

โครงการ การออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำ ของ กรมทางหลวง กรุงเทพมหานคร  
INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT:  
TRAFFIC SUGGEST SIGN OF THE DEPARTMENT OF HIGH WAY



นายวิบูลย์ พรหมกลาง  
MR. VIBOON PROMGRANG



A024255

เลขที่	024255
เลขทะเบียน	
วัน เดือน ปี	6 ก.ย. 2542

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต  
สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT:  
TRAFFIC SUGGEST SIGN OF THE DEPARTMENT OF HIGH WAY



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

1999

คณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

\*\*\*\*\*

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำของกรมทางหลวง

INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT :

TRAFFIC SUGGESTION SIGNS OF THE DEPARTMENT OF HIGHWAY

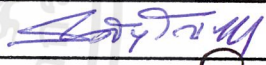





ชื่อนักศึกษา นายวิบูลย์ พรหมกลาง

รหัสประจำตัว 40030624

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ชเนศ ภิรมย์การ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร คิบุญมี ณ ชุมแพ	ประธานกรรมการ	
2. รองศาสตราจารย์ นพคุณ สุขสถาน	กรรมการ	
3. อาจารย์ชเนศ ภิรมย์การ	กรรมการ	
4. อาจารย์ศิริพร ปีเตอร์	กรรมการ	
5. อาจารย์นิรัช สุกสังข์	กรรมการ	
6. อาจารย์จตุรงค์ เลาะห์เพ็ญแสง	กรรมการและเลขานุการ	

วัน/เดือน/ปี วันที่ 11 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2542 เวลา 10:00 น.

สถานที่สอบ ห้องสอบวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ก.404

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 25.....

หัวข้อโครงการ	โครงการการออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำ ของ กรมทางหลวง กรุงเทพมหานคร
นักศึกษา	นายวิบูลย์ พรมกลาง
อาจารย์ผู้ควบคุมโครงการ	อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2541

### บทคัดย่อ

โครงการการออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำ ของ กรมทางหลวง กรุงเทพมหานคร เป็นโครงการที่ทำขึ้นมาเพื่อเป็นการค้นคว้าและทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน อันเนื่องมาจากป้ายแนะนำหรือป้ายสัญลักษณ์ต่างๆ มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการประกอบกับการซ่อมบำรุงถนนหรือการสร้างถนนหรืองานที่เกี่ยวข้องกับการจราจรบนท้องถนน เพื่อเป็นเครื่องสัญลักษณ์ในการเตือนให้ผู้ขับขี่รถยนต์บนท้องถนนสามารถที่จะมองเห็นและทำการเตรียมตัวในการหลบหลีกหรือการเปลี่ยนเส้นทางในกรณีที่มีการซ่อมแซมหรือการสร้างถนน ได้ทันเวลา

ในการทำโครงการนี้ได้มีการศึกษาถึงปัญหาและพฤติกรรมในการใช้งานต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องเพื่อที่จะได้นำมาทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อที่จะสามารถนำมาใช้งานได้มีประสิทธิภาพ โดยปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ันเกิดจากการที่ผู้รับเหมาหรือผู้ที่มีหน้าที่ในการควบคุมการซ่อมแซมหรือการสร้างถนนเอง และปัญหาที่เกิดขึ้นอีกประการหนึ่ง คือ การขาดแคลนป้ายสัญลักษณ์ที่จะนำติดตั้ง ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการผลิตขึ้นมาเพิ่มเติม โดยมีการผลิตที่ขาดมาตรฐานตามที่ กรมทางหลวง ได้ทำการกำหนดไว้ จึงเป็นเหตุที่อาจจะทำให้มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการรวบรวมปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น แล้วทำการวิเคราะห์ปัญหาว่าเกิดมาจากสาเหตุใด และทำไมจึงเป็นเช่นนั้น และต่อจากนั้นก็ทำการออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำ ของ กรมทางหลวง กรุงเทพมหานคร ขึ้นมาโดย การศึกษาข้อมูลในด้านของ

1. ศึกษาถึงมาตรฐานต่างๆที่กรมทางหลวง ได้มีการกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน
2. ข้อมูลจากการใช้งานจริงและจากการสอบถามบุคคลที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้ป้ายโดยตรง ทั้งตัวผู้ทำการติดตั้ง และผู้ขับขี่รถยนต์
3. ศึกษาข้อมูลทางด้านวัสดุที่มีความเกี่ยวข้องกับการผลิต

และได้นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ทำการศึกษามาทำการวิเคราะห์อีกครั้ง และทำการสรุปผลออกมาเพื่อกำหนดสิ่งต่างๆ ในการออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำของกรมทางหลวง กรุงเทพมหานคร และในขั้นต่อไปคือ ทำการผลิตออกมาเพื่อใช้งาน



แบบประเมินผลการดำเนินงานวิทยานิพนธ์

ปีการศึกษา 2541

ชื่อโครงการ... การออกแบบผังเมืองป่าชายเลนน้ำของกุดชุมทางหลวง

ชื่อนักศึกษา... วิมลชัย พรหมกลาง ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา... อ.ศุภเนต ภิรมณ์การ

ขั้นตอนการทำงาน	วัน/เดือน/ปี	อาจารย์ที่ปรึกษาลงนาม	ความถี่เห็น	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน
การเสนอโครงการ			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
วิธีดำเนินการวิจัย			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
การวิเคราะห์ข้อมูล			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
การออกแบบ			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SKETCH DESIGN			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
WORKING DRAWING			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SCRIPT			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ART WORK			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
STORY BOARD			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PRESENTATION			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ข้อมูลฉบับสมบูรณ์			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
บทคัดย่อ			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ต้นแบบหรือหุ่นจำลอง			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Handwritten signature and date 29/2001

สรุปการประเมินผลของอาจารย์ที่ปรึกษา  อนุมัติให้ขึ้นตรง  ไม่อนุมัติให้ขึ้นตรง

ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา.....

.....

.....

.....ลงชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

...../254.....

**THESIS TITLE** : TRAFFIC SUGGESTION SIGN OF THE DEPARTMENT OF HIGHWAY  
**PUPIL** : Mr.Viboon Promglang  
**ADVISOR** : Mr.Thanaeth Pikulomkal  
**EDUCATION LEVEL** : Bachelor of Science in Industrial Education (B.S.I.ed.)  
**DEPARTMENT** : King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang  
**YEAR** : 1999

### ABSTRACT

Designed & improvement recommended signboard project of Highway Department of Bangkok Metropolitan Authority. Intention of the project for researching and problem solving due to utilize in reality of any recommended or signal signboard. It's very important as part of road renovation or new road construction or all any involving with traffic road. In order to be warning sign for all drivers can see clearly and preparation to avoid or changing through the other way in case of having renovation or new road construction, in time.

Doing this project, we have completed study to problem and behavior utilization involving effect in order to further improvement and take into utilization in efficiently. Mostly of the problems causing from themselves contractors or persons in charge of controlling and responsibility on renovation or new road construction. Another one of the problems is lack of installation signboard. So, it's indeed need to produce them more. Because of production standard missing from Highway Department's criteria & regulation and consequence of having accidents. So, researcher intended to collect all occurred problems then analyzed the causing problems and why those happened. Furthermore designed & improvement recommended signboards of Highway department ,Bangkok Metropolitan Authority by taking studied from information:

1. Studied from standard & criteria of Highway department's regulations.
2. Information from utilization in reality and by questioning to many people directly involving signboards both installers and drivers.
3. Studied material information involved with production.

Then taking these studied information to analyze again and made conclusion for regulations of designed & improvement recommended signboards of Highway department, Bangkok Metropolitan Authority.

Next step to produce for utilization implementation.

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำงานวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ได้รับความกรุณาจาก คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือมาตลอด ทั้งทางด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์

ขอขอบคุณ อาจารย์ ธเนศ ภิรมย์การ ที่ได้ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำมาตลอดจนเสร็จสิ้นการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณท่านคณะกรรมการ การตรวจวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ให้ความกรุณาแก่กระผม  
สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ สำหรับทุกอย่างจนทำให้งานสำเร็จไปได้ด้วยดี

วิบูลย์ พรหมกลาง



## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญภาพ.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
คำนิยามศัพท์.....	ฉ
บทที่	
1      บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
ปัญหาที่เกิดขึ้น-แนวทางการแก้ปัญหา.....	2
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	11
ขอบเขตการศึกษาข้อมูล.....	11
ขอบเขตการออกแบบ.....	12
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	12
2      เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ประวัติและความเป็นมาของกรมทางหลวง.....	14
วิวัฒนาการงานทาง.....	15
หน้าที่และความรับผิดชอบ.....	16
หน่วยงานที่รับผิดชอบกรมทางหลวง.....	17
ประเภทของทางหลวง.....	17

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
การศึกษาเกี่ยวกับงานก่อสร้างและการซ่อมแซมทางหลวง.....	18
การศึกษาถึงมาตรฐานของถนน.....	18
การศึกษาถึงลักษณะของพื้นผิวถนน.....	18
การศึกษาเครื่องหมายสัญญาณการควบคุมการจราจรในงานก่อสร้าง และบรูณะทางหลวง	
มาตรฐานเครื่องหมายควบคุมจราจร.....	19
ป้ายจราจร.....	19
แผงกั้น.....	28
เครื่องจัดช่องทางการจราจร.....	31
อุปกรณ์ส่องสว่าง.....	32
เครื่องให้สัญญาณ.....	32
การศึกษาลักษณะโครงสร้างเครื่องสัญญาณควบคุมการจราจรในงานก่อสร้าง	
การศึกษาทางด้านโครงสร้างหลัก.....	33
เหล็ก.....	35
อลูมิเนียม.....	39
พลาสติก.....	40
การศึกษาการประกอบและการยึดติดของ โครงสร้าง.....	49
การยึดติดด้วยหมุดย้ำหรือสลักเกลียว.....	49
การเชื่อม.....	56
การบัดกรี.....	56
การใช้กาวยึดเหนี่ยว.....	57
การศึกษาถึงลักษณะกรรมวิธีการผลิต.....	57
แบบฉีค.....	57
แบบอัด.....	58
แบบส่ง.....	58
แบบรีค.....	58
แบบเป่า.....	58

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
แบบลูกกลิ้ง.....	58
แบบอัดแผ่น.....	59
แบบอัดเย็น.....	59
การศึกษาระบบไฟที่ใช้ในเครื่องสัญญาณควบคุมการจราจร.....	60
ระบบไฟฟ้า.....	60
อุปกรณ์การส่องสว่าง.....	61
อุปกรณ์และวัสดุที่มีความเกี่ยวข้องในการให้แสงสว่าง.....	62
การศึกษาถึงสัดส่วนของมนุษย์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบ.....	77
พฤติกรรมของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์.....	77
สัดส่วนของมนุษย์ที่มีความเกี่ยวข้องในการออกแบบ.....	80
ระยะการมองเห็น.....	96
การศึกษาถึงสีที่ใช้ในการออกแบบ.....	105
สีและอิทธิพลต่อการมองเห็น.....	101
ขอบเขตของความไวในการรับสีของประสาทตา.....	101
สีกับการออกแบบ.....	102
อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก.....	102
<b>3      วิธีการดำเนินงานวิจัย</b>	
วิธีการสำรวจและการรวบรวมข้อมูล.....	103
แหล่งที่มาของข้อมูล.....	104
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	104
วิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	105
<b>4      ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
วิเคราะห์ข้อมูล.....	107
แนวการออกแบบ.....	112

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
5   สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย.....	130
ข้อเสนอแนะ.....	131
รายการอ้างอิง (บรรณานุกรม).....	
ประวัติผู้วิจัย.....	



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1	แสดงลักษณะของการติดตั้งป้ายไม่ชัดเจน.....2
2	แสดงลักษณะของการติดตั้งป้ายลงกับพื้นที่ปฏิบัติ.....3
3	แสดงการติดตั้งป้ายที่ไม่ชัดเจน.....4
4	แสดงภาพการตั้งของแผ่นป้ายสัญญาณ.....5
5	แสดงลักษณะขาตั้งป้ายสัญญาณที่เป็นสนิม.....6
6	แสดงภาพของการยึดติดของแผ่นป้ายกับฐาน.....7
7	แสดงภาพของแผ่นป้ายที่ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากขาดแสงสว่าง.....8
8	แสดงลักษณะของแผ่นป้ายที่มีการติดตั้งแสงสว่าง.....9
9	แสดงภาพการต่อไฟซึ่งไม่มีความเรียบร้อย.....10
10	แสดงภาพตัวอย่างป้ายที่ใช้ในงานก่อสร้างทาง.....21
11	แสดงแผ่นป้ายตัวอย่างในการก่อสร้าง.....22
12	แสดงป้ายเตือนทางปิด ทางขาด.....23
13	แสดงตัวอย่างป้ายเส้นทางชั่วคราว.....24
14	แสดงป้ายทางเบี่ยง.....25
15	แสดงป้ายระยะทางในการก่อสร้าง.....25
16	แสดงป้ายการสุดเขตการก่อสร้าง.....26
17	แสดงลักษณะของขอบป้ายจราจร.....26
18	รูปแบบของแผงกันและขนาดของแผงกัน.....29
19	แสดงการใช้แผงและการติดตั้งแผงข้างทาง.....30
20	แสดงลักษณะของการใช้กรวยและแผงกันเพื่อเบี่ยงเบนแนวจราจร.....31
21	แสดงภาพรูปแบบการต่อหมุดย้ำ.....49
22	แสดงภาพการต่อทาบ.....50
23	แสดงภาพของสลักเกลียว.....51
24	รูปแบบการยึดสกรูแบบร้อย.....51
25	แสดงภาพการยึดสกรูแบบฝังชิ้นงาน.....52

## สารบัญภาพ(ต่อ)

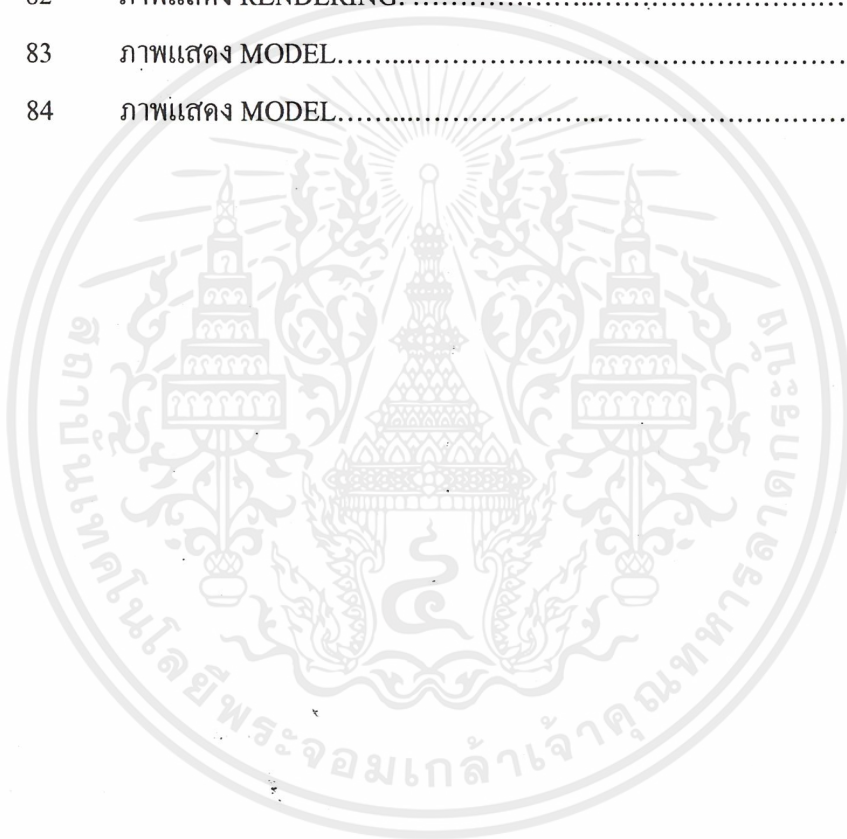
	หน้า
26	แสดงภาพการยึดสลักแบบสลักฝัง.....52
27	แสดงการยึดชิ้นงานด้วยสกรูจะต้องมีแหวนรองขนาดโตเสมอ.....79
28	แสดงการยึดชิ้นงานที่เป็นพลาสติกกับชิ้นงานที่เป็นโลหะ.....53
29	แสดงภาพสลักเกลียวและเป็นเกลียว.....54
30	แสดงภาพวงแหวนชนิดต่างๆ.....54
31	แสดงลักษณะของแป้นเกลียวต่างๆ.....55
32	แสดงภาพลักษณะการฉีดแบบ Injection Molding.....57
33	แสดงสายไฟสำหรับดวงโคม แบบแบน.....64
34	แสดงสายไฟสำหรับดวงโคม แบบเกลียว.....64
35	แสดงลักษณะของสายไฟเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทความร้อน.....65
36	แสดงลักษณะสายไฟสำหรับเครื่องจักรกลหนัก.....65
37	แสดงลักษณะสายไฟแบบอื่นที่มีการใช้กันทั่วไป.....66
38	แสดงสายไฟที่ใช้ในงานประเภทต่างๆ.....67
39	แสดงปลั๊กใช้งานประเภทต่างๆ.....67
40	โครงสร้างทั่วไปของหลอดไส้.....70
41	รูปทรงของกระเปาะแก้วของหลอดไส้ธรรมดา.....71
42	โครงสร้างทั่วไปของหลอดทั้งสแตน-ฮาโลเจน.....72
43	แสดงรูปร่างของหลอดแก้วของหลอดฟลูออเรสเซนต์.....74
44	แสดงขั้วหลอดและขั้วรับหลอด.....74
45	แสดงขั้วหลอดและขั้วรับหลอดแบบต่างๆ.....75
46	แสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกาย.....82
47	แสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกาย.....83
48	แสดงภาพสัดส่วนความสูงยื่น.....85
49	แสดงภาพขนาดของสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบของรัศมีการเอื่อมในลักษณะต่างๆ.....86
50	แสดงภาพการเคลื่อนไหวช่วงคอ.....87
51	แสดงภาพการเคลื่อนไหวกระดูกสันหลัง.....87
52	แสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนไหล่.....88
53	แสดงภาพการเคลื่อนไหวข้อศอก.....88
54	แสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนสะโพก.....89

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	
แสดงข้อเปรียบเทียบของ โครงสร้างระหว่าง โครงสร้าง ที่ติดแบบตายตัวกับ โครงสร้างที่สามารถถอดได้.....	34
2	แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง ท่อกลมกลวงและท่อเหลี่ยม.....36
3	แสดง ROUND STEEL TUBING .....37
4	แสดง SQUARE STEEL TUBING .....37
5	แสดง RECTANGULAR STEEL TUBING .....38
6	แสดงชนิดของสายไฟเกลียวและการใช้งาน.....68
7	การแสดงส่วนต่างๆของร่างกาย.....83
8	การแสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติต่างๆของร่างกาย.....84
9	การแสดงค่าตัวเลขความสูงยื่นในการปฏิบัติงาน.....85
10	แสดงตัวเลขขนาดรัศมีการเอื่อมในระยะต่างๆ.....86
11	แสดงความเร็วที่ขั้วขั้วระยะทางต่ำสุดที่ใช้ในการเบรค(ถนนเปียก).....97
12	แสดงความเร็วที่ขั้วขั้วระยะทางต่ำสุดที่ใช้ในการเบรค(ถนนแห้ง).....97
13	การวิเคราะห์โครงสร้างของป้าย.....107
14	ลักษณะการติดตั้งระบบไฟโซเลน.....108
15	ลักษณะการติดตั้งระบบไฟในการส่องสว่าง.....109
16	การวิเคราะห์ลักษณะการติดตั้งและการเปลี่ยนแผ่นป้าย.....110

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
76 ภาพแสดงพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์.....	117
77 ภาพแสดง DETAIL .....	118
78 ภาพแสดง DETAIL .....	118
79 ภาพแสดง DETAIL .....	119
80 ภาพแสดง DETAIL .....	119
81 ภาพแสดง ERGONOMIC .....	120
82 ภาพแสดง RENDERING.....	120
83 ภาพแสดง MODEL.....	121
84 ภาพแสดง MODEL.....	121



## สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
55	แสดงการเคลื่อนไหวส่วนเข้า.....89
56	แสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนนิ้วมือ.....90
57	แสดงภาพการเคลื่อนไหวข้อมือ.....90
58	แสดงขนาดที่เหมาะสมในการจับหรือถือด้วยมือ.....91
59	แสดงขนาดมาตรฐานของปุ่มมือจับแบบต่างๆ.....92
60	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับน้ำหนัก.....93
61	ความสามารถในการแบกรับน้ำหนัก.....94
62	แสดงภาพความสำคัญของระยะมุมมองจากรถต่อ ความสูงของผลิตภัณฑ์.....96
63	แสดงภาพความสำคัญของระยะมุมมองจากรถต่อ ความสูงของผลิตภัณฑ์.....96
64	แสดงขอบเขตความไวในการรับรู้สีของประสาทตา.....101
65	แสดงภาพ SKETCH DESIGN.....112
66	แสดงภาพ SKETCH DESIGN.....112
67	แสดงภาพ SKETCH DESIGN.....113
68	แสดงภาพ SKETCH IDEA.....113
69	แสดงภาพ SKETCH IDEA.....114
70	ภาพแสดง CONCEPTION.....114
71	ภาพแสดงผลิตภัณฑ์เดิม.....115
72	ภาพแสดงปัญหาที่เกิดขึ้น.....115
73	ภาพแสดงปัญหาที่เกิดขึ้น.....116
74	ภาพแสดงปัญหาที่เกิดขึ้น.....116
75	ภาพแสดง พฤติกรรมการของผลิตภัณฑ์.....117

### คำนิยามศัพท์

จรรยา	หมายถึง	การที่ยวดยานพาหนะ คน สัตว์พาหนะเคลื่อนที่ไปตามสถานที่ต่างๆ
ทางหลวง	หมายถึง	ทางหรือถนนซึ่งจัดไว้เพื่อประโยชน์ในการจราจรสาธารณะทางบก
สัญญาณ	หมายถึง	เครื่องหมายตามที่กำหนดใช้หรือทำการแสดงให้เห็นหรือได้ยิน เป็นต้น แม้อยู่ในระยะไกล เพื่อบอกล่วงหน้าเพื่อที่จะได้ระวังอันตราย



# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาในด้านต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นทางด้าน เศรษฐกิจและเทคโนโลยีในด้านต่างๆ ถึงแม้ทางด้านเศรษฐกิจจะไม่ค่อยสู้ดีนักไม่ว่าจะเป็น การก่อสร้างหรืองบประมาณต่างๆ ก็ได้ถูกลดลงทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นอยู่ในหน่วยงานของรัฐหรือเอกชน ก็มีผลกระทบเช่นกัน และในปัจจุบันก็เป็นที่น่าทึ่งก็คือว่า การจราจรได้มีความติดขัดเป็นอย่างมากอันเนื่องมาจากอัตราการเพิ่มจำนวนของรถยนต์บนท้องถนน ทำให้เส้นทางจราจรที่มีอยู่เดิมไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้รถใช้ถนน จึงทำให้ต้องมีการสร้างเส้นทางจราจรเพิ่มเติมจากเดิม ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากในการที่จะใช้ในการคมนาคม ทั้งทางด้าน การขนส่ง การติดต่อธุรกิจ และความจำเป็นต่าง ๆ ในการที่จะต้องใช้ยานพาหนะ ซึ่งถ้าถนนในการสัญจรไม่มีคุณภาพ คือ สภาพถนนขรุขระ เป็นหลุมเป็นบ่อ ก็จะทำให้การสัญจรเกิดการติดขัด ซึ่งทำให้ล่าช้าในการสัญจร และอาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ แต่เนื่องจากสาเหตุตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นว่า ได้มีการลดค่าใช้จ่ายต่างๆลง จึงทำให้มีผลกระทบต่อ การสร้างและซ่อมแซมถนนหนทางเป็นอย่างมาก จึงทำให้เป็นสาเหตุที่ต้องหยุดชะงักในการก่อสร้างหรือซ่อมแซมถนน

ในงานก่อสร้าง บุคลากร หรือ บำรุงรักษาทาง รวมทั้งงานซ่อมแซมก่อสร้างสาธารณูปโภคบนทางหลวงด้วย มักจะมีสิ่งกีดขวางและอุปสรรคต่าง ๆ เช่น กองวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างทาง ที่ผู้ขับรถไม่สามารถคาดเดาล่วงหน้าได้ซึ่งอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ และ ในการทำงานก็จะมีเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในการก่อสร้างหรือซ่อมแซมทางอยู่ใกล้กับยานพาหนะที่แล่นผ่านไปมา สิ่งเหล่านี้ทำให้อุบัติเหตุเกิดขึ้นได้ง่าย ทั้งการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินของทางหน่วยงานและตัวของประชาชนเองด้วย อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดขึ้นเพราะไม่มีเครื่องควบคุมการจราจร หรือเครื่องหมายควบคุมการจราจรไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นเตือนให้ผู้ขับรถตอบสนอง ซึ่งผู้จัดทำได้มองเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว จึงได้มีแนวความคิดที่จะทำการออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำ ของ กรมทางหลวง เพื่อที่จะสามารถช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้

## วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อเป็นการออกแบบปรับแนะนำ ของ กรมทางหลวง กรุงเทพมหานคร

### ภาพที่ 1

แสดงลักษณะของแผ่นป้ายแนะนำ



### ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. ลักษณะของแผ่นป้ายการบอกช่องทางการจราจรไม่มีความเด่นชัด

### แนวทางการแก้ปัญหา

1. ออกแบบให้เด่นชัดและถูกต้องตามมาตรฐานที่กรมทางหลวงได้กำหนดไว้

## ภาพที่ 2

แสดงภาพการติดตั้งโดยการนำไปปักลงที่พื้น



ปัญหาที่เกิดขึ้น

2. ในการติดตั้งบ้างก็ทำการนำไปปักลงพื้นซึ่ง ไม่มีความมั่นคง ทำให้สามารถล้มได้ง่าย

แนวทางการแก้ปัญหา

1. ออกแบบให้มีฐานในการรองรับแผ่นป้ายให้มีความมั่นคงและแข็งแรง

## ภาพที่ 3

แสดงการติดตั้งป้ายที่ไม่ชัดเจนทำให้มองเห็นได้ยาก



ปัญหาที่เกิดขึ้น

3. ป้ายสัญญาณการบอกช่องทางรวมถึงการบอกว่ามีเครื่องจักรกำลังทำงานไม่มีความชัดเจน

แนวทางการแก้ปัญหา

1. ทำการออกแบบให้สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน และได้มาตรฐานตามที่กรมทางหลวงได้กำหนดไว้

ภาพที่ 4  
แสดงการตั้งของแผ่นป้ายสัญญาณ



ปัญหาที่เกิดขึ้น

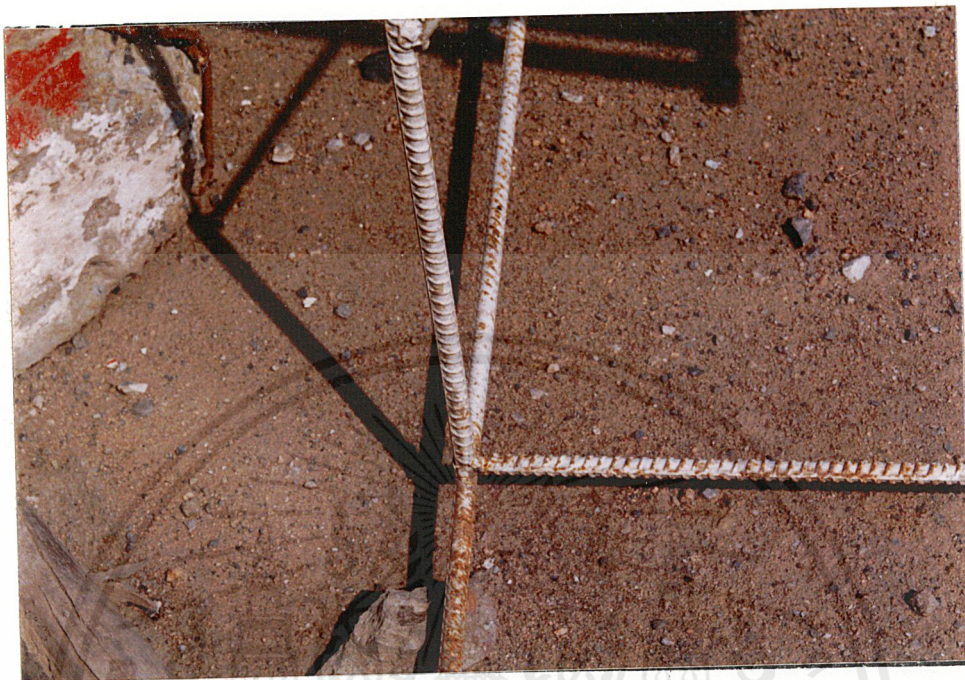
4. โครงงานตั้งของป้ายทำมาจากไม้ซึ่งไม่มีความมั่นคงในการติดตั้ง

แนวทางการแก้ปัญหา

1. ทำการออกแบบฐานในการติดตั้งแผ่นป้ายสัญญาณให้มีความแข็งแรงและมั่นคง

## ภาพที่ 5

แสดงภาพของขาค้ำปายสัญญาณที่เป็นสนิมเนื่องจากถูกความชื้นและน้ำฝน



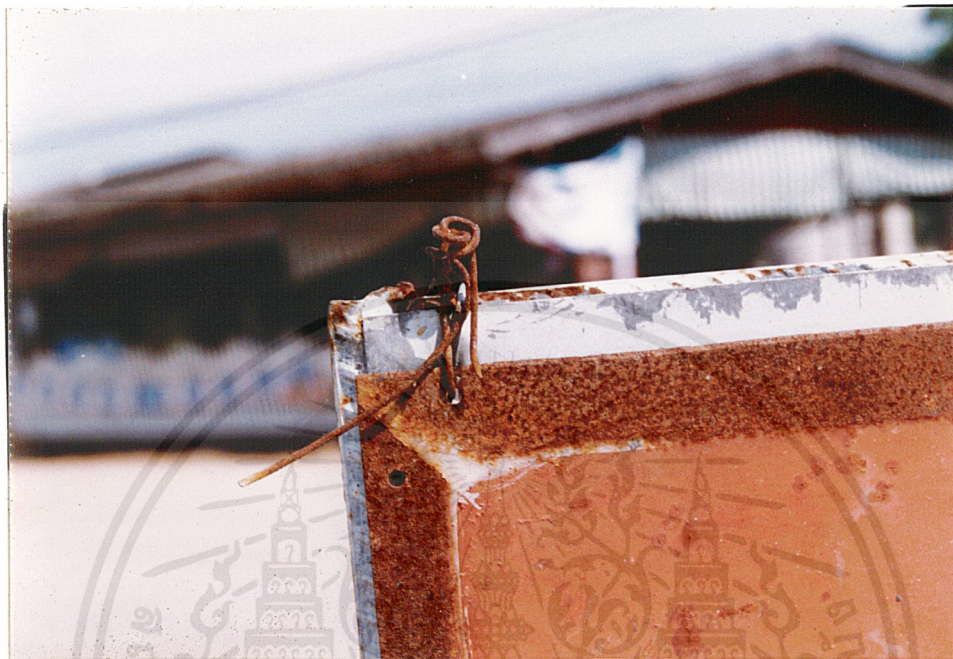
ปัญหาที่เกิดขึ้น

5. ขาค้ำของปายสัญญาณบ้างก็ทำจากเหล็กซึ่งทำจากเหล็กปล้องอ้อยเมื่อเวลาถูกความชื้นหรือฝนตกก็จะทำให้เกิดสนิม

แนวทางการแก้ปัญหา

1. ทำการออกแบบฐานโดยใช้วัสดุที่มีความคงทนและแข็งแรง สามารถที่จะวางได้ทั้งกลางแจ้งและเวลาฝนตก

ภาพที่ 6  
แสดงการยึดติดของแผ่นป้ายกับฐานติดตั้ง



ปัญหาที่เกิดขึ้น

6. ในการยึดติดแผ่นป้ายกับฐานจะใช้วัสดุที่ไม่มีคุณภาพ เช่น ลวด ตะปู เป็นตัวยึดซึ่งทำให้แผ่นป้ายหลุดได้ง่าย

แนวทางการแก้ปัญหา

1. ทำการออกแบบในส่วนของการยึดติดของแผ่นป้ายสัญญาณให้สามารถยึดติดได้อย่างแข็งแรง และคงทน

แสดงภาพของแผ่นป้ายที่ไม่สามารถมองเห็นได้เนื่องจากขาดแสงสว่าง



### ปัญหาที่เกิดขึ้น

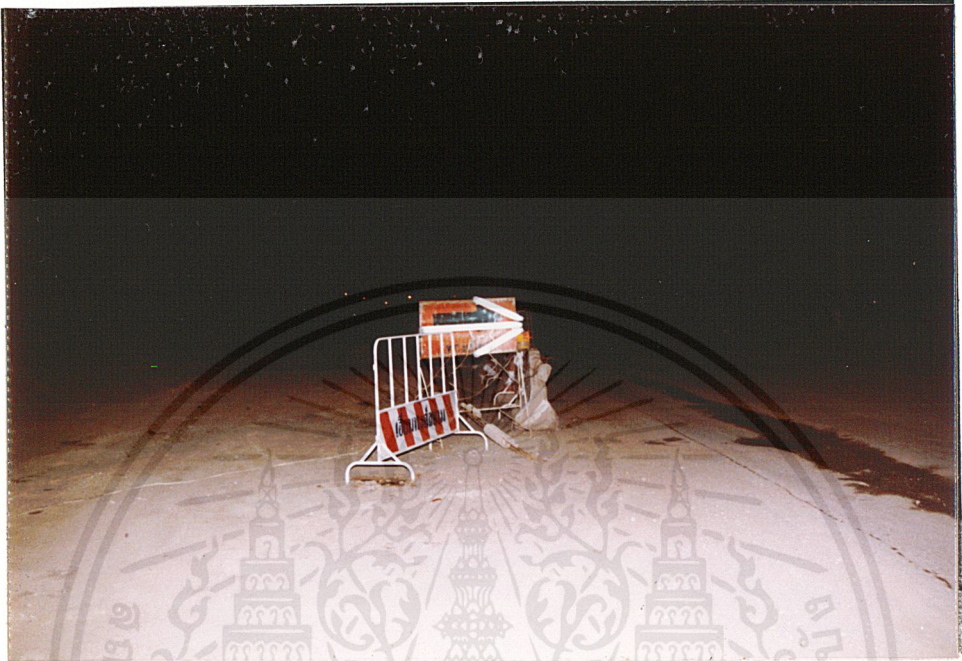
7. ในเวลากลางคืนรถที่สัญจรไปมาไม่สามารถที่จะมองเห็นป้ายสัญญาณได้ชัดเจนเนื่องจากไม่มีแสงสว่างที่เพียงพอ

### แนวทางการแก้ปัญหา

1. ทำการออกแบบป้ายสัญญาณให้สามารถมองเห็นได้ในเวลากลางคืน

## ภาพที่ 8

แสดงลักษณะของแผ่นป้ายที่มีการติดตั้งแสงสว่าง



ปัญหาที่เกิดขึ้น

8. ลักษณะแผ่นป้ายที่มีแสงสว่างก็เป็นเพียงการนำหลอดฟลูออเรสเซนต์ มาทำการติดตั้งเป็นลักษณะลูกศรบอกทิศทางแต่ไม่สามารถที่จะแสดงถึงตัวอักษรหรือคำแนะนำได้

แนวทางการแก้ปัญหา

1. ทำการออกแบบแผ่นป้ายให้สามารถมองเห็นคำแนะนำ พร้อมกับสามารถมองเห็นได้ในเวลากลางคืนได้อย่างชัดเจน

## ภาพที่ 9

แสดงภาพการติดตั้งและต่อไฟฟ้าซึ่งไม่มีความเรียบร้อย



ปัญหาที่เกิดขึ้น

9. ในส่วนของการติดตั้งไฟฟ้าเพื่อให้มีแสงสว่างการเดินสายไฟไม่มีความเรียบร้อยและไม่มีการเก็บที่มิดชิด ซึ่งอาจทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้

แนวทางการแก้ปัญหา

1. ทำการออกแบบฐานป้ายสัญญาณให้สามารถจัดเก็บสายไฟให้ทำการต่อไฟฟ้าให้มีความเรียบร้อยและปลอดภัยจากการลัดวงจรของกระแสไฟฟ้า

## วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดปัญหา
  - 1.1 การสังเกต
  - 1.2 การสอบถาม
  - 1.3 การสัมภาษณ์
2. การตั้งวัตถุประสงค์
3. การวางแผนการดำเนินโครงการ
  - 3.1 การศึกษาจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ และแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ
4. การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. การสรุปข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ
7. การดำเนินงานออกแบบ
8. การนำเสนองานเพื่อการออกแบบ
9. การนำเสนอผลงานเหมือนจริง

## ขอบเขตในการศึกษาข้อมูล

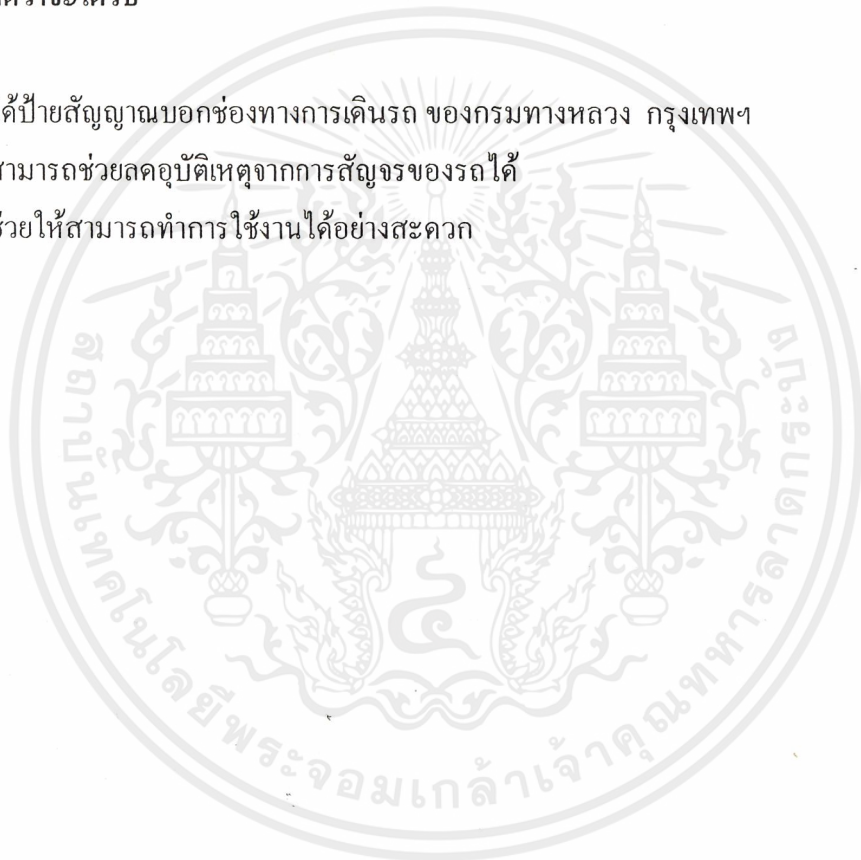
1. การศึกษาประวัติและความเป็นมาของกรมทางหลวง
2. การศึกษาถึงความเป็นมาของป้ายสัญญาณบอกช่องทางการเดินรถ
3. ศึกษาถึงหน่วยงานของกรมทางหลวง
4. การศึกษาแผ่นป้ายสัญญาณและผลิตภัณฑ์ที่มีความเกี่ยวข้อง
5. การศึกษาถึงประเภทและชนิดของป้ายสัญญาณ
6. การศึกษาวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตป้ายสัญญาณบอกช่องทาง
7. การศึกษาถึงการติดตั้งและการทำงานของ การซ่อมแซมถนน
8. การศึกษาถึงความหมายของป้ายสัญญาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการซ่อมแซมหรือสร้างถนน
9. การศึกษาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับป้ายสัญญาณบอกช่องทางการเดินรถ
10. การศึกษาถึงกรรมวิธีการผลิตแผ่นป้ายสัญญาณบอกช่องทางการเดินรถ
11. การศึกษาถึงจิตวิทยาของสีและลายกราฟิก
12. การศึกษากายวิภาคเชิงกลของมนุษย์
13. การศึกษาพฤติกรรมการใช้งาน
14. การศึกษาถึงองค์ประกอบและสภาพแวดล้อม

## ขอบเขตการออกแบบ

1. ออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำสำหรับ กรมทางหลวง
2. ออกแบบให้มีแสงสว่างเพื่อการมองเห็นในยามกลางคืน
3. ออกแบบให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้งาน
4. ออกแบบให้สอดคล้องกับประโยชน์ใช้สอย ในการติดตั้ง
5. ออกแบบให้มีความปลอดภัยกับผู้ใช้

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ป้ายสัญญาณบอกช่องทางการเดินทาง ของกรมทางหลวง กรุงเทพฯ
2. สามารถช่วยลดอุบัติเหตุจากการสัญจรของรถได้
3. ช่วยให้สามารถทำการใช้งานได้สะดวก



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้จัดทำโครงการ การออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำ ของ กรมทางหลวง ขึ้น และผู้วิจัยได้มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการย่อเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในงานการวิจัยของผู้ทำการวิจัย และได้ทำการแบ่งหัวข้อที่จะทำการศึกษาข้อมูลสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

