

แนวทางการออกแบบห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความ  
ความผิดปกติทางการมองเห็น

THE DESIGN GUIDELINE OF COMPUTER LAB FOR  
THE VISUALLY IMPAIRED

มนตรี รัตนวิชัย

MONTREE RATTANAVICHAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-682-7

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แนวทางการออกแบบห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความ  
ความผิดปกติทางการมองเห็น

THE DESIGN GUIDELINE OF COMPUTER LAB FOR  
THE VISUALLY IMPAIRED



มนตรี รัตน์วิชัย

MONTREE RATTANAVICHAI

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 47599  
วัน, เดือน, ปี 21 ส.ค. 2546

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน  
บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ.2546

ISBN 974-324-682-7

THE DESIGN GUIDELINE OF COMPUTER LAB FOR  
THE VISUALLY IMPAIRED

MONTREE RATTANAVICHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF  
ARCHTECTURE IN INTERIOR ARCHITECTURE  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

ISBN 974-324-682-7

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

**บัณฑิตวิทยาลัย**  
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**  
**ใบรับรองวิทยานิพนธ์**

---

หัวข้อวิทยานิพนธ์      แนวทางการออกแบบห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น

THE DESIGN GUIDELINE OF COMPUTER LAB FOR THE  
VISUALLY IMPAIRED


ชื่อนักศึกษา              นายมนตรี      รัตนวิชัย

รหัสประจำตัว              41063310

ปริญญา                      สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา                   สถาปัตยกรรมภายใน

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์      ผศ.เอกพล              สิริระชัยนันท์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.เอกพล	สิริระชัยนันท์	
อาจารย์ฉัตรชัย	อินทรโชติ	
ผศ.กฤษฎา	อินทรสถิตย์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 16 พฤษภาคม 2546 เวลา 9.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน

  
บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว  
(รศ.ดร.บุญวัฒน์      อิตชู)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....16.....เดือน.....พฤษภาคม.....พ.ศ.....๒๕๔๖.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางในการออกแบบห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น
นักศึกษา	นายมนตรี รัตนวิชัย
รหัสประจำตัว	41063310
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมภายใน
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เอกพล สิริชัยนันท์

### บทคัดย่อ

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ นำเสนอถึงเกณฑ์ที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับ บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น การศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ การวางแผนภายใน ระดับความสว่างในบริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์และตำแหน่งของแสงสว่างในสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการมองเห็น และค่าระดับที่เหมาะสมในการใช้สีที่ตัดกันที่มีผลต่อการรับรู้บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น

การเก็บข้อมูล รูปแบบการวางแผนภายในมี 2 ลักษณะ คือ การทดสอบความซับซ้อนของการวางแผนเฟอร์นิเจอร์ โดยการสังเกตพฤติกรรมการหาทางของบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นขณะที่เดินเข้าไปในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีการวางแผนเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งมีความซับซ้อนแตกต่างกัน 3 แบบ ได้แก่ แบบที่จัดโต๊ะคอมพิวเตอร์หันหน้าเข้าหาผนัง แบบที่จัดโต๊ะเป็นรูปตัวยู และแบบเรียงแถวหน้ากระดาน เพื่อบันทึกความผิดพลาดที่เกิดขึ้นหรืออุปสรรคในการหาทาง และการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินผล จากความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับความสะดวกในการเข้าถึงและจุดสังเกตที่ช่วยในการหาทาง ในเรื่องของแสงสว่างใช้วิธีวัดค่าระดับความสว่างที่หน้าจอคอมพิวเตอร์และในบริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์ และตำแหน่งของแสงสว่างที่มีผลต่อการเกิดแสงรบกวนจากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นกรณีศึกษา และการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินผล ในเรื่องสีใช้การทดสอบหาระดับสีที่ตัดกันที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และสามารถนำไปใช้ในการออกแบบ จากโทนสีหลัก 4 สี ได้แก่ สีแดง สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งมีค่าน้ำหนักสีแตกต่างกัน 9 ระดับ และมีสีพื้นแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผังเฟอร์นิเจอร์ที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น จะมีความสามารถในการหาทางลดลงและการวางแผนเฟอร์นิเจอร์

แบบที่จัดโต๊ะคอมพิวเตอร์เป็นรูปตัวยู เป็นแบบที่เหมาะสมที่สุดทั้งในด้านกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนและความสะดวกในการหาเส้นทาง

ในเรื่องของแสงสว่างจากการวัดค่าระดับความสว่างที่หน้าจอคอมพิวเตอร์และในบริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์รวมถึงระดับความสว่างในสภาพแวดล้อม ได้แก่ บริเวณเส้นทางสัญจร และประตูทางเข้า จากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่เป็นกรณีศึกษา

พบว่าระดับความสว่างที่เพิ่มมากขึ้นในตำแหน่งที่กล่าวมาจะมีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้งาน และระดับความสว่างสูงสุดจากการวัด ที่มีผลต่อความพึงพอใจของ บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ในบริเวณหน้าจอคอมพิวเตอร์มีค่า ประมาณ 360 lux และบริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์ประมาณ 428 lux บริเวณเส้นทางสัญจรประมาณ 398 lux บริเวณประตูทางเข้าประมาณ 375 lux

ตำแหน่งของแสงสว่าง พบว่ามีความสัมพันธ์กับตำแหน่งของจอภาพหรือตำแหน่งของโต๊ะในเรื่องของแสงรบกวน คือ ในกรณีที่แสงสว่างจากหน้าต่าง การวางตำแหน่งของโต๊ะคอมพิวเตอร์โดยให้ตำแหน่งของจอภาพทำมุมตั้งฉากกับหน้าต่างจะเกิดแสงรบกวนน้อยที่สุดในกรณีแสงสว่างจากดวงโคม ตำแหน่งการติดตั้งดวงโคมที่เพดานในแนวขนานไปกับแนวสายตาหรือแนวโต๊ะคอมพิวเตอร์จะเกิดแสงรบกวนน้อยเช่นเดียวกัน

การทดสอบหาระดับสีที่ตัดกันที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน จากโทนสีหลัก 4 สี ได้แก่ สีแดง สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งมีค่าน้ำหนักสีแตกต่างกัน จากน้อยไปมาก ตั้งแต่ ระดับที่ 1-9 และมีสีพื้นแตกต่างกัน 4 แบบ พบว่า บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นสามารถรับรู้ โทนสีแดงซึ่งมีสีพื้นเป็นสีตรงข้ามกัน ได้ชัดเจนที่สุด รองลงมาคือสีเขียว มีสีพื้นซึ่งเป็นสีเดียวกัน และสีน้ำเงินที่มีสีพื้นเป็นสีเทา และสีเหลืองที่มีสีพื้นกลมกลืน กัน ตามลำดับ

Thesis Title	The Design Guideline of Computer Lab For The Visually Impaired
Student	Mr.Montree Rattanaichai
Student ID.	41063310
Degree	Master of Architecture
Programme	Interior Architecture
Year	2003
Thesis Advisor	Assistant Professor. Ekgapon Sirachainun

## ABSTRACT

This content of thesis was to present the criteria relating to interior design of computer lab for people with visual impairment. The study concerned three aspects such as layout plans , light levels falling around computer desks and its orientations enhancing environment towards vision performance, and last but not least, appropriate levels of color contrast affecting on visual perceptions.

The data was collected with two different methods including examination and interview. Relevant to the layout plans, they were examined by observing behaviors of people with visual impairment and jotting down their flaws while they were carrying out their search and navigating tasks in the computer lab. It was the place furnished in three styles of complicated layout plans - the computer desks faced to the walls, arranged in the u shapes, and placed in the rows. Also the interview based on a questionnaire was conducted to meet their opinions on comfortable and noticable access. Pertaining the luminance, it was measured by the light levels falling on computer screen and around computer desks as well as its orientations affecting on glare in the computer lab. In terms of colors, they were examined to find the obvious visual contrasts usable for further design. There included four tones of primary colors as red, yellow, green and blue ranging in nine differential values plus variable backgrounds .

The findings revealed that the more complicated layout plans resulted in the less navigating tasks while the u-shaped plan is the most appropriate for teaching and learning activities as well as comfortable for searching tasks

For the light levels measured on computer screens, around computer desks and interior environments such as walking ways and entrances to the computer lab, the result showed that the additional luminance could be affected to the satisfaction of people with visual impairment. On the computer screens, the maximum light level should be about 360 lux whereas around the computer desks, it should be 428 lux. In the areas of walking ways and entrances, they should be 420 lux and 375 lux respectively.

It was also found that the light orientations had got relationship with the positions of computer screens or desks, which might make glare. That was to say, the least glare would appear in the following situations. In case of using the natural light, the computer screen and windows would be set in the right angle. And when using illumination, the lamps on the ceiling would be fitted in parallel line with eyes or computer desks.

The examination on obvious vision contrasts of four primary colours like red, yellow, green and blue ranging in nine differential values with four variable backgrounds indicated that the contrast of red tone with its contrary backgrounds effected the most obvious perception of people with visual impairment. The next ones were those of the green tone with the similar backgrounds, the blue tone with the grey backgrounds and the yellow tone with the harmonious backgrounds respectively.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ดีด้วยการให้คำแนะนำและคำปรึกษาจากจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ เอกพล สิริชัยนันท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ฉัตรชัย อินทรโชติ ที่ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแนะนำในบางประเด็นที่ผู้วิจัยติดปัญหา และช่วยให้ผู้วิจัยเข้าใจในข้อปัญหาต่างๆ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ มณฑิธร บุญตัน จากสมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในแหล่งข้อมูล

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ วีระแมน นิยมพล และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของวิทยาลัยราชสุดาที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในแหล่งข้อมูล สถานที่ทำการทดลอง ตลอดจนคำปรึกษาเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคนตาบอด

ขอขอบพระคุณ คณะแพทย์และพยาบาลโรงพยาบาลรามธิบดีทุกท่านที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในเรื่องข้อมูล ตลอดจนคำปรึกษาเรื่องต่างๆที่เกี่ยวข้องกับคนตาบอด

ขอขอบพระคุณอาสาสมัครคนตาบอดในโครงการฝึกอบรมเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียนนักศึกษาตาบอดเพื่อการเรียนในระดับอุดมศึกษา จากวิทยาลัยราชสุดาที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองค้นคว้าวิจัยจนประสบผลสำเร็จ

ขอขอบคุณทุกท่านที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำ และให้กำลังใจจนสำเร็จสมบูรณ์

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

มนตรี รัตนาวิชัย

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	III
กิตติกรรมประกาศ .....	V
สารบัญ .....	IV
สารบัญตาราง .....	IX
สารบัญรูป .....	XII
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย .....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย .....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ .....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ลักษณะผิดปกติทางการมองเห็น .....	5
2.2 การปรับปรุงสภาพแวดล้อม สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น.....	10
2.3 ลักษณะกายภาพที่เหมาะสมในการใช้งานคอมพิวเตอร์.....	14
2.4 การออกแบบสำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น .....	20
2.5 แสงสว่างในสำนักงาน สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น.....	22
2.6 ความรู้พื้นฐานทางด้านแสงสว่าง .....	28
2.7 แสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ .....	31
2.8 สีกับการมองเห็น .....	43
2.9 การเลือกใช้สีที่เหมาะสม.....	49
2.10 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ .....	53
2.11 การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น.....	57
2.12 กรอบแนวคิดและตัวแปรชี้วัด .....	59

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการวิจัย .....	60
3.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง .....	60
3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	60
3.3 เครื่องมือรวบรวมข้อมูล .....	62
3.4 วิธีการศึกษา .....	64
3.4.1 ศึกษารูปแบบการวางผังและสภาพแวดล้อมในสภาพปัจจุบัน.....	64
3.4.2 พฤติกรรมของผู้ใช้ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	69
3.4.3 การแบ่งประเภทรูปแบบของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	70
3.4.4 ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นตัวแทนในการเก็บข้อมูล.....	73
3.4.5 การใช้สีและระดับของสีที่ตัดกัน .....	76
3.4.6 แสงสว่างและตำแหน่งของแสงสว่าง .....	81
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
4.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	82
4.2 การวางผังเฟอร์นิเจอร์ .....	88
4.2.1 องค์ประกอบของพื้นที่ .....	88
4.2.2 ระยะห่างระหว่างโต๊ะคอมพิวเตอร์.....	98
4.2.3 ความซับซ้อนของผังเฟอร์นิเจอร์.....	105
4.2.4 ความสะดวกในการเข้าพื้นที่.....	110
4.2.5 จุดสังเกตในการหาเส้นทาง.....	111
4.2.6 รูปแบบของโต๊ะคอมพิวเตอร์.....	112
4.2.7 ตำแหน่งของคอมพิวเตอร์.....	116
4.3 แสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ .....	117
4.3.1 ความสม่ำเสมอของระดับความสว่าง.....	121
4.3.2 ประเภทของแสงสว่าง.....	121
4.3.3 แสงรบกวน.....	123
4.4 สีและระดับสีที่ตัดกัน .....	130

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ .....	135
5.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งาน.....	135
5.2 การวางผังเฟอร์นิเจอร์.....	136
5.3 โต๊ะคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	140
5.4 การจัดวางผังพื้นภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	142
5.5 แสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	143
5.6 การใช้สีภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	146
5.7 ข้อเสนอแนะแนวทางการออกแบบ .....	149
บรรณานุกรม.....	155
ภาคผนวก ก คำบรรยายและแบบสอบถาม.....	161
ประวัติผู้เขียน.....	168

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ระดับของความผิดปกติทางการมองเห็น.....	8
2.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างในอาคารตามมาตรฐาน CIE, IES และ BS.....	30
2.3 ขีดจำกัดความสว่างจากจอภาพที่เกิดจากแสงสะท้อนจากคอมพิวเตอร์ หน้าต่าง หรือวัสดุอื่นๆ...34	
3.1 แสดงการเลือกห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ในการเก็บข้อมูลในแต่ละหัวข้อ.....	62
3.2 แสดงการกำหนดเครื่องมือการวิจัยที่จะใช้กับตัวแปรแต่ละตัว.....	63
3.3 แสดงรายละเอียดและรูปแบบการจัดแปลนของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	68
3.4 แสดงลักษณะสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	68
3.5 แสดงพฤติกรรมของผู้ใช้บริการภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	69
3.6 การจัดแปลนแบบหันหน้าเข้าผนัง.....	71
3.7 การจัดแปลนแบบเรียงหน้ากระดานและแบบรูปตัว U.....	72
4.1 เพศของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	82
4.2 ช่วงอายุเฉลี่ยของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	83
4.3 ระดับการมองเห็นของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	83
4.4 ประสบการณ์ในการเดินทางของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	84
4.5 อุปกรณ์ช่วยในการเดินทางของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	85
4.6 กิจกรรมที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	86
4.7 โปรแกรมที่ช่วยในการทำงานของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	87
4.8 การจัดวางโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ตามลักษณะของเส้นทางสัญจร.....	92
4.9 การจัดแปลนแบ่งตามความซับซ้อนของผังพื้นพิจารณาจากจำนวนของจุดทางแยก.....	93
4.10 การเลือกตำแหน่งที่นั่งสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้.....	94
4.11 การเลือกตำแหน่งที่นั่งสำหรับกิจกรรมความบันเทิง.....	95
4.12 การเลือกตำแหน่งที่นั่งสำหรับกิจกรรมอินเทอร์เน็ต.....	96
4.13 แสดงความพึงพอใจรูปแบบของการจัดโต๊ะ ของผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์แยกตามประเภทของกิจกรรม.....	97
4.14 ความพึงพอใจระยะห่างระหว่างโต๊ะ (กิจกรรมด้านการเรียนรู้).....	102
4.15 ความพึงพอใจระยะห่างระหว่างโต๊ะ (กิจกรรมด้านบันเทิง).....	103
4.16 ความพึงพอใจระยะห่างระหว่างโต๊ะ (อินเทอร์เน็ต).....	104

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.17 แสดงจำนวนจุดทางแยกและระดับความซับซ้อนของผังเฟอร์นิเจอร์.....	106
4.18 การเปรียบเทียบประเภทของผังและการหยุดและค้นหา.....	107
4.19 การเดินชนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีระดับความซับซ้อนของผังพื้น.....	108
4.20 อัตราการเดินทางในห้องปฏิบัติการที่มีระดับความซับซ้อนของผังพื้นต่างกัน.....	109
4.21 ความสะดวกในการเข้าพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	110
4.22 จุดสังเกตในการหาเส้นทางห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	111
4.23 รูปแบบของโต๊ะที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของบุคคลที่มีความบกพร่อง ทางการมองเห็น.....	112
4.24 ความพึงพอใจในรูปแบบโต๊ะคอมพิวเตอร์.....	113
4.25 ความพึงพอใจในการวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์.....	115
4.26 ระดับแสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	117
4.27 ระดับแสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	118
4.28 ระดับแสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	119
4.29 ระดับความอ่อนล้าทางสายตา.....	121
4.30 ประเภทของแสงสว่าง.....	122
4.31 แสดงความพึงพอใจในการเลือกตำแหน่งที่นั่ง.....	123
4.32 ประเภทของแสงรบกวน.....	124
4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของจอภาพและตำแหน่งของแสงสว่าง.....	125
4.34 ระดับแสงรบกวน.....	129
4.35 การเปรียบเทียบระดับของสีที่เริ่มมองเห็นชัดเจน.....	132
4.36 ความพึงพอใจในเรื่องสี background.....	134
5.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งานในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	135
5.2 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมที่มีการสนทนา ถามตอบระหว่าง ผู้สอนกับนักเรียน.....	136
5.3 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมที่มีการสนทนา ถามตอบระหว่าง นักเรียนกับนักเรียน.....	137
5.4 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมที่มีการกระทำแยกกันและร่วมกัน.....	138

## สารบัญญัตราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.5 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมที่มีการกระทำแยกกัน.....	138
5.6 รูปแบบการจัดการวางผังภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	142
5.7 แนวทางในการพิจารณาในเรื่องการวางผังเฟอร์นิเจอร์.....	151
5.8 แนวทางในการพิจารณาในเรื่องแสงสว่างและการวางตำแหน่งดวงโคม.....	153
5.9 ตัวอย่างการใช้คู่มือที่มีระดับความเข้มหรือความสดที่เหมาะสม.....	154

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงขอบเขตของเรื่องที่ทำการศึกษา.....	3
2.1 ลักษณะโครงสร้างของดวงตา.....	6
2.2 ภาพจำลองสภาพการมองเห็นในบุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา.....	7
2.3 ลักษณะความผิดปกติทางการมองเห็น.....	9
2.4 การใช้ดวงโคมตั้งโต๊ะส่องเฉพาะจุด.....	11
2.5 การใช้ราวมือจับผนัง.....	12
2.6 การใช้ผิวสัมผัสสัญญาณที่ต่างกัน.....	12
2.7 การใช้วัสดุปูพื้นซึ่งมีผิวสัมผัสสัญญาณที่ต่างกันในโถงทางเดินที่มีทางแยก.....	13
2.8 การวางตำแหน่งจอมอนิเตอร์ที่เหมาะสมในการใช้งานที่เป็นผลมาจากองศาการมอง ของผู้ใช้.....	15
2.9 แสดงระยะห่างที่เหมาะสมในการวางตำแหน่งจอมอนิเตอร์ขณะใช้งาน.....	15
2.10 การวางระดับคีย์บอร์ดและเมาส์ที่เหมาะสมโดยแขนสามารถตั้งอยู่ในมุมฉากได้.....	16
2.11 การวางระดับคีย์บอร์ดและเมาส์ที่ผิดและสร้างความเหนื่อยล้าแก่ผู้ใช้งาน.....	16
2.12 การใช้อุปกรณ์ที่ใช้วางคีย์บอร์ดและเมาส์ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ตาม ผู้ใช้แต่ละคน.....	17
2.13 ช่วงระยะองศาของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่อยู่ในช่วงปกติที่ไม่ก่อให้เกิดความอ่อนล้า ขณะใช้งาน ในลักษณะทำนั้งใช้คอมพิวเตอร์.....	18
2.14 ลักษณะท่าทางที่เหมาะสมถูกต้องโดยทุกส่วนเป็นมุมฉาก.....	18
2.15 การใช้ที่พักเท้าช่วยในกรณีที่ทำไม่สามารถวางอยู่ในระดับพื้นได้.....	19
2.16 ระยะห่างระหว่าง หน้าขาถึงที่วางคีย์บอร์ด ควรมีระยะห่างที่พอเหมาะแก่การใช้งาน.....	19
2.17 การใช้วัสดุปูพื้นที่มีผิวสัมผัส ุนสูง สามารถใช้ในตำแหน่งที่ต้องการบอก.....	21
2.18 แสงรบกวนที่มาจากหน้าต่าง.....	21
2.19 ป้ายที่เป็นอักษรเบรลล์.....	22
2.20 แพลนห้องจำลองสภาพแวดล้อมแบบสำนักงาน.....	23
2.21 ลักษณะของแสงสว่าง ซึ่งแตกต่างกัน 8 แบบ.....	24
2.22 กลุ่มตัวอย่างเดินไปหยิบ ของจดหมายจากตู้เก็บเอกสาร แล้วกลับมาที่โต๊ะพิมพ์.....	26
2.23 กลุ่มตัวอย่างพิมพ์จำหน่ายของจดหมาย 3 แบบ ซึ่งกำหนดให้มีรูปแบบการพิมพ์.....	26

## สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.24	กลุ่มตัวอย่างถูกกำหนดให้ตั้งค่าต่าง ๆ ในคอมพิวเตอร์.....27
2.25	แสงบาดตาจอกภาพเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในงานติดตั้งที่ไม่ดี.....31
2.26	แสงสะท้อนบนจอภาพในกรณีที่พื้นสีอ่อน.....33
2.27	แสดงตำแหน่งการติดตั้งจอภาพที่เหมาะสม.....35
2.28	การติดตั้งจอภาพเพียงประมาณ 15 องศา ก็จะได้ค่ามุมวิกฤติในการพิจารณาแสง.....35
2.29	การออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับห้องที่มีจอภาพต้องพิจารณาถึงแสงบาดตา.....37
2.30	ตัวอย่างการจัดวางตำแหน่งคอมพิวเตอร์สำหรับห้องเรียนที่มีจอภาพ.....38
2.31	ตัวอย่างการใช้คอมพิวเตอร์ส่องขึ้นและส่องลงในห้องที่มีจอภาพ.....39
2.32	ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุและอุปกรณ์ตกแต่งห้องสำหรับห้องที่มีจอภาพ.....39
2.33	อัตราส่วนความสว่างสูงสุด (Maximum Luminance Ratio) ระหว่างจอภาพและ วัตถุแวดล้อมใกล้เคียงที่แนะนำ.....40
2.34	แสดงตัวอย่างการติดตั้งจอภาพตั้งฉากกับหน้าต่างค่าอัตราส่วนความสว่างของ กระดานต่อโต๊ะทำงานไม่ควรเกิน 3 : 1 และค่าอัตราส่วนความสว่างของกระดานต่อจอ ภาพไม่ควรเกิน 3 : 1 และค่าอัตราส่วนความสว่างของหน้าต่างต่อจอภาพไม่ควรเกิน 10 : 1 และค่าอัตราส่วนความสว่างของจอภาพต่อผนังห้องแวดล้อมไม่ควรเกิน 10 : 1.....40
2.35	แสงบาดตาจากแสงแดดที่เข้ามาทางหน้าต่าง.....42
2.36	รูปซ้ายแสดงตัวอย่างห้องที่มีปัญหาแสงบาดตาจากคอมพิวเตอร์.....42
2.37	ตัวอย่างการใช้คู่มือที่มีระดับความเข้มที่เหมาะสม.....48
2.38	แสดงค่าสี (Hue) หรือความสด (Saturation) ต่างกัน.....49
2.39	แสดงตัวอย่างการเลือกใช้คู่มือที่มีค่าความสว่าง (Lightness) เหมาะสม.....49
2.40	แสดงตัวอย่างการเลือกใช้คู่มือที่เหมาะสมจากวงจรสี.....50
2.41	แสดงตัวอย่างการเลือกใช้คู่มือตรงข้ามในวงจรสี.....50
2.42	แสดงตัวอย่างการเลือกใช้คู่มือ.....51
2.43	แสดงค่าสี (Hue) ที่แตกต่างกันโดยรอบของหุ่นจำลอง.....51
2.44	แสดงค่าสี (Hue) ที่แตกต่างกัน.....51
2.45	แสดงความสว่างของสี (Lightness) ที่แตกต่างกัน.....52
2.46	แสดงความสดของสี (Saturation) ที่แตกต่างกัน.....52

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.47 แสดงคู่มือตัวอย่าง ด้านซ้าย ในคนที่มีปัญหาทางสายต้ามองเหมือนคู่มือด้านขวา ของคนที่มียาสตาปกติ.....	52
2.48 บุคคลที่มีสายตาเลือนรางต้องเพ่งมองในระยะใกล้กว่าปกติ.....	53
2.49 ด้ายซ้ายสีของตัวอักษร กับสีของฉากหลัง ที่ไม่เหมาะสม ด้านขวาบนการใช้สีตัดกัน ที่เหมาะสม.....	54
2.50 เครื่องแสดงผลตัวอักษรเบลล์.....	55
2.51 การใช้สติ๊กเกอร์ตัวอักษรที่มีสีตัดกัน.....	56
2.52 สีสัมผัส (Tactile marking) ที่ใช้กับแป้นพิมพ์ และการใช้สติ๊กเกอร์ตัวอักษรขนาดใหญ่..	56
2.53 โปรแกรมขยายจอภาพ.....	57
3.1 แสดงแผนภูมิศึกษารูปแบบทางกายภาพของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	61
3.2 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบหันหน้าเข้าหาผนัง.....	64
3.3 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบรูปตัว U.....	65
3.4 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบเรียงหน้ากระดาน.....	66
3.5 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบหันหน้าเข้าหาผนัง.....	67
3.6 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบเรียงหน้ากระดาน.....	73
3.7 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบรูปตัว U.....	74
3.8 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบหันหน้าเข้าหาผนัง.....	75
3.9 โทนมืดแดง สี Background contrast cyan 30% magenta 10% yellow 30%.....	77
3.10 โทนมืดเหลือง สี Background Harmony : magenta 10% yellow 30%.....	78
3.11 โทนมืดเขียว สี Background Monochrome : cyan 10% yellow 40%.....	79
3.12 โทนมืดน้ำเงิน สี Background Gray cyan 10% magenta 10% yellow 20%.....	80
3.13 การวัดระดับความสว่างในบริเวณ หน้าจอคอมพิวเตอร์ และสภาพแวดล้อม.....	81
4.1 กราฟแสดงร้อยละของเพศของผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	82
4.2 กราฟแสดงค่าร้อยละของเพศของผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	83
4.3 กราฟแสดงระดับการมองเห็นของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	83
4.4 กราฟแสดงประสบการณ์ในการเดินทางของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	84
4.5 กราฟแสดงอุปสรรคช่วยในการเดินทางของผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	85

## สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 กราฟแสดงกิจกรรมที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	86
4.7 กราฟแสดงโปรแกรมที่ใช้ในการช่วยการทำงานของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	87
4.8 การจัดกลุ่มของพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สมาคมคนตาบอด.....	88
4.9 การจัดกลุ่มของพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา.....	89
4.10 การจัดกลุ่มของพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา (แบบรูป ตัว U).....	90
4.11 การจัดกลุ่มของพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์โรงเรียนสอนคนตาบอด กรุงเทพฯ.....	91
4.12 กราฟแสดงการเลือกตำแหน่งที่นั่งสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้.....	94
4.13 แสดงการเลือกตำแหน่งที่นั่งสำหรับกิจกรรมความบันเทิง.....	95
4.14 แสดงการเลือกตำแหน่งที่นั่งสำหรับกิจกรรมอินเทอร์เน็ต.....	96
4.15 การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบหันหน้าเข้ามั่ง มีโต๊ะจดคำบรรยายอยู่ตรงกลาง.....	98
4.16 ระยะห่างระหว่างโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบหันหน้าเข้ามั่ง.....	98
4.17 การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบ เรียงหน้ากระดาน.....	99
4.18 ระยะห่างระหว่างโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบ เรียงหน้ากระดาน.....	99
4.19 การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบ รูปตัว U.....	100
4.20 ระยะห่างระหว่างโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบรูปตัว U.....	100
4.21 การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบวางหันหน้าเข้ามั่งและมีโต๊ะจดคำบรรยายตรงกลาง...	101
4.22 ระยะห่างระหว่างโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบวางหันหน้าเข้ามั่งและมีโต๊ะจดคำบรรยาย ตรงกลาง.....	101
4.23 การทดลองหาเส้นทางภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	105
4.24 ระดับความซับซ้อนของผังเฟอร์นิเจอร์.....	106
4.25 แสดงการเดินชนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีระดับความซับซ้อนของผังพื้น.....	108
4.26 แสดงอัตราการเดินในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีระดับความซับซ้อนของผังพื้น.....	109
4.27 แสดงความสะดวกในการเข้าพื้นที่.....	110
4.28 ความพึงพอใจในรูปแบบโต๊ะคอมพิวเตอร์.....	114
4.29 อุปกรณ์เครื่องใช้ของผู้ที่บกพร่อง.....	114

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.30 แสดงความพึงพอใจในการวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์.....	115
4.31 การพึงเสียงการทำงาน ของฮาร์ดดิสค์.....	116
4.32 การพึงเสียงการทำงานของดิสเกตต์ ขณะบันทึกข้อมูล.....	116
4.33 แสดงความพึงพอใจในระดับแสงสว่าง.....	120
4.34 แสดงความพึงพอใจในการเลือกตำแหน่งที่นั่ง.....	123
4.35 ระดับแสงรบกวน.....	129
4.36 โทนสีหลัก 4 สี.....	130
4.37 กลุ่มตัวอย่างทำการเลือกคู่สีที่สามารถเริ่มมองเห็นได้ชัดเจน อันดับแรกจาก ทั้งหมด 9 ระดับ.....	131
4.38 การเปรียบเทียบระดับของสีที่เริ่มมองเห็นชัดเจน.....	132
4.39 คู่สีซึ่งมีสีพื้น (Background) ต่างกัน 4 แบบ.....	132
4.40 กลุ่มตัวอย่างทำการเลือกคู่สีซึ่งมีสีพื้น (Background) ต่างกัน 4 แบบ.....	133
4.41 คู่สีซึ่งมีสีพื้น (Background) ต่างกัน 4 แบบ.....	134
5.1 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมด้านบทเรียน.....	137
5.2 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมความบันเทิง.....	138
5.3 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมในการใช้อินเทอร์เน็ต.....	139
5.4 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะความซับซ้อนของผังเฟอร์นิเจอร์.....	139
5.5 รูปแบบการจัดตำแหน่งตามลักษณะความสะดวกในการหาเส้นทาง.....	140
5.6 แสดงความพึงพอใจของผู้ใช้งานกับขนาดโต๊ะในแต่ละแบบ.....	140
5.7 แสดงความพึงพอใจของผู้ใช้งานกับการวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละแบบ...	141
5.8 แสดงความพึงพอใจของผู้ใช้งานกับรูปร่างโต๊ะคอมพิวเตอร์ในแต่ละแบบ.....	141
5.9 แสดงระดับความสว่างสูงสุดในบริเวณต่าง ๆ ที่มีผลต่อความพึงพอใจของบุคคลที่มี ความผิดปกติทางการมองเห็น.....	143
5.10 แสดงการวางตำแหน่งและโคมที่ทำให้เกิดแสงรบกวน (รูปด้านซ้าย) และการวาง ตำแหน่งโต๊ะและดวงโคมที่ไม่ทำให้เกิดแสงรบกวน (รูปด้านขวา).....	144
5.11 แสดงความพึงพอใจของผู้ใช้สีกับ Background ในแต่ละแบบโดยเรียงลำดับจากมา ที่สุด (ด้านซ้าย) ไปน้อยที่สุดด้านขวา.....	147

## สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.12 แสดงระดับความเข้มหรือความสดของสี ที่บุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา สามารถรับรู้ได้จากโทนสีหลัก.....	148
5.13 แบบเสนอแนะในการวางผังเฟอร์นิเจอร์ที่เน้นกิจกรรมด้านการเรียน.....	149
5.14 แบบเสนอแนะในการวางผังเฟอร์นิเจอร์ที่เน้นกิจกรรมด้านการเรียนการสอนและ ความสะดวกในการหาเส้นทาง.....	150
5.15 แบบเสนอแนะในการวางตำแหน่งดวงโคมในการวางผังเฟอร์นิเจอร์รูปตัว U.....	152

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีในเรื่องข้อมูลข่าวสารสำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยอาศัย คอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือสำคัญ มี ซอฟต์แวร์ (Software) และฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ช่วยอำนวยความสะดวก เช่น โปรแกรมอ่านข้อความจากจอภาพ Screen Reading Program หรือการฟังเสียงจาก หนังสือ ซีดี (CD) และด้วยเทคโนโลยี OCR Optical Character Recognition ที่สามารถแปลงข้อมูลที่เป็นข้อความเปลี่ยนเป็นเสียง ทำให้บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น สามารถใช้คอมพิวเตอร์ ในการช่วยการเขียน อ่าน ทำรายงาน หรือแม้แต่ การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนภาษา เพิ่มพูนความรู้ด้วยตนเอง รวมไปถึง การใช้ Internet ที่ช่วยให้บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น สามารถรับรู้ ข้อมูลข่าวสารได้ อย่างไม่มีขีดจำกัด จนไป สู่จุดหมายที่เรียกว่า Independent Learning คือความสามารถในการ เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

จากการพัฒนาด้านเทคโนโลยีในเรื่องข้อมูลข่าวสารสำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ที่ เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้การมีห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เพื่อบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น เป็นสิ่งจำเป็นโดยเฉพาะใน โรงเรียนการศึกษาพิเศษ มูลนิธิและองค์กร เพื่อคนตาบอดต่าง ๆ การจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับความต้องการที่พิเศษและขีดความสามารถที่ จำกัดของบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น จะเป็นการช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นในด้าน ต่างๆ เพื่อให้บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น สามารถช่วยเหลือตนเองและอยู่ร่วมกันใน สังคมกับผู้อื่นได้

การออกแบบสถาปัตยกรรมภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ให้เหมาะสมกับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น โดยมีคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีความซับซ้อนด้าน ประโยชน์ใช้สอย มักจะประสบปัญหาในด้านการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ในการที่บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น จะเข้าใช้บริการได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และได้ประโยชน์สูงสุด จากสาเหตุที่กล่าวมานี้ทำให้เกิดปัญหาในการให้บริการและการศึกษาในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ที่มีสภาพแวดล้อมแบบปกติ

หัวข้อการวิจัยนี้จึงเสนอที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม และการเรียนรู้ของบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาวิเคราะห์ และสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบสภาพแวดล้อมภายในเพื่อบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ที่ใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการออกแบบต่อไป วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อ

1. ศึกษารูปแบบการจัดวางผังภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น
2. ศึกษาหาระดับความสว่างและตำแหน่งของแสงสว่างในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีผลต่อ ประสิทธิภาพในการมองเห็น
3. ศึกษาหาค่าระดับที่เหมาะสมของการใช้สีที่ตัดกัน ที่ใช้ในการรับรู้สภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

