขาคู่ มีขากลางต่อกับขาหนึ่งและขาดกับอีกขาหนึ่ง เมื่อเลื่อนขั้วขากลางจะกลับไปต่อกับอีกขาหนึ่ง และขาดที่ขาที่เดิมต่ออยู่

2. สวิตช์ 6 ขา เป็นสวิตช์ขั้คู่ขาคู่มีลักษณะเป็นสวิตช์ 3 ขา 2 ตัว โดยใช้เลื่อนอันเดียวกัน

2.7.1.4 สวิตช์โยก (TOGGLE SWITCH)

สวิตช์โยกเป็นสวิตช์แบบเดียวกับสวิตช์เลื่อนแต่มีสปริงดึงให้ขั้วต่อหรือจากกันอย่างรวดเร็ว (SNAP ACTION) เพื่อลดการสึกกร่อนของขั้วต่อ

2.7.1.5 สวิตช์จิ๋ว (MICRO SWITCH) เป็นสวิตช์ที่เชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสได้หลายๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดีลักษณะสวิตช์จะทำงานโดยการกดเบา ๆ ที่คานของปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบเพื่อทำหน้าที่กดสวิตช์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปที่จะใช้มือกดได้สะดวก ไมโครสวิตช์นี้ มีหลายชนิดจำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2-3 ขาขึ้นไป สวิตช์นี้ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างต่าง ๆ รูปร่างของไมโครสวิตช์มีแตกต่างกันไป ตามสถานะการณ์ที่ใช้

2.7.1.6 สวิตช์หมุน (ROTARY SWITCH)

เป็นสวิตช์ที่ใช้ขั้วต่อติดบนแผ่นฉนวน เช่นแบคกาไลท์ที่ขั้วโยกจะมีขั้วต่อให้หมุนไปแตะกับขั้วต่อที่อยู่กับที่ มีหลายขั้วและมีทั้งแบบหลายชั้น

2.7.1.7 รีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้า (DLECTROMACNATIC RELEY)

สวิตช์นี้ใช้ไฟฟ้าทำงานโดยป้อนไฟฟ้าเข้าขอลวด เพื่อให้แกนเหล็กอ่อนเป็นแม่เหล็ก ดึงแผ่นเหล็กซึ่งติดกับขั้วต่อของไฟให้ต่อหรือขาดจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.8 สวิตช์ลิ้น (REED SWITCH)

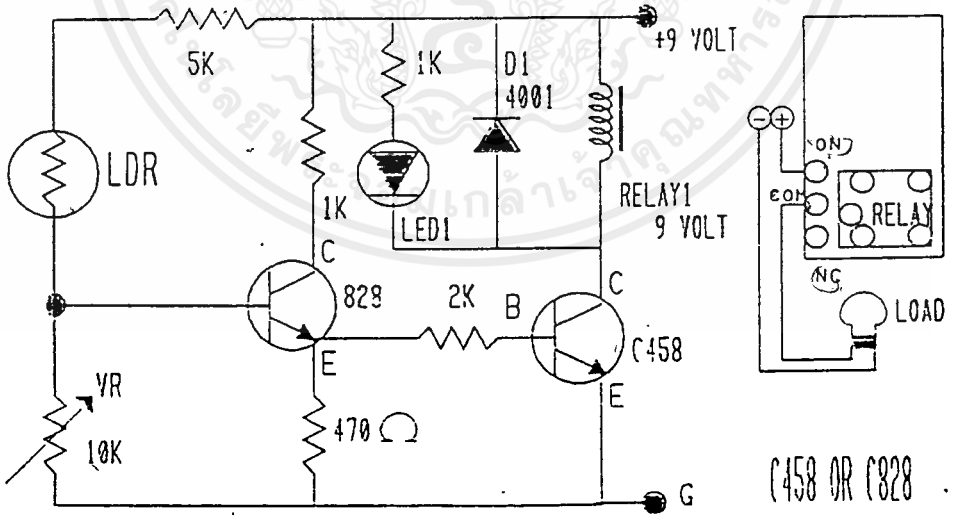
เป็นสวิตช์ที่ใช้ลิ้นโลหะเส้นหนึ่งเป็นแม่เหล็ก อีกลิ้นหนึ่งเป็นโลหะไม่เป็นแม่เหล็ก บรรจุภายในหลอดแก้วภาที่ใส่ก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจน เพื่อลดการสันดาปทำให้ขั้วต่อสึกกร่อนช้าลง สวิตช์ลิ้นจะทำงานโดยสนามแม่เหล็ก เมื่อนำแม่เหล็กเข้าใกล้ สวิตช์จะต่อเมื่อเอาแม่เหล็กออกมาขั้วต่อจะขาดออกจากกัน สวิตช์ลิ้นจะใช้ได้กับไฟกระแสต่ำ

2.7.2 วงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสง รูปแบบที่ 1

2.7.2.1 หลักการทำงาน

วงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสงนี้เป็นวงจรที่ทำงานโดยการที่ TR เบอร์ 2 SC 828 เป็นตัวตรวจจับแสงภาที่มากระทบตัว LDR เมื่อ LDRได้รับแสงแรงไฟที่ขา E จะสูงขึ้นพร้อมกับขา B เมื่อสูงถึงระดับหนึ่งจะทำให้ TR2SC 458 นำกระแสรีเรย์ก็จะทำงานดูดหน้าสัมผัสตำแหน่ง COM ลงมาติดกับตำแหน่ง NO VR4.7-5K จะเป็นตัวปรับความไววงจร LED จะติดสว่างเมื่อรีเรย์ทำงานเพื่อเป็นตัวบอกสภาวะการเปิด-ปิด ของวงจร วงจนรี้ใช้ไฟ 9 โวลต์ R ทุกตัว ใช้ค่า 1/4 WATT

2.7.2.2 ลักษณะของวงจร



ภาพที่ 2.23 แสดงลักษณะของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 วงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสง รูปแบบที่ 2

2.7.3.1 หลักการทำงาน

วงจรจะทำงานตามหลักการที่ว่ามาได้ต้องมีตัวรับรู้ว่ามีแสงหรือไม่เราจึงใช้ LRD (บางคนเรียกโฟโตเซล ซึ่งอาจเกิดการเข้าใจผิดได้เพราะโฟโตเซลมี 2 อย่างคือแบบที่กำเนิดแรงดันตามปริมาณแสง และแบบเปลี่ยนค่าความต้านทานตามปริมาณแสง) ซึ่งเป็นตัวต้านทานที่มีค่าแปรตามแสงโดยในที่มีแสงสว่างค่าความต้านทานจะลดลงเหลือน้อยมาก บางทีอาจไม่ถึง 1 โอห์มแต่ในที่มืดสนิทความต้านทานจะเพิ่มขึ้นไปได้มากกว่า 20 เมกกะโอห์มเราต่อ LDR เข้ากับ Q1,R1 และ C1 ตามวงจรในรูปที่ 1 ดังนั้นถ้ามีแสงตกลงบน LDR เมื่อไรความต้านทานของ LDR จะลดลง ทำให้กระแสไหลผ่าน LDRไปเข้าขาเบสของ Q1 มากขึ้นจน Q1ทำงานเต็มที่แรงดันที่ขาอิมิเตอร์ของ Q1จะเกือบเท่ากับ 5 โวลต์ ตามที่จ่ายมาจากภาคจ่ายไฟพอแสงที่ตกลงบน LDR หายไป Q ก็หยุดทำงาน แรงดันที่ขาอิมิตเตอร์ของ Q1จะตกลงไปที่ 0โวลต์ C1ที่ต่อไว้เพื่อกันสัญญาณรบกวนจากการปิดเปิดสวิตช์ต่างๆ

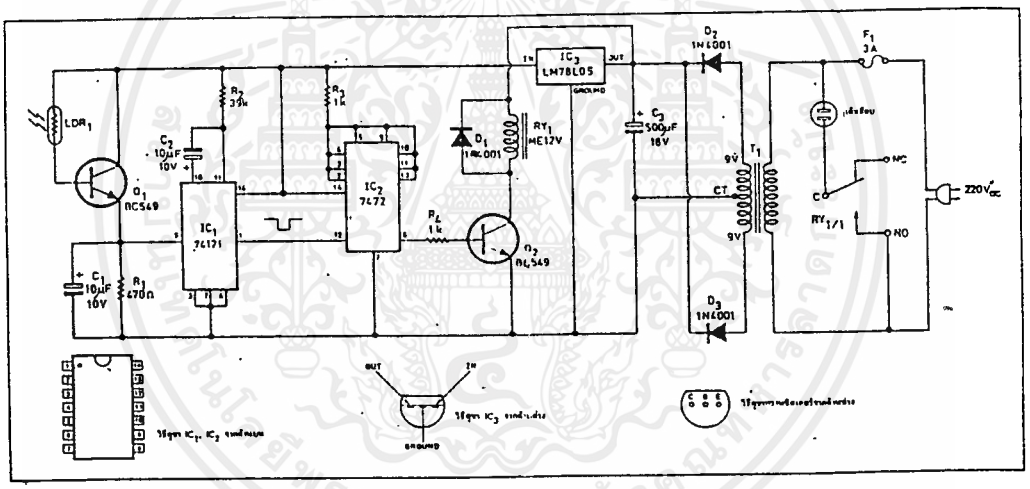
ขาอิมิตเตอร์ของ Q ต่อกับขา 5 ของ IC เบอร์ 74121 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรโมโนสเตเบิ้ลหรือก็คือเอาท์พุทของมันที่ขา 1 จะเป็น 5 โวลต์ในเวลาที่ขา 5 เป็น 0 โวลต์ พอขา 5 มีการเปลี่ยนแปลงจาก 5 โวลต์เป็น 0 โวลต์ ขา 1 จะเปลี่ยนกลับเป็น 0 โวลต์ เป็นเวลา 1/4 วินาที(ช่วงเวลานี้ขึ้นกับค่าของ R2 และ C2 ถ้า R2 หรือ C2 มากขึ้นช่วงเวลาก็จะยาวขึ้น) การเปลี่ยนแปลงอื่นใดที่ขา 5 จะไม่มีผลต่อขา 1 นอกจากการเปลี่ยนแปลงจาก 0 โวลต์เป็น 5 โวลต์เท่านั้นและถ้าการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ขา 1 เป็น 0 โวลต์ก็จะไม่มีผลอะไรเช่นกัน

การที่ต้องมีวงจรโมโนสเตเบิ้ลด้วยก็เพราะว่าในขณะที่เราฉายไฟกำลังจะผ่าน LDR ไป ความเข้มแสงที่ลดลงจะมีช่วงหนึ่งอยู่ระหว่างกลางที่ Q1 ตัดสินไม่ได้ว่ามีแสงหรือไม่มีแสง มันจะมีสถานะเพียงครึ่ง ๆ กลาง ๆ การทำงานของ IC1 ก็จะผิดพลาดทันที ด้วยคุณสมบัติที่กล่าวมาแล้วของ IC1 ที่ว่าในช่วงที่ขาที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 0 โวลต์ การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ทางขา 5 จะไม่มีผลต่อ IC1ดังนั้นช่วงที่ Q ทำงานครึ่งๆ กลางๆ ก็จะไม่มีผลต่อ IC1 เลยในช่วงวินาทีนั้น ถ้าดูโดยรวมๆ แล้วเราก็จะได้ว่า ฉายไฟทีหนึ่งสัญญาณจากขา 1 ตกจาก 5 โวลต์เป็น 0 โวลต์ เป็นเวลา 1/4 วินาที

2.7.3.2 ลักษณะของวงจร



ภาพที่ 2.24 แสดงลักษณะของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการติดตั้งโคมไฟภายในสวน, สนามหญ้า

2.8.1 การกำหนดทางเดินภายในสวน, สนามหญ้า

การกำหนดทางเดินภายในและภายนอกตัวบ้านให้สอดคล้องกันเป็นสิ่งแรกที่ควรทำ โดยสังเกตจากทางเข้าออกตัวบ้านพยายามจัดวางทางเดินให้ได้โดยรอบตัวบ้านจากหน้าบ้านไปหลังบ้าน จากหลังบ้านมาหน้าบ้าน ทางเดินไปศาลพระภูมิ ทางเดินไปที่ตากผ้าสนามเด็กเล่นหรือเดินผ่านสวน ชมสวน จัดให้ระบบการเดินไหลเวียนไปได้เรื่อย ๆ ไม่ติดขัด เช่น ถ้าลงจากหลังบ้านไปยังศาลพระภูมิเพื่อกราบไหว้ไม่ควรต้องผ่านภายในบ้านอีก ในทำนองเดียวกันคนที่อยู่ภายในบ้านก็ไปที่ศาลพระภูมิได้เลยโดยไม่ต้องออกไปทางหลังบ้านก่อน

ตำแหน่งทิศทางการเดินอาจนำมาเชื่อมต่อกันเข้าตามจุดที่เหมาะสมและไม่ทำให้พื้นที่สนามเสียไป เช่นไม่ทำให้สนามถูกแบ่งไปเป็นหบายส่วนเกินไป ควรให้ทางเดินสัมพันธ์กับแนวอาคารเอาไว้

ทางเดินที่ผ่านเข้าไปชมสวนควรมีจุดมุ่งหมาย เช่นเดินไปยังศาลาที่พักสนามเด็กเล่นในสวน นั่งพักแล้วเดินกลับมาทางเดินหรือจะทำเป็นทางเดินวนรอบสวนก็ได้ถ้าสนามหญ้ากว้างใหญ่พอ เมื่อถึงจุดที่ต้องการแล้วก็ทำทางย่อยแยกออกไปก็ได้ อย่าทำศาลาที่พักไว้กลางทางเดินเพราะเมื่อมีผู้เดินผ่านอาจจะรบกวนผู้ที่นั่งอยู่ในศาลาได้

ไม่ควรทำทางเดินที่ไร้จุดหมาย เช่น ทำทางเดินไปเรื่อย ๆ แล้วไปพบกำแพงขวางทางอยู่ มีวิธีเดียวที่จะทำได้คือหันหลังกลับ ทำให้ผู้เดินงงเพราะไม่ทราบว่าทางจะตันเช่นนี้ หรืออาจจะสงสัยว่ามีช่องลับที่จะไปได้อีกกระมัง ลักษณะเช่นนี้ควรทำทางเดินวนกลับมาที่เก่าจะดีกว่า

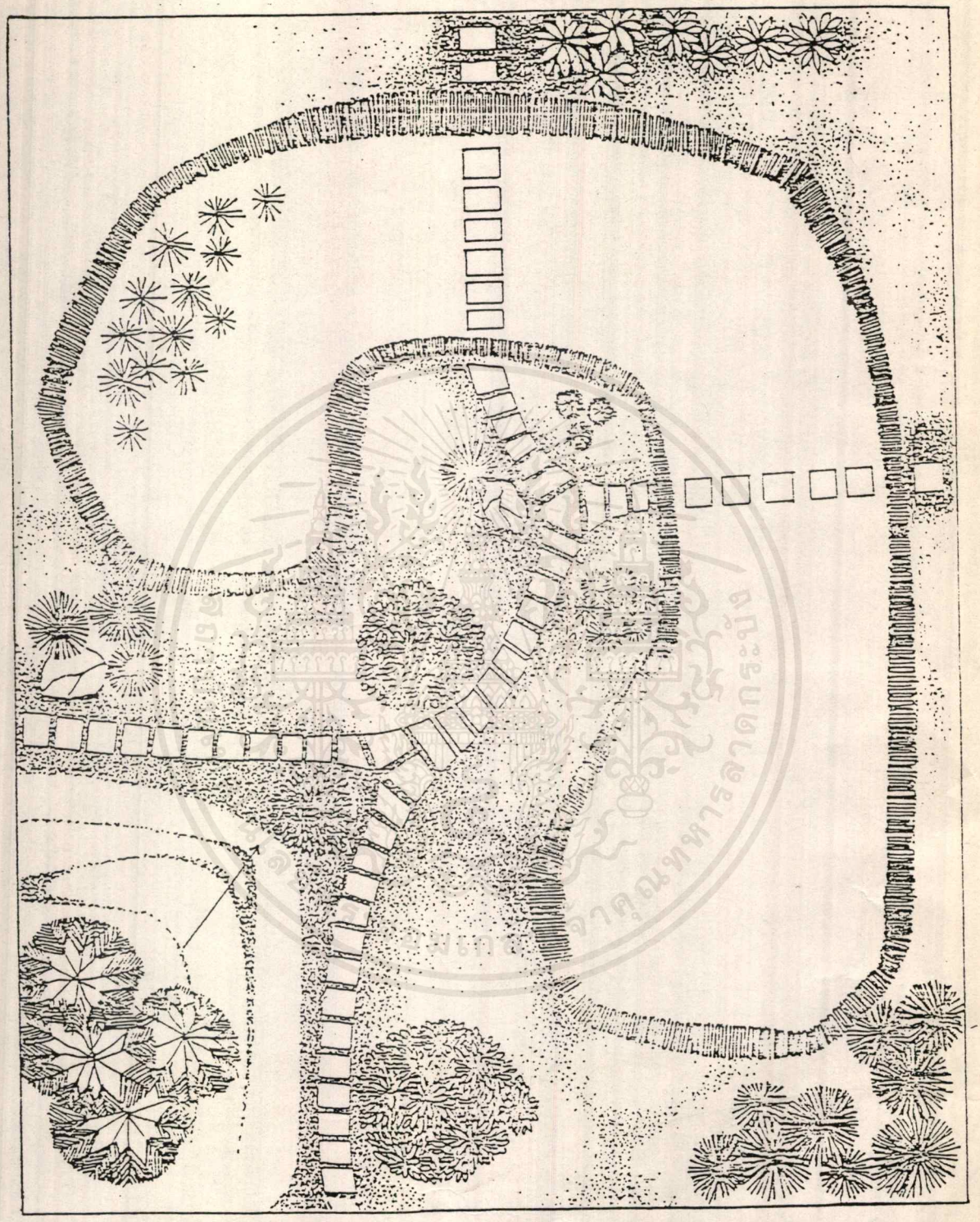
ทางเดินที่มีคนเหยียบย่ำมากควรออกแบบให้ปูทางเท้าด้วยวัสดุปูพื้นแข็งเช่น ศิลาแลง, อิฐ, หินกาบหรือหินล้าง เพราะถ้าเดินบนหญ้าหญ้าจะตายเป็นแนวทางเดินที่คนเดินผ่านน้อยปูแผ่นเดียวก็พอ (ประมาณ 40 ซม.) ถ้ามีคนเดินผ่านมากก็อาจปูให้กว้าง 2-3 แผ่นก็ได้ ถ้าปูทางเท้าต่อกันไปเรื่อย ๆ ก็ไม่มีปัญหาแต่ถ้าเว้นช่องควรให้จุดศูนย์กลางของแผ่นห่างกัน 60 ซม. จึงจะเป็นขนาดมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จะเดินได้สะดวกโดยไม่สั้นหรือยาวเกินไป

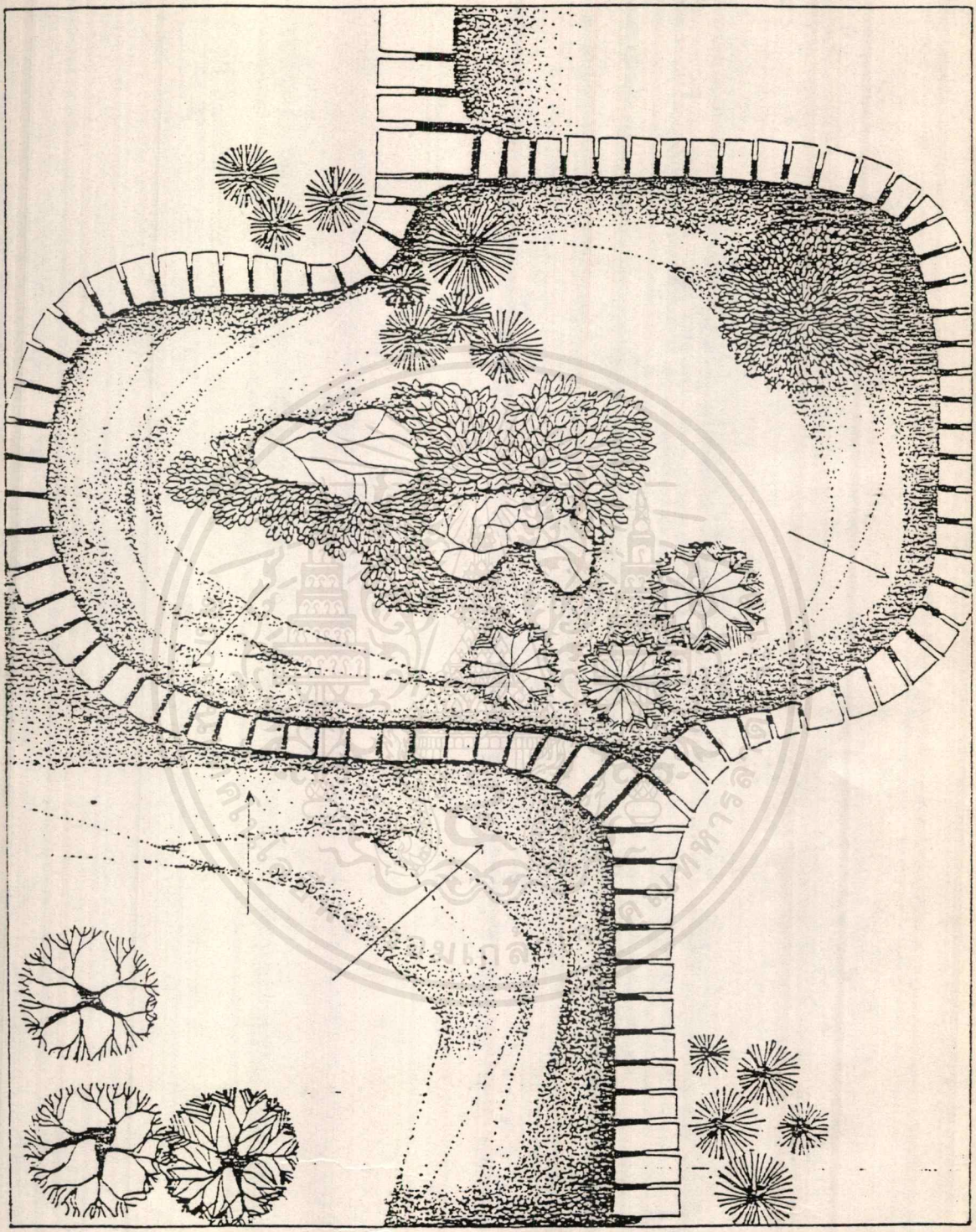
รูปแบบของทางเดินในสวนก็คล้อยตามรูปแบบของสวนที่ต้องการ เช่นถ้าสวนเป็นแบบสวนประดิษฐ์ ก็จะทำทางเดินเป็นรูปร่างทางเรขาคณิต รูปตรงหักมุมเหลี่ยม หรือเป็นวงกลมก็ได้ แต่ถ้าเป็นสวนแบบธรรมชาติ ทางเดินก็จะเป็นรูปร่างโค้ง คดเคี้ยวไปมาเหมือนน้ำไหลเอื่อย ๆ ผ่านตำแหน่งที่ต้องการให้พอเหมาะ ส่วนรูปร่างลักษณะของทางเดินเป็นอย่างไรนั้นดูรายละเอียดในเรื่องทางเดินในสวนอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



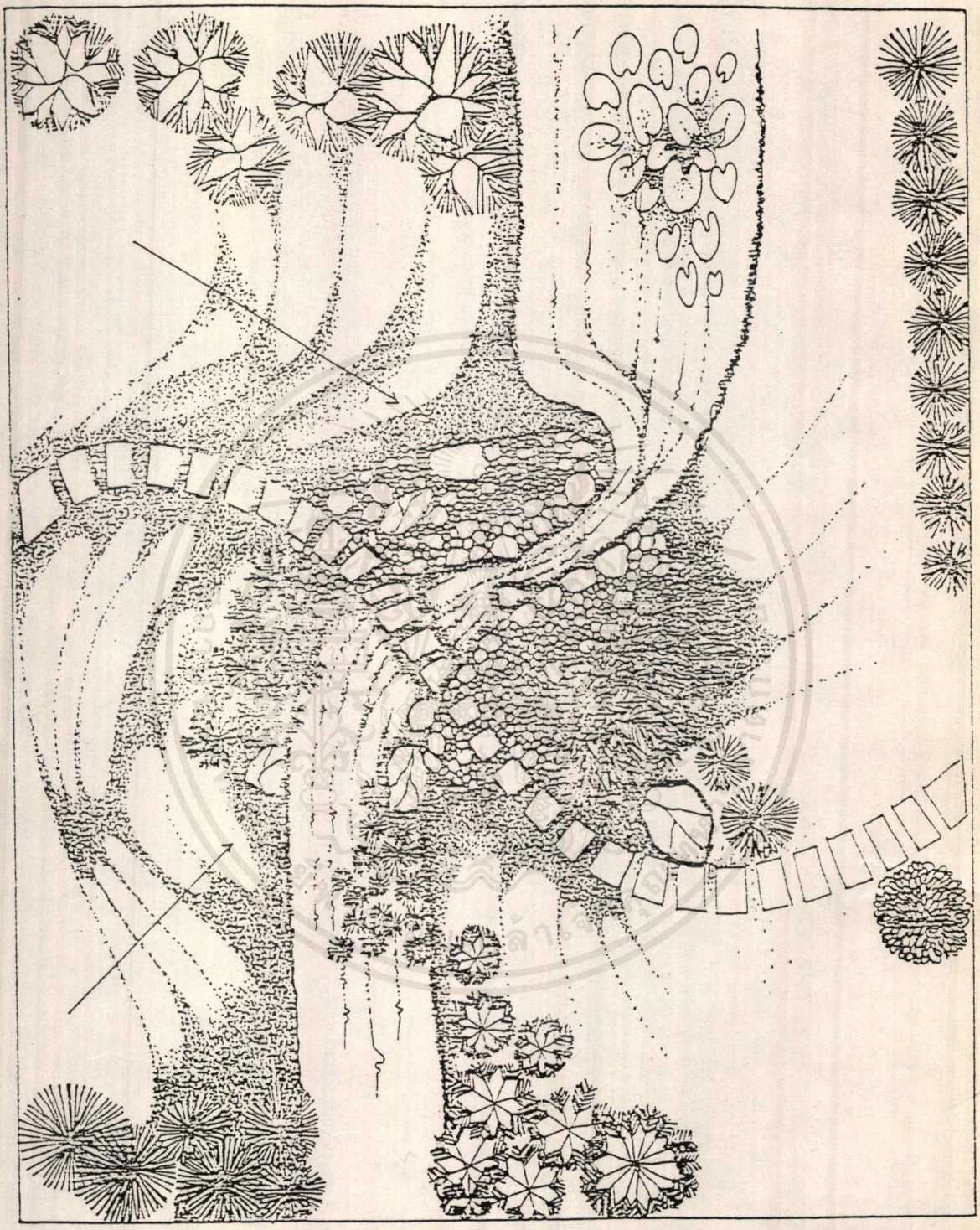
ภาพที่ 2.25 แสดงตัวอย่างในการจัดวางทางเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.26 แสดงตัวอย่างในการจัดวางทางเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.27 แสดงตัวอย่างในการจัดวางทางเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 แสงไฟภายในสวน (LIGHT)

2.8.2.1 การติดตั้งไฟในสวนนั้นมีจุดหมาย เพื่อ

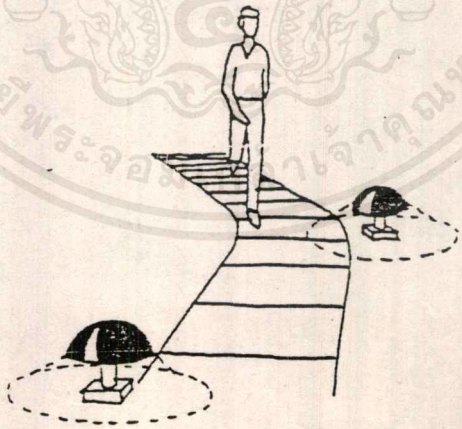
1. เพิ่มเวลาพักผ่อนภายในบ้านให้มาก

2. เพื่อให้ความปลอดภัยและอบอุ่นใจในการใช้สวนในเวลากลางคืน

3. เพื่อให้เกิดผลเป็นพิเศษ เช่น ให้แสงสี, แสงเงาของต้นไม้และบ้าน

2.8.2.2 การติดตั้งไฟในสวนโดยทั่วไปแล้วมักจะใช้ไฟจากหลังคาโรงรถ หรือชายคาบ้าน จึงมีแสงสว่างที่สว่างจ้าเกินไปจากหลอดฟลูออเรสเซนส์ ทำให้สวนขาดความสวยงามไปมาก จึงควรติดตั้งไฟตามจุดต่าง ๆ ภายในสวน และเลือกชนิดของไฟตามความเหมาะสม ซึ่งมี 5 ชนิดคือ

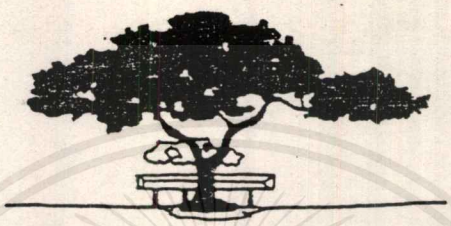
1. ไฟตามทางเดิน (WALKLIGHT) เพื่อความสวยงามและความปลอดภัยและควรติดตั้งตามจุดต่าง ๆ เพื่อที่จะเตือนผู้ที่กำลังเดินทราบว่าทิศทางของการเดินเริ่มจะเปลี่ยนแปลงแล้วหรือเปลี่ยนระดับจากสูงมาเป็นต่ำเป็นต้น



ภาพที่ 2.28 ไฟตามทางเดิน

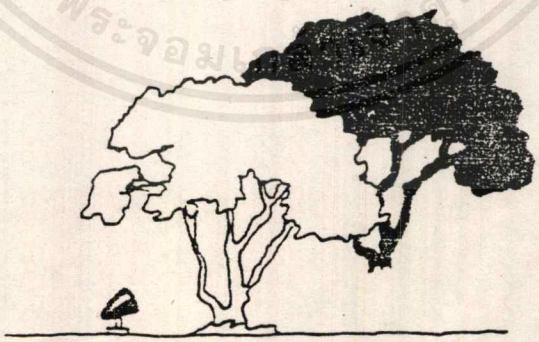
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไฟที่ทำให้เกิดรูปทรง(SILHOUETT LIGHT)เพื่อให้มองเห็นรูปทรงต้นไม้นั้น โดยให้ไฟอยู่หลังต้นไม้



ภาพที่ 2.29 ไฟที่ทำให้เกิดรูปทรง

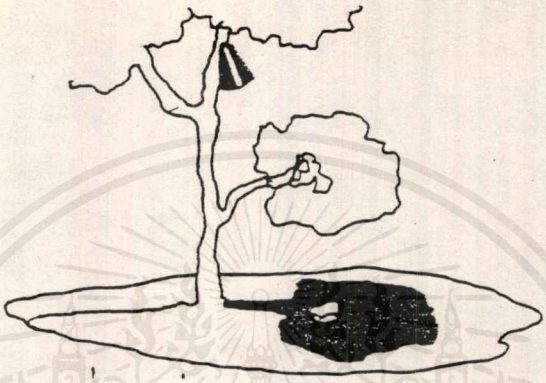
3. ไฟที่ทำให้เกิดแสงเงา (Shadow lighting) โดยการติดตั้งไฟฟ้าทางด้านหน้าของต้นไม้เพื่อให้เกิดเงาของต้นไม้บนกำแพงหรือผนังที่อยู่เบื้องหลังของต้นไม้



ภาพที่ 2.30 เกิดแสงเงาข้างผนัง

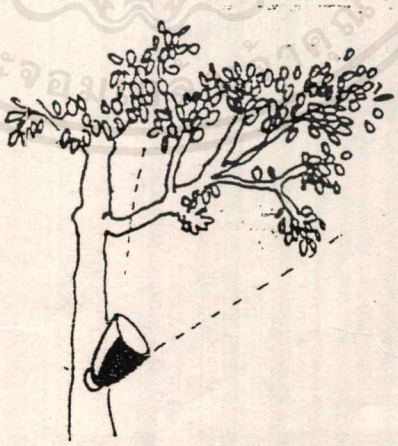
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ไฟที่ทำให้เกิดเงาด้านล่าง (Down lighting) เพื่อให้เห็นเงาของกิ่งก้านและใบบนพื้น โดยการติดตั้งไฟไว้สูงบนต้นไม้ และส่องไฟลงข้างล่าง



ภาพที่ 2.31 เกิดแสงเงาที่พื้น

5. ไฟที่ทำให้เกิดเงาด้านบน (UP LIGHTING) เพื่อให้เกิดแสงสว่างตามจุดที่ต้องการบนต้นไม้ติดตั้งไฟไว้ต่ำ และส่งไฟขึ้นบนต้นไม้หรือกิ่งไม้ที่สวยงาม



ภาพที่ 2.32 เกิดแสงเงาข้างบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีสิ่งที่ควรระวังสำหรับนักออกแบบคือพยายามอย่าให้ตำแหน่งของแสงไฟส่องตาผู้ที่เดินไปมาในสวน และพยายามให้ระดับแสงสว่างจากภายในบ้านเท่ากับแสงสว่างภายนอกบ้าน ถ้าแสงไฟในสวนมืดเกินไป ประตู,หน้าต่างที่เป็นกระจกจะสะท้อนภาพของสิ่งของภายในห้อง ทำให้เหมือนกระจกเงาทำให้ผู้ที่นั่งอยู่ภายในบ้านรู้สึกไม่สบายและไม่ได้มีโอกาสมองเห็นสภาพของสวนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม และผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

2.9.1 ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์เดิมประกอบด้วย

-แผงเซลแสงอาทิตย์ ขนาด 100 x 110 x 2 มม. จำนวน 1 ชิ้น

-แผงวงจร ขนาด 38 x 12 x 1 มม. จำนวน 1 ชิ้น

-แบตเตอร์รี่ ขนาด 22 x 42 มม. จำนวน 2 ชิ้น

-หลอดไฟ ขนาด 3 x 8 มม. จำนวน 1 ชิ้น

-สวิตช์ ขนาด 20 x 15 x 18 จำนวน 1 ชิ้น

-BODY ส่วนบน มี 2 ชิ้น คือ

1.ส่วนติดตั้งเซลแสงอาทิตย์ขนาด 135x4มม.จำนวน 1ชิ้น

2.ส่วนตัวประกอบนอก ขนาด 34x152 มม.จำนวน 1ชิ้น

-BODY ส่วนกลาง ขนาด 150 x 37 มม. จำนวน 1 ชิ้น

-BODY ส่วนล่าง ขนาด 88 x 110 มม. จำนวน 1 ชิ้น

-ฝาครอบแผงเซลแสงอาทิตย์ ขนาด 135 x 5 มม. จำนวน 1 ชิ้น

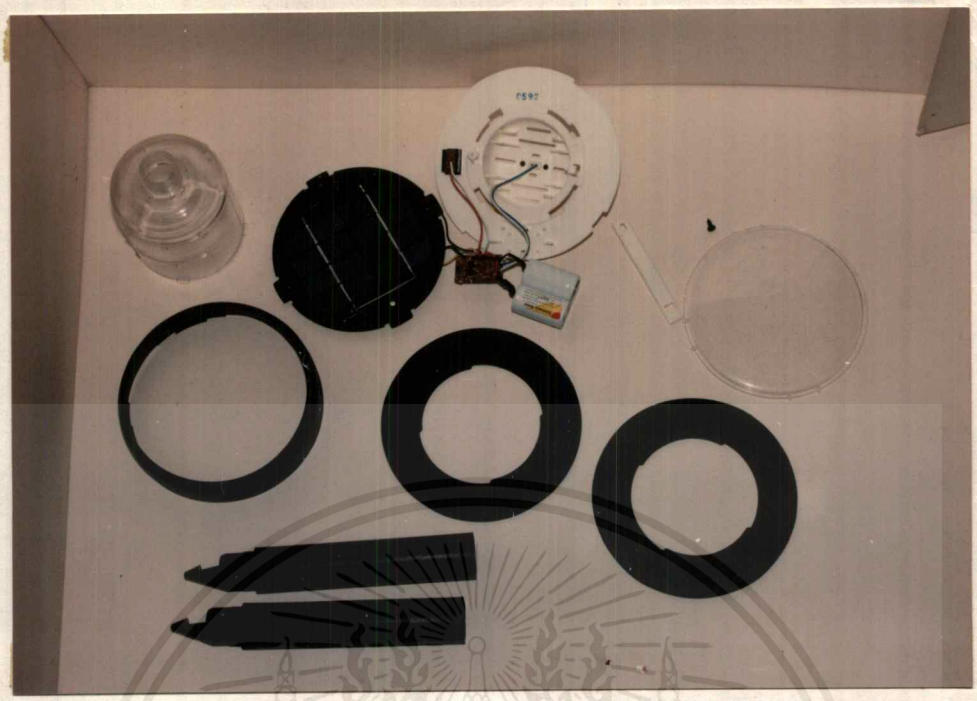
-เสาขาติดตั้ง ขนาด 32 x 20.5 มม. จำนวน 2 ชิ้น

-ครีบ ขนาด 150 x 2 มม. จำนวน 2 ชิ้น

-ตัวล็อคแบตเตอร์รี่ ขนาด 13 x 92 x 10 มม. จำนวน 1 ชิ้น

-ขาเสียบหลอดไฟ ขนาด 25 x 6 x มม. จำนวน 1 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

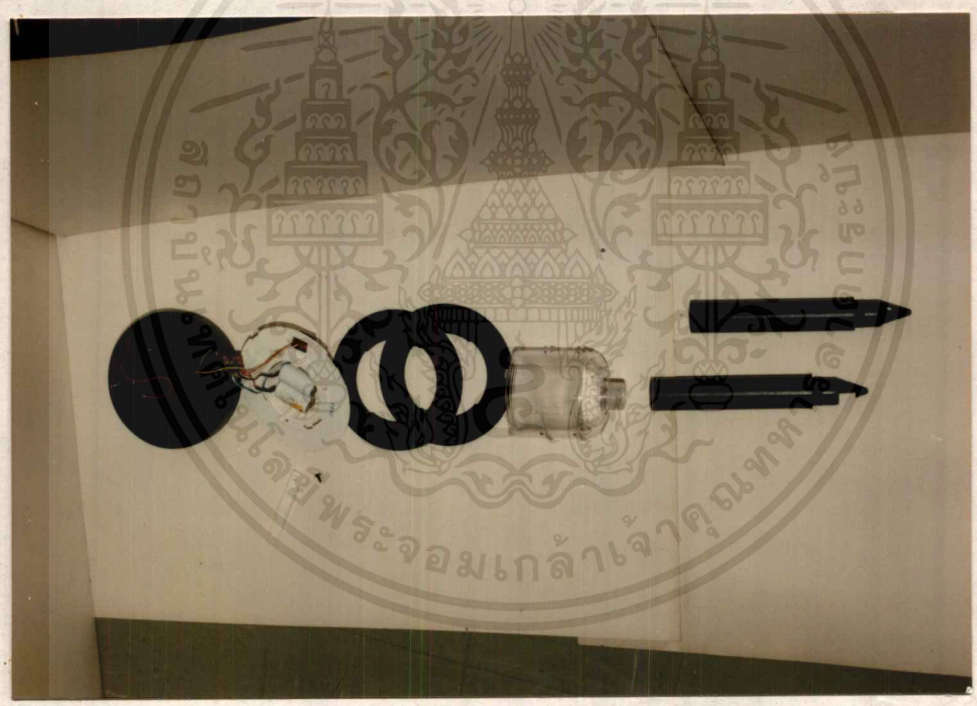


ภาพที่ 2.33 แสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 2.34 แสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.35 แสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์



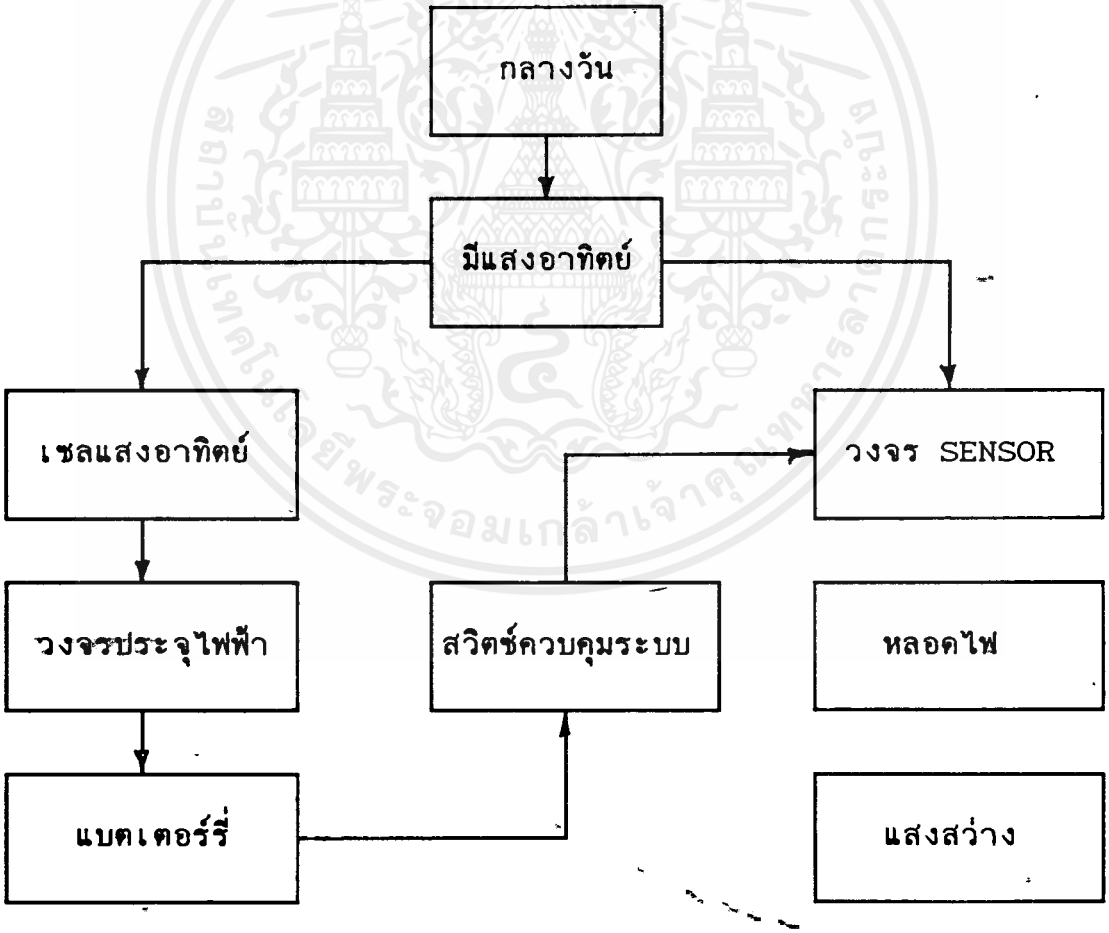
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 หลักการทำงานของผลิตภัณฑ์

2.9.2.1 ในเวลากลางวันที่มีแสงอาทิตย์ เซลแสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วส่งผ่านวงจรประจุไฟฟ้าเพื่อที่จะสะสมพลังงานไว้ในแบตเตอร์รี่แต่ระบบควบคุมการทำงานด้วยตัวSENSORจะไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอร์รี่ผ่าน เพื่อส่งผ่านให้หลอดไฟในการจุดส่องสว่าง