#### 1. กรมทางหลวง

- 1.1 ประวัติและความเป็นมาของกรมทางหลวง
- 1.2 วิวัฒนาการงานทางหลวง
- 1.3 หน่วยงานที่รับผิดชอบกรมทางหลวง
- 1.4 หน้าที่ความรับผิดชอบของกรมทางหลวง
- 1.5 ประเภทของทางหลวง
- 1.6 การศึกษาเกี่ยวกับการซ่อมแซมทางหลวง
- 1.7 การศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานของถนน
- 1.8 การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของพื้นผิวจราจร

#### 2. การศึกษาเครื่องหมายสัญญาณการควบคุมการจราจรในการก่อสร้างและบูรณะ

ทาง

- 2.1 มาตรฐานเครื่องหมายควบคุมการจราจร
- 2.2 มาตรฐานเส้นขอบป้ายจราจร
- 2.3 มาตรฐานตัวเลขและตัวอักษร
- 2.4 ตำแหน่งและการติดตั้งของเครื่องควบคุมการจราจร
- 2.5 การใช้งานของเครื่องควบคุมการจราจร
- 2.6 การบำรุงรักษา
- 2.7 เครื่องหมายจราจรที่นำเข้ามาใช้ในงานก่อสร้าง

#### 3. การศึกษาลักษณะโครงสร้างของเครื่องสัญญาณควบคุมการจราจรในงานก่อสร้าง

สร้าง

- 3.1 การศึกษาวัสดุที่ใช้ในการผลิต
  - เหล็ก
  - อลูมิเนียม
  - พลาสติก

- 3.2 การศึกษาการประกอบและการยึดติดของโครงสร้าง
- 3.3 การศึกษาถึงลักษณะกรรมวิธีการผลิตของวัสดุ
4. การศึกษาถึงระบบไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องสัญญาณควบคุมการจราจร
  - 4.3 อุปกรณ์ส่องสว่าง
  - 4.2 การศึกษาถึงส่วนในการให้พลังงานไฟฟ้า
  - 4.3 อุปกรณ์และวัสดุที่มีความเกี่ยวข้องในการให้แสงสว่าง
5. การศึกษาถึงสัดส่วนของมนุษย์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบ
  - 5.1 พฤติกรรมของผู้ใช้
  - 5.2 การมองและการใช้สายตา
  - 5.3 สัดส่วนต่างของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
6. ศึกษาในเรื่องของสีที่ใช้ในการออกแบบ
7. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้อง

## 1. กรมทางหลวง

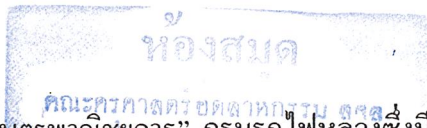
### 1.1 ประวัติและความเป็นมาของกรมทางหลวง (กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม, 2535:12-14)

กรมทางหลวงได้รับการสถาปนาขึ้นเป็นกรม เมื่อวันที่ 1 เมษายน ร.ศ. 131 ตรงกับ พ.ศ. 2455 แต่เดิมนั้นก็จะมีแต่กรมคลอง ซึ่งอยู่ในกระทรวงเกษตราธิการ ล่วงมาถึงรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวได้ทรงโปรดเกล้าฯ ให้ยุบกรมคลองมาขึ้นอยู่กับกระทรวงโยธาธิการและให้ชื่อว่า “กรมทาง” ให้เปลี่ยนชื่อกระทรวงโยธาธิการเป็นกระทรวงคมนาคมตามประกาศจักราชการรัตน โกสิน ศก 131

ในวันที่ 30 กันยายน 2457 ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้โอนแผนกทางน้ำของกรมทางไปให้กรมท่อน้ำ คือ กรมชลประทานขึ้นกับกระทรวงเกษตราธิการ กรมทางจึงเหลือแต่เพียงกรมทางบกเพียงอย่างเดียว โดยมีเจ้ากรมเป็นหัวหน้า

วันที่ 30 กรกฎาคม 2460 ภายหลังที่ประเทศไทยได้ประกาศสงครามกับประเทศเยอรมันและออสเตรีย ฮังการี ก็ได้ทรงโปรดเกล้าฯ ให้กรมทางไปอยู่กรมรถไฟหลวงสังกัดกระทรวงพาณิชย์และคมนาคม ขึ้นอยู่กับผู้บัญชาการรถไฟหลวง เพื่อการสะดวกแก่การรถไฟหลวง และกรมทางที่จะได้ใช้วิศวกรที่มีอยู่ร่วมกัน เพราะเวลานั้นกรมรถไฟหลวงและกรมทางมีวิศวกรเป็นชนชาติศัตรูที่ต้องถูกควบคุมตัวเป็นเชลยศึกและปลดออกจากประจำการหลายคน ในสมัยนั้นนายช่างทางเอกเป็นหัวหน้ากรมทาง

ต่อมาเมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2575 พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว ด้วยความเห็นชอบของคณะราษฎรได้ทรงโปรดเกล้าฯ ให้รวมกระทรวงพาณิชย์และคมนาคมกับกระทรวงเกษตราธิการเข้าเป็น



กระทรวงเดียวกันเรียกว่า “กระทรวงเกษตรพาณิชย์การ” กรมรถไฟหลวงซึ่งมีกรมทางรวมอยู่ด้วย ซึ่งเดิม  
สังกัดอยู่กระทรวงพาณิชย์และคมนาคม จึงต้องเปลี่ยนเป็นสังกัดกระทรวงเกษตรและพาณิชย์การ 15

วันที่ 3 พฤษภาคม 2476 พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้ตราพระราชบัญญัติจัดตั้ง  
กระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2476 โดยคำแนะนำและความยินยอมของคณะรัฐมนตรี ซึ่งตามพระราชบัญญัตินี้  
กระทรวงเกษตรและพาณิชย์การถูกยุบเลิกไป กรมรถไฟหลวงซึ่งมีกรมทางรวมอยู่ด้วยไปสังกัด  
กระทรวงเศรษฐการแทน

วันที่ 18 กันยายน 2477 พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว โปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติ  
โอน อำนาจหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างและบำรุงรักษาทางหลวง พ.ศ. 2477 โดยคำแนะนำและความยินยอม  
ของคณะสภาผู้แทนราษฎร ได้เปลี่ยนอำนาจหน้าที่ของกรมทางให้เป็นอำนาจหน้าที่ของกรมโยธาเทศบาล  
สังกัดกระทรวงมหาดไทย

วันที่ 19 สิงหาคม 2484 ในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอานันทมหิดล กองทางก็ได้  
ยกฐานะขึ้นเป็นกรมทางโอนสังกัดจากกรมโยธาเทศบาล กระทรวงมหาดไทยมาสังกัดกระทรวงคมนาคม  
ตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2484 แม้จะได้รับการยกฐานะขึ้นเป็นกรมสังกัด  
กระทรวงคมนาคมแล้วก็ตาม ก็ยังไม่มีที่ทำการเป็นของตนเอง ยังคงอาศัยอยู่กับกระทรวงโยธาเทศบาลที่  
เชิงสะพานผ่านฟ้าลีลาศ จนถึงวันที่ 12 พฤศจิกายน 2491 พอถึงวันที่ 13 พฤศจิกายน 2491 จึงได้ย้ายไปอยู่  
ถนนพระราม 6 ซึ่งเป็นที่ตั้งของกรมพัสดุในปัจจุบัน ต่อมาจึงได้ทำพิธีเปิดอาคารที่ทำการของกรมด้าน  
ถนนศรีอยุธยาเมื่อวันศุกร์ที่ 4 มิถุนายน 2498

วันที่ 12 มีนาคม 2495 กรมทางหลวงได้เปลี่ยนชื่อเป็น กรมทางหลวงแผ่นดินตามพระราชบัญญัติ  
ปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2495 สังกัดกระทรวงคมนาคม

วันที่ 4 พฤษภาคม 2506 กรมทางหลวงแผ่นดินได้เปลี่ยนชื่อเป็นกรมทางหลวง สังกัดกระทรวง  
พัฒนาการแห่งชาติตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2506

วันที่ 29 กันยายน 2515 กรมทางหลวงได้โอนสังกัดไปอยู่กระทรวงคมนาคม ตามประกาศของ  
คณะปฏิวัติ ฉบับที่ 216 จนกระทั่งบัดนี้

## 1.2 วิวัฒนาการงานทาง(กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม, 2535:5-7)

ในสมัยของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว งานสร้างทางยังไม่ได้อยู่ในความรับผิดชอบ  
ชอบของผู้ใด โดยส่วนใหญ่แล้วเจ้าเมืองจะเป็นผู้รับงานไป จนกระทั่งเมื่อปี 2455 พระบาทสมเด็จพระมง  
กุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงสถาปนากรมทางขึ้น งานสร้างทางจึงอยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางโดยตรง

งานก่อสร้างทางตามหลักของวิศวกรรมงานทางได้เริ่มเข้ามามีบทบาทต่อการก่อสร้างงานทางใน  
ประเทศไทยเป็นครั้งแรกในช่วงปี พ.ศ. 2496-2498

จาก พ.ศ. 2499-2505 นโยบายงานทางในช่วงนี้เน้นหนักไปทางด้านการสร้างทางสายประธาน และสายรองกับการบูรณะทางเก่าทั่วประเทศให้ได้มาตรฐาน

ในเดือน มิถุนายน 2506 รัฐบาลได้ให้กรมทางหลวงซึ่งขณะนั้นสังกัดอยู่กระทรวงพัฒนาการแห่งชาติ รับมอบทางหลวงจังหวัด ซึ่งเดิมอยู่ในความรับผิดชอบของกรมโยธาธิการการทรงมหาดไทย มาอยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงเพื่อบำรุงรักษาทาง 2,201 กม. และเพื่อทำการก่อสร้าง 5,500 กม.

ในปี พ.ศ. 2505 รัฐบาลได้จัดตั้งสำนักงานการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติขึ้น เพื่อกำหนดทิศทางการลงทุนและการพัฒนา โดยได้จัดทำแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติขึ้นทุกๆ 5 ปี นับตั้งแต่นั้นมาการพัฒนาทางหลวงก็เป็นไปอย่างมีแผนและมีระบบ ให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

### 1.3 หน้าที่และความรับผิดชอบ (กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม, 2535:14)

กรมทางหลวงมีหน้าที่ควบคุมและดำเนินการก่อสร้างบูรณะและบำรุงรักษาทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดิน และทางหลวงสัมปทานทั่วราชอาณาจักรเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาประเทศในด้านการคมนาคม การเศรษฐกิจ การศึกษา การปกครองและการป้องกันประเทศโดยกรมทางหลวงมีความรับผิดชอบเกี่ยวกับงานสำรวจ ออกแบบงานก่อสร้าง ขยายบูรณะและบำรุงรักษาทางหลวงเหล่านี้เพื่อเชื่อมต่อจุดสำคัญทางเศรษฐกิจ สังคม การเมืองและการทหารโดยคำนึงถึงผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจที่คุ้มค่ากับความมั่นคงของชาติตามมาตรฐานที่เหมาะสมกับปริมาณการจราจรตามที่ในทุกภาคทั่วประเทศ ตลอดจนอำนวยความสะดวกรวดเร็วและปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทางหลวง และควบคุมการใช้ทางหลวงให้เป็นไปโดยถูกต้องตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกรมทางหลวง

อธิบดีกรมทางหลวง เป็นเจ้าหน้าที่กำกับตรวจตราและควบคุมทางหลวง และงานทางที่เกี่ยวกับทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัดและทางหลวงสัมปทาน

การบริหารราชการของกรมทางหลวงเป็นการบริหารราชการส่วนกลางตามพระราชกฤษฎีกาแบ่งส่วนราชการซึ่งแบ่งส่วนราชการออกเป็น 19 กอง และมีส่วนราชการอยู่ในส่วนภูมิภาคด้วยคือ สำนักงานทางหลวง 18 สำนักงาน แขวงการทาง 93 แขวง และศูนย์กลางทางอีก 8 แห่ง

#### 1.4 หน่วยงานที่รับผิดชอบกรมทางหลวง(กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม,2535:10)

1. กรมทางหลวง รับผิดชอบการก่อสร้างและการบูรณะทางหลวง 3 ประเภท
  - ทางหลวงพิเศษ
  - ทางหลวงแผ่นดิน
  - ทางหลวงสัมปทาน
2. เทศบาล รับผิดชอบการก่อสร้างทางหลวงและบูรณะทางหลวงเทศบาล
3. สุขาภิบาล รับผิดชอบการก่อสร้างทางหลวงและบูรณะทางหลวงสุขาภิบาล
4. กรมโยธาธิการ องค์กรบริหารส่วนจังหวัด สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท และกรมพัฒนาชุมชน รับผิดชอบการก่อสร้างทางหลวงและบูรณะทางหลวงชนบท
5. การทางพิเศษแห่งประเทศไทยรับผิดชอบก่อสร้างและบูรณะทางด่วน

#### 1.5 ประเภทของทางหลวง(กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม,2535:8-9)

ทางหลวงในประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 6 ประเภท คือ

1. ทางหลวงพิเศษ คือ ทางหลวงที่ได้ออกแบบให้การจราจรผ่านได้ตลอดและรวดเร็ว และกรมทางหลวงเป็นผู้ดำเนินการสร้าง ขยาย บูรณะ ดูแลและรักษา
2. ทางหลวงแผ่นดิน คือ ทางหลวงสายหลักที่เป็นโครงข่ายเชื่อมระหว่างภาค จังหวัด อำเภอ ตลอดจนถึงสถานที่ที่สำคัญ และกรมทางหลวงเป็นผู้ดำเนินการสร้าง ขยาย บูรณะ ดูแลและรักษา
3. ทางหลวงชนบท คือ ทางหลวงนอกเขตเทศบาล และเขตสุขาภิบาล
4. ทางหลวงเทศบาล คือ ทางหลวงในเขตเทศบาลที่เทศบาลเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง
5. ทางหลวงสุขาภิบาล คือ ทางหลวงในเขตสุขาภิบาลที่สุขาภิบาลเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง
6. ทางหลวงสัมปทาน คือ ทางหลวงที่รัฐบาลได้ให้สัมปทานตามกฎหมายว่าด้วยการทางหลวงที่ได้รับสัมปทาน และได้ลงทะเบียนไว้เป็นทางหลวงสัมปทาน

## 1.6 การศึกษาเกี่ยวกับงานก่อสร้างและการซ่อมแซมทางหลวง

### 1. งานก่อสร้างทางหลวง

- งานถางป่า ขุดต่อ
- งานตัดคันทาง
- งานถมคันดิน
- งานรองพื้นทาง
- พื้นทาง

### 2. งานซ่อมแซมทางหลวง

- งานบำรุงปกติ
- งานบำรุงตามกำหนดเวลา
- งานบำรุงพิเศษ
- งานบูรณะทาง
- งานซ่อมทางลูกเนิน
- งานวางท่อระบายน้ำ
- งานก่อสร้างสะพาน

## 1.7 การศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานของถนน

1. ถนนเอก มีความกว้างไม่น้อยกว่า 21 เมตร ผิวจราจรกว้าง 15 เมตร เกาะกลางเมตร
2. ถนนโท กว้าง 12 – 16 เมตร
3. ถนนย่อย กว้าง 9 เมตร
4. ถนนปลายทาง ยาวไม่เกิน 100 เมตร กว้าง 9 เมตร

## 1.9 การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของพื้นผิวถนน

พื้นผิวจราจรแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

- แบบแข็ง
- แบบยืดหยุ่น

พื้นผิวการจราจรแบบแข็ง

ได้แก่ พื้นผิวถนนคอนกรีต ซึ่งถูกอัดบดให้แน่น ราบเรียบด้วยทราย และลาดทับด้วยปูน

ซีเมนต์ พื้นผิวคอนกรีตเมื่อแห้งสมบูรณ์ดีแล้ว จะมีความแข็งแรงทนทาน

พื้นผิวการจราจรแบบยืดหยุ่น

ได้แก่ พื้นผิวที่ไม่แข็งเท่าพื้นคอนกรีต เช่น ยางมะตอย

## 2. การศึกษาเครื่องหมายสัญญาณการควบคุมการจราจรในการก่อสร้างและบูรณะทางหลวง

### 2.1 มาตรฐานเครื่องหมายควบคุมการจราจร

ในการก่อสร้าง บูรณะและการบำรุงรักษาทาง รวมทั้งการก่อสร้างซ่อมแซมสาธารณูปโภคอื่น ๆ บนทางหลวงที่มีการเปิดให้บริการจราจรผ่านไปมา จำเป็นที่จะต้องมีการติดตั้งเครื่องหมายการจราจรเพื่อ บังคับควบคุมผู้ขับขี่รถยนต์ที่ผ่านไปมา เพื่อให้เกิดความปลอดภัย

เครื่องหมายควบคุมการจราจรในงานก่อสร้างทางบนทางหลวง โดยทั่วไปมีดังนี้

1. ป้ายจราจร (Traffic Sign)
2. แผงกั้น (Barricades)
3. เครื่องจัดช่องทางการจราจร (Channelizing Devices)
4. อุปกรณ์ส่องสว่าง (Lighting Devices)
5. เครื่องให้สัญญาณ (Signalizing Devices)

#### 1. ป้ายจราจร (Traffic Sing)

ป้ายจราจรเป็นอุปกรณ์ที่ใช้แจ้งกฎ หรือระเบียบแก่ผู้ใช้รถยนต์ เพื่อการเคลื่อนที่ที่สามารถเป็นไปได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย ซึ่งป้ายดังกล่าวอาจจะแสดงเป็นตัวเลขหรือตัวอักษร เครื่องหมายสัญลักษณ์ก็ได้ ที่สามารถช่วยในการควบคุมบังคับ เตือนให้ทราบอันตรายที่จะเกิดขึ้น หรือ แนะนำให้ทราบถึงเส้นทางและข้อมูลต่างๆ

หลักในการปฏิบัติในการใช้ป้ายจราจร และข้อกำหนดต่างๆ มีดังต่อไปนี้

1. ป้ายจราจรแต่ละป้ายมีจุดประสงค์เฉพาะ การติดตั้งควรจะทำการศึกษาเฉพาะป้ายจราจรที่สำคัญ
2. ป้ายจราจรจะต้องมีความเหมาะสมกับสภาพการจราจรบนถนน ฉะนั้นการติดตั้งเพิ่มเติมหรือ รื้อถอนป้ายควรจะทำทันทีเมื่อสภาพของถนนเปลี่ยน
3. การติดตั้งป้ายจราจรควรมีการคำนึงถึงมาตรฐานการออกแบบ และการติดตั้ง ตลอดจนความ สม่่าเสมอในการใช้ป้ายจราจร สภาพถนนแบบเดียวกันควรใช้ป้ายที่มีลักษณะเดียวกันติดตั้ง

#### มาตรฐานการออกแบบป้ายจราจร

แบบรูปร่าง ขนาด สี ตัวอักษร ตัวเลข เครื่องหมายและสัญลักษณ์ของป้าย สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย ให้มีเวลาที่เข้าใจและปฏิบัติตามได้ทันที และที่สำคัญจะต้องสามารถมองเห็นได้อย่างเด่นชัด


### ลักษณะของป้ายจราจร

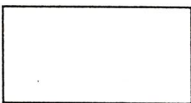
ป้ายจราจรทุกแห่งจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด สำหรับรูปร่างต่างๆที่ใช้ในการออกแบบป้ายมีดังนี้

1.  รูปแปดเหลี่ยมใช้เฉพาะป้ายหยุด (OCTAGON SHAPE)

2.  รูปวงกลม (ROUND SHAPE) ใช้เฉพาะป้ายบังคับ

3.  รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตั้งมุมขึ้น (DIMOND SHAPE)

4.  รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (SQURE SHAPE) ใช้เฉพาะป้ายแนะนำและป้ายเตือนความจำ

5.  รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (RECTANGULAR SHAPE) ใช้เฉพาะป้ายแนะนำและป้ายเตือนบางชนิด

### ชนิดของป้ายมาตรฐานการจราจร

ป้ายจราจรที่ใช้ในการทำงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง ได้ทำการแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

- ป้ายบังคับ
- ป้ายเตือน
- ป้ายแนะนำ

#### ป้ายบังคับ

ป้ายบังคับเป็นป้ายที่มีผลบังคับตามกฎหมาย ซึ่งจะใช้ได้เฉพาะป้ายตามแบบมาตรฐานเท่านั้น ในการก่อสร้างทางอาจใช้ป้ายบังคับตามมาตรฐานตามความเหมาะสม

ในการติดตั้งจะต้องมีการคำนึงถึงความเร็วของรถที่วิ่งเข้ามาสู่บริเวณนี้ด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการติดตั้งป้ายเตือนก่อนงานก่อสร้างเสมอ

#### ภาพที่ 10

ตัวอย่างป้ายบังคับที่ใช้ในการก่อสร้างทาง



ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 เซนติเมตร

## ป้ายเตือน

ป้ายเตือนในงานก่อสร้างทาง ใช้สำหรับเตือนผู้ขับขี่รถยนต์ให้ทราบถึงอันตรายจากสภาพทางหรือการดำเนินการใดๆ ที่ผิดปกติไปจากปกติ

ลักษณะของป้ายเตือนในงานก่อสร้างทาง มี 2 แบบ คือ

- แบบที่ใช้เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูขึ้น
- แบบที่ใช้ตัวอักษรเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสีพื้นป้ายเป็นสีแสด เครื่องหมายหรือขอบสัญลักษณ์เป็นสีดำ

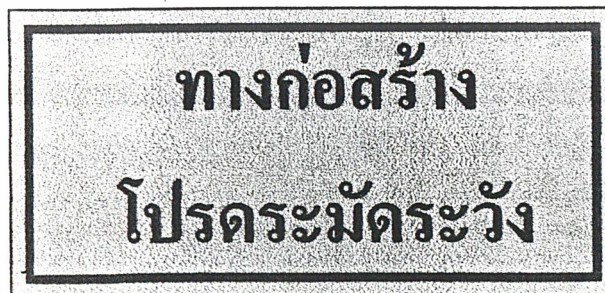
มาตรฐานและการใช้งานป้ายเตือนในงานก่อสร้างทาง มีดังนี้

- ป้ายเตือนสำหรับโครงการก่อสร้าง
- ป้ายเตือนการก่อสร้างแนวใหม่
- ป้ายเตือนรักษาสภาพทาง
- ป้ายเตือนในงานก่อสร้างทาง
- ป้ายเตือนทางปิด
- ป้ายเตือนทางเบี่ยง
- ป้ายเตือนเครื่องจักรกำลังทำงาน
- ป้ายเตือนการข่อมไหล่ทาง
- ป้ายเตือนการสำรวจทาง
- ป้ายเตือนมีวัสดุกองอยู่บนไหล่ทาง
- ป้ายเตือนชั่วคราว เช่น ป้ายเตือนทางขาด น้ำท่วมทาง เป็นต้น

ลักษณะของป้ายจราจรนี้ให้เป็นไปตามแบบและมาตรฐานป้ายจราจรทั่วไป แต่เพื่อที่จะเน้นให้ผู้ขับขี่รถยนต์เพิ่มความระมัดระวังมากขึ้น จึงกำหนดให้ใช้ป้ายเตือนสี ส้ม เป็นส่วนมาก

### ภาพที่ 11

ตัวอย่างแผ่นป้ายเตือนในการก่อสร้าง



ขนาดป้าย 240x90 เซนติเมตร

ตัวอักษร 20 เซนติเมตร

## ป้ายแนะนำ

ป้ายแนะนำในงานก่อสร้างทางมีจุดประสงค์ 2 ประการ คือ

1. ใช้แสดงเส้นทางชั่วคราว
2. ใช้แสดงข้อมูลต่างๆ ในงานก่อสร้างทาง

การติดตั้งป้ายจำเป็นที่จะต้องมีความเด่นชัดของป้ายเพื่อความปลอดภัยของผู้ขับขี่ยานยนต์ที่จะได้ยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

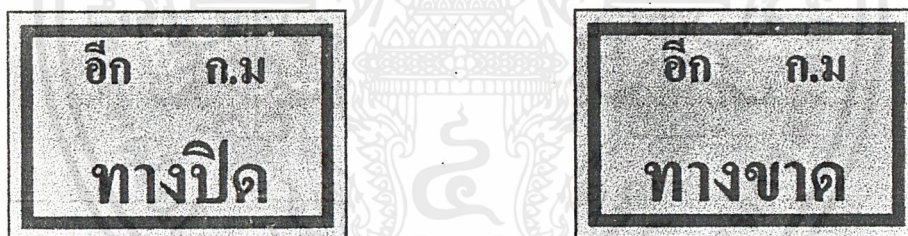
### ป้ายแสดงระยะถึงทางปิด ป้ายแสดงระยะถึงทางขาด

ป้ายแสดงระยะถึงทางปิดหรือทางขาด บรรจุข้อความ “อีก \_\_\_\_\_ กม. ทางปิด” หรือ “อีก \_\_\_\_\_ กม. ทางขาด” ใช้ติดตั้งบริเวณทางแยกเพื่อแนะนำให้ผู้ขับขี่ยานยนต์ทราบและทำการเปลี่ยนเส้นทาง การเดินทาง

การติดตั้งให้ทำการติดตั้งที่ทางแยกตรงปากทางเข้าที่มีการปิดการจราจรข้างหน้า แสดงระยะทาง โดยประมาณเป็นกิโลเมตรที่จะไปถึงทางที่ปิดหรือทางขาด

### ภาพที่ 12

แสดงลักษณะของป้ายเตือนทางปิดหรือทางขาด



ขนาดของป้าย 135 x 90 ซม.

ตัวอักษรแถวบน 15 ซม.

ตัวอักษรแถวล่าง 20 ซม.

### ป้ายแสดงเส้นทางชั่วคราว

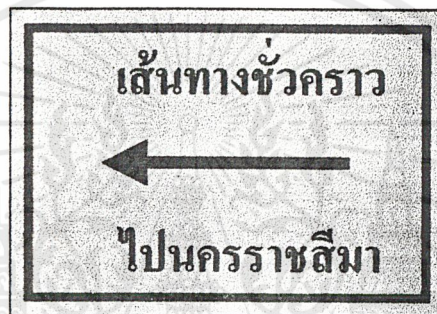
ป้ายแสดงเส้นทางชั่วคราว ใช้แสดงเส้นทางที่มีการเปลี่ยนจากเดิมที่ไปสู่เมืองหรือสถานที่ที่มีการปิดการจราจรบนเส้นทางประจำ

ในป้ายจะมีการระบุสถานที่โดยใช้ชื่อจังหวัด อำเภอ หรือสถานที่สำคัญ ที่ใช้เส้นทางชั่วคราวไปบรรจบกับเส้นทางเดิม

การติดตั้ง ให้ทำการติดตั้งได้ป้ายแสดงระยะถึงทางปิดหรือทางขาด หรือจะต้องทำการจัดเครื่องหมายลูกศรให้ชี้ไปในทิศทางที่ถูกต้อง

ภาพที่ 13

แสดงลักษณะของป้ายเส้นทางชั่วคราว



ขนาดของป้าย 135 x 90 ซม.

ตัวอักษร 10 ซม.

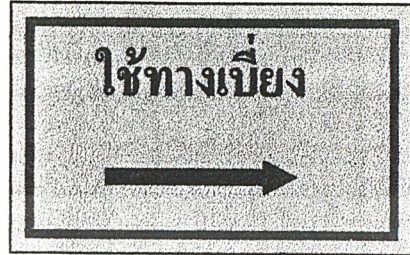
ลูกศร 7 ซม.

### ป้ายทางเบี่ยง

ป้ายทางเบี่ยง ใช้แสดงทิศทางของทางเบี่ยงเนื่องจากทางตรงไปมีการปิดการจราจรเพื่อการก่อสร้าง

โดยทั่วไปให้ติดแผ่นป้ายใช้ทางเบี่ยงได้ป้ายทางปิด หรือป้ายแสดงทางปิด ในการติดตั้งต้องระวังให้เครื่องหมายลูกศรถูกต้องตามทิศทางเบี่ยงออกไป

ภาพที่ 14  
แสดงป้ายใช้ทางเบี่ยง



ขนาดของป้าย 120 x 80 ซม.

ตัวอักษร 15 ซม.

ลูกศร 8 ซม.

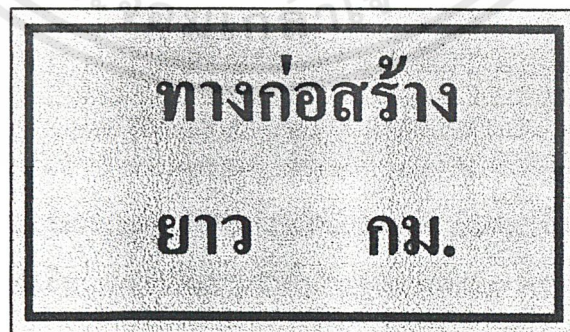
ป้ายแสดงระยะทางก่อสร้าง

ป้ายระยะทางการก่อสร้าง ใช้ติดตั้งใกล้จุดเริ่มงานก่อสร้างซึ่งเปิดการจราจรตามปกติที่มีความยาวตั้งแต่ 3 กิโลเมตรขึ้นไป

การติดตั้งควรติดตั้งร่วมกับแผงกันข้างทาง โดยแสดงระยะทางก่อสร้างโดยประมาณเป็นกิโลเมตร

ภาพที่ 15

แสดงลักษณะป้ายระยะทางการก่อสร้าง



ขนาดป้าย 180 x 90 ซม.

ตัวอักษร 20 ซม.

## ป้ายสุดเขตการก่อสร้าง

ป้ายสุดเขตการก่อสร้าง ใช้ติดตั้งใกล้จุดสุดเขตการก่อสร้าง หรือประมาณ 100 เมตร เลยเขตก่อสร้าง

ป้ายสุดเขตการก่อสร้างอาจติดตั้งหลังป้ายเตือนงานก่อสร้างทาง หรือด้านหลังของแผงกั้นข้างทางก็ได้

### ภาพที่ 16

แสดงลักษณะของป้ายสุดเขตการก่อสร้างทาง



ขนาดของป้าย 180 x 45 ซม.

ตัวอักษร 15 ซม.

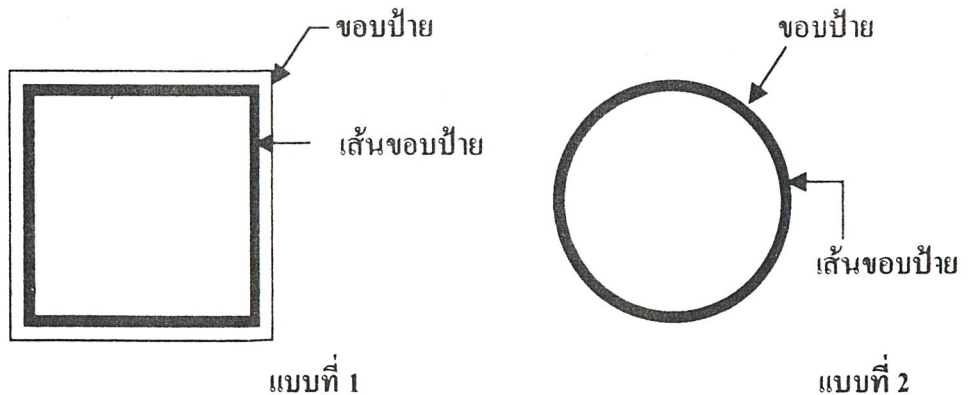
### 2.2 มาตรฐานเส้นขอบป้ายจราจร

ป้ายจราจรทุกประเภทจะต้องมีเส้นขอบป้ายหนาตามมาตรฐาน เพื่อที่จะทำให้สามารถมองเห็นป้ายจราจรได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น เส้นขอบป้ายสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. เป็นแบบซึ่งมีเส้นขอบป้าย เว้นช่องว่างจากขอบป้าย
2. เป็นแบบซึ่งมีเส้นขอบป้าย อยู่ติดขอบป้ายพอดี

### ภาพที่ 17

แสดงลักษณะของขอบป้ายจราจร



### 2.3 มาตรฐานตัวอักษรและตัวเลข

แบบของตัวอักษรและตัวเลข และระยะห่างของตัวอักษรให้ใช้มาตรฐานขนาดของตัวอักษร และตัวเลขสำหรับป้ายจราจรของกรมทางหลวง แต่อย่างไรก็ตามป้ายบางป้ายมีจำนวนตัวอักษรมากไม่เท่ากัน อาจบรรจุข้อความได้ไม่หมด ก็ให้พิจารณาลดขนาดตัวอักษรลงตามความเหมาะสม

กองวางแผน กรมทางหลวง ได้จัดมาตรฐานตัวอักษร และตัวเลข เพื่อให้ป้ายจราจรทางหลวงแผ่นดินและทางหลวงจังหวัดทั่วประเทศ มีลักษณะที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน มาตรฐานตัวเลขและตัวอักษรขนาด 10 ซม. ถือเป็นแบบมาตรฐานที่จะใช้ขยายหรือย่อส่วนให้เป็นขนาดอื่นเพื่อใช้ในป้ายจราจรต่อไป

ตัวอักษรภาษาไทย ได้จัดแบ่งออกเป็น 2 ชุด ตามความเหมาะสมของรูปร่างและพื้นที่บรรจุข้อความของป้าย ดังนี้คือ

1. เป็นตัวอักษรที่มีขนาดความกว้างได้สัดส่วนพอดีกับความสูงให้ใช้ได้โดยทั่วไป
2. เป็นตัวอักษรที่มีขนาดความกว้าง ผอม เรียว ให้ใช้กับป้ายจราจรที่มีพื้นที่บรรจุจำกัด เช่นป้ายบังคับ ป้ายเตือน หรือป้ายแนะนำที่มีข้อความที่ใช้ตัวอักษรที่เกินกว่า 7 ตัว

### 2.4 ตำแหน่งและการติดตั้ง

ในการติดตั้งป้ายจราจรในการก่อสร้างจะต้องมีการติดตั้งป้ายที่สามารถเห็นได้อย่างชัดเจน โดยทั่วไปให้ทำการคิดไว้ด้าน ซ้ายมือของทิศทางการจราจร หรือถ้ามีช่องทางการจราจรหลายช่องก็ให้คิดไว้ด้านซ้ายมือก็ได้ ในการติดตั้งป้ายจราจรที่ติดตั้งบนเสาป้าย จะต้องให้อยู่พ้นไหล่ทางออกไปแต่ห่างไม่เกิน 2.5 เมตร และความสูงของป้ายจราจรวัดจากขอบป้ายด้านล่างถึงพื้นจะต้องไม่ต่ำกว่า 1.5 เมตร แต่ถ้าอยู่ในเมืองจะต้องสูงไม่ต่ำกว่า 2 เมตร และในการติดตั้งป้ายจราจรเป็นระยะๆ หลายจุดระยะห่างของป้ายแต่ละชุดจะต้องไม่น้อยกว่า 100 เมตร

เสาป้ายจราจรจะต้องตอกหรือฝังลงดินให้มั่นคงแข็งแรง สำหรับป้ายบังคับ ป้ายเตือน ให้ใช้สายเดี่ยว ส่วนป้ายแนะนำและป้ายอื่นและป้ายเตือนที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้ใช้เสาคู่ และได้มีข้อกำหนดในการติดตั้งป้ายดังนี้

1. ห้ามติดตั้งป้ายแนะนำร่วมกับป้ายชนิดอื่น
2. ไม่ควรติดตั้งป้ายเตือนหรือป้ายบังคับเกิน 1 ป้าย ในที่เดียวกัน
3. ถ้าจะต้องติดตั้งป้ายเตือนหรือป้ายบังคับรวมกัน จะต้องเป็นป้ายที่มีความหมายช่วยเสริมกัน และไม่เกิน 2 ป้าย

## 2.5 การใช้งาน

มาตรฐานเครื่องหมายการจราจรในการก่อสร้างทางหลวงนี้ให้รวมถึงการใช้งานในงาน สาธารณูปโภค หรือการขออนุญาตดำเนินการใดๆ บนผิวจราจรหรือใกล้เคียงกับผิวจราจร และงานชั่วคราวอีกด้วย

## 2.6 การบำรุงรักษา

เครื่องหมายการจราจรมี โอกาสที่จะชำรุดเสียหายหรือลบเลือนได้ง่ายดังนั้นจึงต้องมีการตรวจตรา บำรุงรักษาอยู่เสมอ เช่น

- ป้ายจราจรที่ถูกฝุ่นจับเลอะเลือน จะต้องทำการทำความสะอาดให้สดใสหรือเปลี่ยนใหม่ เมื่อหมดอายุการใช้งาน
- เส้นทาสีบนผิวจราจรลบเลือนจะต้องทำการจัดทำใหม่
- กอวงวัสดุที่อยู่บนผิวการจราจร กอหญ้าหรือสิ่งอื่นที่บดบังสายตา ควรเคลื่อนย้ายออกไป

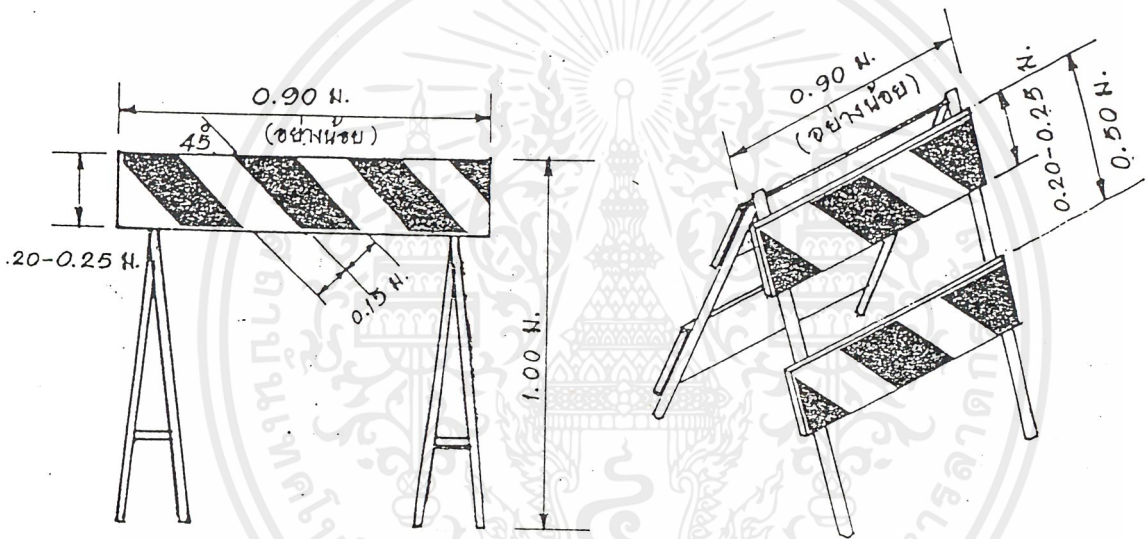
## 2. แผงกั้น

แผงกั้นใช้แสดงการปิดกั้นบางส่วนของทางหรือขวางตลอดทาง นอกจากนี้แผงกั้นยังทำหน้าที่ เป็นเครื่องหมายเตือนหรือเครื่องจัดช่องทางการจราจรได้อีก

แบบแผงกั้น แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. ประกอบด้วยแผ่นแทปสี่เหลี่ยมหรือคู่คิวดั้งบนขาตั้งสามารถถอดประกอบได้ง่าย เพื่อ สะดวกแก่การเคลื่อนย้าย แผงกั้นชนิดนี้ใช้ในงานที่มีเวลาในการทำงานระยะสั้นหรือบริเวณที่ไม่มีความ อันตรายมากนัก และต้องมีความสูงประมาณ 1 เมตร
2. ประกอบด้วยแผ่นแถบสี 3 แผ่น ในการติดตั้งก่อนข้างถาวรใช้ในงานก่อสร้างทางเป็น เวลานานวัน แผงกั้นแบบนี้จะออกแบบให้เปิดปิดได้บางส่วนเพื่อการปฏิบัติงาน ขนาดขอแผ่นป้ายแถบสี แต่ละแผ่นกว้าง 20-25 เซนติเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร ใช้สีแสดงสลับขาว หรือ สีดำสลับขาว แต่ ละแถบกว้าง 15 เซนติเมตร ทำมุม 45 องศา กับแนวราบ การติดตั้งแถบซึ่งล่งไปทางด้านที่ให้ทำการจราจร ผ่านได้ และมีความสูงประมาณ ไม่ต่ำกว่า 1.50 เมตร