## 1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

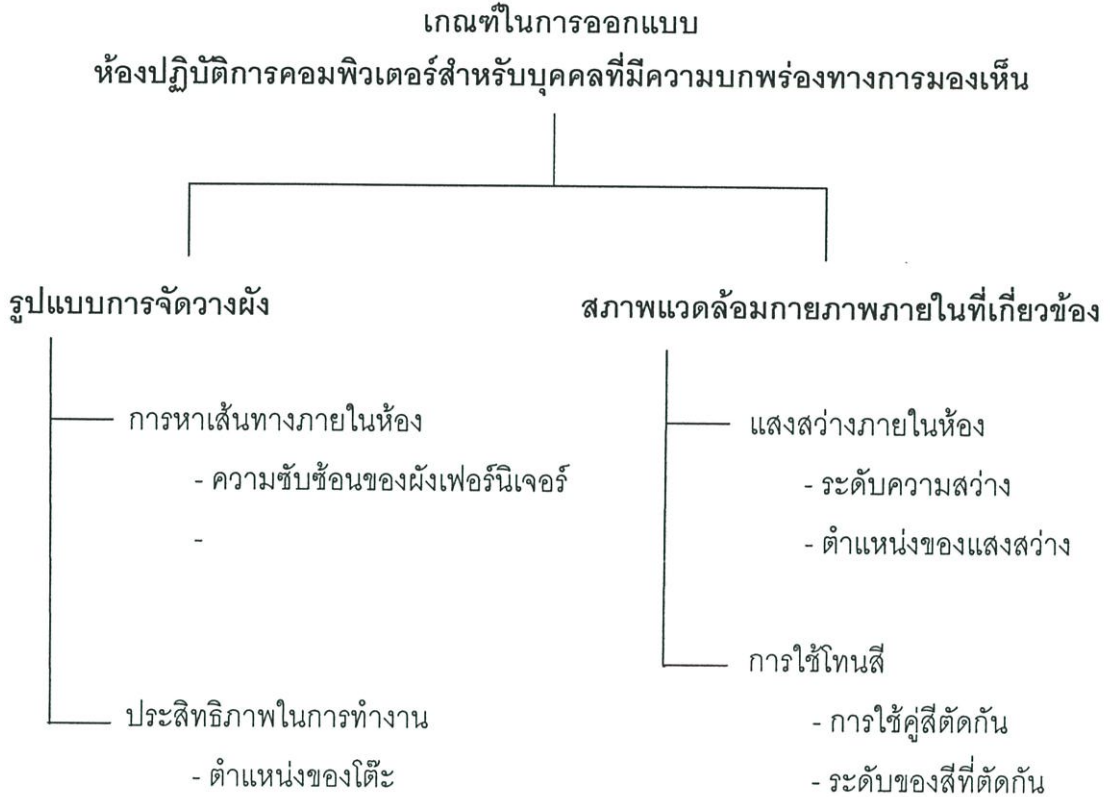
1. ความซับซ้อนของการจัดวางผังภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์มีผลต่อความยากง่ายในการหาเส้นทางภายในห้องและตำแหน่งของโต๊ะ
2. ระดับความสว่างในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และตำแหน่งของแสงสว่างในสภาพแวดล้อมเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพในการมองเห็นการทำงาน
3. ค่าระดับที่เหมาะสมของการใช้สีที่ตัดกัน จะมีผลต่อประสิทธิภาพในการมองเห็นและการรับรู้สภาพแวดล้อมและการหาเส้นทางภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

กำหนดขอบเขตของการศึกษา โดยเป็นกรณีศึกษาในกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล โดยมุ่งที่จะศึกษาห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ที่อยู่ในอาคารของมูลนิธิ สมาคม หรือ โรงเรียนที่มีการให้บริการ การเรียนการสอน แก่บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น จากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ที่วิทยาลัยราชสุดา จังหวัดนครปฐม ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่ สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ เพื่อให้ครอบคลุมกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ โดยทำการศึกษาในเรื่อง

1. ศึกษาการจัดวางผังภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์จากรูปแบบการวางผังที่แตกต่างกัน และศึกษาคัดเลือกจุดสังเกตที่ช่วยในการหาทางจากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา
2. ศึกษาหาระดับความสว่างและตำแหน่งของแสงสว่างในสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

3. ศึกษาด้วยกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นกลุ่มคนตาบอดสนิท และคนตาบอดเลือนราง กำหนดคุณสมบัติเบื้องต้น อายุไม่ต่ำกว่า 12 ปี มีประสบการณ์ในการเดินทาง เคยศึกษาทักษะในการปรับตัวและการเคลื่อนไหวในสภาพแวดล้อม




รูปที่ 1.1 แสดงขอบเขตของเรื่องที่ทำการศึกษา

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยจะนำไปสู่แนวทางในการออกแบบสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมและความต้องการของผู้ใช้งาน โดยเฉพาะโรงเรียนในภาคปกติ ที่ปัจจุบันมีนักเรียนที่มีลักษณะบกพร่องทางการมองเห็น เข้าไปเรียนร่วมกับนักเรียนปกติ หรือโรงเรียนการศึกษาพิเศษ ที่ รัฐบาลมีนโยบายที่จะเปิดเพิ่มต่อไปในอนาคต ซึ่งจะเป็นเป็นประโยชน์สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเป็นเกณฑ์มาตรฐานในการออกแบบต่อไปได้

## 1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น หมายถึง ผู้ที่มีการสูญเสียการมองเห็น หรือคนตาบอดตามกฎหมาย องค์การอนามัยโลก ได้จัดระดับการมองเห็น ดังนี้

สายตาลีออนราง (Low Vision) ได้แก่บุคคลที่สูญเสียการมองเห็นค่อนข้างมาก ถึงสูญเสียการมองเห็นมาก 

ตาบอด (Blindness) ได้แก่บุคคลที่สูญเสียการมองเห็นรุนแรงมากถึงสูญเสียการมองเห็นเกือบทั้งหมด

Computer Access Technology อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ซึ่งใช้เทคโนโลยีที่ช่วยให้สัมฤทธิ์ผลต่อการดำรงชีวิต

Adaptive Technology อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นของคนปกติใช้ เมื่อจะให้คนตาบอดหรือคนพิการใช้ ต้องปรับอุปกรณ์นั้นให้เหมาะสมกับความสามารถของคนตาบอดหรือคนพิการมีอยู่

โรงเรียนการศึกษาพิเศษ หมายถึงสถานที่ให้บริการการศึกษาแก่คนพิการหรือด้วยความสามารถในด้านต่างๆ เช่น โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ

## บทที่ 2

# วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ลักษณะความผิดปกติทางการมองเห็น

#### 2.1.1 ความผิดปกติทางการมองเห็น

ลักษณะที่เราเข้าใจว่า คนตาบอดไม่สามารถมองเห็นอะไรเลยนั้น เป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คนตาบอดส่วนใหญ่ยังสามารถมองเห็นได้บ้าง มีส่วนน้อยที่มองไม่เห็นอะไรเลย การช่วยเหลือที่ถูกต้อง จะทำให้เขาเหล่านั้น สามารถใช้ความสามารถในการมองเห็นที่ยังเหลืออยู่ สามารถใช้ชีวิตประจำวันหรือเดินทางในสภาพแวดล้อม ได้อย่างมั่นใจ

##### 2.1.1.1 ลักษณะทางกายภาพของตา

ส่วนที่ใช้ในการมองเห็นคือเรตินา (RETINA) ประกอบด้วย

1. กววย (CONE) เป็นสิ่งที่รับรู้เรื่อง สี และรับรู้รายละเอียดของที่วางใน

สภาพแสงธรรมดาและแสงประดิษฐ์ ในงานวิจัยพบว่ามี 3 แบบคือ

- กววยขนาดสั้น รับรู้แสงคลื่น สีฟ้า
- กววยขนาดกลาง รับรู้แสงคลื่น สีเขียว
- กววยขนาดยาว รับรู้แสงคลื่น สีแดง

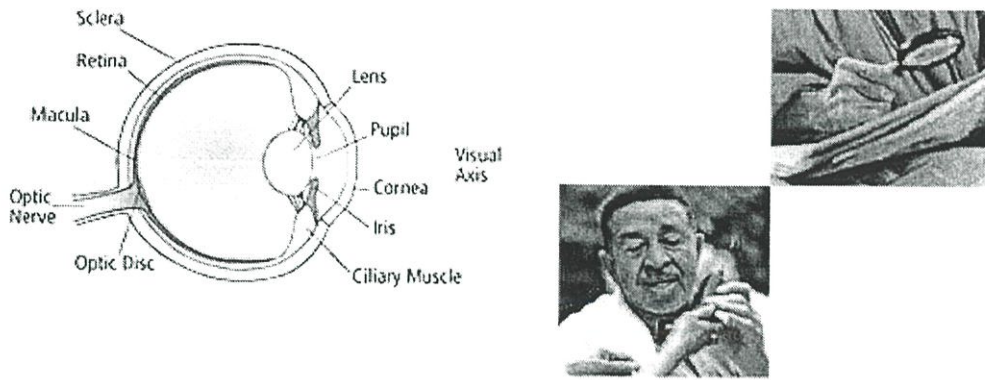
กววยรับรู้ขนาดกลางและยาวมีจำนวนมาก ส่วนกววยขนาดสั้นจะมีจำนวนน้อย ซึ่งในคนที่พิการทางสายตา จะทำให้ไม่สามารถมองสีฟ้าได้ดี แต่สามารถมองเห็นสีเขียว แดง ได้ง่ายกว่า

2. ก้าน (RODS) เป็นส่วนประกอบของเรตินา (RETINA) ซึ่งมีจำนวนมาก ประมาณ 120 ล้าน เซลล์ใน เรตินา เป็นส่วนที่ไวต่อการรับแสง RODS จะทำงานได้ดีในแสงน้อย เช่นแสงสลัวในระดับแสงปกติในเวลากลางวัน จะไม่มีผลต่อการรับรู้ของ RODS

RODS จะเป็นตัวเสริมในการเห็น แม้แต่คนสายตาปกติ RODS ก็ไม่สามารถรับรู้เรื่องรายละเอียดของที่วางหรือรับรู้เรื่องสีได้

##### 2.1.1.2 อายุกับการมองเห็น

สิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อมีอายุมากคือสายตายาว สายตาไม่สามารถมองเห็นสิ่งใกล้ๆ ได้ชัดเจนและโรคสายตายาวจะทำให้การเห็นรายละเอียดของสิ่งของได้น้อยลง เมื่ออายุมากขึ้นช่องม่านตาจะหด ทำให้แสงเข้ามาในตาน้อยลง ทำให้เห็นรายละเอียดของภาพไม่ชัดและผลของเลนส์สายตาที่แข็งและเหลืองขึ้นทำให้การเห็นขุ่นมัว เมื่อเลนส์เกิดภาวะทึบแสงมากขึ้น แสงที่เข้าสู่ม่านตาจะน้อยลง ความรับรู้ของเรตินาจะช้าลงทำให้เกิดภาวะสายตาบกพร่อง



รูปที่ 2.1 ลักษณะโครงสร้างของดวงตา

### 2.1.1.3 เพศและการเห็นสี

มีข้อสังเกตเรื่องเพศต่างกันทำให้เห็นสีต่างกัน 8% ของผู้ชาย และ 0.5% ของผู้หญิง ในอังกฤษ มีโรคพันธุกรรมที่ไม่รับรู้เรื่องสี การไม่รับรู้เรื่องสีเกิดจากการขาดหายของ กรวย (CONE) ที่ขาดหายไป 1 กรวย หรือมากกว่านั้น เช่นโรค PROTANOPE (ภาวะตาบอดสีแดง) DEUTERANOPE (ภาวะตาบอดสีเขียว) คนทั้ง 2 ประเภทนี้จะมองโลกเป็นสีเขียวและแดง ในขณะที่โรค TRITANOPE คนจะเป็นน้อย มีคนเป็น 1 ในล้านคน ในเพศหญิงและชายเท่า ๆ กัน

### 2.1.1.4 โรคตาและกลุ่มตัวอย่าง

คนที่พิการทางสายตาทั้ง 5 ประเภทในอังกฤษ คือกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยคือ

- ความเสื่อมของจอรับภาพ (Macular Degeneration)
- ต้อหิน (Glaucoma)
- จอรับภาพอักเสบ (Glaucoma)
- ต้อกระจก (Cataract)
- จอรับภาพอักเสบเนื่องจากโรคเบาหวาน (Diabetic Retinopathy)



ต้อกระจก(Cataract)



จอรับภาพอักเสบเนื่องจากโรคเบาหวาน (Diabetic Retinopathy)



ความเสื่อมของจอรับภาพ (Macular Degeneration)



ต้อหิน(Glaucoma)

รูปที่ 2.2 ภาพจำลองสภาพการมองเห็นในบุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา

### 2.1.2 ระดับของความผิดปกติทางการมองเห็น

ระดับ ความผิดปกติทางการมองเห็นของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันไป เช่น บางกลุ่มมองเห็นเลือนราง บางกลุ่มสามารถรับรู้สีได้เหมือนคนปกติ บางกลุ่มมองเห็นภาพแค่นส่วนเล็กๆ จากภาพทั้งหมดเนื่องจากปัญหาในเรื่องลานสายตาที่ผิดปกติ ซึ่งจากการที่สมองได้รับข้อมูลที่ไม่ชัดเจนจากการมองเห็น ทำให้ต้องใช้เวลามากขึ้นในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ เพื่อที่จะตอบสนองได้ถูกต้อง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัย ข้อมูลจากประสาทสัมผัสด้านอื่น เช่น จากการฟังเสียง หรือการสัมผัส

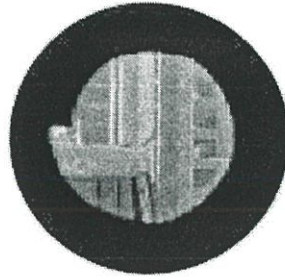
องค์การอนามัยโลก ได้จัดระดับการมองเห็น โดยดูจากค่าความชัดสายตา (Visual Acuity : VA ) และ ลานสายตา (Visual Field : VF) ที่วัดได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ระดับของความผิดปกติทางการมองเห็น

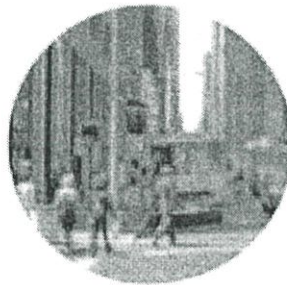
ระดับของการมองเห็น	ระดับความพิการ	ระดับความชัดของสายตาและลานสายตาข้างที่ดีที่สุด
การมองเห็นปกติ สายตาปกติ สายตาใกล้เคียงปกติ	พิการระดับ 0 พิการระดับ 0	20/25 20/30 ถึง 20/60
สายตาเลือนราง ( Low Vision ) สูญเสียการมองเห็นค่อนข้างมาก สูญเสียการมองเห็นมาก	พิการระดับ 1 พิการระดับ 2	20/70 ถึง 20/160 20/200 ถึง 20/400
ตาบอด ( Blindness ) สูญเสียการมองเห็นรุนแรงมาก สูญเสียการมองเห็นเกือบทั้งหมด สูญเสียการมองเห็นทั้งหมด	พิการระดับ 3 พิการระดับ 4 พิการระดับ 5	20/500 ถึง 20/1000หรือ ลานสายตาแคบกว่า 10 องศา น้อยกว่า 20/1000หรือลาน สายตาแคบกว่า 5 องศา มองไม่เห็นแม้แต่แสงสว่าง

สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น มีจำนวนประมาณ 4-5 % เท่านั้น ที่ตาบอดสนิทส่วนใหญ่จะยังมีความสามารถในการมองเห็นอยู่บ้าง แม้จะเลือนราง ซึ่งลักษณะอาการจะแตกต่างกันไป มากกว่า 80 ลักษณะ แต่แยกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

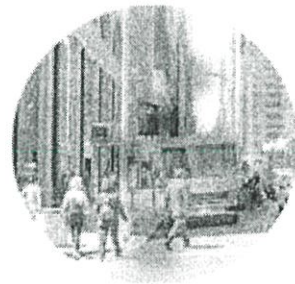
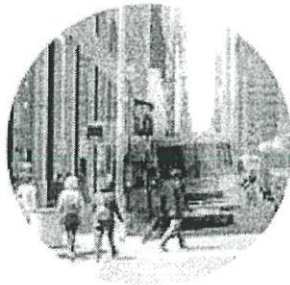
การสูญเสีย ลานสายตา บริเวณรอบนอก สามารถมองเห็นได้เฉพาะภาพที่อยู่ตรงหน้า



การสูญเสีย ความคมชัด ไม่สามารถมองภาพได้อย่างชัดเจน



การสูญเสีย การมองเห็นภาพทั้งหมดทุกส่วน จะมองเห็นได้เป็นบางส่วน เนื่องจากความเสียหายของกระจกตา



### รูปที่ 2.3 ลักษณะความผิดปกติทางการมองเห็น

ซึ่งบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น บางคนอาจมีอาการทั้ง 3 ประการรวมกัน อาการดังกล่าวจะส่งผลในการใช้งานภายในอาคารของ บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น โดยเฉพาะในการเดินทางจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ฉะนั้นหลักการในการออกแบบอาคารจึง จำเป็นต้องพิจารณาในเรื่อง ที่จะกล่าวต่อไปนี้

### 2.1.3 ปัญหาของผู้ที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น

บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ค้นหาสิ่งต่างๆในสภาพแวดล้อมโดยการสัมผัส เช่น การใช้หลังมือ สัมผัสผนังห้อง แล้วเลื่อนไปด้านหน้าในระดับเอว ไม่ใช่ฝ่ามือ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ เช่นการถูกประตูหนีบ

## 2.2 การปรับปรุงสภาพแวดล้อมสำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น

ในการออกแบบอาคาร เช่น ในสำนักงาน ภัตตาคาร หรือ ห้องสรรพสินค้า สภาพแวดล้อมจะมีผลต่อบุคคลปกติ ในแง่ของ บรรยากาศ อารมณ์ ความรู้สึก แต่สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น นอกจากสภาพแวดล้อมจะไม่มีผล ในแง่ของ บรรยากาศ อารมณ์ และความรู้สึกแล้ว ยังส่งผลถึงการที่จะไม่สามารถรับรู้ข้อมูล ข่าวสาร รวมถึงการขาดความเชื่อมั่นเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมนั้น เช่น

แสงสว่างที่ไม่เพียงพอ จะเพิ่มอุปสรรคให้กับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น

เสียงรบกวน จะเพิ่มความยากลำบากในการฟังเสียงในสภาพแวดล้อม

การวางผังภายในอาคารที่มีความซับซ้อน จะเป็นอุปสรรคในการหาเส้นทาง

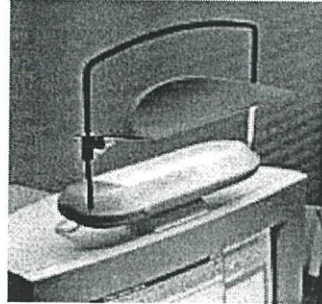
แต่สภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยเหล่านี้ สามารถปรับปรุง แก้ไขได้ โดยใช้งบประมาณไม่มากนัก ขณะเดียวกันก็จะไม่ส่งผลเสียหาย หรือกระทบกระเทือนต่อ บุคคลปกติที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน

การประเมินสภาพแวดล้อมและออกแบบเป็นสิ่งที่จะต้องทำเป็นอันดับแรก ประเด็นสำคัญในการประเมินสภาพแวดล้อม ก็คือ การพิจารณาว่า อะไรหรือช่วยให้บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น รู้ได้ว่า เขาอยู่ในตำแหน่งใดในสภาพแวดล้อมและสามารถที่จะเดินทางจากที่หนึ่งไปอีกที่ได้อย่างไร เนื่องจากเราไม่สามารถเปลี่ยนแปลง สภาพแวดล้อมที่มีอยู่เดิมทั้งหมด ให้ตรงกับความต้องการ ของบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ซึ่งจะใช้ค่าใช้จ่ายที่สูงมาก แต่สามารถปรับเปลี่ยนในบางส่วนที่มีความสำคัญได้โดยเสียค่าใช้จ่ายไม่มากนัก โดยเริ่มจากประการแรกในการที่จะปรับปรุงสภาพแวดล้อม ต้องทำการตรวจสอบโดยการสังเกตและบันทึกว่าอะไรคือปัญหาหรืออุปสรรคในสภาพแวดล้อมเดิม โดยมีองค์ประกอบหลักที่ต้องพิจารณาในการประเมินสภาพแวดล้อม ได้แก่

#### 2.2.1 แสงสว่าง

แสงสว่างที่เหมาะสม ควรพิจารณาในเรื่องของ ตำแหน่งของดวงโคมที่ไม่ทำให้เกิดแสงรบกวน และเงา ปริมาณความสว่างที่เพียงพอ จะไม่ก่อให้เกิดอาการปวดหัวหรือเมื่อยล้าของสายตา ในห้องต่างๆไปที่ใช้ดวงโคมติดที่ตรงกลางฝ้าเพดาน มักจะเกิดปัญหาแสงสว่างไม่เพียงพอ

สามารถแก้ไขโดยใช้ดวงโคมตั้งโต๊ะส่องเฉพาะจุดที่ต้องการใช้งานและควรหลีกเลี่ยงการใช้เฟอร์นิเจอร์ที่มีผิวมัน วาว หรือสะท้อนแสง เพราะบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น จะมีปัญหากับแสงสะท้อนมากกว่าบุคคลปกติ



รูปที่ 2.4 การใช้ดวงโคมตั้งโต๊ะส่องเฉพาะจุด

### 2.2.2 การใช้สีที่ตัดกัน

การใช้สีที่ตัดกัน เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการ เพิ่มความชัดเจนให้กับบุคคลที่มีสายตาลีเนอร่าในการกำหนดแนวผนัง ประตู รวมถึง เฟอร์นิเจอร์ เช่นการใช้ บัวเชิงผนังหรือบัวเพดานที่มีสีที่ตัดกันกับผนัง หรือการใช้วงกบประตูสีเข้มตัดกับประตูสีอ่อน การปูพรมสีเข้มตัดกับวอลเปเปอร์สีอ่อนที่ผนัง หรือใช้ในการเตือนให้ระวังอันตราย โดยการคาดเส้นสีที่ตัดกันกับสีของพื้น ก่อนถึงบริเวณก่อนถึงทางขึ้นและลงบันได ทางลาด โถงทางเดินที่มีทางแยก บริเวณที่มีพื้นต่างระดับ เป็นต้น จะสามารถเป็นสัญญาณชี้แนะในการเดินทางจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งได้

### 2.2.3 ผนัง

สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ส่วนใหญ่จะใช้ การเคลื่อนที่ตามแนวผนัง เมื่ออยู่ภายในห้อง โดยอาศัยสัญญาณชี้แนะทั้งที่มีอยู่ตามธรรมชาติและที่สร้างเสริมขึ้น เช่น การใช้ราวมือจับ ซึ่งเป็นสัญญาณชี้แนะที่สร้างเสริมขึ้นอย่างดี แต่บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ส่วนใหญ่จะไม่ชอบใช้ ยกเว้นเมื่อจำเป็นเช่น ขึ้น ลงบันได หรือการใช้ วอลเปเปอร์ที่มีผิวสัมผัสแตกต่างจากผนัง คาดเป็นเส้นตามแนวผนัง โดยอาจใช้สีที่ตัดกับสีผนัง ก็จะมีประโยชน์สำหรับบุคคลที่มีสายตาลีเนอร่าด้วย สัญญาณชี้แนะที่สร้างเสริมขึ้น อาจใช้เป็นแบบชั่วคราวก็ได้ เช่น เขวน เขือกหรือ รั้วบันที่มีมือจับประตู ซึ่งสามารถเอาออกได้เมื่อพวกเขาจดจำเส้นทางได้แล้ว ในอาคารที่มีการวางแบบแปลนที่ซับซ้อน ยกตัวอย่างเช่น ทางเดินตามอาคารที่มีทางแยกไป 3 ทาง การใช้วอลเปเปอร์ที่มีผิวสัมผัสแตกต่างกัน ก็ใช้เป็นสัญญาณชี้แนะได้ดี หรือการใช้เส้นสีตัดกับฉากหลังสำหรับเตือนให้ระวัง เช่น คาดเส้นสีที่พื้น ก่อนถึงบันได ทางลาด ก็ได้ผลสำหรับบุคคลที่มี

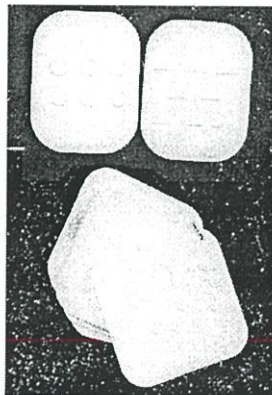
สายตาเลือนรางแต่ถ้าเป็นคนตาบอด ต้องใช้วัสดุที่มีผิวสัมผัสแตกต่างกัน เช่น พรมกับกระเบื้อง เป็นต้น



รูปที่ 2.5 การใช้ราวมือจับผนัง

#### 2.2.4 พื้นผิวสัมผัส

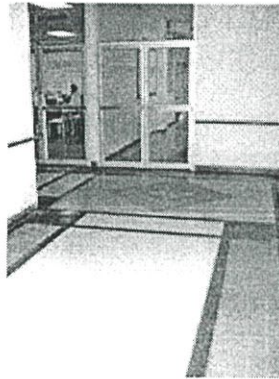
การใช้วัสดุที่ทำผิวสัมผัสสูงชันขึ้นมา ก็เป็นอีกวิธีที่ได้ผล ในกรณีที่บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นไม่สามารถอ่านอักษรเบลล์ เช่นทำเป็นป้ายตัวเลขชนิดที่ประตู่ ก็ใช้เป็นสัญญาณชี้แนะได้ดี หรือ การเลือกใช้มือจับประตูในแบบที่แตกต่างกัน ก็ได้ผลและประหยัดดีด้วย การใช้ผิวสัมผัสสูงชันที่ต่างกัน สามารถใช้กำหนดลักษณะเฉพาะให้กับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นได้ เช่น คนที่ 1 ใช้ รูปสี่เหลี่ยม คนที่ 2 ใช้ รูปวงกลม คนที่ 3 ใช้ รูปสามเหลี่ยม ติดที่โต๊ะเก้าอี้ ห้อง ตู้เสื้อผ้า



รูปที่ 2.6 การใช้ผิวสัมผัสสูงชันที่ต่างกัน

ในส่วนของพื้น การใช้วัสดุที่แตกต่าง จากวัสดุปูพื้นโดยรอบ จะเป็นการสร้างสัญญาณ ชี้แนะทั้งในด้านเสียงและผิวสัมผัส เช่น พื้นโดยรอบ ปูกระเบื้องยาง แต่บริเวณหน้าประตูทางเข้าปู ด้วยแผ่นโลหะหรือ กระเบื้องเซรามิก วิธีนี้สามารถใช้ได้กับ บริเวณก่อนถึงทางขึ้นและลงบันได ทางลาด โถงทางเดินที่มีทางแยกเป็นต้น และวัสดุที่นำมาใช้พื้นผิวต้องไม่ลื่น

ในส่วนของ ห้องเรียน ห้องนอน ห้องนั่งเล่น ควรเลือกใช้วัสดุที่มีลักษณะนุ่ม และดูดซับ เสียงเช่น พรม กระเบื้องยาง ในส่วนของ ห้องรับประทานอาหารและห้องครัว สามารถเลือกใช้ วัสดุที่มีลักษณะนุ่มและแข็งผสมกันได้ เพื่อประโยชน์ในเรื่องของการทำความสะอาด เช่น กระเบื้องยางและกระเบื้องเซรามิก ในพื้นที่เปิดโล่ง เช่น บริเวณโถง โรงยิม การใช้วัสดุที่แตกต่าง จากวัสดุปูพื้นโดยรอบ ปูบริเวณขอบที่ติดกับผนัง หน้าประตูจะเป็นการสร้างสัญญาณชี้แนะได้ดี



รูปที่ 2.7 การใช้วัสดุปูพื้นซึ่งมีผิวสัมผัสสีที่ต่างกันในห้องทางเดินที่มีทางแยก

### 2.2.5 เฟอร์นิเจอร์

เฟอร์นิเจอร์สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ควรมีลักษณะที่มั่นคงแข็งแรง ต่อการชน กระแทก และไม่ควรมีชิ้นส่วนต่างๆยื่นออกมา จากตัวเฟอร์นิเจอร์ โดยเฉพาะที่อยู่ต่ำกว่าระดับศรีษะ และเมื่อได้จัดวางเฟอร์นิเจอร์ในตำแหน่งที่เหมาะสมแล้ว ไม่ควรเคลื่อนย้ายที่บ่อย ถ้ามีการเคลื่อนย้ายต้องบอกให้รู้ มิฉะนั้นอาจเกิดอุบัติเหตุจากการชนได้ การใช้สีที่ตัดกันเช่น พื้นบนของโต๊ะหรือ เคาน์เตอร์ เช่นมีขอบไม้โดยรอบสีเข้มติดกับภายในที่เป็นพลาสติกคลาไมเนทสีอ่อน ก็สามารถช่วยระบุขอบเขตของเฟอร์นิเจอร์แต่ละชิ้นได้ดี หรือการเลือกสีของเฟอร์นิเจอร์ให้ตัดกับสีของฉากหลัง ได้แก่ ผนัง พื้น ก็ช่วยในการระบุตำแหน่งของเฟอร์นิเจอร์ในสภาพแวดล้อมได้ดี สำหรับบุคคลที่มีสายตาเลือนราง

การเดินทางในสภาพแวดล้อม สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น นั้นมีสิ่งที่จะต้องระมัดระวังและหลีกเลี่ยง ได้แก่ วัตถุที่มีความร้อน เต้าเสียบไฟฟ้า ถังน้ำยาดับเพลิง ป้าย

ข้อความที่ยื่นออกมาจากผนัง หรือ แขนงจากเพดาน ซึ่งอยู่ในระดับไหล่หรือ ศีรษะ ประตู หน้าต่างที่เปิดอยู่ ถังขยะตามทางเดิน เหล่านี้ก่อให้เกิดอันตรายได้

### 2.2.6 แนวทางการออกแบบ

สิ่งที่ควรพิจารณาในงานออกแบบ คือ

- การออกแบบควรตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน
  - การออกแบบที่มีแผนผังที่ชัดเจนง่ายต่อการหาทางและสังเกตได้ง่าย
  - ในแต่ละชั้นของอาคารควรมีรูปแบบเหมือนกัน
  - ส่วนประชาสัมพันธ์ควรอยู่ใกล้ทางเข้าหลักซึ่งมองเห็นได้ง่ายและจุดนี้ควรมองเห็นส่วนบันไดหรือลิฟท์
  - ส่วนพักคอยควรอยู่ใกล้ประชาสัมพันธ์และเฟอร์นิเจอร์ยึดติดกับที่ควรมีขอบที่กลมมน
  - การใช้แสงควรมีไฟส่องตรง ไฟให้แสงสว่างทั่วไปและแสงธรรมชาติ
  - การใช้สีเป็นตัวชี้แนะการตัดสินใจเลือกใช้ประเภทของดวงโคม
  - ใช้ราวมือจับหรือรางไม้ติดผนังเป็นตัวชี้นำ
  - มีการใช้คู่มือที่ตัดกันบริเวณขอบบันได
  - วัสดุที่ปูพื้นควรเป็นกระเบื้องยางในบริเวณทางสัญจรเพื่อความปลอดภัย
  - ใช้คู่มือและแสงที่ตัดกันในบริเวณผนังและประตู ผนังควรเป็นสีอ่อนสว่าง
- ขณะที่ประตู คาน บัวพื้น ราวจับ ควรใช้สีที่แรง ชัดเจน
- ใช้คู่มือและแสงที่ตัดกันบริเวณผนังสวิทช์ไฟและปลั๊ก

## 2.3 กายภาพที่เหมาะสมในการใช้งานคอมพิวเตอร์ (Ergonomics)

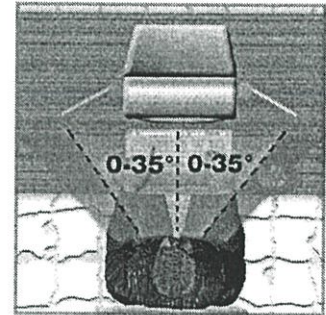
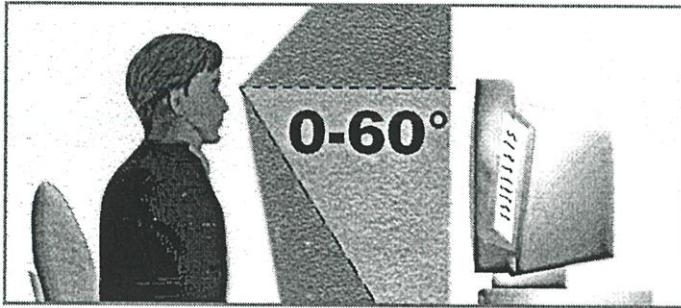
การวางอุปกรณ์ให้ถูกต้อง

การวางอุปกรณ์ชนิดต่างๆที่ใช้งาน ให้ถูกต้องในตำแหน่งที่เหมาะสม ก็จะมีส่วนช่วยให้ร่างกาย ทำงานได้สบายมากขึ้นและเกิดความเหนื่อยล้าน้อยลง

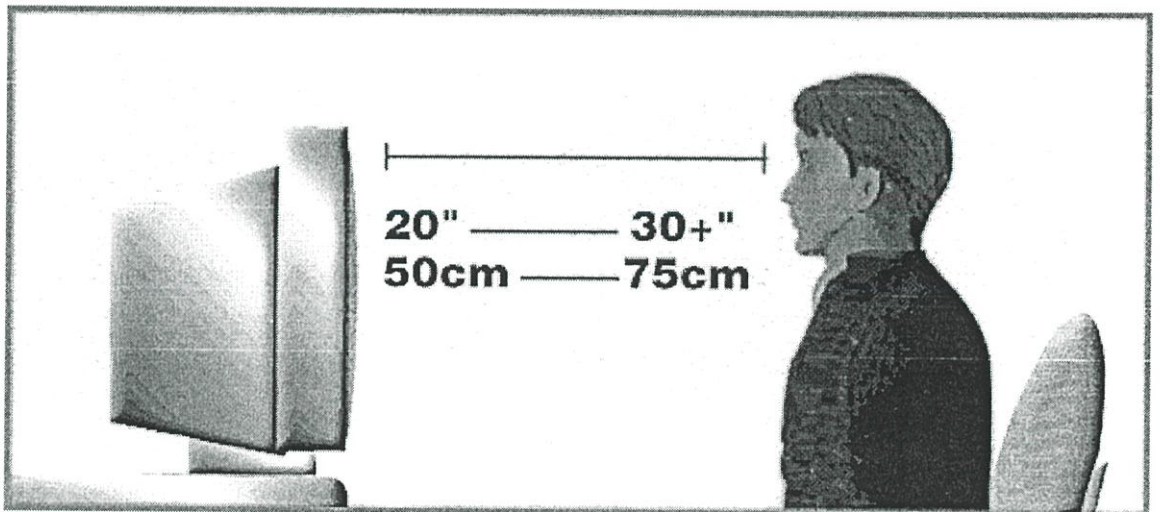
จอภาพ

ควรวางให้อยู่ในระดับสายตา คือมองจอภาพ แล้วสามารถก้มลงได้เล็กน้อยมีระยะห่างประมาณหนึ่งช่วงแขน ปรับความสว่างบนหน้าจอให้พอเหมาะ ระวังอย่าให้แสงภายในห้องมาสะท้อนเข้าผิวจอเพราะแสงที่สะท้อนเข้าตาจะทำให้ตาเกิดการเหนื่อยล้าได้เร็วขึ้น อาจแก้ปัญหาได้โดยการติดผ้าม่าน หรือมู่ลี่บริเวณหน้าต่างและใช้แผ่นกรองแสงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์เข้าช่วย

หรือเปลี่ยนสีบนหน้าจอ ให้สว่างมากขึ้นก็จะช่วยลดความรุนแรงของแสงสะท้อนได้ ปรับความ Contrast ให้มากที่สุด เพื่อที่จะอ่านตัวหนังสือบนหน้าจอได้ง่ายขึ้น และสุดท้ายควรทำความสะอาดหน้าจออยู่เสมอ



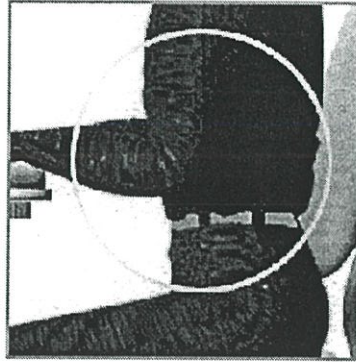
รูปที่ 2.8 การวางตำแหน่งจอคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมในการใช้งานที่เป็นผลมาจากองศาการมองของผู้ใช้งาน