สรุปก็คือ ในกลางวันผลิตภัณฑ์จะทำเก็บกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์ไว้ในแบตเตอร์รี่ โดยเซลแสงอาทิตย์

แผนภาพที่ 2.5 แสดงแผนผังการทำงานของผลิตภัณฑ์



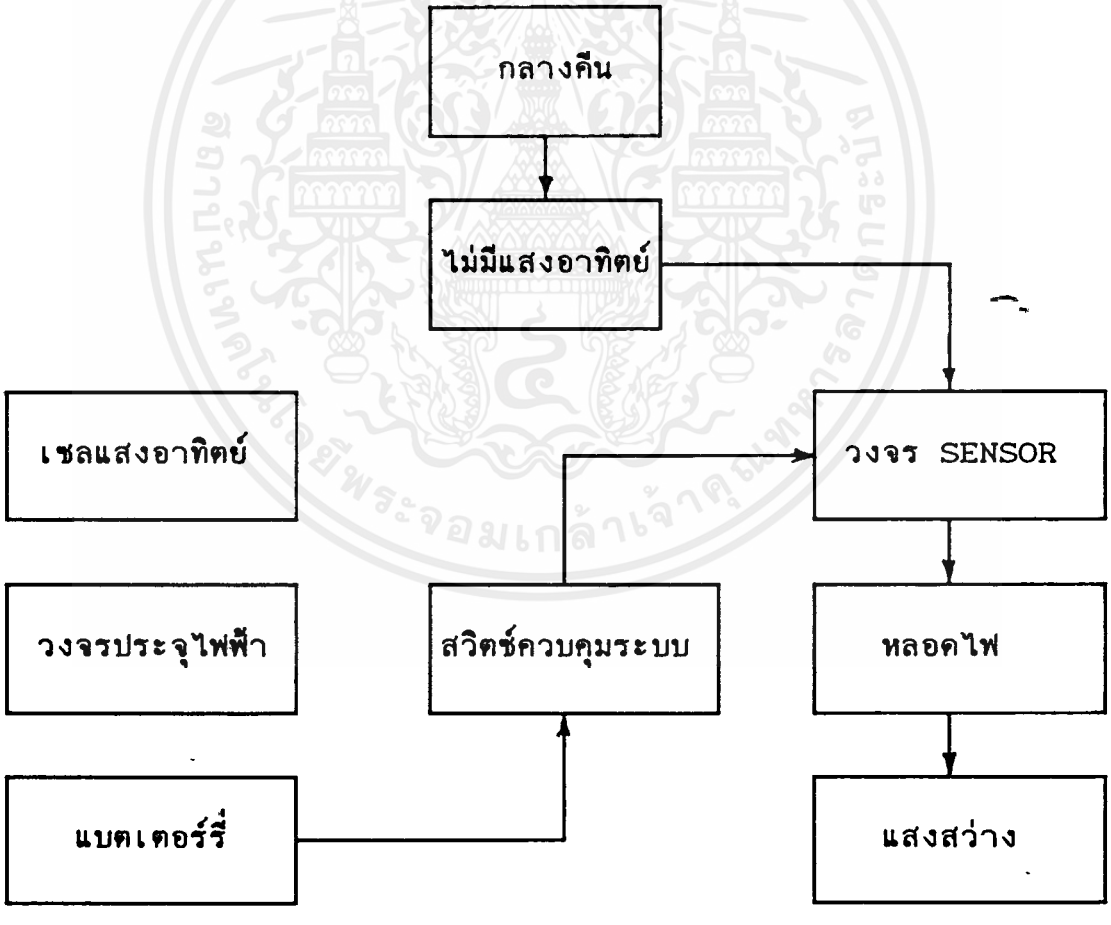
แสดงการทำงานในเวลากลางวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2.2 ในเวลากลางคืนที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เซลแสงอาทิตย์จะไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อส่งผ่านวงจรประจุไฟฟ้า ไปสะสมพลังงานไว้ในแบตเตอร์รี่ได้แต่ในระบบควบคุมการทำงานด้วยตัว SENSOR จะทำงานโดยยอมให้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอร์รี่ผ่าน เพื่อส่งไปให้หลอดไฟในการจุดส่องสว่างได้ การทำงานจะหยุดถ้าหากมีการวงจรด้วยการปิดสวิตช์ควบคุมระบบ

สรุปคือ ในเวลากลางคืน ผลิตภัณฑ์จะปล่อยกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปให้หลอดไฟ ในการจุดส่องสว่าง โดยการควบคุมการทำงานด้วยตัว SENSOR

แผนภูมิที่ 2.6 แสดงแผนผังการทำงานของผลิตภัณฑ์



แสดงการทำงานในเวลากลางคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 วงจรอิเลคทรอนิคส์ในผลิตภัณฑ์

2.9.3.1. หลักการทำงานของวงจรในผลิตภัณฑ์

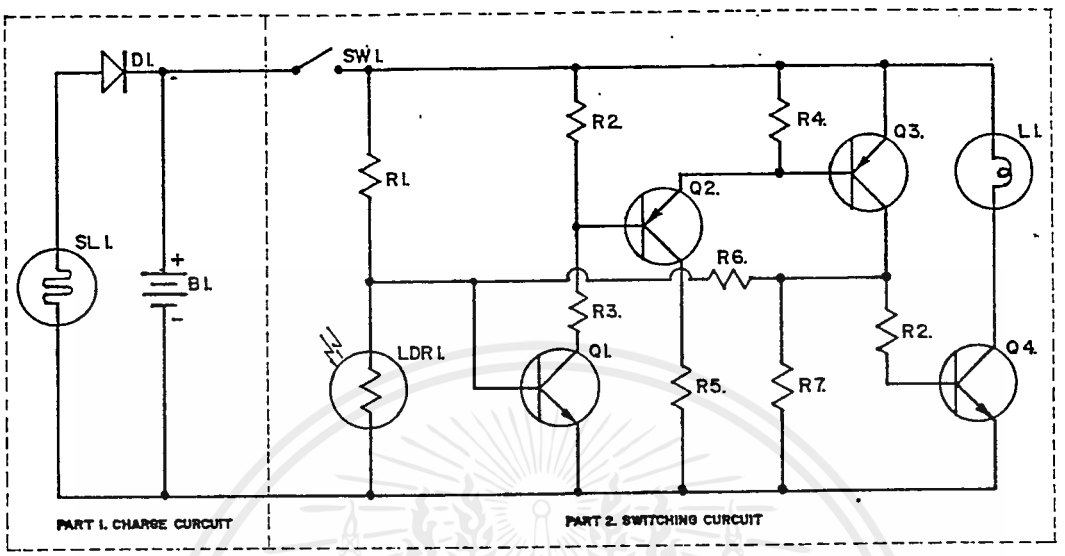
วงจรในส่วนแรกจะเป็นวงจรที่ทำหน้าที่เก็บกระแสไฟฟ้าไว้ในแบตเตอร์รี่ ซึ่งกระแสไฟฟ้าก็จะได้มาจากการที่เซลแสงอาทิตย์เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วส่งผ่าน D1 ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันการไหลย้อนกลับของกระแสไฟ ซึ่งอาจทำให้เซลแสงอาทิตย์เสียหายได้

วงจรในส่วนที่สอง ทำงานเป็นสวิตช์แสง เพื่อที่จะเปิดให้กระแสไฟในแบตเตอร์รี่เข้าไปจ่ายให้กับหลอดได้ การทำงานก็คือ เมื่อไม่มีแสงตกผลกระทบ LDR1 (SENSOR) ก็จะจ่ายให้ LDR1 มีค่าความต้านทานในตัวสูงขึ้น ซึ่งทำให้กระแสไฟฟ้าซึ่งผ่านมาทาง R1 ไม่สามารถผ่าน LDR1 ไปได้ จึงไหลผ่านไปไบอัสที่ขา B ของ Q1 ซึ่งเป็นแบบ NPN และยอมให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R2 และ R3 ลงกราวนด์ได้โดยผ่านขา E ของ Q1 ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไฟฟ้าไบอัสที่ขา B ของ Q2 ซึ่งเป็นแบบ PNP และยอมให้กระแสไฟผ่าน R4 ลงสู่ R5 และลงกราวนด์ได้โดยผ่านขา C ของ Q2 แล้วทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไบอัสที่ขา B ของ Q3 ซึ่งเป็นแบบ PNP จึงยอมให้กระแสงไหลผ่านมาออกขา C ไปไบอัสที่ขา B ของ Q4 ซึ่งเป็นแบบ NPN และยอมให้กระแสไฟ ซึ่งออกจาก B1 ด้านบวกและผ่านสวิตช์ มายังหลอดไฟซึ่งเป็นโหลดของวงจร แล้งจึงผ่าน Q4 ไปออกขา E แล้วไปยังด้านลบของ B1 จนครบวงจร (R6และ R7 มีเพื่อช่วยปรับแรงดันที่จะไปไบอัสให้กับ Q2)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3.2 ลักษณะของวงจร



ภาพที่ 2.36 แสดงลักษณะของวงจร

2.9.3.2 รายการอุปกรณ์

R1 = 68K

R2,R4 = 10K

R3 = 1K

R5,R7 = 2K

R6 = 220K

R8 = 100

D1 = 1N 4001

Q1 = 2N 3904

Q2,Q3 = 2N 3906

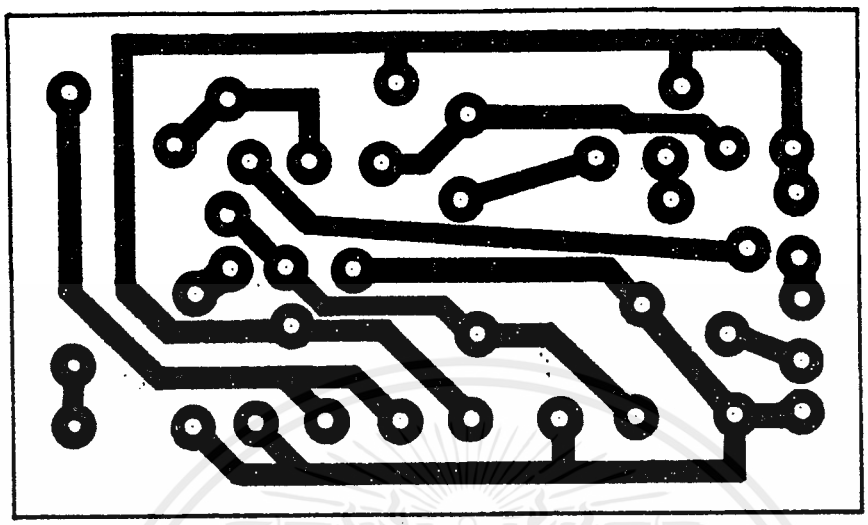
Q4 = 2N 4401

B1 = 3V

L1 = 2W

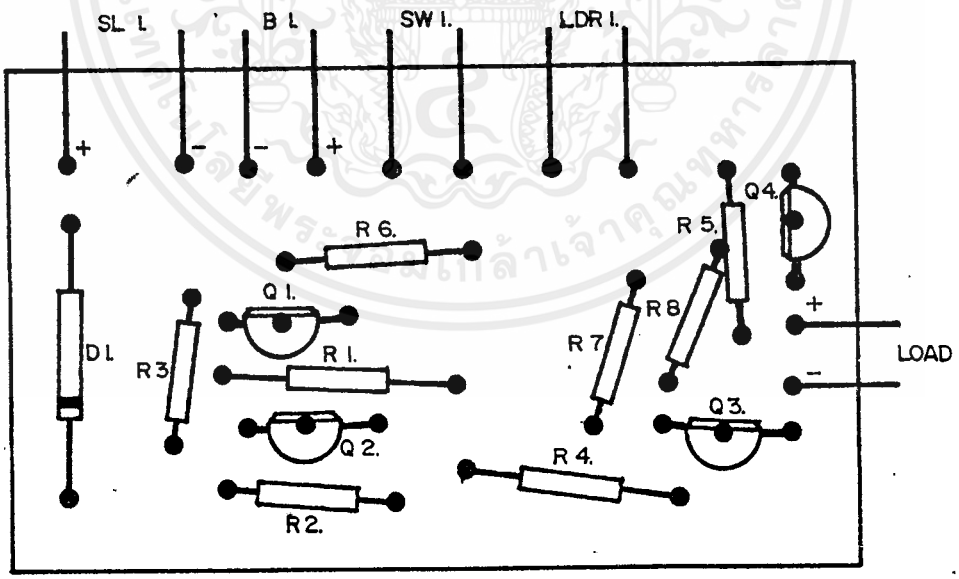
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3.3 ลายวงจรพิมพ์



ภาพที่ 2.37 แสดงลายวงจรพิมพ์

2.9.3.4 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์



ภาพที่ 2.38 แสดงตำแหน่งการวางอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในวงจร

2.9.4.1 ตัวต้านทาน (RESISTORS)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อทำหน้าที่จำกัดกระแสและแรงเคลื่อนให้พอเหมาะกับความต้องการของวงจร ความต้านทานเป็นอุปสรรคต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า คือ ถ้าวงจรมีความต้านทานมากกระแสไฟก็จะไหลได้น้อย และถ้าความต้านทานน้อยกระแสไฟก็ไหลได้มาก ความต้านทานดังกล่าวนั้นอาจเป็นความต้านทานของขดลวด เช่นไส้หลอดไฟ ไส้เตารีดไฟฟ้า เป็นต้น ตัวต้านทานจะมีรูปร่างลักษณะและขนาดต่าง ๆ บางตัวมีค่าความต้านทานน้อยบางตัวก็มาก ตลอดจนอัตราการต้านทานต่อการไหลของกระแสก็ทนได้ต่างกัน

ตัวต้านทานทั่ว ๆ ไปทำจากวัสดุจำพวกผงถ่าน โลหะออกไซด์ และขดลวดความต้านทาน พวกหลังมีอัตราการทนไฟค่อนข้างสูง คือยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากโดยที่ไม่เกิดความเสียหายแก่ตัวต้านทาน ในแง่ของการนำไปใช้งานเราแบ่งตัวต้านทานออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ดังนี้

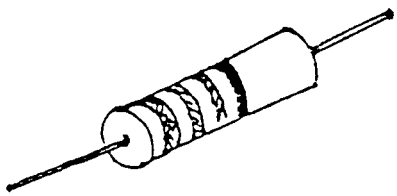
1.ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ (FIXED RESISTOR) มีลักษณะที่ใช้วงจรหลายแบบคือ

ก. ข. ค.

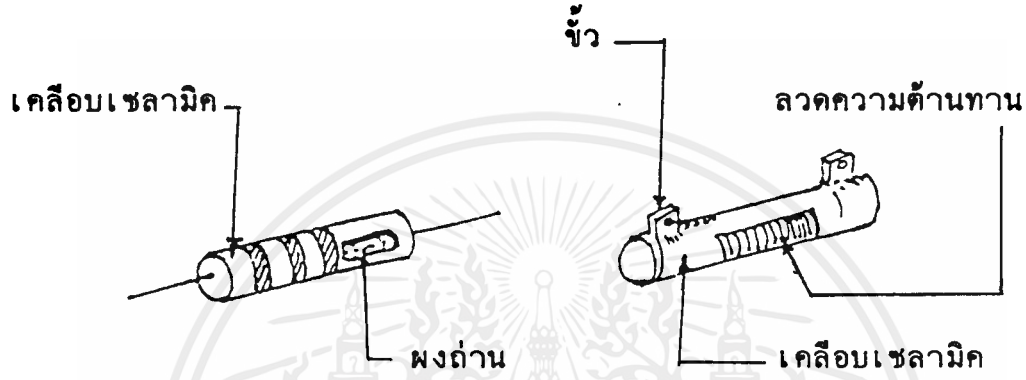
ภาพที่ 2.39 สัญลักษณ์ของตัวต้านทานชนิดค่าคงที่

แบบที่นิยมใช้กันเป็นสัญลักษณ์ของตัวต้านทานในวงจรอิเล็กทรอนิคส์มากที่สุด คือ แบบ ก.ส่วนแบบ ข.กับแบบ ค. นิยมใช้ในวงจรเครื่องมือทางอุตสาหกรรม ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ ค่าของความต้านทานจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่บางครั้งอาจเปลี่ยนแปลงความต้านทานได้บ้างเนื่องจากแรงดันหรือกระแสสูง ๆ ไหลผ่าน การอ่านค่าของความต้านทานนิยมใช้โค้ดสี ซึ่งติดอยู่ที่ตัวต้านทานทุกตัวโดยเฉพาะตัวต้านทานที่มีขนาดเล็กตั้งแต่ 2 วัตต์ลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. ตัวอย่างของตัวต้านทานค่าคงที่



ข. แสดงลักษณะภายในของตัวต้านทานแบบคาร์บอนและแบบลวดพัน

ภาพที่ 2.40 ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ และโครงสร้างภายใน

2. ตัวต้านทานชนิดเลือกค่าได้ (TAPPED RESISTOR)

แบบนี้มีสัญลักษณ์ คือ

ภาพที่ 2.41 สัญลักษณ์ของตัวต้านทานชนิดเลือกค่าได้

ข้อสังเกตสำหรับตัวต้านทานแบบเลือกค่าได้ก็คือ ตัวต้านทานมักมีขนาดใหญ่และมีขั้วยื่นออกมาจากตัวต้านทานนอกเหนือจากหัวและท้าย ค่าของความต้านทานและอัตราการทนไฟ (วัตต์)

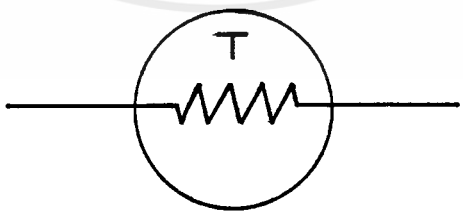
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้(ADJUSTABLE RESISTOR)มีรูปร่างและลักษณะคล้าย ๆตัวต้านทานชนิดเลือกค่าได้ แต่ที่แตกต่างกันก็คือจะกลมและมีลวดพันโดยบางส่วนไม่เคลือบเซลามิคและตรงส่วนกลางระหว่างขั้วหัวท้ายมีขั้วและหน้าคอนแทคสำหรับเลื่อนไปมาสามารถปรับเป็นค่าความต้านทานขนาดต่างๆ

4.ตัวต้านทานชนิดเปลี่ยนค่าได้ (VARIABLE RESISTOR) บางทีเรียกตัวต้านทานแบบนี้ว่า วอลลุ่ม (VOLUME) จะพบได้ตามเครื่องรับวิทยุ เครื่องขยายเสียงและเครื่องรับโทรทัศน์ทั่วไป ซึ่งใช้สำหรับปรับให้เสียงดัง-ค่อย หรือทุ้มแหลมทำงานได้โดยมีแกลนยื่นออกมาภายนอกตัวต้านทาน ดังนั้นค่าความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงได้ตลอดแผงนี้ เช่นค่าความต้านทานทั้งหมดจากปลายถึงปลายแผงเป็น 500 โอห์มเราสามารถปรับค่าของความต้านทานได้ตั้งแต่0-500 โอห์ม ดังรูป

5. ตัวต้านทานชนิดอื่น ๆ ได้แก่

ก. เทอร์มิสเตอร์ (THERMISTOR)เป็นตัวต้านทานที่ไวต่อความร้อนและค่าของความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิคืออุณหภูมิสูงความต้านทานของเทอร์มิเตอร์จะต่ำลง และถ้าอุณหภูมิต่ำความต้านทานสูงขึ้น จึงเป็นตัวต้านทานที่ใช้กับเครื่องวัดอุณหภูมิอิเล็คทรอนิคส์ในวงจรภาคขยายกำลังก็ใช้ตัวต้านทานเทอร์มิสเตอร์มากมีสัญลักษณ์ ดังรูปข้างล่าง



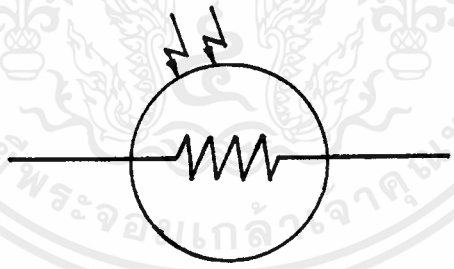
ภาพที่ 2.42 สัญลักษณ์ของเทอร์มิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.วาริสเตอร์ (VARISTOR) ตัวต้านทานแบบนี้มีผลต่อแรงดันไฟฟ้า คือแรงดันคร่อมตัวมันมากค่าของความต้านทานจะลดต่ำลงและความต้านทานจะสูงขึ้นเมื่อแรงดันตกคร่อมมีน้อย จึงนำไปใช้กับวงจรซึ่งมีแรงดันไม่แน่นอนมีลักษณะดังรูป

ภาพที่ 2.43 สัญลักษณ์ของวาริสเตอร์

ค.ตัวต้านทานไวแสง (LIGHT DECREASING RESISTOR) หรือที่เราเรียกว่า LDR ตัวต้านทานแบบนี้ไวต่อแสงคือมีค่าของความต้านทานจะเปลี่ยนไปตามความเข้มของแสง ถ้ามีแสงสว่างมากระทบมากค่าของความต้านทานจะลดต่ำลง สัญลักษณ์ที่ใช้ในวงจรคือ



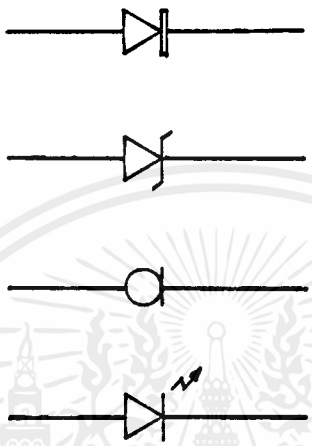
ภาพที่ 2.44 สัญลักษณ์ของตัวต้านทานไวแสง

ง.ตัวต้านทานซึ่งทำหน้าที่เป็นฟิวส์ เป็นตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ จะทำงานเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันมากเกินไปหรืออาจทำให้อุปกรณ์อื่น ๆ ภายในวงจรเกิดการเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4.1 ไดโอด (DIODE)

เป็นอุปกรณ์ประเภททำงานจากสารกึ่งตัวนำ ส่วนมากใช้ในวงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง นอกจากนี้ยังมีไดโอดประเภทอื่น ดังสัญลักษณ์



ภาพที่ 2.45 สัญลักษณ์ของไดโอด

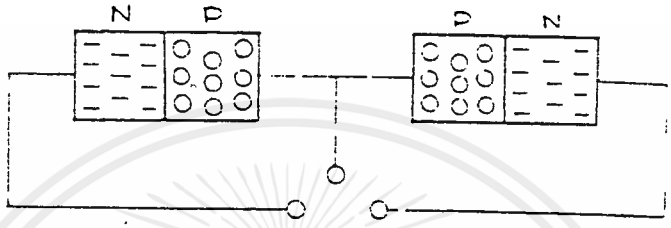
2.9.4.2 ทรานซิสเตอร์ (TRANSISTOR)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำเช่นเดียวกับไดโอด แต่สามารถนำมาใช้งานได้กว้างขวางกว่า เช่น ใช้แทนหลอดสูญญากาศในการขยายสัญญาณ ฯลฯ ในปัจจุบันทานซิเตอร์เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในวงจรอิเล็คทรอนิคส์ ทรานซิสเตอร์แบบธรรมดา (BIPOLAR TRANSISTOR) มีอยู่ 2 ชนิด คือ PNP กับชนิด NPN ข้อสังเกตในการเรียกชื่อทรานซิสเตอร์ก็คือ หัวลูกศรจะชี้เข้ากับชี้ออก ดังสัญลักษณ์

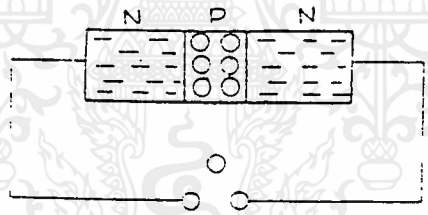
ภาพที่ 2.46 สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของทรานซิสเตอร์ คล้ายกับใช้ไดโอดสองตัวมาเชื่อมกันหรือนำเอาสารกึ่งตัวนำชนิด PN สองชุดมาต่อกัน ดังรูป 2.47 แล้วต่อขั้วออกมาใช้งานได้เป็น 3 ขั้ว



ก. ลักษณะการนำเอาสารกึ่งตัวนำ PN 2 ชุดมาต่อกัน



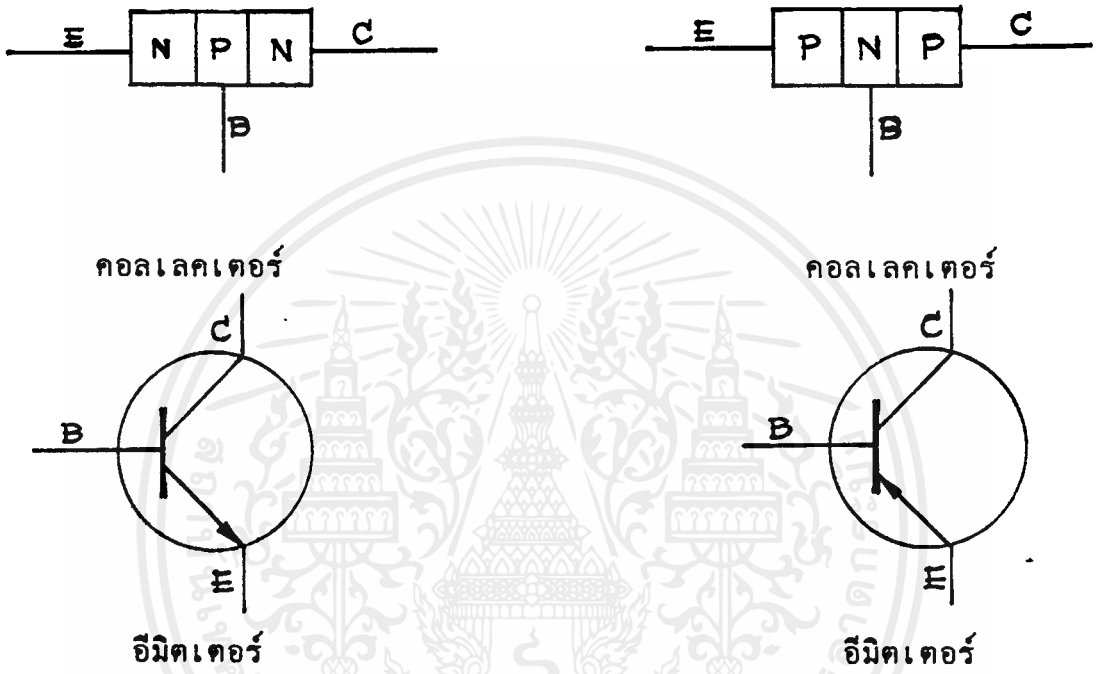
ข. เมื่อเชื่อมต่อกันแล้วจะได้ขั้วต่อกับวงจรภายนอก 3 ขั้ว

ภาพที่ 2.47 แสดงการเชื่อมต่อของสารกึ่งตัวนำชนิด P-TYPE และ N-TYPE เหมือนกับนำตัวไดโอด 2 ตัวมาต่อกัน

ถ้าเป็นแบบที่มีสารกึ่งตัวนำชนิด N-TYPE อยู่หัวท้ายและมีชนิด P-TYPE อยู่ตรงกลางเรียกว่าทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ในทำนองเดียวกันถ้ากลับเอาสารกึ่งตัวนำชนิด N-TYPE ไปไว้ตรงกลางแล้วมีชนิด P-TYPE อยู่หัวท้ายเรียกทรานซิสเตอร์ชนิดนี้ว่า PNP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์มีขาสำหรับต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆในวงจร 3 ขาคือ อีมิตเตอร์ (EMITER)ใช้ตัวย่อ Eเบส(BASE)ใช้ตัวย่อ B และคอลเลคเตอร์(COLLECTOR) ใช้ตัวย่อ C เมื่อเขียนเป็นสัญลักษณ์และโครงสร้างจะได้ดังนี้



ภาพที่ 2.48 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิดNPN และPNP

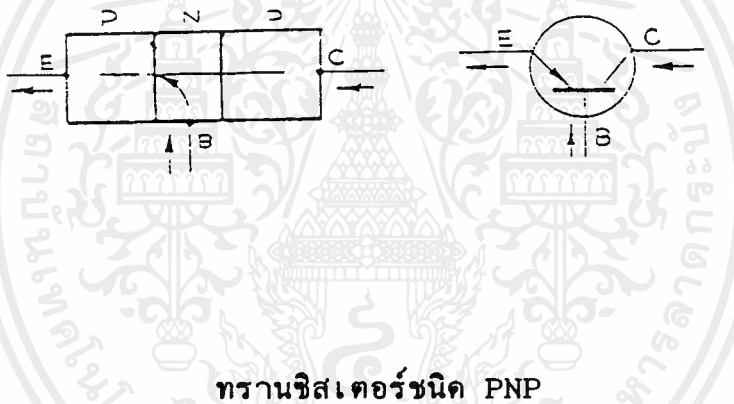
ในวงจรทรานซิสเตอร์การอ่านสัญลักษณ์ว่าเป็นทรานซิสเตอร์ชนิดใดขอให้สังเกตทิศทางของลูกศรถ้าหากลูกศรชี้ออกทาง (BASE)แสดงว่าเป็น NPN หรือจำง่าย ๆว่าNOT POING และถ้าหากลูกศรชี้เข้าหาเบสจะเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด PNP คือ POINT สำหรับความหมายของหัวลูกศรและทิศทางการชี้จริง ๆ ก็คือหัวลูกศรจะแสดงทางการไหลของกระแสโฮล (HOLE CURRENT)ซึ่งตรงกันข้ามกับกระแสอิเล็คตรอน

ทรานซิสเตอร์จะทำงานได้หรือสามารถนำให้เกิดการไหลของอิเล็คตรอนหรือโฮลได้จะต้องได้รับไฟไบอัส (BIAS) ที่ถูกต้อง การไบอัสคือ การทำให้สิ่ง

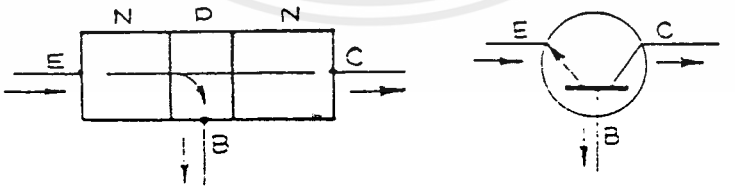
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประดิษฐ์ทางอิเล็คทรอนิคส์อยู่ในสภาพที่พร้อมจะทำงานได้ โดยการป้อนแรงดันให้กับขาต่างๆอย่างเหมาะสมและอยู่ในช่วงที่ทำงานได้เต็มที่สำหรับทรานซิสเตอร์จะให้มันทำงานได้ต้องได้รับไฟไบอัสตามทิศ (FORWARD BIAS) ระหว่างขามีมิตเตอร์กับเบสจึงจะเกิดการไหลของกระแสระหว่างขาเบสกับอีมิตเตอร์ ส่วนคอลเอคเตอร์กับต้องให้ไฟไบอัสทิศกลับ (REVERSE BIAS) ดังภาพที่ 2.49

เมื่อนำมาเขียนเป็นรูปโครงสร้างและลักษณะเสียใหม่ให้ดูง่ายเข้าจะเห็นทิศทางการไหลของกระแสอิเล็คตรอน ดังนี้



ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP



ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN

ภาพที่ 2.49 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่ากระแสที่ไหลผ่านอีมิตเตอร์ IE เป็นผลรวมของกระแสเบส IB กับกระแสคอลเล็คเตอร์ IC เมื่อเขียนเป็นสูตรจะได้ว่า

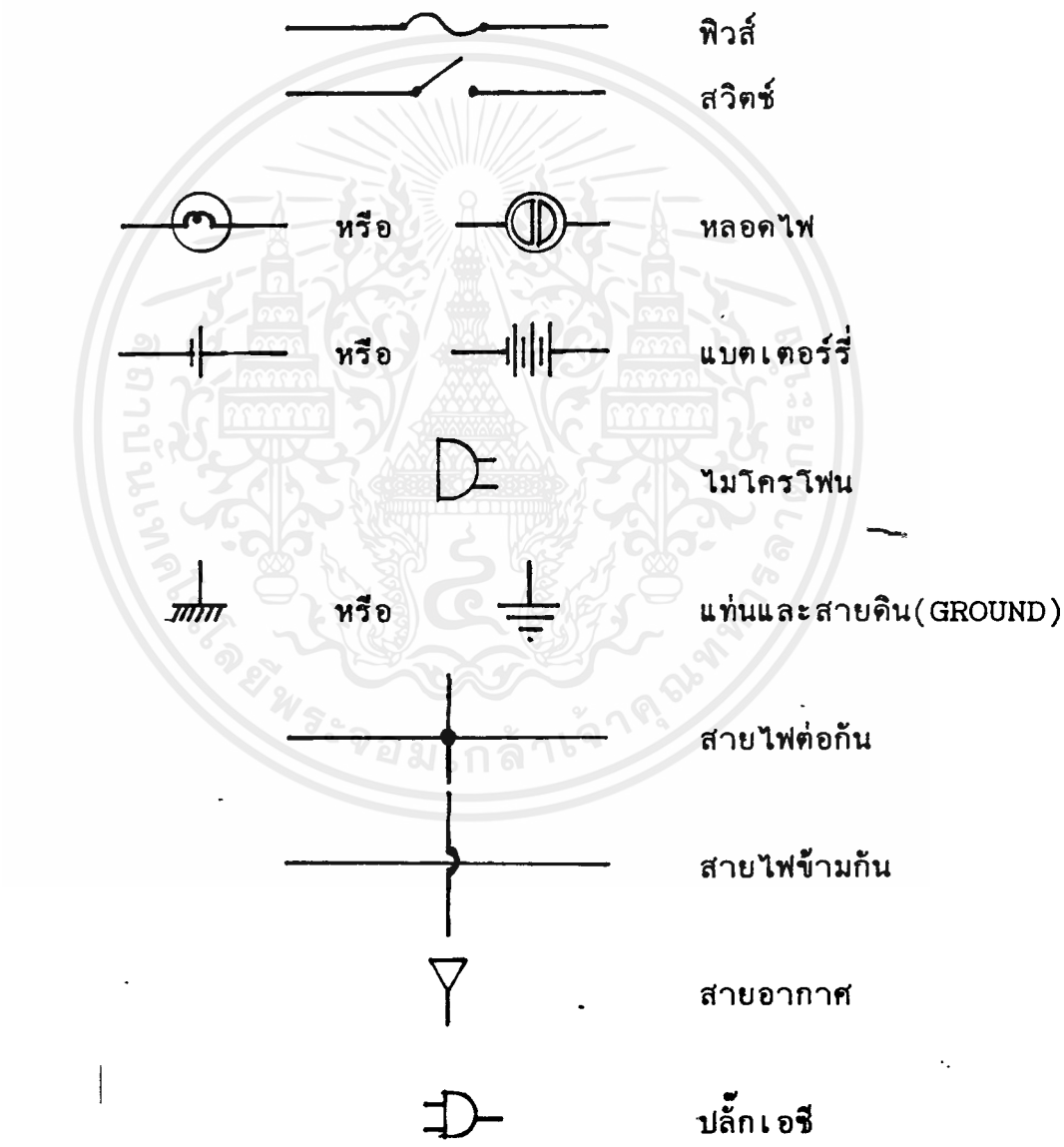
$$IE = IB + IC$$

ดังนั้นถ้าต้องการหากระแสเบสหรอกระแสคอลเลคเตอร์จะได้ดังนี้

$$IB = IE + IC$$

$$IC = IE + IB$$

2.9.4.3 อุปกรณ์อื่น ๆ พร้อมสัญลักษณ์ที่ควรรู้จัก ได้แก่



ภาพที่ 2.50 สัญลักษณ์ของอุปกรณ์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.5 วงจรพิมพ์

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของอุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่าโซรลิดสเตทอันประกอบด้วย ไดโอดและอุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่ตัวต้านทาน คาปาซิเตอร์และคอยล์จะบรรจุรวมกันไว้บนแผ่นฉนวน และอุปกรณ์แต่ละตัวจะต่อถึงกันด้วยวงจรสำเร็จที่เป็นโลหะประเภทเงิน ทองแดงหรือทองเหลือง โดยใช้น้ำยากัดให้เป็นลายเส้นของวงจรเรียกว่าวงจรพิมพ์ (PRINTED CIRCUIT) เมื่อนำไปใช้งานหรือให้ทำงานร่วมกับวงจรอื่นๆ ก็เพียงแต่ยึดติดกับแท่นเครื่องแล้วบัดกรีสายบางส่วนวงจรที่จะต่อถึงกันและทำงานร่วมกันได้ดังนั้นเครื่องรับวิทยุโทรทัศน์และเครื่องขยายเสียงต่าง ๆ จึงนิยมใช้วงจรพิมพ์เป็นส่วนประกอบภายในทั้งสิ้น

2.9.5.1 ข้อดีของวงจรพิมพ์

วงจรพิมพ์เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจาก

1. วงจรพิมพ์ช่วยลดส่วนกลไกต่าง ๆในการจับยึดและลดการประกอบในเครื่องได้อย่างมากมาย

2. การใช้วงจรพิมพ์ทำให้ช่วยลดแรงงานการเดินสายภายในเครื่องและเกิดความผิดพลาดน้อย

3. ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทางไฟฟ้าและอีเล็กทรอนิกส์ที่สร้างด้วยวงจรพิมพ์สามารถวางอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างเป็นระเบียบและเหมือนกันทุกเครื่อง เมื่อใช้แผ่นวงจรพิมพ์ที่ออกแบบมาเหมือนกัน

4. จากการวางอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบบนแผ่นวงจรพิมพ์ การประกอบส่วนต่างๆย่อมทำได้มากขึ้นและประหยัดเนื้อที่ แต่ละโมดุลจะวางตามแนวตั้ง หรือตามแนวนอนก็ได้เมื่อประกอบเครื่องรวมกับโมดุลอื่นๆ

5. การประกอบอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ทำได้ง่าย แม้ผู้ประกอบจะไม่มีความรู้ในเรื่องการทำงานของวงจรเลยก็สามารถทำได้

6. สะดวกต่อการแก้ไขตรวจซ่อมเมื่อเกิดการชำรุดเนื่องจากวงจรพิมพ์แต่ละแผ่นจะถูกแออกแบบให้ใช้เฉพาะหน่วยเป็นโมดุลแยกออกจากวงจรรวมทั้งหมด ดังเมื่อส่วนใดชำรุดก็สามารถถอดออกมาตรวจเช็คได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.วงจรพิมพ์มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาโดยเฉพาะเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีการคิดค้นวงจรพิมพ์แบบไอซี(INTEGRATED CIRCUIT) จึงสะดวกต่อการนำไปใช้งานเป็นอย่างมาก

8.การบัดกรีรอยต่อระหว่างวงจรด้วยกันหรือระหว่างวงจรพิมพ์กับอุปกรณ์ทำได้สะดวกรวดเร็ว หรือกรณีที่ต้องการผลิตเป็นจำนวนมากเช่นในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตเครื่องรับวิทยุ โทรทัศน์ เมื่อเสียบขาของอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ครบจำนวนเรียบร้อยแล้ว นำไปจุ่มกับตะกั่วบัดกรีซึ่งบรรจุลงในภาชนะ ที่ให้ความร้อนจนตะกั่วละลายเป็นของเหลว ตะกั่วก็จะเกาะติดกับวงจรพิมพ์ได้ ผลงานการบัดกรีที่มีลักษณะสวยงาม

2.9.5.2 **ชนิดของวงจรพิมพ์**

วงจรพิมพ์ที่นำมาใช้กันอยู่ในปัจจุบันแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1.วงจรพิมพ์แบบไวร์ริ่ง (PRINTED CIRCUIT) คือวงจรพิมพ์ที่ประกอบด้วยแผ่นฉนวนและลายเส้นของวงจรเดินตีดต่ออยู่บนแผ่นฉนวนและสายไฟ เพื่อเชื่อมให้วงจรต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งบนแผ่นวงจรพิมพ์นี้ วงจรพิมพ์ชนิดนี้นิยมใช้กันมากเราจะพบได้จากเครื่องใช้อีเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบัน

2.วงจรพิมพ์แบบ (THICK FILM และ THIN FILM)เป็นวงจรที่ประกอบเป็นส่วนต่าง ๆของวงจรเช่นพวกต้านทาน คาปาซิเตอร์ ขดลวดหรืออินดัคเตอร์หรือทำเป็นวงจรสำเร็จเป็นชุด มีขาต่อออกมาภายนอกสำหรับนำไปต่อกับวงจรอื่นได้ทันที วงจรพิมพ์แบบนี้นำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์

3.วงจรพิมพ์แบบไอซี(INTEGRATED CIRCUIT)เป็นวงจรพิมพ์อีกแบบหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้กันมากหรือมีบทบาทอย่างสูงต่อเครื่องมือใช้ทางไฟฟ้าและอีเล็กทรอนิกส์ มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาแต่ภายในประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ ไดโอดตัวต้านทาน คาปาซิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.6 ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะที่ใกล้เคียง

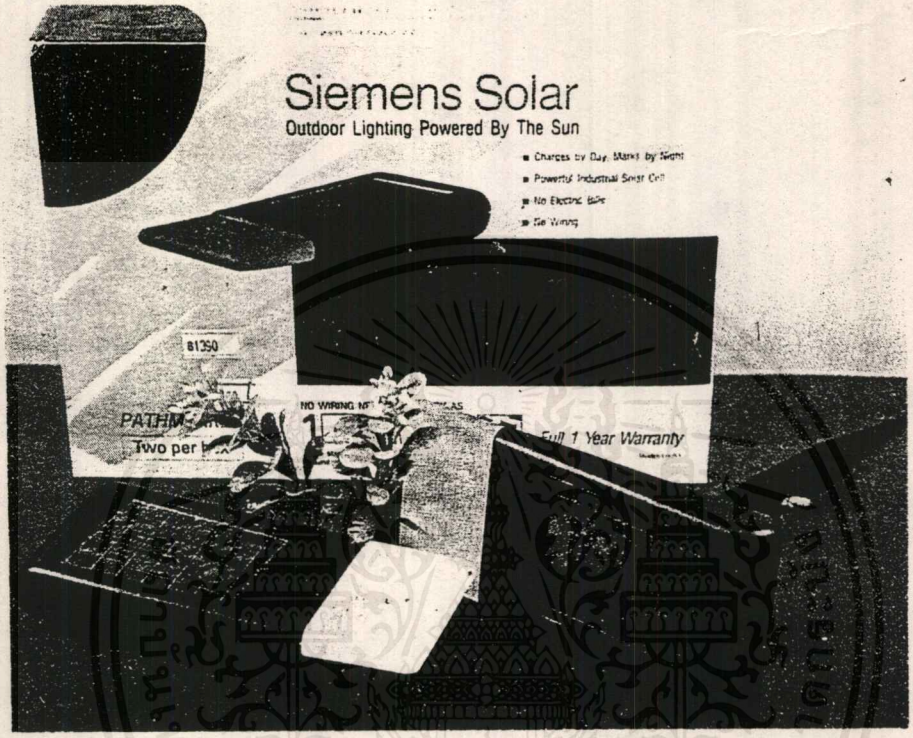
ภาพที่ 2.51 โคมไฟนิรภัยพลังงานแสงอาทิตย์