ภาพที่ 18  
รูปแบบของแผงกั้นและขนาดของแผงกั้น



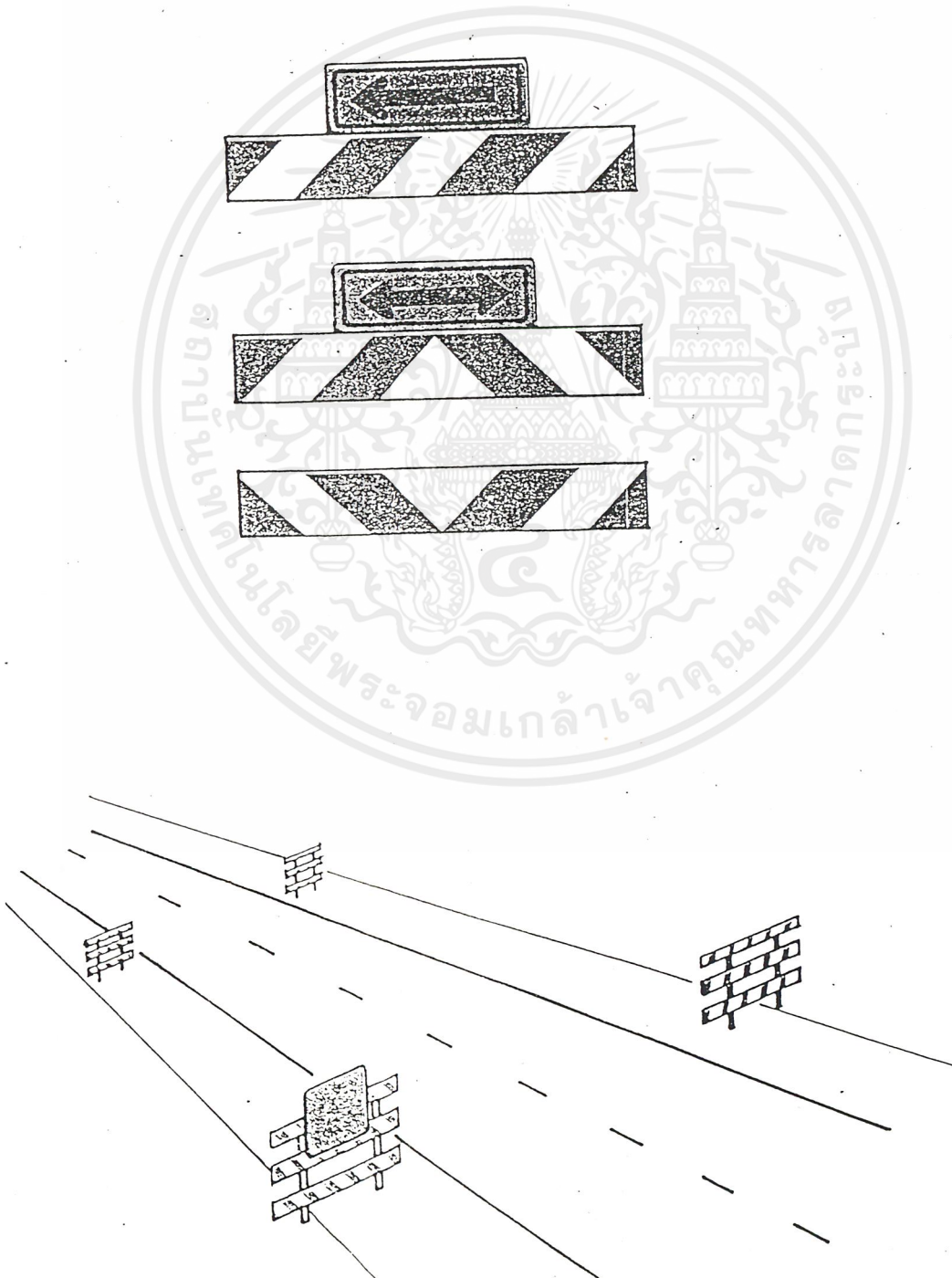
## การใช้แผงกั้น

แผงกั้นแบบที่ 1 และ 2 สามารถนำไปใช้หรือทำการดัดแปลงเพื่อใช้ในงานต่างๆ ดังนี้

1. ใช้ปิดกั้นจราจร
2. ใช้เป็นเครื่องหมายเตือน
3. ใช้สำหรับลดช่องทางจราจร

### ภาพที่ 19

แสดงการใช้แผงกั้นและการติดตั้งแผงกั้นข้างทาง



### 3. เครื่องจัดช่องทางการจราจร

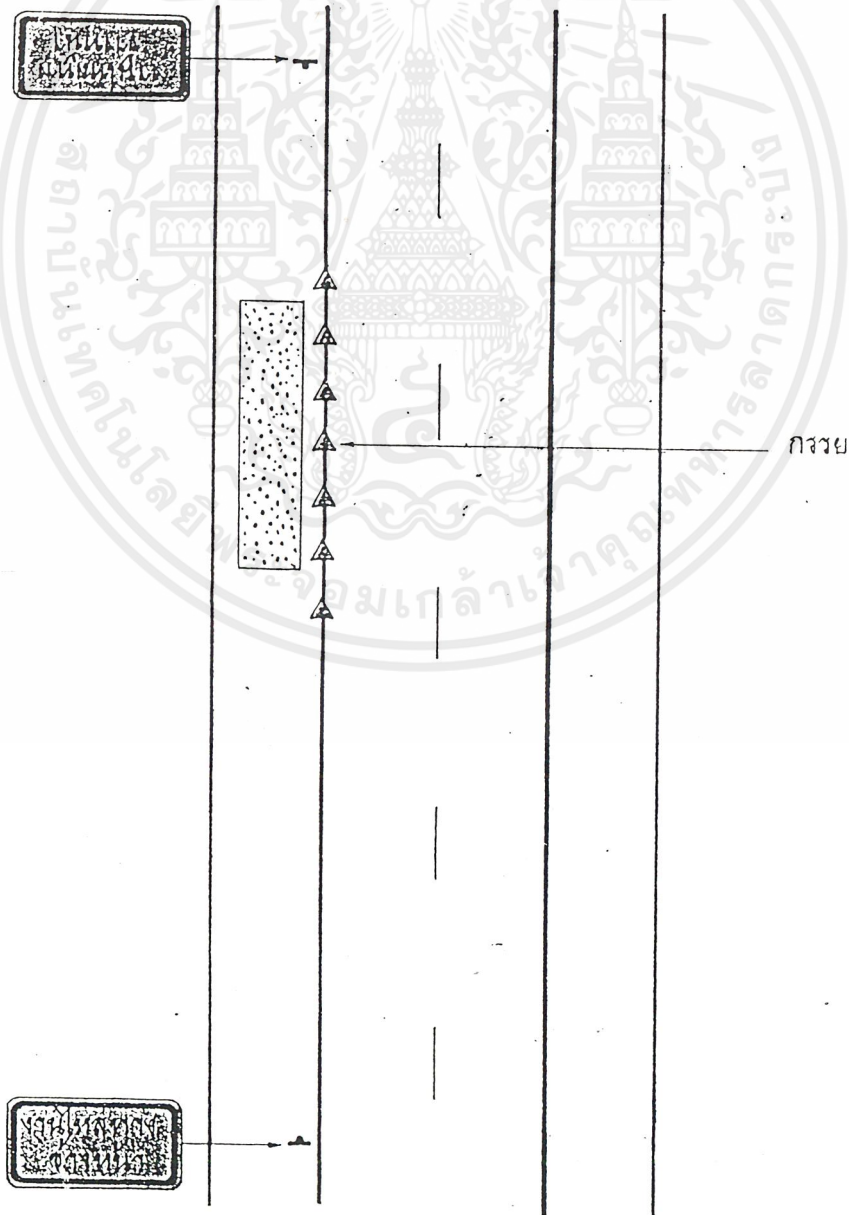
เครื่องจัดช่องจราจรเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องหมายการควบคุมการจราจรที่ใช้ในงานก่อสร้างทาง ซึ่งใช้เครื่องหมายนำทางด้วย ดังนี้

1. กรวย ซึ่งจะมีขนาดสูงไม่น้อยกว่า 45 เซนติเมตร
2. ถังกลม ขนาด 200 ลิตร หรือ 12 ลิตร
3. แผงตั้ง เมื่อทำการติดตั้งแล้วจะต้องสูงไม่น้อยกว่า 90 เมตร
4. เครื่องหมายจราจรผิวทาง

เครื่องจัดช่องจราจรที่ใช้ อาจจะเป็นกรวยหรือแผงกัน โดยให้ให้เริ่มตั้งแต่ขอบทางเข้ามาที่ละ 50-60 เซนติเมตร ระยะห่างกันไม่เกิน 30 เมตร

ภาพที่ 20

แสดงลักษณะของการใช้กรวยและแผงกันเพื่อเบี่ยงเบนแนวจราจร



#### 4. อุปกรณ์ส่องสว่าง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างทางโดยทั่วไปมีดังนี้

##### ไฟกระพริบ

ไฟกระพริบสีเหลืองแบบกระพริบใช้แบตเตอรี่หนึ่ง มีอัตราการกระพริบ 50-60 ครั้งต่อการการจุดสว่างประมาณ  $1/3 - 1/2$  ของเวลาที่ใช้ ความสว่างของไฟสามารถมองเห็นได้ในระยะอย่างน้อย 500 เมตร

##### ไฟส่องป้ายจราจร

โดยปกติป้ายจราจรควรใช้แบบสะท้อนแสงอยู่แล้วแต่ถ้าการก่อสร้างอยู่บริเวณทางโค้งแสงไฟรถก็ไม่สามารถที่จะส่องให้เห็นป้ายได้ในระยะไกลพอ จึงจำเป็นที่จะต้องมิไฟส่องป้ายจราจรด้วย

##### แสงสว่างแรงสูง

งานก่อสร้างที่ทำงานในเวลากลางคืน จำเป็นจะต้องใช้แสงสว่างแรงสูง เพื่อให้คนงานปฏิบัติงานได้ และยังคงใช้แสงสว่างส่องไปยังจุดกีดขวางหรืออันตราย

ในการติดตั้งแสงสว่างแรงสูงนี้จะต้องมีความระมัดระวังคือ จะต้องไม่ให้แสงสว่างส่องคนขับรถจนเกิดตาพร่ามัวได้

##### แสงสว่างแรงต่ำ

แสงสว่างแรงต่ำในที่นี้ หมายถึง การใช้หลอดไฟฟ้าแรงต่ำสีเหลืองหลายๆ ดวงติดเป็นแนว โดยทั่วไปให้ใช้แสงสว่างแรงต่ำเมื่อต้องการใช้แสงสว่างทำหน้าที่เป็นเครื่องหมายนำทางผ่านเขตก่อสร้าง เช่น ขอบสะพานที่ยังไม่มีขอบกั้น

แสงสว่างแรงต่ำไม่ได้ใช้ส่องให้เห็นวัตถุอื่น แต่ใช้ให้ผู้ขับรถเห็นตัวดวงไฟเอง จึงไม่จำเป็นต้องสว่างมากนัก

##### โคมไฟและตะเกียง

โคมไฟและตะเกียงหมายถึง แสงสว่างจากการเผาไหม้ เช่น ตะเกียงรั้ว เป็นต้น โดยทั่วไปให้ใช้แทนอุปกรณ์การส่องสว่างอื่นๆ เมื่อไม่สามารถที่จะจัดหาอุปกรณ์เหล่านั้นได้ทัน

#### 5. เครื่องให้สัญญาณ

ในการก่อสร้างทางบางครั้งมีความจำเป็นที่จะต้องจัดให้รถเดินทางเดียวสลับกัน คือ ให้รถในทิศทางตรงข้ามใช้ช่องทางจราจรร่วมกันเพียงช่องทางเดียว แต่ถ้าปริมาณจราจรมากหรือถ้ารถในทางตรงข้ามมองไม่เห็นกันแล้วจำเป็นต้องใช้เครื่องให้สัญญาณเพื่อทำการจัดห้รถให้ไปได้ที่ละข้าง

##### สัญญาณธง

การใช้สัญญาณธงนั้นเพื่อเป็นการบอกห้ามรถคือจะใช้ธงสีแดง แต่ถ้าให้รถไปได้ให้ใช้ธงสีเขียว ธงที่ใช้ควรมีขนาดประมาณ 50x50 เซนติเมตร สีแดงหนึ่งอันและสีเขียวหนึ่งอัน แต่ละอันมีค้ำถ้อยยาวประมาณ 1 เมตร ในการยื่นบอกสัญญาณควรอยู่ห่างจากจุดทำงานประมาณ 50 – 100 เมตร

## ไฟสัญญาณจราจร

ในกรณีที่มีการจราจรมากและใช้เวลาก่อสร้างทางเป็นเวลานาน อาจใช้ในการไฟสัญญาณควบคุมการจราจรในงานก่อสร้างทางเข้ามาเป็นเครื่องให้สัญญาณบอกจราจร

### การให้แสงสว่างและการใช้วัสดุสะท้อนแสงบนป้ายจราจร

ป้ายจราจรทุกป้ายที่ต้องการใช้ให้ได้ผลในที่ที่มีแสงสว่างน้อย จะต้องใช้วัสดุสะท้อนแสงในการทำป้าย หรือโดยใช้แสงสว่างส่องบนป้าย สำหรับป้ายแขวนสูง ถ้าปรากฏว่าการสะท้อนแสงเนื่องจากไฟหน้ารถยนต์ไม่เพียงพอ ก็ให้ใช้แสงสว่างส่องป้าย

## 3. การศึกษาลักษณะโครงสร้างเครื่องสัญญาณควบคุมการจราจรในงานก่อสร้าง

### การศึกษาทางด้านโครงสร้างหลัก

โครงสร้าง คือ สิ่งที่จัดขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่างๆ เข้าด้วยกัน ให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการมาตรฐานความมั่นคงบางประการ

หน้าที่ของ โครงสร้าง ที่สร้างขึ้นจะมีหน้าที่เปรียบเสมือนกระดูกโครงหลัก และมีส่วนประกอบอื่นๆ (Member) ซึ่งทำหน้าที่ต่างๆ กัน เช่น ปิด คุ้มทับ ตกแต่ง เพื่อให้การใช้เนื้อที่ได้สะดวกและเหมาะสม

### การออกแบบโครงสร้าง

เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ต้องมีการศึกษาข้อมูลของทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับ โครงสร้างมาประกอบ เพื่อทำการตัดสินใจในการออกแบบ ซึ่งควรมีข้อคำนึงถึงดังนี้

#### 1. ความแข็งแรงทนทาน

โครงสร้างที่ออกแบบจะต้องมีความแข็งแรงทนทานเพียงพอต่อการใช้งานตามหน้าที่ที่ต้องการ และมีอายุการใช้งานที่นานพอสมควร

#### 2. น้ำหนักของโครงสร้าง

มีส่วนที่สำคัญที่เชื่อมโยงไปยังน้ำหนักของตัวผลิตภัณฑ์ถ้าโครงสร้างมีน้ำหนักมาก จะทำให้ลำบากต่อการเคลื่อนย้าย ถ้าโครงสร้างน้อยชิ้นแต่ได้ความแข็งแรงตามต้องการย่อมจะได้เปรียบกว่า

#### 3. กรรมวิธีการผลิตและการประกอบ

ซึ่งก็มีความสำคัญอย่างมากในการประหยัดเวลา แรงงานและค่าใช้จ่าย โครงสร้างที่สามารถผลิตและสามารถประกอบได้อย่างรวดเร็วย่อมได้เปรียบกว่าโครงสร้างที่ต้องอาศัยกรรมวิธีต่างๆ มากมาย

#### 4. ความสวยงาม

เป็นส่วนที่มีความสำคัญในการออกแบบส่วนหนึ่ง ที่จะทำให้โครงสร้างนั้นมีความสวยงาม และเหมาะสมสำหรับลักษณะของการใช้งานตามวัตถุประสงค์

#### 5. การบำรุงรักษา

การออกแบบโครงสร้างจะต้องมีการคำนึงการซ่อมแซมและการบำรุงดูแลรักษาด้วย ลักษณะของโครงสร้างสามารถแบ่งออกได้เป็น ดังนี้

- โครงสร้างหลักแบบถอดออกได้
- โครงสร้างหลักแบบติดตายตัว

### ตารางที่ 1

แสดงถึงข้อเปรียบเทียบของโครงสร้างระหว่างโครงสร้างที่ติดแบบตายตัว กับ โครงสร้างที่สามารถถอดประกอบได้

โครงสร้างถอดประกอบได้	โครงสร้างติดตายตัว
<p><b>ข้อดี</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง</li> <li>2. ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ</li> </ol> <p><b>ข้อเสีย</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. โครงสร้างลดความแข็งแรงลง</li> <li>2. อายุการใช้งานลดลง</li> <li>3. รับน้ำหนักได้ไม่ดี</li> <li>4. กรรมวิธีการผลิตและการประกอบยุ่งยาก</li> <li>5. ราคาผลิตภัณฑ์จะสูงขึ้น</li> <li>6. ต้องใช้วัสดุที่มากเพื่อความแข็งแรง จึงทำให้น้ำหนักจึงเพิ่มมากขึ้น</li> </ol>	<p><b>ข้อดี</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. แข็งแรงทนทาน อายุการใช้งานนาน</li> <li>2. สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า</li> <li>3. การบำรุงรักษาซ่อมแซมทำได้ง่าย</li> <li>4. กรรมวิธีการผลิต ประกอบได้ง่าย</li> <li>5. สามารถลดควัสดุให้น้อยลงแต่มีความแข็งแรง</li> <li>6. เหมาะสมกับการใช้งานที่หนัก</li> </ol> <p><b>ข้อเสีย</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการเคลื่อนย้ายและการจัดเก็บ</li> </ol>

จากที่ได้ทำการศึกษาและทำการวิเคราะห์ในเรื่องของวัสดุที่จะนำมาผลิตเป็น โครงสร้างของตัว ป้าย สามารถที่จะนำข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุมาเปรียบเทียบมีดังนี้

1. เหล็ก
2. อลูมิเนียม
3. พลาสติก
4. ไม้

## เหล็ก

คุณสมบัติของเหล็กและลักษณะ โดยทั่วไปของเหล็ก

เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียว อ่อนตัวสูง มีความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หลอมเหลว ที่ 1539 องศาเซลเซียส และจะเดือดเป็นไอที่ 2450 องศาเซลเซียส เหล็กจัดว่าเป็นโลหะที่มีความแข็งแรงมากประเภทหนึ่ง การยึดการประกอบ การตกแต่งสามารถที่จะทำได้ง่าย แต่เหล็กก็มีข้อเสียที่สำคัญมากอย่างหนึ่งคือ การเป็นสนิม ทำให้ขาดคุณสมบัติการบำรุงรักษาที่ดี และยังทำให้ผู้กร่อนได้ด้วย

ชนิดของเหล็กที่ผลิตออกสู่ท้องตลาด

1. เหล็ก
2. เหล็กอ่อน
3. เหล็กกล้า แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ
  - 3.1 เหล็กกล้าชนิดอ่อน ได้แก่ เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู ตัวถังรถยนต์
  - 3.2 เหล็กกล้าประคิ ใช้ทำเครื่องมือช่างไม้ เครื่องจักรรถแทรกเตอร์
  - 3.3 เหล็กกล้าแข็ง ใช้ทำมีดคิ่ง ตะไบ เหล็กสกัด
4. เหล็กคาร์บอน และเหล็กผสม ความแข็งแรงน้อยจะขึ้นอยู่กับการส่วนผสมในเนื้อเหล็ก

รูปแบบของเหล็กที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน

1. เหล็กเส้นกลมตัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/16-9 นิ้ว ยาว 6 เมตร
2. เหล็กแผ่น หนา 1/32-4 นิ้ว ขนาด 4-8 ฟุต
3. เหล็กกลวงรูปสี่เหลี่ยม กว้าง 1/4-4
4. ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2-6 นิ้ว
5. เหล็กพืดหนา
6. เหล็กรูปตัว ยู และ ซี

### ข้อมูลโลหะท่อ

โลหะท่อซึ่งมีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดมากมายหลายชนิด เช่น เหล็ก อลูมิเนียมและสแตนเลส แต่โดยทั่วไปในท้องตลาดจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง ซึ่งมีให้เลือกเป็นจำนวนมากตามขนาดที่ได้แสดงไว้ในตาราง แต่ลักษณะการใช้งานนั้นต่างก็มีคุณภาพที่ดีแตกต่างกันไปทั้งท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง ไม่สามารถชี้ชัดออกมาได้ว่าชนิดใดดีกว่ากันโดยเด็ดขาด ซึ่งจะต้องขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน และความต้องการความสวยงาม

ดังนั้นการที่จะนำข้อมูลทั้ง 2 มาทำการเปรียบเทียบ เพื่อเป็นการสะดวกต่อการนำไปพิจารณาเพื่อการออกแบบ

### ตารางที่ 2

#### แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง ท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง

คุณสมบัติ	ท่อกลมกลวง	ท่อสี่เหลี่ยมกลวง
คัดโค้งได้ง่าย	1	
เชื่อมรอยจุด		1
น้ำหนักเบา		1
การบิดเมื่อเชื่อมรอย	1	
เกิดการบุบได้ยาก	1	
การสวมต่อระหว่างขนาด	1	
จำนวนขนาดให้เลือกได้มากกว่า	1	
อันตรายจากเหลี่ยมมุมน้อย	1	
ความแข็งแรง		1
การรับน้ำหนัก	1	1

โลหะที่มีการใช้กันอย่างมากในงานทั่วไปส่วนใหญ่พบว่าจะเป็นพวก ท่อกลมและท่อเหลี่ยม

#### ลักษณะภายนอกและคุณสมบัติทางกายภาพ (Characteristics and Physical Properties)

- ขนาดของท่อโลหะ ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปนั้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1/2 นิ้ว ไปจนถึง 3 นิ้ว
- ขนาดของท่อโลหะเหล็มนั้นก็มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ
  - 2.1 SQUARE TUBING
  - 2.2 RECTANGULAR TUBING

ตารางที่ 3

แสดง ROUND STEEL TUBING

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

ตารางที่ 4

แสดง SQUARE STEEL TUBING

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

## ตารางที่ 5

## แสดง RECTANGULAR STEEL TUBING

SIZE MM.		THICKNESS MM.	WEIGHT KG/M
50	25	1.6	1.5
		2.3	2.44
60	60	1.6	2.13
		2.3	2.90
75	45	2.3	4.06
		3.2	5.50
90	45	2.3	4.60
		3.2	6.25
100	50	2.3	5.14
		3.2	7.01

จากตารางที่ได้แสดงข้างต้นนี้ ได้นำเอามาแสดงเฉพาะที่จะนำมาทำเป็นโครงสร้างของป้าย และขนาดที่ใหญ่ขึ้นไปจากค่าเหล่านี้ก็มีแต่ไม่ได้นำมาแสดง ณ ที่นี้

จากคุณสมบัติและลักษณะของการใช้งาน พอที่จะนำเสนอแนวความคิดเป็นหัวข้อที่สังเกตของโลหะท่อได้เป็นพวๆ ได้ดังนี้

#### ท่อกลมกลวง (ROUND STEEL TUBING)

1. สามารถทำการตัดโค้งงอได้สะดวกกว่าท่อเหลี่ยม
2. สามารถต้านแรงกระแทกได้ดีกว่าท่อเหลี่ยม เนื่องจากความกลมจะทำการช่วยกระจายแรง
3. ผิวสัมผัสระหว่างท่อจะน้อยกว่า ทำให้ความแรงในทางโครงสร้างด้อยลงไป
4. พื้นที่ผิวสัมผัสตรงบริเวณหน้าตัด จะมีมากกว่าท่อเหลี่ยม ยังผลทำให้มีความแข็งแรงมากกว่าท่อเหลี่ยม
5. การเจาะตำแหน่งต่างๆ บนท่อกลมจะทำได้ยากกว่าท่อเหลี่ยม และจะทำให้เสียประสิทธิภาพด้านความแข็งแรง

## ท่อสี่เหลี่ยม (RECTANGULAR TUBING)

1. ไม่สามารถตัดโค้งงอได้ เพราะอาจทำให้เกิดรอยยับตามผิวท่อได้
2. รับแรงกระแทกได้เพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะผิวหน้าที่ไม่ใช่ด้านที่เป็นเหลี่ยม
3. ผิวสัมผัสระหว่างท่อจะมีมากกว่าท่อกลม ทำให้เกิดความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น
4. พื้นผิวสัมผัสตรงบริเวณหน้าตัดจะมีมากกว่าท่อกลม และตรงบริเวณหน้าตัดนี้จะทำได้สะดวกกว่าท่อกลม
5. การเจาะตำแหน่งต่างๆ บนท่อเหลี่ยมจะทำได้สะดวกกว่า และมีความเที่ยงตรงกว่าท่อกลมส่วนก้านที่เกี่ยวกับความแข็งแรงนั้นยังไม่ค่อยมีผลเท่าไร

## อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม

### คุณสมบัติโดยทั่วไปของอลูมิเนียม

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีน้ำหนักที่เบาโลหะผสมของอลูมิเนียมบางชนิดมีความแข็งแรง เช่น เหล็กเหนียวธรรมดา และมีคุณสมบัติในการตัดโค้ง เป็นอย่างดี ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่างๆ ในสถานปรกติไม่มีเกลือและสารพิษปรากฏอยู่ อลูมิเนียมบริสุทธิ์ เป็นสารละลายที่สามารถนำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี นอกจากนี้อลูมิเนียมเป็นโลหะที่ไม่มีประกายไฟ

อลูมิเนียมสามารถทำเป็นรูปต่างๆ ได้ เช่น เป็นแผ่น เส้น ฟรอยด์ ได้โดยวิธีการ หล่อ รีด ขึ้นรูป ปั้น ดึง นอกจากนี้ตีขึ้นรูปด้วยข้อดีด้วยความร้อน มีคุณสมบัติในการกลึง ตกแต่งได้ง่าย

อลูมิเนียมผสม เป็นอลูมิเนียมที่มีส่วนผสมของสารอื่นๆ ที่ผสมลงไปทำให้อลูมิเนียมที่ได้มีคุณสมบัติเปลี่ยนไป ในเรื่องของความแข็งแรง การทนต่อการรับน้ำหนัก สารที่นิยมผสมลงไปได้แก่ ซิลิกอน แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีส

อลูมิเนียมในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายชนิด แต่ที่นิยมนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ในเมืองไทยมีไม่กี่ชนิด แต่ละชนิดก็มีการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและการใช้งานสำหรับงานนั้นๆ

## สรุปคุณสมบัติของอคูมิเนียม

### ข้อดี

- นำหนักเบา
- ไม่เป็นสนิม
- ทนต่อการกัดกร่อนของกรดต่างๆ ได้ดี
- หาซื้อได้ง่าย
- ขึ้นรูปได้ง่าย
- เมื่อทำการชุบสีแล้วจะเพิ่มความแข็งแรงขึ้นมาก
- อายุการใช้งานพอประมาณ
- การบำรุงดูแลรักษาง่าย

### ข้อเสีย

- เกิดรอยขีดขูดได้ง่าย
- รับน้ำหนักได้ไม่ดี เกิดการแอ่นตัว
- ราคาค่อนข้างแพง

## พลาสติก

พลาสติกมีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มาก สิ่งของต่างๆ รอบตัวล้วนมีแต่พลาสติกเป็นส่วนประกอบทั้งนั้น พลาสติกเป็นวัสดุชนิดใหม่ที่ได้มีการคิดค้นขึ้นมาแล้วและได้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว

พลาสติก คืออะไร พลาสติกคือ สารสังเคราะห์ที่มนุษย์คิดค้นขึ้นมา มีโครงสร้างโมเลกุลที่ใหญ่มาก ประกอบด้วยธาตุสำคัญ คือ คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน คลอรีน

### คุณสมบัติของพลาสติก

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษที่เด่นกว่าวัสดุอื่นที่ได้จากธรรมชาติ เช่น

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| - แข็ง                | - เป็นฉนวนไฟฟ้า           |
| - อ่อนนุ่ม            | - สามารถทำเป็นสีต่างๆ ได้ |
| - ยืดตัว              | - กันน้ำ                  |
| - เหนียวทนทาน         | - หล่อลื่นในตัว           |
| - ใส                  |                           |
| - ทึบ                 |                           |
| - เบา สามารถลอยน้ำได้ |                           |
| - ทนความร้อน          |                           |
| - ทนสารเคมีบางชนิดได้ |                           |

## ประเภทของพลาสติก

พลาสติกสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. เทอร์โมเซตติง (Thermosetting)
2. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics)

### เทอร์โมพลาสติก

คือ พลาสติกที่มีรูปทรงที่ถาวร เมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยการใช้ความร้อน และแรงอัดหรือผ่านกรรมวิธีการผลิตประเภทหล่อ พลาสติกชนิดนี้จะนำกลับมาใช้อีกไม่ได้

เทอร์โมเซตติง มีหลายชนิด มีดังต่อไปนี้

1. อะมีโน
  - ยูเรีย
  - เมลามีน
2. อีพอกซี
3. ฟีนอลิก
4. โพลีเอสเตอร์
5. ซิลิโคน
6. โพลียูรีเทน

#### 1. อะมีโน (AMINO)

อะมีโนได้แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

- ยูเรีย
- เมลามีน

#### คุณสมบัติ

อะมีโน มีน้ำหนักมากกว่าพลาสติกทั่วไปเล็กน้อย รับแรงดึงได้ดีพอสมควร รับแรงอัดและแรงบิดงอได้ดีมาก ทนความร้อนได้สูงขึ้นถ้าทำการผสมโยหินสามารถทนความร้อนได้ถึง 400 องศาฟาเรนไฮด์ และความเย็นได้ถึง -70 องศาฟาเรนไฮด์ เนื้อแข็งทนการขีดข่วนได้ดี ไม่เหมาะกับการใช้งานภายนอก เพราะเมื่อถูกแสงแดดแล้วจะซีดและเสื่อมคุณภาพ มีสีต่างๆ ทั้งฝ้าและทึบแสง ชนิดฝ้าจะกระจายแสงได้ดีมากจึงเหมาะกับการทำฝาครอบโคมไฟ

#### ประโยชน์

ยูเรีย ชนิดเหลวนิยมใช้ทำภาว อุปกรณ์ไฟฟ้า ปุ่มจับต่างๆ

เมลามีน นิยมนำมาผลิตเป็นถ้วยชามมากที่สุด นอกจากนั้นยังใช้ทำวัสดุปูพื้น โต๊ะ

## 2. อีพอกซี

### คุณสมบัติ

อีพอกซี มีน้ำหนักปานกลาง รับแรงดึงได้ดีมาก รับแรงอัดได้ดีและแรงกระแทกได้ดีพอสมควร ในรูปผลิตภัณฑ์ ไฟเบอร์กลาส และมีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถติดแนบได้กับวัสดุอื่นๆ เช่น แก้ว พลาสติก เซรามิก ยาง ฯลฯ อีพอกซีมีการหดตัวน้อยมาก เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีทนความร้อนได้สูง ความเย็นไม่สามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติได้

### ประโยชน์

ใช้ทำท้าว ชนิดที่ติดกับวัสดุต่างๆ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปหล่อแม่พิมพ์ต้นฉบับสำหรับโรงงานทำแม่พิมพ์ในอุตสาหกรรมพลาสติกได้ และในรูปของผลิตภัณฑ์สามารถที่จะนำไปผลิตเป็นไฟเบอร์กลาส โฟม ได้ดี

## 3. พีโนลิก

### คุณสมบัติ

มีน้ำหนักปานกลาง มีความแข็งที่สุดชนิดหนึ่ง รับแรงดึงได้ดีพอสมควรแต่รับแรงอัดได้ดีมาก รับแรงบดงอได้น้อย

### ประโยชน์

นิยมใช้ทำด้ามมือจับต่างๆ เช่น หูหม้อ หูกระทะ ฝาครอบงานจ่ายไฟของรถยนต์ และอุปกรณ์ไฟฟ้า ถาดบรรจุสารเคมี ตู้โทรศัพท์ เป็นต้น

## 4. โพลีเอสเตอร์

### คุณสมบัติ

หากนำมาผลิตเป็นไฟเบอร์กลาส จะสามารถรับแรงอัด แรงดึง และแรงบดงอได้ดี ผิวหน้ามีความแข็งแรงพอสมควร ทนต่อสภาพอากาศภายนอกได้ดีแต่ถ้าถูกแดดสีจะซีด มีความหดตัวมากกว่าอีพอกซี เป็นฉนวนไฟฟ้า และทนกรดต่างชนิดอ่อนได้ดี

### ประโยชน์

นิยมใช้ทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสมากที่สุด เช่น เรือ รถยนต์ ส่วนประกอบในอาคาร เช่น ช่องให้แสงสว่าง แผงกันแสง เป็นต้น

## 5. ซิลิโคน

### คุณสมบัติ

เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักชนิดหนึ่ง ใช้ได้ทั้งในรูปของเหลวและคงรูป รับแรงดึง แรงอัดและแรงบิดงอได้ปานกลาง มีความทึบแสง สามารถทำเป็นสีได้ สามารถทนความร้อนและความเย็นได้ดี จะติดไฟได้ช้ามากแต่เป็นตัวนำความร้อนได้ดี

### ประโยชน์

ถูกนำไปใช้ในการทำแม่แบบยางทนความร้อน ยางขอบบานเปิดปิดในยานอวกาศ เส้นขาวบนพื้นถนน กาวประสานประตูดู เป็นต้น

## 6. โพลียูรีเทน

### คุณสมบัติ

มีน้ำหนักที่เบา ทนต่อการสึกกร่อนได้ดี อีกทั้งยังมีความเหนียว ทนความร้อน สารเคมี ได้ดี และไม่ติดไฟง่าย

### ประโยชน์

นำมาผลิตในรูปของ โฟม หรือฟองน้ำมาก เช่น เบาะรถยนต์ เบาะที่นอน ยางรองพรม เป็นต้น และยังสามารถที่จะทำผลิตภัณฑ์อื่นได้ เช่น กาว ขนแปรง ชิ้นส่วนรถยนต์ ฯลฯ

### เทอร์โมพลาสติก

เป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่หลังจากที่นำไปหล่อเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว โดยการให้ความร้อนแก่พลาสติก

เทอร์โมพลาสติกที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป ได้แก่

1. แอซเซทอล (Acetal)
2. อะคริลิก (Acrylic)
3. ฟลูโอโรคาร์บอน (Fluorocarbons)
4. โพลีเอไมด์ หรือไนลอน (Polyamide)
5. โพลีโอเลฟิน (Polyolefin)
  - 5.1 โพลีเอทิลีน (Polyethylene)
  - 5.2 โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)
6. โพลีสไตรีน (Polystyrene)
7. เอบีเอส (ABS)
8. ไวนิล (Vinyl)
9. เซลลูโลซิก (Cellulosics)

10. โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate)
  - 10.1 ไอโอโนเมอร์ (Ionomer)
  - 10.2 โพลีไยไมด์ (Polyimide)
11. โพลีซัลไฟด์ (Polysulphone)
12. เอทิลีนไวนิลอะซิเตต (EVA)
13. โพลีเอสเตอร์ (Polyester)

### 1. แอสเซทอล (Acetal)

#### คุณสมบัติ

มีความเหนียว ทนทาน รับแรงดึงได้ดีมาก มีความแข็งแรง ทนต่อสารเคมี

#### ประโยชน์

ใช้ผลิตเป็นชิ้นส่วนของรถยนต์ เช่น คาบูเรเตอร์ แบร์ริง บูช และชิ้นส่วนที่มีการเสียดทาน

### 2. อะคริลิก (Acrylic)

#### คุณสมบัติ

เป็นพลาสติกที่มีความใสที่สุดชนิดหนึ่ง แข็งแรงพอสมควร เป็นรอยขีดข่วนได้ง่าย ทนแสงอุลตราไวโอเลตได้ดี และยังเป็นฉนวนไฟฟ้าด้วย

#### ประโยชน์

นิยมนำไปทำเป็นป้ายร้านต่างๆ โคมหลังคา กระจกแว่นตา เลนส์ โคมไฟ ถาดและถ้วยบรรจุของเหลวชนิดใส

### 3. ฟลูออโรคาร์บอน (Fluorocarbons)

#### คุณสมบัติ

เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักมาก สามารถรับแรงดึงได้ดีพอสมควร แต่รับแรงกระแทกได้ดีมาก มีทั้งชนิดแข็งและอ่อน มีความเสียดทานต่ำ ทนต่อสารเคมีได้ ไม่ดูดซึมน้ำ และเป็นฉนวนไฟฟ้าด้วย

#### ประโยชน์

ใช้ทำเป็นปะเก็นในเครื่องจักร แหวนลูกสูบ วาวล์ และยังใช้ทำฉนวนไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้ทำภาชนะในห้องทดลอง

#### 4. โพลีเอไมด์ หรือไนลอน(Polyamide)

##### คุณสมบัติ

เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาแต่มีราคาแพง มีความทนต่อการเสียดทานสูง รับแรงดึงและแรงอัดได้ดี ทนต่อความร้อน ทนการขีดข่วน เป็นฉนวนไฟฟ้าแต่ไม่เหมาะสำหรับไฟฟ้าแรงสูง ทนกรดชนิดอ่อนได้

##### ประโยชน์

นิยมใช้ทำเกียร์ เบรค บุษ ส่วนรับน้ำหนักและมีแรงเสียดทานสูง ในรูปของเส้นใยใช้ทำร่มชูชีพ ถุงเท้า เอ็นตอกปลา ผงกำมะหยี่ นอกจากนั้นยังใช้ทำหมอนพลาสติก ได้ด้วย

#### 5. โพลีโอเลฟิน (Polyolefin)

สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

##### 5.1 โพลีเอทิลีน (Polyethylene)

##### คุณสมบัติ

เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบามาก ในรูปของแผ่นสามารถที่จะทำการพับงอได้ดี มีความหนาแน่นมากขึ้นจะคงรูป รับแรงดึงและแรงอัดได้น้อย มีความยืดตัวสูง สามารถที่จะทนกรดและด่างได้ เป็นฉนวนไฟฟ้าแต่ทนความร้อนได้น้อย ไม่เหมาะสำหรับการใช้ภายนอก

##### ประโยชน์

นิยมใช้ทำถุงใส่อาหารและเสื้อผ้า ดอกไม้พลาสติก ภาชนะบรรจุเครื่องใช้ในครัว พลาสติกคลุมโรงเพาะชำ สามยเคเบิ้ล

##### 5.2 โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)

##### คุณสมบัติ

ทางด้านคุณสมบัติจะมีความคล้ายกลับโพลีเอทิลีน แต่คุณภาพดีกว่า การทดสอบทำได้โดยใช้เล็บขูด หากเป็นโพลีเอทิลีนจะขูดออก แต่ถ้าเป็นโพลีโพรพิลีนจะขูดไม่ออก เพราะผิวมีความแข็งกว่า

##### ประโยชน์

ใช้ในการผลิตเป็นถุงใส่อาหารร้อน พลาสติกหุ้มซองบุหรี่ สายไฟ สายเคเบิ้ล ก่อแบบเตอร์ หมวกกันน็อก ฯลฯ

## 6. โพลีสไตรีน (Polystyrene)

### คุณสมบัติ

มีน้ำหนักที่เบาที่สุดในพลาสติกแข็ง มีการหดตัวน้อย มีความคงรูปได้ดีแต่เปราะ สามารถที่จะทำเป็นสีต่างๆได้ เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี ความดูดซึมน้ำต่ำไม่เหมาะสำหรับการใช้ภายนอก ทนความร้อนได้พอสมควร ทนสารเคมีที่ใช้ภายในบ้านได้

### ประโยชน์

ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส กล่องบรรจุของใช้อื่นๆ ทำของเล่น ถังบรรจุน้ำดื่ม ใช้ในการผลิตโฟมเป็นฉนวนกันความร้อนแลเสียงได้

## 7. เอบีเอส (ABS)

### คุณสมบัติ

พลาสติกชนิดนี้สามารถที่จะรับแรงกระแทกได้ดีมาก ทนความร้อนได้ถึง 212 องศาฟาเรนไฮด์ ทนกรดทนด่างได้ดีพอสมควร สามารถนำไปชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าได้ดี เช่น การชุบโครเมียมป้ายชื่อรถยนต์

### ประโยชน์

ใช้ทำหมวกกันน็อก ผนังตู้เย็น ถาดใส่อาหาร ชิ้นส่วนในรถยนต์ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ

## 8. ไวนิล (Vinyl)

### คุณสมบัติ

พลาสติกชนิดนี้มีความเหนียวทนทาน มีทั้งชนิดอ่อนและแข็ง และ โฟม ทนกรดได้บ้าง เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมากทั้งความถี่สูงและต่ำ สามารถทำเป็นสีต่างๆได้ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก

### ประโยชน์

พลาสติกชนิดนี้มีความใสมาก ยึดหยุ่นตัวได้ดี ทั้งยังมีความเกาะแน่นสูง นำไปใช้ทำชั้นกลางของแว่นตา บุเป็นฝ้าเพดานซ่อนไฟ ชนิดที่เป็นโฟม ทำฟองน้ำชนิดดี ใช้กับเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ และยังใช้ในการทำเสื้อกันฝน สายไฟ

## 9. เซลลูโลซิก (Cellulosics)

### คุณสมบัติ

เป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงทนทานมากที่สุดชนิดหนึ่ง ทนความร้อนได้พอสมควร ไม่เหมาะสำหรับการใช้ภายนอกอาคาร เป็นฉนวนไฟฟ้าสามารถทำเป็นสีต่างๆได้ ทนกรดต่างๆได้

### ประโยชน์

ส่วนมากนิยมใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุ นอกจากนั้นยังใช้ทำเทปบันทึกเสียง ฟิล์มภาพยนตร์ อุปกรณ์ไฟฟ้ากรอบแว่นตา สันรองเท้า ปากกา

## 10. โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate)

### คุณสมบัติ

แข็งแรงทนทานดีมาก ทนความร้อนในขณะที่ใช้งานได้ถึง 240 องศาฟาเรนไฮต์ อีกทั้งยังเป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี ทนกรดต่างๆได้ดี

### ประโยชน์

ที่สามารถเห็นกันโดยทั่วไป คือ ขวดนมของเด็กชนิดดี โคมไฟสาธารณะ ช่องมองหมวกนักบิน อวกาศ ค้ามเครื่องมือและอุปกรณ์ชนิดต่างๆ แว่นตากันแดด เครื่องใช้ไฟฟ้า และชิ้นส่วนรถยนต์

### 10.1 ไอโอโนเมอร์ (Ionomer)

#### คุณสมบัติ

เป็นพลาสติกที่มีความใสและเหนียวทนทานได้ทั้งกรดและด่าง ดูดซึมความชื้นได้บ้างเล็กน้อย ไม่มีกลิ่นและรส สามารถที่จะทำเป็นสีต่างๆได้ สามารถเชื่อมติดกันโดยการใช้ความร้อน

#### ประโยชน์

ใช้มากในอุตสาหกรรมบรรจุ และยังนำไปผลิตเป็นตุ๊กตาเด็กเล่น เครื่องมือ ขวดบรรจุของเหลว สายไฟ ท่อแผ่น

### 10.2 โพลีไยไมด์ (Polyimide)

#### คุณสมบัติ

ทนความร้อนได้ดีเยี่ยม สามารถที่จะนำออกไปใช้ภายนอกได้ อีกทั้งยังเป็นฉนวนไฟฟ้าทนแรงเสียดทานได้ดี

#### ประโยชน์

ใช้ทำชิ้นส่วนที่มีการรับน้ำหนักมากทนแรงเสียดทานมากๆ เช่น ใช้เป็นเบรค แหวนรับน้ำหนัก แหวนลูกสูบ ใช้ทำชิ้นส่วนในยานอวกาศ ท่อยาง อุปกรณ์มิเตอร์วัดน้ำ

## 11. โพลีซัลโฟโฟน (Polysulphone)

### คุณสมบัติ

สามารถที่จะทนความร้อนได้สูง และสามารถที่จะคงสภาพทั้งทางด้านกายภาพ และไฟฟ้าได้ในการใช้งานภายใต้อุณหภูมิ -150 ถึง 300 องศาฟาเรนไฮต์ สามารถที่จะทนแรงอัดได้ ทนกรดและสารเคมีต่างๆ ได้ ทนความชื้นและเป็นฉนวนไฟฟ้า

### ประโยชน์

นิยมใช้ทำฝาครอบของเครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ชิ้นส่วนบางชิ้นในรถยนต์ ชิ้นส่วนในเครื่องคอมพิวเตอร์ นิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมการบิน

## 12. เอทิลีนไวนิลอะซิเตท (EVA)

### คุณสมบัติ

มีความยืดหยุ่นตัวสูงจึงนำมาใช้แทนยางธรรมชาติ ทนอุณหภูมิได้ปานกลาง รับแรงกระทบได้ดีมาก

### ประโยชน์

ใช้ทำห้อย่างส่งนม หลอดดูดของเหลว ฝ้ายางในโรงพยาบาล พลาสติกคลุมโรงเพาะชำ ถูมือของเล่นเด็กยางประเภทเป่าลม กาว

## 13. โพลีเอสเตอร์ (Polyester)

### คุณสมบัติ

เหนียว แข็งแรงทนทานมาก ทนความร้อนได้พอสมควร

### ประโยชน์

นิยมใช้ทำชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงในเครื่องจักร และเครื่องใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น กันชน ใช้ทำขวดบรรจุของเหลว เช่น ขวดบรรจุน้ำอัดลม ขวดบรรจุน้ำมันพืช ใช้ทำเชือกและพรม นอกจากนี้ยังใช้ทำฟิล์มถ่ายรูป ฟิล์มภาพยนตร์ ฟิล์มเคลือบรูปที่รู้จักกันในชื่อ ฟิล์มไมลาร์ และเทปบันทึกเสียง

### 3.2 การศึกษาการประกอบและการยึดติดของโครงสร้าง

#### การยึดติดโครงสร้างด้วยหมุดย้ำหรือสลักเกลียว

การต่อโครงสร้างโดยการใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียว เป็นการต่อส่วนโครงสร้างหลายๆส่วนให้ติดต่อกัน เพื่อสามารถที่จะรับแรงได้ตามต้องการ โดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวที่เป็นโลหะทำด้วยวัสดุเหนียวเป็นตัวยึด เพื่อที่จะทำให้ชิ้นงานนั้นติดกัน

#### 1. หมุดย้ำ (Revets)

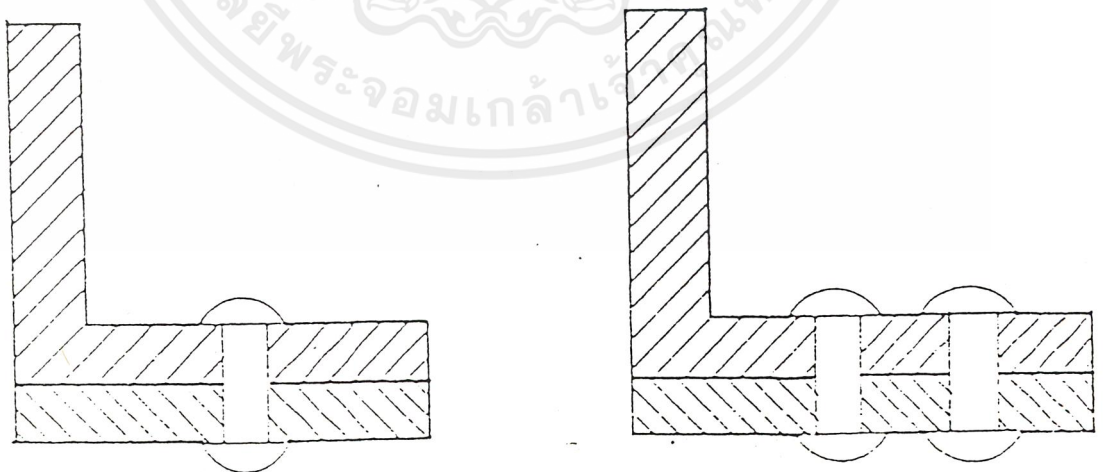
หมุดย้ำที่ใช้ตามมาตรฐานอเมริกาจะเป็นชนิด ASTM A14 และ A502-1 ซึ่งใช้ในการต่อสิ่งที่ทำด้วยเหล็กกล้าที่มีกำลังจุดลากสูง ขนาดของหมุดย้ำมีตั้งแต่ 12 มม. ถึง 36 มม. โดยมีขนาดของรูเจาะที่ใหญ่กว่าขนาดของหมุดย้ำ ประมาณ 3 มม.