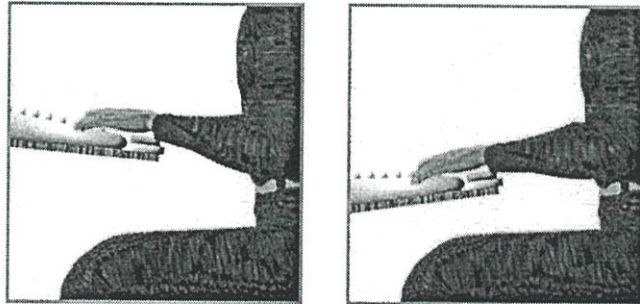
รูปที่ 2.9 แสดงระยะห่างที่เหมาะสมในการวางตำแหน่งจอคอมพิวเตอร์ขณะใช้งาน

## คีย์บอร์ดและเมาส์

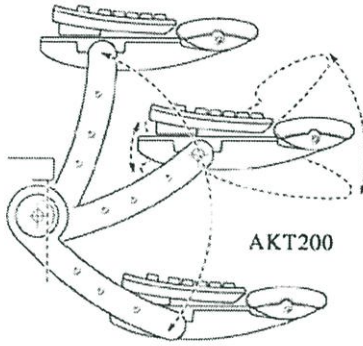
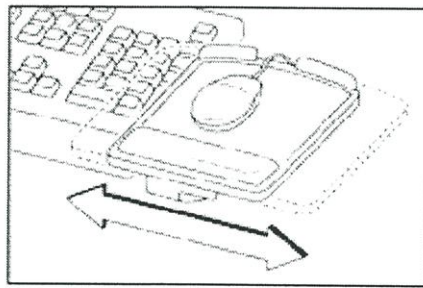
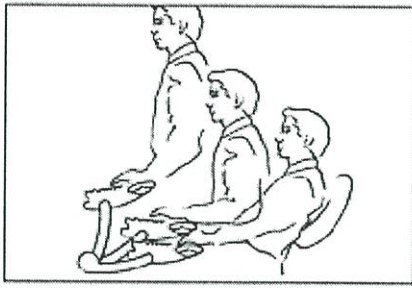
มีหลักการง่าย ๆ คือวางให้อยู่ในระดับที่แขนสามารถอยู่ในลักษณะที่ตั้งเป็นมุมฉากได้



รูปที่ 2.10 การวางระดับคีย์บอร์ดและเมาส์ที่เหมาะสมโดยแขนสามารถตั้งอยู่ในมุมฉากได้



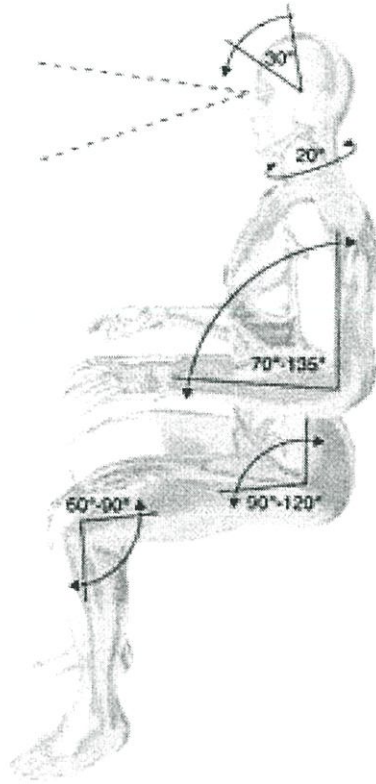
รูปที่ 2.11 การวางระดับคีย์บอร์ดและเมาส์ที่ผิดและสร้างความเหนื่อยล้าแก่ผู้ใช้งาน



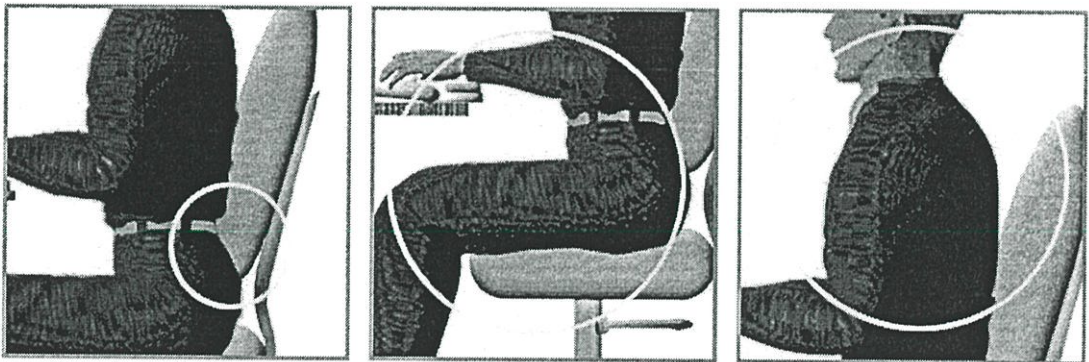
รูปที่ 2.12 การใช้อุปกรณ์ที่ใช้วางคีย์บอร์ดและเมาส์ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ตามผู้ใช้แต่ละคน

### เก้าอี้

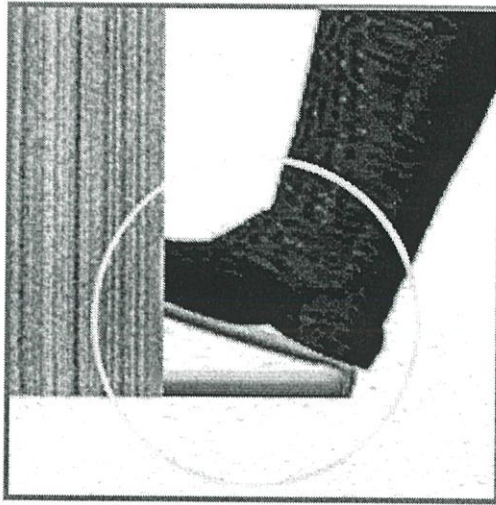
เก้าอี้ที่ดีและเหมาะสมคือ เก้าอี้ที่เราสามารถนั่งแล้วเข่าและหน้าขาตั้งเป็นลักษณะเป็นมุมฉาก โดยเท้าวางอยู่บนพื้นเต็มเท้า และการนั่งที่ถูกต้อง ต้องนั่งให้ชิดพนักเก้าอี้ โดยหลังตั้งฉากกับพนักเก้าอี้ แต่ถ้าหากเก้าอี้ลึกลงไป (คือเรานั่งจนชิดพนักแล้วเท้ายังลอย หรือเข่าและหน้าขาไม่ตั้งฉากกับพื้น) ให้หาหมอนมารองหลัง เพราะการนั่งที่ทุกส่วนของร่างกายมีลักษณะเป็นมุมฉาก จะสามารถทำงานได้นานขึ้น โดยไม่เกิดอาการปวดเมื่อย



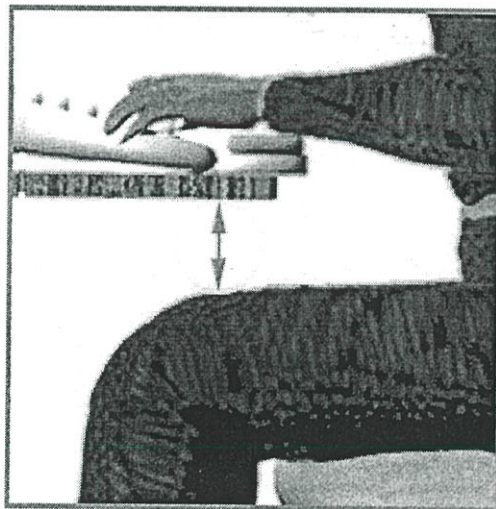
รูปที่ 2.13 ช่วงระยะองศาของส่วนต่างๆของร่างกายที่อยู่ในช่วยปกติที่ไม่ก่อให้เกิดความ  
อ่อนล้าขณะใช้งาน ในลักษณะท่านั่งใช้คอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.14 ลักษณะท่านั่งที่เหมาะสมถูกต้องโดยทุกส่วนเป็นมุมฉาก



รูปที่ 2.15 การใช้ที่พักเท้าเข้า ช่วยในกรณีที่เท้าไม่สามารถวางอยู่ใน ระดับพื้นได้พอเหมาะพอดี อาจเนื่องจากเก้าอี้สูงเกินไป



รูปที่ 2.16 ระยะห่างระหว่าง หน้าขาถึงที่วางคีย์บอร์ด ควรมีระยะห่างที่ พอเหมาะแก่การใช้งาน

## 2.4 การออกแบบสำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น

### 2.4.1 หลักการสำคัญ

ในการออกแบบอาคาร จำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจความต้องการที่แตกต่างของกลุ่มผู้ใช้ สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น การขาดการพิจารณา และความเข้าใจที่ถูกต้องในความต้องการของพวกเขา จะก่อให้เกิดความยากลำบากและอุปสรรคในการทำงานอาคารเหล่านั้น ซึ่งในขณะที่อาคารซึ่งมี กลุ่มผู้ใช้งานมีทั้งบุคคลที่มีสายตาสั้นและบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ผู้ออกแบบอาคารยากที่จะตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ทุกกลุ่มได้หมด แต่ก็จำเป็นต้องทำให้ได้มากที่สุด เท่าที่จะทำได้ การออกแบบอาคาร ที่ทำให้กลุ่มผู้ใช้งานสามารถใช้งานอาคารได้ด้วยตนเอง และปลอดภัยนั้น ถือเป็นหลักการสำคัญ

### 2.4.2 การวางผังเฟอร์นิเจอร์

การวางผังเฟอร์นิเจอร์ที่เรียบง่ายและเป็นระเบียบ จะทำให้การมองเห็นภาพสภาพแวดล้อมในทางจิต ของบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นเป็นไปได้โดยง่ายและชัดเจน กว่า การวางผังเฟอร์นิเจอร์ที่ซับซ้อน ยุ่งเหยิง และสามารถคาดเดาได้ว่าอะไรอยู่ที่ไหน เช่น ห้องน้ำชาย ควรจะอยู่ใกล้กับห้องน้ำหญิง เป็นต้น

ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในการวางผังเฟอร์นิเจอร์ ได้แก่ ความซับซ้อนของ เส้นทางสัญจรภายในห้อง และทางเดิน รวมทั้งสิ่งกีดขวางต่างๆ ที่อยู่ในเส้นทางสัญจร เช่น เสา ผนังเพดาน ฝ้า ราว รวมทั้งพื้นที่บริเวณใต้บันไดที่มีระดับต่ำ

### 2.4.3 การตกแต่งภายใน

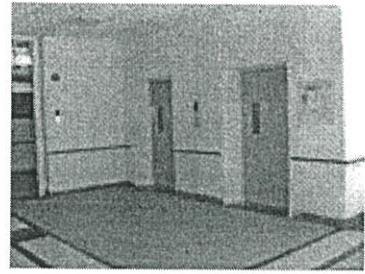
การออกแบบตกแต่งภายใน นอกจากจะใช้สร้างบรรยากาศและ เอกลักษณ์ให้กับอาคารแล้วยังสามารถนำมาใช้ในการระบุตำแหน่งและทิศทางให้กับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นได้ เช่น การกำหนดสีที่เสาให้ติดกันกับ ผนังด้านหลัง หรือเฟอร์นิเจอร์

การใช้วัสดุที่มีผิวมัน เช่น กระจกเคลือบผิวมัน ก่อให้เกิดแสงรบกวน ทำให้ยากในการการระบุตำแหน่งและทิศทาง รวมทั้งลวดลายที่สับสนก็ให้ผลทำนองเดียวกัน

การใช้วัสดุต่างชนิดกัน มาตกแต่งที่ ผนังและผนัง ช่วยในการการระบุความแตกต่างในการใช้พื้นที่

การใช้วัสดุที่มีผิวสัมผัส หนูนสูง สามารถใช้ในตำแหน่งที่ต้องการบอกหรือเตือน เช่น บริเวณก่อนที่จะขึ้นหรือ ลงบันได

การใช้สีหรือระดับความเข้มที่แตกต่างกัน ก็เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการแจ้งเตือน เช่น การคาดเส้นสีที่ติดกันกับสีของพื้น บริเวณที่ต่างระดับกัน



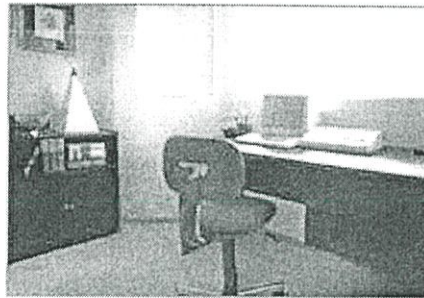
รูปที่ 2.17 การใช้วัสดุปูพื้นที่มีผิวสัมผัส นูนสูง สามารถใช้ในตำแหน่งที่ต้องการบอกเช่น ตำแหน่งหน้าลิฟท์ หรือเตือน เช่น บริเวณทางแยก

#### 2.4.4 การใช้แสงสว่าง

ปริมาณแสงสว่างที่ต้องการในบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับ ระดับของความผิดปกติ แต่หลักการทั่วไปก็คือ การให้แสงสว่างอย่างทั่วถึงในห้อง ไม่ควรมีเงา เพราะจะทำให้บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นยากในการระบุตำแหน่งและทิศทาง

แสงสว่างสามารถช่วยกำหนดตำแหน่งของเฟอร์นิเจอร์ เช่น การติดตั้งโคมส่องที่เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์ ในโรงแรม

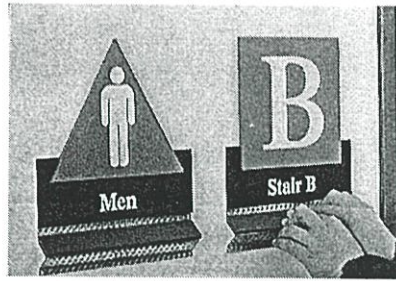
ตำแหน่งของดวงโคม ควรอยู่ในที่ที่ไม่ทำให้เกิดแสงสะท้อนจากวัสดุต่างๆ ในห้อง และควรควบคุมแสงรบกวนที่มาจากหน้าต่าง โดยการใ้ ม่าน หรือม่านปรับแสง



รูปที่ 2.18 แสงรบกวนที่มาจากหน้าต่าง

#### 2.4.5 ป้ายและการให้ข้อมูล

ตำแหน่งที่ติดตั้งควรหาได้โดยง่าย สีของป้ายควรตัดกันกับฉากหลัง ถ้าเป็นภาษาอังกฤษ ควรใช้อักษรนำหน้าตัวใหญ่ ตามด้วยอักษรตัวเล็ก รูปแบบของตัวอักษรควรเป็นแบบเรียบง่าย และมีขนาดใหญ่เพียงพอ สำหรับบุคคลสายตาดูเลือนลาง และใช้ป้ายที่เป็นอักษรเบรลล์ หรือป้ายที่มีผิวสัมผัสนูน สำหรับคนตาบอด



รูปที่ 2.19 ป้ายที่เป็นอักษรเบรลล์

## 2.5 แสงสว่างในสำนักงานสำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น

### 2.5.1 บทนำ

จากการสำรวจในปี ค.ศ. 1991 พบว่ามีประชากรที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ในสหราชอาณาจักร อังกฤษประมาณ 1 ล้านคน และมีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละปี และในสำนักงานต่างๆก็มีพนักงาน ลูกจ้างที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น เพิ่มขึ้น ซึ่งตามกฎหมายการจ้างแรงงาน กำหนดไว้ว่า นายจ้างจะต้องจัดสภาพแวดล้อมในสถานที่ทำงานให้เหมาะสม ไม่เกิดอุปสรรคในการทำงาน ซึ่งแสงสว่างก็เป็นปัจจัยสำคัญในการทำงานของบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น

งานวิจัยนี้ ใช้เวลาดำเนินงานประมาณ 2 ปี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาว่าแสงสว่างที่ใช้ในสำนักงานลักษณะใดจะเหมาะสมกับการทำงานของบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น

### 2.5.2 วิธีดำเนินการ

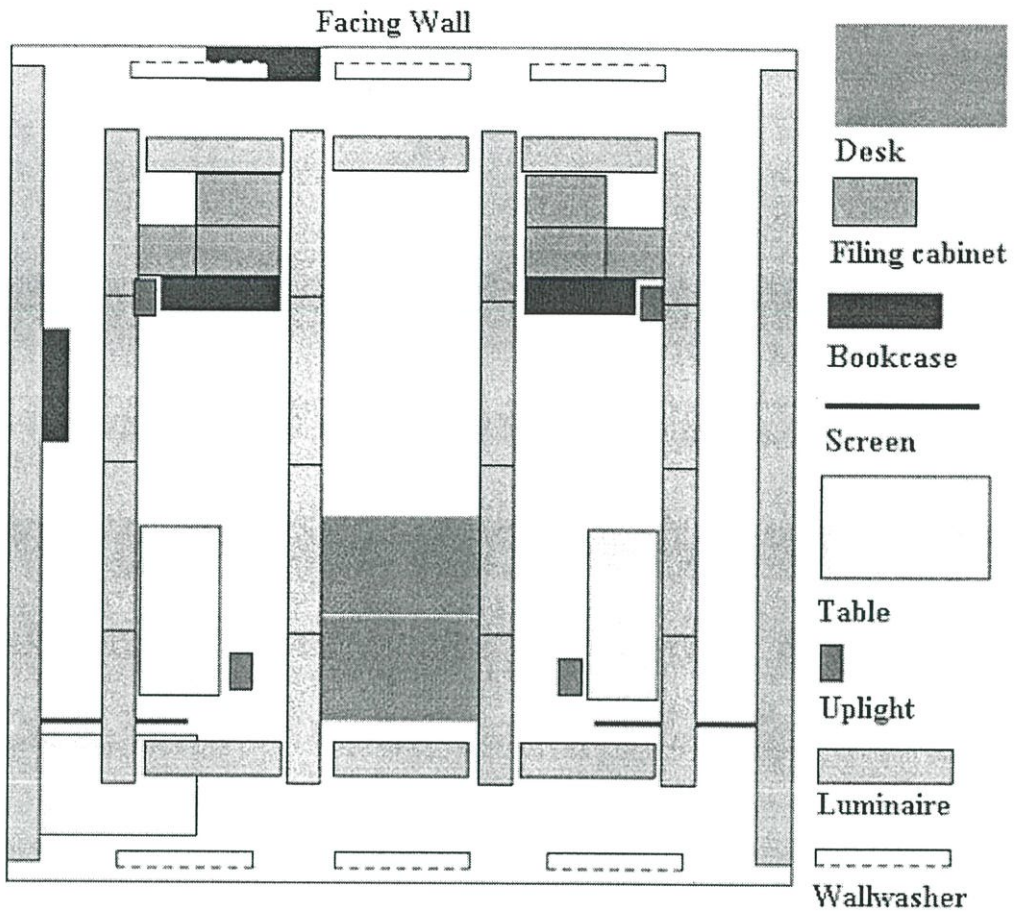
งานวิจัยนี้ ใช้วิธีการทดลอง โดย กำหนดเงื่อนไขของลักษณะแสงสว่างที่ใช้ ทั้งหมด 8 แบบ ซึ่งแต่ละแบบมีค่าความส่องสว่างแตกต่างกัน ภายในห้องจำลองสภาพแวดล้อมแบบสำนักงาน ซึ่งประกอบด้วยเฟอร์นิเจอร์ ได้แก่ โต๊ะทำงาน ตู้เก็บเอกสาร ชั้นหนังสือ

แสงสว่างที่ใช้แยกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

ดวงโคมแบบ ฟลูออเรสเซนต์ (Luminaire) พร้อมตะแกรงสะท้อนแสง ติดที่ฝ้าเพดาน

ดวงโคมแบบตั้งพื้น(Uplight) แสงส่องขึ้นฝ้าเพดาน

ดวงโคมส่องผนัง(Wallwasher) ติดผนังที่ฝ้าเพดาน



รูปที่ 2.20 แปลนห้องจำลองสภาพแวดล้อมแบบสำนักงาน

### 2.5.3 การกำหนดลักษณะของแสงสว่าง

การกำหนดลักษณะของแสงสว่างแบ่งเป็น 8 แบบ ซึ่งแตกต่างกัน การทดลองใช้วิธีควบคุมระดับความสว่าง ในบริเวณทำงาน ซึ่งมีอยู่ 2 ตำแหน่ง ได้แก่

บริเวณโต๊ะทำงาน 500 lux

บริเวณตู้เก็บเอกสาร 325 lux

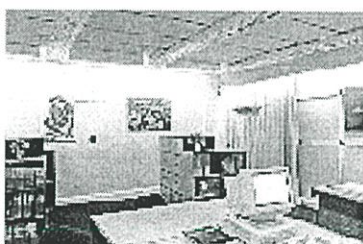
แสงสว่างแบบที่ 1 ใช้ downlight



แสงสว่างแบบที่ 2 ใช้ Wallwasher ส่องที่ผนังทั้ง 4 ด้าน



แสงสว่างแบบที่ 3 ใช้ Wallwasher ส่องที่ผนังทั้ง 4 ด้าน  
โดยเพิ่มระดับความสว่างมากกว่าแบบที่ 2



แสงสว่างแบบที่ 4 ใช้ Wallwasher ส่องที่ผนังทั้ง 4 ด้าน  
โดยเพิ่มระดับความสว่างโดยมากกว่าแบบที่ 3



รูปที่ 2.21 ลักษณะของแสงสว่าง ซึ่งแตกต่างกัน 8 แบบ

แสงสว่างแบบที่ 5 ใช้ Wallwasher ส่องที่ผนังด้านหลัง



แสงสว่างแบบที่ 6 ใช้ Wallwasher ส่องที่ผนังด้านข้างทั้ง 2 ด้าน



แสงสว่างแบบที่ 7 ใช้ Wallwasher ส่องที่ผนังทั้ง 4 ด้าน



แสงสว่างแบบที่ 8 ใช้ Uplight ส่องที่ฝ้าเพดานอย่างเดียว  
ไม่มี Wallwasher



รูปที่ 2.21 (ต่อ)

#### 2.5.4 วิธีการทดลอง

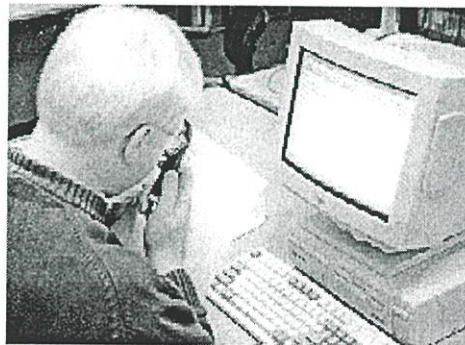
กลุ่มตัวอย่างจำนวน ทั้งหมด 16 คน ซึ่งเป็นบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น จำนวน 16 คน เป็น ชาย 5 คน หญิง 11 คน แยกเป็น ตาบอด 8 คน และ สายตาเลือนลาง 8 คน ถูกกำหนดให้ทำงาน 2 อย่าง ซึ่งเป็นงานที่ต้องทำใน สำนักงานทั่วไป ได้แก่

- กลุ่มตัวอย่างต้องเดินไปหยิบ ของจดหมาย 3 แบบมีแบบ a,b,c แยกต่างกัน จากตู้เก็บเอกสาร แล้วกลับมาที่โต๊ะพิมพ์เอกสาร



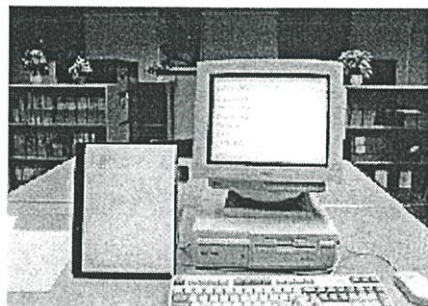
รูปที่ 2.22 กลุ่มตัวอย่างเดินไปหยิบ ของจดหมายจาก ตู้เก็บเอกสาร แล้วกลับมาที่โต๊ะพิมพ์เอกสาร

- กลุ่มตัวอย่างต้องพิมพ์เจ้าหน้าที่ของจดหมาย 3 แบบซึ่งกำหนดให้มีรูปแบบการพิมพ์ซึ่งแตกต่างกัน ด้วยตัวอักษรแบบ Times new roman ขนาด 13 และ 15 point และ Arial ขนาด 15 point



รูปที่ 2.23 กลุ่มตัวอย่างพิมพ์เจ้าหน้าที่ของจดหมาย 3 แบบซึ่งกำหนดให้มีรูปแบบการพิมพ์ซึ่งแตกต่างกัน

- กลุ่มตัวอย่างถูกกำหนดให้ ตั้งค่าต่างๆ ในคอมพิวเตอร์ ได้แก่ การปรับตำแหน่งจอภาพ รูปแบบและขนาด ของตัวอักษร การ contrast ของ font และ สี background ได้ตามต้องการ ก่อนที่จะทำการทดลอง



รูปที่ 2.24 กลุ่มตัวอย่างถูกกำหนดให้ ตั้งค่าต่างๆ ในคอมพิวเตอร์

- หลังการทดลอง กลุ่มตัวอย่าง จะต้องตอบคำถามเพื่อวัดความพึงพอใจใน การทำงานใน สภาพแสงแบบต่างๆ

#### 2.5.5 การวิเคราะห์และสรุปผล

ผลที่ได้รับจากการทดลองซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นจำนวน 16 คน มีประเด็นสำคัญ ดังนี้

- กลุ่มตัวอย่าง ชอบผ้าเพดานที่มีความสว่าง เมื่อต้องเดินจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง เช่น จากหลังห้องไปหน้าห้อง และไม่ชอบเดินไปหาผนังที่มีมืดหรือมีแสงน้อย
- กลุ่มตัวอย่างให้ความพึงพอใจน้อย เมื่อผนังด้านหลังบริเวณเก็บเอกสารมืด แต่จะพอใจให้คะแนนมาก เมื่อมีแสงบริเวณผนังด้านหลังตู้เอกสารสว่างมากขึ้น
- ผนังด้านที่จะเดินไปสู่ตู้เก็บเอกสาร ถ้ามีความสว่างจะได้คะแนนมากกว่าผนังที่มีมืดหรือมีแสงน้อย ถึงแม้ว่าปริมาณความส่องสว่างที่ตู้เก็บเอกสาร จะมีค่าเท่ากันก็ตาม
- ผนังที่มีมืดหรือมีแสงน้อยซึ่งอยู่ใกล้กับตู้เก็บเอกสาร ทำให้กลุ่มตัวอย่าง เข้าใจว่ามีความแตกต่างของปริมาณความส่องสว่างระหว่างตู้เก็บเอกสารกับที่โต๊ะทำงาน
- ความสว่างสดใส ของห้อง เปลี่ยนไปตามค่าของการกำหนดแสง ถ้าค่าของแสงเพิ่มขึ้น จะทำให้ห้องดูสว่างขึ้น ขึ้นกับค่าของความสว่าง
- ความรู้สึกสบาย หรือความน่าสนใจของห้อง ขึ้นกับการเพิ่มค่าความสว่างของผนังให้มากขึ้น

## 2.6 ความรู้พื้นฐานทางด้านแสงสว่าง

พื้นฐานทางด้านแสงสว่างมีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ก่อนที่จะเข้าไปดำเนินการในเรื่องการประหยัดพลังงานแสงสว่าง พื้นฐานการส่องสว่างที่จะกล่าวในที่นี่จะกล่าวเฉพาะสิ่งที่จำเป็นเท่านั้น

### 2.6.1 ความส่องสว่างและความสว่าง

2.6.1.1 ความส่องสว่าง(อิลูมินแนนซ์) หมายถึงปริมาณแสงที่กระทบลงบนวัตถุต่อพื้นที่มีหน่วยเป็นลูเมนต่อตารางเมตรหรือ ลักซ์(ถ้าหน่วยเป็นลูเมนต่อตารางฟุต ความส่องสว่างเป็นฟุตแคนเดิล)

2.6.1.2 ความสว่าง(ลูมิแนนซ์) หมายถึงปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุต่อพื้นที่มีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตร ปริมาณแสงที่เท่ากันเมื่อตก ลงกระทบลงมาวัตถุที่มีสีแตกต่างกันจะมีปริมาณแสงสะท้อนกลับแตกต่างกัน นั่นคือ ลูเมนต่างกัน สาเหตุต่างกัน เนื่องมาจากสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุต่างกัน

#### 2.6.1.3 องศาเคลวิน

การบอกสีทางด้านแสงสว่างมักบอกด้วยอุณหภูมิสี หมายถึงสีที่เกิดจากการเผาไหม้วัสดุสีดำ ซึ่งมีการดูดซับความร้อนได้สมบูรณ์ด้วยอุณหภูมิที่กำหนด เช่นหลอดฟลูออเรสเซนต์ควิลท์มีอุณหภูมิสี 6500 องศาเคลวิน หมายถึง เมื่อเผาวัสดุสีดำให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 6500 เคลวิน วัตถุนั้นจะเปล่งแสงออกมาเป็นสีควิลท์หรือขาวปนน้ำเงิน

ตัวอย่างอุณหภูมิสีของหลอดต่าง ๆ ดังนี้

เทียนไข	1900	เคลวิน
หลอดอินแคนเดสเซนต์	2800	เคลวิน
หลอดฟลูออเรสเซนต์		
เดย์ไลท์	6500	เคลวิน
ควิลท์	4500	เคลวิน
วอร์มไวท์	3500	เคลวิน

#### 2.6.1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสีและความส่องสว่าง

การเลือกชนิดของหลอดที่ใช้ควรให้สัมพันธ์กันระหว่างความส่องสว่าง (ลักซ์) และอุณหภูมิสีของหลอด หลอดที่มีอุณหภูมิสีต่ำควรใช้กับความส่องสว่างต่ำ หลอดที่มีอุณหภูมิสีสูงควรใช้กับความส่องสว่างสูง และถ้าใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีต่ำกับความส่องสว่างสูงด้านบนจะรู้สึกจ้า และถ้าใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีสูงกับความส่องสว่างต่ำจะรู้สึกทึม

	ตัวอย่างการเลือกสีของหลอดให้สัมพันธ์กับความส่องสว่างของแต่ละงาน
ร้านอาหารสลัว	ความส่องสว่าง 20 ลักซ์ ควรใช้หลอด 2000 องศาเคลวิน นี่เป็นเหตุผลว่าทำไมร้านอาหารไฟสลัวจึงดูเทียนไข
บ้านพักอาศัย	ความส่องสว่าง 100 ลักซ์ ควรใช้หลอด 2500 องศาเคลวิน นี่เป็นเหตุผลว่าทำไมบ้านพักอาศัย หรือโรงแรมจึงใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ ฮาโลเจนหรือวอร์มไวท์
สำนักงาน	ความส่องสว่าง 500 ลักซ์ ควรใช้หลอด 4000 องศาเคลวิน
ห้องเขียนแบบ	ความส่องสว่าง 700 ลักซ์ ควรใช้หลอด 4500 องศาเคลวิน

2.6.2 แสงบาดตา (Glare) หมายถึง แสงที่เข้าตาแล้วทำให้มองเห็นวัตถุได้ยากหรือมองไม่เห็นเลย การจัดโคมให้ส่องสว่างโดยทั่วไปต้องการแสงบาดตาน้อยที่สุด โคมไฟฟ้าแต่ละชนิดให้แสงบาดตาไม่เหมือนกัน มาตรฐานมีการกำหนดไว้เหมือนกันว่าถ้าต้องการคุณภาพของแสงสว่างที่ดีที่ความส่องสว่างเท่าใดควรมีแสงบาดตาเป็นอย่างไร

แสงบาดตามีด้วยกันสองแบบใหญ่ๆ คือ **แสงบาดตาแบบไม่สามารถมองเห็นได้** (disability glare) และ **แสงบาดตาแบบไม่สบายตา** (discomfort glare) แสงบาดตาแบบไม่สามารถมองเห็นได้เป็นแสงบาดตาประเภทประเภทที่ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ เช่น มีแสงเข้าตามากจนไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ ส่วนแสงบาดตาแบบไม่สบายตา เป็นแสงบาดตาประเภทที่ยังมองเห็นวัตถุได้แต่เป็นไปด้วยความลำบากและไม่สบายตาเพราะมีแสงย้อนเข้าตามาก

### 2.6.3 ความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง

ในพื้นที่ทำงานที่ต้องการความส่องสว่างสม่ำเสมอ เช่น ในสำนักงานที่มีการโยกย้ายโต๊ะทำงานบ่อยๆควรมีอัตราความส่องสว่างต่ำสุดต่อความส่องสว่างเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 0.8

ในพื้นที่ทำงานที่ไม่จำเป็นต้องมีความส่องสว่างสม่ำเสมอ ความส่องสว่างโดยรอบบริเวณที่ทำงานไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า 1/3 ของความส่องสว่างที่โต๊ะ หรือพื้นที่ทำงาน เช่น ในห้องผู้จัดการที่โต๊ะทำงานมีความส่องสว่าง 500 ลักซ์ บริเวณรอบข้างไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า  $500/3 = 170$  ลักซ์ เป็นต้น

ในพื้นที่ทำงานข้างเคียงไม่ควรมีความส่องสว่างต่างกันมากกว่า 5:1 เช่นในห้องทำงานที่มีความส่องสว่าง 500 ลักซ์ เมื่อเดินออกนอกห้องแล้ว ความส่องสว่างด้านนอกไม่ว่าจะเป็นทางเดินหรืออะไรก็ตาม แต่ไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า 100 ลักซ์ เป็นต้น

## 2.6.4 ระบบการใช้แสงสว่าง

แสงสว่างพื้นฐานที่ต้องใช้เพื่อการใช้งานแยกออกได้เป็นระบบต่างๆ ดังนี้

2.6.4.1 แสงสว่างทั่วไป (General Lighting) คือ การให้แสงกระจายทั่วไปทั้งบริเวณพื้นที่ใช้งานซึ่งใช้กับความส่องสว่างที่ไม่มากจนเกินไป

2.6.4.2 แสงสว่างเฉพาะที่ (Localized Lighting ) คือ การให้แสงสว่างเป็นบางบริเวณที่ต้องการใช้แสงสว่างมาก เพื่อการประหยัดพลังงาน

2.6.4.3 แสงสว่างเฉพาะที่และแสงสว่างทั่วไป (General and Localized Lighting) คือ การให้แสงสว่างทั้งแบบทั่วไปทั้งบริเวณและเฉพาะที่ที่ทำงาน ซึ่งมักใช้กับงานที่ต้องการความส่องสว่างสูงและไม่สามารถให้แสงแบบสว่างทั่วไปได้ เพราะเปลืองค่าไฟฟ้ามาก แต่ก็ไม่สามารถให้แสงแบบแสงสว่างเฉพาะที่ได้เพราะเมื่อเงยหน้าจากการทำงานก็จะพบบริเวณข้างเคียงมืดเกินไปทำให้สายตาเสียได้

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างในอาคารตามมาตรฐาน CIE ,IES และ BS

พื้นที่ต่างๆ	CIE INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION	IES ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY	BS BRITISH STANDARDS
ห้องประชุม	300-500-750	200-300-500	750W
ห้องเขียนแบบ	500-750-1000	500-750-1000	750W
ห้องทำงานทั่วไป	300-500-750	200-300-500	500W
ห้องคอมพิวเตอร์	300-500-750	200-300-500	500W
ห้องสมุด	300-500-750	200-300-500	500W
ร้านค้าในอาคารพาณิชย์	500-750	500-750-1000	500W
เคาน์เตอร์	200-300-500	200-300-500	200W
ห้องเก็บของ	100-150-200	100-150-200	150S
ลิอบบี้หรือบริเวณต้อนรับ	100-150-200	100-150-200	150S
ห้องน้ำ	100-150-200	100-150-200	150S
ทางเดิน	50-100-150	100-150-200	100S
บันได	100-150-200	100-150-200	150F
ลิฟท์	100-150-200	100-150-200	150F

หมายเหตุ มาตรฐานของ BS

ตัวเลข คือ ค่าความส่องสว่าง ตัวหนังสือ คือ ตำแหน่งของความสว่าง (W=Working Plane , S=Switch , F=Floor)

## 2.7 แสงสว่างสำหรับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

เนื่องด้วยในปัจจุบันได้มีการใช้งานคอมพิวเตอร์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก และมีปัญหาในการติดตั้งแสงสว่างที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพสายตาและลดทอนประสิทธิภาพในการทำงานได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาเรื่องแสงสว่างสำหรับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ในการออกแบบ การใช้งานระบบส่องสว่างและการใช้งานระบบคอมพิวเตอร์สำหรับห้องที่มีจอคอมพิวเตอร์