โคมไฟนิรภัยพลังงานแสงอาทิตย์

เป็นโคมไฟที่มีลักษณะทำงานคล้ายคลึงกันต่างกันตรงที่ การเปิดปิดของวงจรจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับแสงอาทิตย์ แต่ตัว SENSOR จะตรวจจับอุณหภูมิในร่างกายหรือตรวจสิ่งปกติที่เคลื่อนไหวในรัศมีที่กำหนดจึงเหมาะสำหรับติดตั้งบริเวณชายคาบ้าน, โรงยา, โกดังสินค้า ฯลฯ ที่ต้องการแสงเฉพาะเวลา ดังนั้นผลิตภัณฑ์นี้จึงต้องออกแบบให้มีแผงเซลแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ เพิ่มปริมาณไฟในการเก็บประจุ ซึ่งแบตเตอร์รี่ก็ต้องขยายให้ใหญ่ขึ้นเช่นกัน เพราะว่าหลอดไฟที่ใช้จะมีความสว่างมาก เพื่อความสะดวกในการมองเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.7 ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะที่ใกล้เคียง



ภาพที่ 2.52 โคมไฟส่องบันไดในสนามพลังงานแสงอาทิตย์

โคมไฟส่องบันไดในสนามพลังงานแสงอาทิตย์

เป็นโคมไฟที่มีลักษณะการทำงานที่เหมือนกันโคมไฟส่องทางเดินในสนามพลังแสงอาทิตย์ ต่างกันก็เพียงแต่ขนาดของเซลแสงอาทิตย์, แบตเตอรี่ และหลอดไฟที่ขนาดที่เล็กลง เพื่อให้เหมาะกับการติดตั้งตามขั้นบันไดในสนามหรือขั้นบันไดที่จะเป็นทางเดินริมศาลากลางแจ้ง ส่วนระบบการทำงานทั้งหมดเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้าง

โครงสร้าง คือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆเข้าด้วยกันให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่างซึ่งต้องการมาตรการความมั่นคงบางประการ

2.10.1 หน้าที่ของโครงสร้าง ผลิตภัณฑ์ที่สร้างขึ้นมาจะมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูกโครงหลัก และมีส่วนประกอบอื่น ๆ (MENBERS)ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เพื่อให้การใช้เนื้อที่ภายในนั้น สะดวกและเหมาะสมกับประเภทของผลิตภัณฑ์โครงสร้างอาจแยกออกเป็นหลายส่วน หลายตอนประกอบร่วมกันจนสำเร็จขึ้นมา โครงสร้างย่อยนี้อาจแยกเป็นหลายตอนโครงย่อยต่าง ๆ ดังกล่าวเมื่อประกอบกันเข้าทั้งหมดก็เป็นผลิตภัณฑ์ในที่สุด จะเห็นว่ารูปร่างโครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะ เนื่องจากมีแรงหรือน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจัดระเบียบหรือบังคับให้เกิดเป็นรูปร่างต่างๆกันไปเมื่อแรงที่ถ่ายทอดต่อเนื่องถูกตามกฎเกณฑ์แล้วโครงสร้างนั้นจะตั้งอยู่ได้โดยมั่นคงและก่อให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจเมื่อมองดู ฉะนั้นเมื่อต้องใช้วัสดุต่างกันต้องใช้ให้เหมาะกับความสามารถของการรับแรงนั้นๆด้วยอย่างดี

2.10.2 แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง

แรงต้านทานภายใน (RESISTANCE FORCES) ที่ได้กล่าวนี้ อาจแยกเป็น 5 ชนิดด้วยกัน ซึ่งก็มีความแตกต่างกันดังนี้

- **แรงดึง** (TENSION OR PULL OR SUCTION) ต้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้น แผ่ยืดออกยาวออกหรือขาดจากกัน
- **แรงอัด** (COMPRESSION OR PUSH OR PRESSURE) ต้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุสั้นเข้า บีบเข้า หรือแตก
- **แรงเฉือน** (SHEAR) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัส TANGENTIAL กับพื้นผิวที่ต้องแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องต่อติดกัน เป็นเนื้อเดียวทางกายภาพ เพื่อต้านแรงเฉือนนี้ก็ได้ แต่ต้องมีแรงอัดกดไว้ให้พื้นผิวดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงมีขนาดเพียงพอต้านทานแรงเฉือน ดังกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แรงดัด (WENDING) เมื่อโครงสร้างรับแรงดัดแล้ว ผิวบนจากแกนสะเทิน (NEUTRAL AXIS) ขึ้นไปรับแรงอัด และผิวล่างของแกนสะเทือนรับแรงดึงด้วยหรือบางกรณีเกิดกลับตรงกันข้าม แรงดัดก่อให้เกิดแรงต้านแรงดัดมีขนาดเท่ากันขึ้นภายในเนื้อวัสดุด้วย

- แรงบิด (TORSION OR TORQUE OR TWISTING) ต้านความพยายามที่จะบิดวัสดุให้ขาดจากกันในแรงทั้ง 5 ประเภทนี้ แรงใน 2 ประเภทหลัง คือ แรงดัดสามารถแยกออกเป็นแรงดึงและแรงอัดได้ แรงบิดแยกเป็นแรงเฉือนได้ ดังนั้น ถ้าพิจารณาแต่ละส่วนเล็ก ๆ ในเนื้อวัสดุโครงสร้างจะมีแรงให้พิจารณาอยู่เพียงแรงดึง แรงอัด และแรงเฉือน เท่านั้นซึ่งเมื่อเราสามารถรู้ขนาดของแรงที่เกิดและผลเนื่องจากการกระทำของแรง ก็สามารถกะขนาดหน้าตัดวัสดุ โครงสร้างและรูปร่างได้โดยหาขนาดของแรง และความเข้มของแรงซึ่งมีค่าเท่ากับแรงที่เกิดขึ้นหารด้วยเนื้อที่หน้าตัดของวัสดุ ที่ใช้รับความเข้มของแรงนี้ เรียกว่า ความเค้น STRESS มีหน่วยเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่

2.10.3 รูปทรงเบื้องต้นโครงสร้าง

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่างๆซึ่งมีความแตกต่างกันเด่นชัดและเพื่อพิจารณาคุณสมบัติในการรับแรงเฉพาะรูปนั้นๆอาจจะแบ่งรูปทรงเบื้องต้นได้เป็นประเภทต่างๆ ได้ ดังแสดงในตารางดังนี้

ตารางที่ 2.13 แสดงคุณสมบัติทางโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่าง ๆ

รูปทรงเบื้องต้น	มิติทางเรขา	ประเภทมีความหลวมหย่อน	มีความตึงก่ำกึ่ง
จุด	0	เม็ด	ก้อน
ขีดยาว	1	เส้นเอ็น	ท่อน
พื้นที่	2	ผืน	แผ่น
เนื้อที่	3	กล่อง	กล่องตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เม็ด PARTICLE ไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง
- เส้นเอ็น TENDON มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ ดังนี้
  1. รับแรงดึงตามแนวเส้นได้
  2. เกิดแรงโก่งเคาะ เมื่อรับแรงอัด
  3. รับแรงดัดแรงเฉือนไม่ได้
- ผืน SHEET มีคุณสมบัติในการรับแรง ดังนี้

ผืนสามารถรับแรงดึงได้ดีในแนวขนานกับระนาบของผืน หรือเมื่อยึดรอบพื้นที่ผืน หรือ เมื่อยึดปลายทั้งสองผืน หรือ ยึดปลายหนึ่งของผืนไว้ ผืนมีคุณสมบัติทางมีกำลังดี มีความเหนียว ผืนทำโค้งตามแนวเดียวได้ แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ ถ้าไม่ตัดประกอบใหม่ ผืนมีโครงกรอบ จะรับแรงดึง แรงเฉือน และ แรงอัดทแยงได้ จะหักเสียหาย เมื่อแรงอัดทแยงไปทำให้เกิดการโก่งเคาะตัวกรอบ

- ก้อน BRICK มีคุณสมบัติต่างกันไป แล้วแต่คุณสมบัติที่วัสดุที่นำมาใช้ประกอบเป็นก้อน ก้อนรับแรงประเภทต่าง ๆ ได้ดี พวกกล่องต้น คือ ก้อนขนาดโตขึ้น มีกำลังและความแข็งแกร่งมาก
- ท่อน ROD คือ เส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้น

รับแรงดึง อัด ดัด และรับแรงบิดได้ดีมาก ถ้าใช้เป็นเสาสั้นรับแรงอัดได้ดีมากถ้ายาวมากขึ้นอาจโก่งเคาะได้ต้องแก้ให้มีความแข็งตัวมากขึ้น

- แผ่น PLATE คือ ผืนมีความหนาเพิ่มขึ้น เพื่อยึดเป็นระยะในทิศตั้งฉากกับระนาบของตัวแผ่นแล้วจะบรรทุกแรงอัดรับแรงเฉือน และรับแรงดัดขนานกับระนาบของตัวแผ่นได้

ในทางปฏิบัติทำได้โดยการเสริมครีบถี่เป็นระยะ ๆขนานกับทิศที่รับแรงอัด โดยการเสริมกรอบรอบและกรอบตั้งขนานกับทิศรับแรงเฉือน หรือ เสริมแผ่นหนาเป็นปีก รับแรงอัด ผิวบนของตัวแผ่น (คาน) เพื่อรับแรงดัด

- กล่องต้น BLOCK คือ ก้อนซึ่งมีขนาดโตมากในทางปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจไม่มีการสร้างให้ได้รูปตันดังต้องการ เพราะต้องการประหยัดวัสดุแต่ต้องการให้คงได้ความแข็งแรง และความแข็งแกร่งให้พกเท่านั้น จึงทำเป็นกล่องกลางเปิดไว้ภายใน หรือ ประกอบรูปทรงพอให้ได้คุณสมบัติกล่องตัน

- คานและแผ่นพาด BEAM AND PLANKS

พวกคานใช้ผิวของด้านแคบรับน้ำหนักบรรทุกคานรับแรงดัดในแนวดิ่งกับระนาบคานได้ดีที่ผิวบนรับแรงอัดนั้น อาจเสริมเนื้อให้แข็งตัว STIFFENER ให้มีหน้าตัดมากขึ้นได้ และอาจเสริมปล้องตันเป็นระยะ เพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทแยง ซึ่งเกิดจากแรงเฉือนหรือทำการเสริมที่ผิวล่างให้หนาขึ้นเพื่อรับแรงดึงก็ได้

ส่วนแผ่นพาด มีความแตกต่างกับคานตรงที่ใช้ด้านแบนนอนรับน้ำหนักบรรทุกในทิศตั้งฉาก กับระนาบของตัวแผ่นพาดเมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัด จะเห็นได้ว่ากรณีที่ใช้พื้นที่หน้าตัดเท่า ๆ กัน เมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 ในระนาบที่ตั้งฉากกับแรงอัดที่เกิดแล้ว

รูปจตุรัส รับแรงโก่งเดาะได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แกน

รูปผืนผ้า จะเกิดแรงโกงเดาะตรงปลายฉากกำลังด้อย

รูปกลวงต่าง ๆ เช่นรูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวง รับแรงอัดได้ดีมาก ทำให้เพิ่มความยาวของท่อนรับแรงอัดได้โดยยังไม่เกิดโก่งเดาะเสียหาย

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า เมื่อต้องได้รับแรงดึง ระวังอย่าให้รูปด้านตกท้องช้างมากนักแก้โดยเพิ่มความลึกมากขึ้นหรือเลือกรูปทางด้านแนวนอนที่มีความแข็ง

เมื่อต้องการรับแรงอัดต้องเลือกรูปหน้าตัดที่รับแรงโก่งเดาะได้ดี ทำการแผ่กระจายพันที่ของรูปหน้าตัดให้เพิ่มความแข็งแกร่งในแนวนั้น ๆ ผนังบางๆของรูปหน้าตัดจะมีกำลังมากขึ้นโดยการทำรูปมุมฉาก ทำความโค้งเพื่อเพิ่มกำลังขจัดไม่ให้มีรูปหน้าตัดที่ปล่อยชาย

เมื่อต้องรับแรงดัดและแรงเฉือน แรงดีดมีความสัมพันธ์กับแรงเฉือนผิวบนและล่างสุดของหน้าตัดมีประสิทธิภาพพอที่จะรับแรงดัดมากกว่าแนวแกนสะเทิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวัสดุ

2.11.1 โลหะแผ่น (SHEET METAL)

โลหะแผ่นในงานช่างทั่วไป หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่น โดยทั่วไป แบ่งเป็น 2 ประเภท

1. โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL OR UNCOATED METAL)
2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (COCTED METAL)

ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 36 X 96 นิ้ว

ในท้องตลาดเมืองไทย จะใช้กันมากเพียง 2 ขนาด คือ

- 36 X 96 นิ้ว / 3 X 8 ฟุต
- 48 X 96 นิ้ว / 4 X 8 ฟุต

ชนิดเหล็กแผ่น แบ่งตามความหนา เป็น 3 ชนิด คือ

1. **เหล็กแผ่นหนา** มีความหนาตั้งแต่ 3 มม. ขึ้นไป
2. **เหล็กแผ่นบาง** ความหนาระบุน้อยกว่า 3 มม. ลงมา
3. **เหล็กแผ่นแถบ** เป็นแถบยาวมักจะทำเป็นม้วน (coil)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.14 ขนาดมาตราฐาน (united states steel)

เลขขนาด GAUGE	ความหนา ทศนิยมเป็นนิ้ว	ความหนา เศษส่วนของนิ้ว
33	0.250	1/4
11	0.125	1/8
14	0.078125	5/64
15	0.070312	
16	0.0625	1/16
18	0.050	1/20
19	0.04375	
20	0.0375	
21	0.034375	
22	0.03125	1/32
23	0.028125	
24	0.025	1/40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.15 ความหนาและเกณฑ์ความคาดเคลื่อน

ความกว้าง ความหนา	เกณฑ์ความคาดเคลื่อน 600-1219	1400-1524	1600-1829	200-2200	2500-3000
1.2	+-0.18	+-0.20	-	-	-
1.4	+-0.20	+-0.22	-	-	-
1.6 1.8	+-0.22	+-0.25	+-0.30	-	-
2.0 2.2	+-0.25	+-0.28	+-0.32	-	-
2.5 2.8	+-0.28	+-0.32	+-0.36	-	-
3.2 3.6	+-0.30	+-0.35	+-0.40	-	-
4.0 4.5	+-0.45	+-0.50	+-0.55	+-0.65	+-0.75
5.0 5.6	+-0.50	+-0.55	+-0.60	+-0.70	+-0.80
6.0 7.0 8.0 9.0	+-0.60	+-0.60	+-0.65	+-0.75	+-0.85
10.0 11.0 12.0 14.0	+-0.60	+-0.60	+-0.70	+-0.80	+-0.90
10.0 18.0 20.0 22.0	+-0.70	+-0.70	+-0.80	+-0.90	+-1.0
25.0 28.0 32.0 36.0	+-0.80	+-0.80	+-0.90	+-1.0	+-1.1

หมายเหตุ ในกรณีที่ความหนาน้อยกว่า 1.2 มม. ให้ถือเกณฑ์ความหนา 1.2 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.1.1 ขั้นทำสี

กรรมวิธีการตกแต่งของชิ้นงาน เพื่อทำให้ผิวสวยงาม และยังช่วยป้องกันการกัดกร่อน ทำให้งานมีความทนทาน ต่อสภาพการใช้งาน

- การกำจัดส่วนที่ไม่ต้องการออกไป(METAL REMOVER)
- การขัด (POLISHING)
- การเคลือบ (COATING)

2.11.1.2 วิธีการทำผิวโลหะมิให้ถูกกัดกร่อน

1. อาบน้ำมัน
2. ทาสี พ่นสี
   - เตรียมผิวโลหะ
   - ลงสี
   - แล็คเกอร์
3. เคลือบ
4. ป้องกันด้วยวิธีเคมี
   - การรวมดำ
   - วิธีชุปฟอสเฟส
5. ปิดผิวโลหะนั้นด้วยโลหะอื่นที่ทนต่อการกัดกร่อนดีกว่า
6. เคลือบผิวด้วยพลาสติก
7. อื่น ๆ

2.11.2 ไฟเบอร์กลาส (FIBER GLASS)

ไฟเบอร์กล้าส เป็นวัสดุที่ถูกดัดแปลง ปรับปรุงจากการเสริมความแข็งแรงของพลาสติกให้สามารถใช้งานได้ทัดเทียมกับโลหะ โดยการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติที่เรียกได้ว่าทั้งแข็งและเหนียงมาเสริมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

ถ้าจะเปรียบเทียบกับร่างกายมนุษย์เรา ๆ คือมีโครงสร้างเป็นเนื้อหนังและกระดูก กระดูก เป็นส่วนที่แข็งแรงส่วนเนื้อหนัง เป็นส่วนที่เหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบกันขึ้นเป็นรูปร่าง การปรับปรุงดังกล่าว จึงเรียกว่าพลาสติกเสริมกำลัง (REINFORCED PLASTIC) และวัสดุที่มีคุณสมบัติดีที่สุดในการนำมาเสริมแรง คือ ใยแก้ว (GLASS FIBER) ซึ่งมีลักษณะอ่อนนุ่มแต่เหนียว ทั้งทนต่อ การผุกร่อนได้ดี ทนความร้อนได้สูง เป็นฉนวนไฟฟ้าและทนสารเคมี ส่วนพลาสติกที่นำมาใช้เป็นเนื้อ ต้องเป็นชนิดที่มีความแข็งมาก คือ เทอร์โมเซ็ตติ้ง ได้แก่โปลีเอสเตอร์ อีพ็อกซี่ โปลียูเรเทน พลาสติกจำพวกนี้เป็นพลาสติกเหลวซึ่งภายหลังจากผสมกับตัวทำปฏิกิริยาเรียกว่า "POLYMERISATION" มีความร้อนสูงถึงเกือบ 200 องศาเซลเซียส และจะเปลี่ยนสภาพเป็นพลาสติกแข็ง และจะไม่คืนรูปอีก วิธีดังกล่าว จึงเรียกว่าเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกเสริมกำลังด้วยใยแก้ว (FRP GLASS FIBER REINFORCED PLASTIC) หรือไฟเบอร์กลาส

2.11.2.1 วัสดุที่เกี่ยวข้องกับการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส

1.โปลีเอสเตอร์เรซิน (POLYESTER RESIN)เป็นพลาสติกเหลวที่นำมาเป็นเนื้อผลิตภัณฑ์นิยมกันมากที่สุดเพราะราคาถูกและคุณสมบัติเหมาะสม

2.โมโนสไตรีน (MONOSTYRENE) เป็นตัว MONOMER ซึ่งผสมอยู่ใน UNSATURATAD POLOESTER RESS ทั่วไปแล้วใช้ STYRENE ซึ่งสกัดจาก BENZOL และETHYLENE มาเป็นส่วนผสมซึ่งเป็นตัวละลายหรือตัวทำให้เหลว

3.ตัวทำปฏิกิริยา (CATALYST หรือ HARDENER) เป็นตัวที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยเปลี่ยนสภาพ โมเลกุลทำให้เปลี่ยนรูปจากของเหลวเป็นของแข็งระหว่างเกิดปฏิกิริยาจะเกิดความร้อนถึง200องศาเซลเซียส

4.ตัวเร่งปฏิกิริยา (ACCELERATOR หรือ PROMOTOR) ใช้เพื่อช่วยปรับให้เกิดการแข็งตัวของพลาสติกเร็วขึ้น

5.ใยแก้ว (GLASS FIBER)เป็นตัวเพิ่มความแข็งแรงให้กับโพลีเอสเตอร์เรซิน ในการรับแสง (MECHANICAL STRENGTH)

6.เจลโค้ค (GEL COAT)คือส่วนปิดผิวหน้าทำให้ผิวเรียบมันและมีสีสวยและเป็นเครื่องปกปิดไม่ให้เห็นรอยเส้นใยและฟองอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ผงเบา (THIXOTROPIC POWER) มีไว้สำหรับผสมกับโปลีเอสเตอร์เรซินเพื่อให้เหนียวตัวหรือข้นขึ้น โดยที่ไม่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงทางด้านปฏิกิริยาทางเคมีใด ๆแต่จะดูดเอาตัวเข้าไปไว้ในตัวมันแต่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาช้าลงจึงจำเป็นต้องผสมให้ถูก กับตัวเร่ง

8.แม่สี (PLGMENTS) ทำให้เกิดปฏิกิริยา (POLYMERISATION)โดยเร่งขึ้น (ACCELERATE) หรือช้าลง (DECELERATE) ได้

9.ตัวละลาย (SOLVENT) เป็นตัวทำให้เหลวหรือป้องกันการแข็งตัว คือสารจำพวกแอลกอฮอล์ ทินเนอร์ เมทานอล อาซีโทน ฯลฯ แต่ที่นิยมกันมากคือ อาซีโทน (ACETONE)

10.ตัวถอดแบบ (RELEASE AGENT) เนื่องจากผิวที่เรียบทำให้เกิดการดูดติด หรือเกาะตัวซึ่งต้องใช้ตัวถอดแบบทาแม่แบบเสียก่อน คือ POLYVINYL ALCEHOL (PVA) หรือ ACETYLCELLULOSE ขี้ผึ้ง

ไฟเบอร์กลาสนิยมในการชนิดส่วนที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และการทำจะไม่เป็นอุตสาหกรรมเท่าที่ควร จะใช้ไฟเบอร์ทำผลิตภัณฑ์ ที่มีชิ้นส่วนในลักษณะที่มีรูปทรงโค้ง หรือเป็นรูปทรงที่ขึ้นรูปได้ยาก

2.11.3 พลาสติก (PLASTIC)

พลาสติก นับว่าเป็นวัสดุที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรา อย่างมากและเป็น วัสดุที่มีคุณค่าควบคู่กับเหล็กและไม้ ถ้ารู้จักเลือกใช้พลาสติกให้เหมาะสมกับงาน ทั้งนี้ เพราะสามารถ สร้างดัดแปลงและแปรรูปได้ง่าย

พลาสติกเป็นสารที่มีคุณสมบัติดีและใช้งานได้กว้างขวาง เนื่องจากพลาสติกส่วนใหญ่ เป็นสารประกอบของสารอินทรีย์ พลาสติกชนิดต่าง ๆ

2.11.3.1 Celluloseacetate (CA)

ชื่อทางการค้า : ECARON,CELLIDOR A

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด ผสมสารทำให้อ่อนในปริมาณแตกต่างกันมีแบบใสเหมือนแก้ว และย้อมสีได้ทุกสี

คุณสมบัติทั่วไปของผลผลิต : เหนียวมาก เหมาะสำหรับฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ้มโลหะ จับถือได้ดี ทนการขีดข่วนและไม่ลื่นเมื่อถูกเหงื่อ ผิวมัน ฝุ่นไม่จับ ทึบเสียง การคงรูปจะถูกจำกัดด้วยอิทธิพลของความร้อนและความชื้น

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) :ใช้ทำกระดุม หวี เครื่องประดับ กรอบแว่นตา ด้ามมีด ล้อม ส่วนประกอบของเฟอร์นิเจอร์ของเด็กเล่น สันรองเท้าสตรี อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องเขียน เครื่องใช้ในบ้าน เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า วิทยุ โทรทัศน์ ฯลฯ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะ เวลานาน ๆ : MAX 60-85 C

การทนต่อสาร เคมี : ทนต่อเบนซิน น้ำมันเครื่องไขมันทนต่อแอลกอฮอล์ และเบนโซนได้จำกัดไม่ทนต่อกรด ด่าง ESTER,KETONE,ETHER และสาร CHLORINATED HYDROCARBON

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวไฟจะติดต่อไปหลังจากจุดเปลวสีเขียวเหลือง แตกประกายและหยด

กลิ่น : คล้ายกรดน้ำส้ม (กัดจมูก) คล้ายกระดาษไหม้ไฟ

สัมประสิทธิ์การทำความร้อน 0.92 kJ/mh C

ความหนาแน่น ที่อุณหภูมิ 20 C เท่ากับ 1.3 g/cm3

ระยะเวลาอบแห้ง (ก่อนเข้าเครื่องฉีด) 1.5-2.0 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 80 C

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.5-0.7%

2.11.3.2 **POLYSTYRENE แบบธรรมดา (PS)**

ชื่อทางการค้า :Polystyrene III,VT,EF,VestyrenV,LO

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดลักษณะต่าง ๆ เช่น ทรงกระบอก ทรงเหลี่ยมหรือเม็ดคล้ายไข่มุก ใสเหมือนแก้ว ย้อมสีตั้งแต่สีจางจนถึงสีเข้ม

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : มีความแข็งมากคงขนาดมีค่า DIELECTRICITY ดี ทนต่อความชื้นและน้ำไม่มีรสและไม่มีกลิ่น มีแนวโน้มที่จะแตกร้าวได้ง่าย

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ชิ้นส่วนก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้า และโทรคมนาคมที่ไม่ได้รับการกระทบกระแทกมาก เครื่องใช้ในบ้านเครื่องเขียน ชิ้นส่วนสำหรับการโฆษณา เครื่องประดับขวดโหล และภาชนะขนาดเล็ก

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลา ๆ : MAX 60-75 C

การทนต่อสารเคมี :ทนต่อกรด ด่าง แอกอฮอล์และน้ำมันแร่ ทนต่อน้ำมันสัตว์และพืชได้ ไม่ทนต่อ ESTER,KETONE,ETHER,CHORINATED HYDROCARBON,BENZOL, และเบนซิน

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ :ติดไฟต่อไปหลังจากจุด เปลวจ้า มีเขม่ามาก

กลิ่น : คล้ายของหวาน

สัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.59 kJ/mh C

ความร้อนจำเพาะ (c) 1.26kJ/kg C

ความหนาแน่น ที่อุณหภูมิ 20 C เท่ากับ 1.05 g/cm3

ระยะเวลาอบแห้ง (ก่อนนำเข้าเครื่องฉีด) 1-3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 60-80 C

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4-0.6%

2.11.3.3 **POLYSTYRENE ชนิดทนต่อความร้อน** (PS)

ชื่อทางการค้า : POLYSTYRENE 51,EH; VESTYSON N,S

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : ใสเหมือนแก้วและย้อมสีทุกสี (สีธรรมชาติใสออกเหลืองเล็กน้อย)

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : ทนความร้อนสูง คงรูปและทนต่อความชื้น มีค่า DIELECTRICITY ดี มีแนวโน้มที่จะร้าวได้ง่าย ไม่มีสีและกลิ่น

ตัวอย่างการใช้งาน(จากกรรมวิธีฉีด) : เครื่องมือในครัว ที่ต้องถูกกับความร้อนบ้าง เช่น ช้อนส้อม มีดหลอดดูด ช้อนสลัด กล่องเก็บของใส่ตู้เย็น ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า สินค้าเสริมสวย

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : MAX 70-95 C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทนต่อสารเคมี : ทนกรดและด่างอ่อน เบนซิน น้ำมันและไขมัน ทนด่างแก่ แอลกอฮอล์ ESTER ได้จำกัดไม่ทนต่อกรดแก่ ESTER, KETONE CHOLRINATED, HYDROCARBON, BENZOL

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวจะยังติดต่อไปหลังจากจุดเปลวจ้าและมีเขม่ามาก

กลิ่น : คล้ายของหวาน หรือยาง

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.5-0.6%

2.11.3.4 STYRENE-ACRYLNITRILE COPOLYMERRISATE(SAN)

ชื่อทางการค้า : LURAN; VESTORAN

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด ใสเหมือนแก้ว ย้อมสีชนิดโปร่งแสงจนถึงทึบแสง

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : แข็งเหนียว ทนต่อการขีดข่วนและเสียดสี ทนต่อดินฟ้าอากาศดีมาก ไม่มีสิ่งมีพิษตกค้าง

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด): เรือนและส่วนประกอบเครื่องใช้สำหรับรักษาความสะอาดบ้านเรือนและสำนักงาน วิทยุ โทรทัศน์ เครื่องใช่ในบ้าน และ เครื่องครัวที่มีคุณภาพสูง

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : MAX 85 C

การทนต่อสารเคมี : ทนน้ำร้อน สารละลายของสารอินทรีย์ เช่น กรดและด่างอ่อน น้ำมันเครื่องและไขมัน ไม่ทนต่อกรดแก่ , CHLORINATED HYDROCARBON ESTER, ETHER

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวจะติดต่อไปหลังจากจุด มีเขม่ามาก

กลิ่น : กัดจมูก คล้ายของธรรมชาติ

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง : 0.4-0.6%

2.11.3.5 ACRYLNITRILE-BUTADIEN-STYRENE (ABS)

ชื่อทางการค้า : NOVODUR W,W20,H; LUSTRAN VESTODUR

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดย้อมสี (สีธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกเหลืองน้ำตาล)

คุณสมบัติโดยทั่วไปของพลาสติก : เหนียว ทนการกระแทกมีความแข็งแรงสูง แข็งทึบแสง ทนต่อดินฟ้าอากาศและไม่เสื่อมสภาพไม่สิ่งเป็นพิษตกค้าง

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ส่วนประกอบภายในรถยนต์ เรือน และส่วนประกอบของเครื่องใช้สำนักงาน โทรศัพท์ เครื่องใช้ในครัว ถังสำหรับขนส่งของเหลวเรือนและส่วนประกอบที่สำคัญของ วิทยุ โทรทัศน์ เทปอัดเสียง และของเด็กเล่น

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : MAX 60-80 C

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อด่างและกรดอ่อน เบนซิน น้ำมันเครื่อง ไขมัน ไม่ทนต่อกรดแก่ , CHLORNATED HYDROCARBON, ESTER, KETONE ETHEN

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวจะติดต่อไปหลังจุด เปลวจ้าและมีเขม่า

กลิ่น : คล้ายของหวาน หรือคล้ายยาง กัดจมูก

อัตราการหดตัว อยู่ระหว่าง 0.4-0.6%

2.11.3.6 POLYCARBONATE (PC)

ชื่อทางการค้า : MAKROLON,LEXAN

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด สีธรรมชาติ (ใสไม่มีสีจนถึงออกเหลืองอ่อน) และย้อมสีได้ทุกสี

คุณสมบัติโดยทั่วไปของพลาสติก: คงามแข็งแรงเชิงกลสูงในช่วงอุณหภูมิสูงคงขนาดและทนความร้อนได้ดี มีค่า DIELECTRICITY ดี ไม่เสื่อมคุณภาพง่าย ดูดซึมน้ำน้อยมาก

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ฝาครอบและฉนวนดวงไฟสว่างที่ต้องการความแข็งแรงในช่วงอุณหภูมิ ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้า และรถยนต์ ใช้เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ฆ่าเชื้อโรคด้วยความร้อน(ทางการแพทย์) หมวกกันน็อค อุปกรณ์ในครัวที่ต้องรับการกระทบกระแทกมาก ใช้ทำเลนส์ เรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือ ฝาครอบกล่องสวิตช์ไฟฟ้า ฯลฯ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะ เวลานาน ๆ : MAX 100-135 C

การทนต่อสาร เคมี : ทนต่อกรดอ่อน แอกอฮอล์ เบนซิน น้ำมันเครื่อง และไขมันไม่ทนต่อด่างแก่, KETONE,ETHER,CHORINATED HYDDROCADRBON,BENZOL รับ LOAD ได้น้อยในน้ำร้อน

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เมื่อจ่ออยู่ในเปลวไฟติดแต่เมื่อดึงออกจากเปลวไฟจะดับและมีเถ้าดำ เปลวจ้า และมีเขม่า

กลิ่น : กลิ่นเหมือน PHENOLIC

สัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.71KJ/MH C

ค่าความร้อนจำเพาะ (C) 1.17 KJ/KG C

ความหนาแน่น ที่อุณหภูมิ 20 C เท่ากับ1.2 G/CM

ระยะ เวลาอบแห้ง (ก่อนนำเข้า เครื่องฉีด) 8-12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 120-130 C

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4-0.8%

2.11.3.7 POLYMETHYLMETHACRYLATE (PMMA)

ชื่อทางการค้า : OLEXIGUM, PLEXIGLAS,RESARIT

สีลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด ใสและผสมสีได้ทุกสี

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : ความแข็งแรงเชิงกลสูง ผิวแข็ง ทนต่อดินฟ้าอากาศมีความใสมาก

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ชิ้นส่วนของแว่นตา และเทคนิคการส่องสว่าง (เช่น เลนส์ โคมไฟต่าง ๆ)ปากกา ชิ้นส่วนทางเทคนิค และเสริมสวยหน้าปัดนาฬิกา ปุ่มจับหมุนของเครื่องพิมพ์ดีด และเครื่องมือวัดต่างๆ

อุณหภูมิที่ใช้งาน เป็นระยะ เวลานาน ๆ :MAX 70-90 C

การทนต่อสาร เคมี : ทนต่อกรดอ่อน,ด่างอ่อน, BENZOL,น้ำมันเครื่องและไขมัน ทนต่อแอลกอฮอล์ไดจำกัดไม่ทนต่อกรดแก่ ด่างแก่,ESTER, KETONEETHER,CHLORINATAD HYDROCARBON,เบนซิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวไฟจะติดต่อไปหลังจากจุดเปลวจ้า

กลิ่น : คล้ายผลไม้

สัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.67 KJ/KG C

ความหนาแน่น ที่อุณหภูมิ 20 C เท่ากับ 1.18 G/CM3

ระยะเวลาอบแห้ง (ก่อนนำเข้าเครื่องฉีด) 8-10 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 70-100 C

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.9-0.7 %

2.11.3.8 HIGH PRESSURE POLYETHY-LENE;LOW DENSITY

ชื่อทางการค้า : LUPOLEN H;TROLEN 200

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด ไม่มีสี (ขาวนม) และ ผสมสีโปร่งแสงและสีทึบแสง

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : โก่งตัวได้มาก ทนความร้อนสูง ผิวไม่แข็งมีค่า DIELECTRICITY ดีมาก ไม่มีรสและกลิ่น

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : เครื่องใช้ในบ้าน ของเด็กเล่น ดอกไม้เทียม หีบห่อของ ขวด เครื่องมือแพทย์ ชิ้นส่วนใช้กับไฟแรงสูง

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : MAX 85-95 C

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อกรด ด่างและแอลกอฮอล์ ทนต่อ ESTER, KETONE,ETHER, น้ำมันเครื่อง และไขมันได้จำกัดไม่ทนต่อ CHLORINATED HYDROCARBON,BENZOL และ เบนซิน

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวไฟจะติดหลังจากจุดต่อไปเปลวจ้า มีแกนสีน้ำ, เงินและหยด

กลิ่น : กลิ่นคล้ายพาราฟินหรือเทียนไข

สัมประสิทธิ์การนำความร้อน : 1.09 KJ/MH C

ค่าความร้อนจำเพาะ (C) : 20.9 KJ/KG C

ความหนาแน่น ที่อุณหภูมิ 20 C เท่ากับ 0.92-0.94 G/CM

ระยะเวลาอบแห้ง (ก่อนเข้าเครื่องฉีด) : 1-15 ชั่วโมงที่ 65%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.3.9 POLYPROPYRENE (PP)

ชื่อทางการค้า : HOSTALEN PP. LUPAREN, VESTOLEN

สีและสภาพที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดและผสมสีโปร่งแสงจนถึงทึบแสง

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : ทนต่อการแปรไปด้วยความร้อน ทนต่อแรงดึง แรงกระแทก และทรงตัวดี ผิวแข็งไม่มีแนวโน้มของการสึกกร่อน ฆ่าเชื้อโรคที่อุณหภูมิ 120C ได้ไม่ดูด ชึมน้ำ จะเปราะที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 C

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีการผลิตแบบฉีด) ใช้ทำเครื่องใช้ในบ้าน ของเด็กเล่น ชิ้นส่วนละเอียดทางไฟฟ้า หมวกกันน็อค

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะ เวลานาน ๆ : MAX 120-130 C

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อกรดอ่อน ด่างอ่อน ทนต่อแอกอฮอล์ , ESTER,KETONE,ETHER, น้ำมันเครื่อง และไขมันได้จำกัด

สภาพและกลิ่นไหม้ไฟ : เปลวไฟจะติดต่อไปหลังจากจุดเปลวจ้ามีแกนสีน้ำเงิน

กลิ่น : คล้ายพาราฟินอ่อน ๆ

สัมประสิทธิ์การนำความร้อน : 1.09KJ/MH C

ความหนาแน่น : ที่อุณหภูมิ 20 C ***gmjkdy[0.91 G/C

2.11.4 **ส่วนรองพื้น และส่วนชึนกันน้ำ**

วัสดุที่นำมาพิจารณาใช้ที่ส่วนรองพื้นและส่วนชึนกันน้ำ

2.11.4.1 **ยาง** มีความยืดหยุ่นดี สามารถผลิตได้ง่าย เป็นวัสดุที่ผลิตได้ว่าภายในประเทศ เพราะเป็นแหล่งวัตถุดิบ ต้นทุนจึงค่อยข้างต่ำ มีคุณสมบัติในการถ่ายเทความร้อนต่ำพอสมควร การดูดความชื้นไม่มาก

2.11.4.2 **ผ้า** การดูดความชื้นสูงการขึ้นรูปไม่สะดวกการถ่ายเทความร้อนต่ำ ต้นทุนการผลิตต่ำ

2.11.4.3 **พลาสติก** สามารถขึ้นรูปง่าย ถ่ายเทความร้อนต่ำ สามารถเลือกใช้ได้หลายชนิด ไม่ดูดความชื้น วัตถุดิบมีต้นทุนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.4.1 ยาง

ปัจจุบันจัดว่ายางเป็นส่วนประกอบสำคัญกับงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ไม่โดยตรงก็ทางอ้อม โดยตรงได้แก่ อุตสาหกรรมประเภทยางรถยนต์ เป็นต้น ทางอ้อม เช่น เป็นชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักร เครื่องมือต่างๆ และเป็นส่วนที่สำคัญยิ่งในงานอุตสาหกรรมด้วย

1. ประเภทของยาง

ยางแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท หลายชนิด ซึ่งพอจะแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

ก.ยางธรรมชาติ (NATURAL RUBBER) เป็นยางที่ได้มาจากยางพารา วัตถุดิบมีมากในประเทศไทย มีคุณสมบัติที่พอสรุปได้ดังนี้ คือ

- ค่าความทนต่อแรงดึง (TENSILE STRENGTH) ดีมาก
- ความสามารถในการยืด (ULTIMATE ELONGTION) ดี
- ทนต่อการขัดข่วน (ABRASION) ดี
- เปอร์เซ็นต์ในการรับน้ำ (ดูดซับ) (WATER ABSORTION) มีค่าน้อย

ข.ยางสังเคราะห์ (SYNTHETIC RUBBER) เนื่องจากไม่สามารถทนต่อความร้อนและน้ำมันจึงทำให้มีผู้คิดยางเทียม หรือยางสังเคราะห์ขึ้นมา เพื่อชดเชยข้อเสียของยางธรรมชาติ โดยมีคุณสมบัติทนต่อความร้อยได้สูง ทนน้ำมัน ทนกรด ทนด่าง เป็นต้น ดังนั้น ราคายางจึงแพงกว่ายางธรรมชาติมาก ยางสังเคราะห์มีอยู่มากมายหลายประเภท แต่ละประเภทใหญ่ ๆ ที่นิยมใช้ในบ้านเรา มีดังนี้ คือ

- SBR STYRENE BUTADIENE RUBBER ใช้ทำ MECHANICAL PARTS ทั่วไป เพราะสามารถทนการเสียดสีดี ทนความร้อนดีกว่ายางธรรมชาติ แต่ทนน้ำมันไม่ได้

- NBR NITRILE BUTADIENE RUBBER เป็นยางสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมากเพราะทนน้ำมันได้ดี ทนความร้อนได้ประมาณ 125 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- CA CHLOROPRENE RUBBER ทนความร้อนได้ดีพอ ๆ กับ NBR ก้นน้ำมันได้ไม่ดีนัก ทนต่อแรงดึง ยืดหดต้วสูง

- SR SILICONE RUBBER เป็นยางที่มีคุณสมบัติทนความร้อนสูงประมาณ 250 องศาเซลเซียส

2. การผสมยาง

การผสมยาง คือ การใช้ยางดิบจะเป็นยางธรรมชาติ หรือยางสังเคราะห์ก็ตามมาดีจนอ่อนตัวแล้วเอาสารแอกทีฟทิลเลอร์ นอนแอคทีฟฟิลเลอร์ แอคติเวเตอร์ แอคซีรีเลเตอร์ สัดส่วนที่ผสม แล้วแต่ความเหมาะสม ให้เข้ากับยางดิบ จนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำมาเข้าแนบแม่พิมพ์ เป็นรูปร่างต่าง ๆ จามต้องการ

การผสมยางอะไรก็ตาม ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงการใช้งานเป็นหลักใหญ่แล้วจึงเลือกประเภทยาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงจะสนองความต้องการในด้านประโยชน์ใช้สอยได้ดีเหมาะสม ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตด้วย

3.คุณสมบัติของสารเคมีหลักต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการผสมยาง

1.ACTIVE FILLER เพิ่มแรงดึง

2.NON ACTIVE FILLER เพิ่มปริมาณ

3.ACTIVITER กระตุ้นให้ยางสุก

4.ACCELLERATOR ทำให้ยางสุก

4.กรรมวิธีการผลิตยางแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท คือ

1.การรีด(EXTRUSING)

2.การอัด(COMPRESSING MOLDING)

3.การฉีด(INJECTION)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 ความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับการส่ง เสริมผลิตภัณฑ์ เพื่อการจัดจำหน่าย

2.12.1 **บรรจุภัณฑ์** หมายถึงหน่วยรูปแบบวัตถุภายนอกที่ทำหน้าที่ปกป้องคุ้มครอง หรือห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ภายในให้ปลอดภัย สะดวกในการขนส่ง เอื้ออำนวยให้เกิดผลประโยชน์ในทางการค้าและการบริโภค

เราสามารถแบ่งประเภทของบรรจุภัณฑ์ ออกเป็น 3 ประเภทคือ

2.12.1.1 **INDIVDUAL PACKAGE หรือบรรจุภัณฑ์เฉพาะหน่วย** บรรจุภัณฑ์ที่สัมผัสอยู่กับผลิตภัณฑ์ขั้นแรกเป็นสิ่งที่บรรจุผลิตภัณฑ์เอาไว้เฉพาะหน่วย โดยมีวัตถุประสงค์ขั้นแรกคือ เพิ่มคุณค่าในเชิงพาณิชย์ (TO INCREASE COMMERCIAL VALUE) เช่นกำหนดให้มีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ ซึ่งอาจทำให้มีลักษณะพิเศษเฉพาะหรือทำให้มีรูปร่างที่เหมาะแก่การ จับ ถือ และอำนวยความสะดวกต่อการใช้งานผลิตภัณฑ์ภายในพร้อมทั้งทำหน้าที่ให้ความปกป้องแก่ผลิตภัณฑ์โดยตรงอีก