ชนิดของการต่อ การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำ สามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

#### 1. การต่อทาบ

การต่อทาบ เป็นการเอาแผ่น โลหะแผ่นหนึ่งวางซ้อนทับอีกแผ่นหนึ่งแล้วเจาะรูใส่หมุดย้ำให้ยึดติดกัน การต่อแบบนี้อาจใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวแถวเดียวหรือมากกว่า ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของงานและแรงกระทำ

ภาพที่ 21  
แสดงภาพรูปแบบการต่อหมุดย้ำ

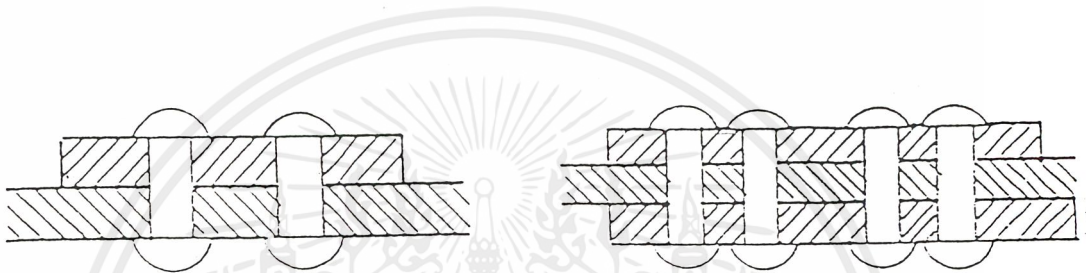


## 2. การต่อใช้แผ่นประกบ

การต่อใช้แผ่นประกบ เป็นการเอาแผ่นโลหะ 2 แผ่น ที่จะทำการต่อกันมาวางชนกันและใช้แผ่นเหล็กประกบกับโลหะที่จะต่อและทำการเจาะรูใส่หมุดย้ำหรือสลักเกลียวให้ยึดติดกัน

ภาพที่ 22

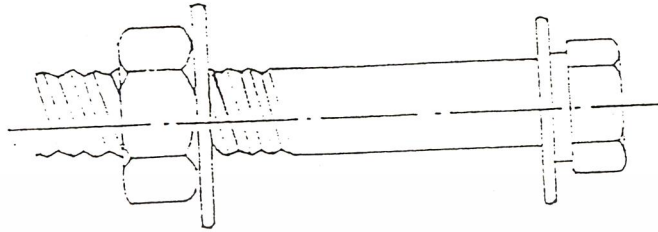
แสดงภาพการต่อแบบทาบ



## 2. สลักเกลียว (Bolts)

บางครั้งการต่อ โครงสร้างที่เป็นเหล็ก อาจใช้สลักเกลียวแทนหมุดย้ำได้ สลักเกลียวที่ใช้มีทั้งแบบสลักเกลียวแบบธรรมดาและสลักเกลียวกำลังสูง สลักเกลียวแบบธรรมดาได้แก่ สลักเกลียวที่ทำจากเหล็กคาร์บอนต่ำ ที่มีกำลังต้านทานน้อยกว่าหมุดย้ำ ส่วนสลักเกลียวกำลังสูง ทำจาก เหล็กกล้าชุบแข็ง มีกำลังแรงดึงสูงกว่าสลักเกลียวธรรมดา

ภาพที่ 23  
แสดงภาพของสลักเกลียว



การยึดด้วยสลกรู

การยึดชิ้นส่วน ส่วนใหญ่มักใช้สลกรูเป็นตัวยึด เพราะสามารถที่จะทำการถอดออกได้ง่าย สลกรูที่ใช้จะแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ

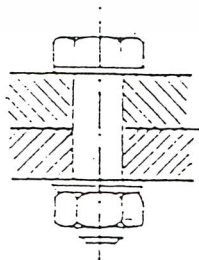
- สลกรูยึดแบบรื้อย
- สลกรูยึดแบบฝังในชิ้นงาน
- สลกรูยึดแบบสลักฝัง

สลกรูยึดแบบรื้อย

สลกรูยึดแบบรื้อย จะมีการวัดกคชิ้นงานให้แน่นเข้าด้วยกัน จากการขันหัวสลกรูแน่นอัด

ภาพที่ 24

แสดงการยึดสลกรูแบบรื้อย



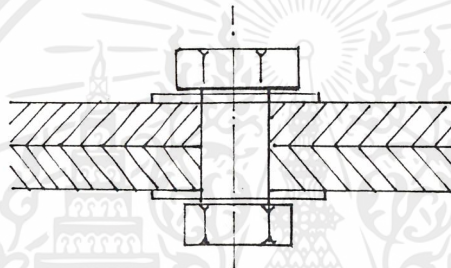
### การยึดและการยึดพลาสติกด้วยสกรู

สกรู ข้อต่อยึดลักษณะต่างๆ จะทำการผลิตด้วย พลาสติกโพลีเอไมด์ ส่วนเคียวและสแนบ นั้นจะผลิตด้วยพลาสติกเช่นกัน การยึดนี้ส่วนใหญ่จะทำการยึดพลาสติกชนิดที่ไม่กักความร้อนต่อข้อต่อต่างๆ

การยึดพลาสติกเข้าด้วยกันหรือยึดเข้ากับวัสดุอื่น ควรจะใช้หมุดที่มีความอ่อน เช่น ทองแดง ทองเหลือง และอลูมิเนียม

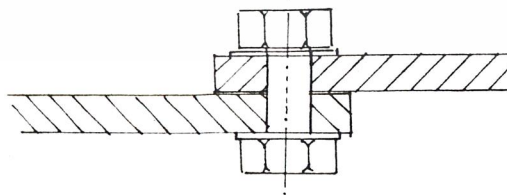
### ภาพที่ 27

แสดงการยึดชิ้นงานด้วยสกรูจะต้องมีแหวนรองขนาดโตเสมอ



### ภาพที่ 28

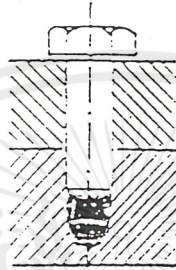
แสดงการยึดชิ้นงานที่เป็นพลาสติกกับชิ้นงานที่เป็นโลหะ



สกรูยึดแบบฝังชิ้นงาน  
สกรูยึดแบบฝังชิ้นงาน จะมีการขันสกรูเข้าไปฝังในชิ้นงาน เพื่อให้สามารถที่จะยึดชิ้นงานได้อีก

ภาพที่ 29

แสดงภาพการยึดสกรูแบบฝังในชิ้นงาน

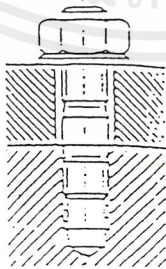


สกรูยึดแบบสลักฝัง

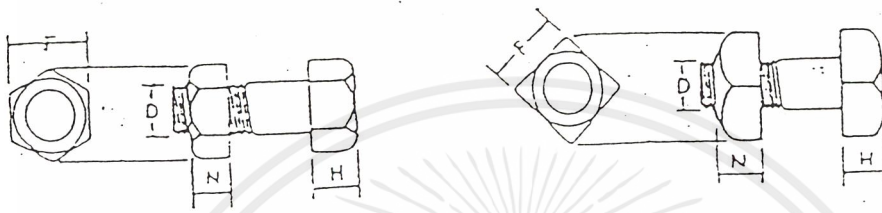
สกรูแบบสลักฝัง จะมีเนื้อต่ออยู่ที่ปลายสลักเกลียว

ภาพที่ 30

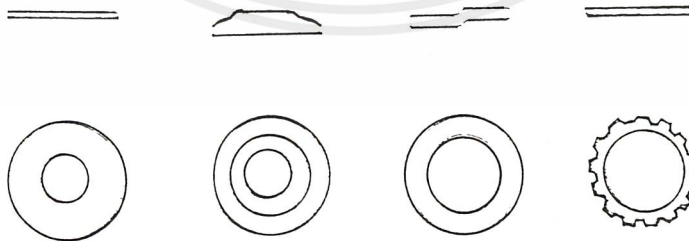
แสดงภาพการยึดสกรูแบบสลักฝัง



ภาพที่ 31  
สลักเกลียวและแป้นเกลียว



ภาพที่ 32  
วงแหวนชนิดต่างๆ



## 2. การเชื่อม (Welding)

การเชื่อม เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยการให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานจนเกิดการหลอมละลายติดกันหรือเติมลวดเชื่อม นอกจากนี้อาจใช้แรงอัดเข้าแบบของการเชื่อม ถ้าเรียกตามลักษณะที่เชื่อม จะมีแบบราบแนวระดับ และแนวตั้ง โดยมากจะเลือกการเชื่อมแบบแนวราบ

ชนิดของการเชื่อมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

### 1. การเชื่อมต่อแบบชน (Butt welding)

เป็นการเชื่อมแบบปลายต่อปลายชนกัน ซึ่งงานเชื่อมแบบนี้จะใช้สำหรับงานรับแรงดึง หรือแรงอัดโดยตรง

### 2. การเชื่อมต่อแบบต่อทาบ (Fillet weld)

เป็นการเชื่อมแผ่นเหล็กที่ตั้งฉากกันหรือซ้อนกัน การเชื่อมชนิดนี้เหล็กที่เป็นตัวเชื่อมจะสามารถรับแรงดึงและแรงเฉือนได้ดี

### 3. การบัดกรีอ่อน (Soldering)

เป็นกรรมวิธีที่ต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยให้ความร้อนวัสดุชิ้นงานสูงกว่า 700 องศาฟาเรนไฮต์ และวัสดุเติมจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าชิ้นงาน

### 4. การบัดกรีแข็ง (Brazing)

เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานสูงกว่า 800 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ไม่ถึงกับวัสดุชิ้นงานนั้นหลอมละลายแล้วเติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลงไปนั้นจะเข้าไปในช่องว่างของรอยต่อเพื่อยึดชิ้นงานให้ติดกัน

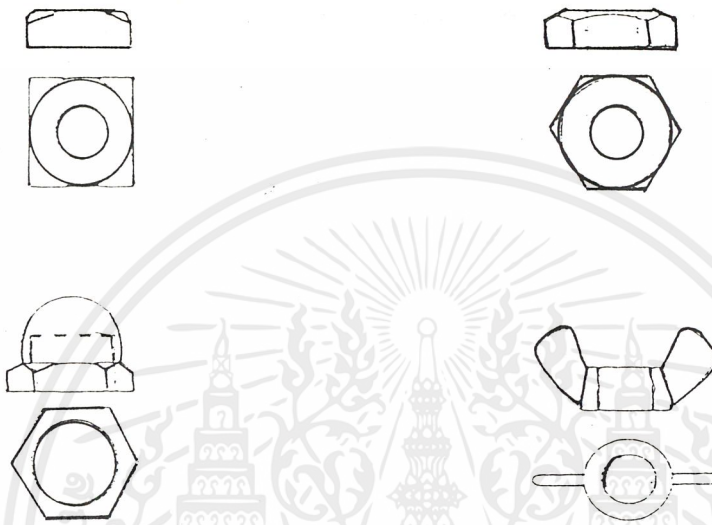
### 5. การใช้แรงอัดผงติดกัน (Sintering)

เป็นกรรมวิธีการทำให้ติดกันโดยการทำให้วัสดุเป็นผงก่อน แล่นำมาอัดยึดติดกัน อาจใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ก็ได้ หากใช้ความร้อนอุณหภูมิจะต้องต่ำกว่าจุดหลอมของวัสดุชิ้นนั้น ๆ

### 6. การอัดยึด (Pressing)

เป็นกรรมวิธีการอัดชิ้นงานให้ยึดติดกัน เช่น การอัดสวมเพลลาแกน เป็นต้น การอัดนี้สามารถอัดให้ติดกันอย่างถาวรหรือสามารถอัดแล้วถอดออกจากกันได้

ภาพที่ 33  
ลักษณะต่างๆของแป้นเกลียว



### 7. การใช้กาวยึดเหนี่ยว (Adhesive Joining)

เป็นกรรมวิธีหรือการยึดต่อวัสดุชิ้นงานให้ติดกันโดยการใช้กาว เช่นกาวสังเคราะห์ที่ใช้ภายในและภายนอกเป็นต้น

### 3.3 การศึกษาถึงลักษณะกรรมวิธีการผลิตของวัสดุ

#### กรรมวิธีการผลิตพลาสติกในระบบอุตสาหกรรม (Process Of Plastic Industry)

#### 3.3.1 ประเภทของการหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยการใช้ความร้อนและแรงดันในแม่แบบ

แบบ

#### 1. แบบฉีด (Injection Molding)

กรรมวิธีแบบฉีดเป็นกรรมวิธีที่ออกแบบเพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะ ผลิตได้เป็นปริมาณมากและรวดเร็ว

#### ชนิดของพลาสติก

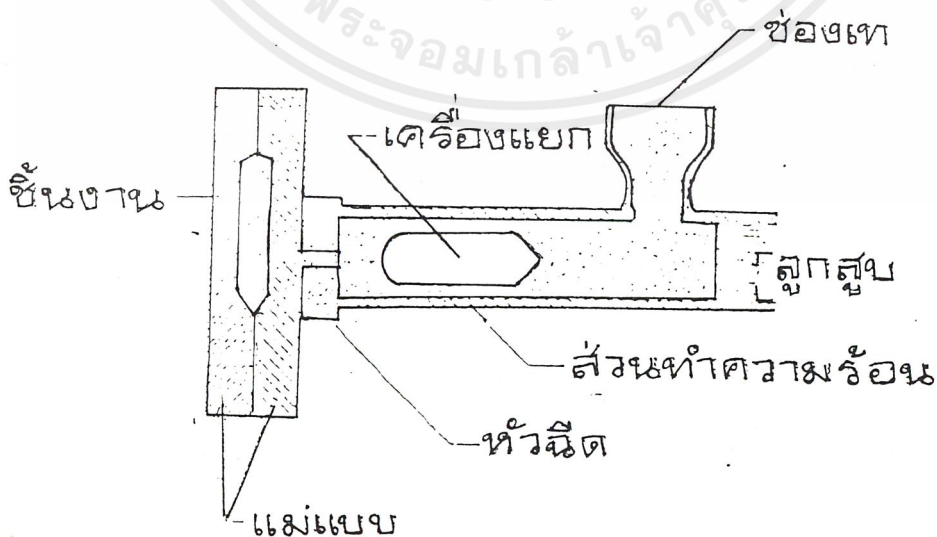
ใช้พลาสติกพวกเทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิด เช่น โพลีเอไมด์ โพลีโพรพิลีน โพลีสไตรีน ฯลฯ

#### ชนิดของผลิตภัณฑ์

ใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างกว้างขวางเกือบทุกประเภท วิธีสังเกตง่าย ๆ สำหรับพลาสติกที่ใช้กรรมวิธีชนิดนี้ คือ ให้ดูรอยกลมมนที่ด้านล่าง หรือ ส่วนที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเป็นรอยที่พลาสติกเหลว ถูกอัดเข้าในแบบ

ภาพที่ 34

ลักษณะการฉีดแบบ Injection Molding



## 2. แบบอัด (Compression Molding)

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้เป็นแบบที่ง่ายและธรรมดาที่สุด ผลิตได้ไม่รวดเร็วนัก พลาสติกที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเทอร์โมเซตติง ไม่นิยมใช้ชนิดเม็ดเพราะหลอมละลายช้ากว่า

## 3. แบบอัดส่ง (Transfer Molding)

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ดัดแปลงมาจากแบบอัดแต่ยุ่งยากกว่า ใช้หล่อชิ้นงานที่มีส่วนของโลหะแทรกอยู่ เช่น หัวครอบงานจ่ายในรถยนต์ ฯลฯ พลาสติกที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นพลาสติกจำพวก เทอร์โมเซตติงชนิดผง

## 4. แบบรีด (Extrusion)

เป็นแบบสำหรับผลิตชิ้นงานที่มีความยาวไม่มีที่สิ้นสุด เช่น สายไฟ ท่อยาง ถุงพลาสติก รวมทั้งชิ้นงานที่เป็นแผ่นบาง เช่น ฝ้ายางพลาสติก เป็นต้น กรรมวิธีนี้มีความคล้ายแบบฉีด แต่ผลิตชิ้นงานได้จำนวนมากกว่าในเวลาเท่ากัน

ชนิดของพลาสติกที่นำมาผลิตในขั้นตอนนี้จะเป็พลาสติกพวก เทอร์โมพลาสติก เช่น อะคริลิก ไนลอน โพลีไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น

ชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น สายไฟ ท่อพลาสติก สายเบ็ดตกปลาไนลอน ถุงพลาสติก พลาสติกแผ่น ฯลฯ

## 5. แบบเป่า (Blow Molding)

กรรมวิธีการผลิตนี้ผิดไปจากแบบอื่นในประเภทเดียวกัน คือ ไม่หล่อชิ้นงานจากพลาสติกที่หลอมละลายในแม่แบบปิด แต่ได้ดัดแปลงจากแบบรีด โดยทำการรีดพลาสติกหลอมละลายให้ย่อยลงมาเป็นท่อเข้าในแม่แบบตอนล่าง แม่แบบจะปิดพร้อมทั้งปิดหลายท่อให้ติดกัน ปลายท่อที่เปิดอยู่อีกด้านหนึ่งจะถูกอัดอากาศเข้าไป ท่อพลาสติกซึ่งยังอ่อนตัวอยู่จะถูกอากาศอัดเข้าไปแนบกับแม่แบบ ได้รูปร่างของชิ้นงานตามที่ต้องการ

## 6. แบบลูกกลิ้ง (Calendering)

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ได้ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตแผ่นยางธรรมชาติ พลาสติกที่ใช้ในการผลิตในระบบนี้ส่วนมากจะเป็นเทอร์โมพลาสติกชนิดกึ่งเหลว

## 7. แบบอัดแผ่น (Laminating)

โดยทั่วไปแบบอัดแผ่น หมายถึง การยึดติดวัสดุ สอง แผ่นหรือมากกว่านั้นเข้าด้วยกัน เช่น ไม้อัด สำหรับกรรมวิธีการผลิตพลาสติก หมายถึง การยึดติดของชั้นวัสดุผสมหรือวัสดุเสริมกำลัง เข้าด้วยกัน โดยการใช้ความร้อนและแรงอัด ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบนี้แบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ เช่น

- 7.1 ชนิดอัดแรงต่ำ (Low - Pressure)
- 7.2 ชนิดอัดแรงสูง (high-pressures)

## 8. แบบอัดเย็น (Cold Molding)

เป็นกรรมวิธีที่ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีในระบบอุตสาหกรรม เครื่องปั้นดินเผาใช้เพียงแรงอัดอย่างเดียว ไม่ใช้ความร้อนหลอมละลาย กรรมวิธีโดยทั่วไปเหมือนกับแบบอัด แต่ทำได้เร็วกว่า เพราะไม่ต้องรอให้หลอมละลายก่อน เมื่ออัดเป็นก้อนแล้วจึงนำไปเข้าเตาอบในปริมาณมากพร้อมๆ กันครั้งหนึ่ง

### 3.3.2 ประเภทการหล่อพลาสติกเหลว

#### แบบหล่อเย็น (Simple Casting)

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ใช้กับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่อยู่ในมีลักษณะกลาง เช่น ลูกฟุตบอล และถุงมือพลาสติก หลักการของกรรมวิธีนี้ คือ เทพลาสติกเหลวในแม่แบบที่ร้อน หรือจุ่มแม่แบบที่ร้อนลงในพลาสติกเหลว พลาสติกจะเกาะติดกับผิวของแม่แบบที่ร้อน ยิ่งถ้าปล่อยให้เวลานานพลาสติกจะเกาะหนาขึ้นเรื่อยๆ แล้วนำพลาสติกไปเข้าเตาอบ

กรรมวิธีการหล่อร้อนยังแบ่งตามลักษณะการผลิตได้ 3 ชนิด คือ

1. ชนิดจุ่ม
2. ชนิดเท
3. ชนิดเหวี่ยง

### 3.3.3 ประเภทขึ้นรูปพลาสติกแผ่น

กรรมวิธีการผลิตประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น เป็นกรรมวิธีเพียงนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรม เครื่องมือเครื่องใช้ก็มีความแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของการใช้งาน แต่มีหลักการใหญ่ๆ คล้ายกัน คือ นำแผ่นเทอร์โมพลาสติกไปลงไฟให้ร้อนแล้วนำไปอัดขึ้นรูปแล้วทำให้เย็น แผ่นพลาสติกจะคงรูปตามแม่แบบที่อัด ได้ชิ้นงานตามที่ต้องการชนิดของพลาสติกที่นำมาผลิตก็เป็นพวกเทอร์โมพลาสติกแผ่นทุกชนิด

## สรุปกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

กรรมวิธีการผลิตพลาสติก ที่อาจนำมาใช้ทำการผลิต ชุดสัญญาณป้ายแนะนำ สามารถแยกได้ดังนี้

1. แบบฉีด เป็นการออกแบบเพื่อใช้กับ เทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะ ผลิตได้เป็นจำนวนมากและรวดเร็ว เมื่อทำการผลิตเป็นจำนวนมากต้นทุนจะต่ำสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีความละเอียดซับซ้อนได้ดี

2. แบบอัด เป็นวิธีที่ง่ายและธรรมดาที่สุด ผลิตได้ช้า ส่วนมากใช้พลาสติกจำพวก เทอร์โมเซตติง เพราะหลอมละลายช้า

3. แบบเป่า คัดแปลงมาจากแบบรีด โดยรีดพลาสติกหลอมละลายให้ย่อยลงมาเป็นท่อเข้าไปในแบบตอนล่าง ปลายท่ออีกข้างจะถูกอัดอากาศเข้าไป ท่อพลาสติกที่ยังอ่อนตัวอยู่จะถูกอากาศอัดให้แนบติดกับแบบได้รูปร่างตามต้องการ

4. แบบอัดแผ่น โดยการยืดคัตชั้นของวัสดุผสมหรือเสริมกำลังเข้าไปด้วย โดยการใช้ความร้อนและแรงอัด

5. แบบอัดเย็น ใช้เพียงแรงอัดอย่างเดียว ไม่ใช้ความร้อนทำให้หลอมละลาย กรรมวิธีทั่วไปเหมือนแบบอัด แต่ทำได้เร็วกว่า เพราะไม่ต้องรอหลอมละลาย เมื่ออัดเข้าเป็นก้อนแล้วจึงเข้าเตาอบ

## 4. การศึกษาถึงระบบไฟฟ้าในเครื่องสัญญาณควบคุมการจราจร

### 4.1 ระบบไฟฟ้า

ไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ ไฟฟ้าสถิตและไฟฟ้ากระแส ไฟฟ้าที่นำมาเป็นประโยชน์ในการใช้งาน คือ ไฟฟ้ากระแส ซึ่งสามารถแบ่งออกได้อีกเป็น 2 ชนิด คือ

#### 1. ไฟฟ้ากระแสตรง ( Direct Current)

เป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ ของกระแสไฟฟ้าในทิศทางเดียวกัน พลังงานที่ได้จะได้จากพลังงานเคมี หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

#### 2. ไฟฟ้ากระแสสลับ(Alternation Current)

ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสไม่แน่นอนจะมีค่าการเปลี่ยนแปลงทั้งค่าบวกและค่าลบ ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า(Generator)

ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านพักอาศัย สถานที่ประกอบการต่างๆ โดยปกติจะใช้แรงเคลื่อน 220 โวลต์ สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอาจจะใช้ระบบ 380 โวลต์

## การให้แสงสว่าง

การให้ความสว่างแก่ป้ายจราจรอาจทำได้ 3 วิธี คือ

1. ให้แสงสว่างจากด้านหลังป้าย โดยให้แสงสว่างผ่านเฉพาะเครื่องหมายสัญลักษณ์ ตัวเลข ตัวอักษร หรือผ่านเฉพาะพื้นป้าย หรือทั้ง 2 ประการ โดยผ่านวัสดุโปร่งแสง
2. ติดไฟส่องสว่างข้างหน้าป้าย โดยมีความสว่างสม่ำเสมอทั้งป้าย
3. ใช้หลอดไฟฟ้าทำเป็นรูปเครื่องหมาย สัญลักษณ์ ตัวอักษร ตัวเลข ให้สามารถเห็นได้ชัดเจนเวลากลางคืน การให้ความสว่างแก่ป้ายจะต้องให้ป้ายมีสีเหมือนเดิม

## 4.2 อุปกรณ์ส่องสว่าง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างทางโดยทั่วไปมีดังนี้

### ไฟกระพริบ

ไฟกระพริบสีเหลืองแบบกระต๊อใช้แบตเตอรี่แห้ง มีอัตราการกระพริบ 50-60 ครั้งต่อนาที การจุดสว่างประมาณ  $1/3 - 1/2$  ของเวลาที่ใช้ ความสว่างของไฟสามารถมองเห็นได้ในระยะอย่างน้อย 500 เมตร

### ไฟส่องป้ายจราจร

โดยปกติป้ายจราจรควรใช้แบบสะท้อนแสงอยู่แล้วแต่ถ้าการก่อสร้างอยู่บริเวณทางโค้งแสงไฟรถก็ไม่สามารถที่จะส่องให้เห็นป้ายได้ในระยะไกลพอ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการส่องป้ายจราจรด้วย

### แสงสว่างแรงสูง

งานก่อสร้างที่ทำงานในเวลากลางคืน จำเป็นจะต้องใช้แสงสว่างแรงสูง เพื่อให้คนงานปฏิบัติงานได้ และยังต้องใช้แสงสว่างส่องไปยังจุดกึ่งกลางหรือจุดอันตราย

ในการติดตั้งแสงสว่างแรงสูงนี้จะต้องมีความระมัดระวังคือ จะต้องไม่ให้แสงสว่างส่องคนขับรถจนเกิดตาพร่ามัวได้

### แสงสว่างแรงต่ำ

แสงสว่างแรงต่ำในที่นี้ หมายถึง การใช้หลอดไฟฟ้าแรงต่ำสีเหลืองหลายๆ ดวงคิดเป็นแนว โดยทั่วไปให้ใช้แสงสว่างแรงต่ำเมื่อต้องการใช้แสงสว่างทำหน้าที่เป็นเครื่องหมายนำทางผ่านเขตก่อสร้าง เช่น ขอบสะพานที่ยังไม่มีขอบกั้น

แสงสว่างแรงต่ำไม่ได้ใช้ส่องให้เห็นวัตถุอื่น แต่ใช้ให้ผู้ขับรถเห็นตัวดวงไฟเอง จึงไม่จำเป็นต้องสว่างมากนัก

### โคมไฟและตะเกียง

โคมไฟและตะเกียงหมายถึง แสงสว่างจากการเผาไหม้ เช่น ตะเกียงรั้ว เป็นต้น โดยทั่วไปให้ใช้แทนอุปกรณ์การส่องสว่างอื่นๆ เมื่อไม่สามารถที่จะจัดหาอุปกรณ์เหล่านั้นได้

## การให้แสงสว่างและการใช้วัสดุสะท้อนแสงบนป้ายจราจร

ป้ายจราจรทุกป้ายที่ต้องการใช้ให้ได้ผลในที่ที่มีแสงสว่างน้อย จะต้องใช้วัสดุสะท้อนแสงในการทำป้าย หรือโดยใช้แสงสว่างส่องบนป้าย สำหรับป้ายแขวนสูง ถ้าปรากฏว่าการสะท้อนแสงเนื่องจากไฟหน้ารถยนต์ไม่เพียงพอ ก็ให้ใช้แสงสว่างส่องป้าย

### การให้แสงสว่างแก่ป้าย

การมองเห็นป้ายได้ชัดเจนจะขึ้นอยู่กับแสงสว่าง 2 ชนิด คือ

1. แสงธรรมชาติ ได้แก่ แสงอาทิตย์ ซึ่งจะได้เฉพาะเวลากลางวันเท่านั้น
2. แสงประดิษฐ์ ได้แก่ แสงจากหลอดไฟชนิดต่างๆ

## 4.3 อุปกรณ์และวัสดุที่มีความเกี่ยวข้องในการให้แสงสว่าง

### 4.3.1 สายไฟ

สายไฟ คือ สื่อนำกำลังงานไฟฟ้า จากจุดแหล่งจ่ายไฟ ไปยังจุดที่ต้องการใช้ไฟในระบบไฟฟ้า ลักษณะสำคัญของไฟฟ้านั้นจะดูที่ความสามารถที่ยอมให้กระแสไฟไหลได้สูงขงสุดเท่าไร ชนิดของฉนวนและส่วนที่หุ้ม ประเภทการใช้งาน สภาพแข็งแรงทางกล

ปกติวิธีที่จะทำการต่อสายไฟหรือสายเคเบิล คูที่จำนวนและขนาดของโลหะตัวนำชนิดของฉนวน ประเภทที่ใช้งานและขนาดของแรงดันที่สายไฟฟ้าทนได้ ชนิดของโลหะตัวนำแบบบอบแล้วหรือรีดแข็ง หรือนำมาชุบดินบุกอีกครั้ง ชนิดสายไฟสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดไม่มีฉนวนห่อหุ้มภายนอก (BARE WIRE) หรือสายเปลือย สายเปลือยจะกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าสายหุ้มฉนวนซึ่งมีขนาดและพื้นที่หน้าตัดเกือบเท่าตัว เพราะการไว้ในที่สูงลมโกรกเสมอไม่ร้อนใช้ในการจ่ายกระแสไฟฟ้าแรงสูงหรือเดินภายนอกอาคาร

2. สายที่มีฉนวนหุ้ม (INSULATED WIRE) ใช้ตามบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม วงจรอิเล็กทรอนิกส์ โทรนิค วงจรสื่อสารคมนาคม เพราะให้ความปลอดภัย สามารถป้องกันความชื้นและความร้อนได้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ประเภท คือ

- 2.1 สายหุ้มยาง เป็นสายไฟที่หุ้มยาง มีทั้งแบบธรรมดา และทนความร้อน อายุการใช้งานสั้น เมื่อใช้ไปนานๆ จะมีการเปื่อยและเสื่อมคุณภาพ ปัจจุบัน ไม่นิยมใช้
- 2.2 สายหุ้มด้วยล็ก ลักษณะเหมือนกับสายไฟประเภทหุ้มยาง แต่ภายนอกมี ล็กหุ้มห่อหุ้ม ไว้อีกชั้นหนึ่งหรือมากกว่า ใช้กับเตารีดและเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ความร้อน
- 2.3 สายหุ้มพีวีซี เป็นสายไฟที่มีความทนต่อสภาพอากาศ ไม่ติดไฟ ทนความร้อนได้ดี มีความเหนียวไม่เปื่อยง่าย ใช้เดินภายในอาคาร

- 2.4 สายหุ้มพลาสติกธรรมดา เป็นสายไฟแบบอ่อน เป็นสายไม่ถาวร ติดไฟง่าย
- 2.5 สายอินามอลหรือสายเคลือบน้ำยา เป็นสายไฟเปลือยเคลือบน้ำยาเคมี ใช้พันคดลวด ไคนาโมมอเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น
- 2.6 สายที่ใช้เลือกเป็นโลหะในการหุ้ม ใช้ในการฝังกำแพง หรือฝังดิน มีราคาสูง

ลักษณะตัวนำไฟฟ้ามีอยู่ 2 แบบ คือ

- แบบโซลิด(SOLID) คือ มีลวดตัวนำเพียงเส้นเดียว
- แบบสะแตรน(STRANDED) คือ ประกอบด้วยตัวนำเส้นเล็กๆ หลายเส้นที่มัดเข้าด้วยกันหักยาก แต่จะมีราคาแพง

ระบบไฟฟ้าแรงดันปานกลาง ที่นิยมใช้กันอยู่มีอยู่ 3 ระบบ คือ

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

แบบที่ 2 และแบบที่ 3 จะใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนระบบที่ 1 ใช้ในอาคารบ้านพักและกิจการต่างๆ

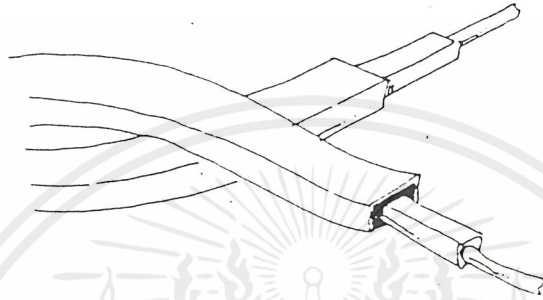
การต่างๆ

ลักษณะของสายไฟที่ใช้ตามบ้านทั่วไป

ลักษณะของคองโคมเป็นสายแบบย่อยๆ หลายๆเส้น เพื่อต้องการให้ยึดหยุ่นอ่อนตัวได้ง่าย ใช้ฉนวนจำพวก เทอร์โมพลาสติกหุ้ม

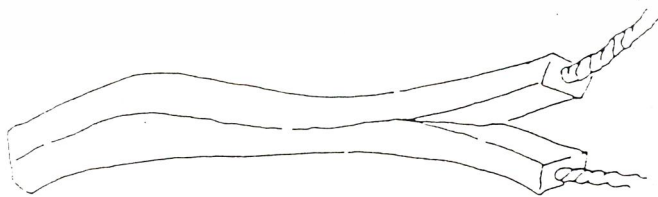
ภาพที่ 35

แสดงสายไฟสำหรับดวงโคม แบบแบน



ภาพที่ 36

แสดงสายไฟสำหรับดวงโคม แบบเกลียว



สายไฟสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ความร้อน เช่น เตารีด เครื่องปิ้งขนมปัง มักจะมีแอสเบสตอสหุ้มรอบๆ ภายนอกของสายจะมีฉนวนหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง

ภาพที่ 37

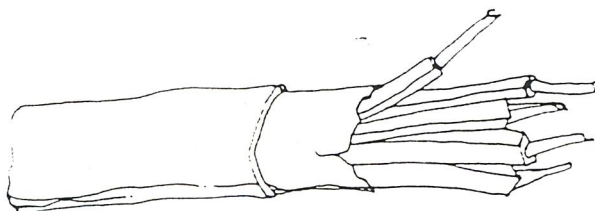
แสดงสายไฟสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทใช้ความร้อน



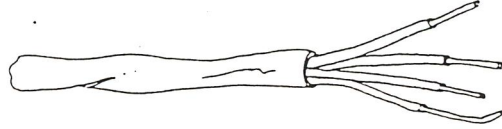
สายไฟสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทให้กำลังงาน เป็นสายอ่อนที่นำต่อใช้พวกมอเตอร์ขนาด ใหญ่ ซึ่งใช้งานหนักและสามารถรับกระแสไฟได้มาก จะมีลักษณะขนาดใหญ่ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความร้อน

ภาพที่ 38

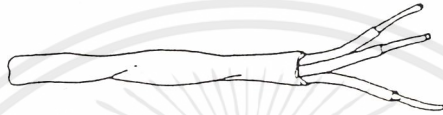
แสดงสายไฟสำหรับเครื่องกลหนัก



ภาพที่ 39  
สายไฟแบบอื่นๆ ที่ใช้กันทั่วไป



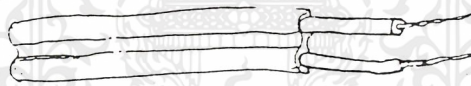
สายควบคุมอุณหภูมิชนิด 4 แฉบ



สายควบคุมอุณหภูมิชนิด 3 แฉบ



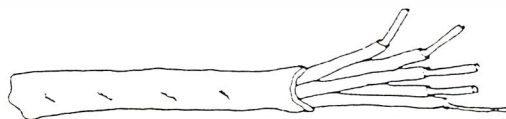
สายควบคุมอุณหภูมิชนิด 2 แฉบ



สายสำหรับ T.V.