### 2.7.1 การส่องสว่างสำหรับห้องที่มีจอคอมพิวเตอร์

การส่องสว่างสำหรับห้องที่มีจอคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบ ได้แก่

- แสงบาดตา
- มุมวิกฤต
- ตำแหน่งจอคอมพิวเตอร์
- ตำแหน่งโคมไฟและชนิดของโคมไฟ

#### 2.7.1.1 แสงบาดตา



ก. มีแสงบาดตาจากโคมไฟ



ข. มีแสงบาดตาจากหน้าต่าง



ค. จอภาพที่ไม่มีแสงบาดตา

### รูปที่ 2.25 แสงบาดตาบนจอภาพเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในงานติดตั้งที่ไม่ดี

แสงบาดตาที่พบได้บ่อยในการใช้งานที่มีจอภาพ ได้แก่ แสงบาดตาโดยอ้อมที่เกิดจากการสะท้อนแสงจากโคมไฟ หรือหน้าต่างหรือวัตถุอื่นๆ [การใช้วัสดุตกแต่งห้องที่เป็นวัสดุที่มีผิวด้าน (Matt Surface) หรือ ผิวกระจายแสง (Diffusing Surface) จะเกิดแสงสะท้อนน้อยกว่าวัสดุที่มีผิวมัน ด้วยเหตุนี้ในปัจจุบันอุปกรณ์สำนักงานสมัยใหม่จึงถูกออกแบบให้มีผิวด้านหรือผิวกระจายแสง] และหากเลือกใช้โคมไฟที่ไม่เหมาะสมหรือติดตั้งไม่เหมาะสมก็อาจเกิดแสงบาดตาโดยตรงได้ ดังนั้น การเลือกโคมไฟสำหรับห้องที่มีจอภาพจึงจำเป็นต้องพิจารณาทั้งแสงบาดตาโดยอ้อมและแสงบาดตาโดยตรง

## 1) แสงบาดตาโดยอ้อม

แสงบาดตาโดยอ้อมเป็นปัญหาที่พบบ่อยในการใช้งานจอภาพ กล่าวคือ มีแสงสะท้อนของ โคมไฟหรือหน้าต่าง ปรากฏบนจอภาพแล้วสะท้อนเข้าตาเป็นแสงบาดตา

## 2) แสงบาดตาโดยตรง

การจำกัดแสงบาดตาโดยตรงของโคมไฟมีหลายระดับ ซึ่งสำหรับงานที่มีจอภาพควรใช้ โคมไฟที่มีคุณภาพจำกัดแสงบาดตาระดับ เอ (Quality Class A) หรือ ดัชนีแสงบาดตา (LGI – Limiting Glare Index) ควรไม่เกิน 19 สำหรับงานใช้คอมพิวเตอร์ในสำนักงานและไม่ควรเกิน 16 สำหรับงานที่มีการใช้จอภาพมากเช่น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (CAD –Computer Aided Design)

การแก้ปัญหาแสงบาดตาสามารถทำได้โดย

1. เลือกชนิดโคมไฟที่เหมาะสม
2. การกำหนดตำแหน่งติดตั้งโคมไฟที่เหมาะสม

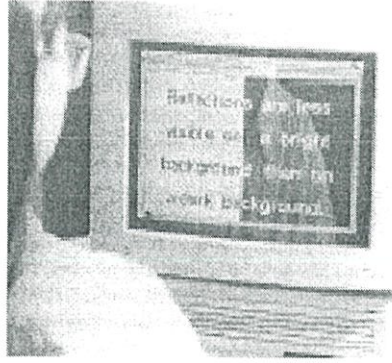
การจำกัดแสงบาดตาไม่อาจใช้เพียงเทคนิคการเลือกโคมไฟที่เหมาะสมเท่านั้น แต่ยังคง ต้องมีการติดตั้งโคมไฟในตำแหน่งที่เหมาะสมอีกด้วยเพื่อให้ได้คุณภาพแสงสว่างที่ดี

โคมไฟที่เหมาะสม มีหลายลักษณะ เช่น โคมไฟส่องลงที่มีการควบคุมมุมการกระจายแสง ที่เหมาะสม ( เช่นโคมฟูลออเรสเซนต์ตะแกรงที่มีแผ่นสะท้อนแสงและตัวขวางแบบเงา โคมฟูลออ เรสเซนต์ช่องถ้ำ) โคมไฟส่องขึ้น ( เช่น โคมตั้งพื้น โคมแขวน โคมติดผนัง)หรือโคมไฟที่ให้แสงทั้งส่อง ขึ้นและส่องลง หรืออาจมีการใช้ประกอบกับโคมไฟส่องเน้นเฉพาะที่ ( Local Task Lighting) ก็ได้

โคมไฟที่มีแผ่นสะท้อนแสงแบบเงา จะสามารถควบคุมทิศทางการกระจายแสง และลด แสงบาดตาได้ดีกว่าโคมไฟที่มีแผ่นสะท้อนแสงแบบด้านหรือแบบกระจายแสง

การติดตั้งโคมไฟที่เหมาะสม ผู้ออกแบบแสงสว่างควรได้สอบถาม เพื่อให้ทราบถึงลักษณะ ความต้องการใช้งานของผู้ใช้งาน และเกณฑ์อายุของผู้ใช้ เพื่อกำหนดระดับความสว่างและ ขอบเขตพื้นที่ที่จะวางอุปกรณ์ที่มีจอภาพให้เป็นสัดส่วน เพื่อให้สามารถจำกัดบริเวณที่จะติดตั้ง โคมไฟชนิดที่มีการจำกัดแสงบาดตาได้อย่างเหมาะสม เช่น ห้องสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ ออกแบบ(CAD)การกำหนดขอบเขตพื้นที่จะสามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโคมไฟ และประหยัดพลังงานในการใช้งานได้ในระยะยาว

โคมไฟที่เหมาะสมไม่เพียงแต่ให้ระดับความส่องสว่างในการทำงานที่เหมาะสมโดยมีแสง บาดตาน้อยเท่านั้น แต่การเลือกโคมไฟที่เหมาะสมยังรวมถึงการมีระดับความส่องสว่างของ บริเวณแวดล้อมที่เหมาะสมด้วย มิฉะนั้นอาจจะเกิดปัญหาความสว่างของบริเวณแวดล้อมต่ำ เกินไป โดยอาจจะเลววัตถุประสงค์ที่สำคัญว่าระบบแสงสว่างที่ติดตั้งนั้นเป็นความสว่างเพื่อสำหรับ คนทำงาน มิใช่ความสว่างเพื่อสำหรับจอภาพหรือวัตถุ



รูปที่ 2.26 แสงสะท้อนบนจอภาพ ในกรณีที่พื้นสีอ่อน (ด้านซ้ายของจอภาพในรูป) จะสังเกตเห็นแสงสะท้อนได้ยากกว่ากรณีพื้นสีเข้ม (ด้านขวาของจอภาพในรูป)

ความสว่าง (Luminance) ของ คอมพิวเตอร์ หน้าต่าง เพดาน ผนัง และวัสดุตกแต่งอื่นๆ ที่อาจสามารถสะท้อนแสงไปปรากฏบนจอภาพได้นั้น ควรมีค่ามุมวิกฤติ (Critical Angle) ไม่เกินขีดจำกัดตามตารางที่.....

โดยทั่วไป การใช้งานจอภาพทั่วไป ที่มีการแสดงข้อมูลด้วยวิธีคอนทราสต์แบบลบ หากมีแสงสะท้อนจากคอมพิวเตอร์ปรากฏบนจอภาพที่มีความสว่างน้อยกว่า  $200 \text{ Cd/m}^2$  ถือว่ามีแสงบาดตาอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ และในปัจจุบันการแสดงผลข้อมูลบนจอภาพนิยมใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิธีคอนทราสต์แบบบวก (เช่นโปรแกรมในระบบปฏิบัติการแบบวินโดวส์ (Windows) ที่แสดงตัวอักษรสีเข้มบนพื้นสีอ่อน) ซึ่งจะช่วยลดปัญหาแสงบาดตาได้ดีกว่าการแสดงผลข้อมูลด้วยวิธีคอนทราสต์แบบลบ เพราะจะสังเกตเห็นแสงสะท้อนได้น้อยกว่า ดังนั้นแสงสะท้อนจากคอมพิวเตอร์ที่ปรากฏบนจอภาพจึงสามารถมีความสว่างได้เพิ่มขึ้นเป็นไม่เกิน  $500 \text{ Cd/m}^2$  สำหรับจอภาพทั่วไป และหากเป็นการใช้จอภาพที่เคลือบสารลดการสะท้อนแสงก็สามารถเพิ่มขีดพิจำกัดความสว่างสูงสุดได้อีก ดังค่าที่แสดงในตารางที่ ....แต่จอภาพที่ใช้วิธีการแสดงผลแบบคอนทราสต์แบบบวก ก็อาจเกิดปัญหามองเห็นจอภาพกระพริบอันเนื่องมาจากการกระพริบตามความถี่ไฟฟ้ากระแสสลับของไฟบ้านได้ง่ายกว่า

ตารางที่ 2.3 ขีดจำกัดความสว่างจากจอภาพที่เกิดจากแสงสะท้อนจากคอมพิวเตอร์ หน้าต่าง หรือวัสดุอื่น ๆ ที่มุมวิกฤติตามมาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทยควรมีค่าไม่เกินที่กำหนดตามตาราง

ลักษณะจอภาพ (Condition of screen surface)	จอภาพทั่วไป (Normal no-treatment Screen)		จอภาพ เคลือบสารลดการสะท้อนแสง (Anti reflected Screen)	
	คอนทราสต์ แบบลบ (Negative Contrast)	คอนทราสต์ แบบบวก (Positive Contrast)	คอนทราสต์ แบบลบ (Negative Contrast)	คอนทราสต์ แบบบวก (Positive Contrast)
วิธีแสดงข้อความบนจอภาพ (Type of Software)	คอนทราสต์แบบลบ (Negative Contrast)	คอนทราสต์แบบบวก (Positive Contrast)	คอนทราสต์แบบลบ (Negative Contrast)	คอนทราสต์แบบบวก (Positive Contrast)
ขีดจำกัดความสว่าง (Limit of Luminance)	[200 Cd/m <sup>2</sup>	[500 Cd/m <sup>2</sup>	[500 Cd/m <sup>2</sup>	[1,000 Cd/m <sup>2</sup>

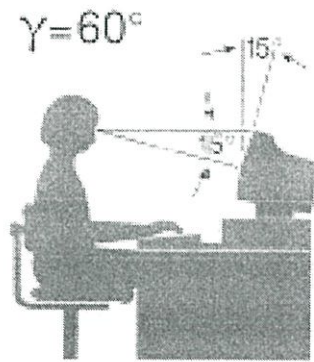
#### 2.7.1.2 มุมวิกฤติ

โดยทั่วไปควรจะคำนึงถึงแสงบาดตาโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ที่ทำให้เกิดมุมวิกฤติโตกว่า 45 องศา ดังรูปที่..2.26.....

#### 2.7.1.3 ตำแหน่งการติดตั้งจอคอมพิวเตอร์

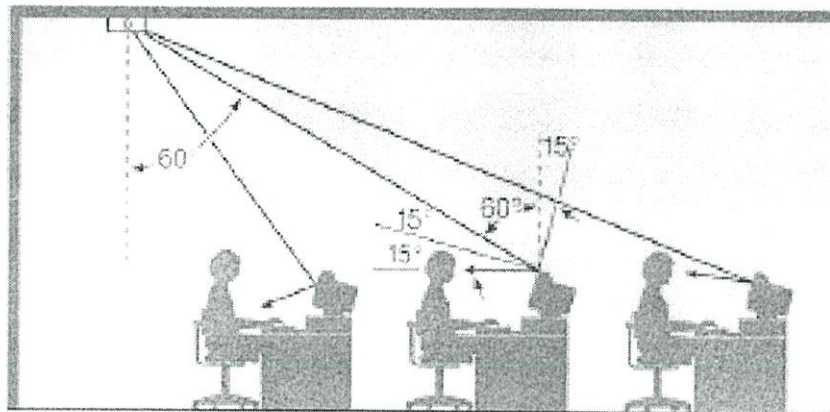
ตำแหน่งของจอคอมพิวเตอร์ ความสูงของจอภาพ มุมการติดตั้ง ระยะห่างจากตา รวมถึงความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ ฯลฯ เหล่านี้ล้วนมีผลต่อประสิทธิภาพในการมองเห็น ซึ่งมักเกิดปัญหาที่พบบ่อยคือ ขาดการเอาใจใส่ในตำแหน่งการติดตั้งจอคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม

ตำแหน่งความสูงในการติดตั้งจอคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป ที่เหมาะสมควรให้ระดับจอภาพอยู่ในแนวระดับกับแนวสายตา (เมื่อคนนั่งบนเก้าอี้หลังตรงและมองไปตรงๆในแนวระดับจะได้ระดับแนวสายตา หรือต่ำกว่าเล็กน้อย หากความสูงไม่เหมาะสมอาจต้องปรับระดับความสูงของเก้าอี้หรือโต๊ะเข้าช่วย)



รูปที่ 2.27 แสดงตำแหน่งการติดตั้งจอภาพที่เหมาะสม ควรให้ระดับขอบบนของจอภาพ อยู่ในแนวระดับกับสายตาและจอภาพเอียงประมาณ 15 องศา

ซึ่งก็จะได้ค่ามุมวิกฤติในการพิจารณาแสงบาดตาโดยอ้อมเป็น  $\gamma \sim 90 - 2(15) = 60$  องศา มุมการติดตั้งจอภาพ บางครั้งการติดตั้งอาจมีการติดตั้งให้จอภาพเอียง 0-45 องศาแต่ค่าที่แนะนำ นั้นจอภาพควรเอียงไปด้านหลัง ประมาณ 15 องศาจากแนวตั้ง(หรือในช่วง 5-20 องศา)(โดย เลือกใช้จอภาพที่มีคุณภาพที่มีฐานที่สามารถปรับมุมเอียงได้) (อ้างอิงระดับแนวตั้งเป็น 0 องศา)



รูปที่ 2.28 การติดตั้งจอภาพเอียงประมาณ 15 องศา ก็จะได้ค่ามุมวิกฤติในการพิจารณาแสง บาดตาโดยอ้อมเป็น  $\gamma \sim 90 - 2(15) = 60$  องศา (แต่หากเอียงจอภาพ 20 องศา ก็จะได้ค่ามุมวิกฤติ  $\gamma \sim 90 - 2(15) = 50$  องศา)

## ข้อเสนอแนะการส่องสว่างสำหรับห้องที่มีจอภาพคอมพิวเตอร์

### ระบบแสงสว่างเพื่อการมองเห็นที่ดี

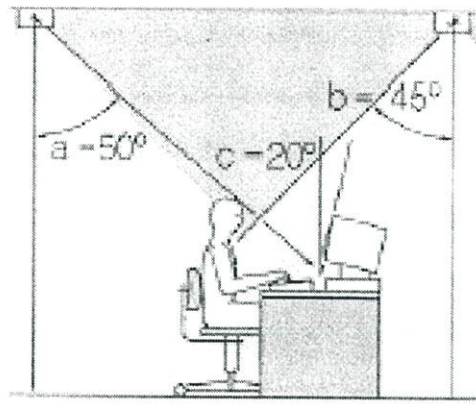
แสงสว่างที่ดีไม่เพียงจำเป็นต้องได้ระดับความสว่างที่เหมาะสมที่จอภาพเท่านั้น ยังรวมถึงระดับความสว่างที่เหมาะสมในบรรยากาศแวดล้อม เช่น ฉากด้านหลังของจอภาพ และกระดานเอกสารบนโต๊ะทำงาน อีกทั้งในกรณีที่เป็นห้องเรียนหรือห้องฝึกอบรมก็ยังคงได้ระดับความสว่างที่เหมาะสมของกระดานและบริเวณใบหน้าครู วิทยากรอีกด้วย เพื่อให้เกิดความน่าสนใจในการเรียน

การพิจารณาระดับความสว่างที่เหมาะสมคำนึงถึงลักษณะของงาน ระยะเวลาในการมอง และอายุของผู้ใช้งานด้วย คนสูงอายุมากขึ้นต้องการความสว่างในระดับที่สูงกว่าคนหนุ่มสาว นอกจากนี้ควรต้องออกแบบให้มีระดับความสว่างที่เพื่อการเชื่อมของแสงอันเนื่องมาจากหลอดเสื่อมอายุ หรือโคมไฟสกปรกจากการใช้งานด้วย

นอกจากปัจจัยดังกล่าวแล้ว ชนิดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้แสดงข้อความบนจอภาพ ก็มีผลต่อการออกแบบระบบแสงสว่าง กล่าวคือ หากมีการแสดงข้อความด้วยวิธีคอนทราสต์แบบลบ (เช่น การใช้โปรแกรมระบบปฏิบัติการดอส(DOS)) ก็ต้องการความสว่างที่แตกต่างไปจากคอมพิวเตอร์ที่แสดงข้อความด้วยวิธีคอนทราสต์แบบบวก (การใช้โปรแกรมระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows))

ในห้องทำงานที่มีจอภาพนั้น การออกแบบแสงสว่างโดยพิจารณาระดับความสว่างอย่างเดียวจะไม่เพียงพอ จำเป็นต้องได้รับการเอาใจใส่มากขึ้นเป็นพิเศษ เพราะหากออกแบบแสงสว่างไม่ดีอาจเกิดแสงบาดตา (Glare) หรือมีแสงสว่างของฉากหลังของจอภาพ (บริเวณแวดล้อม) ที่ไม่เพียงพอเหล่านี้ล้วนแต่มีผลไปลดสมรรถภาพการทำงาน บั่นทอนสุขภาพของตา ทำให้กล้ามเนื้อตาล้าได้ง่ายและมีผลกระทบบ่อยครั้งทำให้ผู้ปฏิบัติงานทำการป้อนข้อมูลผิดพลาด

มุมวิกฤติ (Critical Angle, $\gamma$ ) ในการจำกัดแสงบาดตาในการใช้งานโดยทั่วไปเริ่มพิจารณาที่มุม  $\gamma=45$  องศาสำหรับแสงบาดตาโดยตรง แต่สำหรับการใช้งานที่มีจอภาพซึ่งโดยทั่วไปมีการติดตั้งจอภาพเอียง 15 องศา ดังนั้นจึงพิจารณาแสงบาดตาโดยอ้อมโดยมีค่ามุมวิกฤติที่พิจารณาเริ่มที่มุม  $\gamma=60$  องศาแต่หากจอภาพให้เอียง 20 องศา ก็จะพิจารณาแสงบาดตาโดยอ้อมโดยมีค่ามุมวิกฤติที่  $\gamma=50$  องศา



รูปที่ 2.29 การออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับห้องที่มีจอภาพต้องพิจารณาถึงแสงบาดตา โดยตรงและแสงบาดตาโดยอ้อม  
(a. มุมพิจารณาแสงบาดตาโดยอ้อม b. มุมพิจารณาแสงบาดตาโดยตรง c. มุมเอียงของจอภาพ)

#### 2.7.1.4 ตำแหน่งการติดตั้งโคมไฟ

1) ในกรณีที่ใช้โคมไฟส่องขึ้น หรือโคมไฟที่ให้แสงผสมทั้งขึ้นและส่องลง ก็ยังคงใช้ค่าขีดจำกัดความสว่างจากจอภาพดังที่แสดงในตารางที่ ..... แต่การพิจารณาให้คำนึงถึงความสว่างของพื้นที่ผนังและเพดานที่ถูกส่องสว่างด้วย

การใช้โคมไฟส่องขึ้นในห้องที่มีการใช้จอภาพในหลายการใช้งานพบว่าสามารถให้แสงสว่างที่ดีมาก เพราะแสงส่องขึ้นจะช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอของความสว่างได้ แต่สามารถใช้ได้ในกรณีที่เพดานมีความสูงมากกว่า 3 เมตร และเพดานมีสีอ่อน และมีผิวด้านหรือผิวกระจายแสงโดยควรมีความสว่างของเพดานค่อนข้างสม่ำเสมอ ความสว่างเฉลี่ยบนเพดาน (Average Ceiling Luminance) ควรไม่เกิน  $500 \text{ Cd/m}^2$  และไม่ควรมากกว่า 10 เท่าของความสว่างเฉลี่ยของจอภาพ

ต้องระวังอย่าให้เกิดปัญหาเพดาน สว่าง-มืดเป็นระยะๆ โดยมีอัตราส่วนความสว่างที่แนะนำคืออัตราส่วนระหว่างความส่องสว่างต่ำสุดต่อความส่องสว่างเฉลี่ยควรไม่น้อยกว่า 1:1.5 และอัตราส่วนระหว่างความสว่างสูงสุดต่อความส่องสว่างต่ำสุด 8:1 และถ้าเป็นไปได้อัตราส่วนที่แนะนำไม่ควรเกิน 4:1 (การออกแบบที่ดีสามารถทำได้ถึง 2:1)

ความสว่างสูงสุดบนผนังเหนือโคมไฟส่องขึ้น หรือเพดาน (Maximum Luminance) ไม่ควรเกิน  $1,500 \text{ Cd/m}^2$  สำหรับการใช้จอภาพที่ใช้โปรแกรมแสดงข้อมูลชนิดคอนทราสต์แบบบวก หรือ ไม่ควรเกิน  $850 \text{ Cd/m}^2$  สำหรับการใช้จอภาพที่ใช้โปรแกรมแสดงข้อมูลชนิดคอนทราสต์แบบลบ

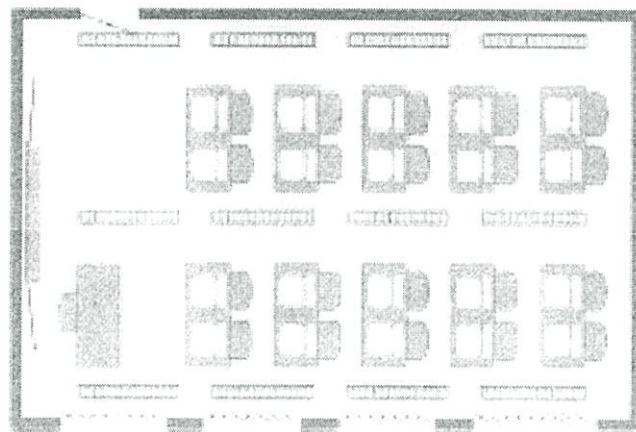
2) โคมไฟลูออเรสเซนต์เปลือย (General Diffuse Fluorescent Luminaries)  
หรือโคมไฟลูออเรสเซนต์

กรองแสง มักจะไม่เหมาะสำหรับการใช้งานในห้องที่มีจอภาพมาก เพราะมักเกิดแสงสะท้อนที่จอภาพเป็นแสงบาดตา ดังนั้นจึงควรเลือกใช้คอมฟูลออเรสเซนต์ตะแกรง หรือคอมไฟส่องขึ้น

3) ในการใช้งานพิเศษที่มีการใช้งานจอภาพที่มีมุมเอียงค่าอื่นๆ ที่มากกว่า 15 องศา (เช่นเอียง 20 องศา) ดังนั้นการเลือกใช้คอมไฟก็ควรพิจารณาค่ามุมวิกฤติที่เหมาะสม (เช่นพิจารณาเริ่มที่มุม  $\gamma$  [ 50 องศา)

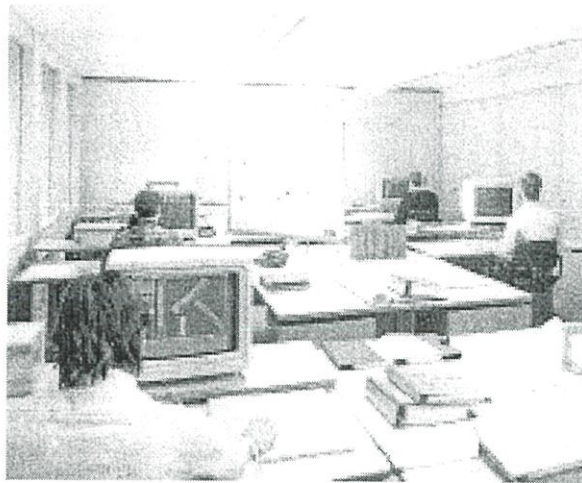
4) ปัจจุบันมีแผ่นกรองแสงช่วยลดแสงบาดตาที่ปรากฏบนจอภาพ (Anti-glare Screen Filter) เช่นแผ่นกระจกหรือพลาสติกที่เคลือบผิวด้วยสารลดการสะท้อนแสง (Anti-Reflection Coated Filter) หรือแผ่นตาข่ายผ้าสีดำ (Micromesh Filter) ซึ่งสามารถช่วยลดแสงบาดตาได้

5) การใช้งานที่มีจอภาพโดยทั่วไปจะแนะนำให้ออกแบบแสงสว่างแวดล้อมในระดับไม่สูงมากนัก แล้วใช้คอมไฟส่องเน้นเฉพาะที่ช่วยเพิ่มความสว่างในพื้นที่ทำงาน เช่นบนโต๊ะสำหรับงานเอกสาร เพื่อให้ไม่มีแสงบาดตาบนจอภาพของผู้ใช้ แต่หากติดตั้งคอมไฟส่องเน้นโดยไม่มีกำบังแสงที่เหมาะสม อาจทำให้แสงบาดตาไปกระทบต่อเพื่อนร่วมงานที่ตะโกลเคียงได้



รูปที่ 2.30 ตัวอย่างการจัดวางตำแหน่งคอมไฟสำหรับห้องเรียนที่มีจอภาพ

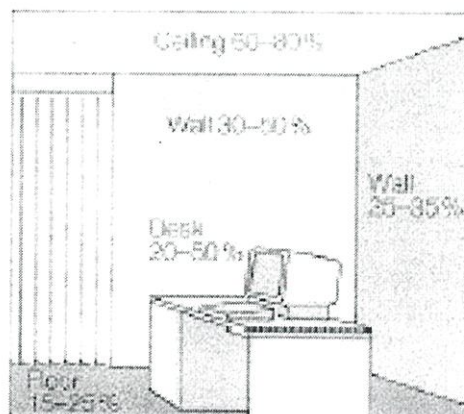
เพื่อลดปัญหาแสงสะท้อนบนจอภาพเกิดเป็นแสงบาดตา จึงควรออกแบบตำแหน่งติดตั้งคอมไฟให้หลีกเลี่ยงตำแหน่งเหนือแนวติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ (เว้นแต่จะเป็นคอมไฟที่ถูกออกแบบให้มีการควบคุมลำแสงอย่างเหมาะสม) โดยควรกำหนดตำแหน่งติดตั้งในแนวด้านข้างเป็แนวขนานไปกับแนวสายตา



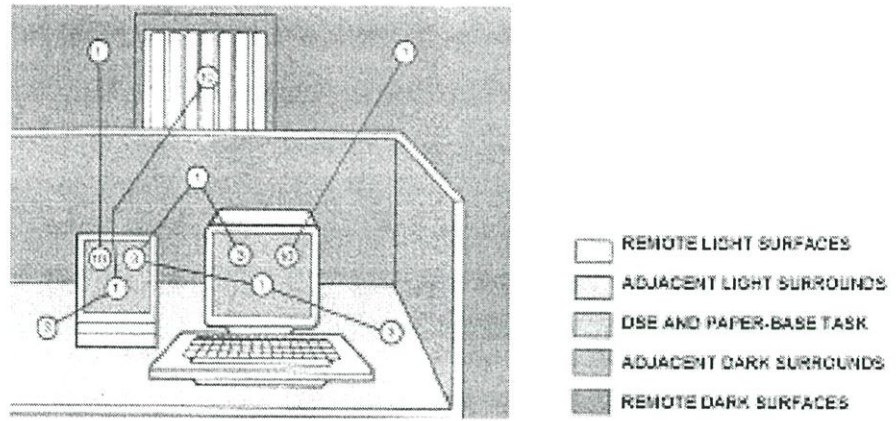
รูปที่ 2.31 ตัวอย่างการใช้คอมพิวเตอร์ส่องขึ้นและส่องลงในห้องที่มีจอภาพ

### อัตราส่วนความสว่างสูงสุด (Maximum Luminance Ratio)

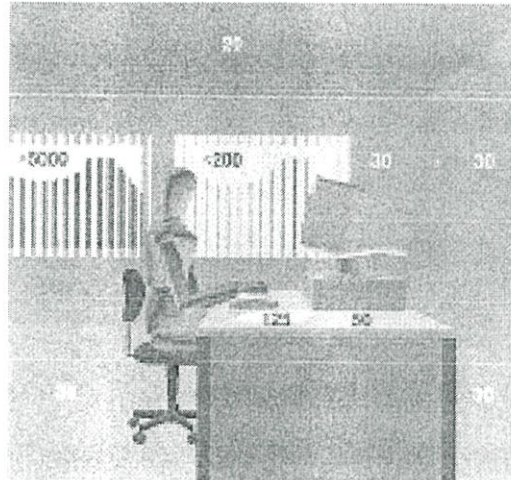
ในการทำงานหน้าจอภาพ สายตาต้องเคลื่อนไหวบ่อยมากในการมองกระดาษ จอภาพ และแป้นพิมพ์ ซึ่งอาจมีความเคลื่อนไหวในการมองถึง 10000 ครั้งต่อวัน ดังนั้นถ้าหากเป้าสายตามีความสว่างแตกต่างกันมากก็จะส่งผลให้ม่านตาต้องปรับตัวเพื่อรับแสงที่มีความสว่างแตกต่างกันมาก ทำให้รู้สึกไม่สบายตา และ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ดังนั้นจึงได้มีข้อเสนอแนะค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุและอุปกรณ์ตกแต่งห้องที่มีจอภาพ ควรมีค่าตามข้อเสนอแนะตามรูปที่.....และค่าอัตราส่วนความสว่างสูงสุดระหว่างจอภาพและวัตถุแวดล้อมใกล้เคียง ว่าควรมีค่าไม่เกินอัตราส่วนที่แสดงในรูปที่.....ยิ่งความสว่างมีค่าแตกต่างกันน้อยมากเท่าไร ก็จะทำให้สายตาสบายไม่รู้สึกล้า



รูปที่ 2.32 ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุและอุปกรณ์ตกแต่งห้องสำหรับห้องที่มีจอภาพที่แนะนำ (วัสดุควรมีผิวด้านหรือผิวกระจายแสง) (ตามมาตรฐานDIN)



รูปที่ 2.33 อัตราส่วนความสว่างสูงสุด (Maximum Luminance Ratio) ระหว่างจอภาพ และวัตถุแวดล้อมใกล้เคียงที่แนะนำ โดยค่าที่มีเส้นโยงหมายถึงอัตราส่วนความสว่างสูงสุดเปรียบเทียบระหว่างวัตถุต่างๆ



รูปที่ 2.34 แสดงตัวอย่างการติดตั้งจอภาพตั้งฉากกับหน้าต่างค่าอัตราส่วนความสว่างของกระดาด ต่อโต๊ะทำงานไม่ควรเกิน 3 : 1 และ ค่าอัตราส่วนความสว่างของกระดาดต่อจอภาพไม่ควรเกิน 3 : 1 และค่าอัตราส่วนความสว่างของหน้าต่างต่อจอภาพไม่ควรเกิน 10 : 1 และค่าอัตราส่วนความสว่างของจอภาพต่อผนังห้องแวดล้อมไม่ควรเกิน 10 : 1

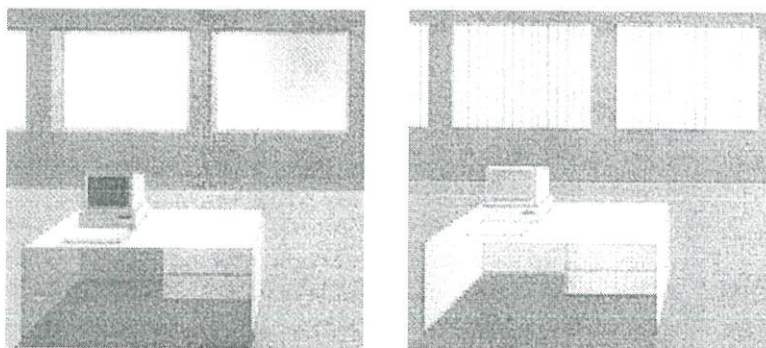
ตัวอย่าง กระดาดบนโต๊ะทำงานมีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 80%โดยมีการส่องสว่าง 750 ลักซ์ ดังนั้นก็จะได้ความสว่างของกระดาดประมาณ  $200 \text{ Cd/m}^2$  ถ้าหากจอภาพมีความสว่าง  $50 \text{ Cd/m}^2$  ดังนั้นก็จะมีอัตราส่วนความสว่างของกระดาดต่อจอภาพเป็น 200:50 หรือ 4 : 1 :7ซึ่งเกินพิกัดที่แนะนำว่าไม่ควรเกิน 3:1 จึงอาจทำให้ตาล้าได้ง่ายเพราะต้องปรับกล้ามเนื้อตาเนื่องจากระดับความสว่างแตกต่างกันมาก การแก้ปัญหานี้อาจทำได้โดยการลดระดับความส่องสว่างทั่วไป

ของห้องลงมา แล้วใช้การติดตั้งโคมไฟส่องเน้นเฉพาะที่เพิ่ม หรือการเพิ่มความสว่างของจอภาพ โดยการใส่โปรแกรมแสดงข้อมูลชนิดคอนทราสต์แบบบวก

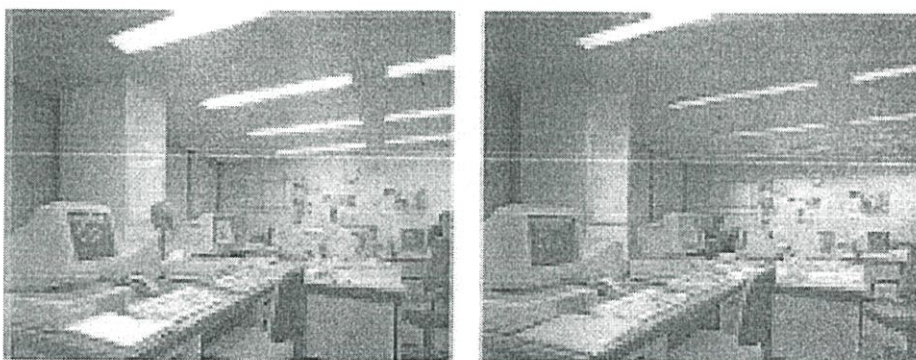
อัตราส่วนความสว่างของพื้นที่สว่างที่ไกลออกไปต่อพื้นที่ตาเพ่งมองทำงานไม่ควรเกิน 10 : 1 และถ้าจะให้ดีมากขึ้นควรมีอัตราส่วนไม่เกิน 5 : 1

### ข้อควรระวังในการออกแบบแสงสว่างสำหรับห้องทำงานที่มีจอภาพ

1. แสงสว่างที่เหมาะสมไม่สามารถพิจารณาเพียงการเลือกชนิดโคมไฟที่เหมาะสมเท่านั้น แต่ยังมีปัจจัยอื่นๆอีกหลายประการประกอบกัน ดังนั้นจึงควรศึกษาข้อแนะนำต่าง ๆ ให้ครบถ้วน
2. การออกแบบแสงสว่างสำหรับห้องทำงานที่มีจอภาพไม่สามารถพิจารณาเฉพาะความสว่างที่จอภาพเท่านั้นแต่ควรคำนึงถึงความสว่างของบริเวณแวดล้อมด้วย เช่น ความสว่างบนโต๊ะทำงาน ความสว่างบนฉากหลังของจอภาพ ความสว่างของเพดานห้อง เป็นต้น เพราะในการใช้งานต้องก้มมองดูเอกสารที่วางแนวระดับแล้วเงยหน้ามองจอภาพในแนวตั้ง ซึ่งความสว่างของเอกสารในแนวระดับ หรือความสว่างของฉากหลังของจอภาพที่แนวสายตามองเห็นได้ ที่อาจมองเห็นเพดานห้อง ในกรณีห้องขนาดใหญ่เปิดโล่ง เหล่านี้ล้วนมีผลต่อการปรับตัวของกล้ามเนื้อตาทั้งสิ้น
3. การแก้ปัญหาแสงบาดตาโดยพิจารณาปรับเปลี่ยนตำแหน่งของจอภาพ สามารถทำได้ง่ายกว่าการปรับเปลี่ยนตำแหน่งโคมไฟ
4. แสงบาดตาที่เกิดจากแสงสะท้อนจากหน้าต่าง เป็นปัญหาที่อาจแก้ไขได้ค่อนข้างยาก การแก้ไขอาจทำได้โดยการติดตั้งม่านบังแสงที่หน้าต่างและการขยับตำแหน่งจอภาพให้อยู่ในแนวตั้งฉากกับหน้าต่าง(หากหน้าต่างอยู่หน้าจอภาพอาจเกิดปัญหาแสงบาดตาโดยอ้อมจากแสงสะท้อน หรือหากหน้าต่างอยู่หลังจอภาพอาจเกิดปัญหาแสงบาดตาโดยตรงจากแสงที่หน้าต่าง ดังนั้นตำแหน่งจอภาพที่เหมาะสมคืออยู่ในแนวตั้งฉากกับหน้าต่าง)
5. สีของเฟอร์นิเจอร์และวัสดุตกแต่งห้อง หรือลักษณะสีและเนื้อผ้าของผู้ใช้จอภาพก็เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อระบบแสงสว่างที่ไม่อาจละเลยได้ วัสดุที่มีผิวด้านหรือผิวกระจายแสงจะสะท้อนแสงให้เกิดแสงบาดตาได้น้อยกว่าวัสดุผิวมัน