2.12.1.2 **INNER PACKAGE หรือบรรจุภัณฑ์ชั้นใน** คือบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ถัดออกมาเป็นชั้นที่สอง มีหน้าที่รวบรวมบรรจุภัณฑ์ชั้นแรกเข้าไว้ด้วยกันหรือเป็นชุดในการจำหน่ายรวมตั้งแต่ 2-24 ชิ้นขึ้นไป โดยมีวัตถุประสงค์ขั้นแรกคือการป้องกันรักษาสินค้าผลิตภัณฑ์จาก น้ำ ความชื้น แสง แรงกระทบกระเทือน และอำนวยความสะดวกแก่การขายปลีก-ย่อย เป็นต้น

2.12.1.3 **OUTER PACKAGE หรือบรรจุภัณฑ์ชั้นนอก** คือบรรจุภัณฑ์ที่เป็นหน่วยรวมขนาดใหญ่ที่ใช้ในการขนส่งเท่านั้น ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ได้แก่ หีบไม้ ลัง กล่องกระดาษขนาดใหญ่ที่บรรจุสินค้าไว้ภายใน ภายนอกจะบอกเพียงข้อมูลที่จำเป็นต่อการขนส่งเท่านั้น เช่น รหัสสินค้า (CODE) เลขที่ (NUMBER) ตราสินค้า สถานที่ส่ง เป็นต้น

ประเภทของบรรจุภัณฑ์ที่กล่าวมาทั้ง 3 ลักษณะนี้ เป็นการแบ่งประเภทตามลักษณะกรรมวิธีการบรรจุและวิธีการขนถ่ายผลิตภัณฑ์ ซึ่งการจัดแบ่งและเรียกชื่อบรรจุภัณฑ์ในทรรศนะของผู้ออกแบบ ผู้ผลิต หรือนักการตลาด อาจจะแตกต่างกันออกไปแต่ถึงอย่างไรบรรจุภัณฑ์แต่ละประเภทก็ตั้งอยู่ภายใต้วัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักใหญ่ (OBJECTIVES OF PACKAGE) ที่คล้ายกันคือ

1. เพื่อป้องกันผลิตภัณฑ์(PROTECT PRODUCTS)

2. เพื่อจำหน่ายผลิตภัณฑ์ (TODISTRIBUTE PRODUCTS)

3. เพื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์ (TO PROMOTE PRODUCTS)

2.12.2 วัสดุบรรจุภัณฑ์

วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ร่วมสมัยในขณะนี้นั้น มีความหลากหลายในคุณลักษณะและคุณภาพเป็นอย่างมาก เงื่อนไขอันดับแรกสุดที่ผู้ออกแบบบรรจุภัณฑ์และผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องพิจารณาร่วมกันก็คือ เลือกวัสดุที่เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์และสามารถใช้งานได้ดี (CHOOSING A SUITABLE PACKAGE MATERIAL WITH GOOD WORKABI LITY) สิ่งที่สำคัญที่สุดของการเลือกวัสดุก็คือ "การรู้จักประสานประโยชน์ของวัสดุ(THE COMRINATION OF MATERIALS)เพราะการออกแบบนั้นต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของการผลิต (BASED ON PRODUCTIVITY) ข้อควรคำนึงที่ว่าด้วย การคุ้มครองผลิตภัณฑ์และการเอื้ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ที่ดีกว่าควรจะนำมาพิจารณาโดยนำเอาคุณสมบัติที่ดีเด่นของวัสดุต่างชนิดมาสร้างสรรค์ดัดแปลงอย่างชาญฉลาดและเกิดความเหมาะสมยิ่งในสภาวะการแข่งขันการแบ่งส่วนตลาด (SEGMENTATION)ของสินค้าเช่นปัจจุบันการเลือกวัสดุเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับการขายด้วย (SUILTABLE FOR DISTRIBUTION) กำลังเป็นสิ่งที่ได้รับการเพ่งเล็งในความสำคัญเพิ่มขึ้นอีกเป็นกรณีหนึ่ง

วัสดุบรรจุภัณฑ์ โดยพื้นฐานแล้วสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ (GRIFFIN AND SACHAROW 1982 : 23)

1. ประเภทเซรามิคส์ (CERAMICS) รวมทั้งเครื่องแก้ว (GLASSWARE) และเครื่องกระเบื้องเคลือบลายคราม (CHINAWARE)

2. ประเภทผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืช-ผัก(VEGETABLE PRODUCTS) ได้ไม้ เยื่อไม้ ยางไม้ เส้นใยจากพืช-ผักในรูปของกระดาษ สิ่งทอหรือเครื่องจักสาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ประเภทโลหะ (WETALS) เช่นแผ่นเหล็กอาบดีบุก (TINPLATE) อลูมิเนียมโลหะผสม (ALLOY) อลูมิเนียมแผ่นเปลว(AULMINIUM FOIL) ทองแดง (COPPER) ทองเหลือง (BRASS) ฯลฯ ได้แก่ ภาชนะบรรจุในรูปของกระป๋อง ถังโลหะ เป็นต้น

4.ประเภทพลาสติก (PLASTICE) เป็นวัสดุที่ได้จากการสังเคราะห์ของพวก POLYMER ส่วนมากทำมาจาก PETROLEUM ได้แก่

POLYETHYLENE(PE)

POLYPROPYLENE(PP)

POLYSTYRENE(PS)

POLYESTER,POLYVINYL CHLORIDE (PVC) และอื่น ๆ

เนื่องจากความหลากหลายในประเภทและชนิดของวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่มีอยู่ตราบถึงวันนี้มีขอบข่ายของเนื้อหาที่กว้างขวางมาก และยากที่จะนำมากล่าวไว้ทั้งหมด ดังนั้นการศึกษาเนื้อหาของวัสดุบรรจุภัณฑ์ในที่นี้ จึงใคร่นำเสนอเฉพาะวัสดุที่สำคัญตามปริมาณของการนำมาผลิตเป็นภาชนะในวงการอุตสาหกรรม

2.12.3 วัสดุภัณฑ์กับการออกแบบ

จากการเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งวัสดุบรรจุภัณฑ์หรือภาชนะบรรจุในช่วงปี ค.ศ.1979 และปี 1983 ปรากฏว่าบรรจุภัณฑ์ที่นำมาจากวัสดุประเภทกระดาษปริมาณการใช้สูง 44-45 % รองลงมาคือพลาสติก ประมาณ 19-20 % โลหะประมาณ 15% และที่เหลืออีก 4-5% นั้น เป็นวัสดุจำพวกแก้ว(YOKOYAMA 1985 :113-114) วัสดุทั้ง 4 ประเภทดังกล่าวจัดอยู่ในอันดับความนิยมที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ ซึ่งสมควรที่จะนำมากล่าวไว้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อการออกแบบคือ

2.12.3.1 วัสดุกระดาษ

กระดาษ เป็นวัสดุที่แพร่หลายและนิยมใช้กันมากที่สุด เพราะสามารถออกแบบสร้างสรรค์เป็น บรรจุภัณฑ์ได้มากมายหลายชนิดอย่างไม่มีที่สิ้นสุด ซึ่งอาจจะต้องอาศัยคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษที่สามารถ ตัด ดัด พับ งอ ได้ง่ายมากำหนดสร้างเป็นรูปร่าง รูปทรงต่าง ๆ ขึ้นมาเป็นถุง เป็นกล่อง พับเป็นซอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือกระป๋องได้หลายวิธี ดังนั้นคุณสมบัติของกระดาษที่ทำจากเยื่อไม้ธรรมดา จึงได้รับการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพมากขึ้น โดยการผนึกหรือเคลือบเข้ากับวัสดุอื่น ๆ เพื่อให้สามารถสร้างสรรค์เป็นโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ และทำหน้าที่บรรจุห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ได้หลายประเภทขึ้น เช่นกระดาษเคลือบฟิลม์พลาสติก(PLASTICCOATED PAPER) กระดาษเคลือบขี้ผึ้ง (WAX LAMINATED PAPER) กระดาษทนน้ำมัน (GREASEPROOF PAPER)เป็นต้น

2.12.3.2 วัสดุพลาสติก

พลาสติกผลิตได้จากวัตถุดิบจากหลายแหล่ง เช่น ผลิตผลทางการเกษตร ได้แก่ CELLULOSE จากพืช ใช้ผลิต CELLULOSE ACETATE หรือ CELLOPHANE ฯลฯ ปิโตรเลียมและถ่านหินใช้ผลิต POLYETHYLENE POLYPROPYLENE ฯลฯปิโตรเลียมและสินแร่ผลิต POLYVINYL CHLORIDE POLYVINYLIDENE CHLORIDE ฯลฯ แต่ในวงการอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติก ส่วนมากใช้ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม

ปัจจุบันนิยมในการใช้พลาสติกเป็นวัสดุในการผลิตภาชนะบรรจุหรือหีบห่อในรูปต่าง ๆ ตลอดจนสิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ สำหรับใช้เป็นส่วนประกอบในการบรรจุภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามลำดับการนำมาใช้ประโยชน์มีให้เห็นได้ในรูปต่าง ๆ เช่น ถุงขวด กล่อง ฯลฯ และลักษณะพิเศษอื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจจัดเป็นประเภทได้หลาย ๆ ประเภท โดยปรกติแล้วได้มีการจัดแบ่งของพลาสติกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1.ประเภท THERMOSETTING พวกนี้สามารถให้ความร้อนแล้วพิมพ์เป็นผลิตภัณฑ์ในรูปของหีบห่อได้เพียงครั้งเดียวเมื่อแข็งตัวแล้วอาจแตกได้ ไม่สามารถให้หลอมตัวด้วยความร้อนหรือพิมพ์ใหม่ได้ เช่น ภาชนะพลาสติกของมาลาพลาสติก

2.ประเภท THERMOPLASTIC พวกนี้สามารถให้ความร้อนทำให้หลอมตัว แล้วพิมพ์ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายครั้งตามต้องการ เช่นภาชนะพลาสติกของทัพเพอร์แวร์ ถุงพลาสติกใสใส่ขนม ขวดน้ำโพลาลิส ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.3.3 วัสดุโลหะ

โลหะ มีคุณสมบัติแข็งแรง ทนทาน การเคลือบผิวภายในจะช่วยลดการสึกกร่อน ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ ไม่มีการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซ แต่มีจุดอ่อนอยู่ตามรอยต่อหรือฝา อาจนำโลหะไปทำภาชนะบรรจุต่าง ๆ ได้คือ

1.กระป๋อง(CAN) หมายถึงกระป๋องรูปต่าง ๆเช่น กระบอก รูปเหลี่ยม รูปไข่ เป็นต้นอาจจะทำจากโลหะต่าง ๆชนิดเช่นแผ่นเหล็ก แผ่นเหล็กอาบดีบุก อลูมิเนียมและอื่น ๆใช้บรรจุอาหาร ยา น้ำมันหล่อลื่นและเครื่องใช้อื่นๆ

2.ถัง(DRUM,PAIL,KEG) มีความจุและขนาดใหญ่กว่ากระป๋องมากใช้บรรจุสารเคมี น้ำมันหล่อลื่น และอื่น ๆ

3.AEROSSOLS OR PRESSURIZED CONTAINERS ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว และมีสารที่ใช้ขับ (PROPELLANT)ซึ่งเป็นทั้งของเหลวและก๊าซผสมกันอยู่ ใช้บรรจุยาฆ่าแมลงต่าง ๆ เครื่องสำอาง อาหาร ยาบางชนิด

4.collapsible tubes บรรจุสินค้าที่มีลักษณะหนืด เช่น เครื่องสำอาง ยา อาหาร กาว

5.อะลูมิเนียมแผ่นเปลว (ALUMINUM FOIL)) ใช้ห่อทำซอง หรือทำเป็นรูปต่าง ๆ เพื่อบรรจุอาหาร ยา และอื่น ๆ

2.12.3.4 วัสดุแก้ว

แก้ว เชื่อว่ามีการค้นพบและใช้มาเมื่อประมาณ 7000 ปีก่อนคริสต์กาลโดยเมื่อประมาณ1550 ปีก่อน ค.ศ.นั้นชาวอียิปต์ได้เริ่มทำขวดขึ้นเป็นอุตสาหกรรมแล้ว

แก้ว ผลิตมาจากการหลอมเหลวรวมกันระหว่าง

-หินปูน (LIMESTONE) ประมาณ 10%

-โซดา (SODA) " 15%

-ซิลิก้า (silica) " 75%

-และอื่นๆเป็นส่วนน้อย เช่น ALUMINIUM POTASSIUM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAGNESIUM OXIEDES ซึ่งสารประกอบทั้งหมดจะหลอมละลายเป็นแก้วใส ในอุณหภูมิประมาณ 2800 องศาฟาเรนไฮต์ เมื่อหลอมละลายแล้วก็สามารถนำไปเป่าขึ้นรูปตามแบบ (MOLD) ออกมาเป็นภาชนะต่าง ๆ ได้ เช่น ขวด แก้วน้ำ คณโท จาน ชาม ฯลฯ

2.12.4 วัตถุประสงค์ของการออกแบบบรรจุภัณฑ์

วัตถุประสงค์ของการออกแบบบรรจุภัณฑ์นั้น ส่วนใหญ่มี 2 ประเภทอย่างกว้าง ๆ คือ

1. เพื่อสร้างบรรจุภัณฑ์ ให้สามารถเอื้ออำนวยคุณประโยชน์ด้านหน้าที่ที่ใช้สอยได้ดี มีความปลอดภัยต่อการคุ้มครองผลิตภัณฑ์ ความประหยัด ความมีประสิทธิภาพในการผลิต ในการบรรจุ การขนส่ง การเก็บรักษา การวางจำหน่าย และการอุปโภคซึ่งครั้งนี้การออกแบบต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ด้านวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ เข้าช่วยเป็นหลักใหญ่

2. เพื่อสร้างบรรจุภัณฑ์ให้สามารถสื่อสารและสร้างผลกระทบทางจิตวิทยาต่อผู้บริโภค โดยใช้ความรู้แขนงศิลปะเข้ามาสร้างคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์ให้มีคุณสมบัติต่าง ๆเช่น

-ความมีเอกลักษณ์พิเศษของผลิตภัณฑ์

-ความมีลักษณะพิเศษที่สามารถสร้างความทรงจำหรือทัศนคติที่ดีต่อผลิตภัณฑ์ และบริษัทผู้ผลิต

-ความมีลักษณะพิเศษที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้อุปโภคบริโภคตลอดจนให้เข้าใจถึงความหมายและคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ ฯลฯ

2.12.5 การออกแบบกราฟฟิค

การออกแบบกราฟฟิค หมายถึงการสร้างสรรค์ลักษณะส่วนประกอบภายนอกของโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ให้สามารถ สื่อสาร สื่อความหมาย ความเข้าใจ (IO COMMUNICATE) ในอันที่จะให้ผลทางด้านจิตวิทยา (PSYCHOLOGICAL EFFECTS)ต่อผู้อุปโภคบริโภคเช่น ให้ผลในด้านการดึงดูดความสนใจ การให้มโนภาพถึงสรรพคุณประโยชน์ผลิตภัณฑ์การกระตุ้นให้เกิดความทรงจำบุคลิกลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผลิตภัณฑ์ ยี่ห้อผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิต ด้วยการใช้วิธีการออกแบบ การจัดวางรูป ตัวอักษร ถ้อยคำ โฆษณา เครื่องหมายและสัญลักษณ์ทางการค้า และอาศัยหลักศิลปะการจัดภาพให้เกิดความประสานกลมกลืนกันอย่างสวยงาม ตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้

การออกแบบกราฟฟิคบนบรรจุภัณฑ์ สามารถสร้างสรรค์ได้ทั้งลักษณะ 2 มิติบนพื้นผิวแผ่นราบของวัสดุเช่น กระดาษ แผ่นพลาสติก แผ่นโลหะอาบดีบุก หรือแผ่นอลูมิเนียม โฟม ฯลฯ ก่อนนำวัสดุต่าง ๆ เหล่านี้ประกอบกันเป็นรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ ส่วนลักษณะ 3 มิติ ก็อาจจะกระทำได้ 2 กรณีคือ ทำเป็นแผ่นฉลาก (LABEL) หรือแผ่นป้ายนำไปติดบนบรรจุภัณฑ์ ประเภท RIGID FORMS ที่ขึ้นรูปเป็นภาชนะบรรจุสำเร็จมาแล้ว หรืออาจจะสร้างสรรค์บนผิวภาชนะบรรจุรูปทรง 3 มิติ โดยตรงก็ได้ เช่น ขวดแก้ว ขวดพลาสติก เป็นต้น ซึ่งลักษณะการออกแบบกราฟฟิคบนบรรจุภัณฑ์นี้ส่วนใหญ่มักถือตามเกณฑ์ของเทคนิคการพิมพ์ในระบบต่าง ๆเป็นหลัก

การออกแบบกราฟฟิค ถือว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการบรรจุภัณฑ์เป็นอย่างมาก เพราะว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญนอกเหนือไปจากการบรรจุและการป้องกันผลิตภัณฑ์โดยตรงทำให้บรรจุภัณฑ์ได้มีหน้าที่เพิ่มขึ้นมา โดยที่ลักษณะกราฟฟิคบนบรรจุภัณฑ์ และสลากได้แสดงบทบาทหน้าที่สำคัญ อันได้แก่

2.12.5.1 การสร้างทัศนคติที่ดีงามต่อผลิตภัณฑ์และผู้ผลิต

กราฟฟิคบนบรรจุภัณฑ์และแผ่นสลากทำหน้าที่เปรียบเสมือนสื่อประชาสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ในอันที่จะเสนอต่อผู้อุปโภคบริโภคแสดงออกถึงคุณงามความดีของผลิตภัณฑ์และความรับผิดชอบที่ผู้ผลิตมีต่อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยที่ลักษณะทางกราฟฟิคจะสื่อความหมายและปลูกฝังความรู้ ความเข้าใจ การนำผลิตภัณฑ์ไผใช้ ตลอดทั้งสร้างความต่อเนื่องของการใช้ การเชื่อถือในคุณภาพ จนกระทั้งเกิดความศรัทธาเชื่อถือในผู้ผลิตในผลสุดท้าย

2.12.5.2 การชี้แจงและบ่งชี้ให้ผู้บริโภคทราบถึง ชนิดประเภทของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะกราฟฟิคเพื่อให้สื่อความหมายหรือถ่ายทอดความรู้สึกได้ว่า ผลิตภัณฑ์คืออะไรและผู้ใดเป็นผู้ผลิตนั้นมักนิยมใช้ภาพและอักษรเป็นหลัก แต่ก็ยังอาจอาศัยองค์ประกอบอื่น ๆ ในการออกแบบ เช่น รูปทรง เส้น สี ฯลฯ ซึ่งสามารถสื่อให้เข้าใจความหมายได้ เช่นเดียวกับการใช้ภาพและข้อความอธิบาย ตัวอย่างงานด้งกล่าวนี้มีให้เห็นได้ทั่งไปและที่เห็นชัดคือ ผลิตภัณฑ์ต่างประเภทที่บรรจุอยู่ในภาชนะที่คล้ายคลึงกัน ดังเช่น เครื่องสำอางและยาเป็นต้น แม้บรรจุอยู่ในขวดหรือหลอดรูปทรงเหมือนกัน ผู้บริโภคก็สามารถชี้ได้ว่าอันใดคือเครื่องสำอางและอันใดคือยา ทั้งนี้ก็โดยการสังเกตจากลักษณะกราฟฟิค เช่นลักษณะอักษรหรือสีที่ใช้ซึ่งนักออกแบบจัดไว้ให้เกิดความรู้สึกผิดแผกจากกัน เป็นต้น

2.12.5.3 การแสดงเอกลักษณ์เฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์และผู้ประกอบการ

ลักษณะรูปทรงและโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ ส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันในการผลิตแต่ละประเภททั้งนี้เพราะกรรมวิธีการผลิต ใช้เครื่องจักรผลิตขึ้นมาภายใต้มาตรฐานเดียวกัน ประกอบคู่แข่งในตลาดมีมากดังที่เห็นได้จากผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารสำเร็จรูปที่ผลิตและจำหน่ายอยู่อย่างแพร่หลาย ปัจจุบันซึ่งมีลักษณะรูปทรงและโครงสร้างที่คล้ายคลึงกันมาก บรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ มักมีขนาด สัดส่วนปริมาณการบรรจุที่เหมือนกันและใกล้เคียงกัน ดังนั้นการออกแบบกราฟฟิคจึงมีบทบาทหน้าที่แสดงเอกลักษณ์หรือบุคลิกพิเศษเป็นลักษณะเฉพาะตน(BRAND IMAGE) ของผลิตภัณฑ์ และผู้ผลิตให้ความเด่นชัดผิดแผกจากผลิตภัณฑ์คู่แข่งขัน เป็นที่สะดุดตาและเรียกร้องความสนใจจากผู้บริโภคทั้งเก่าและใหม่ ให้จดจำได้ ตลอดจนหาซื้อได้โดยสะดวกและรวดเร็ว

2.12.5.4 การแสดงสรรพคุณและวิธีใช้ของผลิตภัณฑ์

เป็นการให้ข่าวสาร ข้อมูล ส่วนผสมหรือส่วนที่ประกอบที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ภายในว่ามีคุณสมบัติ สรรพคุณและวิธีการใช้อย่างถูกต้องอย่างไรบ้างทั้งโดยอาศัยการออกแบบ การจัดวาง (LAY-OUT) ภาพประกอบ ข้อความสั้น ๆ (SLOGAN) ข้อมูลรายละเอียดตลอดจนตรารับรองคุณภาพและอื่นๆ ให้สามารถเรียกร้องความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนใจผู้บริโภคให้หยิบยกเอาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาพิจารณาเพื่อตัดสินใจเลือกซื้อ การออกแบบกราฟฟิคเพื่อแสดงบทบาทในหน้าที่นี้จึงเปรียบเสมือนการสร้างบรรจุภัณฑ์ให้เป็น "พนักงานขายเงียบ"(THE SILENT SALESMAN)ที่ทำหน้าที่โฆษณาประชาสัมพันธ์แทนคน ณ บริเวณจุดซื้อ (POINT OF PURCHASE) นั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 ความรู้เกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบ

ความสัมพันธ์เรื่องสัดส่วนของมนุษย์กับการออกแบบ

ความรู้เกี่ยวกับมาตราฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์นั้น ได้มีการศึกษามานานแล้ว ก่อน ค.ศ.3000 จากหลักฐานการค้นพบจากสุสานในพีระมิดของเมมฟิส (MEMPHIS) จากนั้นได้ที่นักวิทยาศาสตร์และนักศิลปศาสตร์ทำการศึกษาในเรื่องนี้เรื่อยมา

การเรียนรู้เกี่ยวกับมาตราฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ ได้ทำการศึกษาจากชากศพของมเหสีฟาโรห์ ซึ่งอยู่ในยุค PTOLEMAIC ของกรีกและโรมันและเป็นที่ยอมรับในมาตราฐานเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ในเวลานั้นโดยการสอนของ ALBERTI,LEONARDO DA VINCI,MICHELANGELO และคนอื่น ๆโดยเฉพาะ DIIRERเป็นคนสำคัญในการรากฐานเรื่องนี้ได้จัดระบบการวัดสัดส่วนของมนุษย์ เช่น ความยาวของศีรษะ หน้า เท้า และแบ่งส่วนย่อยรายละเอียด อื่น ๆ ที่สัมพันธ์กันของแต่ละส่วนซึ่งกลายเป็นมาตราฐานที่ใช้กันในทุกวันนี้ในสมัยใหม่ยอมรับระบบการจัดเป็นฟุต และหลา

วิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์

DIIRER ได้ค้นพบวิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและเห็นพ้องต้องกันทั่ว ๆไป โดยเขาเริ่มวัดความสูงของร่างกายและกำหนดส่วนย่อยไว้ดังต่อไปนี้

1/2 ของความสูงทั้งหมด = ครึ่งหนึ่งของร่างกายวัดจากต้นขาหรือขาหนีบขึ้นไปถึงศีรษะส่วนบน

1/4 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของขาวัดจากข้อเท้าถึงหัวเข่าและจากปลายคางถึงสะดือ

1/6 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของเท้า

1/3 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของศีรษะส่วนบนถึงปลายคางและจากปลายคางถึงราวนม

1/10 ของความสูงทั้งหมด = ความสูงและความกว้างของใบหน้ารวมถึงใบหูด้วย

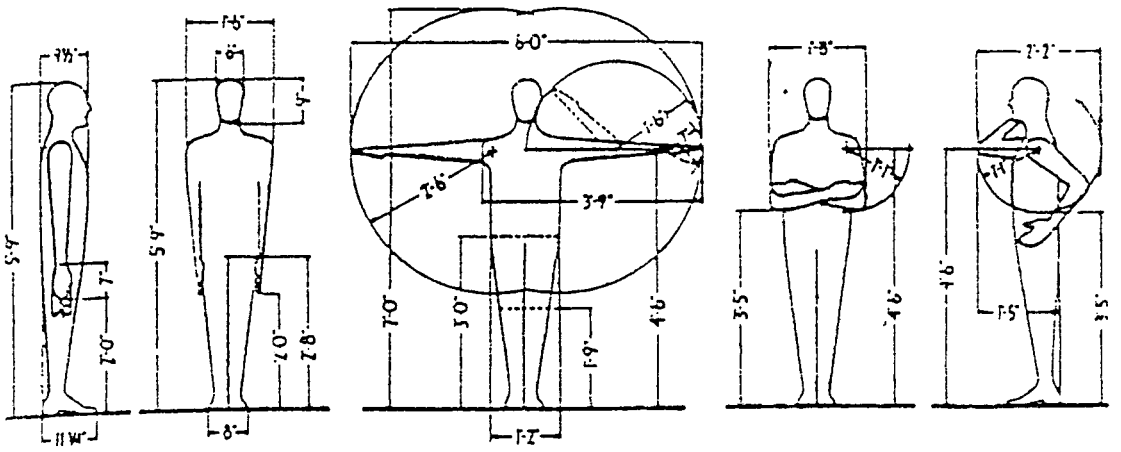
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และความยาวของมือถึงข้อเท้า

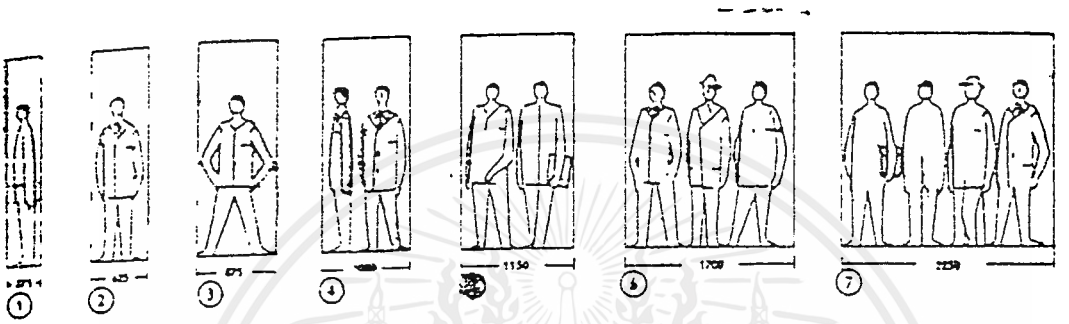
1/12 ของความสูงทั้งหมด = ความกว้างของใบหน้าจากปลายจมูกส่วนล่างสุดและในการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์นั้นแบ่งเป็นส่วนย่อยได้ 1/40 ของความสูงทั้งหมดของร่างกาย

สำหรับขนาดสัดส่วนของคนไทยนั้นหากต้องการทราบรายละเอียดข้อเสนอแนะให้ไปหาข้อมูลได้ที่สภาวิจัยแห่งชาติได้ ส่วนตัวอย่างภาพที่อยู่ในหน้าต่อไปนี้นั้นใช้สำหรับเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาการออกแบบ

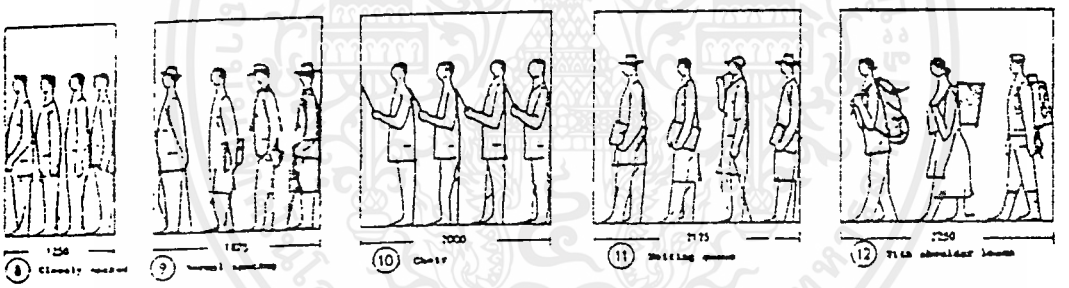
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



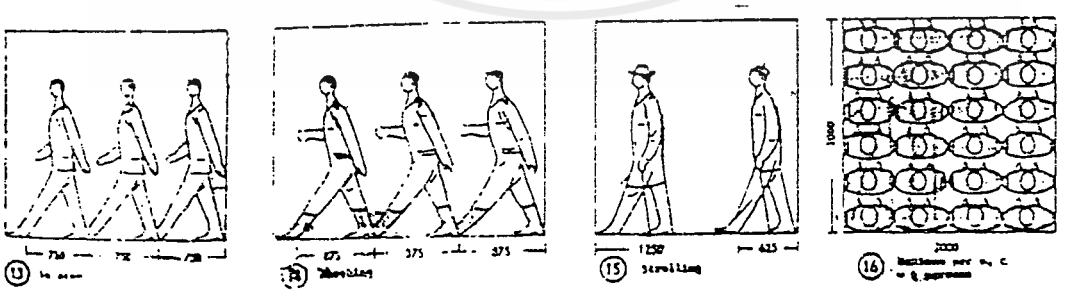
ภาพที่2.53 แสดงภาพขยายอัตราส่วนของมนุษย์



ภาพที่2.54 แสดงสัดส่วนความต้องการช่องว่างระหว่างผนัง

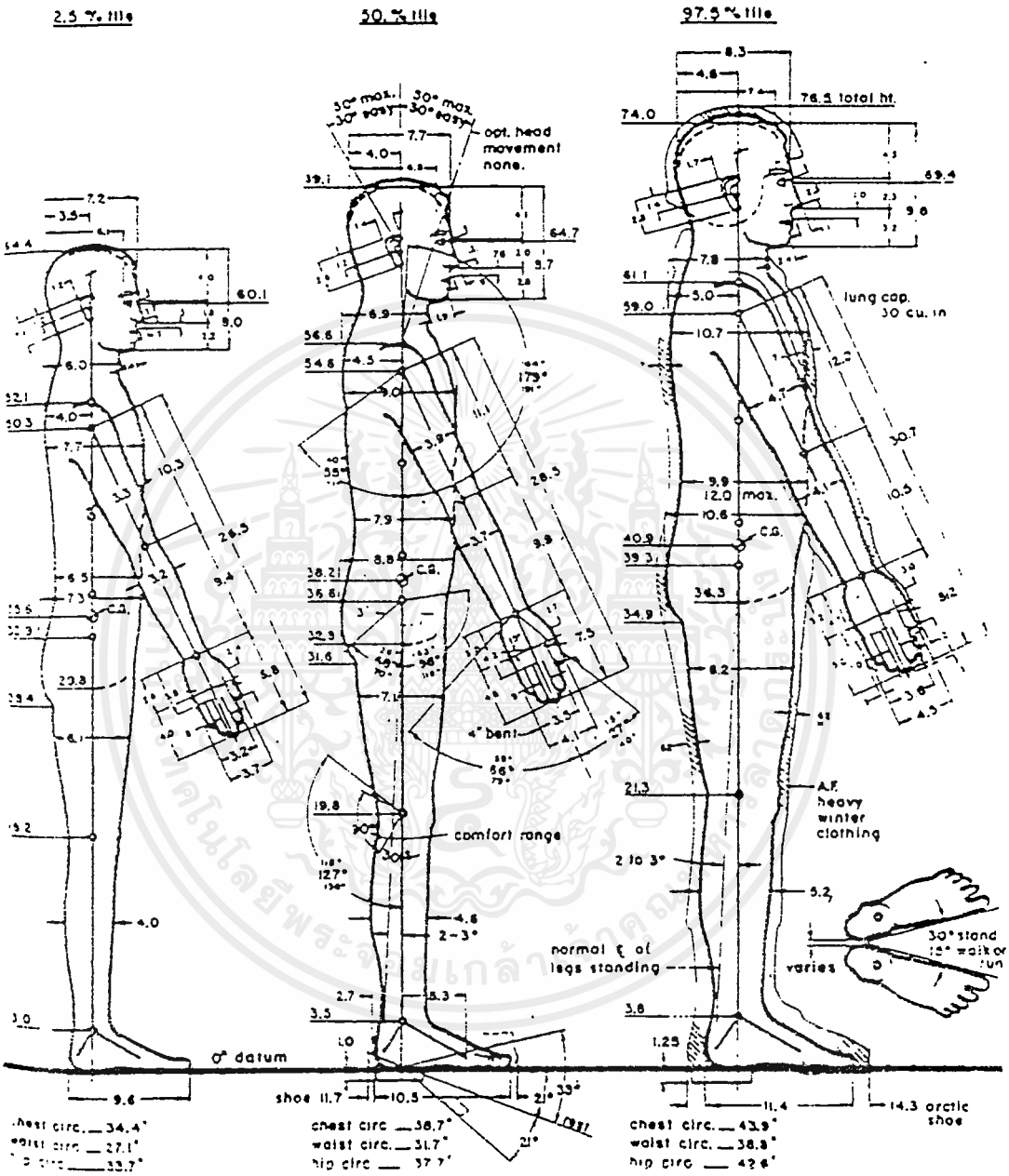


ภาพที่2.55 แสดงตามสัดส่วนความต้องการช่องว่างของกลุ่ม



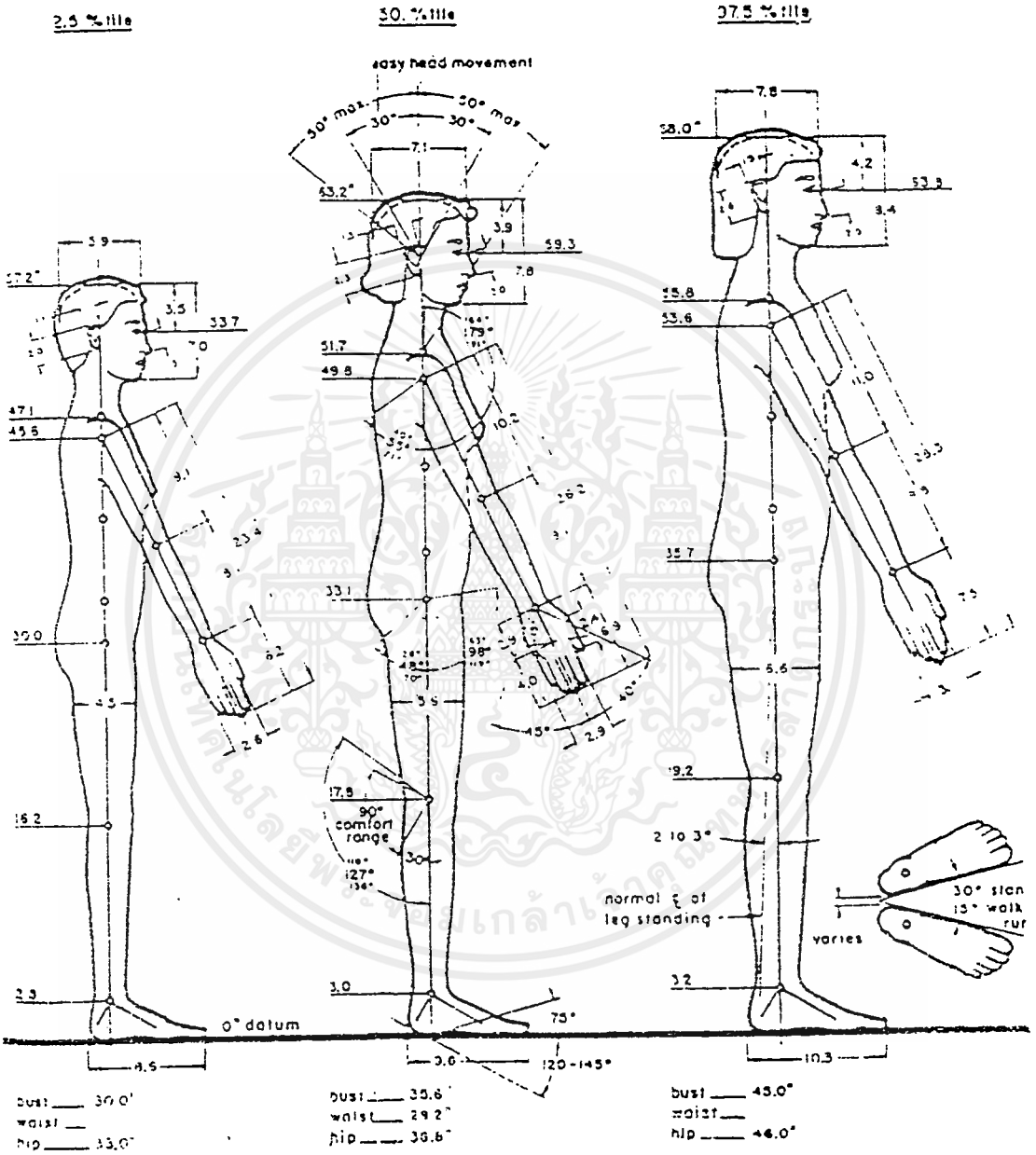
ภาพที่2.56แสดงการก้าวเดินของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



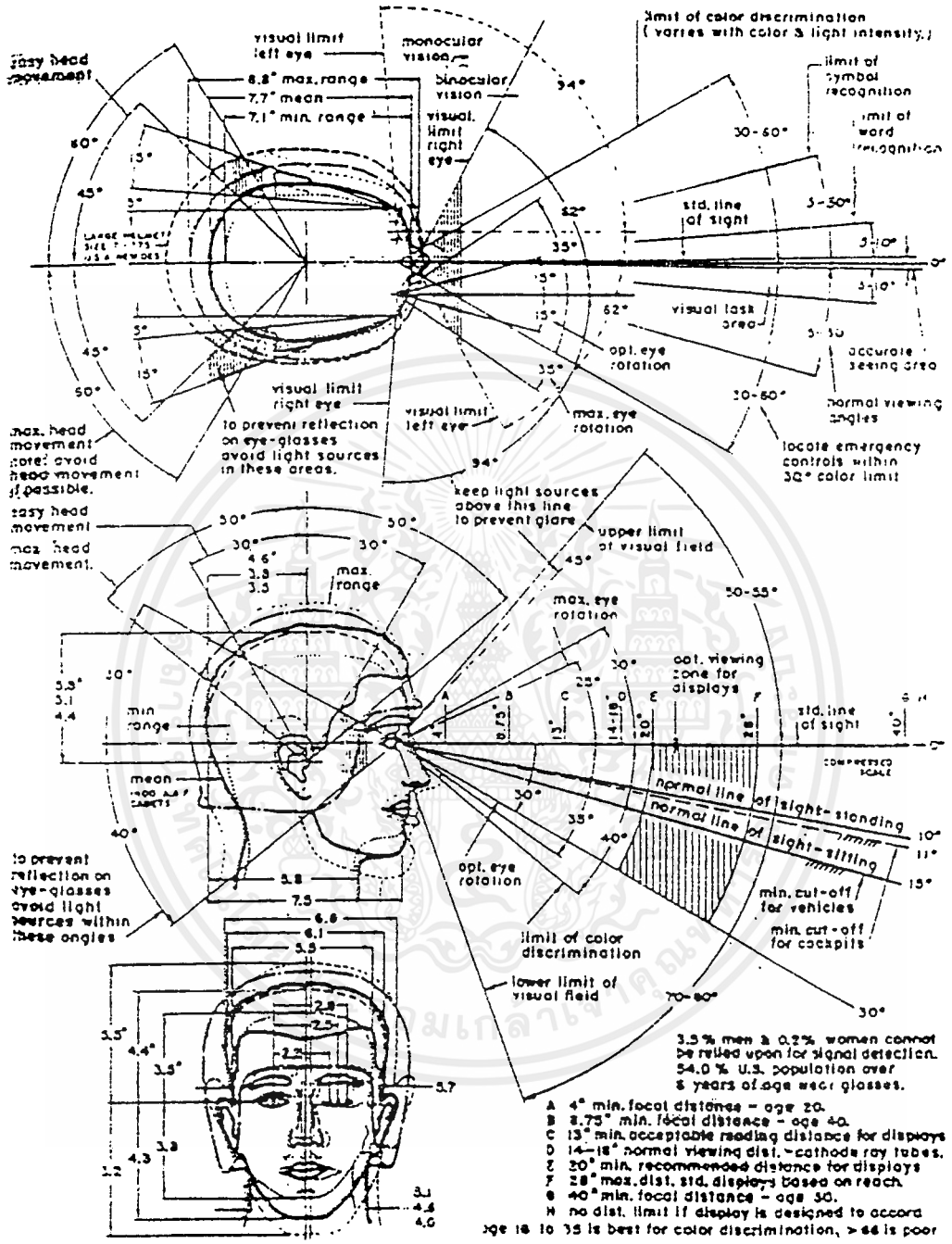
ภาพที่2.57 แสดงขนาดสัดส่วนท่ายืนด้านข้างของมนุษย์ผู้ใหญ่เพศชายทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



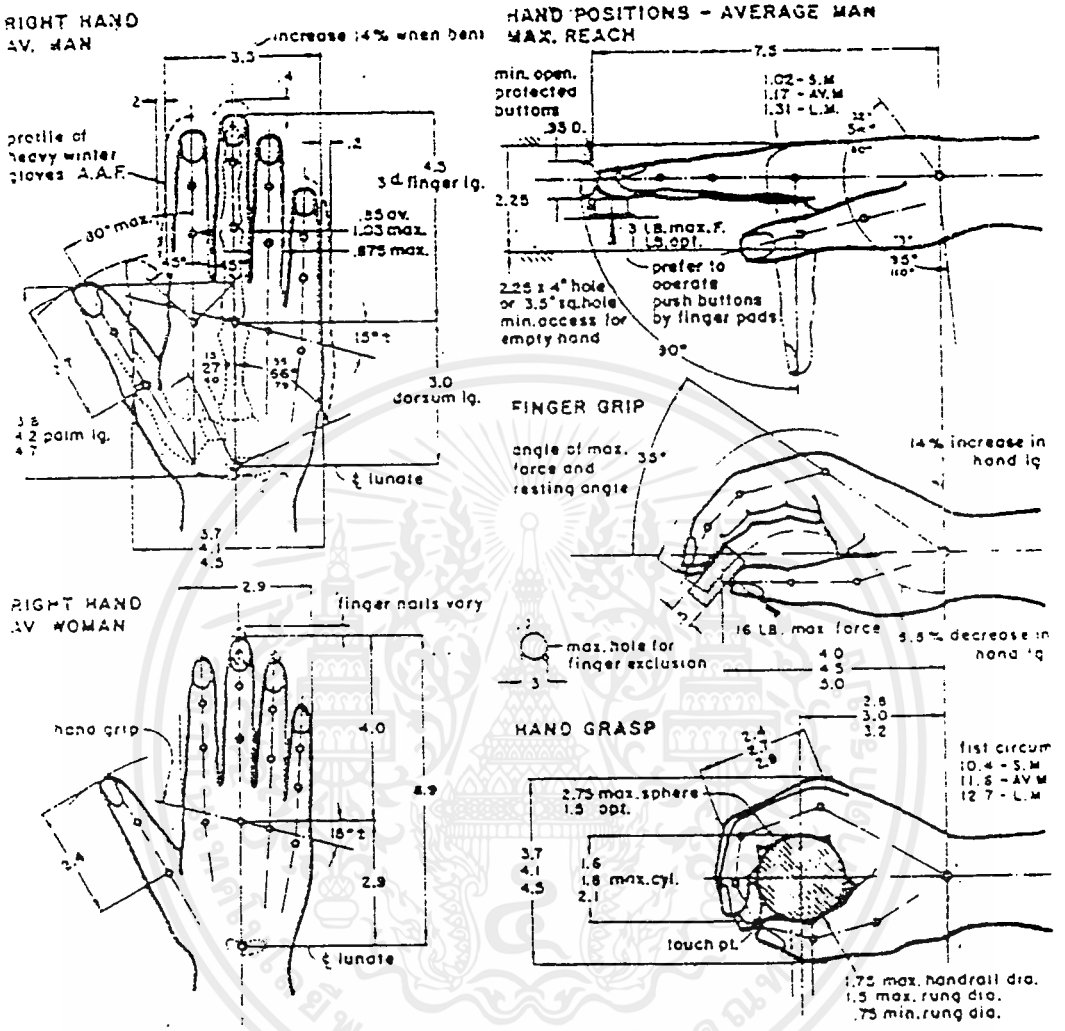
ภาพที่2.58 แสดงขนาดสัดส่วนด้านข้างของผู้ใหญ่เพศหญิงทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่2.59 แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขพื้นฐานเกี่ยวกับสายตามนุษย์