สายสำหรับ T.V.



สายโทรศัพท์



สายไมโครไฟเบอร์

## ภาพที่ 40

แสดงสายไฟที่ใช้งานประเภทต่างๆ



สายลำโพง

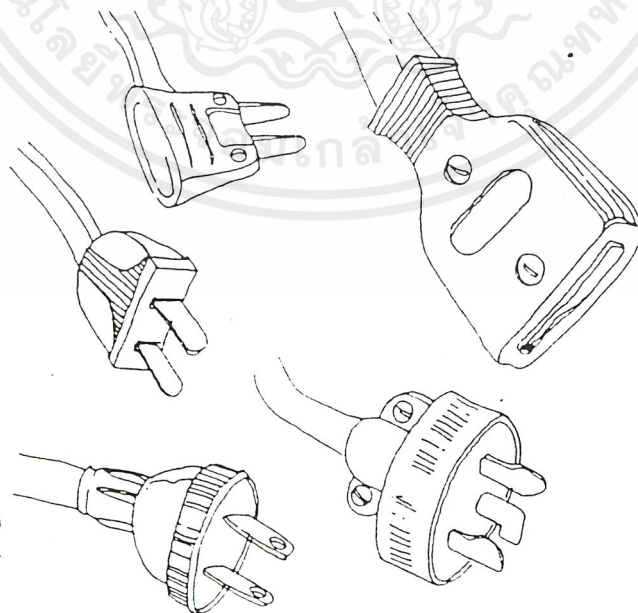


สายเอาออบ

หมายเหตุ : การเลือกใช้สายไฟชนิดใด ประเภทใด จะต้องพิจารณาให้มีความเหมาะสมกับสภาพเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นด้วย โดยที่จะต้องคำนึงเกี่ยวกับสายแรงดันเท่าใด กระแสไฟฟ้าเท่าใดรวมถึงสภาพอากาศด้วย




## ภาพที่ 41

แสดงปลั๊กใช้งานแบบต่างๆ

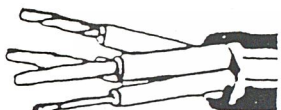
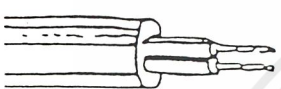
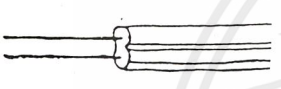




## ตารางที่ 6.

## แสดงชนิดของสายไฟเกลียวและการใช้งาน

	Type Letter	Voltage Rating	Max. Conductor Temp.	Standard	ใช้กับงาน
	HV	250v	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับงานทั่วไป ในที่แห้งและที่เปียก
	HIV		75°C		
	TW	750v	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับงานทั่วไป ในที่แห้งและที่เปียก
	THW		75°C		
	VAF	250v	60°C	TIS 11-2518	ใช้เดินเกาะผนัง
	HVAF		75°C		
	VAF-G	250	60°C	TIS 11-2518	ใช้เดินเกาะผนัง และมีระบบกราวด์
	HVAF-G		75°C		
	VVF	750v	60°C	TIS 11-2518	ใช้เดินเกาะผนัง
	Type B		75°C		
	NM	750v	60°C	TIS 11-2518	ใช้เดินเกาะผนัง และมีระบบกราวด์
	Type B-C		75°C		
	NYY	750v	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับงานฝังดิน ไม่ร้อยท่อ
	Type C		75°C		
	NYY-N	750	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับงานฝังดินหรือ งานไม่ร้อยท่อใน ระบบ 3 เฟส 4 สาย
	Type C-N		75°C		
	NYY-G	750v	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับงานฝังดินหรือ งานไม่ร้อยท่อพร้อม ระบบกราวด์
	Type C-G		75°C		
	VCT	750v	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ เคลื่อนไหว
	HVCT		75°C		

**ตารางที่ (ต่อ)**  
**แสดงชนิดของสายไฟเกลียวและการใช้งาน**

	Type Letter	Voltage Rating	Max. Conductor Temp.	Standard	ใช้กับงาน
	VCT-G	750v	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เคลื่อนไหวยพร้อมระบบกราวด์
	HVCT-G		75°C		
	VAFF	250v	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เคลื่อนไหวย
	HVAFF		75°C		
	VFF	250v	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับเครื่องใช้เล็กๆ
	HVFF		75°C		
	VFF-G	250	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับเครื่องใช้เล็กๆพร้อมทั้งระบบกราวด์
	HVFF-G		75°C		
	VTF	250v	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับอุปกรณ์เครื่องใช้เล็กๆ
	HVTF		75°C		

#### 4.3.2 หลอดไฟฟ้า

ในการทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลได้มีการสรุปชนิดของการใช้หลอดไฟที่จะทำการให้แสงสว่างแก่ป้ายสัญลักษณ์มีอยู่ 2 ประเภท คือ

##### 1. หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP)<sup>1</sup>

แสงที่ได้จากหลอดไส้ได้มาจากความร้อนเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดที่ทำด้วยทังสเตน สาเหตุที่ใช้ไส้หลอดจากทังสเตนเนื่องจากทังสเตนมีจุดหลอมเหลวที่ต่ำ การระเหิดต่ำ มีความแข็งแรงและสามารถนำไฟฟ้าได้ดี หลอดไส้ยังแบ่งออกได้ เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 หลอดไส้ธรรมดา หลอดไส้ธรรมดามีความสามารถในการเปล่งแสงของไส้หลอดนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของไส้หลอด อุณหภูมิยิ่งสูงไส้หลอดสามารถเปล่งแสงในช่วงที่ตามองเห็นได้มากขึ้น ลักษณะของหลอดไส้นั้นมีตั้งแต่เป็นเส้นตรง ขดลวด เป็นแผ่น แต่อย่างไรก็ตามแบบขดลวดนั้นให้ประสิทธิภาพสูงสุด ภายในกระเปาะจะเป็นสุญญากาศ แต่ถ้าเป็นหลอด 40 w หรือสูงกว่าจะเป็นหลอดบรรจุก๊าซ ได้แก่ ก๊าซอาร์กอนและไนโตรเจน เพื่อลดการระเหยของไส้หลอด กระเปาะแก้วที่ใช้ใน

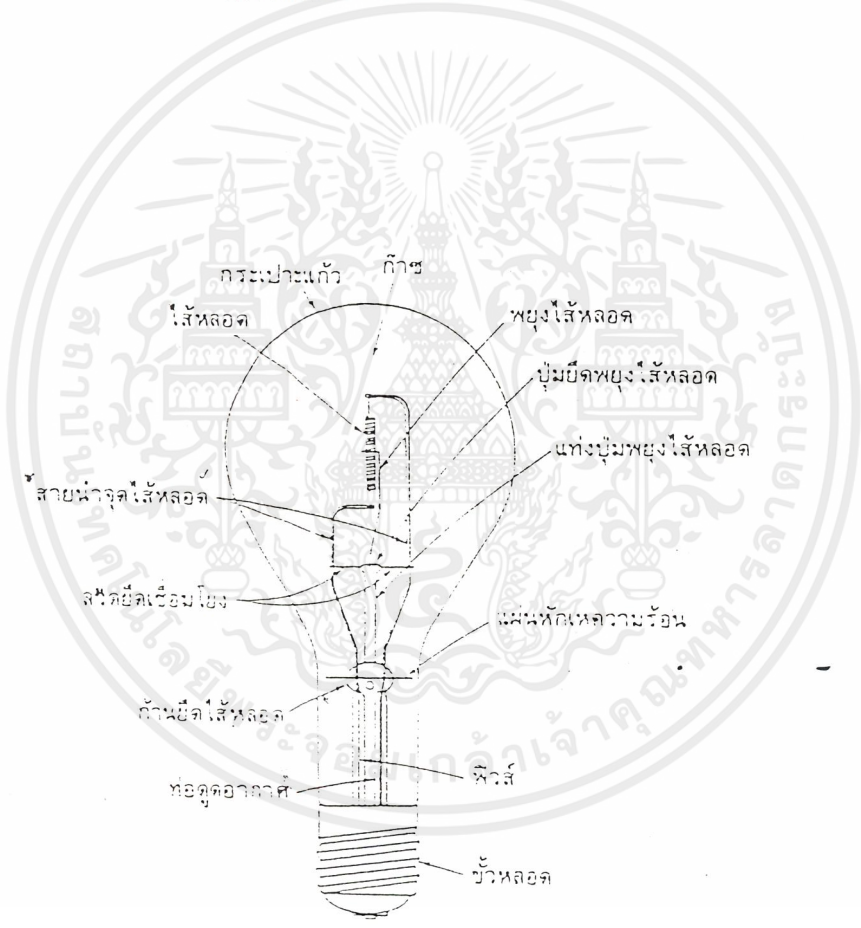
<sup>1</sup> ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช.การออกแบบแสงสว่าง.(กรุงเทพฯ : บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด,2521),หน้า47-58

ปัจจุบันนี้ได้รับการพัฒนาจากกระเปาะแก้วใส ทำให้ฟ้าโดยการเคลือบสาร ซิลิกาสีขาวเพื่อทำหน้าที่กระจายแสง ทำให้กระเปาะแก้วดูสว่างสม่ำเสมอทั่วทั้งผิวหลอด นอกจากนี้ยังมีการเคลือบผิวภายในกระเปาะแก้วด้วยสีต่างๆ เพื่อทำเป็นหลอดสี

1.2 หลอดทังสเตน-ฮาโลเจน หลอดชนิดนี้เหมือนกับหลอดไส้ธรรมดาแต่เนื่องจากหลอดไส้ธรรมดาเมื่อได้รับความร้อนแล้วจะเกิดการระเหิดเป็นไอไปจับที่กระเปาะแก้วทำให้อายุการใช้งานและแสงสว่างที่ต่ำลง จึงได้บรรจุสารตระกูล ฮาโลเจน ได้แก่ ไอโอดีน คลอรีน โปรมีน และฟลูออรีน ลงไปในหลอดแก้วควอร์ตที่ใช้บรรจุไส้หลอด

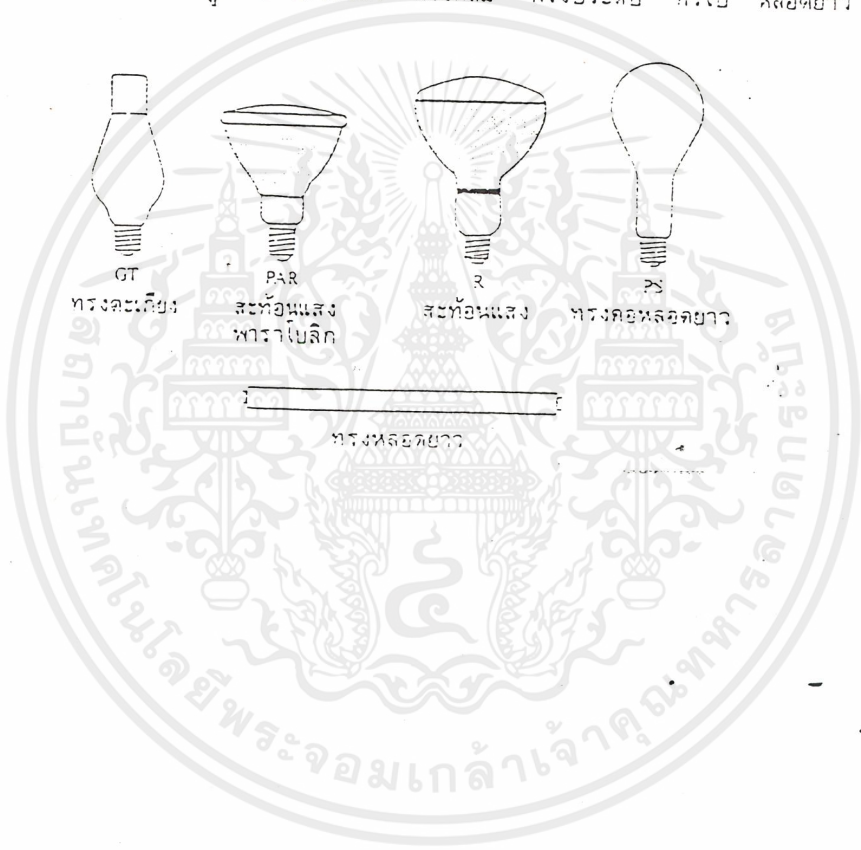
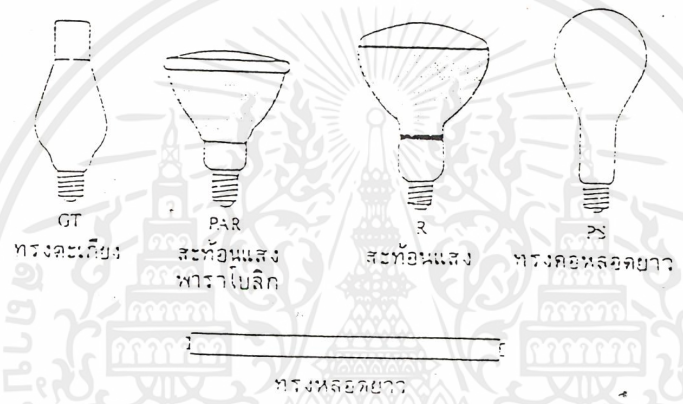
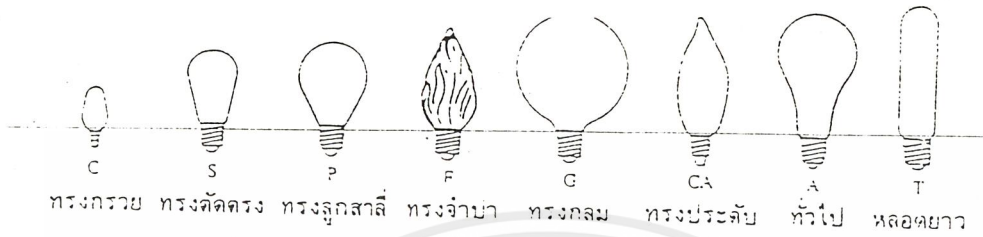
ภาพที่ 42

โครงสร้างทั่วไปของหลอดไส้



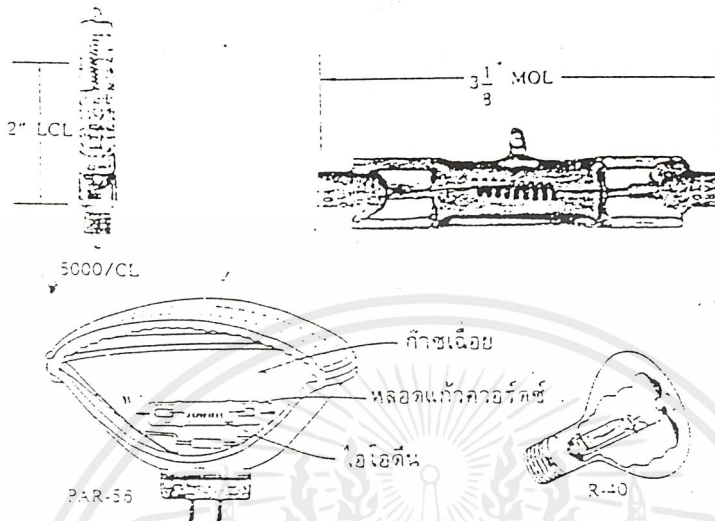
ภาพที่ 43

รูปทรงของกระเปาะแก้วของหลอดไส้ธรรมดา



## ภาพที่ 44

โครงสร้างทั่วไปของหลอดทั้งสแตน - ฮาโลเจน  
ทั้งแบบหลอดเปลือกและแบบสปอร์ตไลท์



ภายใต้อุณหภูมิที่สูงการระเหิดของทั้งสแตนและโมเลกุลของฮาโลเจนจะรวมตัวกัน เมื่อดับไฟ อุณหภูมิต่ำลงโมเลกุลของทั้ง 2 จะไม่มีเสถียรภาพ อนุภาคทั้งสแตนก็จะแยกตัววิ่งกลับเข้าไปจับที่ไส้หลอดตามเดิม ทำให้อายุการทำงานยาวนานกว่าหลอดไส้ทั่วไป

ข้อดีข้อเสียของการใช้หลอดไส้ให้แสงสว่าง

ข้อดี

1. ราคาถูก หาซื้อและทำการติดตั้งง่าย
2. อุณหภูมิโดยรอบไม่มีผลต่อแสงสว่าง
3. ง่ายต่อการควบคุมแสงไปในทิศทางต่างๆ
4. ให้แสงสีที่มีคุณภาพดี และมีความถูกต้องของแสงสูง
5. ขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก ไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์อื่นช่วยในการจุด

หลอด สามารถหรี่ไฟได้

6. ใช้ทำไฟประดับ ไฟจราจร ตู้แสดงสินค้า โคมไฟต่างๆ
7. ใช้งานที่ต้องการแสงสว่างไม่มากแต่ต้องการบรรยากาศ
8. ใช้ในห้องถ่ายภาพโฆษณา ไฟส่องป้ายโฆษณา
9. ใช้กับไฟได้น้ำ

## ข้อเสีย

1. ให้แสงสว่างน้อย
2. ความร้อนที่ได้จากหลอดสูง
3. อายุการใช้งานสั้นต้องทำการเปลี่ยนหลอดบ่อย

ประสิทธิภาพของการใช้งานของหลอดไส้นี้มีค่าตั้งแต่ 15 – 22 ลูเมน/วัตต์ แลอายุการใช้งานของหลอดไส้แบบใช้งานทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 750 – 2500 ชั่วโมง ความเสื่อมของหลอดจะลดลงอย่างสม่ำเสมอ จาก 100% - 82% ยกเว้นหลอด วอท์ไฮโอไดน ซึ่งมีความเสื่อม 2 – 3 % ตลอดอายุการใช้งาน

## 2. หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไป<sup>1</sup>

การจุดติดของหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้นอาศัยการปล่อยประจุไฟฟ้าระหว่างขั้วท้ายของ อิเล็กโทรด ภายในหลอดแก้วที่บรรจุก๊าซอาร์กอนและไอปรอทซึ่งมีความดันไอต่ำ ขณะที่กระแสไฟไหลผ่านจะเกิดการปล่อยประจุในก๊าซ การปล่อยประจุในก๊าซจะทำให้เกิดรังสี อัลตราไวโอเลต (แสงเหนือม่วง) รังสีอัลตราไวโอเลตนี้จะถูกปล่อยออกมาโดยการกระตุ้นของไอปรอท เนื่องจากการกระแทกของอิเล็กตรอนที่ได้รับการปล่อยจากขั้ว อิเล็กโทรด และถูกเร่งด้วยสนามไฟฟ้า ในขณะเดียวกันรังสีอัลตราไวโอเลต มีความยาวคลื่น 153.7 nm. ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้

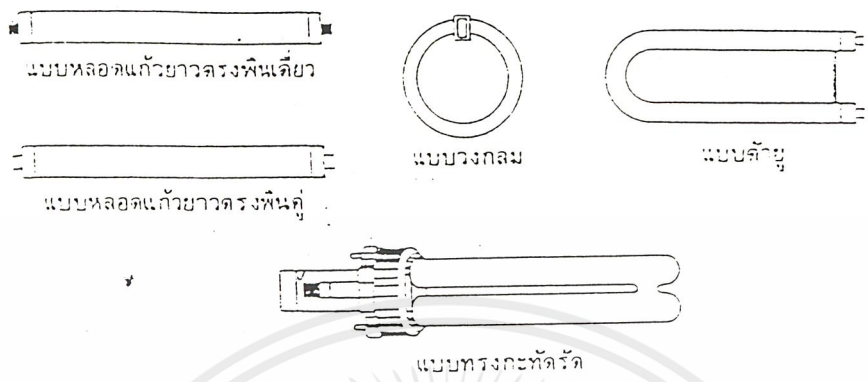
รูปร่างหลอดแก้ว ขั้วหลอดและขั้วรับหลอด รูปร่างของหลอดโดยทั่วไปมี 4 แบบคือ

1. แบบหลอดแก้วยาวตรง (T : TUBULAR)
2. แบบวงกลม (CIRCLINE)
3. แบบตัวยู (U – SHAPE)
4. แบบทรงกะทัดรัด (COMPACT)

<sup>1</sup> ธนบูรณ์ ศศิภาณุเวช.การออกแบบแสงสว่าง.(กรุงเทพฯ : บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด,2521),หน้า 71-74.

ภาพที่ 45

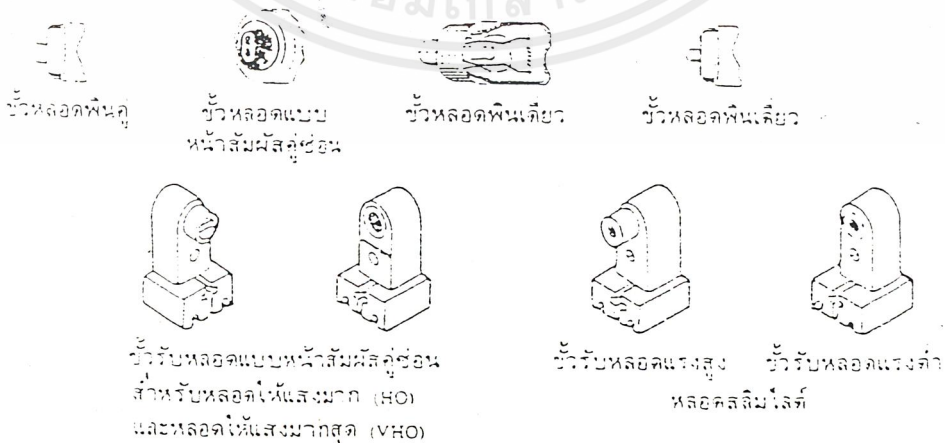
แสดงรูปร่างของหลอดแก้วของหลอดฟลูออเรสเซนต์



ส่วนขั้วหลอดและขั้วรับหลอดนั้นมีอยู่ 6 แบบคือ

1. แบบพินเดี่ยว (SINGLE PIN)
2. แบบพินคู่ (BIPIN)
3. แบบสี่พิน (4-PIN)
4. แบบพินคู่ปลายเดี่ยว (SINGLE ENDED BIPIN)
5. แบบหน้าสัมผัสคู่ซ้อน (RECESSED DOUBLE CONTACT)
6. แบบเกลียวเหมือนหลอดไส้

ภาพที่  
แสดงขั้วหลอดและขั้วรับหลอด



## ภาพที่ 46

## แสดงขั้วหลอดและขั้วรับหลอดแบบต่างๆ



## 4.3.3 แบตเตอรี่ (BATTERY)

แบตเตอรี่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เซลไฟฟ้า เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จากปฏิกิริยาเคมีของสารที่บรรจุอยู่ในแบตเตอรี่ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบตเตอรี่แห้งหรือรู้จักกันทั่วไปในชื่อของถ่านไฟฉาย ซึ่งเมื่อได้ทำการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่หมดแล้วจะไม่สามารถที่จะนำกลับมาใช้ได้อีก แบตเตอรี่แห้งสามารถที่จะผลิตไฟฟ้าได้ 1.5 โวลต์ แต่เมื่อใช้งานไปในระยะหนึ่งแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะตกลงเหลือ 1.4 โวลต์ และจะมีค่าคงที่อยู่ที่แรงเคลื่อนไฟฟ้านี้ จนกระทั่งสารเคมีภายในแบตเตอรี่จะมีการเปลี่ยนแปลงไป แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะตกลงจนไม่สามารถที่จะนำกลับมาใช้ได้อีก

2. แบตเตอรี่เปียกหรือรู้จักกันในลักษณะของแบตเตอรี่รถยนต์ ซึ่งมีคุณสมบัติ คือ เมื่อทำการใช้ไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีภายในหมดแล้วสามารถที่จะนำสารเคมีดังกล่าวคืนรูปให้มาอยู่ในสภาพเดิมได้ โดยการ ชาร์จ ซึ่งเป็นการใช้ไฟฟ้ากระแสตรงผ่านเข้าไปในยังแบตเตอรี่นั้น ซึ่งแบตเตอรี่เปียกสามารถแบ่งออกตามลักษณะการใช้งาน คือ

2.1 แบตเตอรี่ตะกั่วและกรดกำมะถัน ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยปฏิกิริยาเคมีของกรดกำมะถันและตะกั่ว ซึ่งสามารถผลิตไฟได้เซลล์ละ 2 โวลต์ ดังนั้นความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในแต่ละลูกจะขึ้นอยู่กับจำนวนของเซลล์ของแบตเตอรี่นั้น เช่น แบตเตอรี่ 6 เซลล์ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 12 โวลต์ หรือแบตเตอรี่ 12 เซลล์ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 24 โวลต์ เป็นต้น

ภายหลังจากการใช้งานของแบตเตอรี่เมื่อทำการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นเวลานานๆ ภายในของแบตเตอรี่ที่ประกอบด้วย ตะกั่วซัลเฟตทั้งขั้วบวกและลบ น้ำยาจะกลายเป็นน้ำ จึงไม่สามารถที่จะทำการผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกต่อไป และวิธีการที่จะทำให้สามารถนำแบตเตอรี่กลับมาใช้ได้ใหม่อีกก็คือ การ ชาร์จ แบตเตอรี่ แบตเตอรี่ตะกั่วและกำมะถันจะกลับคืนสภาพเดิมสามารถที่จะผลิตกระแสไฟฟ้าได้ใหม่อีกครั้ง

ส่วนประกอบของแบตเตอรี่ตะกั่วและกำมะถัน

- แผ่นบวก Positive-Plate Group
- แผ่นลบ Negative – Plate Group
- แผ่นกั้น Ribbed Separators
- แผ่นพลาสติกกัน Plastic Buffers
- เปลือกแบตเตอรี่ Moulded Glass Container
- ยางรอง Rubber Insulating Feet

2.2 แบตเตอรี่ต่าง มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่ใช้ต่างเป็นน้ำยา แบตเตอรี่ต่างสามารถที่จะทำการผลิตกระแสไฟฟ้า ได้ในช่วง 1.4 โวลท์ และ 1.1 โวลท์

แบตเตอรี่ เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และในรถยนต์ ส่วนใหญ่ในปัจจุบันรถยนต์ใช้แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด ซึ่งโครงสร้างเป็นส่วนประกอบใหญ่ๆ มีดังนี้

1. เซลล์ (Cells) คือ ส่วนที่บรรจุน้ำกรดเจือจางและแผ่นตะกั่ว ทำจากยางแข็งหรือพลาสติก เป็นที่ที่น้ำกรดทำปฏิกิริยากับตะกั่ว ซึ่งในหนึ่งเซลล์สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 2.1 โวลท์
2. แผ่นตะกั่ว (Plates) มีอยู่ 2 ชนิด คือแผ่นบวกและแผ่นลบ ในแต่ละเซลล์จะมีแผ่นบวกและแผ่นลบเรียงซ้อนกันอยู่หลายแผ่น แต่จะมีแผ่นลบมากกว่า 1 แผ่น ดังนั้นในแต่ละเซลล์จะมีแผ่นลบประกบปิดหัวท้าย
3. แผ่นกั้น (Separator) เพื่อป้องกันการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าอันเนื่องมาจากแผ่นบวกและแผ่นลบลัดวงจรจึงมีแผ่นสอดกั้นระหว่างแผ่นบวกและแผ่นลบเพื่อไม่ให้แผ่นทั้งสองแตะกัน
4. น้ำยาอิเล็กโตรไลต์ (Electrolyte) สารละลายที่บรรจุอยู่ในแบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ เป็นส่วนผสมของน้ำกลั่น 60.8 % และกรดกำมะถัน 39.2% พลังงานไฟฟ้าจะเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างสารที่เคลือบแผ่นตะกั่วและน้ำยาอิเล็กโตรไลต์

**ความจุของแบตเตอรี่**

ความจุของแบตเตอรี่ คือ ตัวกำหนดว่าแบตเตอรี่ลูกนั้นมีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้เป็นอย่างไร

### ความจุของแบตเตอรี่

ความจุของแบตเตอรี่ คือ ตัวกำหนดว่าแบตเตอรี่ลูกนั้นมีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟได้เป็นอย่างไร

### สมรรถนะของแบตเตอรี่

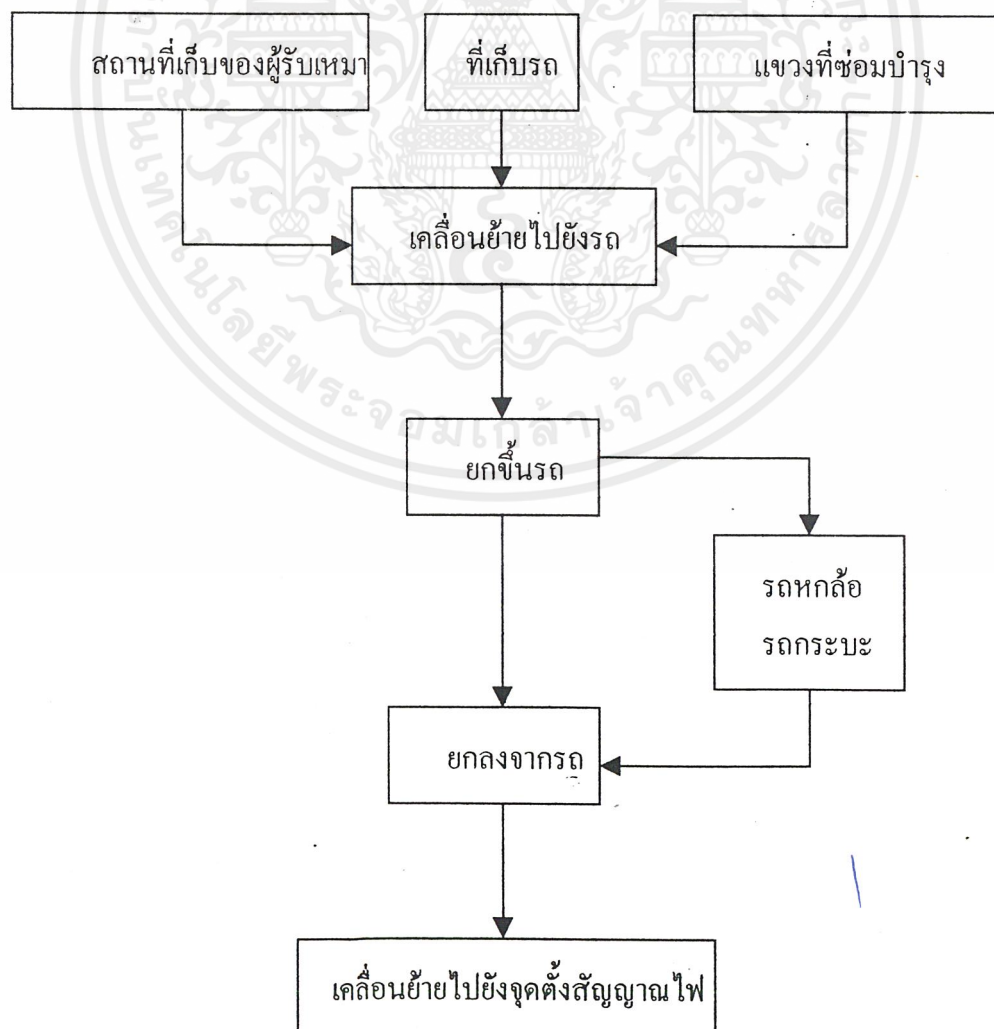
สมรรถนะของแบตเตอรี่ที่วัดเป็นแอมแปร์ - ชั่วโมง นั้นหมายถึงอัตราที่จำนวนกระแสไฟที่สามารถจ่ายออกจากแบตเตอรี่นั้น ๆ โดยเริ่มจากไฟเต็มหม้อ ติดต่อกันนาน 20 ชั่วโมง โดยสม่ำเสมอ หากต้องการที่จะจ่ายไฟด้วยจำนวนที่มากกว่ากระแส 20 ชั่วโมง สมรรถนะของแบตเตอรี่จะลดลง

## 5. การศึกษาถึงสัดส่วนของมนุษย์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบ

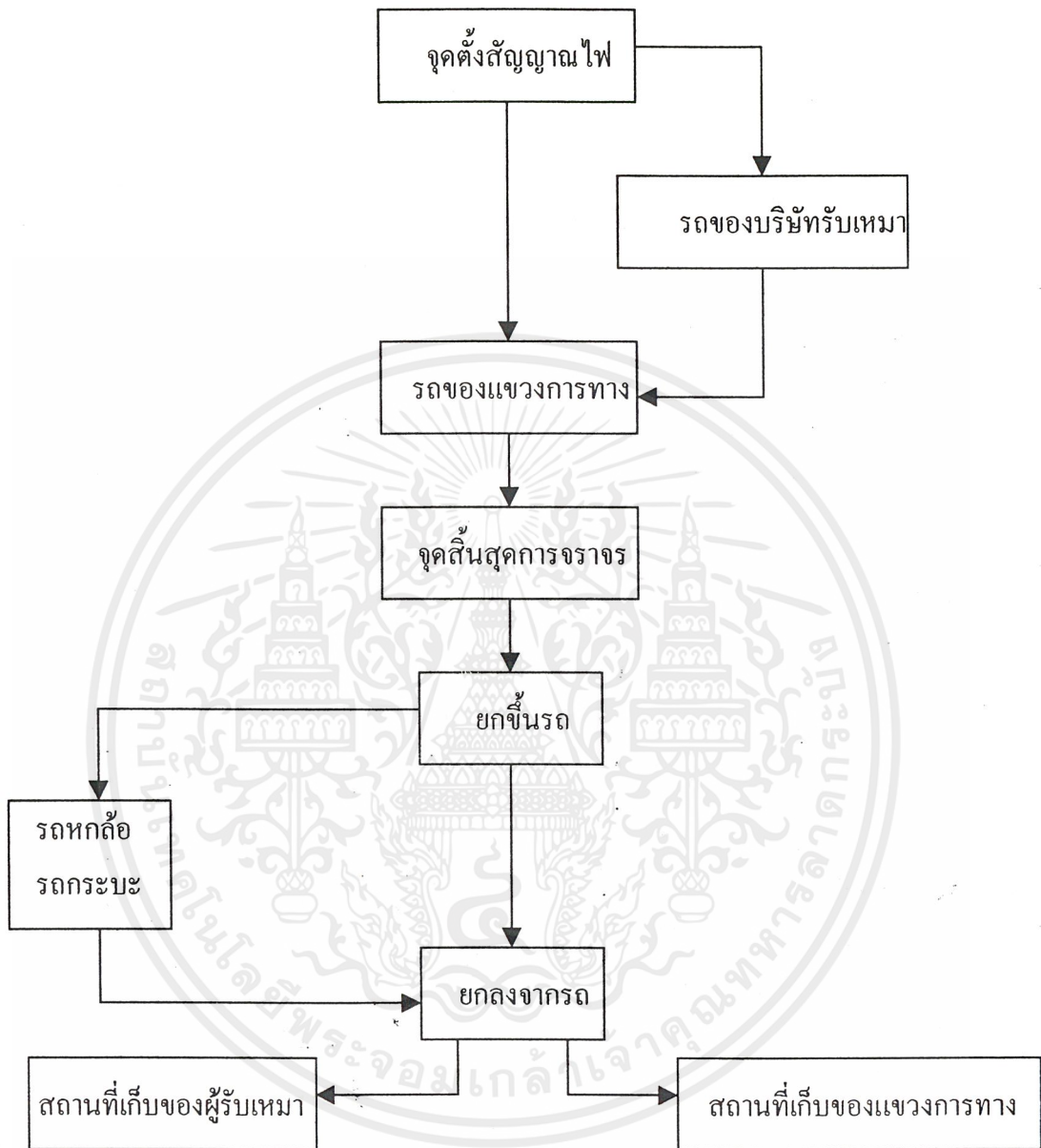
### 5.1 พฤติกรรมของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

พฤติกรรมการเคลื่อนย้ายแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ

#### 1. การเคลื่อนย้ายไปยังจุดตั้งสัญญาณไฟ



## 2. การเคลื่อนย้ายสัญญาณไฟไปยังที่เก็บ



### สรุปพฤติกรรมการเคลื่อนย้าย

ในการเตรียมชุดไฟสัญญาณ ไม่ยุ่งยากเท่าใด สามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยคน 2-3 คน แต่ควรจะมีการติดตั้งและการประกอบที่สามารถประกอบได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน



สรุปพฤติกรรม

จุดสัญญาณควรที่จะมีแสงสว่างที่สามารถมองเห็นได้ในระยะไกล และควรทราบถึงว่าระยะใดที่อันตราย ระยะใดปลอดภัย ซึ่งถ้ามองไม่เห็นก็อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้

## 5.2 สัดส่วนของมนุษย์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบ

ในการออกแบบโดยทั่วไป คือ การสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ รวมทั้งสภาพแวดล้อมเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการทำงาน เป็นการออกแบบตามสัดส่วนของร่างกายมนุษย์

ความหมายสั้นๆ ของ Ergonomic ก็คือ fitting the job to the worker หรือเรียกอีกอย่างว่า human engineering factors สามารถดัดแปลงนำไปใช้กับอะไรก็ได้

### 5.2.1 การออกแบบตามสัดส่วนร่างกายมนุษย์

การออกแบบที่ดีจะต้องมีข้อมูลที่สัมพันธ์กับมนุษย์ โดยเกี่ยวข้องกัพื้นฐานทางร่างกายมนุษย์ และสังคมสำหรับนำไปสู่ขั้นตอนการออกแบบอย่างมีหลักเกณฑ์

จุดเริ่มของการออกแบบจะต้องมีการศึกษาวิชาการที่เกี่ยวข้อง คือ

มนุษย์วิทยา (Anthropometry)

สรีรศาสตร์ (Physiology)

จิตวิทยา (Psychology)

สังคมวิทยา (Sociology)

### 5.2.2 การทรงตัวของมนุษย์

โลกที่เราได้ทำการอยู่อาศัยอยู่นี้ มีปรากฏการณ์ธรรมชาติแรงดึงดูดชนิดหนึ่ง ซึ่งจะดูดเอาวัตถุทุกอย่างเข้าสู่แกนกลางของโลก ซึ่งแรงดึงดูดนี้ทำให้วัตถุทั้งหลายบนโลกมีน้ำหนัก ซึ่งจุดกึ่งกลางของน้ำหนักของวัตถุนั้นเราเรียกว่า จุดศูนย์ถ่วง และจุดศูนย์ถ่วงนี้เป็นจุดสมมติที่ใช้แทนจุดกึ่งกลางของวัตถุนั้นๆ โดยถือน้ำหนักของวัตถุทั้งหมดนั้นจะไปสะสมอยู่เป็นจุดที่ทำให้วัตถุนั้นเกิดการสมดุล

จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายคนจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างในท่ายืน หรือจะกล่าวได้ว่า จุดใดจุดหนึ่งในร่างกายที่ทำให้ส่วนอื่นๆ ทุกส่วนของร่างกายอยู่ในลักษณะสมดุลกันพอดี สำหรับคนที่มีโครงสร้างปกติยืนในท่าปกติ จุดศูนย์ถ่วงอยู่ตรงบริเวณภายในอุ้งเชิงกราน สำหรับผู้หญิงจุดศูนย์ถ่วงจะอยู่ต่ำกว่าผู้ชายเล็กน้อย เนื่องจากผู้หญิงมีสะโพกผาย โคนขาใหญ่กว่าผู้ชายและขาสั้นกว่าผู้ชาย

จุดศูนย์กลางของร่างกายสามารถที่จะเปลี่ยนตำแหน่งได้ตามลักษณะของร่างกาย ขนาด รูปทรง การทรงตัว น้ำหนักส่วนใหญ่ของร่างกายคนเรา ขณะที่ยืนในท่าธรรมดา น้ำหนักจะตกลงสู่ที่ฐานของฝ่าเท้าทั้งหมด เราจึงสมมติเส้นตรงเส้นหนึ่งซึ่งตั้งฉากจากศรีษะลงถึงฝ่าเท้าเป็นเส้นที่สมมติตำแหน่งของน้ำหนักรวมตกลงสู่ด้านล่าง โดยผ่านจุดศูนย์กลางของร่างกาย โดยปลายล่างสมมติให้เป็นจุดที่น้ำหนักถ่วงลงด้านล่าง ลักษณะเช่นนี้ปลายเส้นจะตกลงที่กึ่งกลางของฝ่าเท้าพอดี แสดงว่าน้ำหนักทั้งหมดของร่างกายจะตกลงบนกึ่งกลางฝ่าเท้าในท่ายืนปกติ

กล้ามเนื้อเป็นส่วนที่ทำให้เกิดพลังงานในการเคลื่อนไหวของร่างกาย และการเคลื่อนไหวที่ดีนั้นย่อมอยู่ภายใต้อิทธิพลของการทรงตัวไปพร้อมกัน อวัยวะส่วนต่างๆ มีส่วนในการช่วยในการทรงตัวนั้นด้วย เช่น เวลาเดิน หรือวิ่ง จะมีการแกว่งแขนให้เกิดการสัมพันธ์กับท่าที่ได้ทำการเคลื่อนไหวไปพร้อมๆกัน และสะโพกก็จะบิดไปในทิศทางที่ตรงข้ามเช่นกัน