รูปที่ 2.35 แสงบาดตาจากแสงแดดที่เข้ามาทางหน้าต่าง (รูปซ้าย) สามารถแก้ไขได้โดยการติดตั้งม่านบังแสง (รูปขวา) (ม่านบังแสงแบบแนวตั้งจะมีฝุ่นเกาะน้อยกว่าม่านบังแสงแบบแนวนอน)



รูปที่ 2.36 รูปซ้ายแสดงตัวอย่างห้องที่มีปัญหาแสงบาดตาจากคอมพิวเตอร์ ส่วนรูปขวาคือผลหลังจากได้รับการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนมาใช้คอมพิวเตอร์ที่มีมุมกระจายแสงที่เหมาะสม

## 2.8 สีกับการมองเห็น

การศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้เรื่องสี การใช้สีและแสงที่เหมาะสมสำหรับคนที่มีปัญหาทางสายตายังไม่มีมากนัก ในการวิจัยนี้ จะเป็นแนวทางให้นักออกแบบ สามารถออกแบบอาคารให้มีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับคนธรรมดาที่สายตาดีและคนที่มีปัญหาทางสายตาสามารถใช้อาคารได้ โดยนักออกแบบสามารถใช้งานวิจัยนี้เพื่อเข้าใจการใช้สีร่วมกับความเข้มของแสงที่เหมาะสมในอาคาร สร้างสภาพแวดล้อมที่ดีสำหรับทุกคน

เดิมปัญหาที่ถามกันคือ คู่สีตรงกันข้ามที่ใช้สำหรับคนพิการทางสายตา โดยใช้ทาประตู มือจับประตู สวิตช์ไฟร่วมกับสีพื้น เพื่อให้เห็นชัด เมื่อเราเลือกคู่สีที่เหมาะสมสำหรับคนพิการทางสายตา เช่น น้ำตาล ขาว และดำ เหลือง ซึ่งสีเหล่านี้ไม่ใช่สีที่นักออกแบบเลือกใช้ในอาคาร

งานวิจัยนี้เป็นโครงการของ LINK CMR เพื่อศึกษาการใช้คู่สีธรรมดาในอาคาร และเป็นแนวทางให้นักออกแบบ ทั้งสถาปนิก นักออกแบบตกแต่งภายในและเจ้าของโครงการ เข้าใจและสามารถใช้สีให้เหมาะสมสำหรับคนสายตาดี และคนสายตาไม่ปกติ โครงการนี้ใช้คน 48 คน ทำงานร่วมกัน ภายในเวลา 2 ปีเริ่มวันที่ 1 มี.ค.1995

### จุดมุ่งหมายและวิธีการ

1. เป็นการสำรวจถึงผลของคู่สีตรงข้าม และความเข้มของแสงที่มีในสีที่มีผลต่อการมองเห็นของคนสายตาดกพร่อง
2. เพื่อเลือกใช้วิธีการที่จะใช้การผสมผสานสีและแสงที่มีผลต่อการรับรู้เรื่องปริภูมิ (SPACE)
3. ใช้กลุ่มคนที่มีสายตาไม่ปกติและสายตาปกติ เพื่อหาผลกระทบของการใช้สีที่ตัดกัน โดยใช้วิธีใน CAD จัดทำแบบจำลองหรือจัดสภาพแวดล้อมในสถานที่จริง
4. ใช้แบบสอบถามละวิธีการสัมภาษณ์โดยกลุ่มตัวอย่างประมาณ 1500 คนสำหรับคนที่สายตาไม่ปกติ
5. การวัดผล โดยการใช้คนตาดี 50%และคนสายตาไม่ปกติ 50%ในการทดลองในสภาพแวดล้อมจริง โดยเลือกอาคารที่มีสภาพแวดล้อมที่ใช้คู่สีตัดกันและความเข้มของแสง การทดลองบางครั้งใช้อาคารของ ICI PAINTโดยจำลองสภาพแวดล้อมขนาดเท่าจริงใช้คู่สีหลายๆแบบในการทดลอง หรือการใช้โถงทางเดินหรือสำนักงานจริงๆของ RNIB และ GDBA
6. สร้างต้นแบบในการออกแบบเรื่องการใช้สีคู่ สำหรับการตกแต่งภายในอาคารเพื่อช่วยในการนำทางสำหรับคนสายตาไม่ปกติ

## หลักในการออกแบบ (DESIGN PHILOSOPHY)

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ เพื่อสนองความต้องการใช้งานของผู้ใช้โดยการศึกษาจากแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การทดลองในห้องทดลองและการทดสอบในสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง ซึ่งผลจากการทดลองจะเป็นแนวทางการออกแบบสำหรับนักออกแบบตกแต่งภายใน ที่ปรึกษาเรื่องสี สถาปนิก และผู้สนใจอื่นๆ

1. ปลอดภัย
2. ใช้ประโยชน์เต็มที่
3. สะดวกสบาย

และปัจจัยเบื้องต้นอื่นๆที่ใช้ในงานวิจัยคือ

1. กิจกรรม (TASK)
2. เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (TOOL)
3. ผู้ใช้ (USER)
4. สภาพแวดล้อม (ENVIRONMENT)

### ความหมายของปัจจัยเบื้องต้นในวิจัย

#### กิจกรรม (TASK)

เพื่อค้นหาเป็นแนวทางและชี้แนะในการออกแบบเพื่อให้ผู้ใช้งานทั่วไปปรับรู้ได้ในการตกแต่งสภาพแวดล้อมภายใน

#### เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (TOOL)

ในงานวิจัยนี้ อุปกรณ์คือการมองเห็นซึ่งในที่นี้คือการมองเห็นที่แตกต่างกัน ในการที่เข้าใจความต้องการของผู้ใช้ ขั้นแรกควรที่จะเข้าใจ ระบบการมองเห็น ซึ่งจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของอายุ เพศ และสภาพของตา ซึ่งเป็นส่วนสำคัญมากในงานวิจัยครั้งนี้ เพราะการวิจัยนี้จะสะท้อนให้เห็นระดับการเห็นที่แตกต่างกัน และชี้แนะให้เห็นบริเวณที่ยากต่อการรับรู้ในสภาพแวดล้อมภายใน

#### ผู้ใช้ (USER)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือกลุ่มผู้มีสายตาไม่ปกติ คือกลุ่มที่สายตาสามารถมองเห็นได้บ้าง ไม่ใช่ผู้ที่ต้องรับการรักษามากถึงขั้นบอด กลุ่มผู้ที่สามารถเห็นเส้นนราง สามารถเห็นวัตถุและสีได้ กลุ่มตัวอย่างที่เลือก มีอายุ 18 ปีหรือ 18 ปีขึ้นไป

## สภาพแวดล้อม (ENVIRONMENT)

งานวิจัยที่ผ่านมาๆ มาจะมีการวิจัยเพื่อออกแบบอาคารให้เหมาะสมกับคนสายตาไม่ปกติมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเห็นของคนสายตาไม่ปกติ แต่ยังไม่มีการวิจัยถึงการรับรู้ของคนสายตาไม่ปกติกับสภาพแวดล้อมภายในอาคาร ซึ่งการวิจัยนี้ใช้แบบสอบถามและการทดลองในสภาพแวดล้อมจริงที่จัดขึ้น

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการวิจัย คือ บทบาทของสถาปนิก นักออกแบบภายใน และผู้จัดการอาคาร ผู้ที่นำความรู้ใหม่ๆ มาเปลี่ยนแปลงการตกแต่งภายในของอาคารและสภาพแวดล้อมของอาคาร

อิทธิพลของกฎเกณฑ์หรือมาตรฐานในการออกแบบที่สามารถจัดใหม่ให้เหมาะสมกับคนปกติทั่วไปและคนสายตาไม่ปกติ

ผลการวิจัยที่ได้ขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง ที่กล่าวมาคือกลุ่มผู้มีสายตาเลือนราง

ผลการตรวจสอบของการจัดทำต้นแบบเพื่อใช้ในการวิจัย จะถูกตรวจสอบโดยสถาปนิก นักออกแบบตกแต่งภายในและผู้จัดการอาคาร เพื่อตัดสินใจในเรื่องงานออกแบบหลัก และสิ่งที่ผู้ใช้อาคารต้องการ

การเลือกใช้อุปกรณ์และสีที่เข้ากับบุคคลมี ขึ้นกับของที่มีอยู่ในตลาดและสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่ในขณะนั้น

ในการออกแบบงานวิจัย สถาปนิก นักออกแบบตกแต่งภายใน ผู้จัดการอาคาร เป็นผู้ดูแลเรื่องงบประมาณ เพื่อการออกแบบให้เหมาะสมกับกฎเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ในการวิจัยนี้ใช้ผู้ที่มีสายตาเลือนรางเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยให้ใช้สภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยสำหรับกลุ่มตัวอย่างในการเคลื่อนไหวทางแนวนอนและแนวตั้ง และการออกแบบที่เป็นไปตามความต้องการของการใช้กฎของอาคาร ซึ่งเน้นในเรื่องความกว้างของประตู โถงทางเดิน ลิฟท์บันได ที่เหมาะสมของผู้ใช้รวมถึงการติดมือจับประตูหรือบันได การใช้วัสดุเพื่อให้สัมผัสได้ติดที่พื้นหรือบริเวณบันไดเพื่อเตือนผู้ใช้งาน

จักษุแพทย์แนะนำว่าสิ่งที่จะทำให้คนสายตาเลือนรางเห็นได้ดีขึ้นคือการเพิ่มขนาดของวัตถุ เพิ่มแสงให้สว่างขึ้นและการตัดกันให้เห็นชัดของวัตถุในสภาพแวดล้อมนั้น ในอาคาร วิธีการที่ควรใช้ การใช้งานของพื้นที่ว่างซึ่งจะทำให้ช่วยในเรื่องความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการเคลื่อนไหว เพิ่มนำทาง ถ้ามีพื้นที่ว่างมากพอทำให้ผู้มีสายตาเลือนรางสามารถช่วยตัวเองในการเคลื่อนไหวได้มากขึ้น

การใช้สีหรือแสงที่ตัดกันของสีเป็นส่วนสำคัญโดยเฉพาะบริเวณที่เปิดสีแยก ขอบ ขอบเขตของตัวอาคาร สิ่งเหล่านี้ได้ค้นพบแล้วว่าเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบอาคารไม่ว่าจะใช้สำหรับคนที่สายตาไม่ปกติหรือคนตาปกติ สถาปนิก นักออกแบบ ผู้จัดการอาคารเป็นผู้กำหนดว่าสีและความเข้มของแสงประเภทใดที่เหมาะสมสำหรับใช้เพื่อให้นักที่สายตาไม่ปกติหรือคนตาปกติ สามารถใช้อาคารร่วมกันได้อย่างเหมาะสม ในการวิจัยขั้นสุดท้ายจะเป็นแนวทางให้เห็นถึงคู่มือที่เหมาะสมในการออกแบบภายในอาคาร

### การเลือกระบบสี

ในการเลือกสีใช้สีในงานวิจัยสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือพื้นผิวที่ใช้ทาสีเพราะวัสดุที่ใช้อาจมีผลต่อค่าของแสงที่สะท้อนวัสดุนั้น

มีระบบหลายแบบที่ใช้ในโรงงานที่ผลิตสีต่างระบบนิยมใช้คือ

- Munsell System
- Natural Color System (NCS)(Swedish)
- Oswald Color System
- RAL System ใช้เป็นตัวสีในผนังและโลหะ
- Pantone ใช้ในธุรกิจการพิมพ์
- British Standard System สถาปนิกนิยมใช้ในงานเมื่อบอกสีให้ผู้รับจ้าง
- USA: The Optical Society of America's Uniform Color System(OSA/ UCS)
- C.I.E (L.U.V and L.A.B.) สีทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการจับคู่สี

ระบบของสีที่กล่าวจะอธิบายถึงเนื้อสี(Hue)ความเข้มของสี (Value)และความสว่างของสี(Intensity)ในงานวิจัยเลือกใช้ระบบNCS เพราะระบบนี้ใช้สี 6 สี ทางจิตวิทยาที่สามารถผสมผสานใช้ร่วมกันได้ ซึ่งง่ายต่อการสื่อสาร อาจจะใช้ร่วมกับระบบ C.I.E

### การปรับปรุงแบบสอบถาม

ในขั้นแรกมีการปรึกษากันระหว่างผู้ใช้งานที่มีสายตาเลือนลาง สรุปว่างานวิจัยนี้จะไม่ใช่อาคารที่พักอาศัย ใช้อาคารสาธารณะซึ่งอาคารบางแห่งที่ไม่ใช่ในงานวิจัย คือ อาคารโรงงาน อาคารเก็บของและสถานที่ๆ ใช้เคารพบูชา ศาสนสถาน ฉะนั้นแบบสอบถามและการสัมภาษณ์จะเป็นตัวค้นหาและชี้แนะในการออกแบบสำหรับอาคารสาธารณะอื่นๆ

## แบบสอบถาม & การสัมภาษณ์

จุดประสงค์ของแบบสอบถามที่ใช้ทั้งหมด 1500 ชุด เพื่อให้เข้าใจว่าอะไรคือปัญหาของการจัดสภาพแวดล้อมภายในที่มีผลต่อคนสายตาเลือนรางและใช้ในการตัดสินใจว่าจะออกแบบอย่างไรให้เหมาะสมกับการใช้งานของสายตาเลือนราง

แบบสอบถามที่ส่งทางไปรษณีย์เป็นสื่อกลางสำหรับผู้ใช้ ความยาวของคำถามถูกจำกัดคือจะใช้คำถามประเภทอะไร อย่างไร ใช้เท่าไร ให้อย่างไร และใช้ข้อมูลทางสถิติเชิงคุณภาพที่ได้จากการสัมภาษณ์ ผลของแบบสอบถามทั้ง 2 ประเภทและการสัมภาษณ์จะใช้สรุปเป็นรายงาน

ในแบบสอบถามคำถามขึ้นกับสิ่งต่างๆเหล่านี้

- คนที่มีความผิดปกติทางสายตาทางด้านการเห็นรายละเอียดของสิ่งของและบริเวณของการเห็น
- ความถี่ของการใช้อาคารของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ขั้นตอนการใช้อาคารเพื่อนำทางผู้ใช้ไปที่อาคารโดยได้รับข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมโดยใช้สายตาการฟังหรือการสัมผัสคำถามที่ถามเกี่ยวกับการออกแบบการใช้พื้นที่ว่าง (Space) ภายในอาคาร การใช้วัสดุตกแต่ง ผนัง พื้น และการใช้แสงสว่าง

สำหรับแบบสอบถามที่ส่งไป 1500 ชุด ได้ตอบกลับมา 300 ชุดการสรุปผลทำโดยวิธีการทางสถิติ SPSS

วิธีการสัมภาษณ์ ใช้วิธีการสัมภาษณ์เป็นกลุ่มโดยแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยผู้ทำวิจัยผู้ตอบคำถาม 6 คน ที่มีลักษณะพิการทางสายตาต่างกัน 3 ประเภท ประเภทละ 2 คน การสัมภาษณ์ใช้ผู้ตอบ 36 คนแบ่งเป็น 6 กลุ่ม

## ผลการวิจัยในห้องแลป

ขั้นแรกสีที่จะใช้ในการทดลองจะถูกเลือกโดย

- การศึกษาการตลาดโดยกลุ่ม ICI เพื่อเลือกสีที่นิยมใช้ในปัจจุบันในระบบ NCS
- พิจารณาขั้นตอนในการออกแบบและการเลือกใช้สี
- ทำตัวอย่างสี เพื่อใช้ในการทดลอง

ในการเลือกใช้สีที่ใช้เป็นพื้นหลัง เช่น ผนัง และเพดาน ใช้ 43 สี ซึ่งแตกต่างกันของระดับสี โดยเลือกสีมา 4 สี ในช่วงระดับสีที่แตกต่างกันเพื่อทำการทดลอง

ในสีทั้ง 4 สี ใช้โทนสีต่างๆกันโดยให้ความเข้มจากอ่อนสุดถึงเข้มสุดของ สีเหลือง แดง ฟ้ำเขียว และใช้โทนสีกลาง คือ ขาว ดำ เทา

## วิธีการทดลอง

การทดสอบใช้เวลา 2 ชั่วโมง โดยการนำเสนอสีตัวอย่างที่มีอยู่ในกล่องที่มีมุมมองประมาณ 10 องศาและขนาดความลึกประมาณ 1.00 เมตร ภายในกล่องทาสีเทาและมีไฟฟลูออเรสเซนต์ที่ให้ค่าแสงสว่าง 100 ลักซ์(LUX) ส่องบนพื้นผิวของสีตัวอย่าง ผู้ดูจะดูคู่สีที่เปลี่ยนไปและบอกถึงผลต่างระหว่างการเห็นคู่สีที่แตกต่างไป วิธีการดูคือดูคู่สีตัวอย่าง 20 วินาที คู่สีทั้งหมดที่ผู้ดูต้องดูทั้งหมด 150 คู่สีต่อผู้ดู 1 คน ในระหว่างการทดลองควรให้ความสะดวกสบายและปลอดภัยสำหรับผู้ถูกทดลอง เพื่อผลการทดลองจะได้ออกมาถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด

การทดลองนี้จะใช้อาสาสมัครทั้งหมด 60 คน ใช้เวลาทดลองเสร็จประมาณ 2 เดือน เพื่อนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ต่อไป

Example 2 Colour Contrast Tables for contrasting schemes

Surface	Colour	Colour notation
Ceiling		White
Coving		White
Upper wall		Dulux 10BG63/143
Dado rail		Dulux 80YR68/100
Lower wall		Dulux 80YR49/183
Architrave		Dulux 80YR68/100
Door		Dulux 80YR68/100
Lower wall		Dulux 80YR49/183
Skirting		Dulux 80YR49/183
Floor		Dulux 80YR23/350

This scheme is dominated by colours chosen from page 75 of the fandeck, but includes a contrast colour from page 150 of the fandeck for the upper wall. This is chosen from the second row in the Colour Contrast Table.

• 75 White 80YR68/100 80YR49/183 80YR23/350

White 10BG63/143 10BG33/203 10BG18/231 10BG11/278 150 •

The upper wall has sufficient colour differentiation to the ceiling, and the lower wall has sufficient colour differentiation to the floor. The door has sufficient colour differentiation to the wall surfaces.

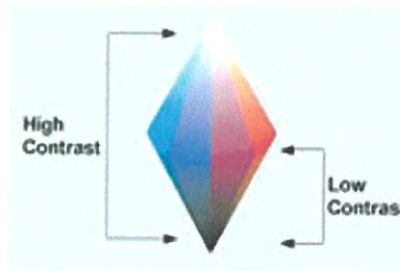
รูปที่ 2.37 ตัวอย่างการใช้คู่สีที่มีระดับความเข้มที่เหมาะสม

## 2.9 การเลือกใช้คู่สีที่เหมาะสม

การรับรู้เรื่องสี ที่เหมาะสมสำหรับคนที่มีปัญหาทางสายตาจะแตกต่างกันกับคนที่มีสายตาปกติ กล่าวคือ คู่สีตรงกันข้ามที่ใช้สำหรับคนที่มีสายตาปกติ สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนนั้น ในคนที่มีความผิดปกติทางสายตาจะสามารถมองเห็นความชัดเจนได้น้อยกว่า

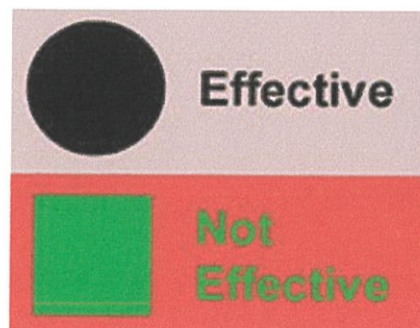
แนวทางดังต่อไปนี้จะช่วยในการเลือกใช้คู่สีตรงกันข้ามที่ใช้สำหรับคนที่มีความผิดปกติทางสายตา จะสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน

2.9.1 หลีกเลี่ยงการใช้คู่สี (Foreground and Background) ที่มีค่าความสว่าง (Lightness) ใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าจะมีค่าสี (Hue) หรือความสด (Saturation) ต่างกัน



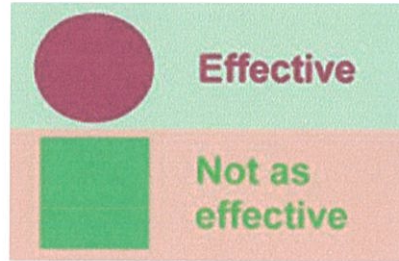
รูปที่ 2.38 แสดงค่าสี (Hue) หรือความสด (Saturation) ต่างกัน

2.9.2 การเพิ่มค่าความสว่าง (Lightness) ให้กับสีที่มีค่าความสว่าง (Lightness) น้อย หรือเพิ่มค่าความมืด (Darkness) ให้กับสีเข้ม จะช่วยเพิ่มความชัดเจนยิ่งขึ้น



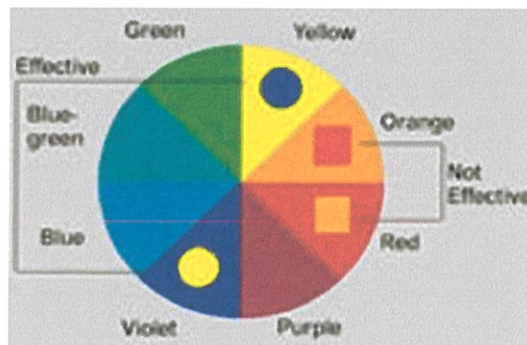
รูปที่ 2.39 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้คู่สีที่มีค่าความสว่าง(Lightness)เหมาะสม

2.9.3 การเลือกใช้คู่สี ให้เลือกสีเข้ม (Dark colors) จากครึ่งด้านล่างของวงจรสี จับคู่กับสีอ่อน (Light colors) จากครึ่งด้านบนของวงจรสี หลีกเลี่ยงการใช้สีอ่อน (Light colors) จากครึ่งด้านล่างของวงจรสีกับสีเข้ม (Dark colors) จากครึ่งด้านบนของวงจรสี



รูปที่ 2.40 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้คู่สีที่เหมาะสมจากวงจรสี

2.9.4 ควรเลือกใช้คู่สีที่อยู่ตรงข้ามกัน หลีกเลี่ยงการเลือกใช้คู่สีที่อยู่ใกล้กันในวงจรสี หรือมีค่าความสว่างใกล้เคียงกัน

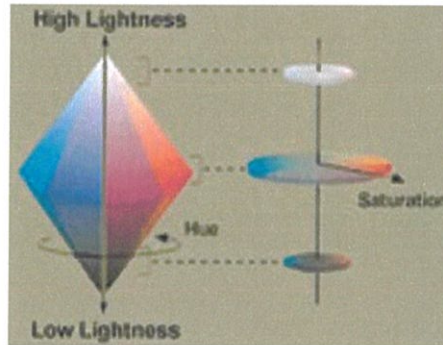


รูปที่ 2.41 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้คู่สีตรงข้ามในวงจรสี



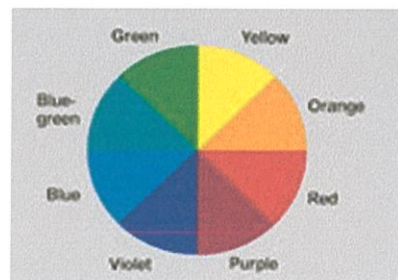
รูปที่ 2.42 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้คู่สี

2.9.5 การเลือกใช้คู่สีจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ประการคือ ค่าสี(Hue) ความสว่างของสี(Lightness) และ ความสดของสี (Saturation)



รูปที่ 2.43 แสดงค่าสี(Hue)ที่แตกต่างกันโดยรอบของหุ่นจำลอง

ค่าความสว่างของสี (Lightness) ที่แตกต่างกันจากด้านบนมาด้านล่างของหุ่นจำลอง  
ค่าความสดของสี (Saturation) ที่แตกต่างกันจากบริเวณกึ่งกลางออกมาขอบนอก



รูปที่ 2.44 แสดงค่าสี (Hue) ที่แตกต่างกัน

ในคนที่มีปัญหาทางสายตา การจำแนกแยกความต่างกันของค่าสี (Hue) จะน้อยกว่าปกติ



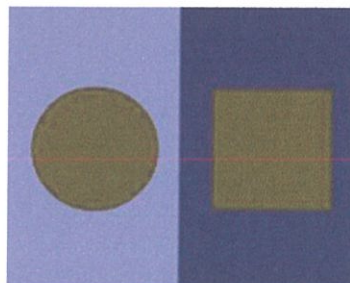
รูปที่ 2.45 แสดงความสว่างของสี (Lightness) ที่แตกต่างกัน

ในคนที่มีปัญหาทางสายตา การรับรู้ความต่างกันของความสว่างของสี (Lightness) จะน้อยกว่าปกติ



รูปที่ 2.46 แสดงความสดของสี (Saturation) ที่แตกต่างกัน

ในคนที่มีปัญหาทางสายตา การรับรู้ค่าความต่างกันของ ความสดของสี (Saturation) จะน้อยกว่าปกติ



รูปที่ 2.47 แสดงคู่สีตัวอย่าง ด้านซ้าย ในคนที่มีปัญหาทางสายตาจะมองเหมือนคู่สีด้านขวา ของคนที่มีสายตาปกติ

## 2.10 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์

### 2.10.1 การออกแบบสำหรับผู้ด้อยความสามารถ

ปัจจุบันการใช้งานคอมพิวเตอร์ มิได้จำกัดเฉพาะบุคคลปกติเท่านั้น แต่การใช้คอมพิวเตอร์ ยังเป็นเครื่องมือที่จำเป็น สำหรับผู้ที่ด้อยความสามารถในด้านต่าง ๆ เช่น การมองเห็น การได้ยินโดยอาศัยการปรับเปลี่ยน การใช้โปรแกรม หรือ อุปกรณ์เสริมเพิ่มเติม ก็จะทำให้สามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ได้เท่าเทียมบุคคลปกติ เช่น การใช้โปรแกรม อ่านจอภาพ (Screen Reader) ที่แปลง ตัวอักษร หรือข้อความ เป็นเสียงพูด ก็ทำให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางสายตา สามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ได้ หรือการใช้ เครื่องแสดงผลที่เป็นตัวอักษรเบลล์ (Braille Display) ช่วยให้คนตาบอด สามารถอ่านข้อความจากจอภาพโดยอาศัยการสัมผัสได้

ในปัจจุบันมีแนวคิดในการออกแบบที่เรียกว่า Universal design คือการออกแบบที่ตอบสนอง กลุ่มผู้ใช้ตั้งแต่บุคคลปกติ ไปจนถึง บุคคลที่ด้อยความสามารถ ยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีแนวคิดนี้ เช่น ประตูอัตโนมัติ รีโมทคอนโทรล เป็นต้น หรือการทำ Information Kiosk ที่ให้บริการแก่คนตาบอด ต้องใช้เสียงในการสื่อสาร

กระบวนการออกแบบจะต้องพิจารณาให้ความสำคัญ กับกลุ่มผู้ใช้ โดยคำนึงถึง ข้อจำกัด และขีดความสามารถของกลุ่มผู้ใช้ ในทุกระดับ

### 2.10.2 การออกแบบสำหรับบุคคลสายตาเลือนราง

#### 2.10.2.1 สภาพปัญหา

บุคคลที่มีสายตาเลือนราง จะมีปัญหาในการมอง ตัวอักษรที่มีขนาดปกติและรูปภาพต่าง ๆ บนจอภาพ เช่น ความยากลำบากในการอ่านตัวอักษร เนื่องจากรูปแบบของตัวอักษร (Font) และขนาดของ ตัวอักษรที่เล็กเกินไป หรือรูปภาพที่มีขนาดเล็ก นอกจากนี้ บุคคลที่มีสายตาเลือนรางยังมีปัญหาในเรื่อง แสงรบกวน แสงสะท้อน รวมถึง ระยะที่ใช้ในการมองที่ต้องเพ่งมองในระยะใกล้กว่าปกติ



รูปที่ 2.48 บุคคลที่มีสายตาเลือนรางต้องเพ่งมองในระยะใกล้กว่าปกติ

### 2.10.2.2 แนวทางในการออกแบบ

บุคคลที่มีสายตาเลือนกลาง จะมีระดับความผิดปกติในการมองเห็นแตกต่างกันไป ส่วนใหญ่จะสามารถมองเห็น ตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่ ขยายขนาดมากกว่าปกติ หรือต้องเพ่งดูในระยะใกล้

ในปัจจุบันมี โปรแกรมที่ช่วยในการขยายจอภาพ เช่น ZoomText สามารถขยาย ตัวอักษรและภาพให้มีขนาดใหญ่ แต่ปัญหาที่ตามมาก็คือ การมองเห็นข้อความได้เพียงบางส่วน หรือที่ละส่วน จากทั้งหมด ทำให้เห็นพื้นที่ที่จอภาพเพียงบางส่วน การใช้สี ก็เป็นปัญหาสำหรับ บุคคลที่มีสายตาเลือนกลาง สีของตัวอักษร กับสีของฉากหลัง ที่เหมาะสม การใช้สีตัดกัน เช่น เหลือง ดำ หรือขาว ดำและการให้โอกาส ผู้ใช้สามารถกำหนดสีของตัวอักษร กับสีของฉากหลังได้ ด้วยตนเอง จะช่วยแก้ปัญหาได้



รูปที่ 2.49 ด้านซ้ายสีของตัวอักษร กับสีของฉากหลัง ที่ไม่เหมาะสม ด้านขวามองการใช้สีตัดกันที่เหมาะสม เช่น เหลือง ดำ

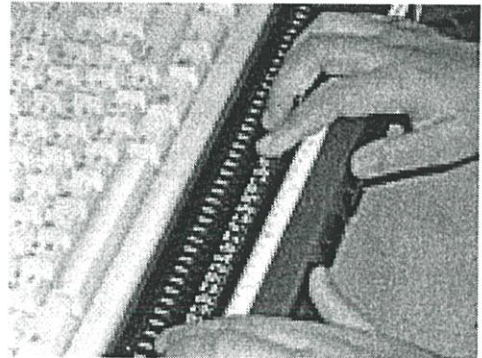
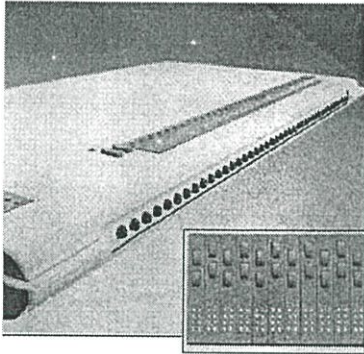
ปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ แนวทางในการออกแบบจึงต้องพิจารณาในเรื่อง

- การควบคุมการใช้งาน โปรแกรมขยายจอภาพ ต้องสามารถควบคุมด้วย Keyboard
- สามารถขยายได้ทุกส่วนของจอภาพ ทั้งข้อความและรูปภาพ ด้วยอัตราขยาย ตั้งแต่ 2-16 เท่า ของขนาดเดิม หรือ 8 เท่า เป็นอย่างน้อย
- สามารถขยายขนาดของ Cursor ให้ใหญ่ขึ้นได้หรือ ทำให้ Cursor กระพริบ เพื่อระบุตำแหน่งของ Cursor
  - สามารถจัดเรียงข้อความเป็นแถวแคบๆ เพื่อให้สามารถเลื่อนดูข้อความในแนวตั้งได้สะดวก สำหรับคนมีปัญหาเรื่องลานสายตาแคบ( Field of View)
  - สีของตัวอักษรและฉากหลัง ควรเป็นสีที่ตัดกัน สีของตัวอักษรและฉากหลังที่กลมกลืนกัน ควรหลีกเลี่ยง

## 2.10.3 การออกแบบสำหรับบุคคลที่ตาบอด

### 2.10.3.1 สภาพปัญหา

บุคคลตาบอด ในที่นี้ หมายถึง บุคคลที่ไม่สามารถมองเห็นการแสดงผลที่จอภาพ จำเป็นต้องฟังเสียงจากลำโพงหรือใช้เครื่องแสดงผลตัวอักษรเบลล์ (Braille Display) คนตาบอด จะใช้โปรแกรมอ่านจอภาพซึ่งสามารถแปลงข้อความให้เป็นเสียงพูด (Screen Reader) โดยอาศัย การควบคุมจากแป้นพิมพ์ ในการเลื่อนหาข้อความที่ต้องการ



รูปที่ 2.50 เครื่องแสดงผลตัวอักษรเบลล์ (Braille Display)

### ปัญหาในการป้อนข้อมูล

- คนตาบอดมีปัญหาในการป้อนข้อมูล ไม่สามารถใช้ Mouse เพราะการใช้ Mouse ต้องอาศัยการควบคุม โดยอาศัย การทำงานที่สัมพันธ์กันระหว่าง ตา และมือ ควบคุมตำแหน่งและ ทิศทางเวลาใช้
- คนตาบอดมีปัญหาในเรื่อง ความยากลำบากในการกำหนดตำแหน่ง ที่เที่ยงตรง เช่น กรณีการใช้จอภาพแบบสัมผัส (Touch Screens) ที่ต้องมีการสัมผัสที่ตำแหน่งของปุ่ม ต่างๆ บน จอภาพ

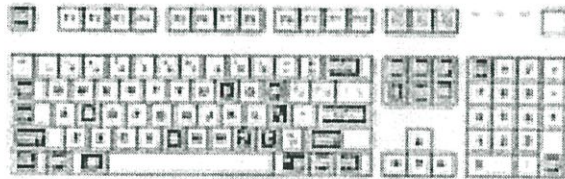
### ปัญหาในการรับข้อมูล

- ปัญหาของคนตาบอดจะอยู่ที่ รูปภาพ กล่าวคือถึงแม้โปรแกรมอ่านจอภาพจะสามารถ อ่าน ข้อความได้ แต่ก็ไม่สามารถอ่านรูปภาพ ปุ่ม หรือสัญลักษณ์ ต่างๆ

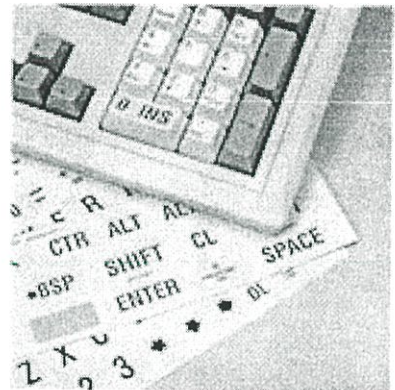
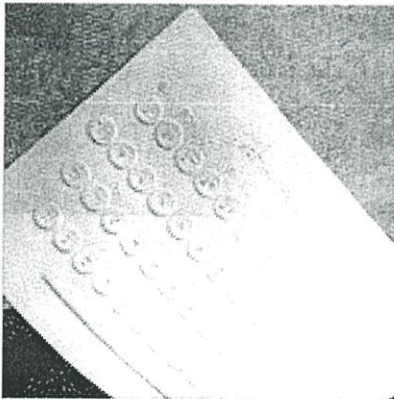
### 2.10.3.2 แนวทางในการออกแบบ