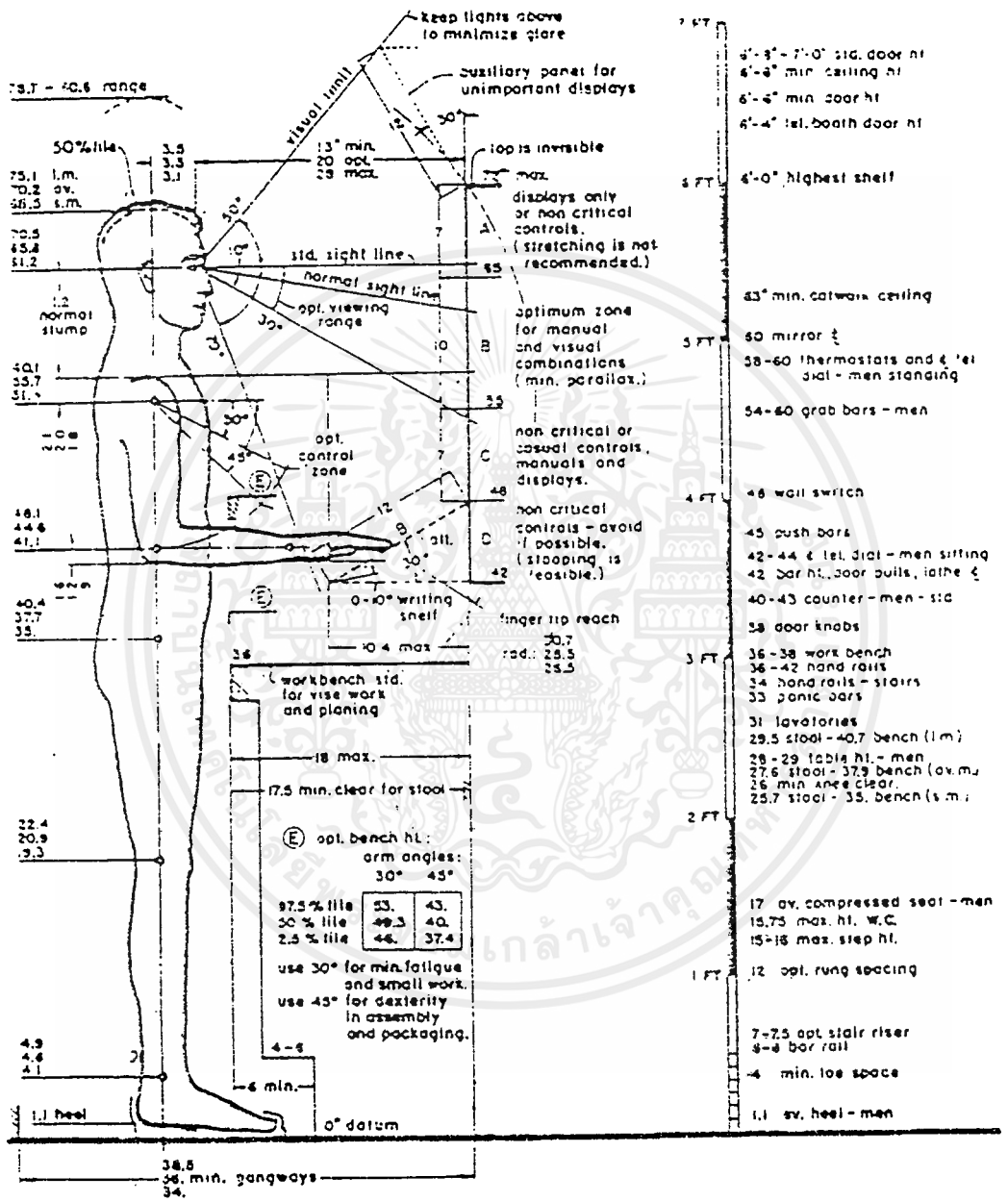
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



HAND DATA	MEN			WOMEN			CHILDREN			
	2.5 % tile	50. % tile	97.5 % tile	2.5 % tile	50. % tile	97.5 % tile	5 yr.	8 yr.	11 yr.	14 yr.
hand length	6.8	7.5	8.2	6.2	6.9	7.5	5.1	5.6	6.3	7.0
hand breadth	3.2	3.5	3.8	2.6	2.9	3.1	2.3	2.5	2.8	—
3d. finger lg.	4.0	4.5	5.0	3.6	4.0	4.4	2.9	3.2	3.5	4.0
dorsum lg.	2.8	3.0	3.2	2.6	2.9	3.1	2.2	2.4	2.8	3.0
thumb length	2.4	2.7	3.0	2.2	2.4	2.6	1.8	2.0	2.2	2.4

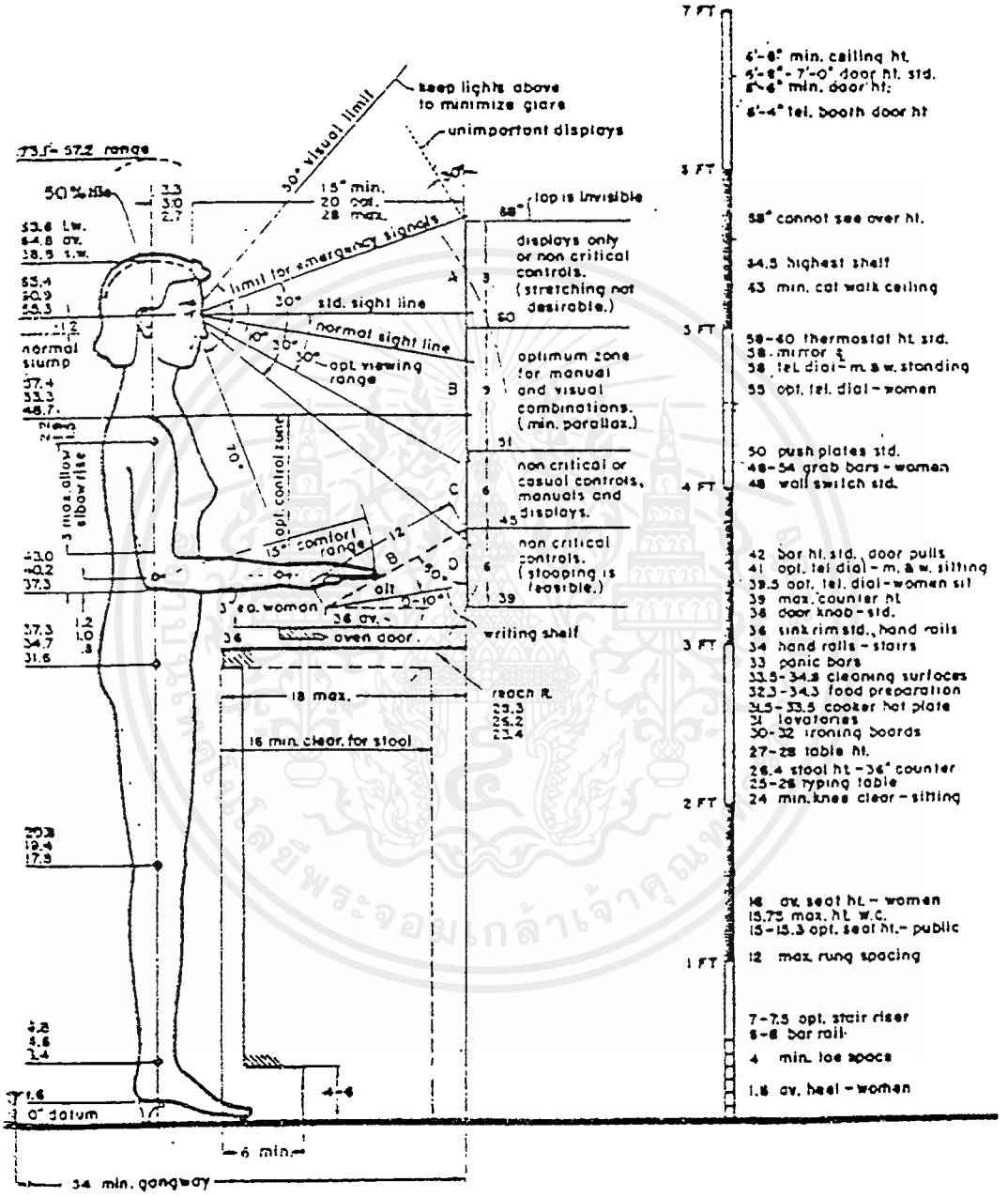
ภาพที่ 2.60 แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขการวัดขนาดสัดส่วนมือของผู้ชายผู้หญิงและเด็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



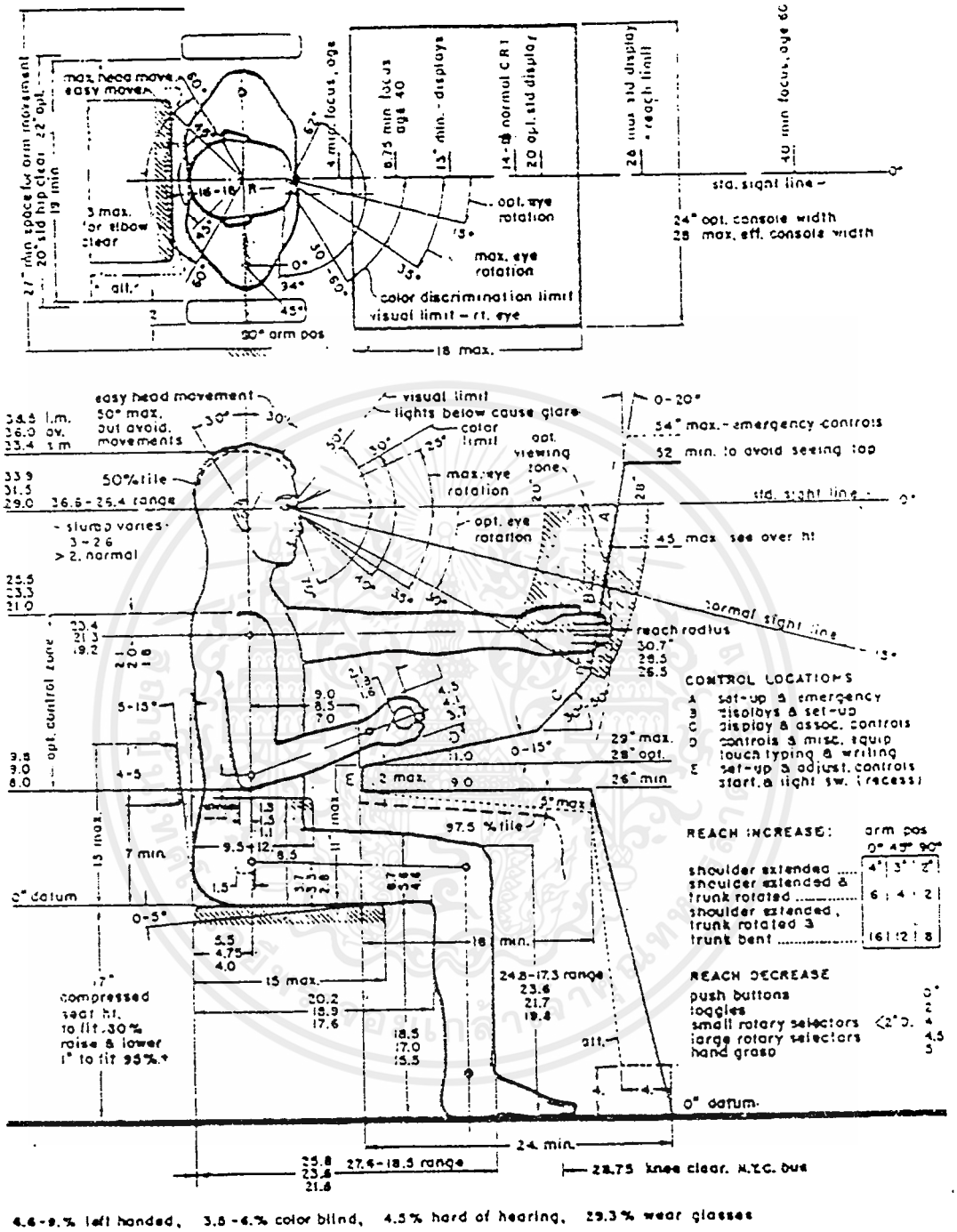
ภาพที่ 2.61 แสดงภาพและข้อมูลของผู้ใหญ่เพศชาย ขณะยืนที่แผงควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.62 แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศหญิง ขณะยืนที่แผงควบคุม

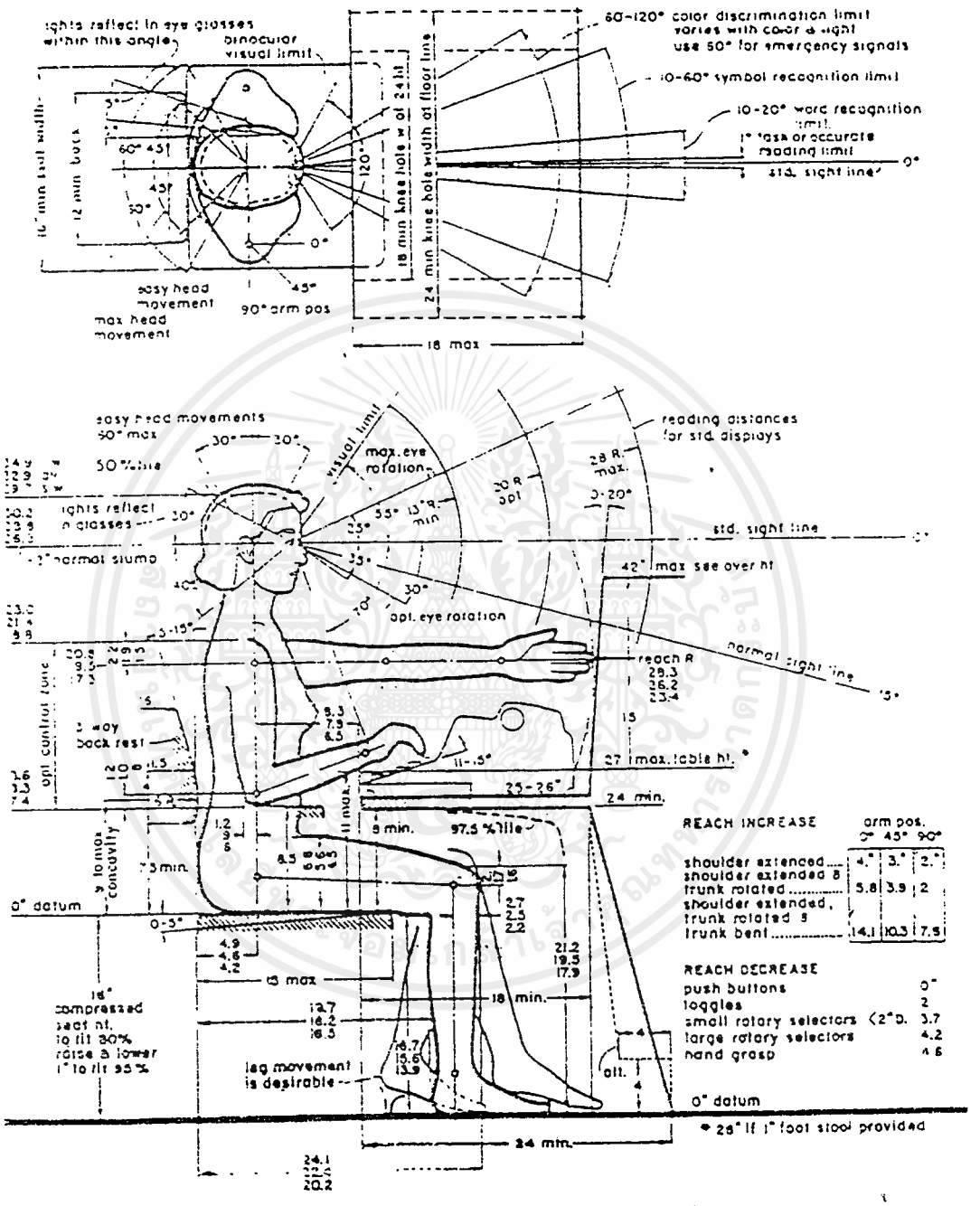
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4.6 - 9.% left handed, 3.8 - 6.% color blind, 4.5% hard of hearing, 29.3% wear glasses

ภาพที่ 2.63 แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศชาย ขณะนั่งที่โต๊ะควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่2.64 แสดงภาพและข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศหญิง ขณะที่นั่งโต๊ะพิมพ์ดีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจิตวิทยาการใช้สี

2.14.1 การใช้กราฟฟิคบนตัวผลิตภัณฑ์ สาเหตุที่ต้องเขียนกราฟฟิคบนตัวผลิตภัณฑ์ นั้นมีเหตผล 2 ประการ

1. เพื่อเป็นการบอกชื่อผู้ผลิต ชื่อเครื่องหมายการค้า ชื่อผลิตภัณฑ์คุณ สมบัติพิเศษของผลิตภัณฑ์ บ่งบอกวิธีควบคุม วิธีใช้ ข้อแนะนำ ข้อห้ามต่าง ๆ

2. เพื่อความงามน่าใช้ซึ่งประการนี้เป็นลักษณะการส่งเสริมการขาย แบบเรียบ เป็นกลยุทธ์การเอาใจลูกค้า

กราฟิคเป็นสื่อความหมายทางสายตา VISUAL EFFECT จึงต้องเข้าใจในเรื่องของ FROM, SPACE,LINE,COLOR,TEXTURE และการจัดองค์ประกอบ COMPOSISION ในอดีตที่ผ่านมา การใช้กราฟิคบนผลิตภัณฑ์ นิยมการเขียน การพิมพ์ การติดด้วยสีสันต่าง ๆ แต่ปัจจุบันได้เอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ เช่น การทำกราฟิคแบบนูน หรือเว้าบนเนื้อของวัสดุที่ใช้ผลิตนั้น เช่น อาจใช้สีสันประกอบหรือไม่ก็ได้

ซึ่งลักษณะในการออกแบบกราฟิคบน เครื่องไฟฟ้า หรือเครื่องมือทางกลไกนั้นจะเน้นถึงการสื่อความหมาย ด้านการใช้งานเป็นสำคัญโดยสามารถนำสีสันเอามาใช้ประกอบเพื่อความสวยงามน่าใช้ยิ่งขึ้น

2.14.2 การใช้สีบนตัวผลิตภัณฑ์ ในการเลือกใช้สีบนตัวผลิตภัณฑ์ในการใช้จึงต้องคำนึงถึงข้อเท็จจริงในเรื่องต่อไปนี้

1. ผลในด้านร่างกายและจิตใจ PSYCO-PSYSIOLOGICAL EFFECT
2. ในแง่ของการมองเห็น VISUAL EFFECT
3. ในด้านส่วนประกอบอื่น ๆ

2.14.2.1 ผลต่อจิตใจและร่างกาย ได้มีการประเมินผลอวัยวะต่างๆ ของมนุษย์ที่มีต่อมีสีไว้มากมาย และปัจจุบันได้มีการวิเคราะห์วิจัย ทดลองด้วยกรรมวิธีที่ทันสมัยพบว่า มนุษย์มีปฏิกิริยาต่อสีนั้น เป็นไปได้ทั้งแง่จิตใจและอารมณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดจนระบบอวัยวะของมนุษย์ และผลต่อระบบประสาทอัตโนมัติ เช่น ความถี่ของการประกอบกิจกรรมนั้น ๆ ความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ และระบบอื่น ๆ

ตัวอย่างสีที่ที่มีผลต่อจิตใจและร่างกาย เช่น สีแดงสดและสีส้มสดจะให้ความรู้สึกตื่นเต้น แต่ถ้าใช้สีแดงและสีส้มพอควร จะให้ความรู้สึกกระตุ้นเร้า สีส้มอ่อนและสีเหลืองทำให้ดูร่าเริง สีเขียวอ่อนและสีน้ำเงินอ่อนทำให้สันโดษ สีน้ำเงินและสีเขียวในลำดับกลางและต่ำ ให้ความรู้สึกผ่อนคลายอารมณ์

2.14.2.2 **ในแง่การมองเห็น** การมองเห็นอย่างมีประสิทธิภาพและสบายตามีรากฐานการใช้แสงสว่างอย่างเหมาะสม ประกอบกับปริมาณการสะท้อนจากสีผิวพื้นที่พอดี การกวนสายตาจะนำไปสู่ความเมื่อยล้า ความโกรธง่ายและในบางกรณีอาจนำไปให้เกิดความเสียหายต่อระบบประสาทตา การรบกวนดังกล่าวอาจเกิดในที่มีแสงสว่างไม่พอ มีแสงจ้าเกินไป การใช้งานกลางแจ้ง จะให้สีลักษณะที่ลดแสงสะท้อน เช่น การใช้สีเขียวอมฟ้าในโทนกลาง เพราะสีนี้มีคุณสมบัติในการช่วยลดแสงที่มองแล้วตาพร่าช่วยรักษาความแม่นยำในการมองเห็น

2.14.2.3 **ส่วนประกอบอื่น ๆ** นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับวิธีที่ประสานกันอย่างพอเหมาะของการใช้สี เพื่อให้ดูจืดชืดแบบไร้ชีวิตชีวา และก็ไม่ดูเป็นกันเอง จนทำให้เกิดการสงสัยในความสามารถในการปฏิบัติงาน สถานพยาบาลจะต้องดูร่าเริงและเป็นมิตร แต่ขณะเดียวกันก็ดำรงค์ศักดิ์ศรีของตัวมัน

1.การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากจะต้องการความสวยงามสียังมีผลในการทำให้เกิดความรู้สึกด้านอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

2.การใช้สีเพื่อการออกแบบ การใช้สีตกแต่งผิวนอกเพื่อให้เกิดความสวยงามตามลักษณะสุนทรียภาพ และเพื่อชักจูงใจ สำหรับการขายและความชอบนั้น ๆ ส่วนใหญ่มักมีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดด้วยสี การตกแต่งผิวชักนำโน้มน้าวให้เกิดผลทางด้านการขายความสะดุดตา ความหมายความงาม ความงามทั้งหลายโดยประโยชน์ของสีก็ยังแยกได้ ประโยชน์ของสีก็ยังแยกได้ประโยชน์หลายชนิดอาจมีทั้งสีกันสนิมกันน้ำ หรือต่อต้านภาวะการทำลายจากภายนอก สำหรับวัตถุหรือผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่การที่จะตกแต่งสำหรับผลิตภัณฑ์นั้น จะต้องการความสวยงามในการตกแต่งแล้วสียังเป็นสัญลักษณ์ บอกถึงเป้าหมายสำหรับบอกการทำงานหรือเตือนใจสำหรับผลิตภัณฑ์ในด้านประโยชน์ใช้สอยแต่ละอย่างด้วย โดยมีกำหนดความหมายของสีกับความรู้สึก และการกำหนดจากมาตราฐานสากล เพื่อบ่งบอกสำหรับผลิตภัณฑ์ใช้สอย นอกจากผลิตภัณฑ์ตกแต่งอาจใช้สีใด ๆ ก็ได้ ตามความต้องการของผู้ออกแบบ และความนิยมของตลาด แต่สำหรับผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ ด้านประโยชน์ใช้สอยรวมถึงเครื่องจักรต่าง ๆ ซึ่งอาจมีอันตรายหรือเตือนใจไว้ เช่น เครื่องจักรเคลื่อนที่ช้า เช่นเครื่องบรรทุกหรือสกูตเตอร์ ควรใช้สีเหลืองเทาหรือสีเหลืองที่บริเวณส่วนหรือก้นชน และสีเหลืองยังทำให้รู้สึกเบาสะอาด รวมถึงการซ่อมสีก็ทำได้ง่าย ตัวอย่างเช่น รถนักเรียนตามมาตราฐานสากลนั้น มักใช้กลุ่มสีแดงหรือเหลือง เครื่องจักรทางไฟฟ้า อาจใช้สีกล่องเป็นสีน้ำเงิน โดยที่สีผิวภายในเป็นมีแดงเพื่อเตือนถึงอันตราย หรือบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้าสูงก็ใช้สีสดเตือนไว้ สำหรับเครื่องมือในการรักษาพยาบาลกล่องหรือสิ่งแสดงต่าง ๆ ให้กากบาดสีเขียวบนพื้นขาวเป็นต้น

3. **ลักษณะของสีที่งาน** สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยแจ่มใสที่สุด เมื่อนำมาใช้งานดังนี้

-สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าตัวแปลเปลี่ยนของสี)

-สีสดใสกับสีสดใส

-สีอ่อนตัดกับสีสดใส

-สีอุ่นตัดกับสีเย็น

สีตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ

-สีดำบนพื้นเหลือง

-สีเหลืองบนพื้นดำ

-สีแดงบนพื้นขาว

-สีส้มบนพื้นน้ำตาล

-สีชมพูบนพื้นดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.3 เทคนิคการใช้สี ปัญหา เกี่ยวกับการใช้สีมีดังนี้

2.14.3.1 สีกับรูปร่าง (COLOR AND RELATION FORM) สีสันกับรูปร่างมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สีชนิดเดียวกันใช้กับของที่มีรูปร่างต่างกันจะแตกต่างกัน แท่งกลมหรือทรงกลมจะมีสีเข้มเพราะสะท้อนแสงได้ดีทำให้จุดสะท้อนกับจุดที่อยู่ข้างหลัง ตัดกันอย่างไร จึงทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

2.14.3.2 สีกับพื้นผิว (COLUR AND TEXTURE) ผลิตภัณฑ์ที่มีสีขรุขระหรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุดหรือรูปพื้นผิด หากไม่ต้องการให้เห็นง่ายให้ใช้สีด้านหรือสีอ่อน พวกเครื่องจักรที่มีการเคลื่อนไหวไม่ควรมีสีสันเพราะจะทำให้ระคายสายตาทำงานไม่สะดวกพยายามใช้วัสดุบางอย่าง ลอกเลียนแบบให้เหมือนของบางอย่าง เช่น ทำพลาสติกให้ได้เป็นลายไม้ควรหลีกเลี่ยงวัสดุที่ใช้ตามความเป็นจริง

2.14.3.3 สีกับวัสดุ (COLUR AND METERIAL) วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสีมี 5 ประเภทคือ

-สีต่าง ๆสีแลคเกอร์และสีเคลือบ

-โลหะคือพวกชุบโครเมียม นิเกิล ชุบอลูมิเนียม มีแตกต่างกัน

-พลาสติก มีสีต่าง ๆมากมาย

-เครื่องเคลือบดินเผา

2.14.3.4 การกำหนดสี(COLUR SPECIFICATION) การออกแบบกำหนด และในแบบเมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ขาดไม่ได้คือ การกำหนดสีที่ต้องการบนแผ่นสี่เหลี่ยมเล็กเป็นตัวอย่างบางครั้งนักออกแบบต้องติดตามควบคุมการใช้สีในการผลิตครั้งแรกเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการ

2.14.3.5 เครื่องทำการทดสอบสี

-ขนาด

สีอ่อน ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ขึ้น

สีเข้ม ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเล็กลง

-น้ำหนัก

สีอ่อนและสีร้อน ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเข้มและสีเย็น ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

-ความแข็งแรง

สีร้อน ทำให้เกิดความรู้สึกแข็งแรงมาก

สีเย็น ทำให้เกิดความรู้สึกแข็งแรงน้อย

-อุณหภูมิ

สีร้อน ทำให้เกิดความอบอุ่น ไม่สบายใจ

สีเย็น ทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น สงบ เยือกเย็น สบายใจ

-ความสะอาด

สีขาว เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดมากที่สุด

สีอ่อน เช่นสีงาช้าง สีเหลืองอ่อน สีฟ้าอ่อน สีเขียวอ่อน ให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาด

-ความภูมิฐาน

สีเทา เป็นสีที่ให้ความรู้สึกภูมิฐานที่สุด (อาจมีสีร้อนนิดหน่อย) ตามปรกติสีที่ใช้ในสำนักงาน จะใช้สีเทาแกมเขียว และสีเทาแกมน้ำเงิน

อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก อันที่จริงแล้วอิทธิพลของสีที่กระทบจิตใจของเราไม่เหมือนกันทุกคน ทั้งนี้เพราะบางคนพอใจอีกสีหนึ่ง ในขณะที่อีกคนหนึ่งชอบสีที่เราเกียด ข้อนี้อาจเป็นผลมาจากเหตุต่าง ๆกัน เช่นคนที่เคยประสบไฟไหม้มาแล้วจนฝังจิตฝังใจแต่นั้นมา จะทนดูสีแดงไม่ได้หรือบางคนได้รับความประทับใจจากธรรมชาติ จะชอบสีเขียวมากกว่าสีใด ๆซึ่งแต่ละคนจะมีความชอบแตกต่างกันออกไป เพราะฉะนั้นจะต้องทราบถึงความพอใจในสีของเจ้าของและบุคคลต่าง ๆ ควบคู่กับความรู้สึกในเรื่องของสี ของผู้ออกแบบเองด้วย

2.14.4 สีกับความรู้สึก

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดใส สดชื่น กระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีใบไม้หรือสีเขียวเข้ม ใช้ได้ก็ในการเน้นส่วนพื้นฐาน แสดงความสงบเสงี่ยม แสดงความมีฐานันดรศักดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีน้ำตาล จัดอยู่ในกลุ่มสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความรู้สึกพักผ่อนถ้าใช้โดดเดี่ยวจะทำให้งานเกิดความรู้สึกสลดหดหู่

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย เป็นผู้ดี ใช้ได้ก็ในเนื้อที่กว้างลดความจ้าของสีขาว และความลึกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสีกลางใช้ร่วมได้ทุกสีเพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ดูแล้วสบายตา

สีดำ โดยปรกติทำให้เป็นสีที่ทำให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ ให้ความรู้สึกหนักแต่มั่นคง การใช้สีดำสลับกับสีขาว ในพื้นที่รวมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปล่า มีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำกับผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและไม่สกปรก

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดี่ยวจะมีความรู้สึกเย็น สามารถใช้กับสีของฐานหรือที่อยู่ดำกว่า เพื่อเน้นให้เด่น

สีที่กล่าวมานี้ เป็นสีด้านความงดงาม ที่เราตกแต่งลงบนผิววัตถุ แต่ยังมีสีที่ควรรู้สึกนั้นคือสีของวัสดุต่าง ๆ ในการให้ความรู้สึกของมันอีกมาก เช่น สีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทา สำหรับสีเทา สีขาว และสีดำ จะจัดเป็นสีที่เรียกว่า สีเอกรงค์ ไม่ควรใช้ร่วมกับแม่สี

สีสำหรับผลิตภัณฑ์ ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงการกำหนดนี้เท่าไร ซึ่งอาจเป็นเพราะข้อกำหนดการใช้สีแทนสัญลักษณ์ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงและควรระวังในการใช้สำหรับผลิตภัณฑ์คือ การเปลี่ยนแปลงของสีภายใต้แสงไฟต่าง ๆซึ่งจะเกิดผลต่อผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก

ข้อแนะนำในการใช้สี

1.การใช้สีคล้อยไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้สีจะต้องคิดว่า สีเข้มนั้นจะต้องกลมกลืนหรอแตกต่างกับสิ่งแวดล้อม เช่นภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียงเป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากไป ก็ทำให้มองไม่เห็นเด่นออกมา และถ้าหากใช้สีแตกต่าง กับสีของธรรมชาติมากเกินไป ทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้ ยกตัวอย่างเช่น อาคารที่อยู่ในชนบทควรใช้สีที่ใกล้เคียงกับท้องฟ้า ท้องนา แต่เน้นให้สดชื่นขึ้นได้ เช่นใช้สีส้มหม่น ๆ เป็นต้น

2.การใช้สีคล้อยไปตามโครงสร้าง คือ ออกแบบให้เป็นส่วนหนึ่งที่รับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนัก เช่นเสาธง คาร เป็นต้น ส่วนที่ใช้รับน้ำหนัก ส่วนที่ให้รับน้ำหนัก เช่นฝา เพดาน ประตู หน้าต่าง สีที่ใช้จะช่วยพยุงความรู้สึก ในน้ำหนักของสีได้ และยัง ถ่วงน้ำหนักของสีได้และยังช่วย ถ่วงน้ำหนักของอาคาร ให้อยู่ในราคาดุลยภาพที่ ดีด้วย การใช้สีที่ใส่น้ำหนักของอาคารจากอ่อนไปหาแก่ ทำให้เกิดการลวงตา เป็น นูนขึ้นหรือเว้าลง ถ้าใช้สีส่วนบนหนัก ส่วนล่างเบา จะทำให้รู้สึกอาการเบาลอยอยู่

3.การใช้สีให้คล้อยตามวัสดุก่อสร้าง เช่น สิ่งก่อสร้างทำด้วยอิฐ ควรให้ ความรู้สึกเป็นอิฐ ถ้าเป็นวัสดุอื่น เช่น ไม้ กระจก โลหะต่าง ๆ ก็ไม่ควรที่จะ ปิดบังอำพรางความจริงหรือความเป็นตัวของมันเอง เสียจนน่าเกลียด เช่นทา อิฐด้วยสีฟ้า ทำให้เกิดความรู้สึกธรรมชาติของวัสดุ ขาดความรู้สึก อบอุ่น ปลอดภัย สีที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะเป็นสีซึ่งใช้ได้มาก ๆ โดยไม่มีผลเสย เพราะสีของมัน ถูกเบรกในตัว

4.ควรใช้สีตามประโยชน์ใช้สอย การใช้สีที่ดีเป็นการบอกประโยชน์ใช้ สอยของมันเสร็จ เช่นสีที่ทาโรงเรียน บ้านพักอาศัย สถานที่ราชการ เป็นต้น หลักของหารใช้สีเป็นบ้านพักอาศัย ไม่ควรเป็นสีที่ฉูดฉาด ควรใช้สีอ่อนหรือสีที่ ถูกเบรคลงบ้าง เพราะสีที่ฉูดฉาด จะทำให้ประสาทของเราเหนื่อย เมื่อยล้า ไม่รู้ สึกว่าได้พักผ่อนในบ้านในเมื่อเราเห็นแต่ สีที่ฉูดฉาด ตรงกันข้ามสีของมโหรสพ ซึ่ง เป็นสีที่เราต้องการความเปลี่ยนแปลง เพื่อความสนุกสนานตื่นเต้นเพียงชั่วคราวจึง สามารถใช้สีที่ฉูดฉาด สด ๆ ตกแต่งไว้ได้

สีของแสง สีของแสงมีความสำคัญมากในการมองของตา มันจะทำให้เกิด ความชัดเจน หรือหลอกลวงทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ ความเครียด ความนุ่มนวล หรือความรู้สึก

2.14.5 การตกแต่งพลาสติก (DECORATING PLASTICS)

การตกแต่งพลาสติก ของส่วนพื้นผิวต่าง ๆ ของเครื่องตกแต่งพลาสติก เป็น ขั้นตอนสุดท้ายเพื่อประโยชน์ทางด้านการค้า และเกิดความสวยงาม ในการออก แบบเพื่อการตกแต่งผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นพลาสติก นอกจากเพื่อโชว์นี่ห้อหรือ เครื่องหมายการค้าตลอดจนตัวหนังสือและเครื่องหมายการค้าต่าง ๆ ที่จำเป็นเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงการใช้งานให้เห็นออกมาอย่างชัดเจน นอกจากนี้การตกแต่งพลาสติก การเพิ่มความแข็งแรง ความอดทน และอื่น ๆ

กรรมวิธีการตกแต่งพลาสติก มีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การพ่นสี การชุบสี การพิมพ์สี การชุบโลหะบนผิวพลาสติก

การตกแต่งผิวพื้นพลาสติกโดยทั่งไป การออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติก บางชิ้นต้องการ SURACE FINISH ที่มี TEXTUREต่าง ๆ บนผิวพลาสติก นักออกแบบจะต้องเจาะจงลงไปในแบบ เพื่อให้ช่างทำแม่พิมพ์เข้าใจสำหรับงานพลาสติก INJECTION สามารถทำลายไม้หรือลายหนังหรืออื่น ๆ โดยไม่มีปัญหา

การตกแต่งผิวพลาสติกทางอุตสาหกรรม ทำได้2 วิธีคือ

1.การตกแต่งผิวโดยวิธีกล หรือโดยแรงงาน เช่นการขัดโดยใช้ทรายเป่าพ่นสีหรือชุบสี เป็นต้น

2.การชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า แบ่งออกเป็น

-การชุบนิเกิล โครเมียม สามารถใช้ชุบเหล็กเหล็กกล้า ทองเหลืองและพลาสติก

-การชุบแคดเมียม

-การอโนไดส์ กรรมวิธีในการอโนไดส์ เป็นวิธีการที่ใช้กับ อลูมิเนียม เพื่อทำให้ผิวสวยงาม คงทน น่าใช้ มีสีขาว เทา น้ำตาล ถ้าเป็นสีน้ำตาลบางทีเรียกว่า ANOLOK

สีเคลือบกับงานพลาสติก สีเคลือบที่ใช้ถ้าเป็นสีธรรมดาอาจไม่ติดทนทาน ทำให้ผิวพลาสติกเสียด้วย สีพิเศษที่ใช้สำหรับพลาสติกโดยเฉพาะ มี 2 ชนิด

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

2. LACQUERS เป็นสีที่มีส่วนผสมเป็น THERMOPLASTIC RESING เจือปนอยู่เหมาะสำหรับใช้กับงานพลาสติกพวก THERMOPLASTIC สีชนิดนี้แห้งเร็วโดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิปรกติ

การเคลือบสีตกแต่งกับงานพลาสติก การเคลือบสีบนงานพลาสติก มีหลายวิธีแต่นิยมใช้ในการผลิตแบบอุตสาหกรรม ได้แก่

1.MASK SPRAY PAINTING

2.FLOW COATTING

3.DIP COATTING

4.ROLLER COATTING

5.SPRAY AND WIPE

6.SILK SCREEN DECORATING

เทคนิคต่าง ๆโดยละเอียดของวิธีทั้ง 6 อย่าง เป็นเนื้อหาวิชาการของ PLASTIC MATERIAL PRPCESSING

การตกแต่งแบบปั๊มด้วยความร้อน ของส่วนข้อความบนหน้าปัทม์ เป็นกรรมวิธีใช้กับพลาสติกชนิดผิวเรียบ ตัวแบบปั๊มเป็นโลหะทำให้ร้อน โดยมีแผ่นผ้าหมึกสีกั้นกลางแบบปั๊มมีลวดลายเป็น NEGATIVEกรรมวิธีการโดยการกดที่แรงดันสูง อุณหภูมิ 275-325 องศาฟาเรนไฮน์ ผิวพลาสติกจะถูกกดลวดลายลงไป และพร้อมกับมีสีสันตกแต่งด้วย แบบปั๊มมี 2 ชนิดคือ

1.แบบปั๊มกดรอย ใช้สำหรับทำลวดลายพร้อมกับพิมพ์สีลงบนชิ้นงานพลาสติกที่ยังไม่มีลาย

2.ปั๊มแบบหมึกพิมพ์ เป็นแม่ปั๊มพิมพ์ผิวหน้าเรียบ ใช้สำหรับลวดลายนูนบนชิ้นงาน

การตกแต่งเฉพาะส่วน ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกจำหน่ายทุกชนิดจะต้องมี LOGO แสดงถึงชื่อการค้าหรือเครื่องหมายการค้าของผลิตภัณฑ์ปัจจุบัน

การเปรียบเทียบการสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ

แสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็นมาก ซึ่งแสงธรรมชาติจะช่วยให้การส่องสว่าง 20% ของพื้นที่ห้อง แต่ก็ต้องอาศัยแสงประดิษฐ์ด้วย ดังนั้น ห้องจึงไม่ควรกว้างเกิน 2 เท่าของความสูง จึงจะรับแสงสว่างได้เพียงพอ และผนังภายในการใช้สีเย็นตาจะช่วยให้ห้องสว่างยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีแก่ - เข้า ดูดแสงสว่างทำให้ห้องอบร้อนมาก

สีอ่อน - เบา สะท้อนแสงสว่าง

ตารางที่ 2.16 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

2.14.6 ข้อแนะนำในการใช้สี

อันดับแรก การใช้สีคล้อยไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้สีจะต้องคิดว่าสีที่ใช้นั้นกลมกลืน(HARMONY) หรือแตกต่าง (CONTRAST) กับสิ่งแวดล้อม เช่นภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียง เป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากจะทำให้มองไม่เห็นเด่นออกมา และถ้าหากใช้สีแตกต่างกับสีของธรรมชาติมากก็จะทำให้ก็จะทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้ ตัวอย่าง เช่น อาคารที่อยู่ในชนบทควรใช้สีที่คล้ายเช่นเดียวกับท้องฟ้า ท้องนา แต่อาจจำเป็นขึ้นได้ เช่นใช้สีส้มหม่น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันดับสอง การใช้สีให้คล้อยไปตามโครงสร้าง คือแยกออกเป็นส่วนหนึ่งที่รับน้ำหนัก เช่น เสา ตรง คาน เป็นส่วนที่ไม่ได้รับน้ำหนัก เช่น ฝา เพดาน ประตู หน้าต่าง สีที่ใช้จะช่วยพยุงความรู้สึกในน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของอาคารให้อยู่ในดุลยภาพที่ดีด้วย การใช้สีใส่น้ำหนักของอาคารจากอ่อนไปหาแก่ทำให้เกิดการลวงตา เป็นบุขึ้นหรือเว้นธงถ้าใช้สีส่วนบนหนักส่วนลางเบาจะทำให้รู้สึกอาคารเบาลอยอยู่ เป็นต้น