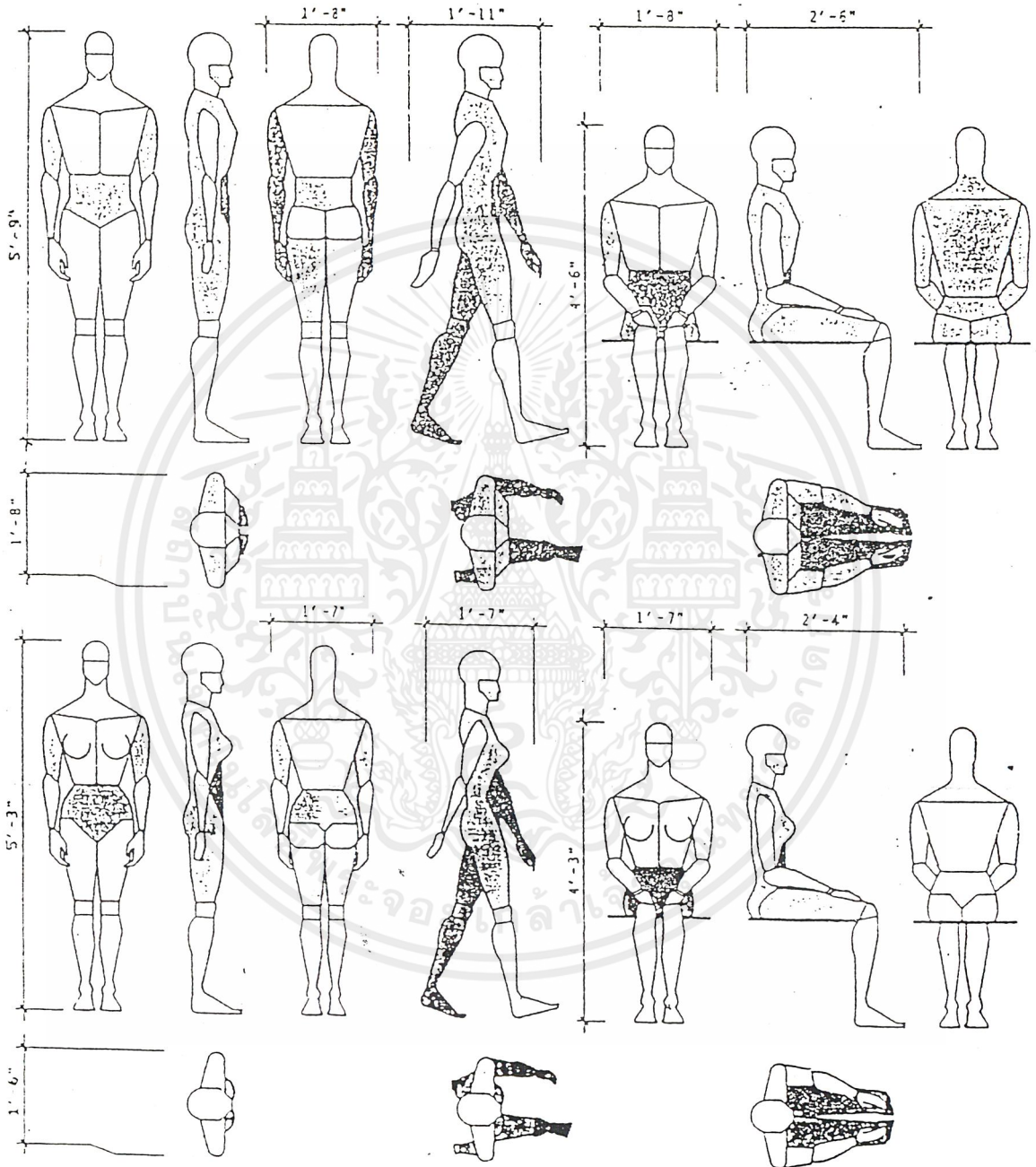
### 5.2.3 การเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกาย

สัดส่วนทางด้านกายวิภาค ของมนุษย์ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ใช้ในการออกแบบ การออกแบบที่ดีที่จะได้ผลดีจะต้องแน่ใจว่าเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายอย่างแท้จริง การคำนึงถึงสัดส่วนใช้สอยส่วนตัวได้แก่ เกี่ยวกับมือซึ่งเป็นเครื่องมือชิ้นแรกของมนุษย์ที่ใช้สัมผัส ทำ หยิบ อุ้ม บิด ทำนองเดียวกับแขนที่ใช้ในการช่วยในการยก อุ้ม ดึง วัตถุต่างๆ หรือแม้กระทั่งขาที่ช่วยในการเคลื่อนไหวร่างกาย เคลื่อนที่ไป

ในการออกแบบแต่ละครั้งจะต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับความต้องการ การใช้งานของผลิตภัณฑ์ว่ามีการใช้งานอย่างไร และมีความเหมาะสม กับสัดส่วนของร่างกายมนุษย์อย่างไร จะต้องมีการออกแบบให้มีความสอดคล้องกัน เพื่อที่จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้งาน และประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์อย่างเหมาะสมต่อการใช้งานเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์

ภาพที่ 47

การแสดงผลการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกาย



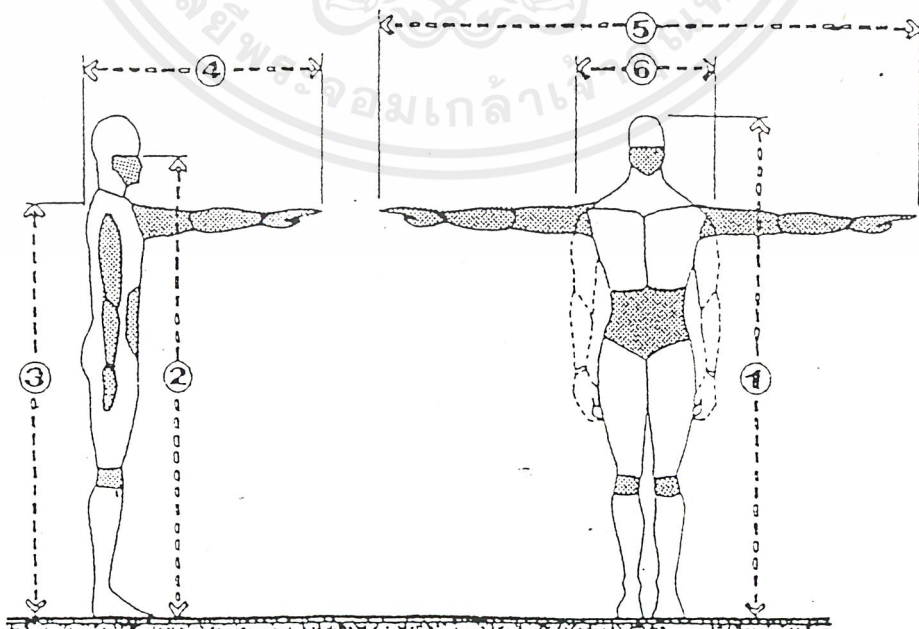
## ตารางที่ 7

## การแสดงความต่างของร่างกาย

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูง	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
5	ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
6	ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83

ภาพที่ 48

แสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกาย



แสดงตัวเลขอัตราส่วนมิติส่วนต่างๆของร่างกายต่อความสูงยืน และมิติวิกฤต

ตารางที่ 8

การแสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติต่างๆ ของร่างกาย

หมายเลข	มิติส่วนต่างๆ ของร่างกาย	อัตราส่วน	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	1.000	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	0.933	138.36	146.60	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4	ความสูงระดับมือ	0.437	64.80	70.18	75.71
5	ความสูงเอื้อมมือบน	1.255	186.11	201.55	217.45
6	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.60
7	ความสูงระดับตา	0.460	68.21	73.87	97.70
8	ความสูงระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.354	52.49	56.85	61.33
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96	24.77
10	ความสูงจากที่นั่งจนถึงตอนบน ของข้อศอก	0.082	12.16	13.16	14.20
11	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.50
12	ระยะหน้าท้องถึงเข่า	0.223	33.07	38.81	38.63
13	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
14	ความกว้างกางแขน	1.022	151.56	164.13	177.08

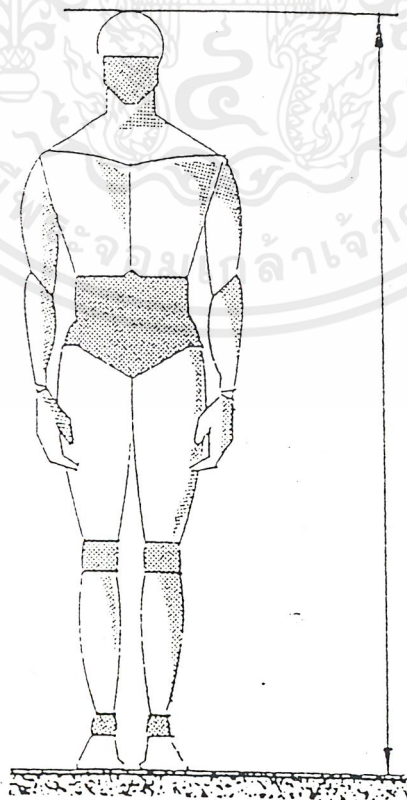
### ตารางที่ 9

การแสดงความถี่ความสูงยืนในกรปฏิบัติการ

อายุ	ความสูง (เซนติเมตร)		เฉลี่ย	สูงสุด
	ต่ำสุด			
25 - 34	148.30		160.60	170.27

### ภาพที่ 49

การแสดงความถี่ส่วนความสูงยืน

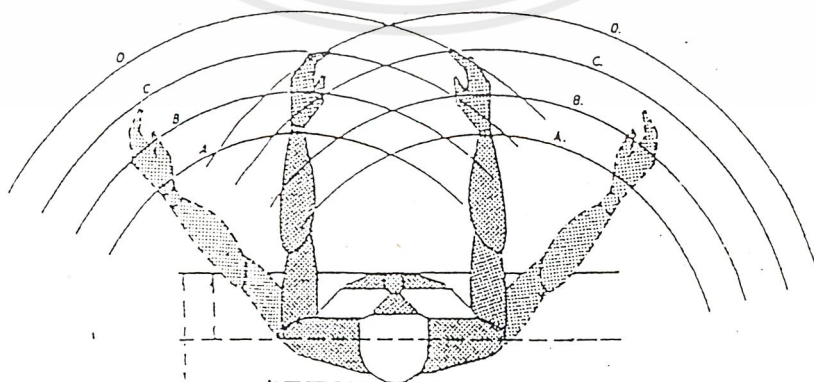


ตารางที่ 10  
แสดงตัวเลขขนาดรัศมีการเอื่อมในระยะต่าง

	รัศมีการเอื่อม		ระยะกว้าง		ระยะไกล		ระยะห่าง	ระยะเอื่อมห่างตา	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	จากตัวรถ	ชาย	หญิง
A	600	565	1530	1450	650	500	20	630	480
B	650	615	1530	1450	700	615	20	780	480
C	600	565	1530	1450	850	705	20	830	685
D	650	615	1630	1550	1000	815	20	800	795

ภาพที่ 50

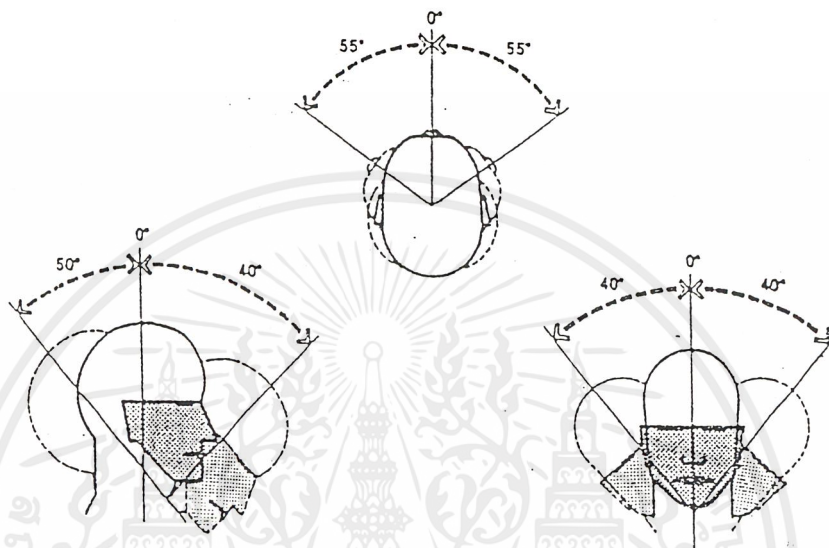
แสดงภาพขนาดตัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบของรัศมีการเอื่อมในลักษณะต่างๆ



การเคลื่อนไหวช่วงคอ (neck)

ภาพที่ 51

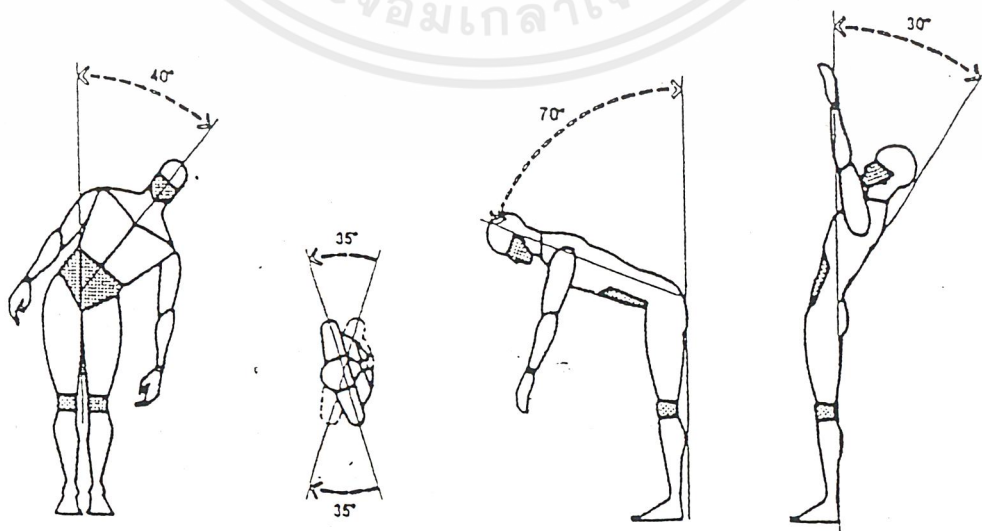
แสดงภาพการเคลื่อนไหวช่วงคอ



การเคลื่อนไหวกระดูกสันหลัง (spine)

ภาพที่ 52

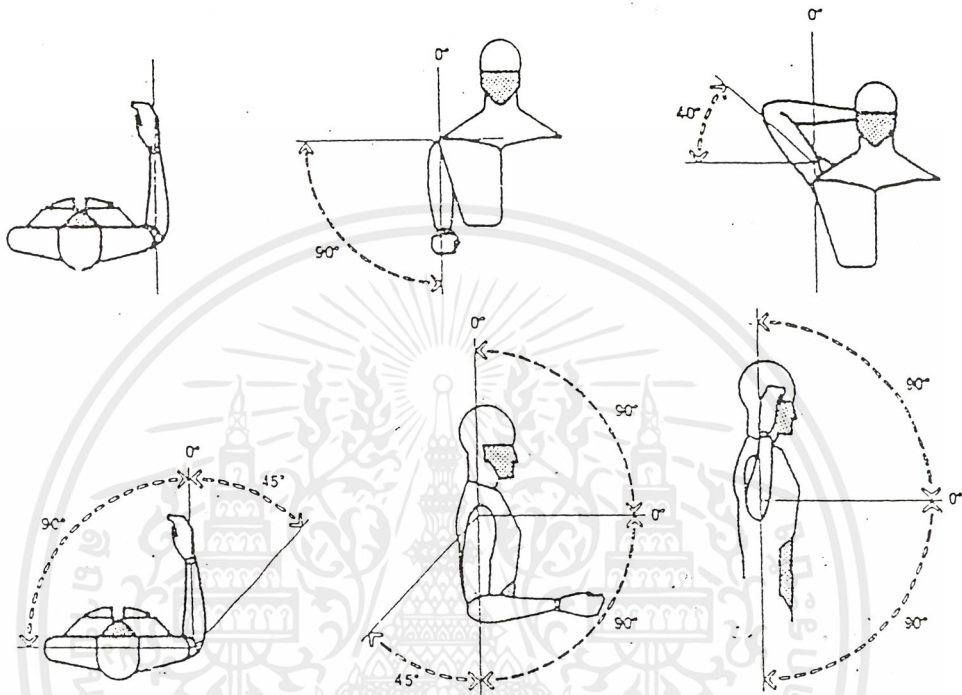
แสดงภาพการเคลื่อนไหวกระดูกสันหลัง



การเคลื่อนไหวส่วนไหล่ (shoulder)

ภาพที่ 53

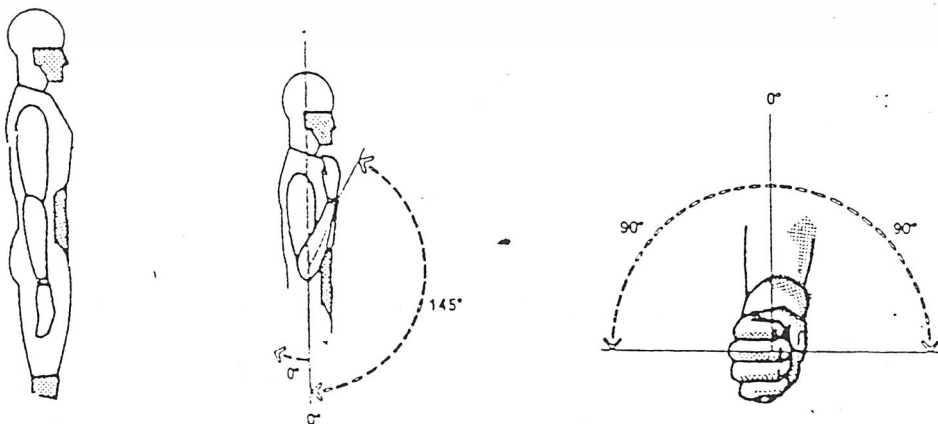
แสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนไหล่



การเคลื่อนไหวข้อศอก (elbow/forearm)

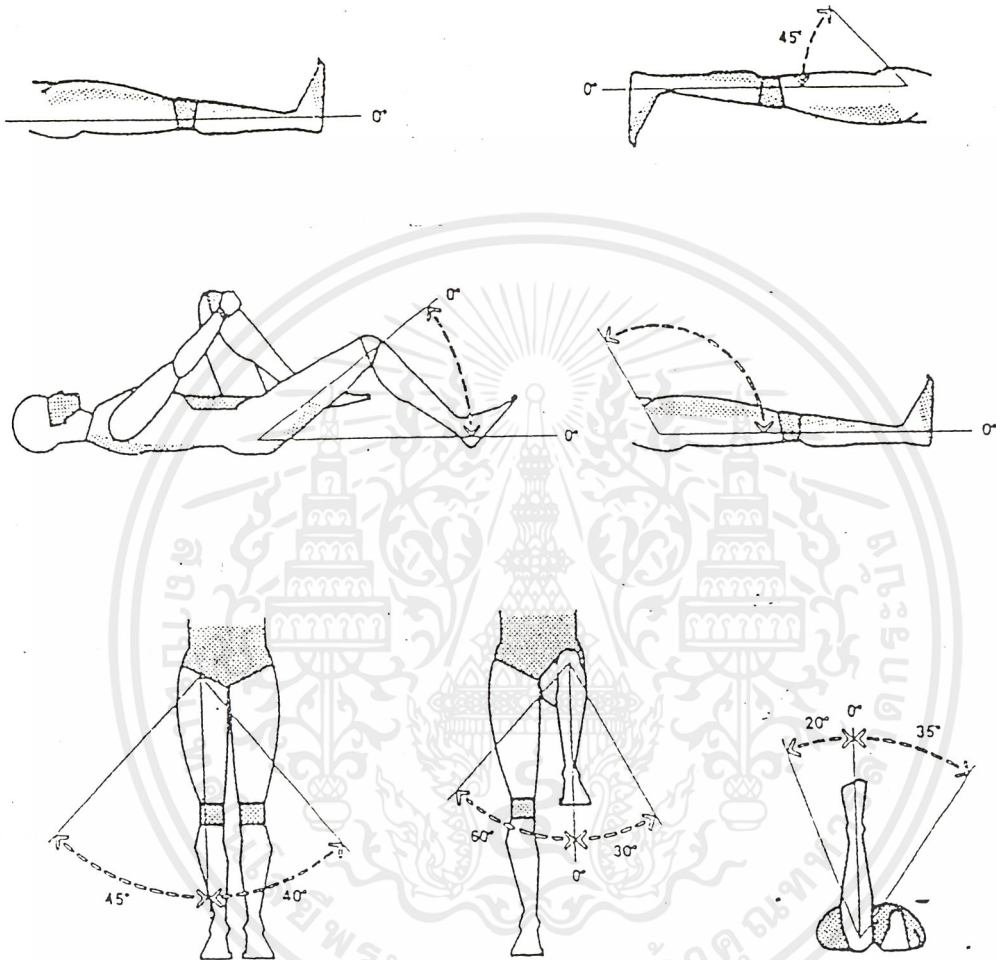
ภาพที่

แสดงภาพการเคลื่อนไหวข้อศอก



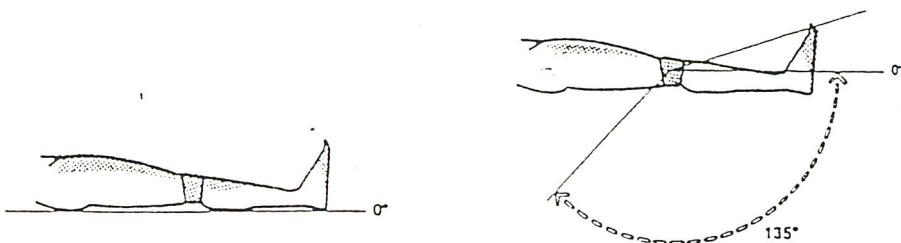
การเคลื่อนไหวส่วนสะโพก (hip)

ภาพที่ 54  
แสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนสะโพก



การเคลื่อนไหวส่วนเข่า (knee)

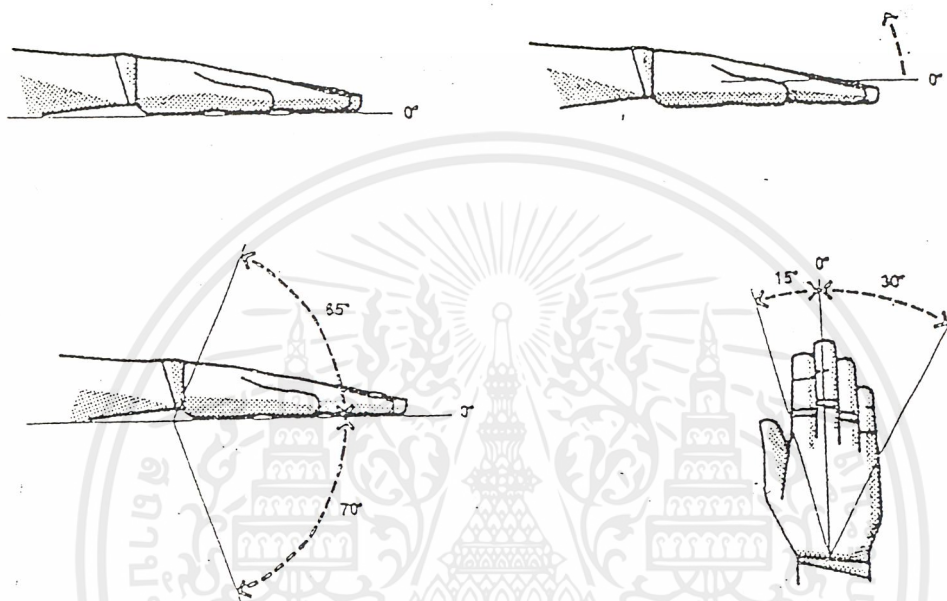
ภาพที่ 55  
แสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนเข่า



การเคลื่อนไหวข้อมือ (wrist)

ภาพที่ 56

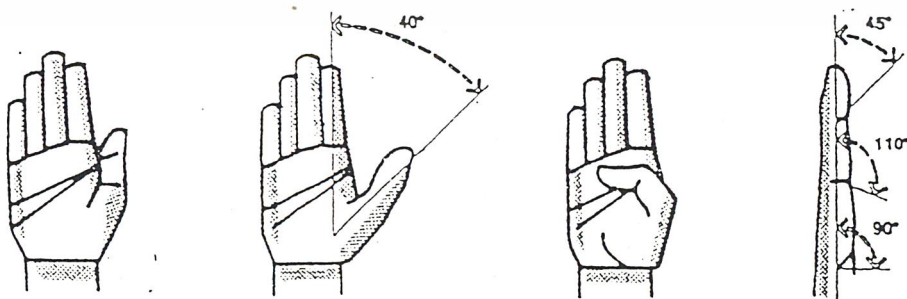
แสดงภาพการเคลื่อนไหวนิ้วมือ



การเคลื่อนไหวนิ้วมือ (fingers)

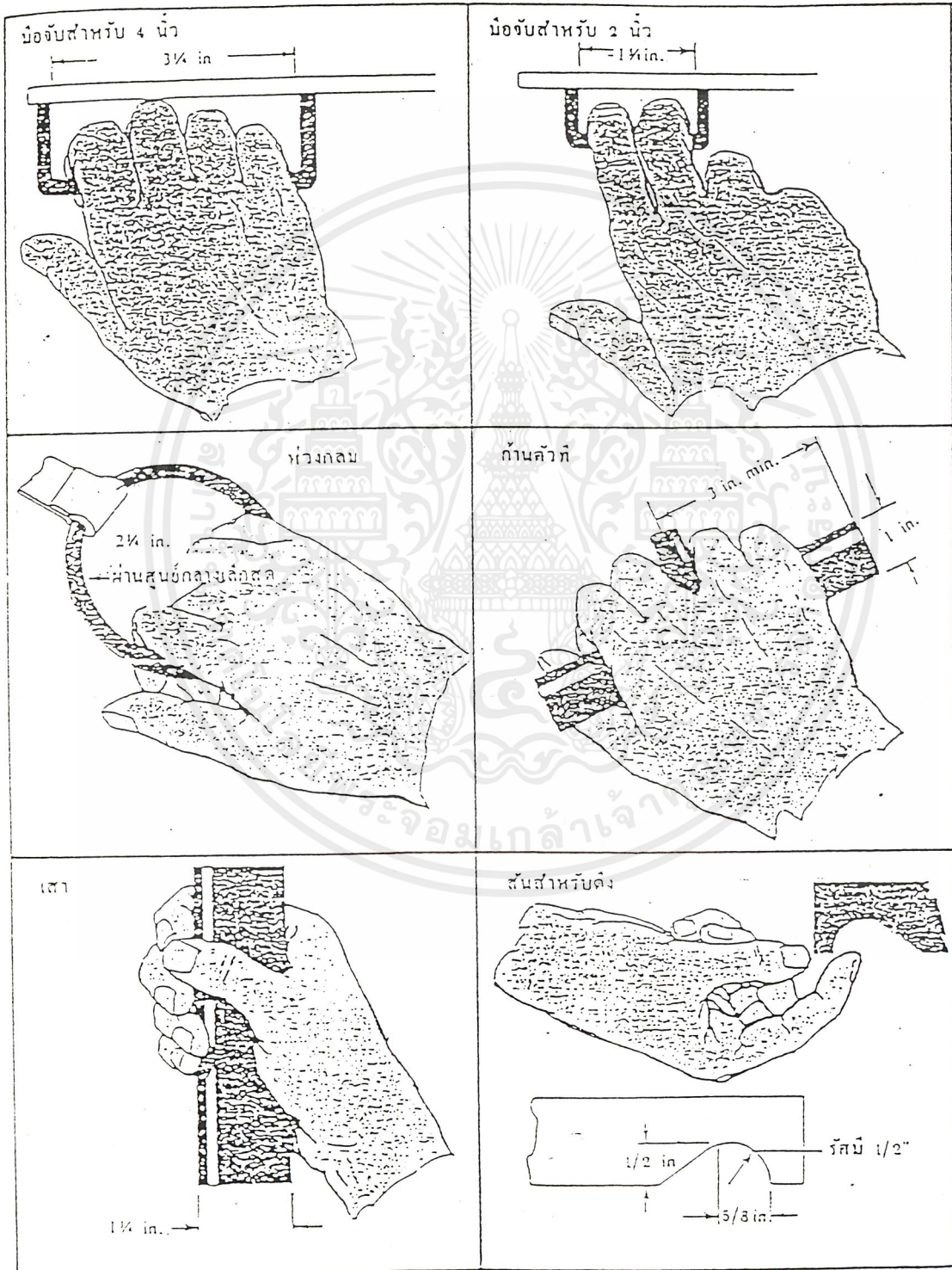
ภาพที่ 57

แสดงภาพการเคลื่อนไหวข้อมือ



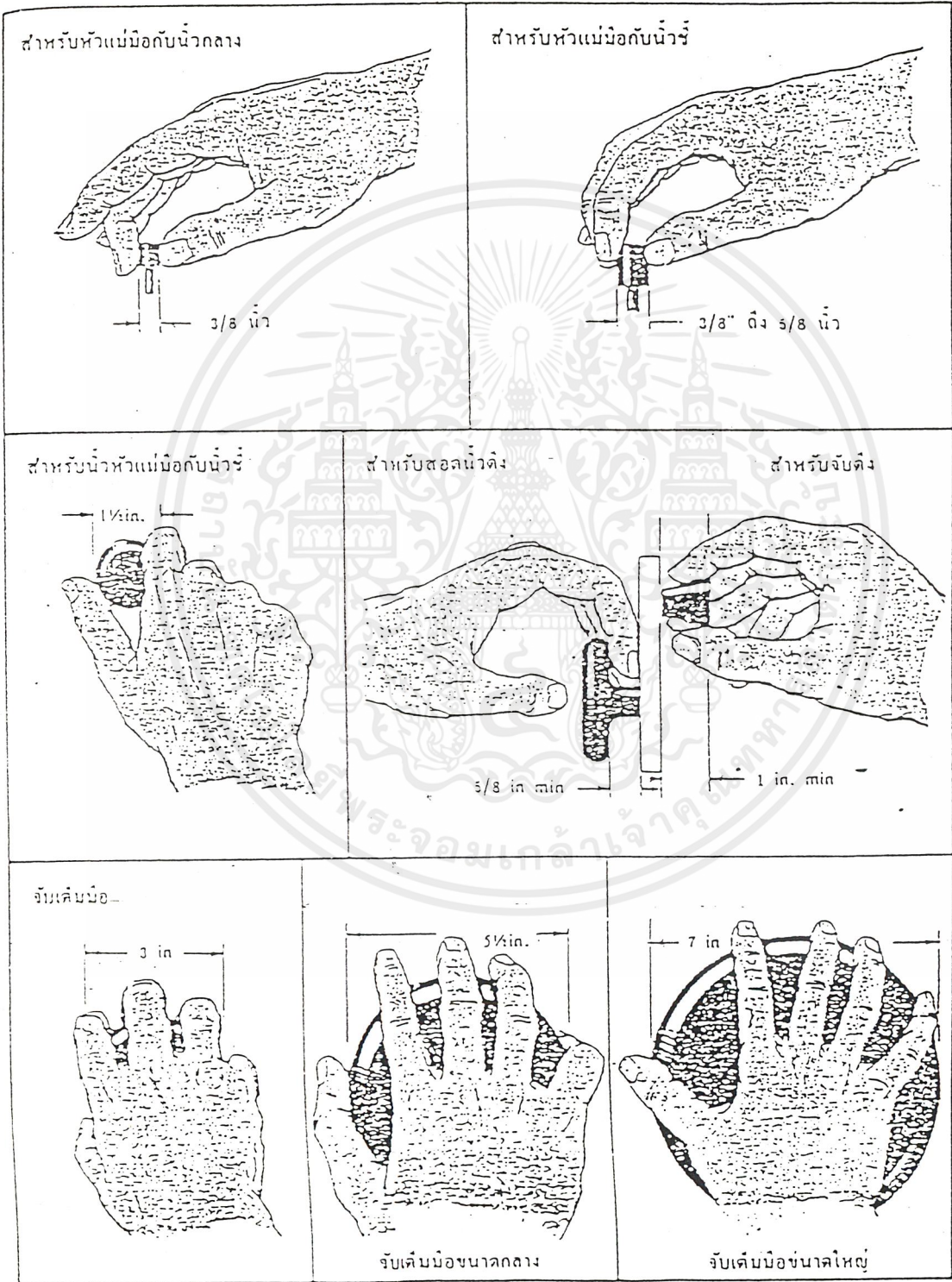
ภาพที่ 58

แสดงขนาดที่เหมาะสมในการจับหรือถือด้วยมือ



ภาพที่ 59

แสดงขนาดมาตรฐานของปุ่มมือจับแบบต่างๆ

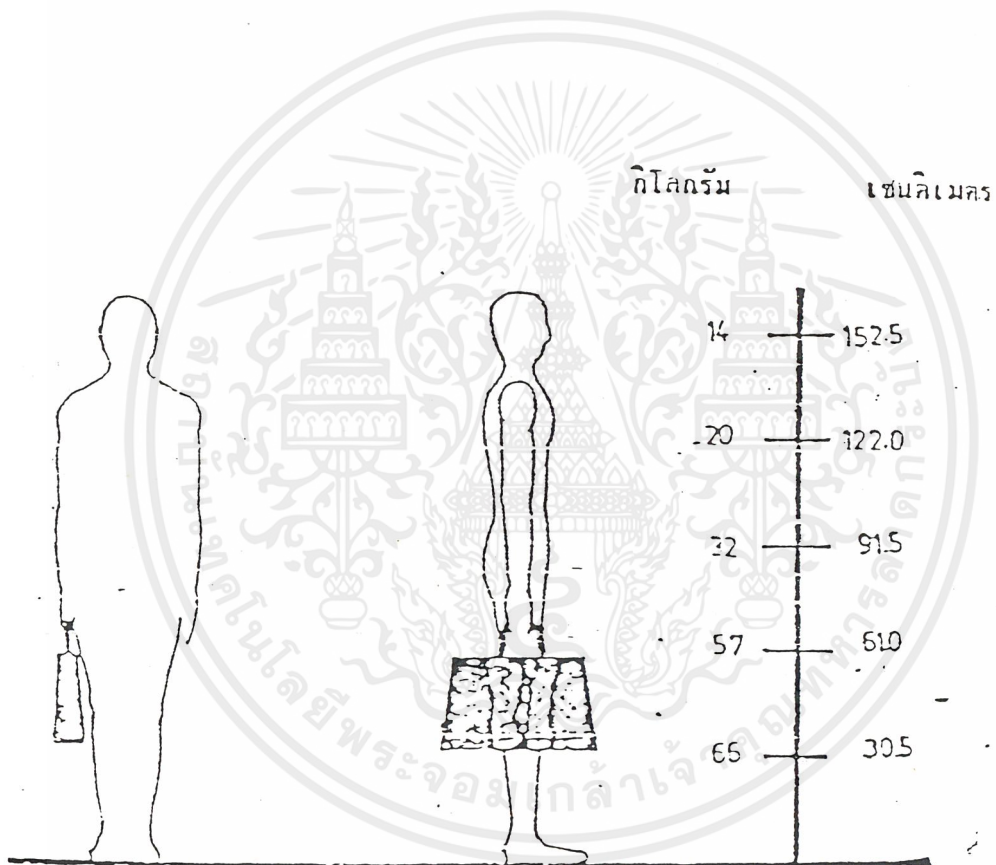


### ความสามารถในการออกแรงยกของมนุษย์

สภาพการออกแรงของคนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบนี้ คือ การออกแรงยกด้วยมือในลักษณะที่อยู่ในแนวคิงและอยู่ใกล้ตัว ซึ่งทั้งนี้น้ำหนักของสิ่งของที่จะสามารถออกแรงยกได้จะมีความสัมพันธ์กับระยะความสูงในการยกนั้น

ภาพที่ 60

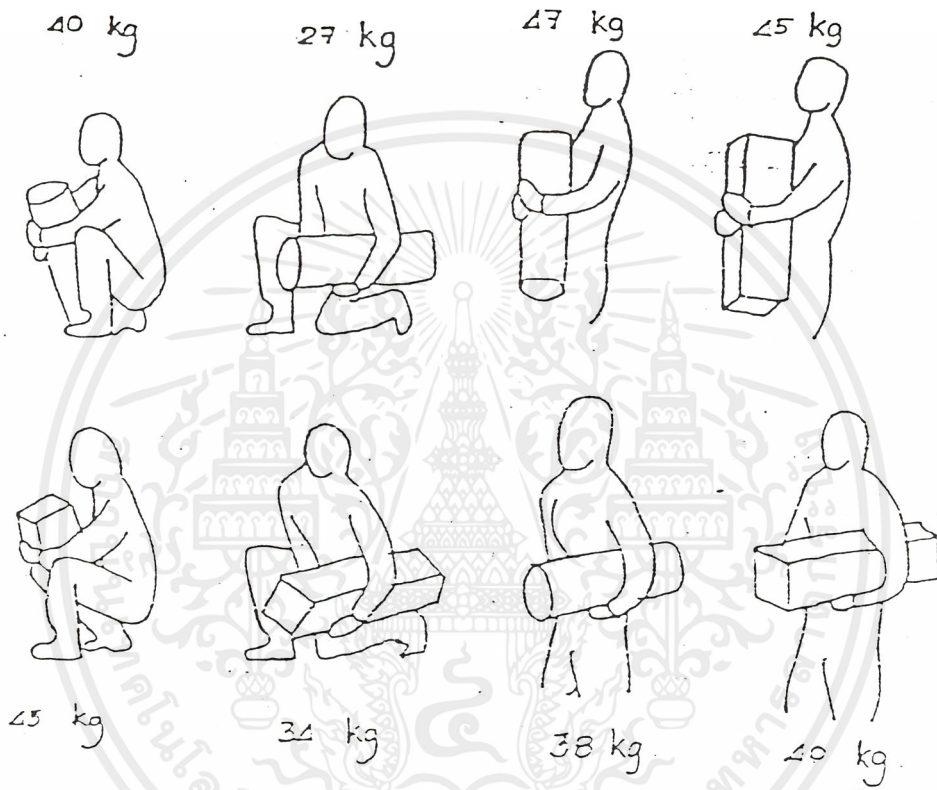
แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับน้ำหนัก



## ความสามารถในการแบกรับน้ำหนักการนำพาในท่าต่างๆ

สภาพการแบกรับน้ำหนักของคนท่าต่างๆ จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับรูปทรงของภาชนะด้วย สามารถสรุปได้ดังนี้

ภาพที่ 61  
ความสามารถในการแบกรับน้ำหนัก



จากภาพด้านบน สามารถสรุปความสามารถในการแบกรับน้ำหนักของคน ได้ดังนี้

น้ำหนักของภาชนะในการประคองหรือเริ่มยก	=	40-45 กก.
น้ำหนักของภาชนะในการเริ่มยก	=	27-34 กก.
น้ำหนักของภาชนะในการเริ่มอุ้มไว้ข้างหลัง	=	45-47 กก.
น้ำหนักของภาชนะในการอุ้มไว้ด้านข้าง	=	38-40 กก.