#### 1) การป้องกันข้อมูล

- การเรียกใช้งาน คำสั่งต่างๆ ต้องสามารถควบคุมจากแป้นพิมพ์ได้ เพราะการป้องกันข้อมูลทั้งหมด คนตาบอดจะทำจากแป้นพิมพ์ แต่เพียงอย่างเดียว
- ฟังก์ชันเดียวการใช้งานที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่ต้องการการทำงานที่สัมพันธ์กันระหว่าง ตา และมือ ควบคุมตำแหน่งและทิศทางเวลาใช้งาน ได้แก่, Digital เช่น โปรแกรมประเภท Free-hand Sketching
- การใช้สื่อสัมผัส (Tactile marking) ที่แป้นพิมพ์ เช่น ปุ่ม Home, Esc, Enter, Ctrl, Alt จะเป็นการช่วยในการจดจำตำแหน่งของปุ่มได้ง่ายและรวดเร็ว



รูปที่ 2.51 การใช้สติกเกอร์ตัวอักษรที่มีสีตัดกัน



รูปที่ 2.52 สื่อสัมผัส (Tactile marking) ที่ใช้กับแป้นพิมพ์ และการใช้สติกเกอร์ตัวอักษรขนาดใหญ่

## 2.11 การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับผู้พิการทางการมองเห็น

### 2.11.1 บทนำ

สำหรับบุคคลปกติการใช้ นั้นจะมีปัญหาเพียงในเรื่องความสามารถในการเรียนรู้เท่านั้น แต่สำหรับผู้พิการทางการมองเห็น ยังมีปัญหาในเรื่องของการเข้าถึง คอมพิวเตอร์หรือการใช้งานคอมพิวเตอร์(Computer Accessibility) ในด้านต่างๆได้แก่

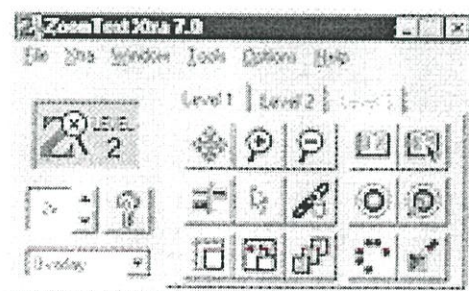
- การใช้อุปกรณ์ ป้อนข้อมูล และ โปรแกรมควบคุม (Input devices and Software controls)
- การใช้เสียง
- การใช้อุปกรณ์แสดงผล (Visual displays)
- ป้ายตัวอักษร (Labeling)
- หนังสือ คู่มือ เอกสาร (Documentation)

### 2.11.2 ลักษณะอาการบกพร่องทางการมองเห็นที่เป็นปัญหา

การบกพร่องทางการมองเห็น มีหลายระดับตั้งแต่ สายตาเลือนราง ไปจนถึงตาบอด ในกรณีสายตาเลือนราง ความสามารถในการปรับความคมชัดและความชัดเจน ในการมองเห็นลดน้อยลง จึงต้องชดเชยด้วยการเพิ่มขนาดของ ตัวอักษรหรือ ภาพ หรือ เพิ่มการตัดกันระหว่างฉากหน้าและฉากหลัง (Contrast Between Foreground and Background)

ในกรณีตาบอด จำเป็นต้องใช้การแสดงผลในรูปของ เสียง หรือการสัมผัส (Braille Display)การใช้อุปกรณ์ ป้อนข้อมูล และ โปรแกรมควบคุม (Input devices and Software controls)

- บุคคลสายตาเลือนราง จะใช้โปรแกรมขยายจอภาพ ในการขยายตัวอักษรและภาพ (Screen Magnification Software)



รูปที่ 2.53 โปรแกรมขยายจอภาพ

- บุคคลที่ตาบอด จะใช้โปรแกรมอ่านจอภาพ เพื่อเปลี่ยนเป็นเสียงพูด(Screen Readers)

### 2.11.3 การออกแบบฮาร์ดแวร์

ลดแสงรบกวนให้น้อยที่สุด แสงรบกวนที่เกิดจากการสะท้อน จากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ หรือการใช้คู่มือระหว่าง ฉากหน้าและฉากหลัง ที่ไม่เหมาะสม จะทำให้มองจอภาพได้ไม่ชัดเจน

หลีกเลี่ยงการปรับ อัตราการกระพริบของจอภาพ ตั้งแต่ 5-50 Hz ซึ่งจะก่อให้เกิดอาการเมื่อยล้าทางสายตา

การให้ผู้ใช้สามารถปรับ ระดับการตัดกันของสีและระดับความสว่าง ได้ตามต้องการ จะช่วยเพิ่มความสามารถในการมองเห็น

#### การใช้เสียง

- การใช้เสียงในคอมพิวเตอร์ เป็นการแจ้งข้อมูลให้ผู้ใช้ได้ทราบ ลักษณะของเสียง จะแตกต่างกันไปตามลักษณะของข้อมูล เช่น เมื่อเปิดโปรแกรม หรือ ปิดโปรแกรม สำหรับบุคคลที่ตาบอด จะใช้โปรแกรมอ่านจอภาพ เพื่อเปลี่ยนเป็นเสียงพูด (Screen Readers) สามารถรับฟังเสียงได้จาก ลำโพง หรือหูฟัง การรับรู้เสียงจะมีปัญหาเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีเสียงรบกวน

### 2.11.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์

จะต้องมีที่สำหรับเสียบหูฟัง การใช้หูฟังจะทำให้คนตาบอดฟังเสียงได้อย่างชัดเจน ถึงแม้ว่าภายในสภาพแวดล้อมจะมีเสียงรบกวนอยู่ก็ตาม สามารถปรับระดับความดังค่อยของเสียง ได้มีการแจ้งเตือนเมื่อทำงานเสร็จ หรือมีข้อผิดพลาด เช่นเมื่อ พิมพ์เอกสารเสร็จ จะมีเสียงบอกเป็นต้น

## 2.12 กรอบแนวคิดและตัวแปรชี้วัด

## ลักษณะของบุคคล

ระดับการมองเห็น

อายุ

เพศ

ประสบการณ์การเดินทาง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินทาง

## ลักษณะสภาพแวดล้อม

## ตัวแปรอิสระ

การวางผังฟอร์นิเจอร์

ความซับซ้อนของผังฟอร์นิเจอร์

ลักษณะของทางสัญจรภายใน

แสงสว่าง

ระดับของแสงสว่าง

ตำแหน่งของแสงสว่าง

สี

คู่สีตัดกัน

ระดับความเข้มของสีที่ตัดกัน

## บทที่ 3

### วิธีการวิจัย

#### 3.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรหมายถึง กลุ่มคนตาบอดเลื่อนรางและคนตาบอดสนิท ที่ใช้งานคอมพิวเตอร์ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ที่เป็นกรณีศึกษา 3 แห่ง ได้แก่

1.1 สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย

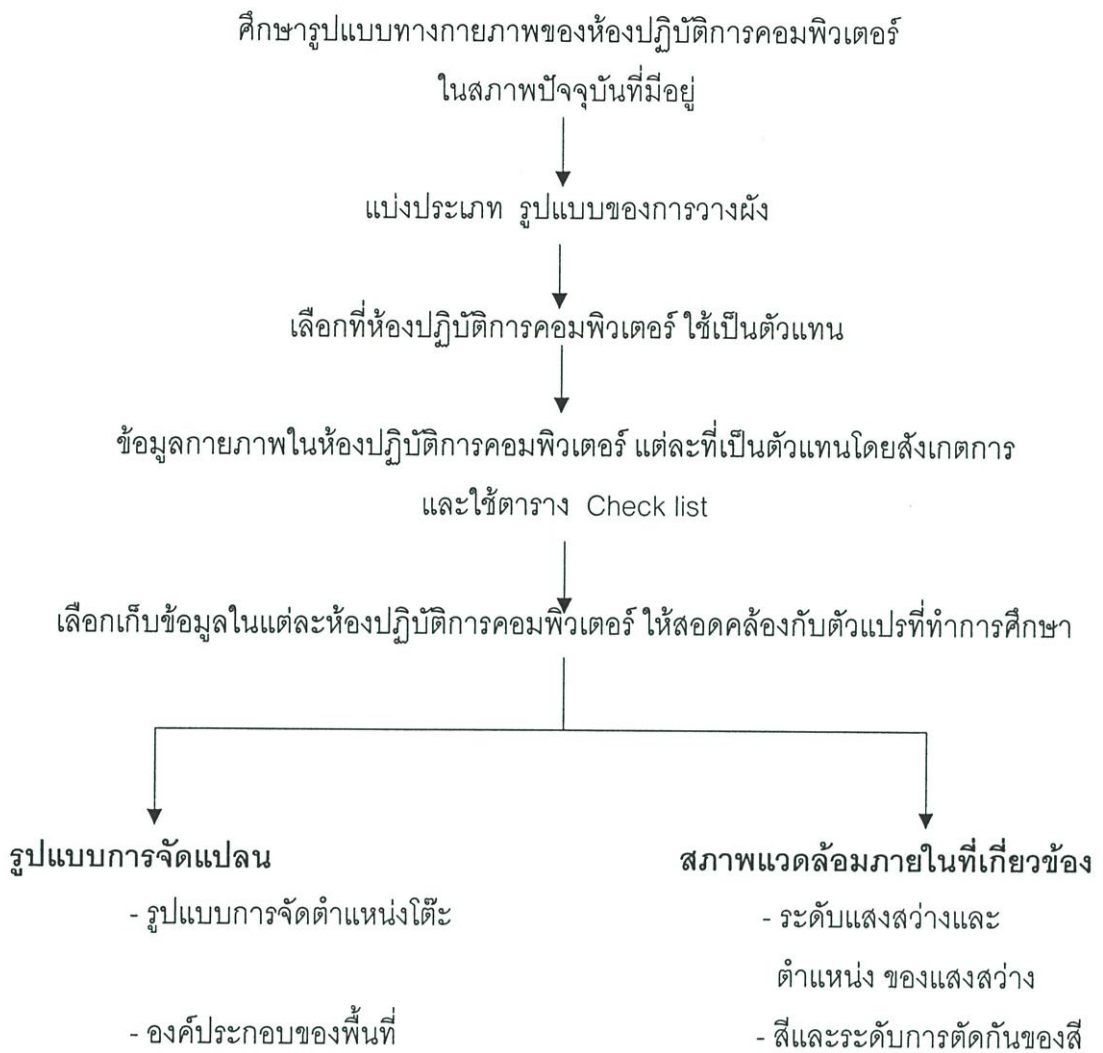
1.2 วิทยาลัยราชสุดา

1.3 โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ใช้การคัดเลือกแบบเจาะจง (Non-Probability Sampling) ที่อยู่ในโครงการฝึกอบรมเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียนนักศึกษาตาบอดเพื่อการเรียนในระดับอุดมศึกษา จากวิทยาลัยราชสุดา โดยกำหนด ตัวแปรควบคุม ได้แก่ อายุไม่ต่ำกว่า 12 ปี และผ่านการฝึกทักษะการปรับตัวและเคลื่อนไหวในสภาพแวดล้อม จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งสิ้น 17 คน

#### 3.2 ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

หลังจากการเก็บรวบรวมวรรณกรรมที่เป็นข้อมูลสนับสนุนมาแล้วขั้นตอนต่อมาคือการเก็บข้อมูลภาคสนาม เพื่อจะได้อู่วารูปแบบของ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ มีแบ่งได้ที่ประเภท เป็นต้น เมื่อได้ข้อมูลกว้างๆ แล้ว ก็จะลงรายละเอียดในแต่ละตัวแปรที่ทำการศึกษา โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ในการวิจัย เช่น สังเกตการณ์ แบบสอบถาม สัมภาษณ์ และทดลอง ให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ต้องการหาในแต่ละเรื่อง จะกล่าวโดยละเอียดในส่วนต่อไป โดยแยกเป็นส่วนๆ ตามตัวแปรแต่ละตัวที่ทำการ



รูปที่ 3.1 แสดงแผนภูมิศึกษารูปแบบทางกายภาพของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

### 3.3 เครื่องมือรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษา ประกอบไปด้วยข้อมูล 3 ประเภทได้แก่

3.3.1 ลักษณะบุคคล ประกอบด้วย ระดับการมองเห็น อายุ เพศ ประสบการณ์ในการเดินทาง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินทาง

3.3.2 ลักษณะสภาพแวดล้อม ประกอบด้วย

3.3.2.1 การวางผังเฟอร์นิเจอร์ โดยทำการสำรวจจากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของคนตาบอดที่มีอยู่ ทำการแยกประเภทจาก ขนาดพื้นที่ และรูปแบบการวางผังที่ต่างกัน

3.3.2.2 แสงสว่าง ทำการสำรวจค่าระดับความสว่างด้วยเครื่องมือวัดและตำแหน่งของแสงสว่าง จากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของคนตาบอด ในแต่ละประเภท

3.3.3 การรับรู้สภาพแวดล้อม

3.3.3.1 การวางผังเฟอร์นิเจอร์ ใช้วิธีทดลอง วัดค่าตัวแปร การหยุดค้นหา การชน และอัตราการเดิน(ฟุต ต่อ วินาที)

3.3.3.2 สีและระดับของสีที่ตัดกัน ใช้วิธีทดลอง วัดการรับรู้ความชัดเจนในการมองเห็น จากคู่สี ซึ่งมีระดับสีที่แตกต่างกัน

3.3.4 การแบ่งการเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ตามหัวข้อที่ทำการศึกษา และกำหนด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 3.1 แสดงการเลือกห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ในการเก็บข้อมูลในแต่ละหัวข้อที่ทำการศึกษา

หัวข้อที่ทำการศึกษา		สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย	วิทยาลัยราชสุดา	โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ
รูปแบบการจัดแปลน	การจัดตำแหน่งของโต๊ะ	●	●	●
	องค์ประกอบพื้นที่	●	●	●
	ชุดโต๊ะคอมพิวเตอร์	●	●	●
	ความกว้างของทางสัญจรภายใน	●	●	●
สภาพแวดล้อมกายภาพที่เกี่ยวข้อง	ระดับแสงสว่างและตำแหน่ง ของแสงสว่าง	●	●	●
	ระดับการตัดกันของสี		●	

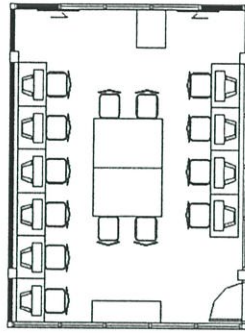
ตารางที่ 3.2 แสดงการกำหนดเครื่องมือการวิจัยที่จะใช้กับตัวแปรแต่ละตัว

หัวข้อที่ทำการศึกษา		ตัวชี้วัด	observation	interview	Questionnaire	Experiment	
ข้อมูลทั่วไปของ ผู้ใช้งาน	อิทธิพลเกี่ยวกับผู้ใช้	เพศ		•	•		
		อายุ		•	•		
		ระดับการมองเห็น		•	•		
		ประสบการณ์ในการเดินทาง		•	•		
		อุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินทาง		•	•		
	ลักษณะการใช้งานโปรแกรม	บทเรียน (Ms.Office)		•	•		
		ความบันเทิง		•	•		
		อินเทอร์เน็ต		•	•		
	รูปแบบการจัด แปลน	การหาทาง	การหยุดและค้นหา	•			•
การชน			•			•	
อัตราการเดิน						•	
ความสะดอกในการเข้าถึง				•	•		
จุดสังเกตในการช่วยหาทาง				•	•		
รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะ		ระยะห่างระหว่างโต๊ะ	•	•	•		
		ความกว้างของทางสัญจร	•		•		
		ชุดโต๊ะคอมพิวเตอร์					
		ขนาดของโต๊ะ	•		•		
		ตำแหน่งจอมอนิเตอร์			•		
	ตำแหน่งตัวเครื่องคอมพิวเตอร์	•					
สภาพแวดล้อมภายในที่เกี่ยวข้อง	แสงสว่าง	ระดับความสว่าง	ความพึงพอใจด้านการมองเห็น		•		
			ประสิทธิภาพด้านการทำงาน		•	•	
		ตำแหน่งของแสงสว่าง	ประสิทธิภาพด้านการทำงาน	•			
	แสงรบกวน (Glare)	ประสิทธิภาพด้านการมองเห็น	•		•		
	สี โดยรวม ภายใน	สีของเฟอร์นิเจอร์	ประสิทธิภาพด้านการมองเห็น			•	
		ระดับสีที่ตัดกัน	ประสิทธิภาพด้านการมองเห็น				•
			ความพึงพอใจ			•	

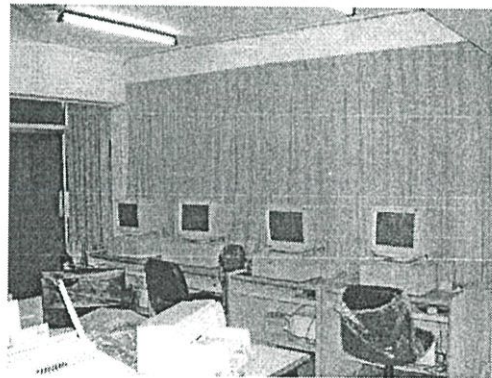
### 3.4 วิธีการศึกษา

3.4.1 ศึกษารูปแบบการวางผังและสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ในสภาพปัจจุบัน

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย

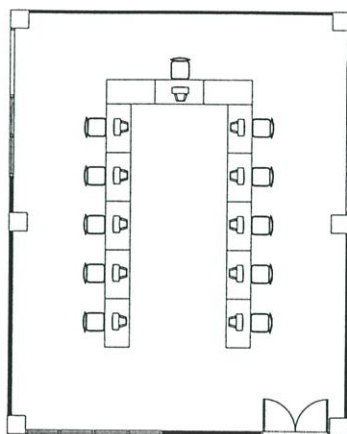


แบบหันหน้าเข้าผนัง

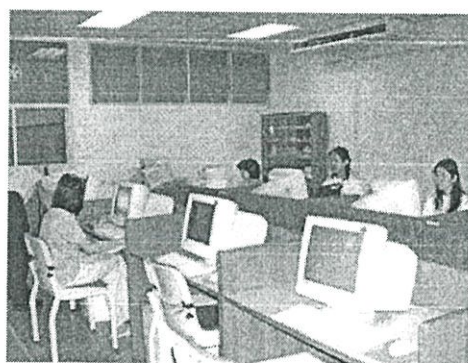


รูปที่ 3.2 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบหันหน้าเข้าผนัง

## ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา (แบบรูปตัว U)

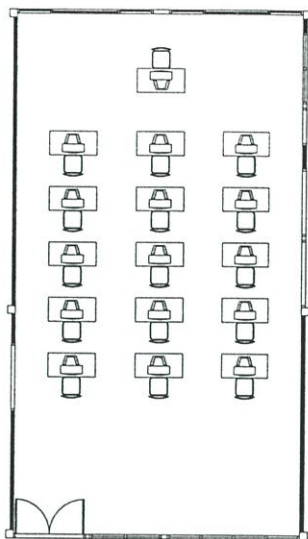


แบบรูปตัว U

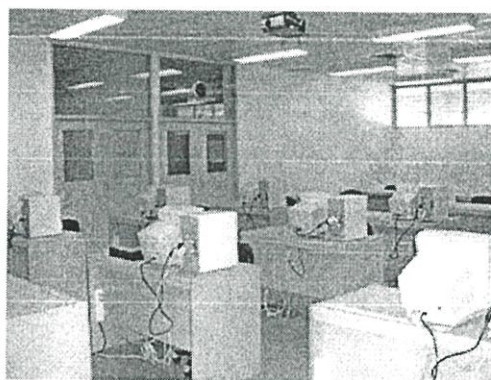


รูปที่ 3.3 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบรูปตัว U

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา (แบบเรียงหน้ากระดาน)

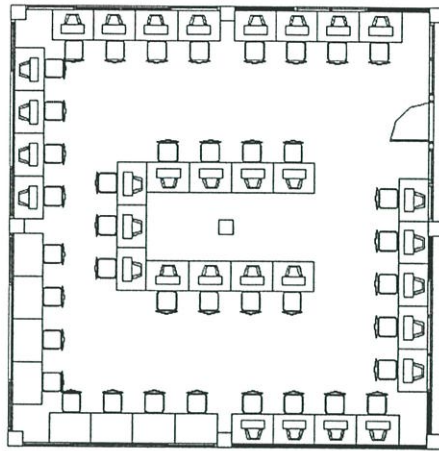


แบบเรียงหน้ากระดาน

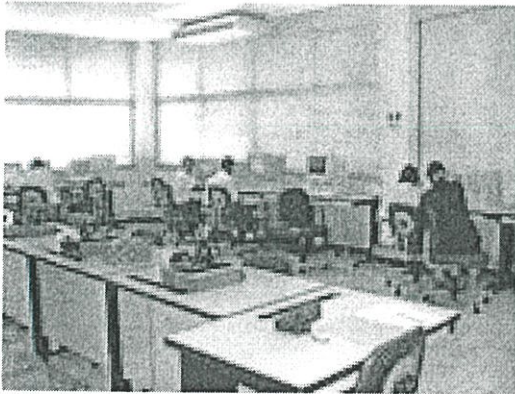


รูปที่ 3.4 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบเรียงหน้ากระดาน

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ



แบบหันหน้าเข้าผนัง



รูปที่ 3.5 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบหันหน้าเข้าหาผนัง

จากการศึกษาเปรียบเทียบ ห้องปฏิบัติการที่เป็น กรณีศึกษา ทั้ง 3 แห่ง โดยการสำรวจ เพื่อค้นหาความแตกต่างในเรื่องของการวางผังเฟอร์นิเจอร์ และใช้เป็นแนวทางในการเสนอแนะโดยศึกษารายละเอียดในเรื่อง ขนาดของพื้นที่ ขนาดของเส้นทางสัญจรหลัก ขนาดของโต๊ะ

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดและรูปแบบการจัดแปลนของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

	สมาคมคนตาบอด	วิทยาลัยราชสุดา			โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ
		แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	
ขนาดของห้อง (ต.ร.ม.)	29	96	85	85	98
การวางผังเฟอร์นิเจอร์	แบบหันหน้าเข้าผนัง	แบบเรียงหน้ากระดาน	แบบรูปตัว U	แบบหันหน้าเข้าผนัง	แบบหันหน้าเข้าผนัง
ขนาดของเส้นทางสัญจรหลัก (ม.)	1.05	1.00	2.43	1.55	1.97
ขนาดของโต๊ะคอมพิวเตอร์	0.80x0.60	1.20x0.60	1.20x0.60	1.20x0.60	1.00x0.70

ตารางที่ 3.4 แสดงลักษณะสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ภายในของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

สภาพแวดล้อมกายภาพภายใน	
การวางผังเฟอร์นิเจอร์	<b>ความซับซ้อนของผัง</b> แบ่งได้ 3 แบบ คือ แบบหันหน้าเข้าผนัง แบบรูปตัว U และแบบเรียงหน้ากระดาน
การใช้สี	<b>สีของวัสดุ</b> การตกแต่งภายใน ส่วนต่างๆ ได้แก่ พื้น ผนัง และเพดาน การใช้วัสดุ วัสดุปูพื้น ได้แก่ กระเบื้องยางหรือกระเบื้องเซรามิก ผนังฉาบเรียบและทาสี ส่วนเพดาน T-BAR วางแผ่นยิบซัมบอร์ดฉาบเรียบทาสี
	<b>การตัดกันของสี</b> โทนสีภายในห้อง ส่วนใหญ่จะเป็นสีโทนอ่อน กลมกลืนกันทั้งสีของพื้น ผนัง และเพดาน แต่จะเน้นสีเข้มด้วยตัวเฟอร์นิเจอร์
แสงสว่าง	<b>ระดับความสว่างและตำแหน่งของแสงสว่าง</b> ลักษณะการให้แสงสว่างของให้แสงสว่าง แบบกระจายด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดเดียว ใช้ประกอบกับแสงสว่างธรรมชาติ

### 3.4.2 พฤติกรรมของผู้ใช้ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 3.5 แสดงพฤติกรรมของผู้ใช้บริการภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

พฤติกรรมภายในสภาพแวดล้อม	
บทบาท	ฝ่ายผู้ให้บริการ ได้แก่ อาจารย์ผู้สอน
	ฝ่ายผู้ใช้บริการ ได้แก่ นักเรียน และบุคคลทั่วไปที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น
กิจกรรม	<p>ผู้ให้บริการ</p> <p>อาจารย์ผู้สอน จะคอยควบคุมดูแลการเรียนการสอนตามหลักสูตร และคอยช่วยเหลือนักเรียน เมื่อมีปัญหา หรือ ข้อสงสัย นอกจากนั้นอาจารย์ผู้สอน จะคอยดูแลทางด้าน Hardware และ Software ได้แก่ การดูแลตรวจเช็คและแก้ไขเมื่อเครื่องมีปัญหา และติดตั้ง Software ต่างๆที่ใช้ในการเรียนการสอน ให้ความช่วยเหลือ เมื่อผู้ใช้งานเกิดติดขัด</p>
กิจกรรม	<p>ผู้ใช้บริการ</p> <p>-ใช้โปรแกรมทำงานเช่น Ms.office เป็นต้นโดยผู้ใช้ต้องการพื้นที่วางหนังสือและเขียนหนังสือพอสมควร เนื่องจากเอกสารที่เป็นอักษรเบรลล์ จะมีความหนาและขนาดรูปเล่มใหญ่กว่าเอกสารของคนที่มีสายตปกติ</p> <p>-การสืบค้นข้อมูลโดยการใช้ world wide web (www.) ผู้ใช้ สามารถไปค้นหาข้อมูลได้ในรูปแบบตัวอักษร แต่จะมีปัญหากับ ภาพนิ่งหรือ ภาพเคลื่อนไหว โดยถ้าเป็นบุคคลในกลุ่มสายตาเลือนรางก็จะใช้โปรแกรมขยายตัวอักษร(Zoomtext) หรือโปรแกรมเปลี่ยนข้อความให้เป็นเสียงส่วนบุคคลตาบอดก็จะใช้โปรแกรมเปลี่ยนข้อความให้เป็นเสียง(Jaws) เพียงอย่างเดียว ตามที่ผู้ใช้สนใจในเรื่องนั้นๆไม่ว่าจะเป็นทางด้านการศึกษาหรือความบันเทิง</p> <p>-การสนทนาแบบออนไลน์ (chat) สามารถใช้ในการสื่อสารติดต่อ แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกันได้ การสนทนาแบบออนไลน์นั้น ผู้สนทนาสามารถคุยโต้ตอบกันผ่านหน้าจอเสมือนกับการคุยโทรศัพท์ กันอยู่เพียงแต่ใช้การพิมพ์แทนการใช้เสียง นั่นก็คือผู้ส่งและผู้รับโต้ตอบกันทางตัวอักษรจขคอมพิวเตอร์แทน โดยมีซอฟต์แวร์ประเภทนี้ ออกมามากมาย เช่น ICQ, Pirch เป็นต้น</p> <p>-จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ E-mail เป็นบริการที่ผู้ใช้บริการสามารถส่ง จดหมายถึงผู้รับผ่านคอมพิวเตอร์ที่ต่อออนไลน์อยู่ หรือพิมพ์เป็น เอกสารทันทีก็ได้</p>

ทำเลที่ตั้งของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของบุคคลที่บกพร่องทางการมองเห็น

การกำหนดขอบเขตที่จะทำการศึกษาอยู่ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จะตั้งอยู่ในโรงเรียนหรือสถาบันที่มีการจัดการเรียนการสอนให้แก่บุคคลที่บกพร่องทางการมองเห็น ในการศึกษาในการวิจัยนี้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ.กลุ่มผู้ให้บริการได้แก่ อาจารย์ผู้สอน และ กลุ่มผู้ใช้บริการ ได้แก่ นักเรียน นักศึกษา ที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น

### 3.4.3 การแบ่งประเภท รูปแบบของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

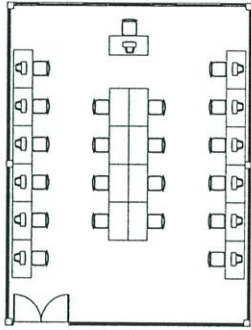
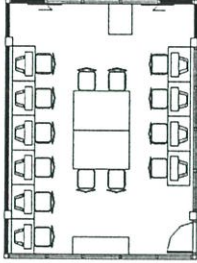
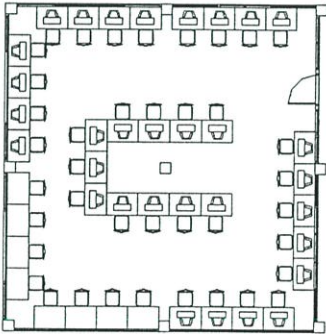
แยกประเภทรูปแบบของโดยใช้รูปแบบการจัดโต๊ะภายใน เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง แต่ละกลุ่มออกจากกันแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

3.4.3.1 การจัดแปลนแบบหันหน้าเข้าผนัง

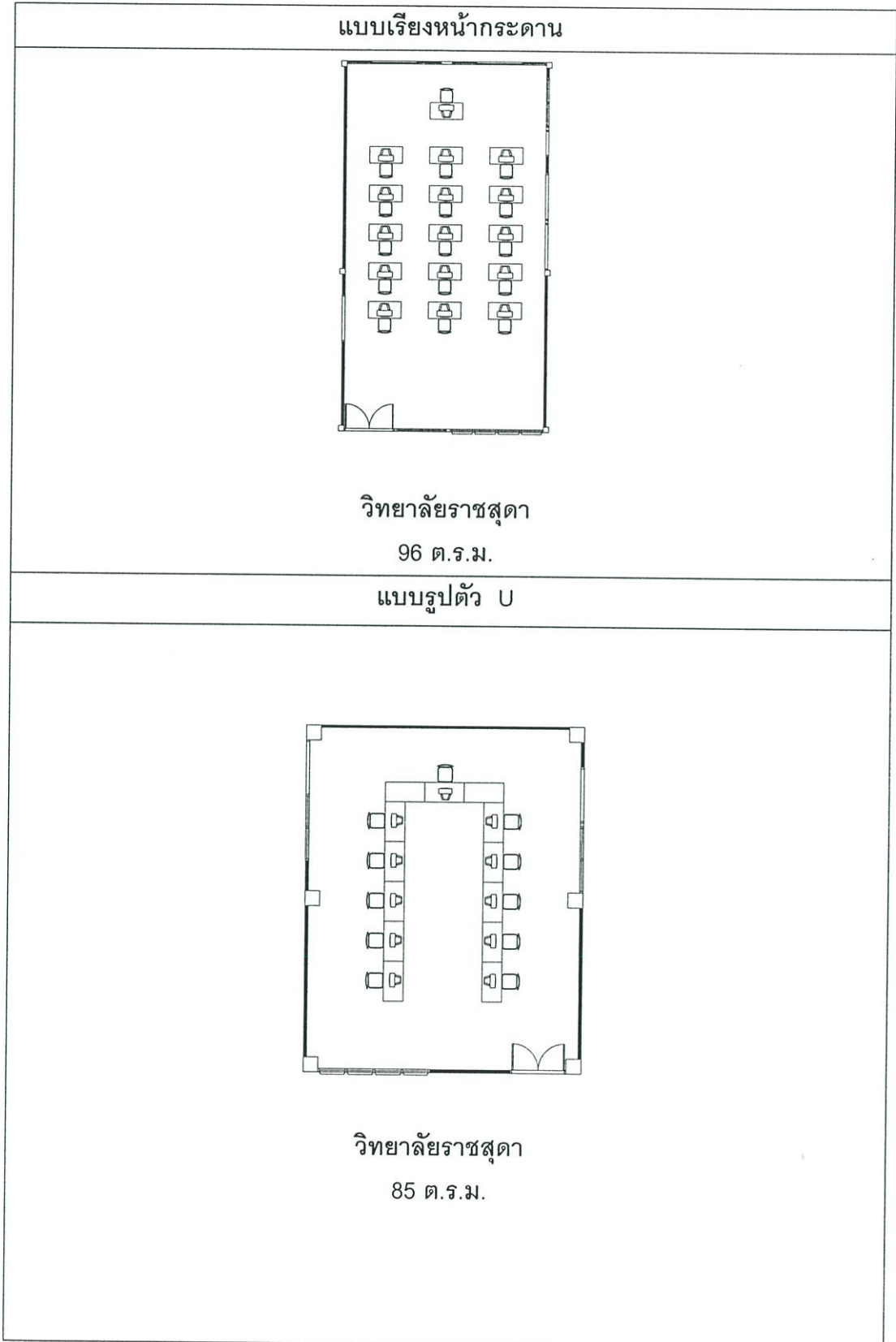
3.4.3.2 การจัดแปลนแบบเรียงหน้ากระดาน

3.4.3.3 การจัดแปลนแบบรูปตัว U

ตารางที่ 3.6 การจัดแปลนแบบหันหน้าเข้าผนัง

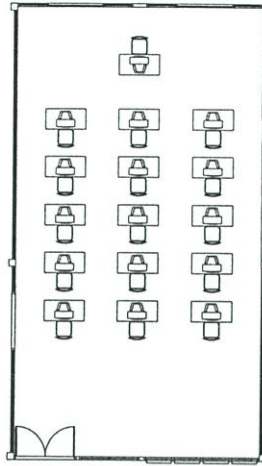
แบบหันหน้าเข้าผนัง.	
 <p>วิทยาลัยราชสุดา 85 ต.ร.ม.</p>	 <p>สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย 29ต.ร.ม.</p>
 <p>โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ 98 ต.ร.ม.</p>	

ตารางที่ 3.7 การจัดแปลนแบบเรียงหน้ากระดานและแบบรูปตัว U



### 3.4.4 ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่เลือกใช้เป็นตัวแทนในการเก็บข้อมูล

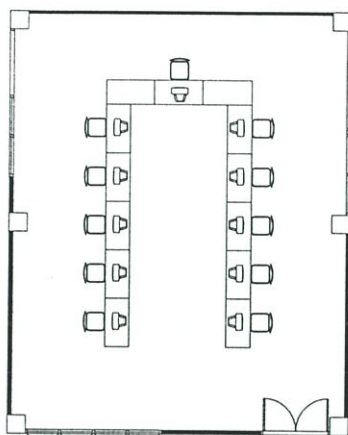
3.4.4.1 การทดลองเรื่อง การวางผังเฟอร์นิเจอร์กับการหาทางสถานที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ อาคารวิทยาลัยราชสุดา เนื่องจากมีขนาดพื้นที่ที่เหมาะสม พื้นที่แต่ละห้องใกล้เคียงกันประมาณ 85 96 ตร.ม. และการวางผังเฟอร์นิเจอร์ มีความแตกต่างกัน และครอบคลุม รูปแบบการวางผังเฟอร์นิเจอร์ทั้งหมดที่มีใช้กันอยู่ได้แก่



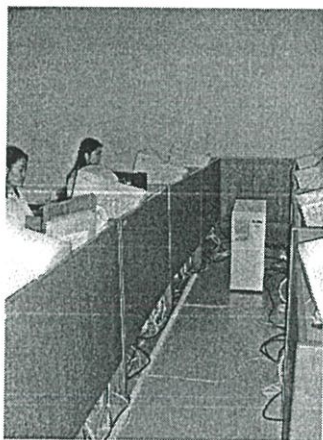
แบบเรียงหน้ากระดาน



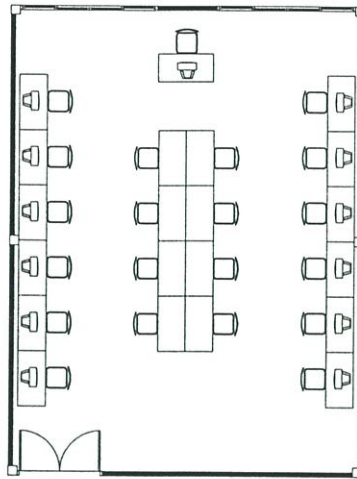
รูปที่ 3.6 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบเรียงหน้ากระดาน