อันดับที่สาม การใช้สีให้คล้อยตามวัสดุก่อสร้าง เช่น สิ่งก่อสร้างทำด้วยอิฐ ควรใช้ความรู้สึกเป็นอิฐ ถ้าเป็นวัสดุอื่น เช่น ไม้ กระจก โลหะต่าง ๆ ก็ไม่ควรจะปิดบังอำพลางความเป็นตัวของมันเองเสียจนน่าเกียด เช่นทาอิฐด้วยสีฟ้า ทำให้ความรู้สึกธรรมชาติของวัสดุขาดความรู้สึกอบอุ่นปลอดภัย สิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะเป็นสิ่งซึ่งใช้ได้มาก ๆ โดยไม่มีผลเสีย เพราะสีของมันจะถูกเบรคอยู่ในตัว

อันดับที่สี่ ควรใช้สีตามประโยชน์ใช้สอย การให้สีที่ดี จะเป็นการบอกลักษณะประโยชน์ใช้สอยของมันเสร็จ เช่น สีที่ทาโรงเรียน บ้านพักอาศัย สถานที่ราชการ เป็นต้น หลักการใช้สีที่เป็นบ้านพักอาศัยไม่ควรเป็น (SHADE) ฉูดฉาด ควรให้มีสีอ่อนหรือสีที่ถูกเบรคลงบ้าง เพราะสีที่ฉูดฉาดจะทำให้ประสาทตาของเราเหนื่อยเมื่อยล้า ไม่รู้สึกว่าพักผ่อนในบ้าน เมื่อเราเห็นแต่สีฉูดฉาดตรงกันข้ามกับสีของโรงมหรสพ ซึ่งเป็นที่ ๆ เราต้องการความเปลี่ยนแปลงเพื่อสนุกตื่นเต้นเพียงชั่วคราว จึงสามารถใช้สีสด ๆ ฉูดฉาดตกแต่งไว้

2.14.7 **สีของแสง (COLOUR OF LIGHT)**

สีของแสดงความสำคัญมากในการมองของตา มันจะทำให้เกิดความชัดเจนหรือหลอกลวง ทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ ความเคียดหรือนุ่มนวลและความรู้สึก

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC) ช่วงหนึ่งที่ประสาทตาของมนุษย์รับรู้ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ช่วงนี้อยู่ในความถี่ระหว่าง 3,800 ถึง 7,500 เรียกว่า "สี" ที่แตกต่างกันและรวมกันเป็นสีขาว ความถี่คลื่นที่อยู่ต่ำลงไป มนุษย์มองไม่เห็นคือ ULTRA VIOLET-RAY และความถี่คลื่นที่อยู่สูงขึ้นไป คือ INFARAREN-RAY ซึ่งตามองไม่เห็นเช่นกัน มีข้อสังเกตว่าความถี่ ของคลื่นแม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กออกจากมนุษย์ จะมองเห็นได้ช่วงหนึ่งแล้ว มนุษย์ก็ยังสามารถรู้สึกทางผิวหนังได้อีก ความรู้สึกร้อนจะเป็นคลื่นความถี่สูงและความรู้สึกจะเป็นคลื่นความถี่ต่ำ

2.14.8 ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับตา

แสงกับตามีความสัมพันธ์กัน ถ้าขาดแสงเราจะมองไม่เห็นวัสดุ"ดวงตามนุษย์มีความไวต่อคลื่นแสงในความถี่ต่าง ๆกัน " ตาไวแสงสูงสุดต่อคลื่นแสงขนาดคลื่นประมาณ 5,500 อังสตรอมยูนิค ซึ่งได้แก่สีเหลือง

การที่เราสามารถมองเห็นวัสดุได้ เกิดจากวิธีที่แรงทุ่นไปกระทบวัตถุและสะท้อนสู่ตาของเรา ส่วนการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากวัตถุ อันนั้นมีคุณสมบัติดูดซึมได้จึงไม่มีการสะท้อนกลับ เราจึงมองไม่เห็นคลื่นของสีนั้น เราจะเห็นเฉพาะคลื่นที่สีวัตถุนั้นจะมองเห็นไปเป็นดำมืด หรือที่เรียกว่า "สีดำ" ซึ่งความจริงสีดำ หรือสีที่ไม่มีคลื่นแสงสะท้อนกลับให้เห็นนั้นเอง"

2.14.9 ความจำกัดอิทธิพลของสี(COLOR MEMORY)

ประสาทตาของมนุษย์ ไม่สามารถจะเปรียบเทียบได้จากความทรงจำจะทำได้บางครั้ง แต่จะเป็นด้วยความบังเอิญ และทำไม่ได้เสมอไป สีจะมี VARIATIONS) ที่แตกต่างกัน เช่นสีแดง ยังมีสีแตกต่างกันถึง 7,056 (ที่ตาสามารถแยกความแตกต่างได้) ซึ่งก็เป็นสีแดงทั้งนั้น แต่ถ้านำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าแตกต่างกัน

การทดลองของนักจิตวิทยาได้แสดงว่า สมองไม่สามารถให้ความจำในเรื่องของสีได้แน่นอน แต่ความจำจะบันทึกไว้ในรูปความนึกคิดเข้าใจ ที่ไม่สามารถแยกความถี่ของสีได้

2.14.10 สีวัตถุภายใต้แสงสี

ดังกล่าวมาแล้วว่า สีของวัตถุเกิดจากการสะท้อนกลับของแสงคลื่นความถี่ต่าง ๆ กันแต่ถ้าวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงที่มีคลื่นถี่เฉพาะ คือในช่วงหนึ่ง เช่น แสงสีแดด เป็นต้น สีของวัตถุนั้นก็จะเปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เมื่อวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงสว่าง ที่มีช่วงคลื่นครบขนาดของความถี่ วัตถุอันหนึ่งภายใต้แสงอาทิตย์อาจปรากฏเป็นสีน้ำเงิน แต่ภายใต้แสงสีเขียวจะปรากฏเป็นสีเทาแก่ หรือภายใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงอีกด้วยภายใต้แสงไฟฟ้าที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น เช่น หลอดนีออน หลอดทังสเตน หลอดฟลูออเรซเซน หลอดโซเดียม ต่าง ต่างก็สิ่งแสงสว่างในความถี่ไม่เท่ากัน

2.14.11.ขอบเขตและความไวในการรับสีของประสาทตา

การมองเห็นสีของมนุษย์ภายใต้แสงสว่างที่ปกตินั้น ความรู้สึกไวต่อการรับสีต่าง ๆ นั้นจะไม่เท่ากันทุกสี แม้จะมองวัตถุจนถึงเส้นขอบนอกของวัตถุคงเดิม แต่การมองเห็นสีบางสี จะแปรเปลี่ยนไกลกว่าความเป็นจริง เพราะสีบางสีสามารถจัดไว้ได้ดี ในมุมจะไม่เท่าในการมอง ที่กว้างมากกว่าสีอื่น า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการและรวบรวมข้อมูล

3.1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

การสำรวจและรวบรวมข้อมูลนั้นผู้วิจัยได้สำรวจและเก็บภาพ รวบรวมข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น ภาคเอกสาร การสัมภาษณ์สอบถาม และการศึกษาจากของจริงภาคสนาม โดยแบ่งเป็น ประเภทดังนี้

3.1.1 การศึกษาภาคเอกสาร

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือ เกี่ยวกับการจัดสวนและสนามหญ้า โดยศึกษาถึงและวิธีการต่าง ๆ ในการจัดสวน รวมถึงการใช้งานผลิตภัณฑ์ในสวน และการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในด้านของอุปกรณ์ในสวนต่าง ๆ, วัสดุ, สรีระศาสตร์, สี เพื่อนำไปประกอบในการออกแบบ

3.1.2 การสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์เพื่อค้นคว้าหาข้อมูลจาก บริษัท ตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ได้แก่ บริษัทฟอร์เทรส อิมปอร์ต เอ็กซ์ปอร์ต จำกัด สามารถที่จะทราบถึงคุณสมบัติ การทำงาน ข้อดี ข้อเสีย ในการใช้งานของผลิตภัณฑ์

3.1.3 การศึกษาจากของจริง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ ด้วยการทดสอบใช้งานจริงด้วยตนเอง ทำให้ทราบถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและการแก้ไขในโครงการนี้โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ แบบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และแบบที่ใช้พลังงานกระแสไฟฟ้า เพื่อหาข้อเปรียบเทียบ นำมาเป็นแนวทางใช้ในการออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น

3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

3.2.1 ข้อมูลบุคคล

- นายศิวะ สร้อยระย้า องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
- อ.พิสุทธิ์ อธิพรธรรม อ.ภาคครุศาสตร์วิศวกรรม
- เจ้าหน้าที่บริการขายของบริษัทฟอร์เทรสอิมปอร์ตเอ็กซ์ปอร์ตจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ข้อมูลจากสถานที่

- บริษัท ฟอร์เทรส อิมปอร์ต เอ็กซ์ปอร์ต จำกัด
- หมู่บ้านแฮปปี้เพรส
- สวนลาดกระบัง
- ร้านขายอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ย่านบ้านหม้อ
- มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์

3.2.3 ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง

- ตำราและเอกสารเกี่ยวกับการจัดสวน
- ตำราและเอกสารเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆในผลิตภัณฑ์
- วิทยานิพนธ์

3.3 สรุปการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

3.3.1 ประวัติความเป็นมาของการจัดสวน เกิดจากมนุษย์มีจิตใจรักธรรมชาติซึ่งเริ่มต้นมาตั้งแต่การจัดสวนในยุคแห่งอาณาจักรบาบิโลน จีน สำหรับประเทศไทยมีมาตั้งแต่สมัยสุโขทัยเป็นราชธานี

การจัดสวนมีวัตถุประสงค์ คือเพื่อป้องกันเสียงรบกวน, กรองฝุ่นละออง ปิดบังสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมบางส่วน, ความเป็นส่วนตัว, ความสุขทางใจ ประโยชน์ใช้สอยและการออกกำลังกาย โดยมีรูปแบบต่าง ๆ ในการจัดสวนดังนี้ คือ การจัดสวนแบบประดิษฐ์, การจัดสวนแบบธรรมชาติ, การจัดสวนแบบจินตนาการ, การจัดสวนหิน, การจัดสวนน้ำ ,การจัดสวนลอย และการจัดสวนหย่อม

ในการออกแบบจัดสวน ควรคำนึงถึง

1.พื้นที่ของการจัดสวน ว่ามีภูมิอากาศ, ลักษณะพื้นที่และมีพรรณไม้ ในพื้นที่นั้น ๆ เป็นอย่างไร

2.โครงสร้างและตัวอาคารมีลักษณะเป็นอย่างไร ส่วนสัมพันธ์กับสวนเป็นอย่างไรบ้าง สภาพครอบครัวความต้องการที่แตกต่างกันออกไปของสมาชิกภายในครอบครัวที่เป็นเจ้าของบ้านนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างและฐานรากของสวน ขึ้นอยู่กับ การปรับพื้นที่, การระบายน้ำ ดิน, และวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ

ลักษณะของวัสดุจัดสวน แบ่งออกเป็น ลักษณะของพื้นผิวที่แข็ง และลักษณะของพื้นผิวที่อ่อนนุ่ม

การประดับและการตกแต่งสวน แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. สิ่งประดับและการตกแต่งสวนที่เป็นธรรมชาติซึ่งในสวนที่สามารถสัมผัสได้แก่หิน,พรรณไม้ต่างๆ,น้ำ,สัตว์ในส่วนที่ไม่สามารถสัมผัสได้ ได้แก่สิ่งที่สามารถสัมผัสได้ด้วยความรู้สึกเท่านั้น เช่น เสียงของนก, น้ำพุหรือกลิ่นหอมของดอกไม้

2. สิ่งประดับและตกแต่งสวนที่มนุษย์ทำขึ้น ได้แก่เฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ และศิลปอื่นที่ใช้ในสวน

การเลือกพรรณไม้ จะต้องทราบรายละเอียดดังนี้ คือ ขนาดของต้นไม้ ระยะปลูกระหว่างต้นหรือทรงพุ่มการเจริญเติบโตของต้นไม้,รูปทรงตามธรรมชาติ ลักษณะผิวสัมผัสของทรงพุ่ม,สีสรร, ลักษณะพันธุ์ไม้ต่าง ๆ อันได้แก่ ไม้ยืนต้น,ไม้พุ่ม, ไม้เถาเลื้อย,ไม้คลุมดิน

หลักศิลปในการออกแบบจัดสวน ได้แก่

1. ความกลมกลืนในสวน

2. รูปแบบของสวนอันได้แก่ (FORMAL STYLE, INFORMAL STYLE ABSTRACT STYLE)

3. เวลาในการตกแต่ง

4. สัดส่วน, จังหวะของสวน

5. การแบ่งพื้นที่จัดสวน

6. เส้น

7. รูปร่าง

8. ผิวสัมผัส

9. สี

10. หลักจิตวิทยาในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบสวน ต้องมีขั้นตอนดังนี้

1. การสำรวจสถานที่
2. การสัมภาษณ์เจ้าของสถานที่
3. การใช้วงกลมในการออกแบบ
4. การเขียนแปลน รูปด้านและรูปตัด
5. การเขียนทัศนียภาพ

ขั้นตอนการจัดสวน ดังมีขั้นตอนดังนี้

1. การคัดเลือกซื้อพรรณไม้
2. การปรับที่
3. การเตรียมหลุมปลูกต้นไม้
4. การกำจัดวัชพืช
5. การจัดวางก้อนหิน
6. การปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม และไม้คลุมดิน
7. การปูหญ้า
8. การปูทางเท้า
9. การตัดหญ้า ให้ปุ๋ย ฉีดยาฆ่าแมลง
10. การเก็บงานและการส่งมอบงาน

การดูแลรักษาสวน มี 4 วิธี คือ

1. การตัดกิ่งต้นไม้เพื่อให้เป็นพุ่มบางขึ้น ซ่อมแซมลักษณะของทรงพุ่ม, เพิ่มผลผลิต, ควบคุมและส่งเสริมการเจริญเติบโต,ให้เป็นรูปร่าง ๆ และช่วยในการขนย้ายต้นไม้

2. การให้ปุ๋ย เพื่อนำไปบำรุงและสร้างความเจริญเติบโต มี 2 ประเภท คือ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยอนินทรีย์

3. การใช้ยาป้องกันและกำจัดศัตรูของต้นไม้ ได้แก่แมลง และโรคของพืช ซึ่งแบบที่แมลงกินเข้าไปแล้วตาย และชนิดดูดซึมเข้าไปในลำต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การปรับปรุงและการเปลี่ยนแปลงสวนได้แก่การเพิ่มเติม, การแก้ไขบางส่วน และการเปลี่ยนแปลงใหม่ทั้งหมด

3.3.2 **พรรณไม้ที่เหมาะสมในการจัดสวน** จะต้องทราบถึง

1. รูปลักษณะตามธรรมชาติ

2. ขนาดความสูง

3. ขนาดทรงพุ่ม

4. การเจริญเติบโต และมีข้อพิจารณาในการเลือกพรรณไม้ต่าง ๆ ได้แก่ ไม้ยืนต้น, ไม้พุ่มไม้เลื้อย และไม้คลุมดิน

สนามหญ้า มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้ คือ

1. การเตรียมพื้นที่ในการสร้างสนามหญ้า ได้แก่ การกำจัดวัชพืช, การขนย้ายสิ่งแปลกปลอม, การปรับระดับพื้นที่, การปรับปรุงดิน และการปรับดินก่อนปลูกหญ้าสนาม การปลูกหญ้าสนาม มีอยู่ 3 วิธี

- การปลูกหญ้าสนามด้วยเมล็ด
- การปลูกหญ้าสนามด้วยแผ่นหญ้าขนาดใหญ่
- การปลูกหญ้าสนามด้วยแผ่นหญ้าขนาดเล็ก
- การปลูกหญ้าสนามด้วยต้นเดี่ยว ๆ
- การปลูกหญ้าแบบ (SPRINGGING)
- การปลูกแบบ (STOLONIZING)

การปฏิบัติดูแลรักษาสนามหญ้าภายหลังการปลูก คือ การใช้วัสดุคลุมดินและการให้น้ำ อัตราการให้น้ำสนามหญ้าจะมีปริมาณสูงในช่วงฤดูร้อนและลดต่ำลงในช่วงฤดูหนาวและฤดูฝน การให้น้ำสนามหญ้าควรพิจารณา ปริมาณน้ำที่ให้, ความถี่ของการให้น้ำ, สภาพฟ้าอากาศ, ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน, อัตราการซึมของน้ำลงในดิน, ความสูงในการตัดหญ้าสนามและปริมาณการใช้งานสนามหญ้า เวลาที่เหมาะสมในการให้น้ำได้แก่สภาพอากาศเย็น, ดินและอากาศมีความชื้น, ลมสงบ, ไม่มีการใช้งานสนามหญ้า และควรจะได้รับสม่ำเสมอและน้ำก็ควรจะสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการให้น้ำสนามหญ้ามี 3 แบบ

1. การให้น้ำแบบฝนเทียมหรือฉีดพ่นน้ำเป็นฝอย

2. การให้น้ำแบบปล่อยท่วมผิวดิน

3. การให้น้ำแบบใต้ผิวดิน

3.3.3 **แสง** เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถทำให้ประสาทสัมผัสของตาเกิดการมองเห็นวัตถุได้

เทหวัตถุในวิชาแสง แบ่งออกเป็น โชติเทหวัตถุและอโชติเทหวัตถุ

ตัวกลาง คือ วัตถุตัวกลางขวางทางเดินของแสง แบ่งออกเป็น

1. ตัวกลางโปร่งใส

2. ตัวกลางโปร่งแสง

3. ตัวกลางทึบแสง

ลำแสง แบ่งออกเป็น ลำแสงปลายบาน, ลำแสงปลายตีบ, ลำแสงขนาน

เงา แบ่งออกเป็น เงามัว และเงามืด

ส่วนประกอบของวัตถุที่ทำให้เรามองเห็น คือ ขนาดของวัตถุ, ความเข้มของแสง, ความเข้มของฉากอ้างอิง

แหล่งกำเนิดแสง มี 2 แหล่ง คือ แสงจากธรรมชาติและจากไฟประดิษฐ์

3.3.4 **หลอดไฟ** มีดังนี้

1. หลอดมีไส้ มีส่วนประกอบ คือ ไส้หลอด ตัวหลอด ก๊าซที่บรรจุ ขั้วหลอด

2. หลอดฟลูออเรสเซนท์ คือหลอดกลมยาวซึ่งภายในจะบรรจุด้วยไอปรอท

3. หลอดชนิด GAS DISCHARGE เป็นหลอดที่บรรจุไอปรอท หรือเป็นส่วนผสมของก๊าซหลาย ๆ ชนิด

4. หลอด LED ไดโอดเปล่งแสง

3.3.5 **เซลแสงอาทิตย์** เป็นสิ่งประดิษฐ์ สารกึ่งตัวนำชนิดหนึ่งซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ได้จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของเซลแสงอาทิตย์ คือ ไม่มีชิ้นส่วนใดเคลื่อนไหว จึงไม่มีเสียงดัง สารที่ใช้ส่วนใหญ่จะทำจากซิลิกอน

ระบบเซลแสงอาทิตย์ โดยทั่วไปประกอบด้วย

1. แผงเซลแสงอาทิตย์
2. ส่วนควบคุมแรงดัน
3. บล๊อคกิ้งไดโอด(ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับ)

รังสีแสงอาทิตย์ ที่ตกกระทบผิวโลกมี 2 ส่วน คือ

1. รังสีตรง
2. รังสีกระจาย

3.3.6 **อุปกรณ์ร่วมในระบบแสงอาทิตย์** ได้แก่แบตเตอร์รี่ ในการเก็บพลังงานสะสม

แบตเตอร์รี่ จะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ คือ ขั้วบวก,ขั้วลบและสารละลายนำไฟฟ้า

แบตเตอร์รี่ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบตเตอร์รี่ชนิดใช้กรด แบตเตอร์รี่ชนิดใช้ด่าง และยังมีแบตเตอร์รี่ชนิดอื่น ๆ อีก เช่น ลีด-แอซิด, เบต้าแบตเตอร์รี่

วงจรควบคุมและเปลี่ยนรูปพลังงาน จะทำหน้าที่ในการช่วยเก็บประจุไฟฟ้าจากเซลแสงอาทิตย์ ให้กับแบตเตอร์รี่ โดยมีส่วนประกอบของ (BLOCKING DIODE) เพื่อป้องกันกระแสไหลย้อนกลับเข้าสู่เซลแสงอาทิตย์ ซึ่งจะทำให้เซลแสงอาทิตย์เสียหายได้

3.3.7 **สวิตช์** มีหลายชนิด คือ สวิตช์ขั้วธรรมดา, สวิตช์กดเด้ง, สวิตช์เลื่อน, สวิตช์โยก, สวิตช์จิ๋ว, สวิตช์หมุน, รีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้า,สวิตช์โซลีนอยด์ กลม, สวิตช์ลิ้น

วงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสง ทำงานได้ด้วยตัว LDR ซึ่งจะวัดปริมาณแสงที่ตกกระทบถ้าไม่มีแสงตกกระทบจะทำให้ LDR มีความต้านทานสูงขึ้น แล้วสามารถจะควบคุมให้ทำการเปิด-ปิดวงจรได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8 การกำหนดทางเดินภายในสวน,สนามหญ้า ควรกำหนดให้มีความสอดคล้องกันทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน โดยสังเกตจากทางเดินเข้าออกตัวบ้านพยายามจัดวางทางเดินให้ได้รอบตัวบ้าน

แสงไฟในสวน มีจุดมุ่งหมายเพื่อ เพิ่มเวลาพักผ่อนในบ้านให้มาก,เพื่อให้ความปลอดภัย และอุ่นใจในการใช้สวนเวลากลางคืน ,เพื่อให้เกิดผลเป็นพิเศษ เช่น แสงสี, แสงเงา, บรรยากาศ

ชนิดของการติดไฟทางเดินในสวน มี 5 ชนิด คือ

1. ไฟตามทางเดิน
2. ไฟที่ทำให้เกิดรูปทรง
3. ไฟที่ทำให้เกิดแสงเงา
4. ไฟที่ทำให้เกิดเงาด้านล่าง
5. ไฟที่ทำให้เกิดเงาด้านบน

3.3.9 การศึกษาถึงผลิตภัณฑ์เดิม ชิ้นส่วนต่าง ๆของผลิตภัณฑ์เดิมประกอบด้วย

1. แผงเซลแสงอาทิตย์
2. แผงวงจร และหลอด LDR
3. แบตเตอร์รี่
4. หลอดไฟ
5. สวิตช์
6. BODY ส่วนบน
7. BODY ส่วนกลาง
8. BODY ส่วนล่าง
9. ฝาครอบแผงเซลแสงอาทิตย์
10. เสาขาติดตั้ง
11. ครีบแสง
12. ตัวล๊อคแบตเตอร์รี่
13. ขาเสียบหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละชิ้นส่วน คือ แผงเซลแสงอาทิตย์ อยู่ในตำแหน่งที่ต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดปัญหาการอับแสง, แผงวงจรอยู่ไกลอุปกรณ์อื่นๆ มากไป ควรจะใกล้กับอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อสะดวกในการเชื่อมต่อสายไฟ, LDR อยู่ในตำแหน่งที่ต่ำและด้านข้างอาจทำให้เกิดปัญหาการอับแสง, สวิตช์อยู่ในตำแหน่งที่สังเกตได้ยาก และไม่มีสัญลักษณ์ในการบอกตำแหน่ง อาจทำให้ยุ่งยากในการค้นหา, BODY ส่วนบนมีช่องระบายอากาศและจุดเชื่อมประกอบกับชิ้นส่วนอื่น ที่อาจทำให้น้ำกระเซ็นเข้าไปในตัวผลิตภัณฑ์ได้, BODY ส่วนกลาง มีช่องตรงจุดเชื่อมประกอบกับชิ้นส่วนอื่นที่อาจทำให้มีการกระเซ็นเข้าไปในตัวผลิตภัณฑ์ได้เช่นกัน BODY ส่วนล่าง มีผิวที่ทำให้เป็นเลนส์ลายในแนวนอนทำให้แสงที่ออกมาเป็นลายรูปวงกลมอาจทำให้เกิดการลายตา, ฝาครอบเซลแสงอาทิตย์ไม่สามารถป้องกันการกักเก็บฝุ่นละอองและการถูกวัสดุอื่น ปิดทับบดบังการรับแสง, เสาขาติดตั้งไม่สามารถต้านทานแรงที่กระทบทางด้านข้างได้ทำให้ไม่แข็งแรง อาจทำให้ล้มเสียหายได้, ครีบแสงไม่ช่วยในการกระจายแสงแต่จะช่วยในการเสริมความแข็งแรง สามารถช่วยในการบังคับทิศทางแสงได้เพียงเล็กน้อย, ตัวล็อคแบตเตอร์รี่ใช้ล็อคแบตเตอร์รี่เพื่อความแข็งแรงโดยใช้น็อตเป็นอุปกรณ์ในการประกอบ ทำให้ยุ่งยากในการประกอบและสิ้นเปลืองในการผลิต, ขาเสียบหลอดไฟ ประกอบเข้ากันโดยใช้หมุดย้ำเป็นอุปกรณ์ในการประกอบ ทำให้ยุ่งยากในการประกอบซ่อมแซม และสิ้นเปลืองในการผลิต

การประกอบกันในส่วนต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ประกอบ ดังนี้ เซลแสงอาทิตย์ประกอบเข้ากันกับ BODY ด้วยกาวยางซิลิโคนใส BODY ส่วนบน ประกอบด้วยชิ้นส่วน 2 ชิ้น คือ แผงวางแผงเซลแสงอาทิตย์ และส่วนที่เป็นตัวประกอบนอก (COVER) ประกอบกันด้วยการล็อคด้วย RIBS 4 ตัว, ฝาครอบเซลแสงอาทิตย์ประกอบเข้ากันกับ BODY ส่วนบนด้วยการล็อคด้วย RIBS 4 ตัว,LDR ประกอบเข้ากัน BODY ด้วยการฝังลงในเดือยล็อค, แผงวงจรประกอบเข้ากันกับ BODY ส่วนกลางด้วย RIBS 4 ตัว, แบตเตอร์รี่ประกอบเข้ากันกับ BODY ส่วนกลางด้วย RIBS และด้วยตัวล็อคแบตเตอร์รี่ซึ่งใช้น็อตเป็นตัวยึด, สวิตช์ประกอบเข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับ BODY ส่วนกลางด้วย เดือยล็อคในตัวสวิตช์เอง, ขาเสียบหลอดไฟประกอบเข้ากันกับ BODY ส่วนกลางด้วยหมุดย้ำ, หลอดไฟประกอบเข้ากันกับขาเสียบหลอดไฟด้วยการเสียบล็อค, BODY ส่วนบน ประกอบเข้ากันกับ BODY ส่วนกลางด้วย RIBS 4 ตัว, BODY ส่วนกลาง ประกอบเข้ากันกับ BODY ส่วนล่างด้วย RIBS 4 ตัว, ครีบแสงประกอบเข้ากันกับ BODY ส่วนล่าง ด้วย RIBS 2 ตัว จำนวน 2 ชุด, BODY ส่วนล่างประกอบเข้ากันกับเสาขาติดตั้งด้วยเกลียว

วัสดุและปัญหาต่าง ๆในแต่ละชิ้นส่วนของตัวผลิตภัณฑ์คือแผงเซลแสงอาทิตย์ใช้ซิลิกอนวางบนพลาสติกไม่สามารถบิดงอได้, แผงวงจรใช้พลาสติก,แบตเตอร์รี่เป็น ชนิด นิเกิล-แคดเมียม, หลอดไฟเป็นแก้วบรรจุด้วยก๊าซภายใน, สวิตช์ใช้พลาสติก, BODY ส่วนบนใช้พลาสติก, BODY ส่วนกลางใช้พลาสติก, BODY ส่วนล่างใช้พลาสติกใส, ฝาครอบเซลแสงอาทิตย์ใช้พลาสติกใส, เสาขาติดตั้งใช้พลาสติกและน็อต, ขาเสียบหลอดไฟใช้พลาสติกและหมุดย้ำ

การทำงานของผลิตภัณฑ์ คือ กลางวันจะเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ไว้ในรูปพลังงานไฟฟ้าลงในแบตเตอร์รี่ แล้วกลางคืนจึงนำออกมาใช้ โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอร์รี่ให้แก่หลอดไฟเพื่อการส่องสว่าง

การทำงานของวงจร ในตัวผลิตภัณฑ์ แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรก ทำหน้าที่ในการสะสมพลังงานที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าลงในแบตเตอร์รี่โดยผ่าน บล็อคกิ้งไดโอด ส่วนที่สอง ทำหน้าที่นำพลังงานไฟฟ้าที่สะสมในแบตเตอร์รี่ออกมาจ่ายให้แก่หลอดไฟเพื่อการส่องสว่างโดยมี LDR ซึ่งทำงานตามปริมาณแสงเป็นตัวควบคุม

อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจร ประกอบด้วย ตัวต้านทาน,ไดโอด,ทรานซิสเตอร์ฯลฯ

วงจรพิมพ์ เป็นแผ่นที่ทำให้การประกอบวงจรด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยการเชื่อมบัดกรีอุปกรณ์ให้ต่อกับลายวงจรพิมพ์ผลิตภัณฑ์นี้ผลิตโดยใช้วงจรพิมพ์แบบไวร์ริ่ง

ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงแบบแรก คือโคมไฟนิรภัยพลังงานแสงอาทิตย์มีการทำงานที่คล้ายคลึงกัน ต่างกันตรงที่ผลิตภัณฑ์นี้จะเปิดปิดก็ต่อเมื่อมีสิ่งผิดปกติเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงแบบที่สอง คือ โดมไฟส่องบันไดในสนามพลังงานแสงอาทิตย์ มีการทำงานที่เหมือนกัน ต่างกันตรงที่ขนาดของตัวผลิตภัณฑ์ รวมทั้งแผงเซลแสงอาทิตย์แบตเตอร์รี่ และหลอดไฟ

3.3.10 **โครงสร้าง** คือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยต่อรวมหน่วยต่าง ๆเข้าด้วยกันให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รูปทรงเบื้องต้น คือ เม็ด,เส้นเอ็น ผืน, ก้อน, ท่อน, แผ่น, กล่องต้น คานและแผ่นพาด

3.3.11 **วัสดุโลหะแผ่น** หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

วัสดุไฟเบอร์กล้าส หมายถึง วัสดุที่ถูกดัดแปลง ปรับปรุงจากการเสริมความแข็งแรงของพลาสติกให้สามารถใช้งานได้ทัดเทียมกับโลหะ

วัสดุพลาสติก สามารถดัดแปลงและแปรรูปได้ง่าย เป็นสารประกอบของสารอินทรีย์

วัสดุยาง มีความยืดหยุ่นดี ผลิตง่าย มีคุณสมบัติในการถ่ายเทความร้อนต่ำพอควร การดูดความชื้นไม่มาก

3.3.12 **บรรจุภัณฑ์** หมายถึง หน่วยรูปแบบวัตถุภายนอกที่ทำหน้าที่ปกป้องคุ้มครอง หรือห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ภายในให้ปลอดภัย สะดวกต่อการขนส่ง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. (INDIVIDUAL PACKAGE)
2. (INNER PACKAGE)
3. (OUTER PACKAGE)

วัสดุบรรจุภัณฑ์ แบ่ง 4 ประเภท

1. เซรามิคส์
2. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืช-ผัก
3. โลหะ
4. พลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบกราฟฟิค หมายถึงการสร้างสรรค์ลักษณะส่วนประกอบภายนอกของบรรจุภัณฑ์ให้สามารถสื่อสาร สื่อความหมาย ความเข้าใจ ในอันที่จะให้ผลทางด้านจิตวิทยา

3.3.13 **สัดส่วน** ที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ สัดส่วนของทางเดิน, มุมของสายตาในการใช้งานในการมอง, สัดส่วนการใช้งานของมือ

3.3.14 **จิตวิทยาการใส่สี สีสรร การตกแต่ง** โดยการใช้กราฟฟิคบนตัวผลิตภัณฑ์, การใช้สีบนตัวของผลิตภัณฑ์

เทคนิคการใช้สี คือ สีกับรูปร่าง, สีกับพื้นผิว, สีวัสดุ, การกำหนดสี เครื่องทำการทดสอบสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินโครงการนี้ การออกแบบ **"โคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามภายในที่พักอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์"** การวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็นดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงาน

4.2 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งประกอบอุปกรณ์ของระบบการทำงาน

4.3 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

4.4 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

4.5 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการใช้สี

สรุป การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่การออกแบบ

4.6 การสังเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงาน

4.1.1 การวิเคราะห์รูปแบบของเซลแสงอาทิตย์

เพื่อให้เหมาะสม, สัมพันธ์กับการใช้งานโดยพิจารณาจาก

1. เซลแสงอาทิตย์ผลึกรูปเดี่ยว
2. เซลแสงอาทิตย์ผลึกหลายรูปต่อแบบขนาน
3. เซลแสงอาทิตย์ผลึกหลายรูปต่อแบบอนุกรม
4. เซลแสงอาทิตย์ผลึกหลายรูปต่อแบบผสม

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์รูปแบบของเซลแสงอาทิตย์

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	3	2	4	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	3	4	3
การประกอบ	4	3	3	3
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	4	3	3	2
ความเหมาะสมในการผลิต	3	4	4	3
ราคาที่เหมาะสม	3	4	4	4
รวม	19	19	22	18

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปแบบของเซลแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมคือ เซลแสงอาทิตย์ผลึกหลายรูปต่อแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การวิเคราะห์รูปแบบของแบตเตอร์รี่

เพื่อให้เหมาะสม, สัมพันธ์กับการใช้งานโดยพิจารณาจาก

1.แบตเตอร์รี่ใช้กรด (LEAD ACID)

2.แบตเตอร์รี่ใช้ด่าง (NICKEL CADMIUM)

ตาราง 4.2 วิเคราะห์รูปแบบของแบตเตอร์รี่

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

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปแบบของแบตเตอร์รี่ที่เหมาะสมคือ แบตเตอร์รี่ใช้ด่าง(NICKEL CADMIUM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การวิเคราะห์รูปแบบของวงจร

เพื่อให้เหมาะสม, สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1.วงจรแบบแยกส่วน วงจรประจุไฟฟ้ากับวงจรสวิตช์ออกจากกัน

2.วงจรแบบรวม วงจรประจุไฟฟ้ากับวงจรสวิตช์เข้าด้วยกัน(ในผลิตภัณฑ์เดิม)

ตารางที่ 4.3 วิเคราะห์รูปแบบของวงจร

เกณฑ์พิจารณา	1	2
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	3	4
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	4
การประกอบ	3	4
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	4	3
ความเหมาะสมในการผลิต	3	4
ราคาที่เหมาะสม	3	4
รวม	19	23

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป จากรูปของวงจรที่เหมาะสม์คือ วงจรแบบรวม วงจรประจุไฟฟ้ากับวงจรสวิตช์เข้าด้วยกัน(ในผลิตภัณฑ์เดิม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การวิเคราะห์รูปแบบของหลอดไฟ

เพื่อให้เหมาะสม,สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1.หลอดมีไส้

2.หลอดฟลูออเรสเซนต์

3.หลอดชนิด GAS DISCHARGE

4.หลอด LDR

ตารางที่ 4.4 วิเคราะห์รูปแบบของหลอดไฟ

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	4	3	2	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	4	4	3	3
การประกอบ	4	3	4	4
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	4	3	3	4
ความเหมาะสมในการผลิต	4	3	3	4
ราคาที่เหมาะสม	4	3	2	4
รวม	24	19	17	22

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปแบบของหลอดไฟที่เหมาะสมคือ หลอดมีไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การวิเคราะห์รูปแบบของสวิตช์ควบคุมระบบ

เพื่อให้เหมาะสม,สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1.สวิตช์ธรรมดาขั้วเดี่ยว

2.สวิตช์กดเด้ง

3.สวิตช์เลื่อน

4.สวิตช์โยก

5.สวิตช์หมุน

ตารางที่ 4.5 วิเคราะห์รูปแบบของสวิตช์ควบคุมระบบ

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4	5
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	4	2	3	3	2
ความเหมาะสมในการใช้งาน	4	2	3	3	2
การประกอบ	4	4	4	3	3
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	4	3	4	3	3
ความเหมาะสมในการผลิต	4	4	4	3	3
ราคาที่เหมาะสม	4	4	4	3	3
รวม	24	19	22	18	16

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปแบบของสวิตช์ควบคุมระบบที่เหมาะสมคือ สวิตช์ธรรมดาขั้วเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 การวิเคราะห์ตำแหน่งของเซลแสงอาทิตย์และหลอด LDR

เพื่อให้เหมาะสม,สัมพันธ์กับการใช้งานและระบบการทำงาน โดยพิจารณาจาก

1.ส่วนกลางของตัวโคม

2.ส่วนกลางในตัวโคม

3.ส่วนข้างของตัวโคม

4.แยกส่วนออกจากตัวโคม

ตารางที่ 4.6 วิเคราะห์ตำแหน่งของเซลแสงอาทิตย์และหลอด LDR

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	4	2	2	4
ความเหมาะสมในการใช้งาน	4	2	3	3
ความแข็งแรง	4	3	3	2
ความสัมพันธ์กับส่วนอื่นๆในระบบ	4	3	4	2
ความปลอดภัยในการใช้งาน	4	4	3	2
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	3	3	3	4
ความเหมาะสมในการผลิต	4	3	3	2
รวม	27	20	21	19

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป ตำแหน่งของเซลแสงอาทิตย์และหลอด LDR ที่เหมาะสมคือส่วนบนของตัวโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 การวิเคราะห์ตำแหน่งของแบตเตอร์รี่, แผงวงจรและหลอดไฟ

เพื่อให้เหมาะสม, สัมพันธ์กับการใช้งาน และระบบการทำงาน โดยพิจารณาจาก

1.ส่วนบนของตัวโคม

2.ส่วนกลางของตัวโคม

3.ส่วนล่างของตัวโคม

4.แยกส่วนออกจากตัวโคม

ตารางที่ 4.7 วิเคราะห์ตำแหน่งของแบตเตอร์รี่,แผงวงจรและหลอดไฟ

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	3	4	4	2
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	4	3	3
ความแข็งแรง	2	4	4	3
ความสัมพันธ์กับส่วนอื่นๆในระบบ	3	4	3	2
ความปลอดภัยในการใช้งาน	2	4	3	2
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	3	3	3	4
ความเหมาะสมในการผลิต	3	4	3	2
รวม	19	27	23	18

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป ตำแหน่งของแบตเตอร์รี่,แผงวงจร และหลอดไฟที่เหมาะสม คือ ส่วนกลางในตัวโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8 การวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิตช์

เพื่อให้เหมาะสม, สัมพันธ์กับการใช้งาน และระบบการทำงาน โดยพิจารณาจาก

1.ส่วนบนของตัวโคม

2.ส่วนข้างของตัวโคม

3.ส่วนล่างของตัวโคม

4.แยกส่วนออกจากตัวโคม

ตารางที่ 4.8 วิเคราะห์ตำแหน่งของสวิตช์

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	4	4	3	2
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	4	4	2
ความแข็งแรง	3	4	4	3
ความสัมพันธ์กับส่วนอื่นๆในระบบ	2	4	3	2
ความปลอดภัยในการใช้งาน	3	4	4	3
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	3	3	2	4
ความเหมาะสมในการผลิต	3	4	2	2
รวม	21	27	22	18

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป ตำแหน่งของสวิตช์ที่เหมาะสม คือ ส่วนข้างของตัวโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งประกอบอุปกรณ์ของระบบการทำงาน

4.2.1 การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบเซลแสงอาทิตย์

เพื่อให้เหมาะสม, สัมพันธ์กับการใช้งานและการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยพิจารณาจาก

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

ตารางที่ 4.9 วิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบเซลแสงอาทิตย์

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ, ระบบ	3	4	3	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	4	2	3
ความสะดวกในการใช้งาน	3	4	3	3
ความแข็งแรง	2	3	4	3
ความปลอดภัยในการใช้งาน	2	4	3	3
การดูแลรักษา, ซ่อมบำรุง	3	2	4	3
ความเหมาะสมในการผลิต	4	3	3	3
รวม	19	24	22	21

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปแบบการติดตั้งประกอบเซลแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมคือ ประกอบด้วยยางซิลิโคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบแบตเตอร์รี่, แผงวงจรและสวิตช์ควบคุมระบบ

เพื่อให้เหมาะสม, สัมพันธ์กับการใช้งานและการผลิตแบบระบบอุตสาหกรรม โดยพิจารณาจาก

1.ประกอบด้วยกาว

2.ประกอบด้วยช่องเสียบ (SOCKET)

3.ประกอบด้วยอุปกรณ์สกรูหรือหมุดย้ำ

4.ประด้วย RIBS

ตารางที่ 4.10 วิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบแบตเตอร์รี่แผงวงจรและสวิตช์ควบคุมระบบ

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	2	3	4	4
ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	3	3	4
ความสะดวกในการใช้งาน	2	4	3	4
ความแข็งแรง	2	3	4	3
ความปลอดภัยในการใช้งาน	2	3	4	4
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	2	3	3	4
ความเหมาะสมในการผลิต	3	2	3	4
รวม	15	21	24	27

ค่าความสำคัญ 1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุปรูปแบบการติดตั้งประกอบแบตเตอร์รี่,แผงวงจรและสวิตช์ควบคุมระบบที่เหมาะสมคือประกอบด้วย RIBS,BOSSES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบหลอดไฟ

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งานและการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยพิจารณาจาก

1.ประกอบด้วยกาว

2.ประกอบด้วยช่องเสียบ (SOCKET)

3.ประกอบด้วยอุปกรณ์สกรูหรือหมุดย้ำ

4.ประกอบด้วย RIBS

ตารางที่ 4.11 วิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบหลอดไฟ

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	2	4	3	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	4	2	3
ความสะดวกในการใช้งาน	2	4	2	3
ความแข็งแรง	2	3	4	3
ความปลอดภัยในการใช้งาน	2	4	4	3
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	2	3	3	4
ความเหมาะสมในการผลิต	3	2	3	4
รวม	15	24	21	23

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปแบบการติดตั้งประกอบหลอดไฟที่เหมาะสมที่สุดคือ ประกอบด้วยช่องเสียบ (SOCKET)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การวิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบขาติดตั้ง

เพื่อให้เหมาะสม,สัมพันธ์กับการใช้งานและการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยพิจารณาจาก

1.ประกอบด้วยช่องเสียบ (SOCKET)

2.ประกอบด้วยอุปกรณ์สกรูหรือหมุดย้ำ

3.ประกอบด้วย RIBS,BOSSES

4.ประกอบด้วยเกลียว

ตารางที่ 4.12 วิเคราะห์รูปแบบการติดตั้งประกอบขาติดตั้ง

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	3	3	4	4
ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	3	4	4
ความสะดวกในการใช้งาน	4	3	4	3
ความแข็งแรง	3	4	3	4
ความปลอดภัยในการใช้งาน	3	4	4	4
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	3	3	4	3
ความเหมาะสมในการผลิต	2	3	4	3
รวม	20	23	27	25

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปแบบการติดตั้งประกอบขาติดตั้งที่เหมาะสมคือประกอบด้วย RIBS,BOSSES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