## ประโยชน์ของการออกแบบตามสัดส่วนร่างกายมนุษย์ที่มีต่อระบบอุตสาหกรรม

1. การจัดระบบการทำงาน (lay out of work) ได้แก่ การจัดเวลาและชั้นการทำงาน เพื่อลดเวลาที่จะเสียไป และเพิ่มผลงาน
2. การผ่อนคลายความตึงเครียด (repetition injuries) การทำงานในระบบการผลิตจำนวนมากคนงานแต่ละคนจะทำงานอย่างเดียวน้ำๆซาก ๆ เพื่อให้เกิดความอ่อนเพลีย เมื่อยล้า เป็นสาเหตุให้เกิดอันตรายได้ง่าย ควรแก้โดยการเปลี่ยนแปลงงาน เพื่อผ่อนคลายความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ
3. การขจัดความร้อน (heat stress) ในสถานที่ที่มีความร้อน ผู้ทำงานจะทำงานด้วยอารมณ์ที่ไม่เป็นสุขไม่มีสมาธิควรแก้ไขด้วยวัสดุกันความร้อนใช้วัสดุสะท้อนความร้อน ระบบการระบายอากาศ ฯลฯ
4. การให้ความสว่าง (factory and office lighting) ปริมาณและความร้อนของแสงมีผลต่อการทำงานมาก งานต่างชนิดกันมีความต้องการแสงแตกต่างกันไป การให้แสงโดยตรงกับแสงสะท้อน ก็ควรนำไปใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของงานด้วย
5. การลดเสียง (noise) ในโรงงานอุตสาหกรรมหรือในสำนักงาน ย่อมมีเสียงรบกวนอันเกิดจากภายในหรือจากภายนอก ระบบการกำจัดเสียง เช่น การปลุกต้นไม้รอบโรงงาน เพื่อป้องกันเสียงจากภายนอก การแขวนแผ่นดูดเสียงในโรงงาน การใช้วัสดุเป็นรูปพรมหรืออ่อนนุ่มทำเป็นผนัง การใช้ผ้าม่านในสำนักงาน จะช่วยลดเสียงรบกวนได้มาก
6. สัญญาณหรือเครื่องหมาย (visual information) เครื่องหมายบอกทิศทาง บอกสัญญาณต่างๆ อาจทำขึ้นในรูปเป็นตัวหนังสือใช้สี แสง หรือสัญลักษณ์ช่วยลดอุบัติเหตุในโรงงานได้มาก
7. ขนาดสัดส่วน (anthropometrics) การรู้ขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ของคน ช่วยให้การออกแบบได้ผลตามความต้องการของผู้ใช้
8. สรีรศาสตร์ (physiology) การศึกษาสรีรศาสตร์จะทำให้ทราบถึงขีดจำกัดความสามารถของอวัยวะส่วนต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการออกแบบให้มีประโยชน์ใช้สอยดียิ่งขึ้น

### 5.3 ระยะการมองเห็น

#### ความสัมพันธ์ของระยะมุมมองจากรถต่อความสูงของผลิตภัณฑ์

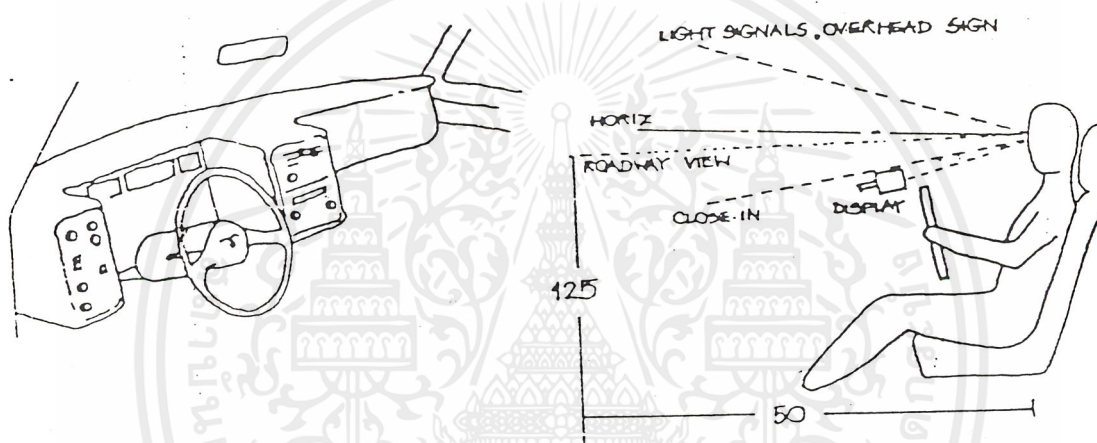
เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของตำแหน่งผู้ขับขี่ยานพาหนะประเภทต่างๆ กับสภาพแวดล้อมภายนอกและภายในพาหนะ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ ตำแหน่งและลักษณะของพาหนะนั้นๆ ดังนี้

#### 1. ยานพาหนะขนาดเล็ก

ผู้ขับขี่จะนั่งอยู่ในระดับต่ำ ได้แก่รถยนต์นั่งทั่วไป

ภาพที่ 62

แสดงภาพความสำคัญของระยะมุมมองจากรถต่อความสูงของผลิตภัณฑ์

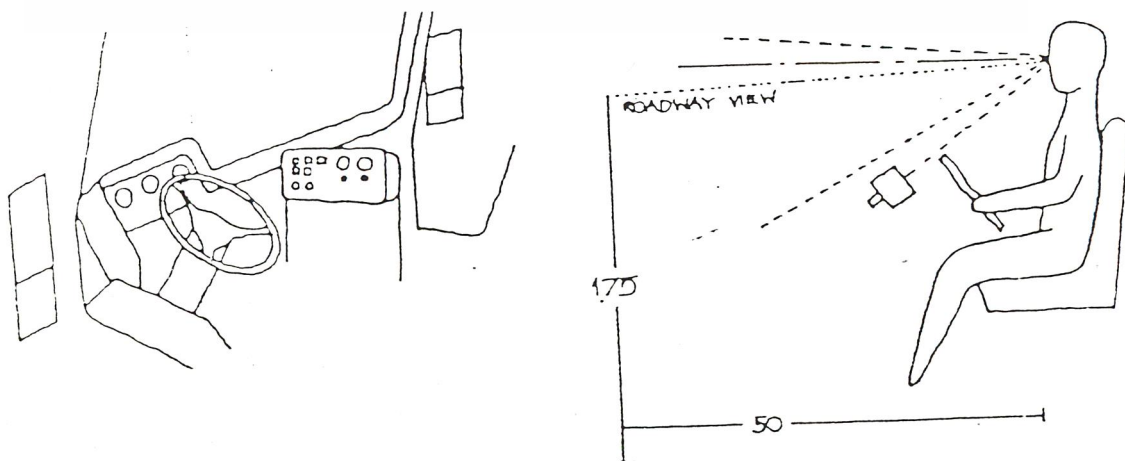


#### 2. ยานพาหนะขนาดใหญ่

ผู้ขับขี่จะนั่งอยู่ในระดับที่สูง ได้แก่ รถบรรทุก รถโดยสารประจำทาง

ภาพที่ 63

แสดงภาพความสำคัญของระยะมุมมองจากรถต่อความสูงของผลิตภัณฑ์



### ระยะในการเบรก

ระยะทางที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการเบรกเกี่ยวข้องกับ 2 ส่วนคือ

ส่วนแรก คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการสังเกตเห็นวัตถุ

ส่วนที่สอง คือ เวลาที่ใช้ในการตอบสนองในการเบรก

ซึ่งส่วนแรกนี้ต้องใช้ระยะเวลารวมกันประมาณ 2.5 วินาที และอีกส่วนหนึ่ง คือ เวลาและระยะทางในการเบรกซึ่งจะขึ้นอยู่กับความเร็วของรถ ซึ่งที่ใช้วิ่งอยู่ ดังนั้น ระยะที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการเบรกจึงได้จากการนำเอาสองส่วนมารวมกัน

### ตารางที่ 11

แสดงความเร็วที่ขับชี้และระยะทางต่ำสุดที่ใช้ในการเบรก(ถนนเปียก)

ความเร็ว	ระยะทางของปฏิกิริยาตอบสนอง สั่งการเบรก (เมตร) ถนนเปียก	ระยะเบรก (เมตร)	รวมระยะทางน้อยสุด ที่ใช้ในการเบรก
48	31	22	53
64	39	39	78
80	48	63	111
96	57	90	147
104	60	101	161

### ตารางที่ 12

แสดงความเร็วที่ขับชี้และระยะทางต่ำสุดที่ใช้เบรก(ถนนแห้ง)

ความเร็ว	ระยะทางของปฏิกิริยาตอบสนอง สั่งการเบรก (เมตร)	ระยะเบรก (เมตร)	รวมระยะทางน้อยสุด ที่ใช้ในการเบรก
48	33	15	48
64	46	27	73
80	55	43	98
96	66	64	130
104	71	75	146

สรุป ความสัมพันธ์ของระยะมุมมองจากระดับความสูงของผลิตภัณฑ์ และ ระยะเบรค

สายตาของผู้ขับขี่พาหนะ หรือความสนใจของผู้ขับขี่ต่อสภาพการจราจรในท้องถนนในบริเวณนั้นหรือบริเวณที่มีการก่อสร้างโดยเฉพาะการเพ่งไปข้างหน้าบนท้องถนน และสัญญาณต่างๆ ที่มีมุมมองไม่เหมาะสมกับระดับของสายตา ซึ่งการเปลอเลอเพียงเลี้ยววินาทีเดียว อาจจะไปสู่การเกิดอุบัติเหตุต่างๆที่คาดไม่ถึงได้ ซึ่งระยะทางในการตอบสนองการเบรค คือ ระยะที่ใช้เวลาในการมองเห็นวัตถุ ซึ่งใช้เวลารวมกันประมาณ 2.5 วินาที อีกส่วนหนึ่งคือ เวลาและระยะทางขึ้นอยู่กับความเร็วของรถที่ใช้วิ่งอยู่

ดังนั้น การออกแบบชุดสัญญาณไฟต่างๆ จึงควรมีการศึกษา ถึงขนาดและสัดส่วน และ ตำแหน่งที่มีความเหมาะสมกับมุมมองจากยานพาหนะประเภทต่างๆ ระยะในการเบรคที่ปลอดภัย

การดึงดูสายตา และการใช้สายตา

ความสนใจของคนจะสามารถแบ่งออกได้ 2 ประการ คือ

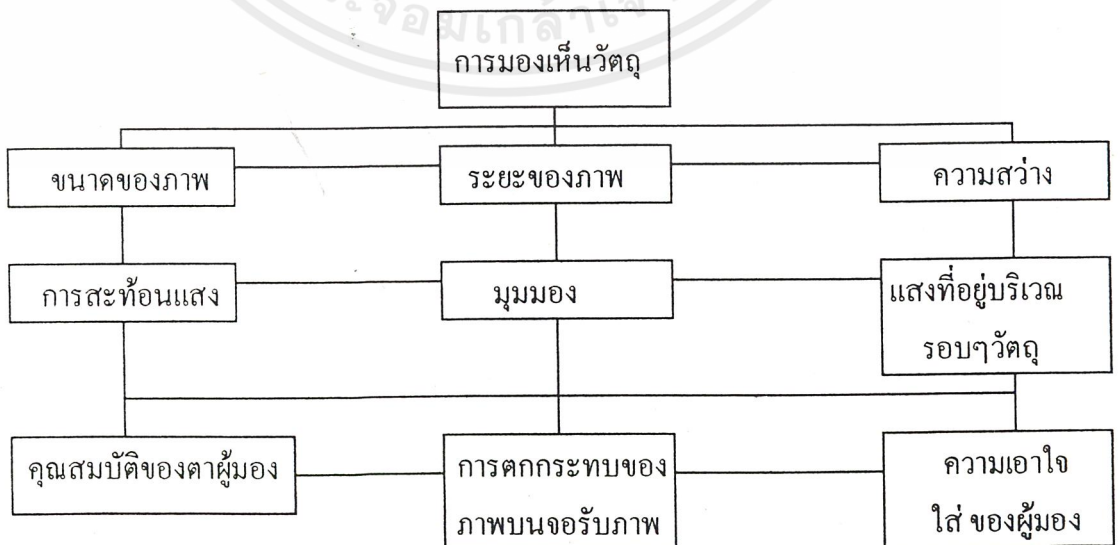
- 1. Active Attention คือ ความสมัครใจหรือความสนใจที่แสดงออกมาให้เห็น
- 2. Passive Attention คือ ความสนใจที่เกิดขึ้นโดยความไม่ตั้งใจ หรือไม่แสดงออกมาให้เห็น

ดังนั้น การที่จะทำให้วัตถุได้รับความสนใจ จะต้องมืองค์ประกอบ คือ

- 1. การมองเห็นได้ชัดเจน เข้าใจง่าย สะดุดตา
- 2. มีลักษณะแปลกกว่าอย่างอื่น

การมองและการใช้สายตา

ความสามารถในการมองเห็นวัตถุ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ คือ



### 1. ระยะของภาพ (View Distance)

วัตถุที่อยู่ใกล้ย่อมมองเห็นได้ชัดกว่าวัตถุที่อยู่ไกล แต่ถ้าวัตถุอยู่ไกลมากเกินไป เราก็ไม่สามารถที่จะมองเห็นวัตถุได้ชัดเช่นเดียวกัน

### 2. ความสว่าง (Brightness)

การมองเห็น เกิดจากแสงตกกระทบวัตถุ แล้วจึงสะท้อนเข้าสู่ตาคน เพราะฉะนั้น วัตถุที่ได้รับแสงพอเหมาะ จะมองเห็นได้ชัดเจนกว่าวัตถุที่ได้รับแสงมากหรือน้อยเกินไป นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับผิวของวัตถุว่าสามารถสะท้อนแสงได้เพียงใด เช่น ในที่แสงสว่างน้อย วัตถุที่สะท้อนแสงได้ดี จะเห็นได้ชัดกว่าวัตถุที่ผิวด้าน สีที่มองเห็นวัตถุชัดที่สุด คือ สีเหลือง

### 3. มุมมอง

ตามกติสามารถมองเห็นได้เป็นมุมกว้างประมาณ 90 - 94 องศา เช่น ภาพวิวทั่วไป แต่ถ้าเป็นวัตถุมุมมองประมาณ 20 องศา เช่น การมองสิ่งของต่างๆ

#### ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับตา

แสงกับตามีความสัมพันธ์ ดวงตามนุษย์มีความไวต่อคลื่นแสงในความถี่ต่างๆกัน ตามีความไวต่อคลื่นแสงประมาณ 5500 อังสตรอมยูนิก ซึ่งได้แก่สีเหลือง

การที่เราสามารถมองเห็นวัตถุได้ เกิดจากแสงกระทบวัตถุแล้วสะท้อนเข้าสู่ตาเรา ส่วนการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากวัตถุอันนั้นมีคุณสมบัติดูดซึมสีของแสง หรือสะท้อนสีของแสงในช่วงคลื่นต่างๆ กัน โดยจะเห็นเฉพาะคลื่นสีที่วัตถุนั้นไม่สามารถที่จะทำการดูดซึมได้และสะท้อนกลับมา ถ้าวัตถุดูดซึมคลื่นได้หมดของความถี่ของวัตถุนั้น จะมองเห็นเป็น ดำมืด หรือเรียกว่าสี ดำ ซึ่งสีดำก็คือไม่มีแสงสะท้อนกลับไปให้เห็นนั่นเอง

#### สรุป

การที่จะสามารถมองเห็นวัตถุได้อย่างชัดเจนนั้นจะขึ้นอยู่กับ

1. วัตถุอยู่ในระยะพอดีหลังสายตา
2. วัตถุได้รับแสงพอเหมาะ
3. วัตถุอยู่ในมุมมองที่พอเหมาะ
4. คุณสมบัติการดูดซับของวัตถุหรือการสะท้อนของวัตถุ
5. การกระตุ้นประสาทตา

## 6. ศึกษาเรื่องของสีที่ใช้ในการออกแบบ

### 6.1 สีและอิทธิพลต่อการมองเห็น

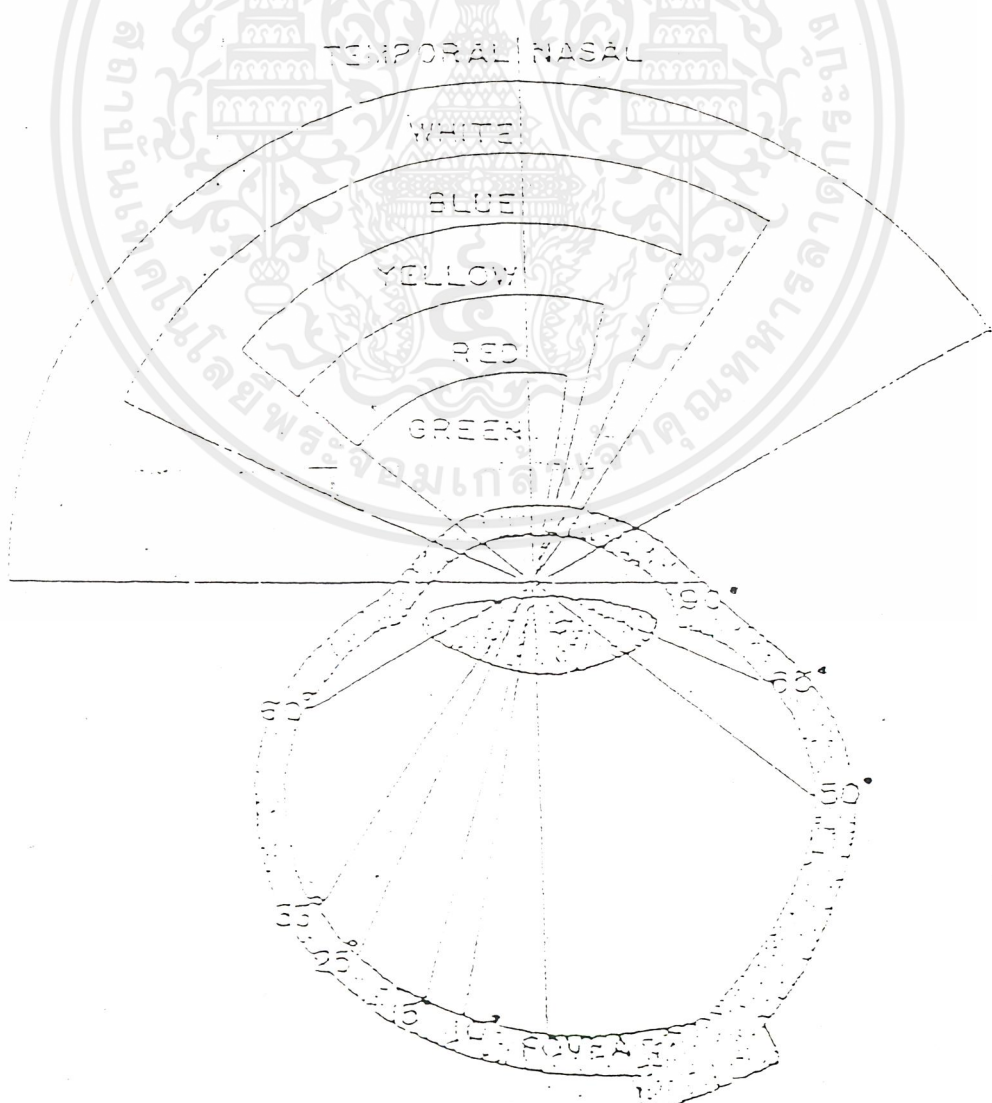
สีมีอิทธิพลในด้านจิตวิทยาของมนุษย์ โดยเฉพาะในเรื่องของการออกแบบ เมื่อนำสีหลายสีมาใช้รวมกัน อาจก่อให้เกิดการความยุ่งยากในการมองเห็นของสี การศึกษาเรื่องการรับรู้และการมองเห็นของสีที่มีต่อเครื่องหมายและสัญลักษณ์ สิ่งที่มีผลสำคัญที่สุดในเรื่องสี คือ ลักษณะของความตัดกันของสีของตัวหนังสือ หรือ สีของลักษณะกับสีพื้น

### 6.2 ขอบเขตความไวในการรับสีของประสาทตา

การมองเห็นของมนุษย์ได้แสงสว่างปกตินั้น ความรู้สึกรับรู้สีต่างๆ จะไม่เท่ากันทุกสี แม้จะมองวัตถุจนถึงเส้นขอบนอกของวัตถุชัดเจน แต่การมองเห็นสีบางสี จะแปรเปลี่ยนไปตามความจริง เพราะสีบางสีสามารถจดจำได้ดี ในมุมมองของการมองที่กว้างมากกว่าสีอื่น

ภาพที่ 64

แสดงขอบเขตความไวในการรับสีของประสาทตา



### 6.3 สื่อกับการออกแบบ

โดยทั่วไปแล้วการออกแบบผลิตภัณฑ์ใดๆ ก็ตาม จะมองข้ามเรื่องนั้นไม่ได้เป็นอันขาด เพราะเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อผลการออกแบบ ความรู้สึกของผู้พบเห็น และความสวยงาม นอกจากนี้ยังสามารถเตือนให้ผู้ใช้ได้มีความระวังในส่วนที่เป็นอันตรายได้อีกด้วย

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากต้องการความสวยงามแล้ว สียังมีอิทธิพลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

### 6.4 อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะสีเกี่ยวกับความรู้สึก ที่มีความเกี่ยวข้องในการออกแบบ

**สีแดง** จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงให้ความรู้สึกที่ตื่นเต้น เร้าใจ แล้ว ยังแสดงถึงสิ่งที่ต้องห้าม อันตราย การระมัดระวัง

**สีส้ม** เป็นสีที่มีความสดใส มองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนภัยอยู่ตลอดเวลา

**สีเหลือง** เป็นสีที่ทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น สดใส สะอาด แต่ถ้าสีค่อนข้างเข้มมากจะทำให้เกิดความหงุดหงิด

**สีดำ** โดยปกติสีดำ เป็นสีที่ให้ความรู้สึกที่หดหู่ ลึกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่น มั่นคง

**สีขาว** ให้ความรู้สึกที่สะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้เพียงสีเดียวจะทำให้เกิดความรู้สึกเย็น

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงป้ายสัญญาณบอกช่องทางการเดินรถ ขง กรมทางหลวง ผู้วิจัยได้ทำการจัดลำดับของการดำเนินงานวิจัย โดยการแบ่งขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัยออกเป็นเรื่องๆ ดังต่อไปนี้

1. วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล
2. แหล่งที่มาของข้อมูล
3. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีสร้างเครื่องมือวิจัย

จากหัวข้อในขั้นต้นได้ทำการรวบรวมรายละเอียดในแต่ละเรื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

การสำรวจและรวบรวมข้อมูลนั้นผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูล โดยแบ่งออกเป็นภาคเอกสาร การสัมภาษณ์ การสังเกต

##### 1. การศึกษาข้อมูลภาคปฐมภูมิ

- 1.1 การสังเกต ผู้วิจัยได้ทำการสังเกต พฤติกรรมของผู้ออกกำลังกาย รวมไปถึงรายละเอียดในส่วนต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง
- 1.2 การสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้ออกกำลังกาย ถึงพฤติกรรมต่างๆ ในขณะทำการออกกำลังกาย การเตรียม วัสดุอุปกรณ์ ขั้นตอน การดูแลรักษาความสะอาด
- 1.3 การถ่ายภาพ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล โดยการถ่ายภาพในเรื่องของการศึกษารายละเอียดของผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

##### 2. การศึกษาข้อมูลภาคทุติยภูมิ

เกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นความรู้พื้นฐานในการออกแบบ คือ ขนาดสัดส่วนมาตรฐานของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ วัสดุและกรรมวิธีการผลิต ระบบตัวล็อก ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ จิตวิทยาดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาทำการศึกษาและเปรียบเทียบ และทำการวิเคราะห์เพื่อประยุกต์ใช้ในงานวิจัย

## แหล่งที่มาของข้อมูล

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งาน ผู้วิจัยยังได้ทำการสรุปแหล่งที่มาของข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แหล่งข้อมูลจากบุคคล
  - ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์
2. แหล่งข้อมูลจากภาคเอกสารอ้างอิง
  - ตำราที่เกี่ยวข้อง
  - วิทยานิพนธ์
3. แหล่งข้อมูลด้านสถานที่
  - ห้องสมุดกลางเฉลิมพระเกียรติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
  - ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
  - หอสมุดแห่งชาติ จ.นครราชสีมา

## วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการแยกข้อมูลจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเป็นการนำมาประเมินค่าและวิเคราะห์ให้ในขั้นต่อไป ในบางครั้งอาจตัดสินใจในวิธีการใช้เทคนิคและวิธีการ แต่บางครั้งไม่สามารถตัดสินใจในวิธีนั้นๆ ได้ ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์หลายๆ ระบบและเลือกตามคะแนนความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด การเปรียบเทียบตั้งแต่ 2 ระบบ รูปแบบขึ้นไป การวิเคราะห์แบ่งเป็นส่วนใหญ่ได้ดังนี้

- การวิเคราะห์รูปแบบของอุปกรณ์ของป้ายสัญญาณ
- การวิเคราะห์ลักษณะการใช้งาน
- การวิเคราะห์ไฟฟ้าที่นำมาใช้
- การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กับการใช้งาน
- การวิเคราะห์วัสดุที่นำมาใช้งาน
- การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

## วิธีการสร้างเครื่องมือการวิจัย

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2534) ได้กล่าวถึงเครื่องมือรวบรวมข้อมูลของการวิจัยว่าเลือกใช้ข้อมูลการวิจัยในการรวบรวมข้อมูลที่สามารถวัดหรือเก็บรวบรวมข้อมูลได้โดยตรงตามความต้องการ และสามารถทดสอบสมมุติฐานที่กำหนดไว้ได้

ดังนั้นในการใช้เครื่องมือในการวิจัย ผู้ทำการวิจัยได้ทำการเลือกใช้เครื่องมือในการวิจัยประเภทแบบสัมภาษณ์ เพราะแบบสัมภาษณ์โดยทั่วไปจะถามข้อมูล 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลพฤติกรรม ได้แก่ พฤติกรรม ความคิดเห็น เจตคติ และข้อมูลที่เป็นปัญหา



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำ ของกรมทางหลวง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ เพื่อสรุปเป็นแนวทางการออกแบบ โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งตามส่วนต่างๆ ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การออกแบบ
  - แนวทางการออกแบบ
  - แบบถ่ายย่อ

โดยแต่ละเรื่องมีรายละเอียดดังนี้

1. ลักษณะด้าน โครงสร้างของป้ายแนะนำ
2. ตำแหน่งของการติดตั้งไฟโซเรน
3. ตำแหน่งของการติดตั้งไฟส่องสว่าง
4. ลักษณะ ในการติดตั้งแผ่นป้ายแนะนำและการเปลี่ยนป้าย
5. ตำแหน่งและการติดตั้งของป้ายแนะนำ
6. ชนิดของป้ายที่นำมาใช้ร่วมกับป้ายแนะนำ
7. การเลือกใช้แบตเตอรี่

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง การนำเอาข้อมูลมาทำการแยกแยะ จัดความสำคัญของข้อมูล โดยจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเป็นการนำมาประเมินผลลัพธ์ของข้อมูลการวิเคราะห์ จะต้องมีการจัดลำดับข้อมูล และการวิเคราะห์จะต้องมีการนำเอาข้อพิจารณา ต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบเพื่อหาข้อสรุป เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

ลักษณะของการวิเคราะห์จะมี 2 ลักษณะ คือ แบบของตารางวิเคราะห์ ซึ่งใช้วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบ คุณสมบัติหรือรูปลักษณะแสดง สามารถเปรียบเทียบออกมาเป็นตัวเลขได้ เพื่อสะดวกในการอ่านค่าและสรุปผล อีกแบบหนึ่ง คือ เป็นลักษณะของการเขียนบรรยายและการวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียในบางหัวข้อจะเขียนในลักษณะการสรุปออกมา โดยอ้างหลักเหตุและผล สามารถสรุปได้ในตัวเอง

## วิธีการสร้างเครื่องมือการวิจัย

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2534) ได้กล่าวถึงเครื่องมือรวบรวมข้อมูลของการวิจัยว่าเลือกใช้ข้อมูลการวิจัยในการรวบรวมข้อมูลที่สามารถวัดหรือเก็บรวบรวมข้อมูลได้โดยตรงตามความต้องการ และสามารถทดสอบสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้

ดังนั้นในการใช้เครื่องมือในการวิจัย ผู้ทำการวิจัยได้ทำการเลือกใช้เครื่องมือในการวิจัยประเภทแบบสัมภาษณ์ เพราะแบบสัมภาษณ์โดยทั่วไปจะถามข้อมูล 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลพฤติกรรม ได้แก่ พฤติกรรม ความคิดเห็น เจตคติ และข้อมูลที่เป็นปัญหา



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำ ของกรมทางหลวง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ เพื่อสรุปเป็นแนวทางการออกแบบ โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งตามส่วนต่างๆ ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การออกแบบ
  - แนวทางการออกแบบ
  - แบบถ่ายย่อ

โดยแต่ละเรื่องมีรายละเอียดดังนี้

1. ลักษณะด้าน โครงสร้างของป้ายแนะนำ
2. ตำแหน่งของการติดตั้งไฟโซเรน
3. ตำแหน่งของการติดตั้งไฟส่องสว่าง
4. ลักษณะในการติดตั้งแผ่นป้ายแนะนำและการเปลี่ยนป้าย
5. ตำแหน่งและการติดตั้งของป้ายแนะนำ
6. ชนิดของป้ายที่นำมาใช้ร่วมกับป้ายแนะนำ
7. การเลือกใช้เบตเตอร์

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง การนำเอาข้อมูลมาทำการแยกแยะ จัดความสำคัญของข้อมูล โดยจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเป็นการนำมาประเมินผลลัพธ์ของข้อมูลการวิเคราะห์ จะต้องมีการจัดลำดับข้อมูล และการวิเคราะห์จะต้องมีการนำเอาข้อพิจารณา ต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบเพื่อหาข้อสรุป เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

ลักษณะของการวิเคราะห์จะมี 2 ลักษณะ คือ แบบของตารางวิเคราะห์ ซึ่งใช้วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบ คุณสมบัติหรือรูปลักษณะแสดง สามารถเปรียบเทียบออกมาเป็นตัวเลขได้ เพื่อสะดวกในการอ่านค่าและสรุปผล อีกแบบหนึ่ง คือ เป็นลักษณะของการเขียนบรรยายและการวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียในบางหัวข้อจะเขียนในลักษณะการสรุปออกมา โดยอ้างหลักฐานและผล สามารถสรุปได้ในตัวเอง

## การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลได้มีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ จากคุณสมบัติของวัสดุต่างๆ ก็ สามารถที่จะทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับลักษณะของการเลือกใช้วัสดุนั้นเพื่อทำการผลิต เพื่อให้มีคุณภาพ และประสิทธิภาพ ตามที่ต้องการ โดยมีดังนี้

### 1. ลักษณะด้านโครงสร้างของป้าย

วัสดุที่นำมาทำการวิเคราะห์

- เหล็ก
- อลูมิเนียม
- พลาสติก

ในการวิเคราะห์ในส่วนของ โครงสร้างของป้ายนั้น ได้มีการวิเคราะห์จาก การที่ได้ทำการศึกษา จากเอกสาร ที่มีความเกี่ยวข้องและได้มีการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด ตามลักษณะของการใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้ จึงได้เลือกวัสดุเหล็ก เนื่องจาก เหล็กมีความแข็งแรง สามารถที่จะค้ำงอได้ มีความแข็งแรงในการใช้งานมากกว่า สามารถซ่อมแซมได้ง่าย และมีราคาถูก

### 2. ลักษณะการติดตั้งระบบไฟโซเลน

ลักษณะการติดตั้งที่นำมาทำการวิเคราะห์

- ด้านบน 2 ดวง
- ด้านล่าง 2 ดวง

ในการติดตั้งสัญญาณไฟโซเลนนั้น ได้ทำการศึกษาจากลักษณะของการใช้งาน และจากการได้ สังเกต ในการใช้งานจะมีลักษณะของการติดตั้งเพียง 1 ดวง จึงทำให้การส่องสว่างเพื่อเป็นสัญญาณในการมองเห็นน้อยลง และยังไม่สามารถที่จะบอกถึงขอบเขตของป้ายได้ด้วย

ดังนั้นจึงได้สรุปในการติดตั้งสัญญาณไฟโซเลน เป็น 2 ดวง เนื่องจากสามารถที่จะสามารถบอกถึงขอบเขตของป้ายได้และยังสามารถทำให้มองเห็นได้อย่างชัดเจนด้วย

### 3. ลักษณะการติดตั้งระบบไฟในการส่องสว่างแก่ป้าย

ลักษณะการติดตั้งที่นำมาทำการวิเคราะห์

- ด้านบน
- ด้านล่าง
- ด้านข้าง

ในการวิเคราะห์เรื่องของการติดตั้งไฟเพื่อการส่องสว่างสำหรับป้ายนั้น ได้ทำการศึกษาและทำการสังเกตลักษณะของการใช้งานของป้ายว่า มีการใช้ไฟในการส่องสว่างอย่างไร

ดังนั้นจากการสังเกตและการศึกษาจึงได้ทำการสรุปตำแหน่งของการติดตั้งไฟที่ใช้ในการส่องสว่างสำหรับป้าย ไว้บริเวณส่วนด้านบนของป้าย เนื่องจากสมารถที่จะส่องให้ความสว่างแก่ป้ายได้อย่างทั่วถึง อีกทั้งยังสามารถป้องกันน้ำได้ด้วย

### 4. ลักษณะของการติดตั้งป้ายและการเปลี่ยนแผ่นป้าย

ลักษณะของการติดตั้งและการเปลี่ยนแผ่นป้ายที่นำมาทำการวิเคราะห์

- การใช้น็อตสกรู
- การใช้ระบบการล็อกด้วยสลัก
- การใช้ร่องรางในการใส่แผ่นป้าย

ในการวิเคราะห์ส่วนของการติดตั้งป้ายนั้น ได้ทำการวิเคราะห์จากการใช้งาน คือ จำเป็นที่จะต้องมีการถอดออกเพื่อทำการเปลี่ยนป้ายเป็นลักษณะอื่นตามการปฏิบัติงาน

จึงได้ทำการสรุประบบการยึดติดของแผ่นป้ายเป็นลักษณะของการใช้ระบบการล็อกด้วยสลัก เพราะสมารถที่จะทำการเปลี่ยนแผ่นป้ายได้อย่างสะดวก อีกทั้งยังสามารถที่จะถอดออกเพื่อทำการเคลื่อนย้ายได้ด้วย

#### 5. ตำแหน่งของการติดตั้งแผ่นป้าย

ลักษณะของตำแหน่งของการติดตั้งแผ่นป้าย ได้ทำการติดตั้งตามลักษณะของการกำหนดตามมาตรฐานของกรมทางหลวง คือ ทำการติดตั้งแผ่นป้ายให้มีความสูงจากพื้น อย่างน้อย 50 เซนติเมตร หรือมากกว่านั้นตามลักษณะการใช้งานของแต่ละพื้นที่ เนื่องจากในการติดตั้งนั้นจะต้องทำให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถที่จะมองเห็นแผ่นป้ายได้อย่างชัดเจน เพื่อที่จะเตรียมตัวได้ทันในการหลบหลีก

#### 6. ชนิดของป้ายที่นำมาใช้ร่วมกับป้ายแนะนำ

ชนิดของป้ายที่นำมาใช้ร่วมกับป้ายแนะนำ จากการที่ได้ทำการศึกษาข้อมูลนั้น การที่จะนำป้ายมาใช้ คือ สามารถที่จะนำป้ายของการจราจรที่มีอยู่มาทำการใช้ได้เลย โดยการที่ จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและสี ของป้ายเสียก่อน คือ จะต้องทำการเปลี่ยนเป็นสี ดำ-ส้ม เสียก่อน จึงจะสามารถนำมาใช้ได้

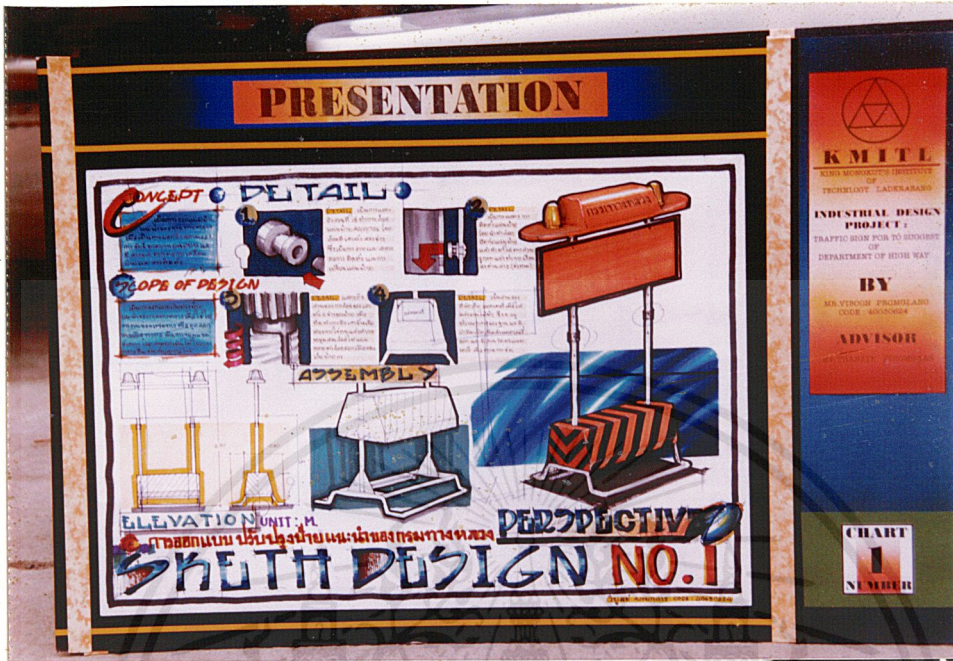
#### 7. การใช้แบตเตอรี่

จากการศึกษาข้อมูลผนวกกับการที่ได้ทำการสังเกตและทำการสอบถามผู้ที่เป็นคนนำป้ายสัญญาณไปติดตั้งว่า ในการใช้แบตเตอรี่มีความจำเป็นมากเพียงใดก็ได้คำตอบว่า จะใช้เพียงเวลากลางคืนเท่านั้น เพราะจะต้องมีการต่อสัญญาณไฟต่างๆ เพื่อให้สามารถที่จะมองเห็นได้ ในหนึ่งป้ายสัญญาณจะใช้แบตเตอรี่จำนวน 1-2 ลูก เมื่อถึงเวลากลางวันก็จะนำไปบรรจุไฟเพิ่มเพื่อนำมาใช้ในคืนต่อไป และแบตเตอรี่ที่นำมาใช้นั้นก็คือ แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์