4.3.1 การวิเคราะห์รูปทรงของโคมไฟ

เพื่อให้รูปทรงภายนอกที่เหมาะสม,สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1.รูปทรงกลม

2.รูปทรงกระบอก

3.รูปทรงกรวย

4.รูปทรงสามเหลี่ยม

5.รูปทรงสี่เหลี่ยม

6.รูปทรงหลายเหลี่ยม

ตารางที่ 4.13 วิเคราะห์รูปทรงของโคมไฟ

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4	5	6
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	3	4	4	2	3	4
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	4	4	2	3	3
ความแข็งแรง,ทนทาน	2	4	3	3	4	4
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	2	4	4	2	4	3
ความปลอดภัยในการใช้งาน	3	4	4	3	3	3
ความสวยงาม	4	3	4	2	3	4
ความเหมาะสมในการผลิต	2	4	4	2	3	3
รวม	19	27	27	16	23	24

ค่าความสำคัญ 1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปทรงของโคมไฟ ที่เหมาะสม คือ รูปทรงกระบอก และรูปทรงกรวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การวิเคราะห์ตำแหน่งของช่องระบายอากาศ

เพื่อให้ความเหมาะสม,สัมพันธ์กับการใช้งานและระบบการทำงาน โดยพิจารณาจาก

1.BODY ส่วนบน

2.BODY ส่วนกลาง

3.BODY ส่วนล่าง

4.ฝาครอบเซลแสงอาทิตย์

ตารางที่ 4.14 วิเคราะห์ตำแหน่งของช่องระบายอากาศ

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	3	4	4	2
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	4	4	3
ความแข็งแรง	3	4	4	2
ความสัมพันธ์กับส่วนอื่นๆในระบบ	4	4	3	3
ความปลอดภัยในการใช้งาน	3	4	4	2
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	2	3	4	3
ความเหมาะสมในการผลิต	4	4	4	3
รวม	22	27	27	18

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป ตำแหน่งของช่องระบายอากาศที่เหมาะสมคือBODY ส่วนกลางและ BODY ส่วนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การวิเคราะห์รูปแบบของช่องระบายอากาศ

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. เจาะเป็นช่อง
2. เจาะเป็นช่องและมีลิ้นป้องกันน้ำ
3. ตะแกรงช่องเล็ก ๆ
4. ครีบยื่นดักอากาศ

ตารางที่ 4.15 วิเคราะห์รูปแบบของช่องระบายอากาศ

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	4	4	3	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	4	3	3
ความแข็งแรง	3	4	3	4
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	4	3	3	3
ความปลอดภัยในการใช้งาน	2	4	2	4
ความสวยงาม	3	4	3	3
ความเหมาะสมในการผลิต	4	3	3	3
รวม	23	26	20	24

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปแบบของช่องระบายอากาศ ที่เหมาะสมคือ เจาะเป็นช่องและมีลิ้นป้องกันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การวิเคราะห์ตำแหน่งของครีบแสง

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. มีชั้นเดียวอยู่กึ่งกลาง BODY ส่วนล่างในแนวราบ
2. มีสองชั้นอยู่ลดระดับกัน กลางBODY ส่วนล่าง ในแนวระนาบ
3. มีชั้นเดียวอยู่ส่วนล่างสุดของ BODY ส่วนล่างในแนวระนาบ
4. มีหลายครีบอยู่ในแนวตั้ง

ตารางที่ 4.16 วิเคราะห์ตำแหน่งของครีบแสง

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	3	3	4	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	4	4	3
ความแข็งแรง	3	4	3	3
ความสัมพันธ์กับส่วนอื่นๆในระบบ	3	3	4	2
ความปลอดภัยในการใช้งาน	3	4	4	3
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	4	3	4	3
ความเหมาะสมในการผลิต	3	3	4	3
รวม	22	24	26	20

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป ตำแหน่งของครีบแสงที่เหมาะสมคือมีชั้นเดียวอยู่ส่วนล่างสุดของBODYส่วนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 การวิเคราะห์รูปแบบของครีบแสง

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. เป็นครีบแบนรูปหลายเหลี่ยม
2. เป็นครีบแบนรูปทรงกลม
3. เป็นครีบซิกแซก มีลวดลาย
4. เป็นครีบสั้นอยู่แนวตั้ง

ตารางที่ 4.17 วิเคราะห์รูปแบบของครีบแสง

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	4	4	3	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	4	3	3
ความสะดวกในการใช้งาน	4	4	3	3
ความแข็งแรง	4	4	3	3
ความปลอดภัยในการใช้งาน	3	4	3	3
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	4	4	3	3
ความเหมาะสมในการผลิต	4	4	3	3
รวม	26	28	21	21

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปแบบของครีบแสงที่เหมาะสมคือ เป็นแบนรูปทรงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 การวิเคราะห์รูปแบบการประกอบแต่ละชิ้นส่วนในผลิตภัณฑ์

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. ประกอบด้วยกาว
2. ประกอบด้วยอุปกรณ์สกรู หรือหมุดย้ำ
3. ประกอบด้วย RIBS
4. ประกอบด้วยเกลียว

ตารางที่ 4.18 วิเคราะห์รูปแบบการประกอบแต่ละชิ้นส่วนในผลิตภัณฑ์

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	2	3	4	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	3	4	3
ความสะดวกในการใช้งาน	2	3	4	3
ความแข็งแรง	2	4	3	4
ความปลอดภัยในการใช้งาน	3	3	4	4
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	2	4	3	3
ความเหมาะสมในการผลิต	2	3	4	3
รวม	16	23	26	23

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปแบบการประกอบแต่ละชิ้นส่วนในผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมคือ ประกอบด้วย RIBS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.7 การวิเคราะห์ตำแหน่งของขาติดตั้ง

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. ส่วนบนของตัวโคม

2. ส่วนข้างของตัวโคม

3. ส่วนล่างของตัวโคม

ตารางที่ 4.19 วิเคราะห์ตำแหน่งของขาติดตั้ง

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	2	3	4
ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	4	4
ความแข็งแรง	2	3	4
ความสัมพันธ์กับส่วนอื่นๆในระบบ	2	3	4
ความปลอดภัยในการใช้งาน	2	3	4
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	2	3	4
ความเหมาะสมในการผลิต	2	3	4
รวม	14	22	28

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป ตำแหน่งของขาติดตั้งที่เหมาะสมคือ ส่วนล่างของตัวโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.8 การวิเคราะห์รูปแบบของขาตั้ง

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. ขาตั้งเสาเดียว
2. ขาตั้งเสาเดียวมีแท่งฐานวางประกอบ
3. ขาตั้งเสาเดียวมีขาตั้งเสริมค้ำ
4. ขาตั้งเสาเดียวมีฐานแยกออกเป็นตัวเสริมรับแรง หลายขา

ตารางที่ 4.20 วิเคราะห์รูปแบบของขาตั้ง

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	3	4	4	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	4	4	3
การประกอบ	4	2	3	3
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	3	2	4	4
ความเหมาะสมในการผลิต	4	2	3	3
ราคาที่เหมาะสม	4	2	3	3
รวม	20	16	21	19

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปแบบของขาตั้งที่เหมาะสมคือ ขาตั้งเสาเดียวมีขาตั้งเสริมค้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.9 การวิเคราะห์รูปแบบการประกอบขาติดตั้งกับขาตั้งเสริม

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. ประกอบด้วยกาว
2. ประกอบด้วยอุปกรณ์สกรู หรือหมุดย้ำ
3. ประกอบด้วย RIBS
4. ประกอบด้วยเกลียว

ตารางที่ 4.21 วิเคราะห์รูปแบบการประกอบขาติดตั้งกับขาตั้งเสริม

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4
ความเหมาะสมกับรูปแบบ,ระบบ	2	3	4	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	2	3	4	3
ความสะดวกในการใช้งาน	2	3	4	3
ความแข็งแรง	2	4	3	4
ความปลอดภัยในการใช้งาน	3	3	4	4
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	2	4	3	3
ความเหมาะสมในการผลิต	2	3	4	4
รวม	16	23	26	23

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป รูปแบบการประกอบขาติดตั้งกับขาตั้งเสริมที่เหมาะสมคือประกอบด้วย RIBS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ และกรรมวิธีการผลิต

4.4.1 การวิเคราะห์วัสดุโครงสร้างตัวโคม

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. ไฟเบอร์กลาส
2. พลาสติก
3. โลหะแผ่น

ตารางที่ 4.22 วิเคราะห์วัสดุโครงสร้างตัวโคม

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3
ความเหมาะสมกับรูปแบบ	3	4	2
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	4	2
ความแข็งแรง,ทนทาน	4	3	4
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	3	4	2
ความปลอดภัยในการใช้งาน	3	4	3
ความสวยงาม	3	4	2
ความเหมาะสมในการผลิต	3	4	2
รวม	23	27	17

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป โครงสร้างตัวโคมที่เหมาะสมคือ พลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. CA 2. PS 3. PS2 4. SAN 5. ABS

6. PC 7. PMMA 8. PE 9. PP 10. ACRYLIC

ตารางที่ 4.23 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ความเหมาะสมกับรูปแบบ	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3
ความแข็งแรง,ทนทาน	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3
ความปลอดภัยในการใช้งาน	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3
ความสวยงาม	3	3	3	4	4	4	3	4	3	4
ความเหมาะสมในการผลิต	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3
รวม	23	21	23	27	27	28	25	28	24	22

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างที่เหมาะสมคือ PC (POLYCARBONATE)หรือ PE (HIGH PRESSURE-POLYETHYLENE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 การวิเคราะห์วัสดุส่วนที่โปร่งใส

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. พลาสติก
2. กระจกแก้ว

ตารางที่ 4.24 วิเคราะห์วัสดุส่วนที่โปร่งใส

เกณฑ์พิจารณา	1	2
ความเหมาะสมกับรูปแบบ	4	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	4	3
ความแข็งแรง, ทนทาน	3	4
การดูแลรักษา, ซ่อมบำรุง	4	3
ความปลอดภัยในการใช้งาน	4	3
ความสวยงาม	3	4
ความเหมาะสมในการผลิต	4	3
รวม	26	23

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป วัสดุส่วนที่โปร่งใสที่เหมาะสมคือ พลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำฝาครอบเซลแสงอาทิตย์และBODYส่วนล่าง เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. CA 2. PS 3. PS2 4. SAN 5. ABS

6. PC 7. PMMA 8. PE 9. PP 10. ACRYLIC

ตารางที่ 4.25 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำฝาครอบเซลแสงอาทิตย์และBODYส่วนล่าง

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ความเหมาะสมกับรูปแบบ	3	3	3	3	2	3	4	3	3	4
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4
ความแข็งแรง,ทนทาน	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3
ความปลอดภัยในการใช้งาน	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4
ความสวยงาม	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4
ความเหมาะสมในการผลิต	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4
รวม	23	21	22	26	25	26	28	26	24	26

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป วัสดุที่ใช้ทำฝาครอบเซลแสงอาทิตย์และBODYส่วนล่างที่เหมาะสมคือ PMMA (POLYMETHYL-METHACRYLATE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 การวิเคราะห์วัสดุโครงสร้างส่วนขาติดตั้ง

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. ไฟเบอร์กลาส
2. พลาสติก
3. โลหะแผ่น

ตารางที่ 4.26 วิเคราะห์วัสดุโครงสร้างส่วนขาติดตั้ง

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3
ความเหมาะสมกับรูปแบบ	3	4	2
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	4	2
ความแข็งแรง,ทนทาน	4	3	4
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	3	4	2
ความปลอดภัยในการใช้งาน	3	4	3
ความสวยงาม	3	4	2
ความเหมาะสมในการผลิต	3	4	2
รวม	23	27	17

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป วัสดุโครงสร้างส่วนขาติดตั้งที่เหมาะสมคือ พลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.6 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำขาติดตั้งและส่วนเสริม

เพื่อให้เหมาะสม สัมพันธ์กับการใช้งาน โดยพิจารณาจาก

1. CA 2. PS 3. PS2 4. SAN 5. ABS

6. PC 7. PMMA 8. PE 9. PP 10. ACRYLIC

ตารางที่ 4.27 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำขาติดตั้งและส่วนเสริม

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ความเหมาะสมกับรูปแบบ	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3
ความแข็งแรง,ทนทาน	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3
การดูแลรักษา,ซ่อมบำรุง	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3
ความปลอดภัยในการใช้งาน	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3
ความสวยงาม	3	3	3	4	4	4	3	4	3	4
ความเหมาะสมในการผลิต	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3
รวม	23	21	23	27	27	28	25	28	24	22

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป วัสดุที่ใช้ทำขาติดตั้งและส่วนเสริมที่เหมาะสมคือ PC (POLYCARBONATE) หรือ PE (HIGH PRESSURE-POLYETHYLENE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.7 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

เพื่อให้เหมาะสม,สัมพันธ์กับการใช้งานและการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยพิจารณาจาก

1. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด
2. กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อ
3. กรรมวิธีการผลิตแบบอัด

ตารางที่ 4.28 วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

เกณฑ์พิจารณา	1	2	3
ความเหมาะสมกับรูปแบบ	4	2	2
ความแข็งแรง,ทนทาน	3	2	4
ความผิดพลาดน้อย	4	3	4
ความรวดเร็วในการผลิต	4	2	3
ความสิ้นเปลืองน้อย	4	2	3
การผลิตในปริมาณมาก	4	3	2
รวม	23	14	18

ค่าความสำคัญ

1=พอใช้, 2=ปลานกลาง, 3=ดี, 4=ดีมาก

สรุป กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมคือ กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 วิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการใช้สี

วิเคราะห์การใช้สี

สี หมายถึง ลักษณะความเข้มของแสงที่ปรากฏต่อสายตา สีมีอิทธิพลต่อจิตใจมนุษย์ สีแต่ละสีให้ความรู้สึกไม่เหมือนกันซึ่งบางครั้งทำให้เกิดความรู้สึกสงบ บางทีทำให้รู้สึกตื่นเต้นร้อนแรง ในการใช้สีให้มีอิทธิพลต่อจิตใจมนุษย์จึงจำเป็นต้องใช้ให้เหมาะกับอิทธิพลของสีแต่ละสี ตลอดจนเวลาและโอกาส วัฒนธรรม ประเพณี สภาพดินฟ้าอากาศและความเป็นอยู่

การใช้สี

ข้อพิจารณาของสีสำหรับ "**โคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามภายในที่พักอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์**" คือ

1. เป็นสีที่แลดูสะอาดหน้าใช้
2. เป็นสีที่ดูเข้ากับสภาพแวดล้อม
3. เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสงบ นิ่ง แข็งแรง
4. เป็นสีที่ให้ความสะท้อนแสงได้ดี
5. เป็นสีที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย

ในแง่จิตวิทยาของสีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ สามารถพิจารณาความรู้สึกที่ได้รับดังนี้

-ดูสะอาด ปลอดภัย ถูกลักษณะ ได้แก่ สีขาว ,งาช้าง, ฟ้าอ่อน

-ดูสกปรก ได้แก่ สีโทนทึบ, สีเทาเข้ม, สีน้ำตาล

-เข้ากับสภาพแวดล้อม ได้แก่ สีขาว, สีดำ, สีเหลือง

-ให้ความรู้สึกสงบนิ่ง แข็งแรง ได้แก่ สีขาว, สีเทา, สีดำ

-สะท้อนแสงได้ดี ได้แก่ สีโครเมี่ยม, สีขาว,สีงาช้าง

-ทำความสะอาดง่าย ได้แก่ สีน้ำเงิน, สีดำ

จะเห็นได้ว่าสีที่เข้าเกณฑ์พิจารณา ได้แก่ สีโครเมี่ยม, สีขาว, สีงาช้าง สีฟ้าอ่อน, สีเหลือง, สีเขียว, สีน้ำเงิน, สีเทา, สีดำ

สรุป สีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์

เมื่อวิเคราะห์แล้วได้สีที่เหมาะสม คือ **สีโครเมี่ยม สีขาว** สำหรับส่วนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการ การสะท้อนแสง สีดำสำหรับส่วนที่ต้องการความรู้สึกสงบนิ่ง, แข็งแรง สีขาวและสีดำสำหรับส่วนที่เป็นโครงสร้างของตัวผลิตภัณฑ์

ทั้งนี้สีของส่วนที่เป็นโครงสร้างของตัวผลิตภัณฑ์อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสีเหลือง, สีเขียวหรือสีอื่น ๆ ก็ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมสวยงาม และความต้องการทางด้านการตลาด

สรุป การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่การออกแบบ

4.1 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงาน

1.รูปแบบของเซลแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม คือ เซลแสงอาทิตย์ผลึกหลายรูปต่อแบบอนุกรม

2.รูปแบบของแบตเตอร์รี่ที่เหมาะสม คือ แบตเตอร์รี่ที่ใช้ด่าง (NICKEL CADMIUM)

3.รูปแบบของวงจรที่เหมาะสม คือ วงจรแบบรวมวงจรประจุไฟฟ้ากับวงจรสวิตช์เข้าด้วยกัน(ในผลิตภัณฑ์เดิม)

4.รูปแบบของหลอดไฟที่เหมาะสม คือ หลอดไฟมีไส้

5.รูปแบบของสวิตช์ควบคุมระบบที่เหมาะสม คือ สวิตช์ธรรมดาขั้วเดียว

6.ตำแหน่งของเซลแสงอาทิตย์และหลอด LDR ที่เหมาะสม คือ ส่วนบนของตัวโคม

7.ตำแหน่งของแบตเตอร์รี่, แผงวงจรและหลอดไฟที่เหมาะสม คือ ส่วนกลางในตัวโคม

8.ตำแหน่งของสวิตช์ที่เหมาะสม คือ ส่วนข้างของตัวโคม

4.2 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งประกอบอุปกรณ์ของระบบการทำงาน

1.รูปแบบการติดตั้งประกอบเซลแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม คือ ประกอบด้วยยางซิลิโคน

2.รูปแบบการติดตั้งประกอบแบตเตอร์รี่,แผงวงจรและสวิตช์ควบคุมระบบที่เหมาะสม คือ ประกอบด้วย RIBS

3.รูปแบบการติดตั้งประกอบหลอดไฟที่เหมาะสม คือประกอบด้วยช่องเสียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.รูปแบบการติดตั้งประกอบขาติดตั้งที่เหมาะสม คือ ประกอบด้วย RIBS, BOSSES

4.3 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

1.รูปทรงของโคมไฟ ที่เหมาะสม คือ รูปทรงกระบอก และรูปทรงกรวย

2.ตำแหน่งของช่องระบายอากาศที่เหมาะสม คือ BODY ส่วนกลาง และ BODYส่วนล่าง

3.รูปแบบช่องระบายอากาศที่เหมาะสมคือเจาะเป็นช่องและมีลิ้นป้องกันน้ำ

4.ตำแหน่งของครีบแสงที่เหมาะสม คือ มีชั้นเดียวอยู่ในส่วนล่างสุดของ BODY ส่วนล่าง

5.รูปแบบของครีบแสงที่เหมาะสม คือ เป็นครีบแบบรูปทรงกลม

6.รูปแบบการประกอบแต่ละชิ้นส่วนในผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมคือ ประกอบด้วย RIBS

7.ตำแหน่งของขาติดตั้งที่เหมาะสม คือ ส่วนล่างของตัวโคม

8.รูปแบบของขาติดตั้งที่เหมาะสม คือ ขาตั้งเสาเดียวมีขาตั้งเสริมค้ำ

9.รูปแบบของการประกอบขาติดตั้งกับขาตั้งเสริม ที่เหมาะสม คือประกอบด้วย RIBS, BOSSES

4.4 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

1.วัสดุโครงสร้างตัวโคมที่เหมาะสม คือ พลาสติก

2.วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างที่เหมาะสม คือ PC (POLYCARBONATE) หรือ PE (HIGH PRESSURE POLYETHY-LENE)

3.วัสดุส่วนที่โปร่งใสที่เหมาะสม คือ พลาสติก

4.วัสดุที่ใช้ทำฝาครอบเซลแสงอาทิตย์และ BODY ส่วนล่างที่เหมาะสม คือ PMMA (POLYMTHYLMETHACRYLATE)

5.วัสดุโครงสร้างส่วนขาติดตั้งที่เหมาะสม คือ พลาสติก

6.วัสดุที่ใช้ทำขาติดตั้งและส่วนเสริมที่เหมาะสมคือ PC(POLYCARBONATE) หรือ PE (HIGH PRESSURE POLYETHY-LENE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม คือ กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด

4.5การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการใช้มี

1.สีที่เหมาะสม คือ สีขาวสำหรับส่วนที่ต้องการการสะท้อนแสง สีดำสำหรับส่วนที่ต้องการความรู้สึกสงบนิ่ง, แข็งแรง สีขาวและสีดำสำหรับส่วนที่เป็นโครงสร้างของตัวผลิตภัณฑ์

4.6การสังเคราะห์ข้อมูล

4.6.1การสังเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงาน

1.เซลแสงอาทิตย์ที่ใช้ คือ เซลผลึกขนาด 16 x 50 x 1 มม. จำนวน 8 เซล ต่อแบบอนุกรม

2.แบตเตอร์รี่ที่ใช้ คือ แบตเตอร์รี่ที่ใช้ด่าง (NICKEC CADMIUM) ขนาด 22x42 มม. 1.5 VOLT จำนวน 2 ก้อน ต่ออนุกรมกัน จึงสามารถให้กระแสไฟ 3 VOLT

3.วงจรที่ใช้ คือ วงจรที่รวมวงจรประจุไฟฟ้ากับวงจรสวิตช์เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นวงจรที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เดิม มีขนาด 38 x 12x 10 มม.(ความสูงรวมอุปกรณ์)

4.หลอดไฟที่ใช้ คือ หลอดไฟแบบมีไส้ ขนาด 3x8 มม. จำนวน 1 หลอด กินกระแสไฟ 2 WATT ที่แรงดันไฟฟ้า 1.5-3 VOLT

5.สวิตช์ควบคุมระบบที่ใช้ คือ สวิตช์ธรรมดาขั้วเดียว ขนาด 20x15x18 มม. จำนวน 1 ชิ้น

6.ตำแหน่งของเซลแสงอาทิตย์และหลอด LDR จึงต้องทำงานโดยรับแสงอาทิตย์อย่างเต็มที่ซึ่งตำแหน่งส่วนบนของตัวโคมจะทำให้ชิ้นส่วนทั้งสองสามารถรับแสงอาทิตย์ได้เต็มที่

7.ตำแหน่งของแบตเตอร์รี่, แผงวงจร, และหลอดไฟ ควรอยู่ส่วนกลางในตัวโคม เพราะการทำงานแต่ละชิ้นส่วนสำพันธ์จึงควรที่จะวางไว้ในตำแหน่งที่ใกล้กัน และใกล้กับตำแหน่งเซลแสงอาทิตย์และหลอด LDR ด้วย เพื่อความสะดวก ในการเชื่อมโยงต่อสายไฟระหว่างแต่ละอุปกรณ์ ตำแหน่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบตเตอร์รี่ที่ควรอยู่ในจุดกึ่งกลางของโคมไฟเพราะเป็นชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมากที่สุด จึงควรวางตำแหน่งให้แบตเตอร์รี่มีการถ่ายเทน้ำหนักอย่างสมดุลย์ลงสู่จุดกึ่งกลางเสาขาติดตั้ง และควรวางแบตเตอร์รี่ในลักษณะแนวนอนคู่กันเพราะ ทำให้มีการกระจายน้ำหนักได้ดีวางในลักษณะแนวตั้งคู่กัน อีกทั้งยังช่วยประหยัดเนื้อที่ในแนวตั้งอีกด้วย ตำแหน่งของหลอดไฟก็จะอยู่จุดกึ่งกลางเช่นกันและคว่ำหลอดไฟลงเพื่อส่องสว่างลงทางด้านล่าง และด้านข้าง

8.ตำแหน่งของสวิตช์ ควรอยู่ด้านข้างของตัวโคม โดยคว่ำด้านสวิตช์ลง ด้วยเหตุผลคือ การกดเปิด ปิดสวิตช์จะต้องใช้แรงกระทำ แรงที่กระทำกับสวิตช์ควรอยู่ในแนวตั้งมากกว่าในแนวนอนเพื่อป้องกันการเคลื่อนไหวหรือโยกคลอนของโคมไฟในแนวระนาบ ทำให้โคมไฟล้มเสียหายได้ ซึ่งแรงกระทำในแนวตั้งจะไม่ทำให้เกิดความเสียหายดังกล่าว แต่เพราะสวิตช์คว่ำลงทำให้การสังเกตมองเห็นเป็นไปได้โดยลำบาก จึงต้องมีการแสดงตำแหน่งของสวิตช์ด้วย การปรับระดับของสวิตช์อยู่ในระดับพื้นที่ผลิตภัณฑ์โดยรอบ เพื่อความสะดวกในการสังเกตมองเห็น

4.6.2 การสังเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งประกอบอุปกรณ์ของระบบการทำงาน

1.การติดตั้งประกอบเซลแสงอาทิตย์จะประกอบด้วยการจัดวางเซลแสงอาทิตย์ ลงบน BODY ส่วนบนแล้วเชื่อมโยงสายไฟประกอบจากนั้นจึงฉีดเคลือบด้วยกาวยางซิลิโคนใส เพื่อป้องกันผิวของเซลแสงอาทิตย์ เหตุที่ใช้ยางซิลิโคนก็เพราะว่าสามารถป้องกันผิวของเซลแสงอาทิตย์ไม่ให้เกิดการเสียหายจากความชื้นและความร้อนได้ และยังช่วยให้การยึดเกาะของเซลแสงอาทิตย์แข็งแรงขึ้น

2.การติดตั้งประกอบแบตเตอร์รี่ แผงวงจร และสวิตช์ควบคุมระบบจะประกอบด้วย RIBS โดยเป็น RIBS ที่มีส่วนยื่นออกมาทำหน้าที่ในการล็อคแบตเตอร์รี่ แผงวงจรส่วนตัวสวิตช์ควบคุมระบบจะมี RIBS ยื่นเพื่อในการล็อคในตัวเอง ดังนั้นส่วนที่จะติดตั้งประกอบสวิตช์ควบคุมระบบจึงต้องมีลักษณะเป็นช่องขนาดเท่ากับส่วนฐาน และ RIBS ของตัวสวิตช์พอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การติดตั้งประกอบหลอดไฟจะประกอบโดยมีส่วนของช่องเสียบ(SOCKET) จำนวน 2 ช่อง เพื่อให้ขาของหลอดไฟทั้ง 2 ขาเสียบทะลุเข้าไปสัมผัสกับสายไฟที่จะต่อเชื่อมส่วนอื่น ๆ ในระบบ

4.การติดตั้งประกอบขาติดตั้งจะประกอบโดยมี RIBS ซึ่งมีลักษณะเป็นลิ้นยื่นออกมาเป็นส่วนขาตัวเสียบตัวบน เพื่อเข้าไปล็อคกับช่องล็อคที่มีในตัวปลอกเสียบของตัวล่างถัดไป

4.6.3 การสังเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

1.รูปทรงของโคมไฟรวม จะเป็นลักษณะของรูปทรงกระบอก และรูปทรงกลมเพราะจะทำให้ความรู้สึกกลมกลืนกับการส่องสว่างและการกระจายแสงลงสู่ด้านล่าง และด้านข้าง

2.ตำแหน่งของช่องระบายอากาศ อยู่ BODYส่วนกลาง BODY ส่วนล่าง เพื่อที่จะให้อากาศเข้าไปทั่วถึงในตัวผลิตภัณฑ์ ป้องกันปัญหาไอน้ำเกาะ BODY ส่วนล่างเป็นฝ้าทำให้การกระจายแสงไม่ดีและอากาศเข้าไปช่วยระบายการอับชื้นในส่วนของเซลแสงอาทิตย์ แผงวงจร และแบตเตอร์รี่ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาไอน้ำหรือความชื้นต่าง ๆ ให้อุปกรณ์เสียหายได้

3.ช่องระบายอากาศ มีลักษณะเจาะเป็นช่องและมีลิ้นป้องกันน้ำทั้งนี้ก็เพื่อความปลอดภัยต่ออุปกรณ์ต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ เพราะตัวผลิตภัณฑ์จะต้องถูกน้ำสาดทั้งน้ำฝนและการรดน้ำต้นไม้ ดังนั้นช่องระบายอากาศจึงต้องป้องกันการกระเซ็นของน้ำเข้าไปในตัวผลิตภัณฑ์

4.ตำแหน่งของครีบแสง อยู่ที่ส่วนล่างสุดของ BODYส่วนล่าง โดยมีเพียงครีบเดียวเพื่อช่วยบังคับแสงให้กระจายออกเป็นรูปวงกลมรอบฐานและช่วยในการเสริมความแข็งแรงให้กับส่วน BODY ส่วนล่าง

5.รูปแบบครีบแสง เป็นครีบแบนรูปทรงกลมเพื่อการบังคับแสงให้กระจายออกเป็นรูปวงกลมรอบฐาน และมีรูปทรงกลมกลืนกับส่วนอื่นของตัวโคม

6.การประกอบแต่ละชิ้นส่วนในผลิตภัณฑ์จะประกอบกันด้วย RIBS จึงทำให้สะดวกในการถอดประกอบแต่ละชิ้นส่วนและไม่สิ้นเปลืองอุปกรณ์ในแต่ละชิ้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เป็น RIBS ในการประกอบจะต้องปกปิดช่องที่จะทำให้การกระเซ็นเล็ดลอดเข้าไปทำลายชิ้นส่วนต่าง ๆ ในตัวผลิตภัณฑ์ด้วย

7.ขาติดตั้ง จะติดตั้งอยู่ส่วนล่างของตัวโคมโดยต่อเข้ากับ BODY ส่วนล่าง

8.ขาติดตั้งจะเป็นลักษณะขาตั้งเสาเดียวและมีขาตั้งเสริมค้ำเป็นลักษณะ 3 ขา ช่วยค้ำในการรับแรงกระทบกระแทก ที่จะทำให้เสาล้มไปด้านใดด้านหนึ่ง โดยขาตั้งเสริมค้ำจะฝังลงไปในพื้นดินเช่นเดียวกับขาติดตั้ง

9.การประกอบขาติดตั้ง และขาตั้งเสริมค้ำ จะประกอบโดยสวมขาติดตั้งลงไปในช่องกลางของขาตั้งเสริมค้ำ แล้วล็อคกันด้วย RIBS

4.6.4 การสังเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ และกรรมวิธีการผลิต

1.วัสดุโครงสร้างที่เหมาะสมคือ พลาสติก เพราะมีความเหมาะสมในการใช้งานและการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ได้ดีกว่าวัสดุอื่น

2.พลาสติกที่ทำโครงสร้าง คือ PC (POLYCARBONATE) เพราะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ทำฝาครอบและฉนวนดวงไฟส่องสว่างที่ต้องการความแข็งแรงในช่วงอุณหภูมิมากที่สุด

3.วัสดุที่โปร่งใส ใช้พลาสติกเพราะเหมาะสมกับรูปแบบของผลิตภัณฑ์และการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ได้ดีกว่าวัสดุอื่น

4.วัสดุที่ทำฝาครอบเซลแสงอาทิตย์และ BODY ส่วนล่างใช้พลาสติก PMMA (POLYMETHYLMETHACREYLATE) เพราะมีความเหมาะสมในการที่จะผลิตเป็นชิ้นส่วนในการส่องสว่าง เช่น เลนส์ โคมไฟต่าง ๆ

5.วัสดุโครงสร้างส่วนขาติดตั้ง ใช้พลาสติก เพราะมีความเหมาะสมในการใช้งานและการผลิตในระบบอุตสาหกรรมและเข้ากันกับวัสดุอื่น ๆ ในผลิตภัณฑ์

6.พลาสติกที่ใช้ทำขาส่วนติดตั้งและส่วนเสริมคือ PC (POLYCARBONATE) เพราะมีความเหมาะสมในความคงทน และทนความร้อนได้ดี ไม่เสื่อมคุณภาพง่ายทนต่อกรดอ่อน แอลกอฮอล์ เบนซิน น้ำมันเครื่องและไขมัน

7.กรรมวิธีผลิตที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ คือกรรมวิธีผลิตแบบฉีดเพราะ มีความเหมาะสมกับรูปแบบของผลิตภัณฑ์ และชนิดพลาสติกที่ใช้ สามารถจะผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง่าย รวดเร็วมีข้อกำหนดและจำกัดที่น้อย อีกทั้งยังเป็นที่แพร่หลายในวงการอุตสาหกรรม

4.6.5 การสังเคราะห์เกี่ยวกับจิตวิทยาการใช้สี

1.สีที่เหมาะสม คือสีโครเมี่ยม สีขาว สำหรับส่วนที่ต้องการสะท้อนแสง คือ BODY ส่วนกลางสีดำ สำหรับส่วนที่ต้องการความรู้สึก สงบนิ่ง แข็งแรง คือส่วนของขาติดตั้งและขาตั้งเสริม ส่วนที่เป็นโครงสร้างของตัวผลิตภัณฑ์ คือ BODY ส่วนบน เหตุที่ใช้สีเพียง 3 สี คือ สีขาว สีดำ และสีโปร่งแสง (ส่วนที่ต้องการให้แสงลอดผ่านได้) เพราะสีทั้ง 3 นี้ สามารถเข้ากันได้กับสภาพแวดล้อม ทั้งนี้ สีของ BODY ส่วนบน และ BODY ส่วนกลาง อาจเป็นสีเหลือง สีขาว หรือสีอื่น ๆ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมสวยงามและความต้องการทางด้านการตลาดอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การนำเสนองาน สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 การนำเสนอผลงาน

การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำสู่การออกแบบแล้วนั้นจึงนำมาออกแบบเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์เดิม โดยการนำเสนอออกมาลักษณะของรูปธรรม มีขั้นตอนการนำเสนอผลงานดังนี้

5.1.1 การนำเสนอแนวความคิดเบื้องต้นของการออกแบบ (SKECTH DESIGN)

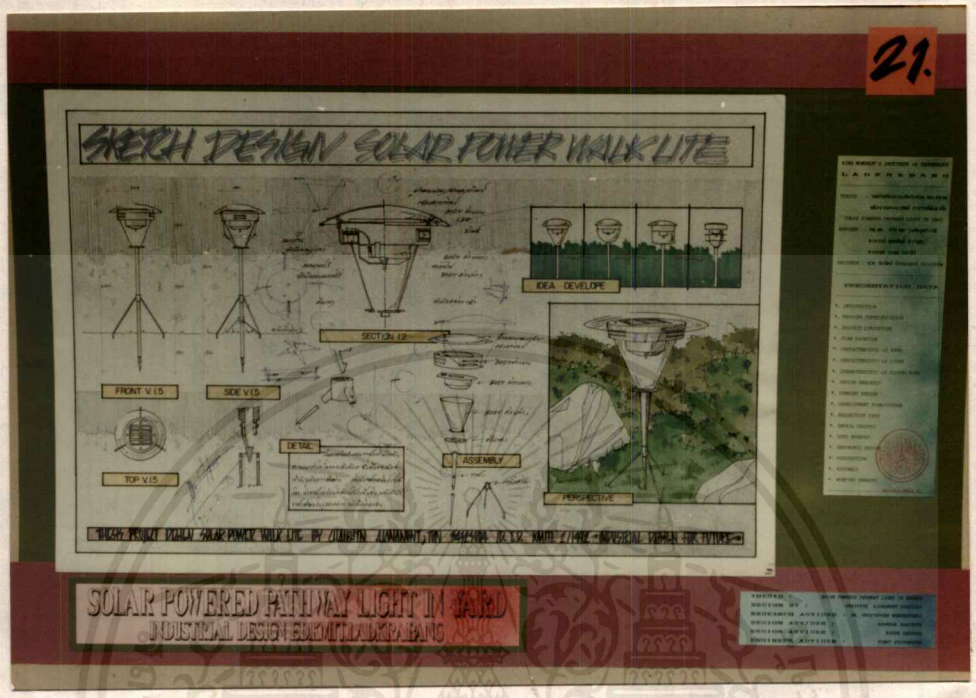
5.1.2 การนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ (PERSENTATION)

5.1.3 การนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบเพื่อการผลิต (WORKING DRAWING)

5.1.4 การนำเสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง(MODEL)

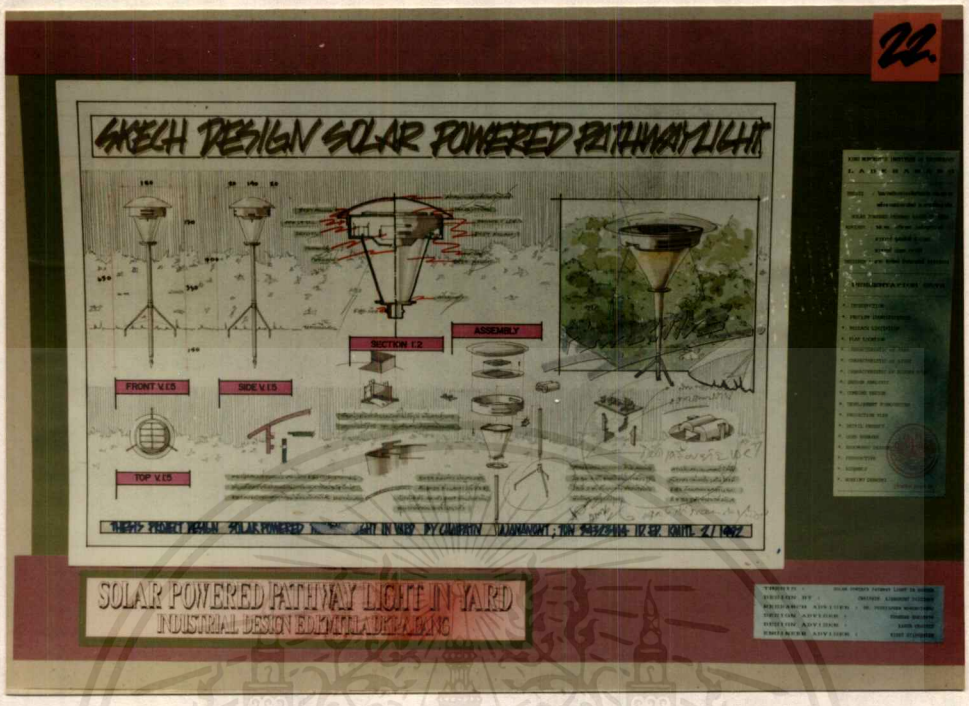
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.1 การนำเสนอแนวความคิดเบื้องต้นของการออกแบบ (SKECTH DESIGN)

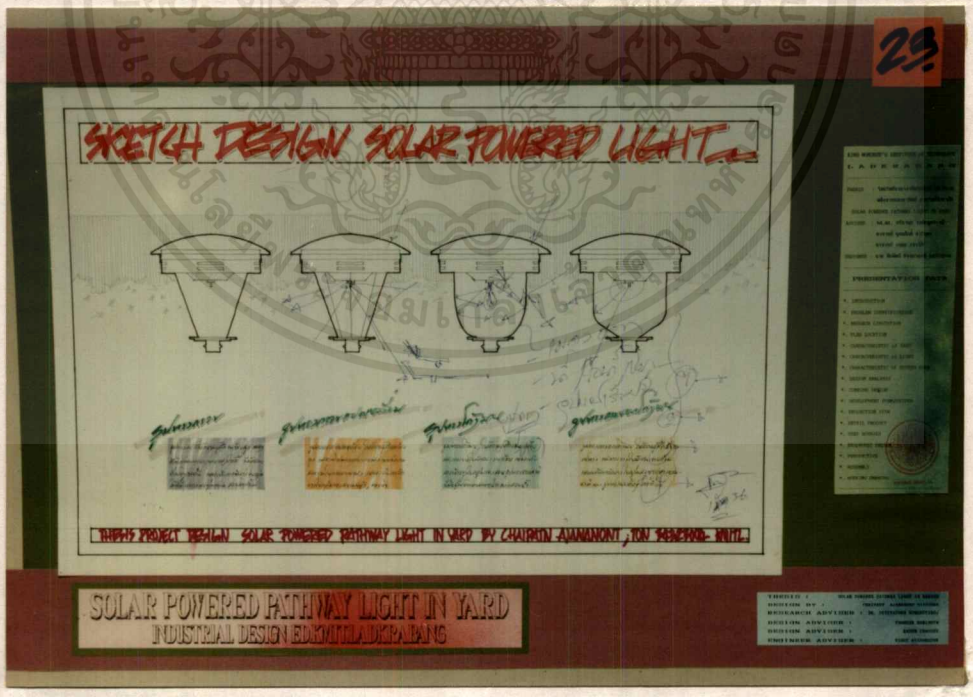


ภาพที่ 5.1 แสดงแบบนำเสนอความคิดเบื้องต้นของการออกแบบ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



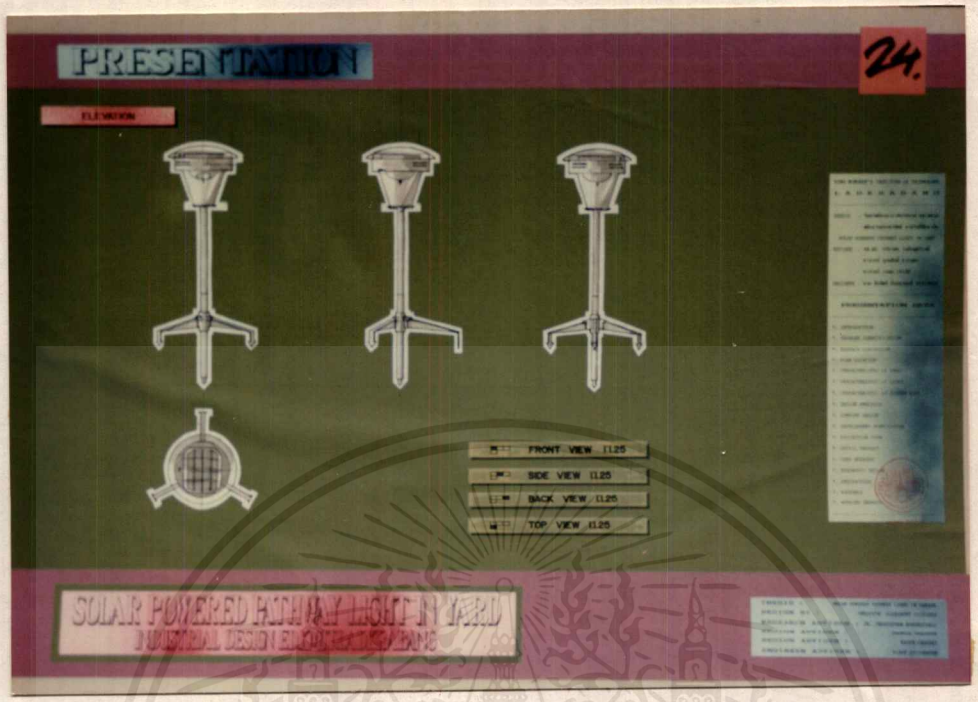
ภาพที่ 5.1 แสดงแบบนำเสนอความคิดเบื้องต้นของการออกแบบ 2