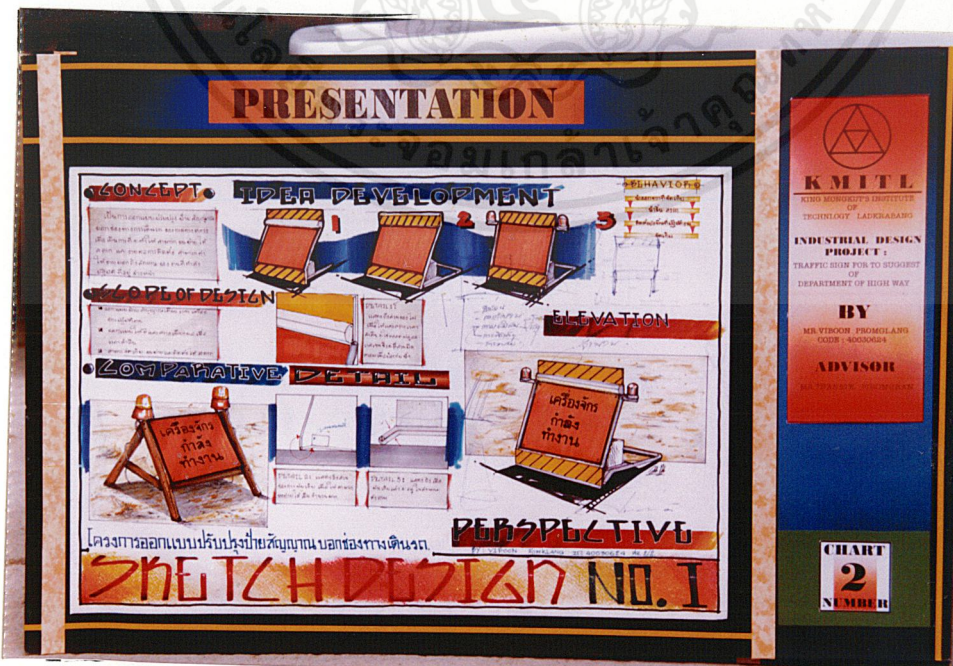
# ภาคการออกแบบ



ภาพแสดง SKETCH DESIGN



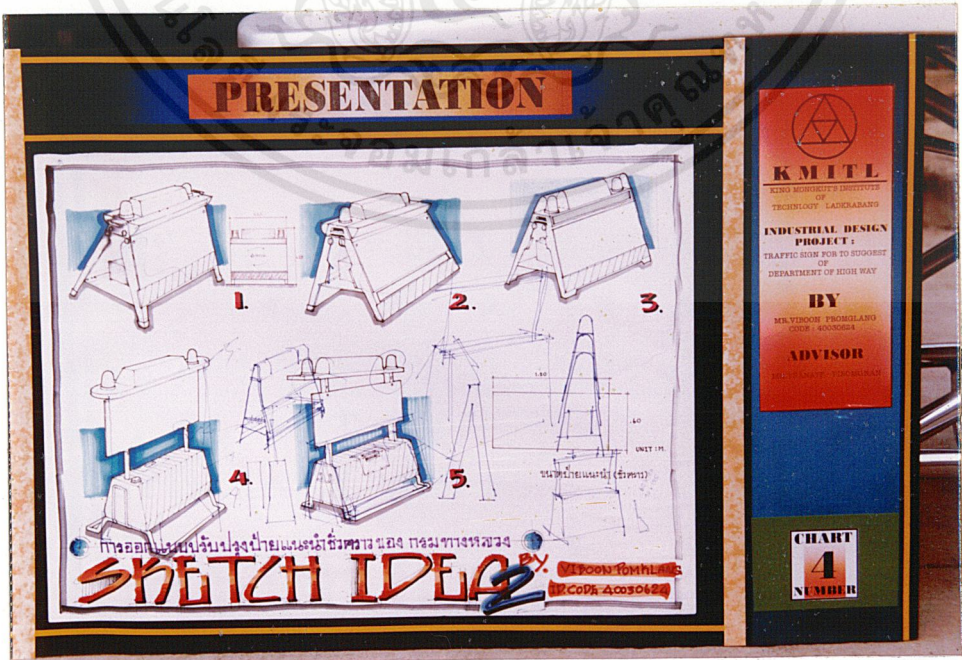
ภาพแสดง SKETCH DESIGN



ภาพแสดง SKETCH DESIGN



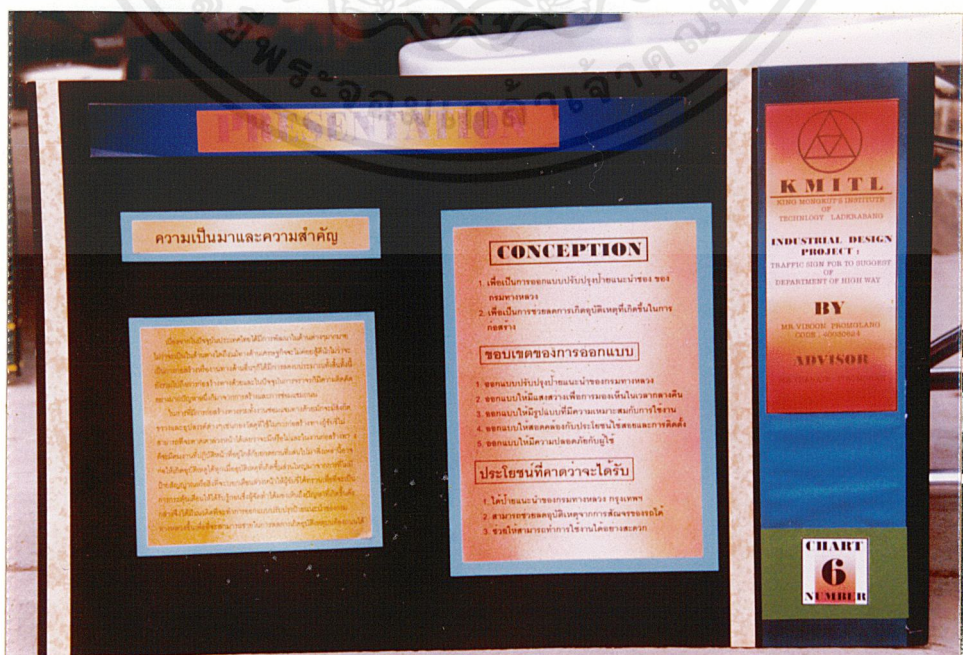
ภาพแสดง SKETCH IDEA



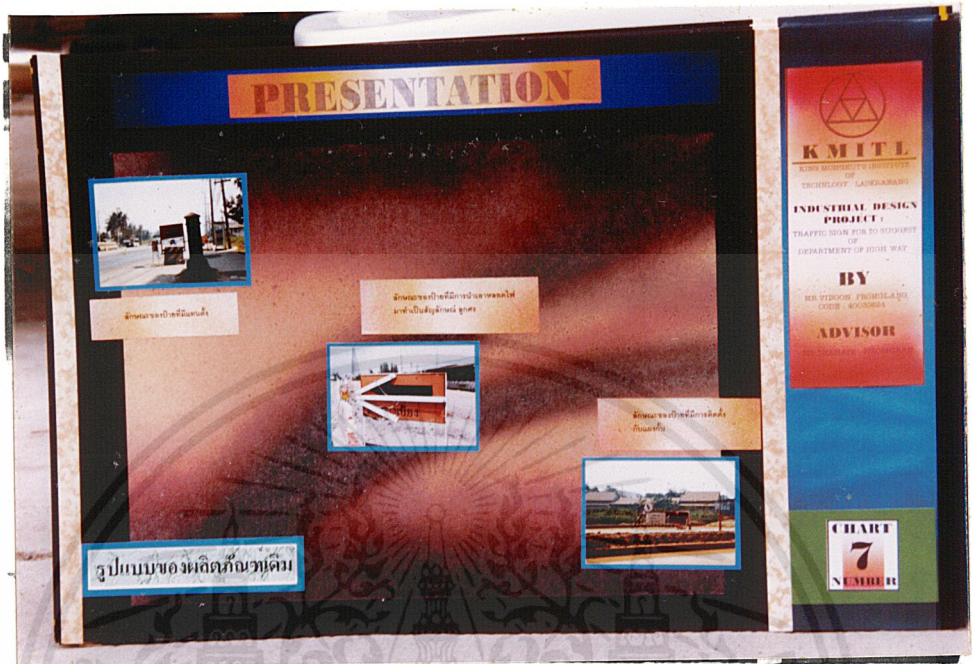
ภาพแสดง SKETCH IDEA



ภาพแสดง CONCEPTION



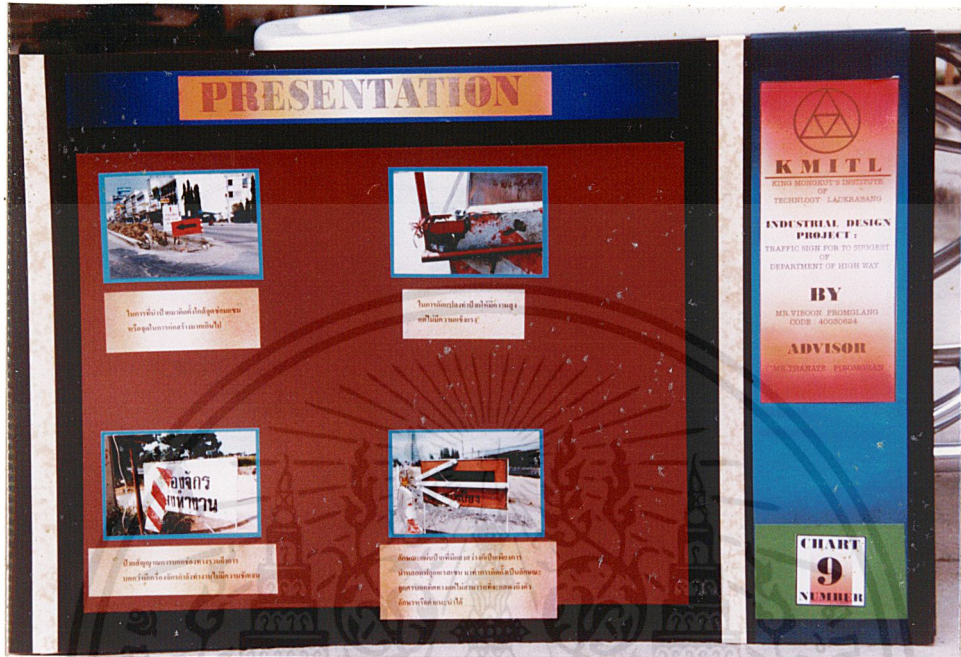
ภาพแสดงผลภัณฑ์เดิม



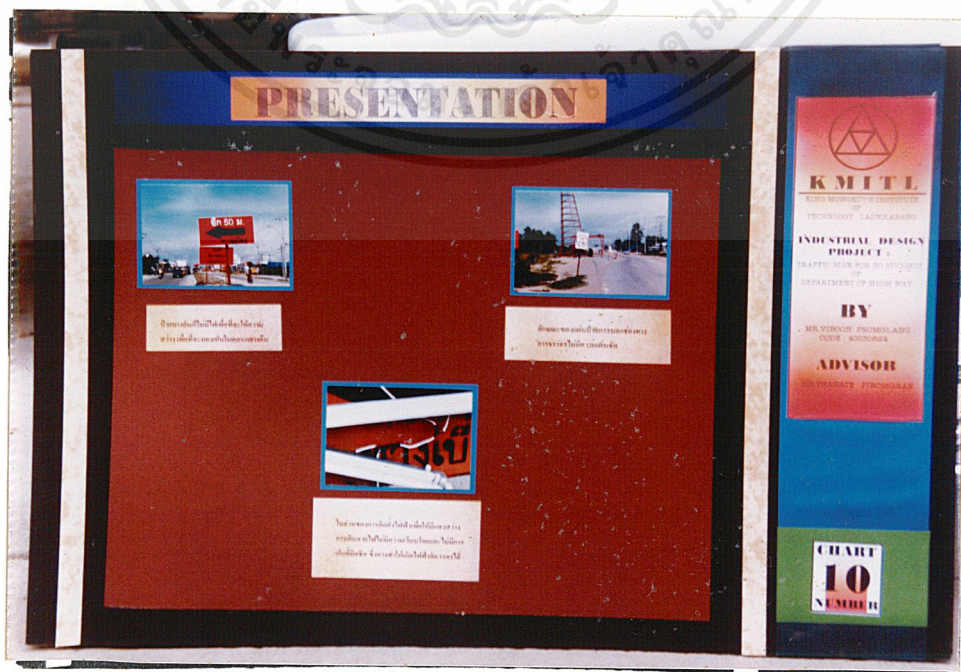
ภาพแสดง ปัญหาที่เกิดขึ้น



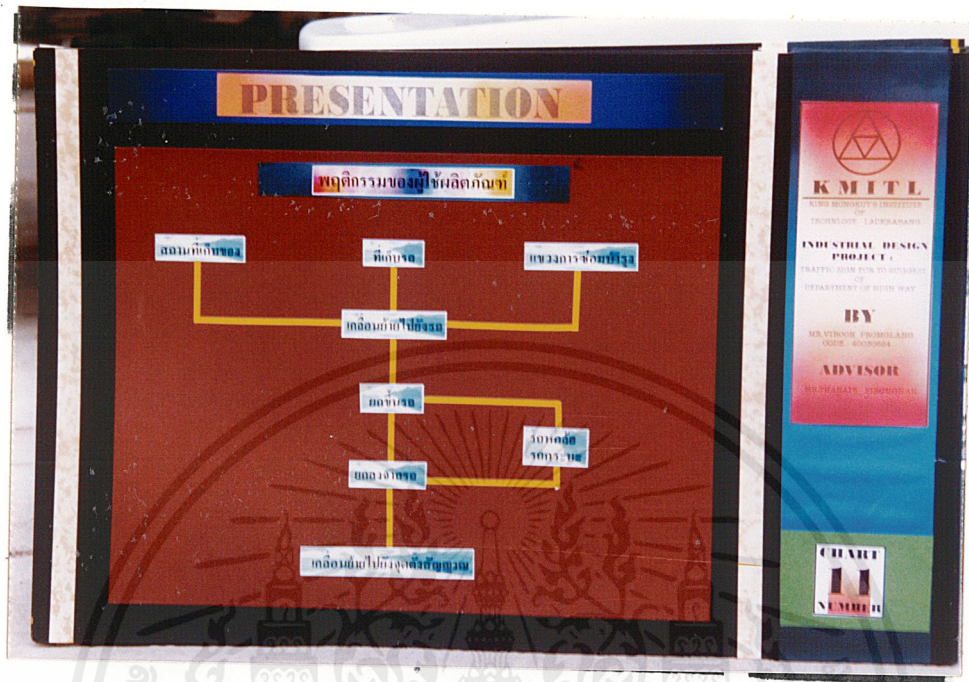
ภาพแสดงปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพแสดง ปัญหาที่เกิดขึ้น

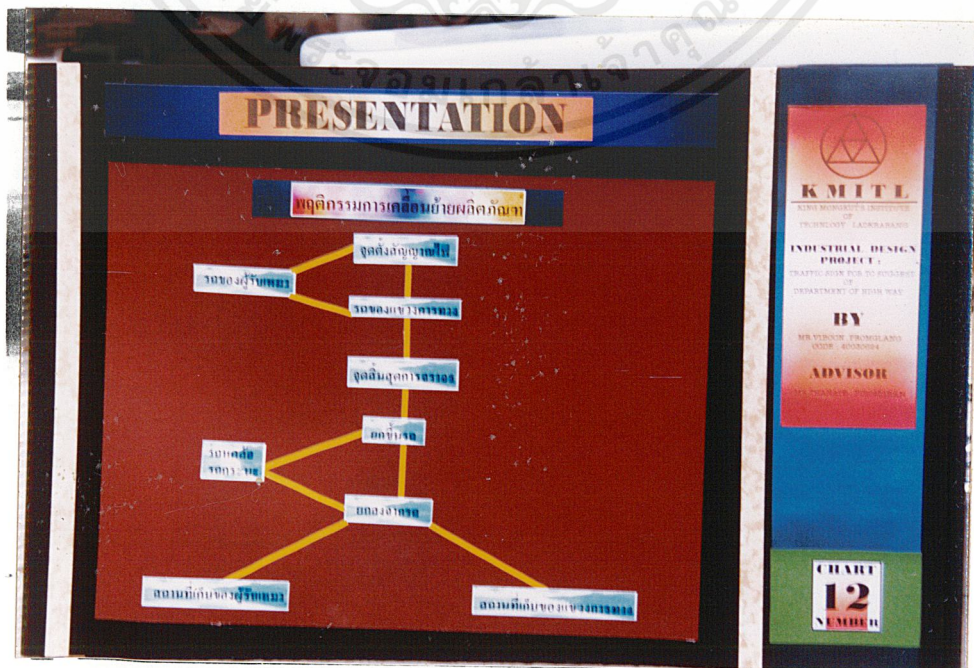


ภาพแสดงพฤติกรรมของผู้ผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 78

ภาพแสดง พฤติกรรมการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์



ภาพแสดงDETAIL



ภาพที่ 80

ภาพแสดงDETAIL



ภาพแสดงDETAIL

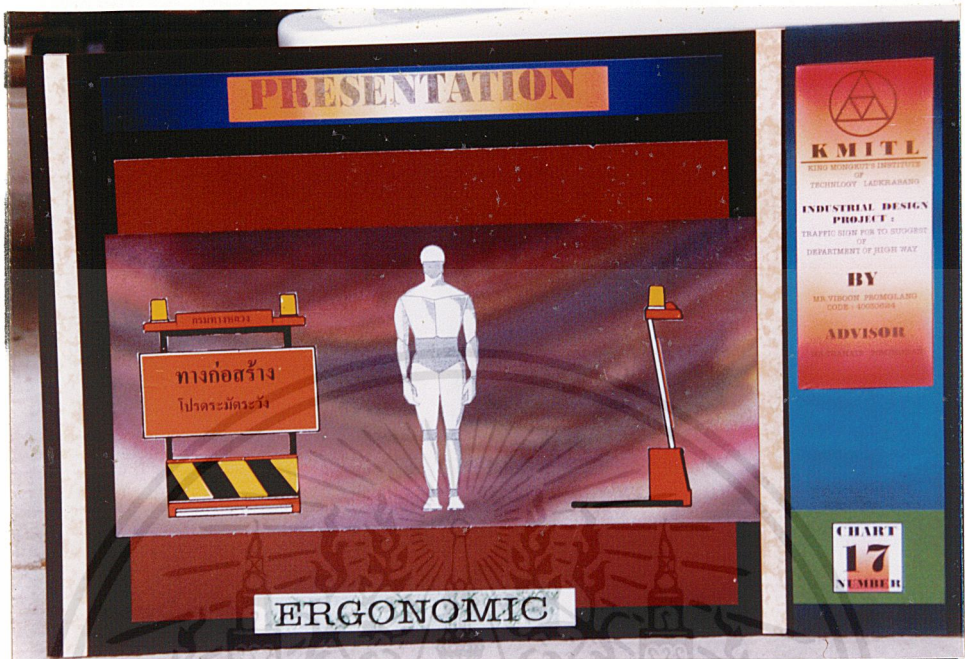


ภาพแสดงDETAIL



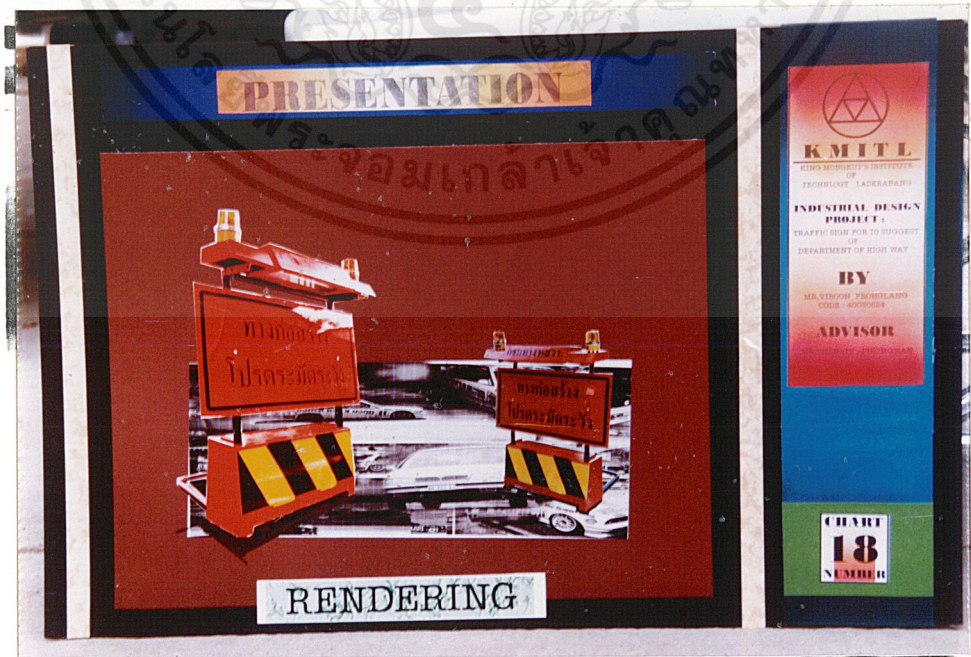
ภาพที่

ภาพแสดง ERGONOMIC



ภาพที่

ภาพแสดง RENDERING



ภาพที่ 85

ภาพแสดง MODEL



ภาพที่ 85

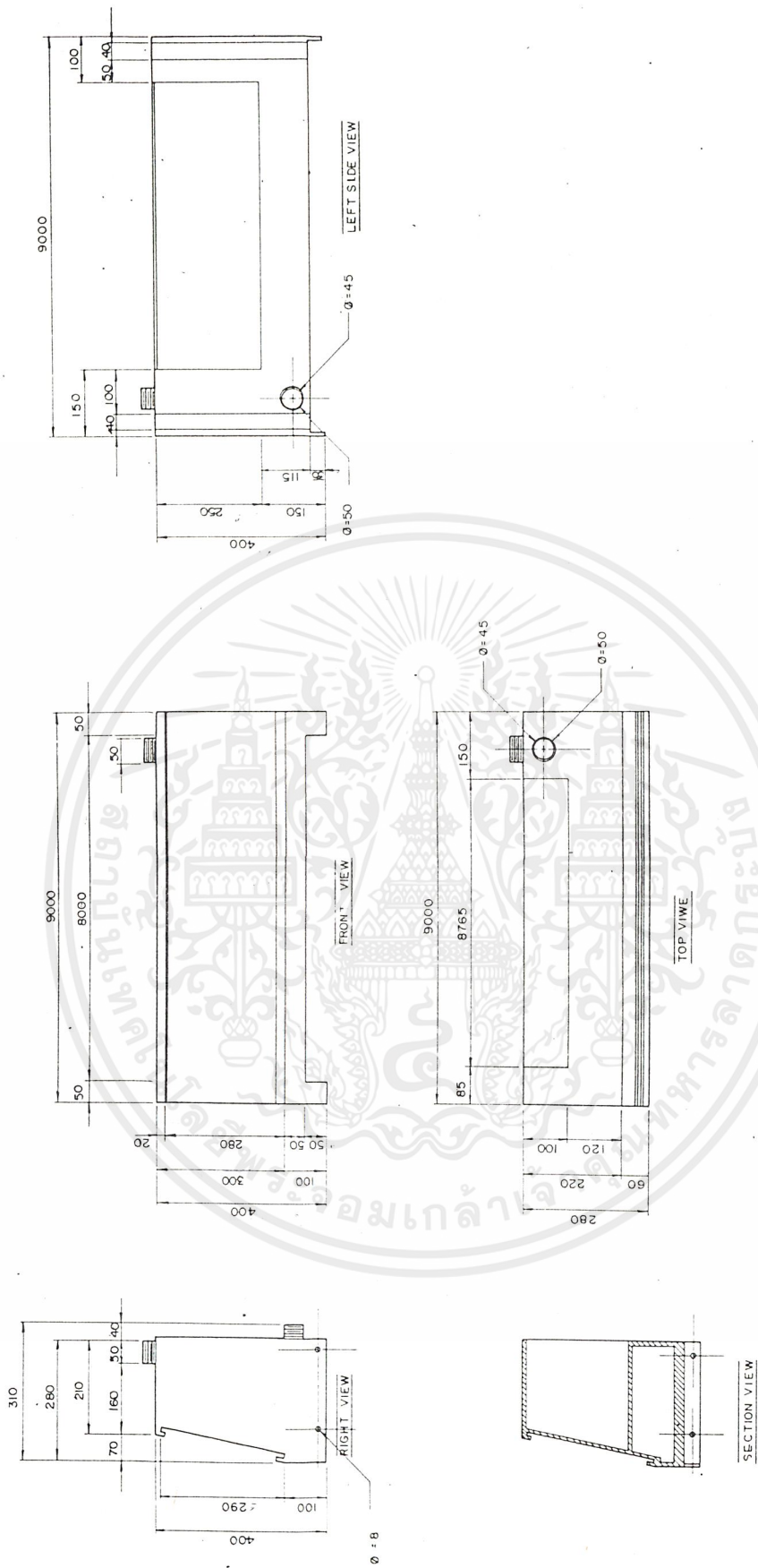
ภาพแสดง MODEL



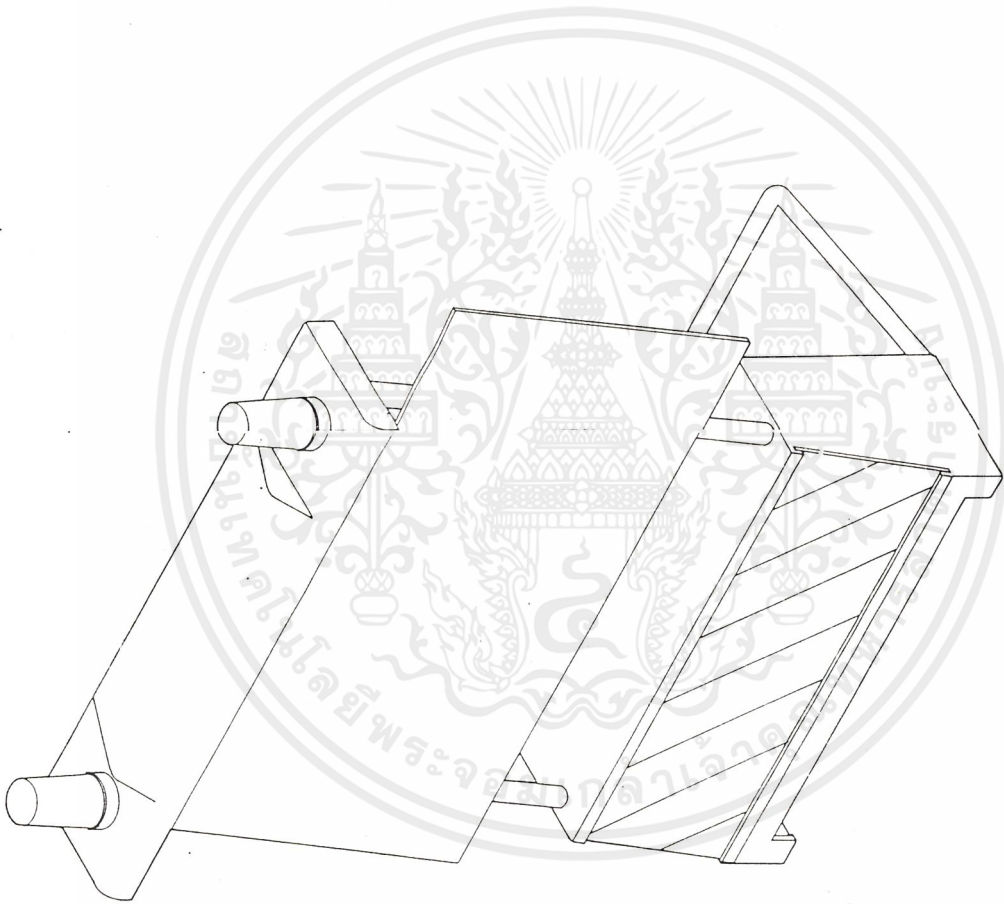
# การเขียนแบบเพื่อการผลิต







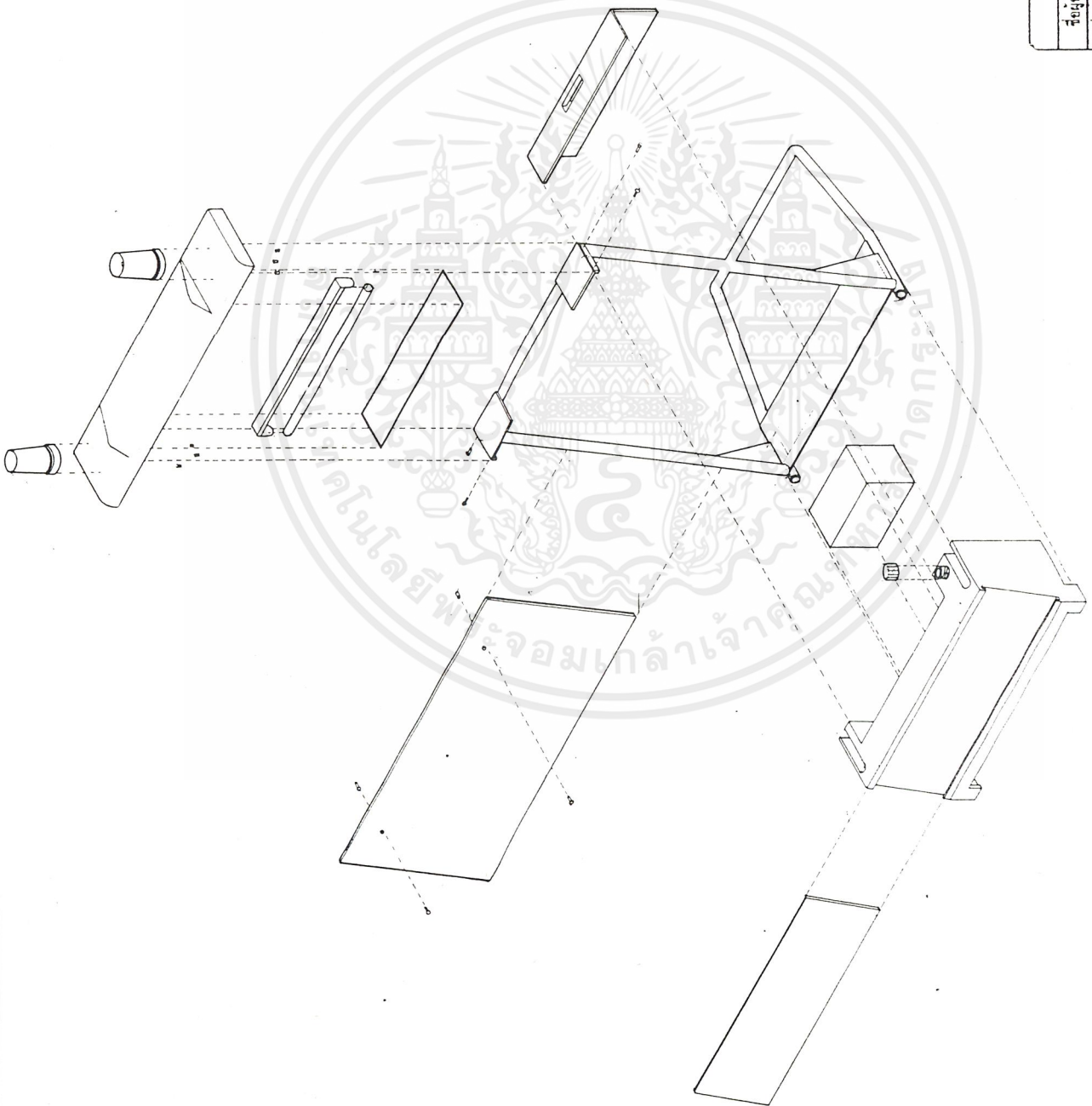
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
ชื่อผู้ออกแบบ นายวิบูลย์ พนมกลาง รหัส 40030624 นักศึกษาระดับปีที่ 2/1 สาขา ศิลปอุตสาหกรรม	หน่วยที่
ชื่องาน การออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำข้อความ ของ กรมทางหลวง	แผนที่
อาจารย์ผู้ควบคุม อาจารย์ ธนเดช ภิรมย์ภาว	
กำหนดส่ง 23 ธันวาคม 2541	
SCALE 1:8.75	UNIT 1 M.M



ISOMETRIC

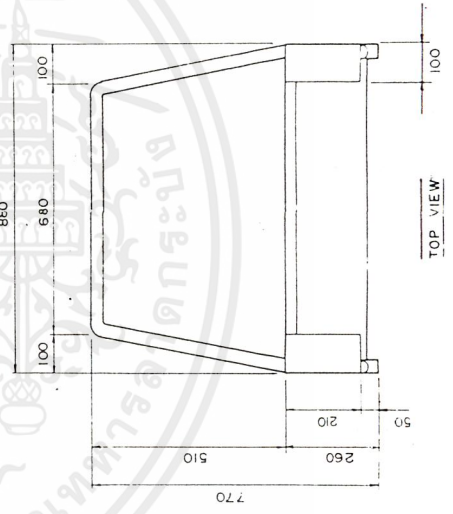
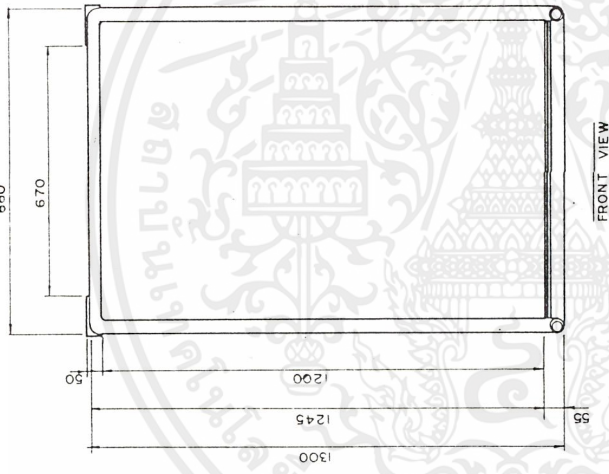
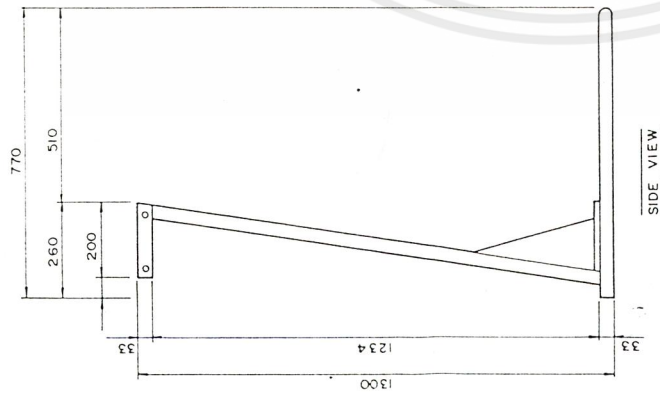
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อผู้ออกแบบ นายวิบูลย์ พรมกลาง รหัส. 40030624 นักศึกษารุ่นปี 2/1 สาขา ศิลปอุตสาหกรรม	
ชื่องาน การออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำผู้ศรทรา ของ กรมทางหลวง	แผนก
อาจารย์ผู้ควบคุม อาจารย์ ธนศักดิ์ ภิรมย์การ	หน่วยเหตุ
กำหนดส่ง 23 ธันวาคม 2541	



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อผู้ออกแบบ นายวิบูลย์ ทรมงคล รหัส 40030624 นักศึกษาชั้นปีที่ 21 สาขา ศิลปอุตสาหกรรม		หน้าตัด	หน้าตัด
ชื่องาน การออกแบบปรับปรุงภายในและนำชิ้นควา ของ กรมทางหลวง		แผ่นที่	
อาจารย์ผู้ควบคุม อาจารย์ ธเนศ ภิรมย์ภา			
กำหนดส่ง 23 ธันวาคม 2541			



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อผู้ออกแบบ นายวิบูลย์ พรหมคง รหัส 40030624 นักศึกษาระดับปีที่ 21 สาขา ศิลปอุตสาหกรรม	หน้าชนิด
ชื่องาน การออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำผู้พิการ ของ กรมทางหลวง	แผ่นที่
อาจารย์ควบคุม อาจารย์ อำนวย ภิรมย์กิจ	
กำหนดส่ง 23 ธันวาคม 2541	
SCALE 1:10 UNIT : M.M	





## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและได้กาติดตามปัญหาเกี่ยวกับ “โครงการออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำของกรมทางหลวง” ทำให้ผู้ทำวิจัยสามารถที่จะได้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการออกแบบหลายประการและเมื่อทำการดำเนินการค้นคว้าจนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ฉบับนี้แล้ว ผู้ทำการวิจัยสามารถที่จะทำการสรุปผลการออกแบบออกมาได้ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของโครงสร้างของป้ายแนะนำนั้น ได้มีการใช้วัสดุที่เป็นเหล็ก ชนิด กลมกลวง ซึ่งในการใช้งานและในการผลิตสามารถผลิตและทำการประกอบได้ดี

2. ในการติดตั้งสัญญาณไฟไซเรนนั้น ทางด้านของกรมทางหลวงได้มีการกำหนดลักษณะของการติดตั้งให้สามารถเห็นได้อย่างชัดเจน โดยจะทำการติดตั้งไว้ด้านบนของตัวป้าย เพราะสามารถเห็นได้ชัดเจนและเป็นการแสดงขอบเขตของตัวป้ายด้วยว่ามีขนาดกว้างเท่าไร ซึ่ง ทำให้ผู้ขับขี่ทราบ ได้

3. ในส่วนของการให้แสงสว่างนั้น ได้มีการใช้หลอด ฟลูออเรสเซนต์ ซึ่ง เป็นการให้แสงสว่างที่มากและเป็นการประหยัดพลังงานด้วย ในการติดตั้งหรือตำแหน่งของการติดตั้งไฟนั้น ได้ทำการศึกษาจากลักษณะของผลิตภัณฑ์เดิม ซึ่งมีทั้งการติดตั้งด้านบน ด้านล่าง และ ยังมีการติดเป็นลักษณะของสัญลักษณ์ลูกศร ตามทิศทางที่จะให้ไปตามนั้น จึงได้ทำการวิเคราะห์ถึงลักษณะการใช้งานและความจำเป็นในการใช้ จึง ได้ทำการติดตั้งหลอดไฟไว้ด้านบน

4. ในส่วนของการติดตั้งป้ายและการเปลี่ยนแผ่นป้าย เลือกใช้การถือแบบ การใช้สลักในการถือ เพราะ มีความสะดวกในการเปลี่ยนแผ่นป้ายและยังยึดติดได้ดี สามารถดูแลรักษาได้ง่ายกว่าแบบเดิม

5. ลักษณะของตำแหน่งของการติดตั้งแผ่นป้าย ได้ทำการติดตั้งตามลักษณะของการกำหนดตามมาตรฐานของกรมทางหลวง คือ ทำการติดตั้งแผ่นป้ายให้มีความสูงจากพื้น อย่างน้อย 50 เซนติเมตรหรือมากกว่านั้นตามลักษณะการใช้งานของแต่ละพื้นที่ เนื่องจากในการติดตั้งนั้นจะต้องทำให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถที่จะมองเห็นแผ่นป้ายได้อย่างชัดเจน เพื่อที่จะเตรียมตัวไว้ทันในการหลบหลีก

6. ชนิดของป้ายที่นำมาใช้ร่วมกับป้ายแฉะนั้น จากการทำการศึกษาข้อมูลนั้น การที่จะนำป้ายมาใช้ คือ สามารถที่จะนำป้ายของการจราจรที่มีอยู่มาทำการใช้ได้เลย โดยการทำ จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและสี ของป้ายเสียก่อน คือ จะต้องทำการเปลี่ยนเป็นสี ดำ-ส้ม เสียก่อน จึงจะสามารถนำมาใช้ได้

7. การใช้แบตเตอรี่จะใช้เพียงเวลากลางคืน จะใช้ในตอนกลางวันบ้างเป็นบางครั้ง เพราะจะต้องมีการต่อสัญญาณไฟต่างๆ เพื่อให้สามารถที่จะมองเห็นได้ ในหนึ่งป้ายสัญญาณจะใช้แบตเตอรี่จำนวน 1-2 ลูก เมื่อถึงเวลากลางวันก็จะนำไปบรรจุไฟเพิ่มเพื่อนำมาใช้ในคืนต่อไป และแบตเตอรี่ที่นำมาใช้นั้น ก็คือ แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์

### ข้อเสนอแนะ

ในการซ่อมแซมหรือการสร้างถนนนั้น จะมีการประกวดราคาในการสร้างโดยผู้รับเหมาจะทำการต่างๆ เกี่ยวกับการสร้าง ดังนั้นการใช้สัญญาณต่างๆ ผู้รับเหมาจะทำการจัดหาเอง แต่จะมีการตรวจสอบจากกรมทางหลวงอีกครั้งหนึ่งว่า ได้มาตรฐานตามที่กำหนดหรือไม่ แต่ก็ยังมีในบางครั้งที่การซ่อมแซมถนนมีมากจึงทำให้สัญญาณต่างๆ ไม่เพียงพอแก่ความต้องการของผู้ใช้ จึงต้องมีการทำขึ้นมาเพิ่มเติม โดยในการทำขึ้นมานั้นก็ไม่ได้มาตรฐาน

ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงคิดว่าถ้ามีการผลิตลักษณะของป้ายหรือสัญญาณต่างๆ ขึ้นมาสามารถที่จะนำไปใช้งานได้หลายอย่างจะเป็นการดีมาก

สิ่งที่ได้กล่าวไปในข้างต้นนี้เป็นเพียงข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการที่จะทำการค้นคว้า และทำการปรับปรุงภายในอนาคต

### ข้อเสนอแนะของอาจารย์

ในการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง โครงการ การออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำ ของกรมทางหลวง กรุงเทพมหานคร ได้มีการศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง รวมไปถึงการใช้งานต่างๆ อย่างละเอียด แต่ในการผลิตงานขึ้นเพื่อทำงานจริงนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาในเรื่องของระบบการผลิตอย่างละเอียด โดยที่จะต้องมีการคำนึงถึงปริมาณและราคาในการผลิตด้วย

ผู้ทำวิทยานิพนธ์หวังว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้มาทำการศึกษาไม่มากก็น้อยเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ในครั้งต่อไป



กรมทางหลวง.คู่มือเครื่องหมายการควบคุมจราจร.กรุงเทพฯ ๑ : พิมพ์ที่หน่วยงานแผนที่ กอง  
วางแผนงาน กรมทางหลวง,2522

กรมทางหลวง.ทางหลวงในประเทศไทย.กระทรวงคมนาคม,2535

บรรณเลข ศรีนิล.เทคโนโลยีพลาสติก.กรุงเทพฯ ๑ :สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี,2529

บุญเลิศ บุตรขาว.กายวิภาค.กรุงเทพฯ ๑ : โอเอสพริ้นติ้งเฮ้าส์,2531

พงศ์พันธ์ วรสุนทรโรตถ.วัสดุก่อสร้าง.กรุงเทพฯ ๑ : หจก.เอส-เอน การพิมพ์,2528

พจนานุกรมไทยฉบับเฉลิมพระเกียรติ.กรุงเทพฯ ๑ : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช,2530

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์.วัสดุช่าง.กรุงเทพฯ ๑ : มิตรนารา การพิมพ์,2524

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์.พลาสติก.กรุงเทพฯ ๑ : มิตรนารา การพิมพ์,2528

วัฒน์ ชูวิทยา.วัสดุช่าง.กรุงเทพฯ ๑ : สำนักพิมพ์ บรรณานา,2530

## ประวัติผู้วิจัย



ข้อมูลส่วนตัว	ชื่อ	นาย วิบูลย์ พรหมกลาง
	ที่อยู่ปัจจุบัน	3299/8 ซอย สืบศิริ51 ถ.สืบศิริ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ (044) 215963,01-8772769
	วัน/เดือน/ปีเกิด	วันเสาร์ ที่ 12 มิถุนายน 2519
การศึกษา	พ.ศ.2542-ปัจจุบัน	ปริญญาตรีสาขาศิลปอุตสาหกรรม (ค.อ.บ.) ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
	พ.ศ.2538-2539	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ป.ว.ส.) แผนกออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
	พ.ศ.2535-2537	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ป.ว.ช) แผนกออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ประสบการณ์	พ.ศ.2537-2538	ฝึกงานด้านออกแบบ ออกแบบตกแต่งภายใน บ.โคราชไทยเจริญ 1993 จำกัด

ภาคผนวก ก  
แบบเสนอหัวข้อวิทยานิพนธ์



แบบเสนอขออนุมัติวิทยานิพนธ์  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการเสนอวิทยานิพนธ์

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำของกรมทางหลวง  
(ภาษาอังกฤษ)

ด้วยข้าพเจ้า นายวิบูลย์ พรหมกลาง  
นักศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม  
จำนวนหน่วยกิจวิทยานิพนธ์ 8 หน่วยกิจ  
อาจารย์ผู้ควบคุม  
1. อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ

ประเภทของวิทยานิพนธ์ที่นำเสนอ

การศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบ

- โครงการจริง
- โครงการเสนอแนะ
- โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง

การศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างกว้างขวาง โดยละเอียดและวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การออกแบบ

- โครงการจริง
- โครงการเสนอแนะ
- โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง

การศึกษาวิจัยเกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ด้วยข้าพเจ้า นายวิบูลย์ พรหมกลาง  
นักศึกษา ภาค วิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม  
ที่อยู่ปัจจุบัน 82/109 หมู่บ้านอ่อนนุชนิเวศน์ 1 ถนน ลาดกระบัง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520  
หมายเลขโทรศัพท์ 3269229

มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนหัวข้อวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขา ศิลปอุตสาหกรรม จำนวน 8 หน่วยกิต

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงป้ายแนะนำของกรมทางหลวง  
(ภาษาอังกฤษ)

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ

ที่อยู่ปัจจุบันของผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ที่ทำงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำปลาทิว กรุงเทพฯ  
10520

ข้าพเจ้าได้นำโครงการเสนowitzยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว ท่านยินดีรับเป็นที่  
ปรึกษาและได้แนบโครงการเสนowitzยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมนี้แล้ว

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ นักศึกษา

นายวิบูลย์ พรมกลาง

ลงวันที่ 23 มิถุนายน 2541

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ลงนาม

(1)

\_\_\_\_\_

( \_\_\_\_\_ )

ตำแหน่ง \_\_\_\_\_

ลงวันที่ \_\_\_\_\_

(2)

\_\_\_\_\_

( \_\_\_\_\_ )

ตำแหน่ง \_\_\_\_\_

ลงวันที่ \_\_\_\_\_

(3)

\_\_\_\_\_

( \_\_\_\_\_ )

ตำแหน่ง \_\_\_\_\_

ลงวันที่ \_\_\_\_\_