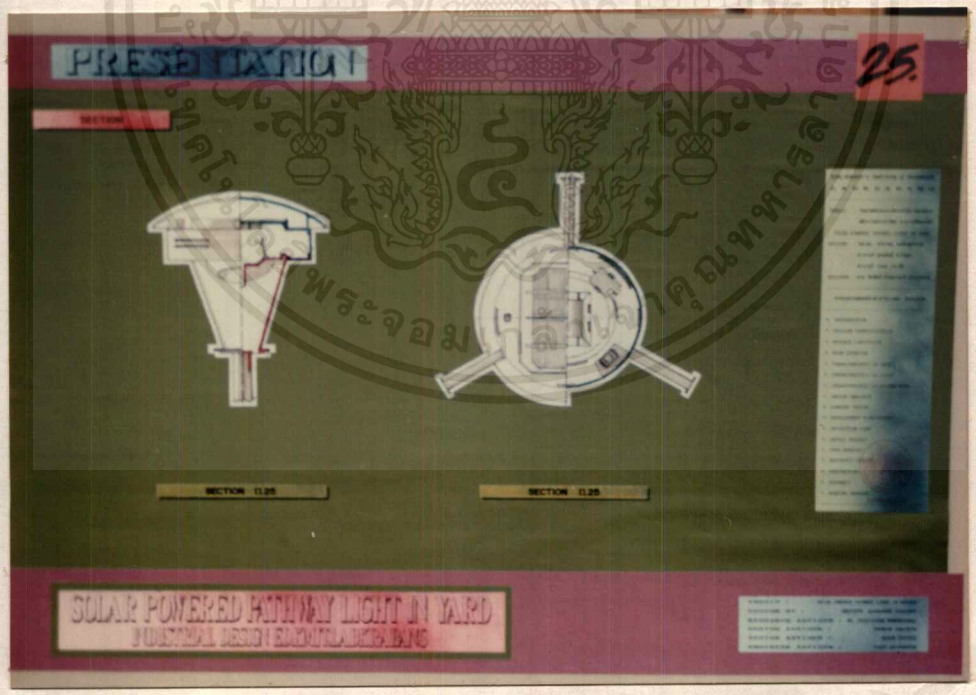
ภาพที่ 5.1 แสดงแบบนำเสนอความคิดเบื้องต้นของการออกแบบ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 การนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ (PERSENTATION)

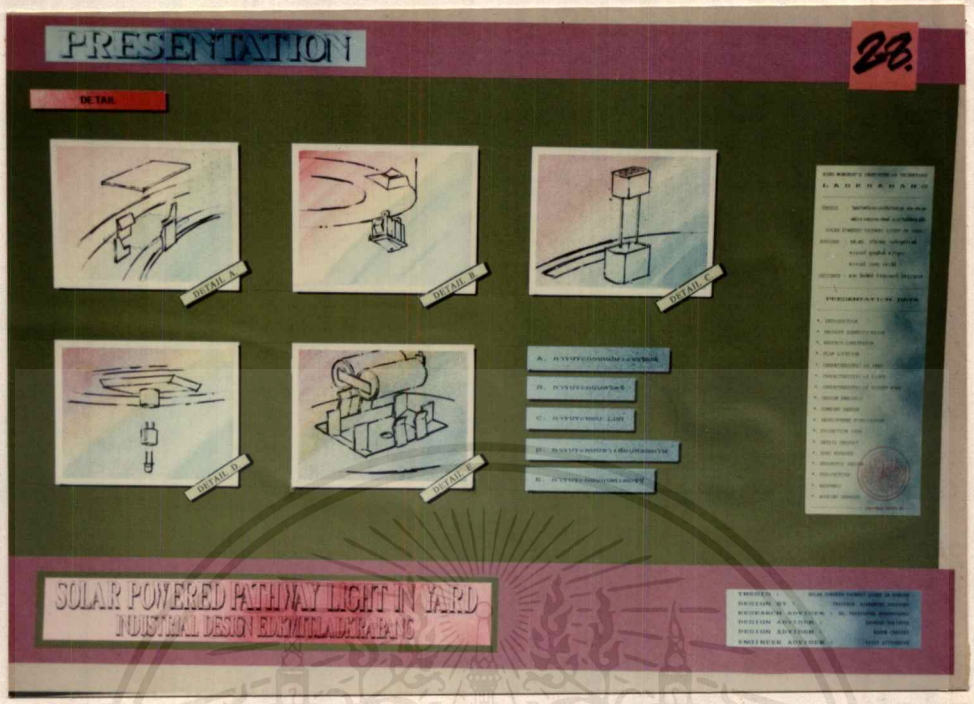


ภาพที่ 5.4 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 1

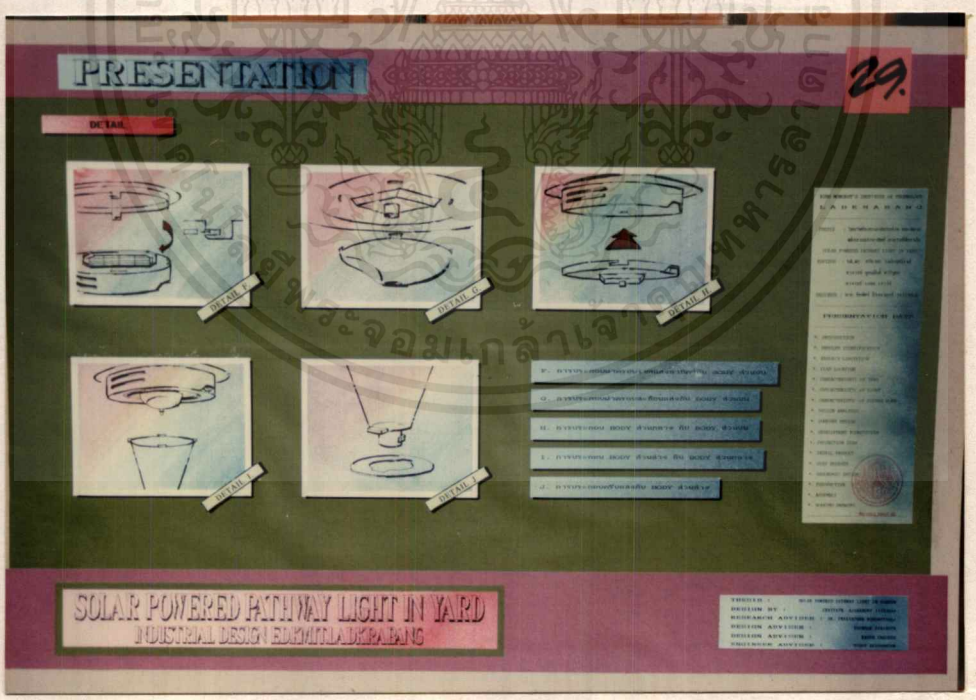


ภาพที่ 5.5 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

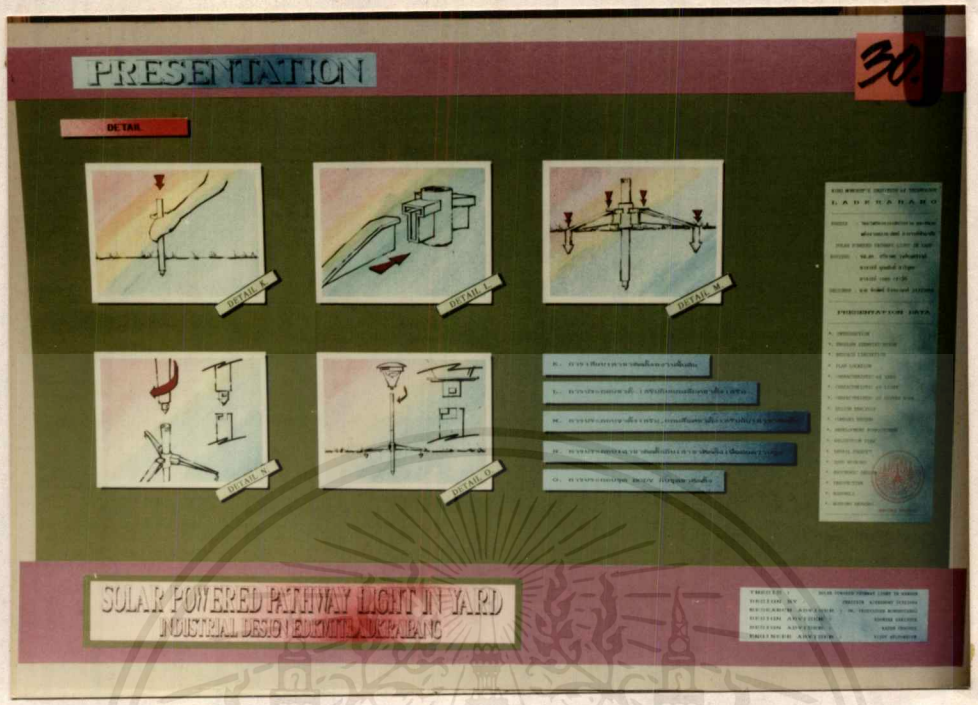


ภาพที่ 5.6 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 3

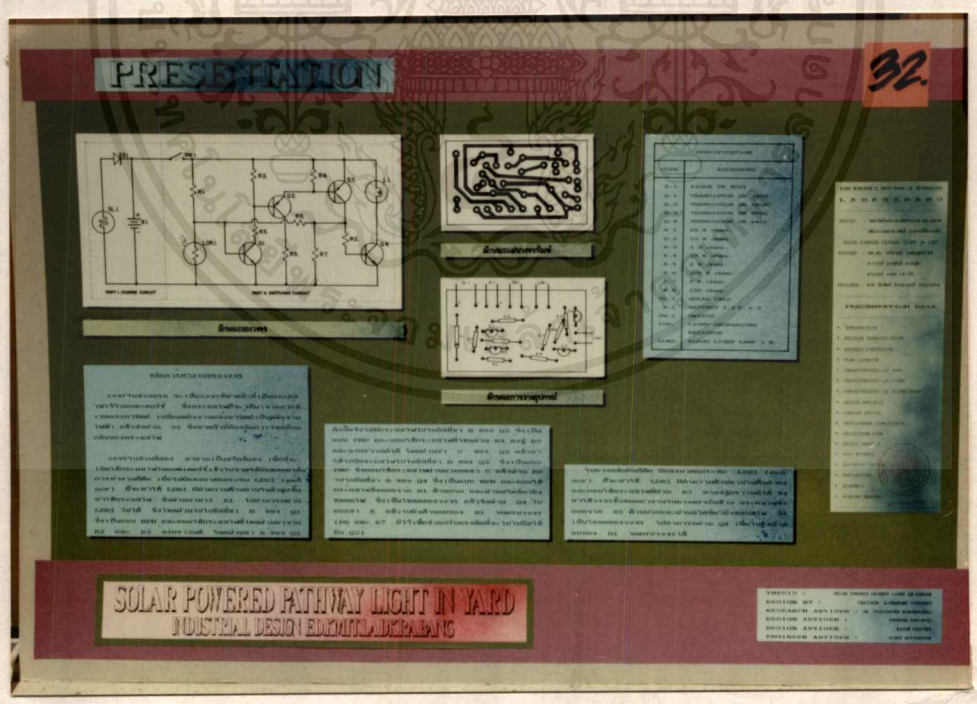


ภาพที่ 5.7 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



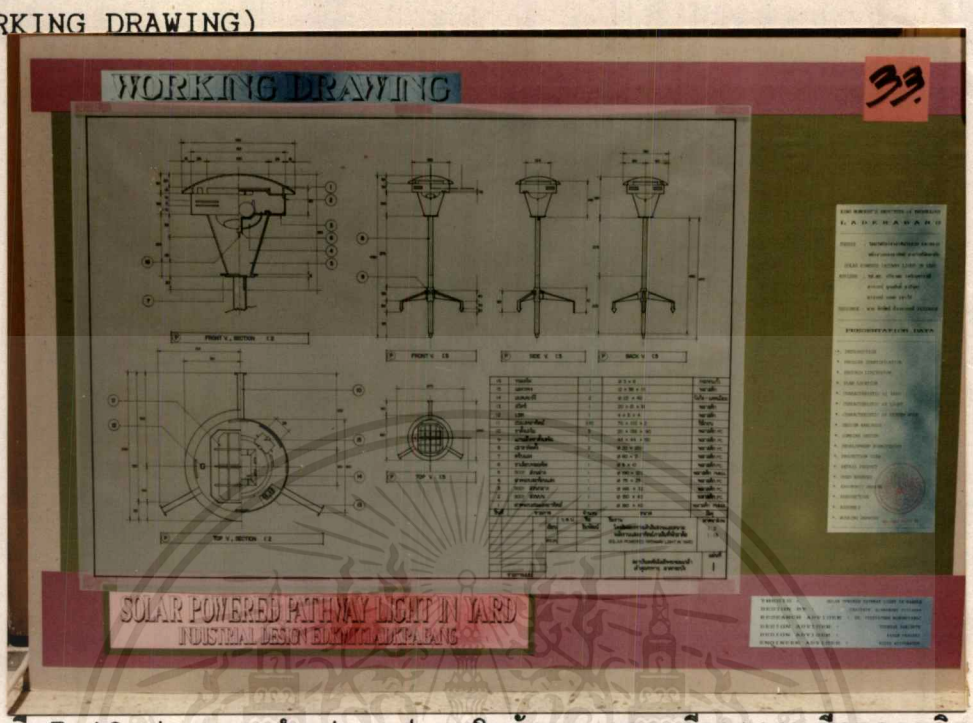
ภาพที่ 5.8 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 5



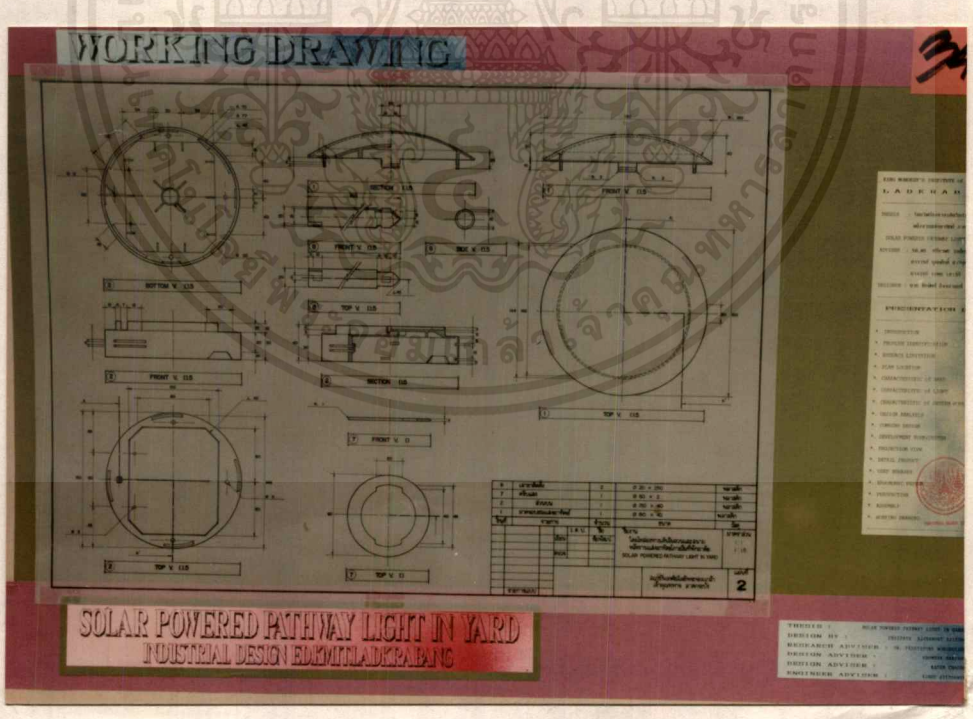
ภาพที่ 5.9 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 การนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบเพื่อการผลิต (WORKING DRAWING)

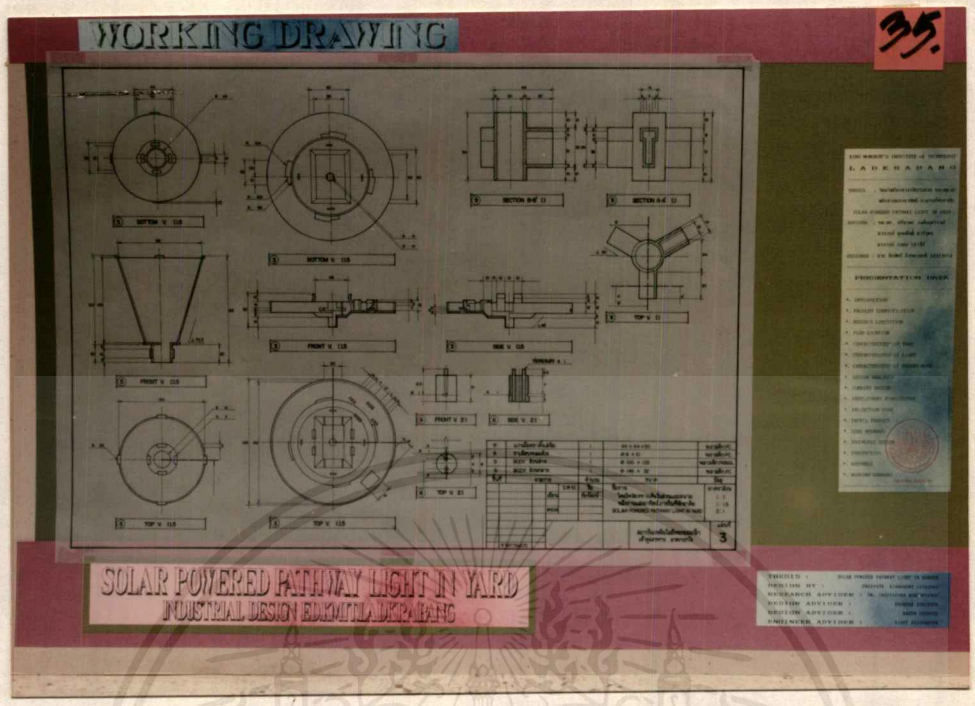


ภาพที่ 5.10แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบเพื่อการผลิต 1

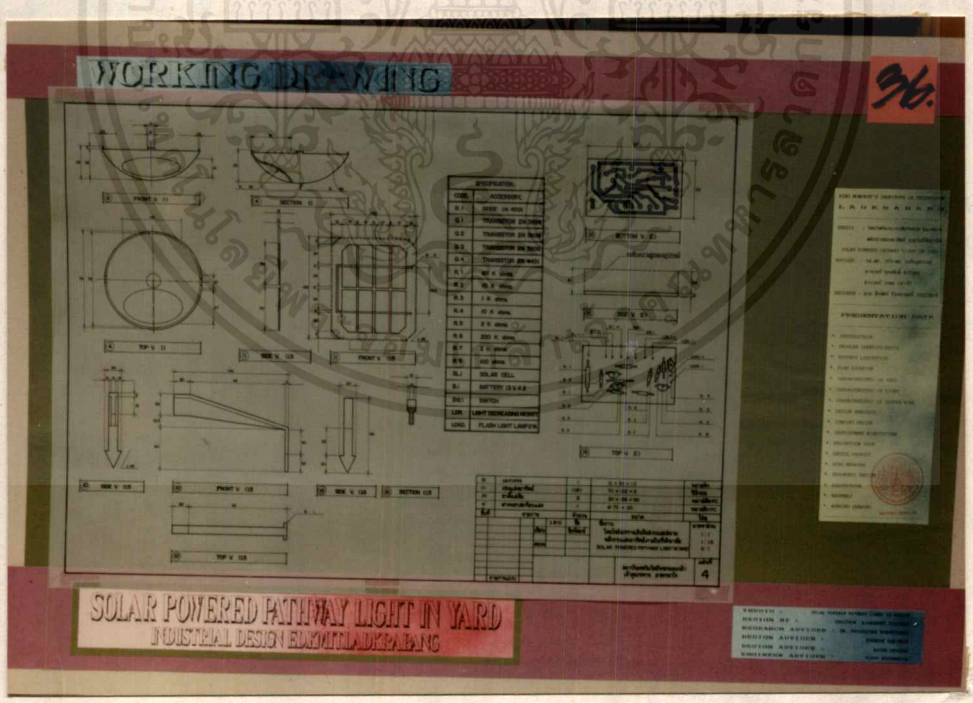


ภาพที่ 5.11แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบเพื่อการผลิต 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

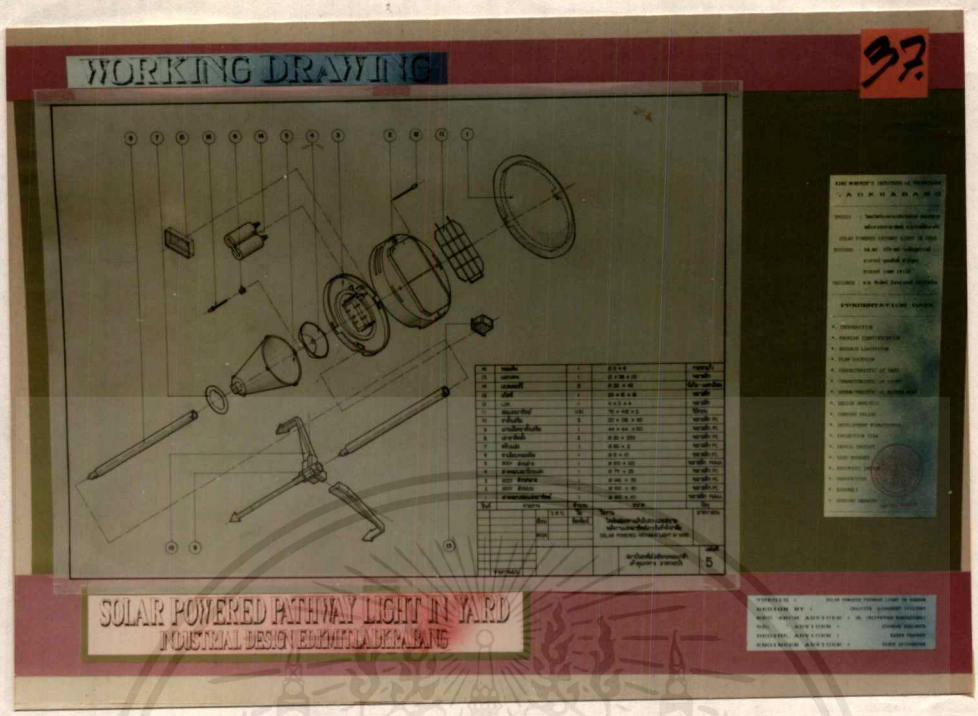


ภาพที่ 5.12 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบเพื่อการผลิต 3

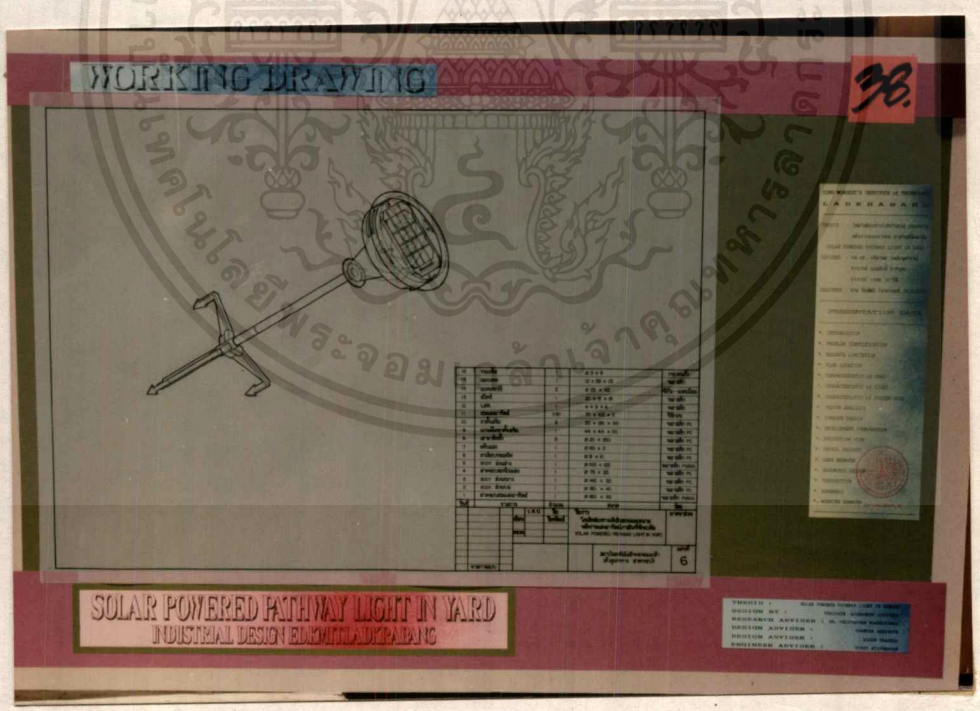


ภาพที่ 5.13 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบเพื่อการผลิต 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.14 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบเพื่อการผลิต 5



ภาพที่ 5.15 แสดงแบบนำเสนอรูปแบบในลักษณะการเขียนแบบเพื่อการผลิต 6

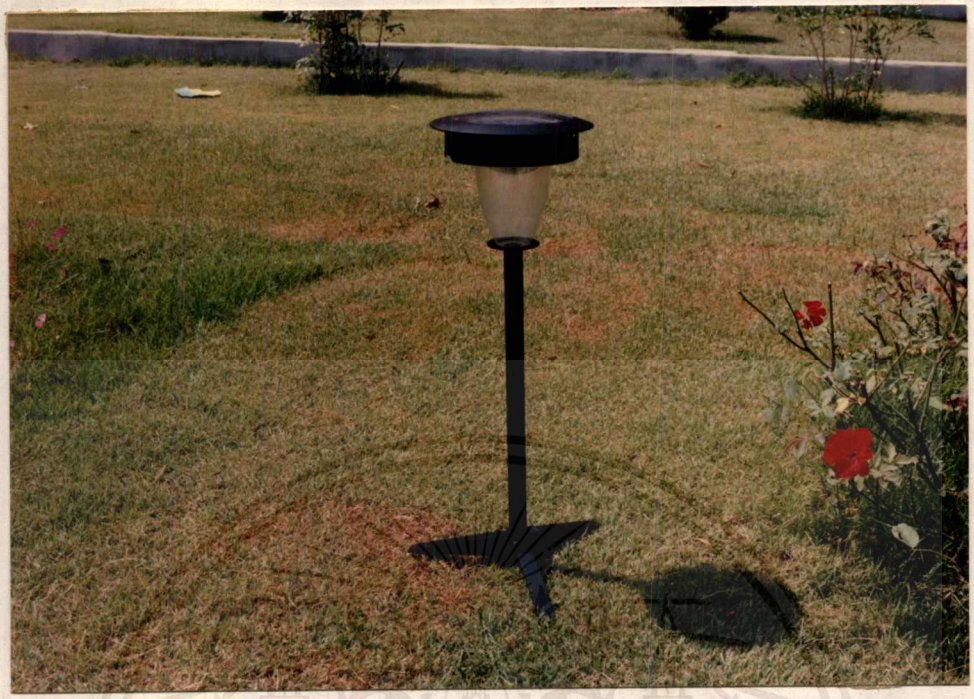
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 การนำเสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง(MODEL)

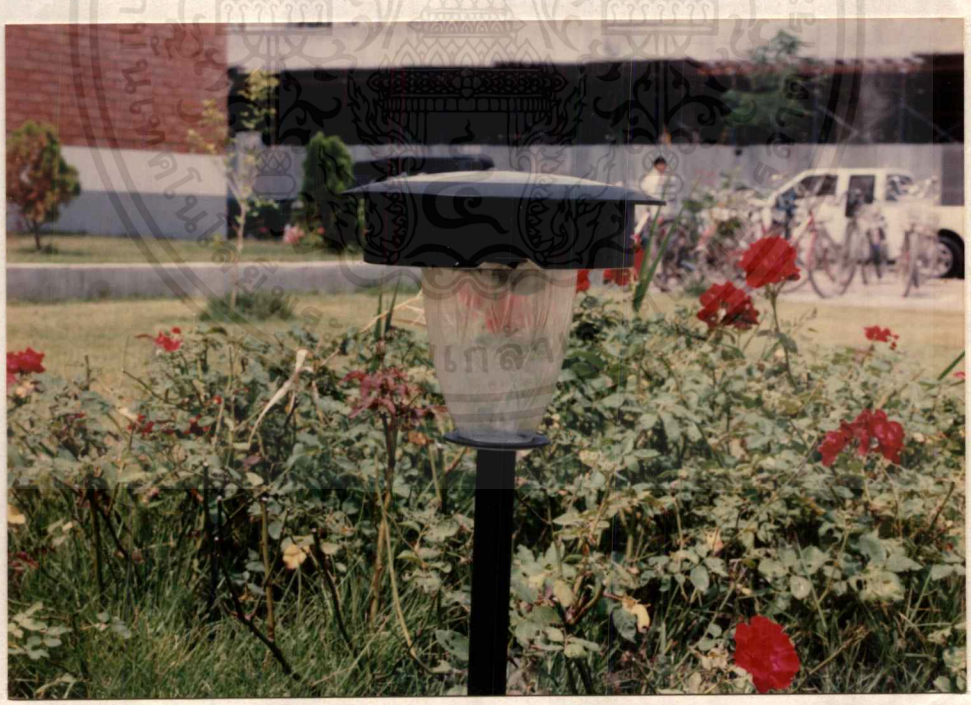
ภาพที่ 5.16 แสดงแบบเสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง 1

ภาพที่ 5.17 แสดงแบบสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.18 แสดงแบบสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง 3



ภาพที่ 5.19 แสดงแบบสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.20 แสดงแบบสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง 5

ภาพที่ 5.21 แสดงแบบสนอรูปแบบในลักษณะของต้นแบบหุ่นจำลอง 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 สรุปผลวิจัย

แนวความคิดเริ่มแรก จากปัญหาแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในโลกเริ่มจะหมดลง จึงเริ่มการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ เพื่อเปลี่ยนพลังงาน พลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานเคมี เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ปัญหามลภาวะสิ่งแวดล้อม และปัญหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพลังงาน ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงมีขึ้นเพื่อออกแบบโคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนาม ให้ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อที่จะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นต่าง ๆ ดังได้กล่าวข้างต้น

การรวบรวมปัญหา จากความต้องการในการแก้ปัญหาต่างๆ ทำให้สามารถมองเห็นได้ว่าโคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนาม ซึ่งแต่เดิมใช้พลังงานไฟฟ้าในการเดินท่อร้อยสายไฟ ความยุ่งยากในการปิดเปิดควบคุม ทำให้ผลิตภัณฑ์ใหม่คือโคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนาม ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ขึ้น แต่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องในการใช้งาน เพราะมีการออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศแถบทางยุโรป ไม่เหมาะสมกับการใช้งานในระบบอุตสาหกรรมของประเทศไทย จึงควรที่จะมีการพัฒนาให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

การคีปัญหา การศึกษาถึงผลิตภัณฑ์เดิมโดยระเอียดทำให้สามารถมองเห็นปัญหาได้ดังนี้ ปัญหาการป้องกันฝุ่นละอองจับฝาครอบแผงเซลแสงอาทิตย์ ทำให้เซลแสงอาทิตย์และ LDR ได้รับแสงไม่เต็มที่ ปัญหาการป้องกันน้ำกระเซ็นเข้าไปใน BODY ทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ภายในเสียหายได้ ปัญหาการติดตั้งโดยการใช้เสาขาติดตั้งเสียบลงไปในดิน ซึ่งขาดความแข็งแรง อาจจะล้มทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายได้ แผงเซ,แสงอาทิตย์ และ LDR อยู่ต่ำได้รับแสงไม่เต็มที่ สวิตช์อยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม สังเกตค้นหาได้ลำบาก การประกอบชิ้นส่วนยุ่งยากและลำบากในการประกอบ

แนวความคิดสร้างสรรค์เบื้องต้น จากปัญหาที่พบทำให้ทราบว่าการดำเนินงานเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ จะต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์ในหลายส่วน เพื่อจะให้เกิดผลตามความคาดหมายที่ได้กำหนดไว้ ในการวิจัยโดยได้ทำการศึกษาจากสภาพการใช้งานเป็นหลัก ควบคู่กับการศึกษาระบบการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานของผลิตภัณฑ์เดิม แล้วนำสู่การออกแบบ จากการศึกษาในครั้งนี้ให้เห็นว่า การออกแบบงาน ผลิตภัณฑ์ชิ้นนี้ขึ้นมาใหม่นั้น งานผลิตภัณฑ์จะต้องไม่ทำลายสภาพดินของสนาม มีการทำงานไม่ยุ่งยาก ซับซ้อนสามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานได้อย่างเหมาะสม และเหมาะสมกับการผลิตในระบบอุตสาหกรรมในประเทศ

การวิเคราะห์แนวในการออกแบบ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ได้ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลคือ อุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่ใช้ในระบบทั้งหมด จะใช้ในรูปเดียวกันผลิตภัณฑ์เดิมและตำแหน่งของการติดตั้งก็คงเช่นเดิมแต่เปลี่ยนแปลงระยะต่าง ๆ ในตัวผลิตภัณฑ์ การติดตั้งประกอบแผงเซลแสงอาทิตย์จะใช้ยาง ซิลิโคน แบตเตอร์รี่ แผงวงจร และสวิตช์ควบคุมระบบและการประกอบขาติดตั้งที่เหมาะสมคือ RIBS หลอดไฟจะประกอบโดยช่องเสียบ (SOCKET) รูปทรงของโคมไฟ ที่เหมาะสมคือ รูปทรงกระบอก และรูปทรงกลม ช่องระบายอากาศอยู่ใน BODY ซึ่งระบายอากาศให้เข้าไปถึงในตัว BODY เพื่อป้องกันความชื้นและการเกาะของไอน้ำ แต่ช่องระบายอากาศจะต้องมีลิ้นเพื่อป้องกันการกระเซ็นเข้าไปทำให้ชิ้นส่วนภายในเสียหาย ครีบแสงรูปทรงกลมเป็นแผ่นบางอยู่ส่วนล่างสุดของตัวโคม การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนต่าง ๆของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย RIBS วัสดุที่ใช้ในตัวผลิตภัณฑ์ คือ พลาสติก PC หรือ PE ในส่วนของ BODY และขาติดตั้ง PMMA สำหรับส่วนที่โปร่งใสใช้ในการกระจายแสงผลิตโดยกรรมวิธีผลิตแบบฉีด สีที่ใช้ในตัวผลิตภัณฑ์คือ สีโครเมี่ยม สีขาวและสีดำ

ขั้นตกลงใจในการออกแบบ การดำเนินการออกแบบในขั้นนี้นั้น จะเอาผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่จะทำการออกแบบ ซึ่งจะสามารถทำการออกแบบให้ตอบสนอง ต่อความต้องการในการใช้งานจริงได้อย่างเต็มที่ และการออกแบบมาแล้วนั้น ยังอำนวยความสะดวกในเรื่องของการใช้งาน และการผลิตในระบบอุตสาหกรรมที่สำคัญ คือ **"บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในการวิจัย"**

สรุปผลการออกแบบ การวิจัยโครงการออกแบบ"โคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามพลังงานแสงอาทิตย์ภายในที่พักอาศัย" เมื่อการดำเนินงานสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลุล่วงไปแล้วนั้นจะทำให้ได้ไฟส่องทางเดินในสวนและสนามที่จะสามารถใช้ง่าย สะดวก และเหมาะสมกับการใช้งานภายในที่พักอาศัยมีความเหมาะสมกับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพราะติดตั้งในสนามที่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้อย่างเต็มที่ ช่วยแก้ปัญหาเรื่องสิ้นเปลืองพลังงาน มลภาวะเป็นพิษ และความปลอดภัยในการใช้งานได้ดี

5.3ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน

ในโครงการวิจัยและออกแบบ"โคมไฟส่องทางเดินในสวนและสนามพลังงานแสงอาทิตย์ภายในที่พักอาศัย"

เนื่องจากการดำเนินงานการวิจัยในโครงการ จะเป็นโครงการในลักษณะของโครงการใหม่ เชิงเสนอแนะ เพื่อที่จะทำการพัฒนาปรับปรุง การทำงานในลักษณะเดิม ให้มีความเหมาะสมในการใช้งานกับสภาพการใช้งานและภูมิประเทศมากยิ่งขึ้น จากระยะเวลาที่ผ่านมาตั้งแต่การเสนอหัวข้อ การดำเนินงาน จนกระทั่งทำให้เป็นผลสำเร็จนั้น ผู้วิจัยมีความภูมิใจและพอใจมาก ในการทำวิจัยครั้งนี้ เพราะทำให้ทราบถึงอุปสรรคและปัญหาต่าง ๆ ที่คิดว่าจะได้พบและปัญหาที่พบแบบไม่ได้คิด จนกระทั่งงานสำเร็จลุล่วงทำให้ผู้วิจัยได้ฝึกฝนทักษะในการออกแบบในส่วนต่าง ๆผู้วิจัยหวังว่าผู้ที่สนใจในการที่จะดำเนินงานในโครงการนี้ หรือลักษณะที่ใกล้เคียงกันต่อไปก็หวังไว้ว่า งานวิจัยนี้หากสามารถที่จะใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นได้ ในบางส่วนอาจมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสม ก็อยากที่จะฝากไว้ว่า

ในการศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ ในการดำเนินงานและการรวบรวมข้อมูลซึ่งค่อนข้างจะหลากหลายทางด้านความคิดทำให้ต้องทำการสรุป หรือเลือกเอาในส่วนที่เห็นว่าเหมาะสม สมควรที่จะเลือกนำมาใช้ เพื่อความเหมาะสมในการดำเนินงาน ข้อมูลบางส่วนมีการเปลี่ยนแปลงเพราะการพัฒนาในด้านต่าง ๆ และเทคโนโลยีที่มีขึ้นมาใหม่และข้อมูลบางส่วนที่ขัดแย้งกัน ก็อาจจะต้องมีการปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพจริงและกาลเวลา

ในด้านการออกแบบปัญหาที่ควรจะให้ความสำคัญ คือ ความสวยงามทันสมัยเพราะผลิตภัณฑ์นี้จัดอยู่ในจำพวกผลิตภัณฑ์ฟุ่มเฟือยต้องเน้นความสวยงามเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักและการให้ความสนใจในรูปทรง สีสรรต่าง ๆ ย่อมเปลี่ยนไปตามกาลเวลา ดังที่เรียกกันว่า"แฟชั่น" เพราะฉะนั้นรูปแบบของผลิตภัณฑ์จึงสามารถที่จะพัฒนาให้รูปทรงสีสรรต่าง ๆเหมาะสมกับกาลเวลา ความเหมาะสมจึงไม่ได้ขึ้นอยู่กับความถูกต้องเสมอไป อาจจะขึ้นอยู่กับกาลเวลาและความพอใจด้วย ปัญหาด้านการผลิตก็ควรที่จะให้ความสำคัญด้วยเช่นกัน

เพื่อการดำเนินงานที่ได้ผลตามความคาดหวัง และมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยอยากให้ข้อคิดว่า การออกแบบหรือการกระทำใด ๆ ก็ตามควรมีการศึกษากันอย่างถ่องแท้ การวางแผนงานที่ดีและรอบคอบในการที่จะปฏิบัติงานซึ่งจะทำให้การดำเนินงานนั้นสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีและง่าย พร้อมทั้งผลงานที่ดี ก็จะมีคุณภาพและประสิทธิภาพที่เป็นที่น่าพอใจตามที่ได้มุ่งหวังไว้

อย่างไรก็ดีการทำงานใด ๆ ย่อมมีปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นจะ สามารถฟันฝ่าอุปสรรคให้ผ่านพ้นลุล่วงไปด้วยดีหรือไม่ ผลงานการออกแบบก็เฉกเช่นเดียงกัน

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

ควรศึกษาถึงระบบโครงสร้างการทำงานของเซลแสงอาทิตย์ให้ละเอียดกว่านี้ และศึกษาถึงรายละเอียดของสวนและสนามเพิ่มเติม เพื่อที่จะสามารถเข้าใจถึงรูปแบบการจัดสวนให้ดียิ่งขึ้น ทางด้านการออกแบบควรออกแบบให้มีรูปทรงที่หลากหลายเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อที่จะสามารถปรับให้เข้ากับสวนและสนามทุกประเภท นำไปใช้งานได้ทุกตำแหน่งตามความต้องการของผู้ใช้ และควรออกแบบระบบขาติดตั้งให้สะดวกและแข็งแรงเหมาะสมกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กองบรรณาธิการวารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์ ฝ่ายผลิตหนังสือ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด."รวมโครงการอิเลคทรอนิคส์เล่ม 3,5"

ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์."ทฤษฎีไฟฟ้าประยุกต์"พิมพ์ที่โรงพิมพ์ ก.วิวรรธน์,2526

บรรเลง ศรนิล,รศ. เทคโนโลยีพลาสติก",พิมพ์ครั้งที่ 5 ที่สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น),2531

ปกรณศักดิ์ มณีขาว,สมชาย ไกรเวช."ปริญญานิพนธ์ ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์",ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง 2533

ประชิด ทิ บุตร."การออกแบบบรรจุภัณฑ์",พิมพ์ที่โอเอสพริ้นติ้งเฮ้าส์,2531,174หน้า

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ."พลังงานแสงแดด"170 หน้า

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์."พลาสติก",พิมพ์ที่โรงพิมพ์กระดาษบางประอิน,103 หน้า

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์."ไฟเบอร์กลาส",พิมพ์ครั้งที่ 3 มิตรนราการพิมพ์,2533

ยุทธ อัครมาส."ฟิสิกส์ของระบบเซลสุริยะ",ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2530,289 หน้า

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

สาคร คันธโชติ,วิศิษฎ์ ศิริสัมพันธ์."การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ",พิมพ์ที่โอเอสพริ้นติ้งเฮ้า,147 หน้า

สาคร คันธโชติ."การออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์",พิมพ์ที่โอเดียนสโตร์,2530

เอื้อมพร วีสมหมาย."หลักการจัดการในสวน",พิมพ์ที่โอเอสพริ้นติ้งเฮ้า,2530

เอื้อมพร วีสมหมาย."หลักการจัดสวนเบื้องต้น",พิมพ์ที่ศรีเมืองการพิมพ์,2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล ชัยพัฒน์ อัจจนานนท์ เพศ ชาย เกิด วันจันทร์ที่ 7 กุมภาพันธ์ พศ.2515 เป็นบุตรคนแรก จากจำนวนพี่น้องทั้งหมด 3 คน บิดาชื่อ วิเชียร อัจจนานนท์ มารดาชื่อ น้อย มีนา ปัจจุบันน้องชายทั้ง 2 คน กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยม และประถม ตามลำดับที่ จังหวัดลำพูน

ประวัติทางการศึกษา

การศึกษา เริ่มการศึกษาระดับประถมศึกษาที่ โรงเรียนวัดนิมมานรดี เขตภาษีเจริญกรุงเทพฯ จากนั้นย้ายไปศึกษาต่อระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 โรงเรียนคำเที่ยงอนุสรณ์ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ต่อมาได้สอบเข้าศึกษาต่อในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แล้วจึงได้สอบเข้าศึกษาต่อในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้น ที่สถาบันเทคโนโลยีและอาชีวะศึกษาวิทยาเขตเทคนิค ภาคพายัพ ในแผนกวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและศึกษาต่อในระดับประกาศประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในสถาบันเดียวกัน ซึ่งภายหลังเปลี่ยนชื่อมาเป็นสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเทคนิค ภาคพายัพ แผนกวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ในปี 2534 ได้สอบเข้าศึกษาต่อในสถาปัตยระดับปริญญาตรีหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ในปีที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา,2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้