แบบรูปตัว U



รูปที่ 3.7 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบรูปตัว U



แบบหันหน้าเข้าผนัง



รูปที่ 3.8 สภาพแวดล้อมภายใน การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบหันหน้าเข้าหาผนัง

#### 3.4.4.2 วิธีดำเนินการทดลองเรื่องผังเฟอร์นิเจอร์กับการหาทาง

กำหนดผังเฟอร์นิเจอร์ในการทดสอบ 3 แบบ แต่ละห้องมีพื้นที่ใกล้เคียงกัน ประมาณ 85-96 ตรม. กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น จำนวน 17 คน อายุระหว่าง 15-18 ปี เป็น ชาย 12 คน หญิง 5 คน แยกเป็น ตาบอด 8 คน และ สายตาเลือนราง 9 คน กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้รับการฝึกทักษะ การปรับตัวและเคลื่อนไหวในสภาพแวดล้อมของคนตาบอด ก่อนที่จะทำการทดสอบ โดยกลุ่มตัวอย่าง ถูกกำหนดให้

1. กลุ่มตัวอย่างรับ แผ่นดิสเกตต์ จากจุดที่กำหนด แล้วเดินไปยังที่โต๊ะคอมพิวเตอร์ทีละคนจนครบ

2. จุดบันทึกพฤติกรรมกรรมการหาเส้นทาง การเดินชน การหยุดค้นหา และระยะเวลาตั้งแต่รับ แผ่นดิสเกตต์ จาก จุดที่กำหนด แล้วเดินไปยังที่โต๊ะคอมพิวเตอร์

3. ประเมินความคิดเห็นหลังจากเดินแล้วเสร็จ ด้วยคำถามในเรื่องความสะดวกในการเดินไปนั่งที่โต๊ะคอมพิวเตอร์ 3 ระดับ คือ 1 = ความสะดวกน้อย 2 = ความสะดวกปานกลาง 3 = ความสะดวกมาก และจุดสังเกตที่ช่วยหาทางไปสู่โต๊ะ

#### 3.4.5 การใช้สีและระดับของสีที่ตัดกัน

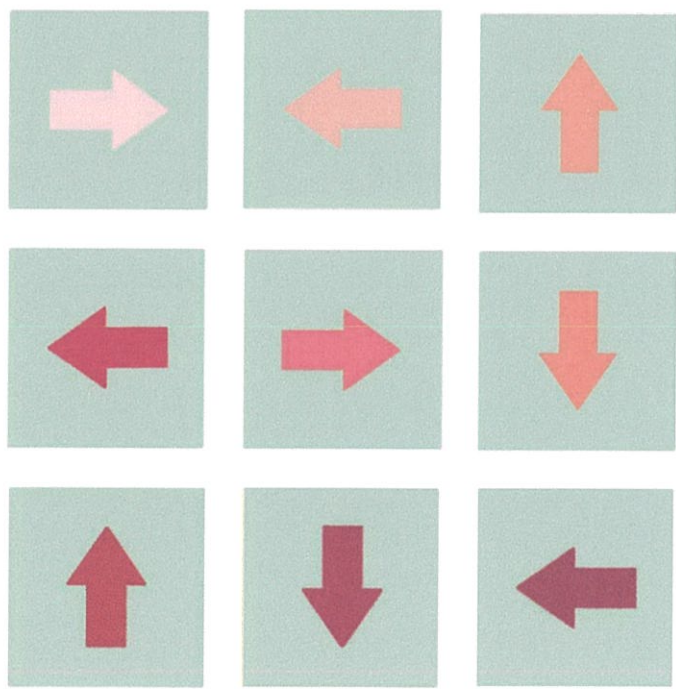
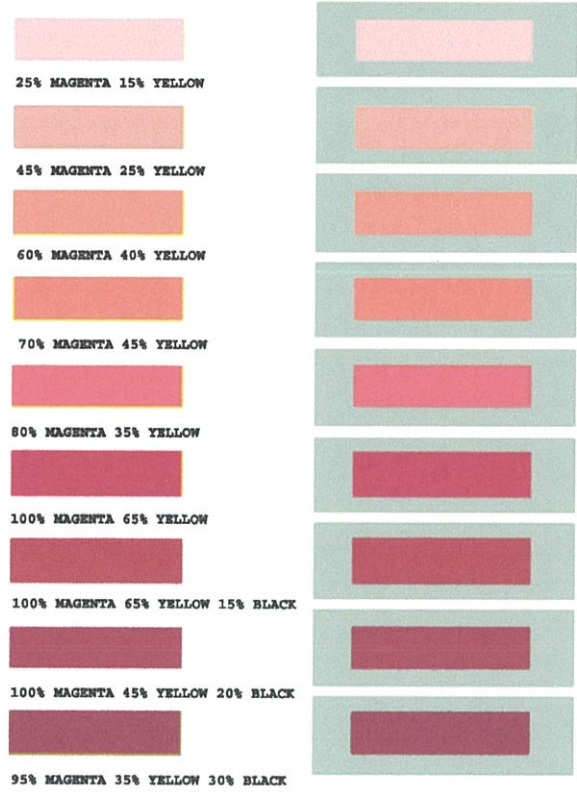
การใช้สีที่ตัดกัน เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความชัดเจนให้กับบุคคลที่มีสายตาลีเอียง โดยทั่วไปเมื่อจะมี การใช้สีที่ตัดกัน คนส่วนใหญ่ก็จะใช้สีที่ตัดกันอย่างรุนแรงเช่น เหลืองดำหรือน้ำตาลขาว เป็นต้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว บุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา (คนที่สายตาลีเอียง) ยังสามารถรับรู้สีอื่นๆได้อีก ไม่เฉพาะ สีที่ตัดกัน เช่นสีที่เป็นโทนเดียวกันหรือกลมกลืนกัน แต่จะต้องมีระดับความเข้มหรือความสดที่เหมาะสม

การวิจัยนี้ได้ทำการทดลองในเรื่องของสีกับการรับรู้ใน 2 กรณี คือ

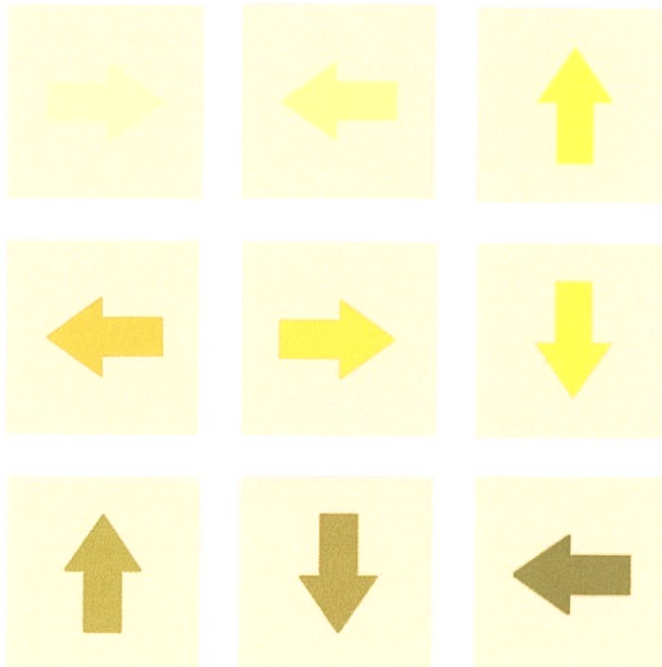
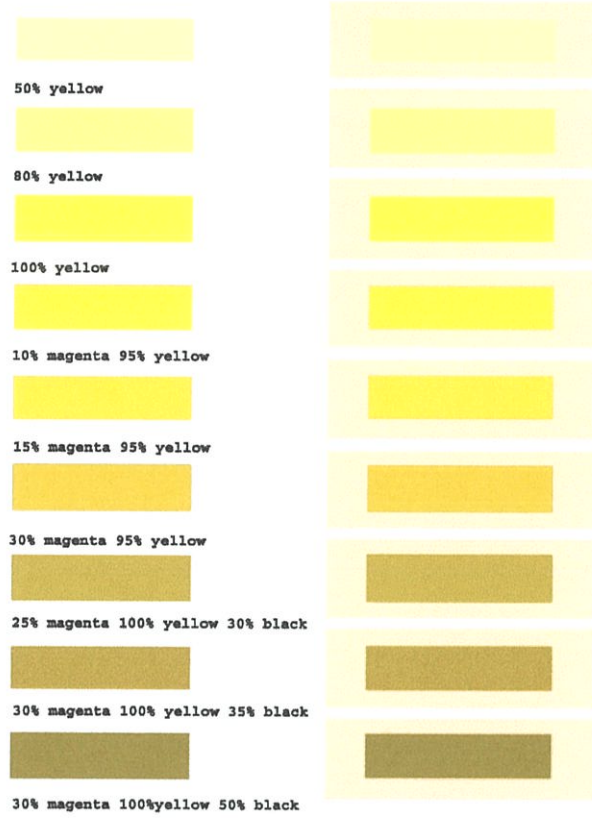
- กรณีที่ 1 เพื่อหาระดับความเข้มหรือความสดของสี ที่บุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา สามารถรับรู้ได้โดยมีทั้งหมด 9 ระดับจากโทนสีหลัก 4 สี ได้แก่ แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน และมีสีพื้น (Background) แตกต่างกัน 4 แบบ ได้แก่ สี background Contrast สี background Harmony สี background Monochrome สี background Gray scheme

จากผลการทดลองพบว่า ในโทนสีแดง สี background Contrast บุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา สามารถรับรู้ได้ตั้งแต่ระดับความเข้มหรือความสดของสี อันที่ 1 รองลงมาคือสีเขียว สี background Monochrome และสีน้ำเงิน สี background Gray scheme เริ่มรับรู้ได้ที่ระดับ 4 และสุดท้ายคือ สีเหลือง สี background Harmony เริ่มรับรู้ได้ที่ระดับ 6

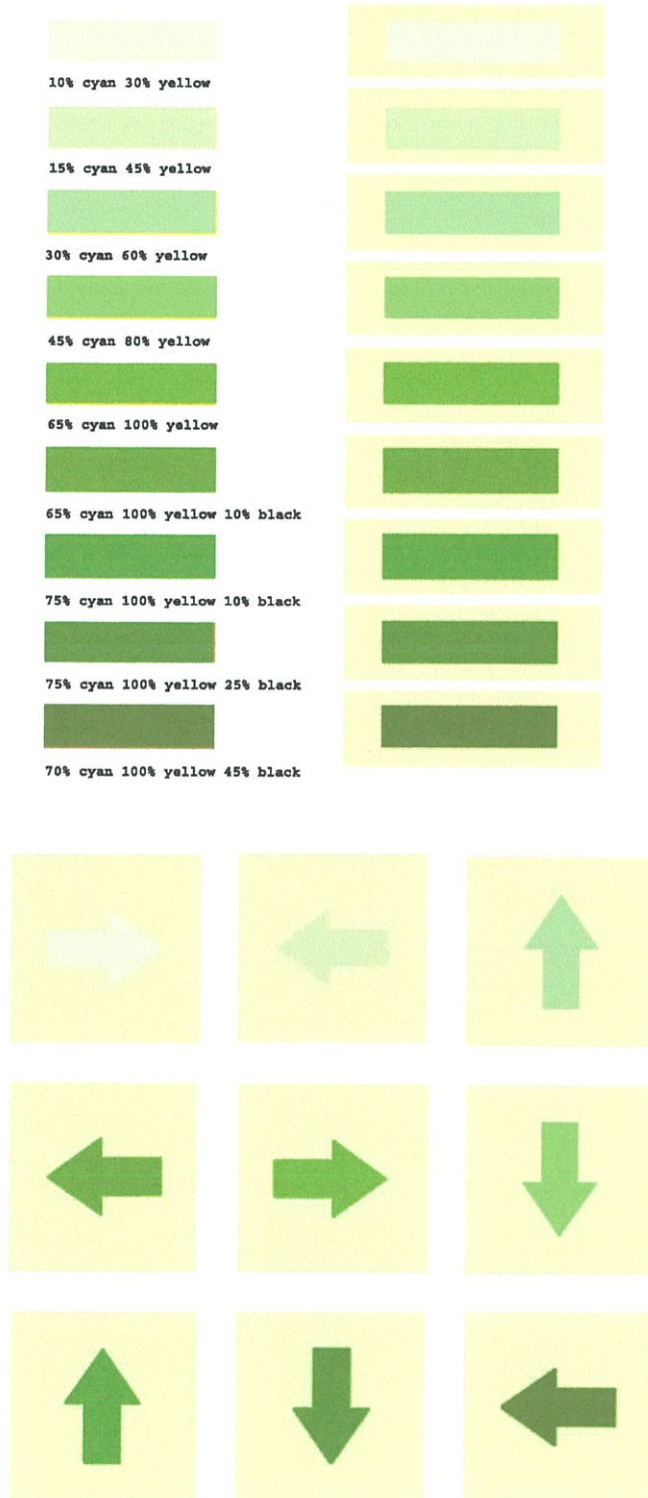
กรณีที่ 2 เพื่อหาลักษณะของสี background ที่ บุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา มีความพึงพอใจมากที่สุดจาก 4 แบบ ได้แก่ สี background Contrast สี background Harmony สี background Monochrome สี background Gray scheme การพิจารณาประเมินผลการรับรู้ ค่าระดับของสีที่ตัดกัน โดยให้บอกทิศทางของหัวลูกศร (ซ้าย,ขวา,บน,ล่าง) เป็น 3 ระดับ คือ 1. = มองไม่เห็น 2. = มองเห็นเลือนราง 3. = มองเห็นชัดเจน ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ทำการทดสอบทีละสี



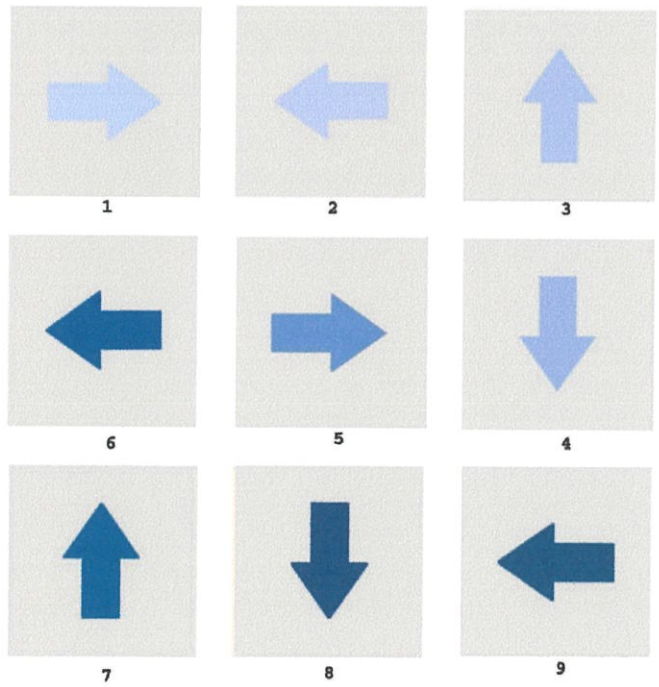
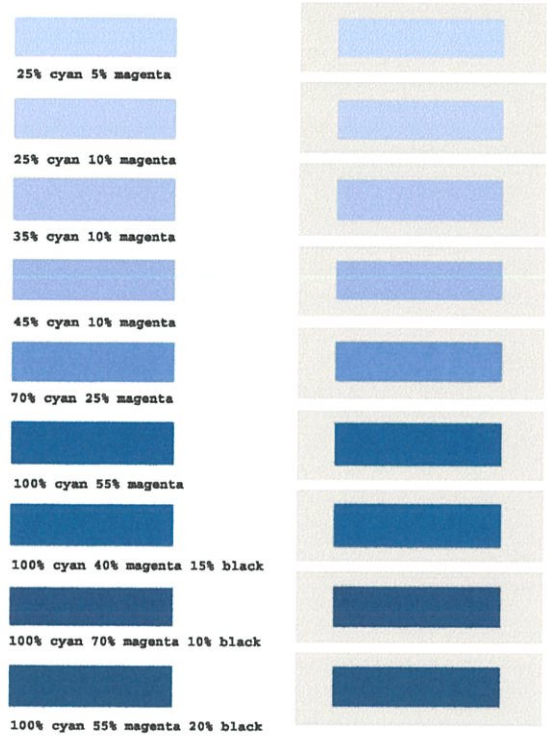
รูปที่ 3.9 โทนสีแดง สี Background contrast cyan 30% magenta 10% yellow 30%



รูปที่ 3.10 โทนสีเหลือง สี Background Harmony : magenta 10% yellow 30%



รูปที่ 3.11 โทนสีเขียว สี Background Monochrome : cyan 10% yellow 40%



รูปที่ 3.12 โทนสีน้ำเงิน สี Background Gray cyan 10 % magenta 10 % yellow 20 %

### 3.4.6 แสงสว่างและตำแหน่งของแสงสว่าง

เกี่ยวข้องกับการประเมินค่าระดับความความสว่าง และ ตำแหน่งของแสงสว่าง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการวางผังเฟอร์นิเจอร์ โดยทำการศึกษจากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีความแตกต่างกันในเรื่องดังกล่าว 4 ห้องในเรื่องต่อไปนี้

1. หาค่าระดับความความสว่างในบริเวณ หน้าจอคอมพิวเตอร์ และสภาพแวดล้อม ได้แก่ บริเวณโต๊ะ, เส้นทางสัญจร, ประตูทางเข้า ใช้เครื่องมือวัดแสง (Lux meter) วัดปริมาณแสงสว่างในตำแหน่งดังกล่าว
2. การวางตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงสว่าง ได้แก่ การวางตำแหน่งของดวงโคม , ตำแหน่งของหน้าต่าง ประตู ช่องแสง ซึ่งมีผลในเรื่องของแสงสะท้อน (Glare)
3. ประเมินความคิดเห็นโดยวัดระดับความพึงพอใจ



รูปที่ 3.13 การวัดระดับความความสว่างในบริเวณ หน้าจอคอมพิวเตอร์ และสภาพแวดล้อม ได้แก่ บริเวณโต๊ะ, เส้นทางสัญจร, ประตูทางเข้า โดยใช้เครื่องมือวัดแสง

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ข้อมูล

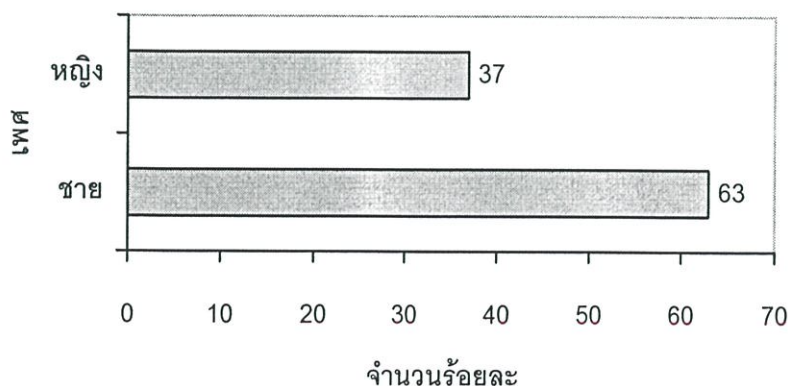
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเรื่องแนวทางการออกแบบห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ได้จากการสุ่มตัวอย่างจากสมาคมคนตาบอด วิทยาลัยราชสุดา และ โรงเรียนเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ โดยวิธีการสัมภาษณ์และทดลอง โดยแยกประเภทข้อมูลได้ดังนี้

- 4.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
- 4.2 การวางผังเฟอร์นิเจอร์
- 4.3 แสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
- 4.4 สีและระดับสีที่ตัดกัน

#### 4.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ใช้งานห้องปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 4.1 เพศของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์

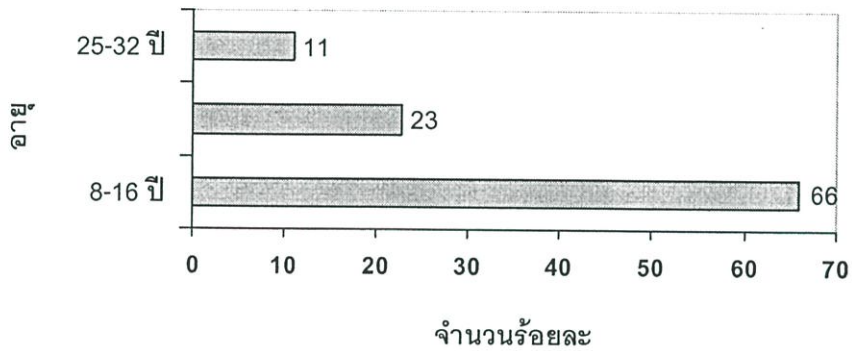
เพศ	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์			
	สมาคมคนตาบอด	วิทยาลัยราชสุดา	โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ	รวม(คน)
หญิง	5	6	2	13
ชาย	2	14	6	22
รวม	7	20	8	35



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงร้อยละของเพศของผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 4.2 ช่วงอายุเฉลี่ยของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

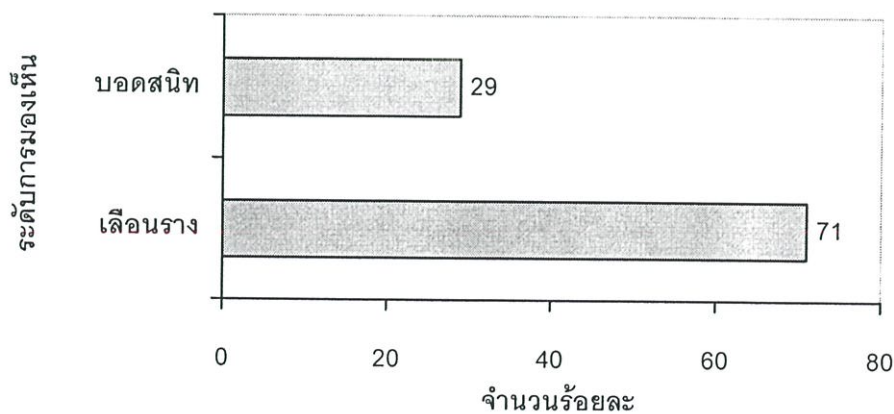
อายุของผู้ใช้งาน	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์			
	สมาคมคนตาบอด	วิทยาลัยราชสุดา	โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ	รวม(คน)
8-16 ปี	4	11	8	23
17-24 ปี	2	6	-	8
25-32 ปี	1	3	-	4
รวม	7	20	8	35



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าร้อยละของเพศของผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 4.3 ระดับการมองเห็นของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

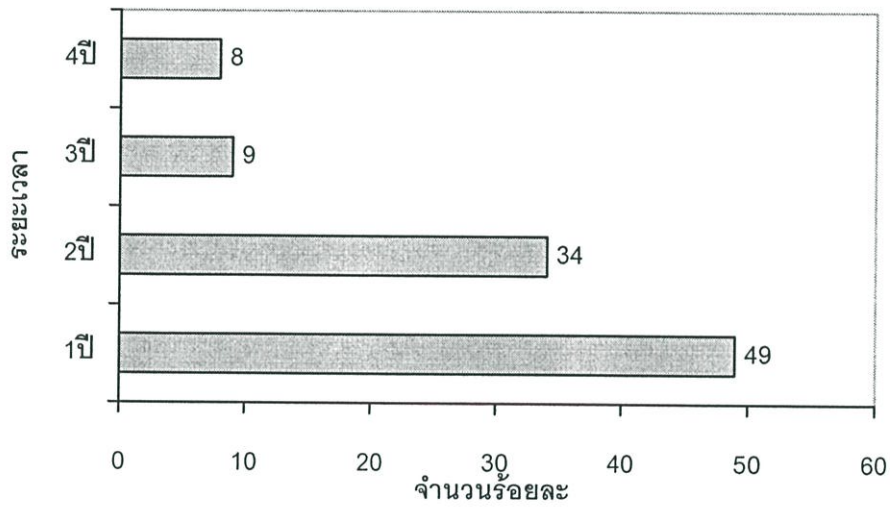
ระดับการมองเห็น	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์			
	สมาคมคนตาบอด	วิทยาลัยราชสุดา	โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ	รวม (คน)
เลือนราง	6	12	7	25
บอดสนิท	1	8	1	10
รวม	7	20	8	35



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงระดับการมองเห็นของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 4.4 ประสบการณ์ในการเดินทางของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

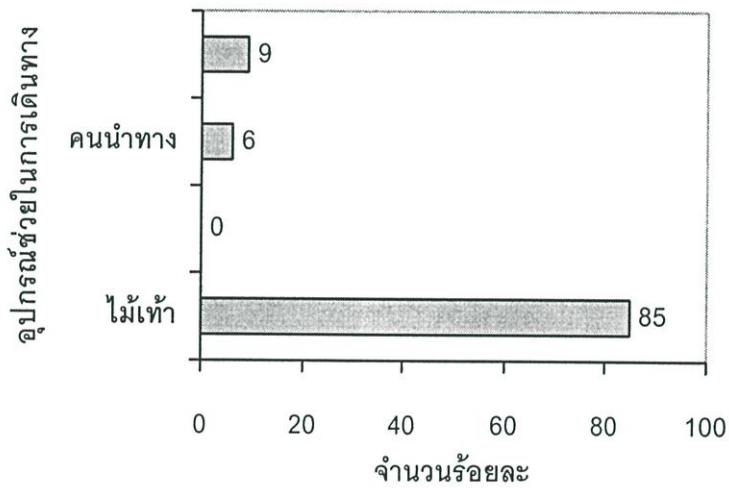
ประสบการณ์ในการเดินทาง	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์			
	สมาคมคนตาบอด	วิทยาลัยราชสุดา	โรงเรียนสอนคนตาบอด	รวม(คน)
1ปี	1	10	6	17
2ปี	3	7	2	12
3ปี	1	2	-	3
4ปี	2	1	-	3
รวม	7	20	8	35



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงประสบการณ์ในการเดินทางของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 4.5 อุปกรณ์ช่วยในการเดินทางของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

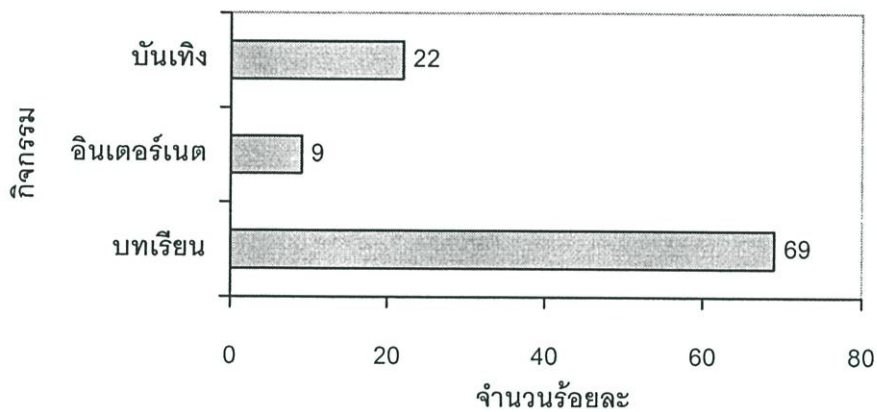
อุปกรณ์ช่วยในการเดินทาง	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์			
	สมาคมคนตาบอด	วิทยาลัยราชสุดา	โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ	รวม
ไม้เท้า	4	18	8	30
คนนำ	1	1	-	2
สุนัข	-	-	-	-
ไม่ใช้	2	1	-	3
รวม	7	20	8	35



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงอุปกรณ์ช่วยในการเดินทางของผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 4.6 กิจกรรมที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

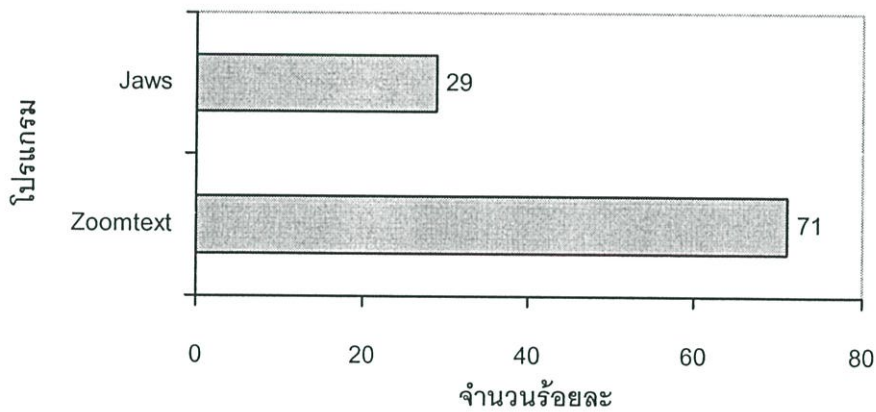
กิจกรรม	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์			
	สมาคมคนตาบอด	วิทยาลัยราชสุดา	โรงเรียนสอนคนตาบอด กรุงเทพ	รวม (คน)
บทเรียน(Ms.Office)	4	14	6	24
อินเทอร์เน็ต (www.,email)	1	1	1	3
ความบันเทิง(ดูหนัง-ฟัง เพลง)	2	5	1	8
รวม	7	20	8	35



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงกิจกรรมที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 4.7 โปรแกรมที่ใช้ช่วยในการทำงานของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

โปรแกรมที่ช่วย ในการทำงาน	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์			
	สมาคมคนตาบอด	วิทยาลัยราชสุดา	โรงเรียนสอนคนตาบอด	รวม(คน)
โปรแกรมขยาย ขนาดตัวอักษร (Zoomtext)	6	12	7	25
โปรแกรม เปลี่ยนข้อความ เป็นเสียง(Jaws)	1	8	1	10
รวม	7	20	8	35



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงโปรแกรมที่ใช้ในช่วยการทำงานของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

## 4.2 การวางผังเฟอร์นิเจอร์

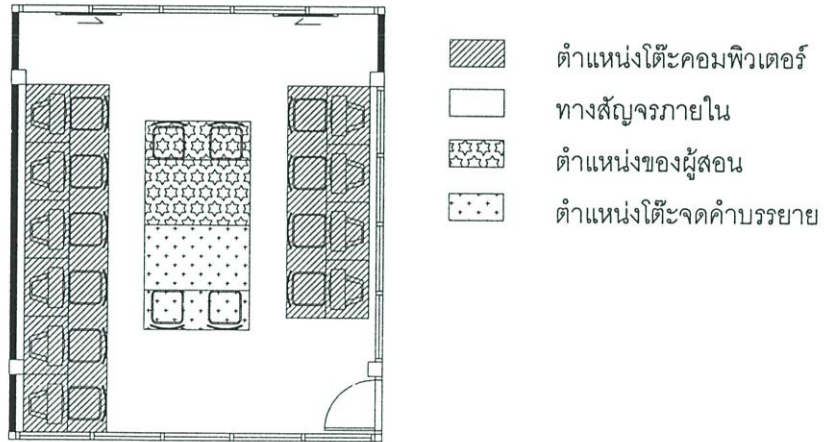
จากการสำรวจห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง ได้แก่  
 ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย  
 ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา  
 ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ  
 การศึกษาใช้แบบสำรวจการใช้พื้นที่ และนำมาวิเคราะห์ด้วยการเปรียบเทียบองค์ประกอบ  
 ของพื้นที่

#### 4.2.1 องค์ประกอบของพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

จากการศึกษาองค์ประกอบของพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สามารถแบ่งพื้นที่ออกเป็นบริเวณหลักๆ 4 ส่วนคือ ตำแหน่งโต๊ะคอมพิวเตอร์ โต๊ะจุดคำบรรยาย พื้นที่ของผู้สอน และเส้นทางสัญจร โดยมีรายละเอียดดังนี้

##### ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย

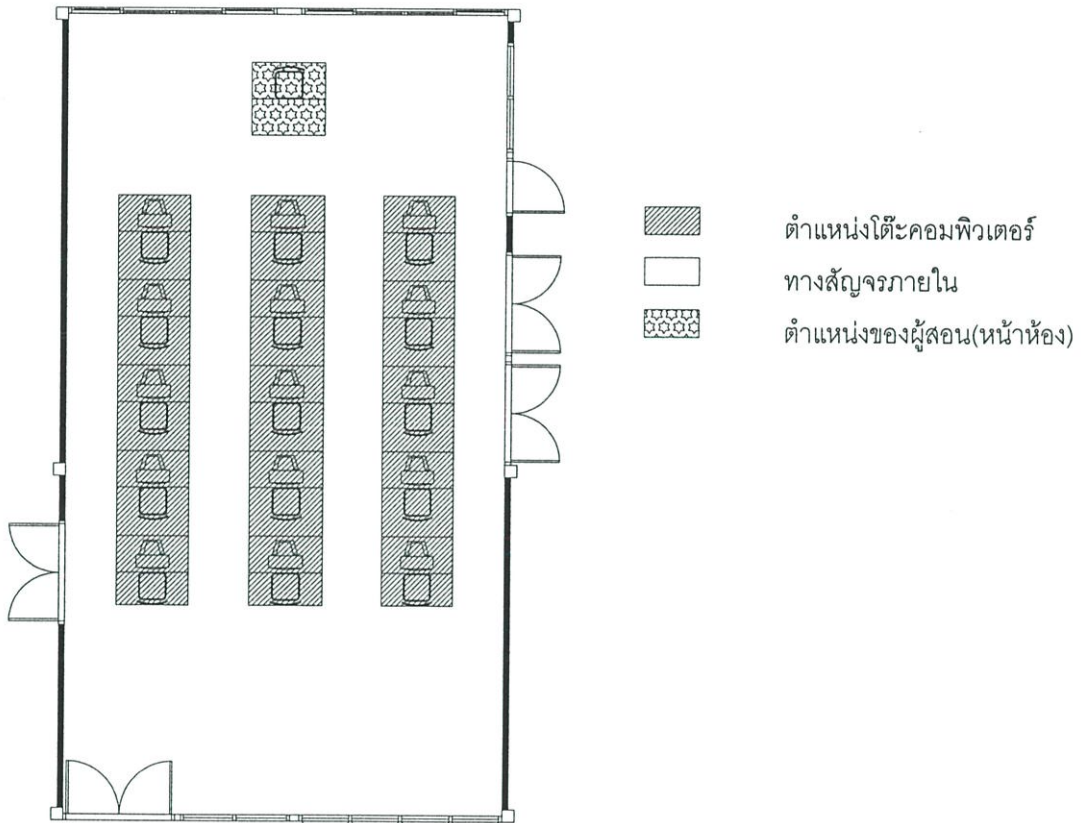
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย มีพื้นที่ 29 ตร.ม. จัดตำแหน่งโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ แบบหันหน้าเข้าผนัง 2 ด้าน โต๊ะจุดคำบรรยายอยู่ตรงกลางห้อง พื้นที่ของผู้สอนอยู่ตรงกลางด้านหน้าห้อง มีทางสัญจรภายในอยู่ตรงกลางห้อง ระหว่างโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ โดยมี พื้นที่โต๊ะวางคอมพิวเตอร์ และโต๊ะจุดคำบรรยายคิดเป็นร้อยละ 46 อีกร้อยละ 54 ของห้องปฏิบัติการ เป็นทางสัญจรภายในและพื้นที่ของผู้สอน



รูปที่ 4.8 การจัดกลุ่มของพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย แบบหันหน้าเข้าผนัง

### ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา (แบบเรียงหน้ากระดาน)

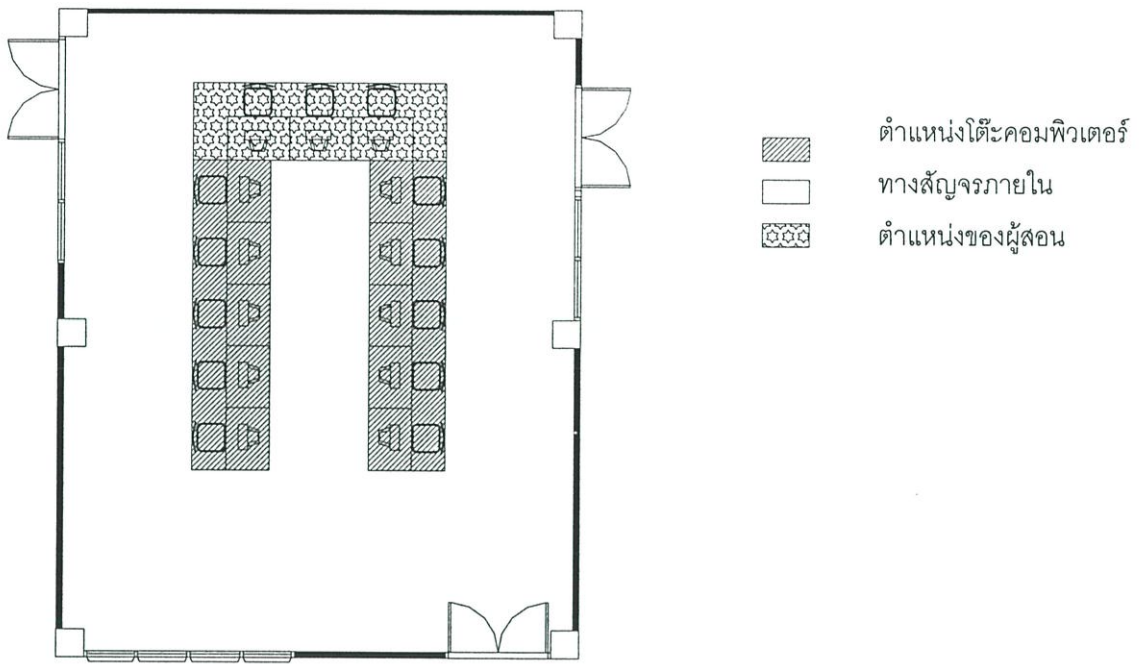
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา (แบบเรียงหน้ากระดาน) มีพื้นที่ 96 ตร.ม. จัดตำแหน่งโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ แบบแถวเรียงหน้ากระดาน พื้นที่ของผู้สอนอยู่ตรงกลางด้านหน้าห้อง มีทางสัญจรภายในอยู่ระหว่างโต๊ะวางคอมพิวเตอร์แต่ละแถว โดยมี พื้นที่โต๊ะวางคอมพิวเตอร์ คิดเป็นร้อยละ 27 อีกร้อยละ 73 ของห้องปฏิบัติการ เป็นทางสัญจรภายในและพื้นที่ของผู้สอน



รูปที่ 4.9 การจัดกลุ่มของพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา (แบบเรียงหน้ากระดาน)

### ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา (แบบรูปตัว U )

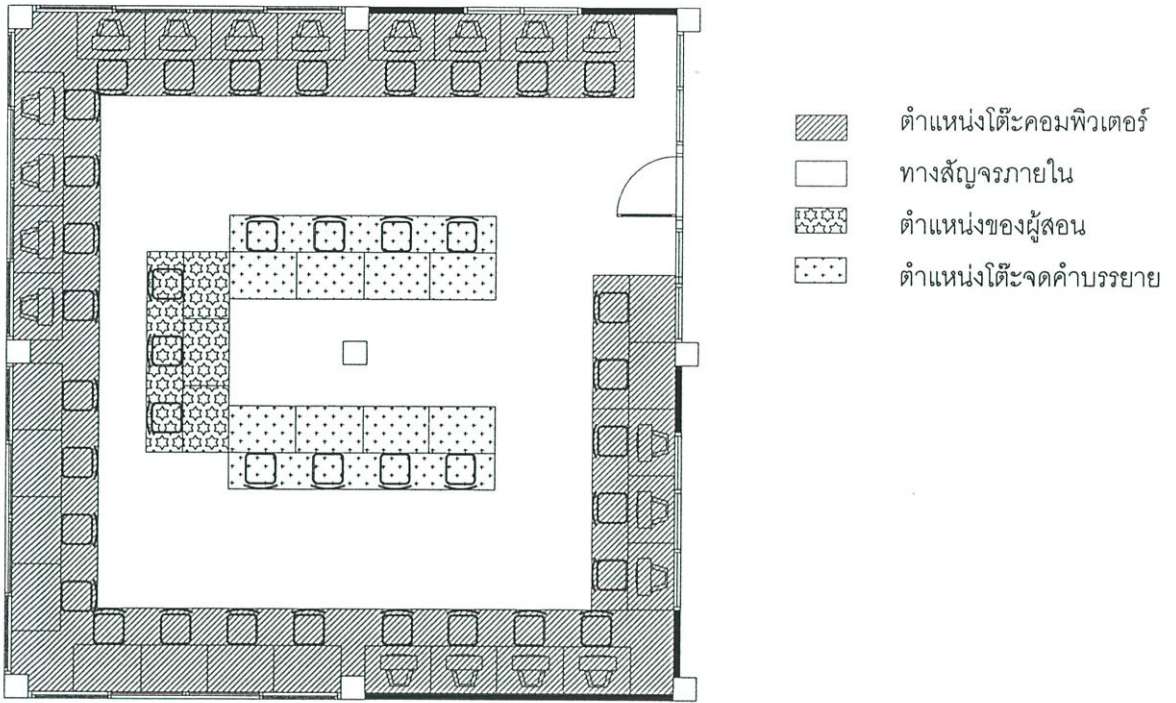
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา (แบบรูปตัว U) มีพื้นที่ 85 ตร.ม. จัดตำแหน่งโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ แบบรูปตัว U พื้นที่ของผู้สอนอยู่ตรงกลางด้านหน้าห้อง มีทางสัญจรภายในอยู่ โดยรอบโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ โดยมี พื้นที่โต๊ะวางคอมพิวเตอร์ คิดเป็นร้อยละ 21 อีกร้อยละ 79 ของห้องปฏิบัติการ เป็นทางสัญจรภายในและพื้นที่ของผู้สอน



รูปที่ 4.10 การจัดกลุ่มของพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา  
(แบบรูปตัว U)

#### ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ

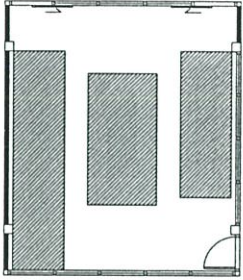
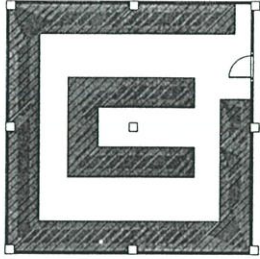
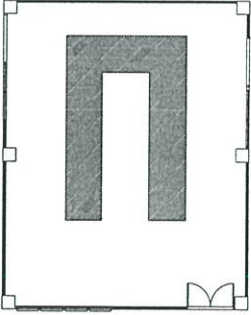
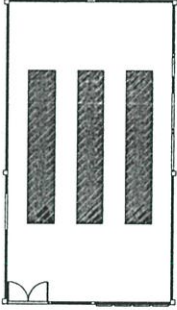
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ มีพื้นที่ 98 ตร.ม. จัดตำแหน่งโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ แบบหันหน้าเข้าผนัง ทุก ด้าน โต๊ะจัดคำบรรยายจัดเป็นรูปตัว U อยู่ตรงกลางห้อง พื้นที่ของผู้สอนอยู่ตรงกลางด้านหน้าห้อง มีทางสัญจรภายในอยู่ โดยรอบโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ โดยมี พื้นที่โต๊ะวางคอมพิวเตอร์ คิดเป็นร้อยละ 53 อีกร้อยละ 47 ของห้องปฏิบัติการเป็นทางสัญจรภายในและพื้นที่ของผู้สอน



รูปที่ 4.11 การจัดกลุ่มของพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์โรงเรียนสอนคนตาบอด  
 กรุงเทพฯ (แบบหันหน้าเข้าผนัง)

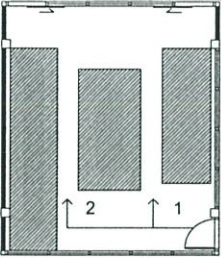
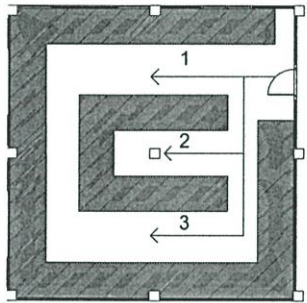
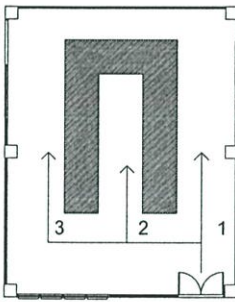
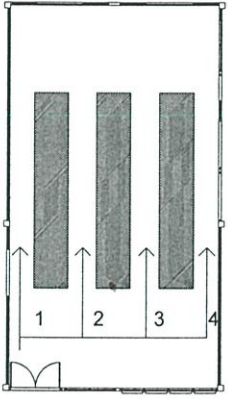
จากการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ พบว่าองค์ประกอบ  
 ของพื้นที่จะมีความสัมพันธ์กับการจัดตำแหน่งโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ แบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

ตารางที่ 4.8 การจัดวางโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ตามลักษณะของเส้นทางสัญจร

<p>แบบที่ 1 โต๊ะวางคอมพิวเตอร์วางหันหน้าเข้าผนังห้อง</p> <p>เส้นทางสัญจรอยู่ตรงกลาง</p>	
	
<p>ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีการจัดโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบวางหันหน้าเข้าผนังห้อง จะจัดโต๊ะจุดคำบรรยายไว้ตรงกลางห้อง เนื่องจากขณะที่ใช้งานคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะนั่งหันหลังหรือหันข้างให้กับผู้สอน เมื่อมีการจุดคำบรรยาย นักเรียนจะย้ายจากโต๊ะคอมพิวเตอร์มานั่งที่โต๊ะจุดคำบรรยาย</p>	
<p>แบบที่ 2 โต๊ะวางคอมพิวเตอร์วางตรงกลางห้อง</p> <p>เส้นทางสัญจรโดยรอบ</p>	
	
<p>ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีการจัดโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบรูปตัว U หรือ แบบเรียงแถวหน้ากระดาน ในตำแหน่งตรงกลางห้อง จะไม่มีโต๊ะจุดคำบรรยาย เนื่องจากนักเรียนสามารถหันหน้าไปหาตำแหน่งของผู้สอนได้ ถึงแม้ว่านักเรียนที่ตาบอดจะไม่สามารถมองเห็นผู้สอนก็ตาม แต่โดยธรรมชาติและโดยมารยาทแล้ว นักเรียนจะหันหน้าไปยังตำแหน่งของผู้สอนเสมอเมื่อมีการจุดคำบรรยาย หรือเวลาที่ต้องการถามหรือพูดคุยกับผู้สอน</p>	

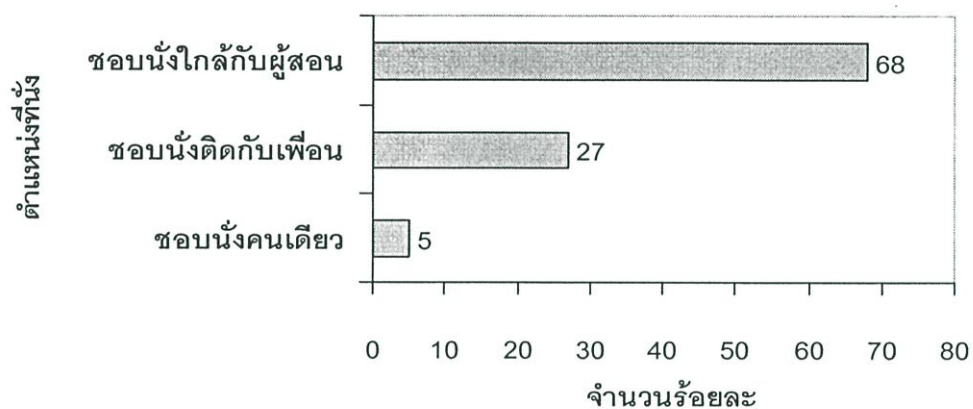
จากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ที่เป็นกรณีศึกษาทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์รูปแบบของการจัดแปลน พบว่ามีความแตกต่างกันในเรื่องของความซับซ้อนของผังพื้น โดยใช้วิธีพิจารณาจากจำนวนของจุดทางแยก ทางเลี้ยว ดังนี้

ตารางที่ 4.9 การจัดแปลนแบ่งตามความซับซ้อนของผังพื้นพิจารณาจากจำนวนของจุดทางแยก

รูปแบบของการจัดแปลน	จำนวนของจุดทางแยก	ความซับซ้อนของผังพื้น	
	2	น้อย	<p><u>แบบที่ 1</u></p> <p>โต๊ะคอมพิวเตอร์วางหันหน้าเข้าผนัง</p> <p>โต๊ะจดคำบรรยายอยู่ตรงกลาง</p>
	3	ปานกลาง	<p><u>แบบที่ 2</u></p> <p>โต๊ะคอมพิวเตอร์วางหันหน้าเข้าผนัง</p> <p>โต๊ะจดคำบรรยายจัดเป็นรูปตัว U อยู่ตรงกลาง</p>
	3	ปานกลาง	<p><u>แบบที่ 3</u></p> <p>โต๊ะคอมพิวเตอร์จัดเป็นรูปตัว U</p>
	4	มาก	<p><u>แบบที่ 4</u></p> <p>โต๊ะคอมพิวเตอร์วางเรียงแถวหน้ากระดาน</p>

ตารางที่ 4.10 การเลือกตำแหน่งที่นั่งสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้

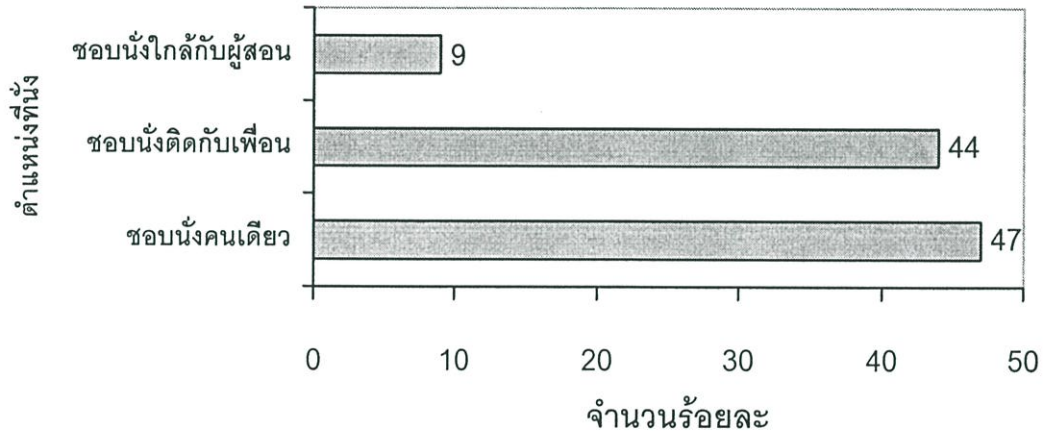
ตำแหน่งที่นั่ง กิจกรรมด้านการเรียน	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์			
	สมาคมคน ตาบอด	วิทยาลัยราชสุดา	โรงเรียนสอนคนตาบอด กรุงเทพ	รวม (คน)
ชอบนั่งคนเดียว	1	1	1	3
ชอบนั่งติดกับเพื่อน	2	4	2	8
ชอบนั่งใกล้กับผู้สอน	4	15	5	24
รวม	7	20	8	35



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการเลือกตำแหน่งที่นั่งสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 4.11 การเลือกตำแหน่งที่นั่งสำหรับกิจกรรมความบันเทิง

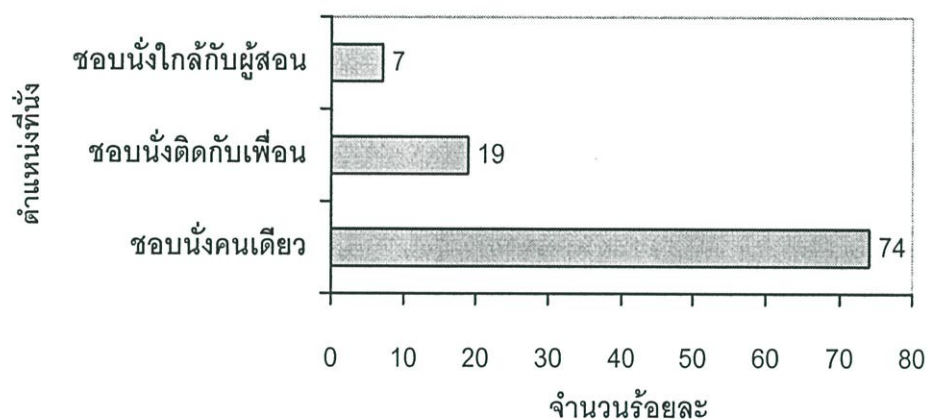
ตำแหน่งที่นั่ง กิจกรรมด้านบันเทิง	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์			รวม (คน)
	สมาคมคนตา บอด	วิทยาลัยราช สุดา	โรงเรียนสอนคนตาบอด กรุงเทพ	
ชอบนั่งคนเดียว	3	10	3	16
ชอบนั่งติดกับเพื่อน	3	8	4	15
ชอบนั่งไกลกับผู้สอน	1	2	1	4
รวม	7	20	8	35



รูปที่ 4.13 แสดงการเลือกตำแหน่งที่นั่งสำหรับกิจกรรมความบันเทิง

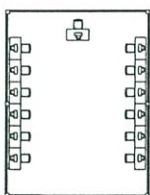
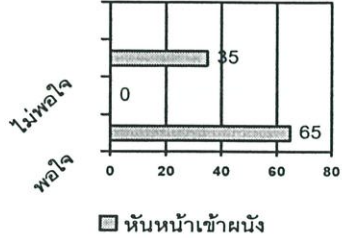
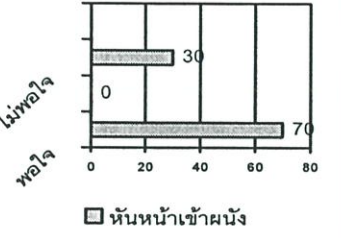
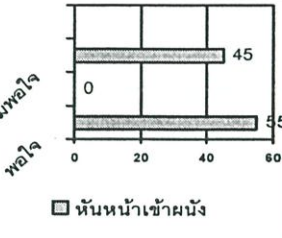
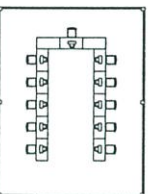
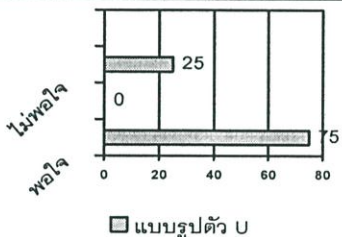
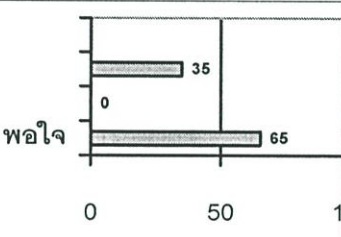
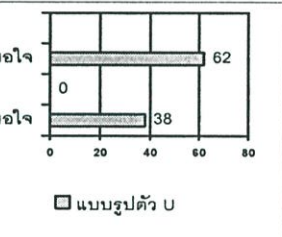
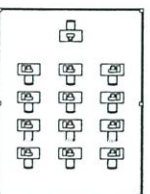
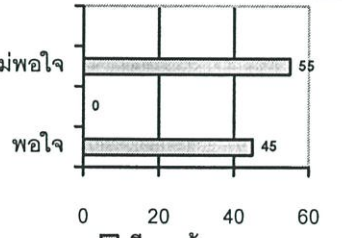
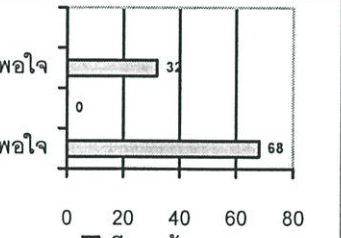
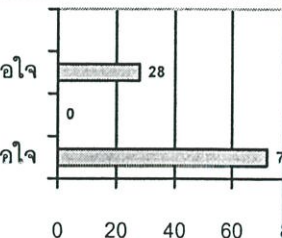
ตารางที่ 4.12 การเลือกตำแหน่งที่นั่งสำหรับกิจกรรมอินเทอร์เน็ต

ตำแหน่งที่นั่ง กิจกรรมด้านอินเทอร์เน็ต	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์			รวม (คน)
	สมาคมคน ตาบอด	วิทยาลัย ราชสุดา	โรงเรียนสอนคนตาบอด กรุงเทพ	
ชอบนั่งคนเดียว	4	16	5	25
ชอบนั่งติดกับเพื่อน	2	3	2	7
ชอบนั่งใกล้กับผู้สอน	1	1	1	3
รวม	7	20	8	35



รูปที่ 4.14 แสดงการเลือกตำแหน่งที่นั่งสำหรับกิจกรรมอินเทอร์เน็ต

ตารางที่ 4.13 แสดงความพึงพอใจรูปแบบของการจัดโต๊ะ ของผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ แยกตามประเภทของกิจกรรม

การวางผัง เฟอร์นิเจอร์	ประเภทของกิจกรรม		
	บทเรียน(Ms.Office)	ความบันเทิง (ดูหนัง-ฟังเพลง)	อินเทอร์เน็ต (www,email)
 <p>หันหน้าเข้ามั่ง</p>	 <p>หันหน้าเข้ามั่ง</p>	 <p>หันหน้าเข้ามั่ง</p>	 <p>หันหน้าเข้ามั่ง</p>
 <p>รูปตัว U</p>	 <p>แบบรูปตัว U</p>	 <p>รูปตัว U</p>	 <p>แบบรูปตัว U</p>
 <p>เรียงหน้ากระดาน</p>	 <p>เรียงหน้ากระดาน</p>	 <p>เรียงหน้ากระดาน</p>	 <p>เรียงหน้ากระดาน</p>

#### 4.2.2 ระยะห่างระหว่างโต๊ะคอมพิวเตอร์

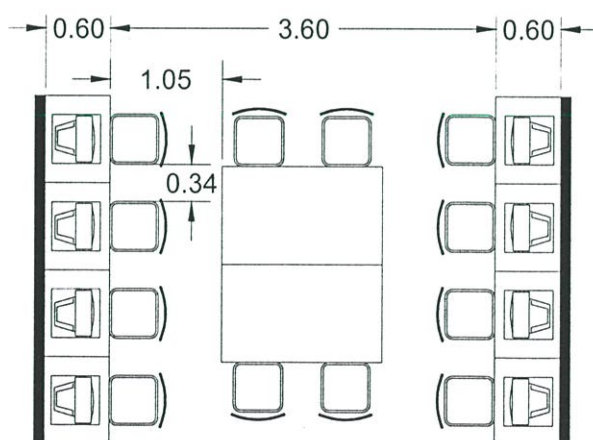
จากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่เป็นกรณีศึกษา ซึ่งมีรูปแบบการจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แตกต่างกันไป ทำให้ระยะห่างระหว่างโต๊ะคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์แต่ละแห่งแตกต่างกัน และมีผลต่อการใช้งานในกิจกรรมที่ต่างกัน 3 แบบ คือ กิจกรรมด้านการเรียน กิจกรรมด้านบันเทิง และกิจกรรมด้านอินเทอร์เน็ต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

##### ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย

สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย จัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบหันหน้าเข้าผนัง คือ นักเรียนจะนั่งหันหน้าเข้าผนัง และหันด้านข้างให้กับผู้สอน โต๊ะคอมพิวเตอร์มีขนาด  $0.60 \times 0.80$  เมตร มีลิ้นชักวางแป้นพิมพ์ด้านล่าง และเครื่องคอมพิวเตอร์วางบนโต๊ะ จอมอนิเตอร์วางซ้อนอยู่ด้านบน



รูปที่ 4.15 การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบหันหน้าเข้าผนัง มีโต๊ะจดคำบรรยายอยู่ตรงกลาง



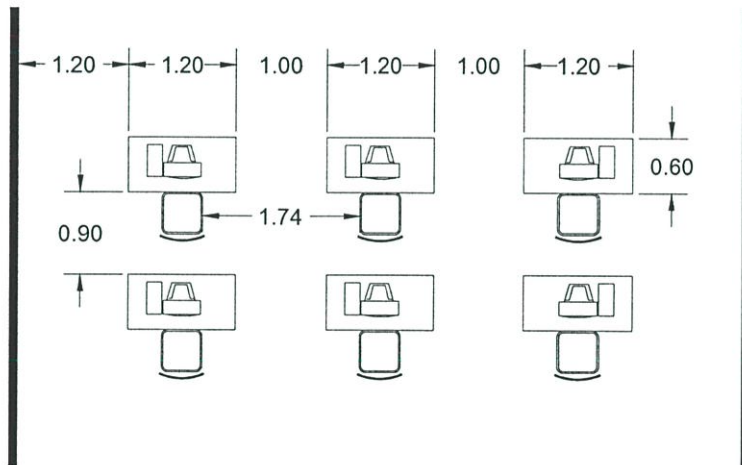
รูปที่ 4.16 ระยะห่างระหว่างโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบหันหน้าเข้าผนัง

### ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา (แบบเรียงหน้ากระดาน)

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา จัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบ แบบเรียงหน้ากระดานคือนักเรียนจะนั่งหันหน้าในทิศทางเดียวกันไปหาผู้สอน โต๊ะคอมพิวเตอร์มีขนาด 0.60 x 1.20 เมตร มีลิ้นชักวางแป้นพิมพ์ด้านล่าง และเครื่องคอมพิวเตอร์วางบนโต๊ะ ในตำแหน่งด้านข้างของจอมอนิเตอร์



รูปที่ 4.17 การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบ เรียงหน้ากระดาน



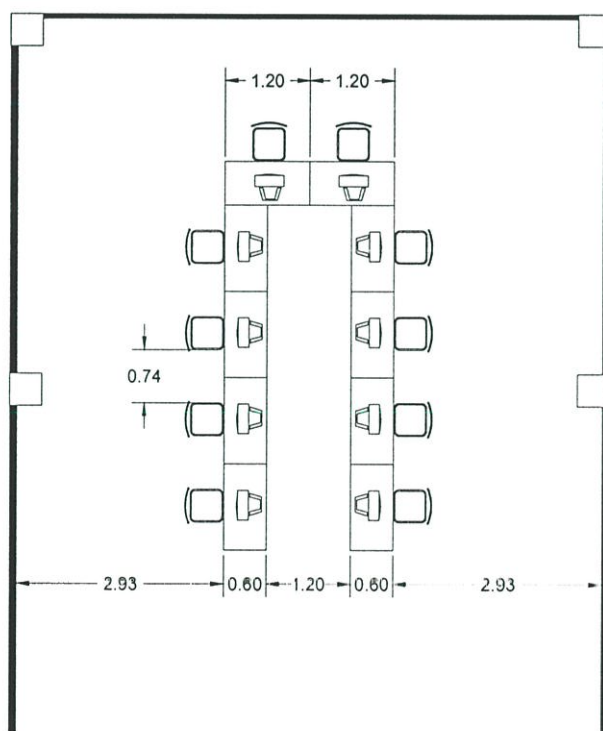
รูปที่ 4.18 ระยะห่างระหว่างโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบ เรียงหน้ากระดาน

### ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา (แบบรูปตัว U)

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยราชสุดา จัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบรูปตัว U คือ นักเรียนจะนั่งหันหน้าเข้าหากันและหันด้านข้างให้กับผู้สอน โต๊ะคอมพิวเตอร์มีขนาด  $0.60 \times 1.20$  เมตร วางเป็นพิมพ์ระดับเดียวกับจอมอนิเตอร์ เครื่องคอมพิวเตอร์วางไว้ใต้โต๊ะ ในตำแหน่งด้านข้าง



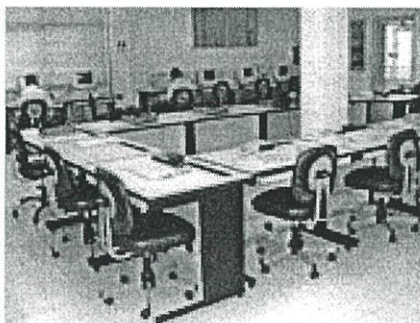
รูปที่ 4.19 การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบ รูปตัว U



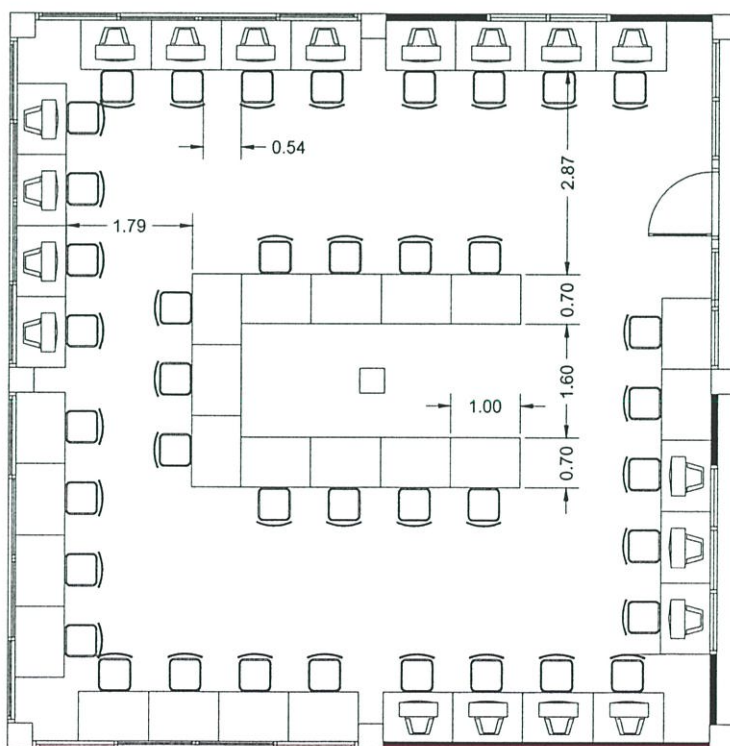
รูปที่ 4.20 ระยะห่างระหว่างโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบรูปตัว U

### ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ

โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบหันหน้าเข้าผนังทั้ง 4 ด้าน คือ นักเรียนจะนั่งหันหน้าเข้าผนัง และหันด้านข้างหรือด้านหลังให้กับผู้สอน โต๊ะคอมพิวเตอร์มีขนาด  $0.70 \times 1.00$  เมตร มีลิ้นชักวางแป้นพิมพ์ด้านล่าง และเครื่องคอมพิวเตอร์วางบนโต๊ะ ด้านข้างของจอมอนิเตอร์ โต๊ะจัดคำบรรยายใช้โต๊ะคอมพิวเตอร์จัดเป็นรูปตัว U อยู่ตรงกลางห้อง

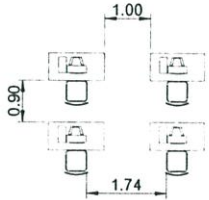
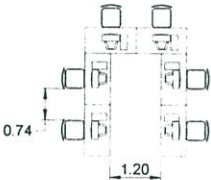
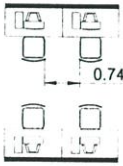


รูปที่ 4.21 การจัดวางโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบ วางหันหน้าเข้าผนังและมีโต๊ะจัดคำบรรยายตรงกลาง

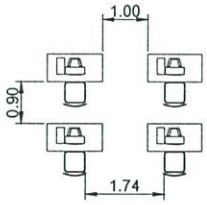
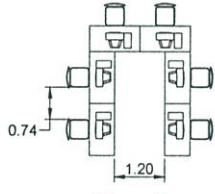
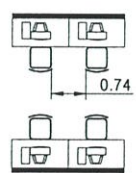


รูปที่ 4.22 ระยะห่างระหว่างโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบวางหันหน้าเข้าผนังและมีโต๊ะจัดคำบรรยายตรงกลาง

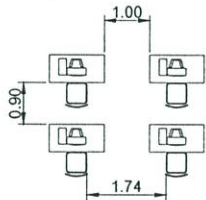
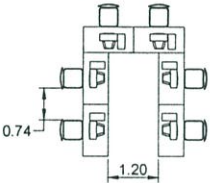
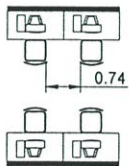
ตารางที่ 4.14 ความพึงพอใจระยะห่างระหว่างโต๊ะ(กิจกรรมด้านการเรียน)

	วิเคราะห์	
	ข้อดี	ข้อเสีย
<p>แบบเรียงแถวหน้ากระดาน</p>  <p>ความพึงพอใจมาก อันดับที่ 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สะดวกในการดูแลรักษา ถอดเปลี่ยน อุปกรณ์ต่างๆ</li> <li>- นักเรียนสามารถมองผู้สอนได้ชัดเจน</li> <li>- สามารถจัด จำนวนโต๊ะได้มากกว่าแบบอื่น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ถ้าผู้สอนเป็นผู้ที่บกพร่องทางสายตา จะไม่สะดวกในการเดินไปหานักเรียน</li> <li>- กรณีที่นักเรียนมีปัญหาการเดินทางไปถามเพื่อนหรือผู้สอนจะทำได้ยากกว่าแบบอื่น</li> <li>- การเดินสายไฟต้องเดินแยกผ่านโต๊ะทุกตัว ถ้าไม่เรียบร้อยนักเรียนจะมีความรู้สึกไม่ปลอดภัยและอาจเดินสะดุดได้</li> </ul>
<p>แบบรูปตัว U</p>  <p>ความพึงพอใจมาก อันดับที่ 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สะดวกในการดูแลรักษา ถอดเปลี่ยน อุปกรณ์ต่างๆ</li> <li>- นักเรียนสามารถมองผู้สอนได้ชัดเจน</li> <li>- การเดินสายไฟทำได้ง่าย ไม่มีปัญหาในเรื่อง นักเรียนจะเดินสะดุด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขนาดของห้องต้องมีพื้นที่เพียงพอ เนื่องจากต้องใช้พื้นที่สำหรับเส้นทางสัญจรโดยรอบ</li> <li>- สามารถจัด จำนวนโต๊ะได้น้อยกว่าแบบอื่น</li> </ul>
<p>แบบหันหน้าเข้าผนัง</p>  <p>ความพึงพอใจมาก อันดับที่ 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ถ้าผู้สอนเป็นผู้ที่บกพร่องทาง สายตา จะสะดวกในการเดินไปหานักเรียน</li> <li>- การเดินสายไฟทำได้ง่าย ไม่มีปัญหาในเรื่อง นักเรียนจะเดินสะดุด นักเรียนจะมีความรู้สึกปลอดภัยกว่าแบบอื่น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่สะดวกในการดูแลรักษา ถอดเปลี่ยน อุปกรณ์ต่างๆ</li> <li>- นักเรียนไม่สามารถมองผู้สอนได้ชัดเจน</li> </ul>

ตารางที่ 4.15 ความพึงพอใจระยะห่างระหว่างโต๊ะ(กิจกรรมด้านบันเทิง)

	วิเคราะห์	
	ข้อดี	ข้อเสีย
<p>แบบเรียงแถวหน้ากระดาน</p>  <p>ความพึงพอใจเท่ากัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้ใช้ที่ต้องการความเป็นส่วนตัว จะเลือกการจัดโต๊ะแบบนี้ เนื่องจากมีระยะห่าง ระหว่างโต๊ะ เพราะผู้ใช้แต่ละคนมีความชอบแตกต่างกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กรณีที่นักเรียนต้องการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนจะทำได้ยากกว่าแบบอื่น</li> <li>- การเดินสายไฟต้องเดินแยกผ่านโต๊ะทุกตัว ถ้าไม่เรียบร้อยนักเรียนจะมีความรู้สึกไม่ปลอดภัยและอาจเดินสะดุดได้</li> </ul>
<p>แบบรูปตัว U</p>  <p>ความพึงพอใจเท่ากัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กรณีที่นักเรียนต้องการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนจะทำได้สะดวก</li> <li>- สะดวกในการดูแลรักษา ถอดเปลี่ยน อุปกรณ์ต่างๆ</li> <li>- การเดินสายไฟทำได้ง่าย ไม่มีปัญหาในเรื่อง นักเรียนจะเดินสะดุด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขนาดของห้องต้องมีพื้นที่เพียงพอ เนื่องจากต้องใช้พื้นที่สำหรับเส้นทางสัญจรโดยรอบ</li> <li>- สามารถจัด จำนวนโต๊ะได้น้อยกว่าแบบอื่น</li> <li>- ผู้ใช้จะขาดความเป็นส่วนตัว</li> </ul>
<p>แบบหันหน้าเข้าผนัง</p>  <p>ความพึงพอใจเท่ากัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กรณีที่นักเรียนต้องการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนจะทำได้สะดวก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่สะดวกในการดูแลรักษา ถอดเปลี่ยน อุปกรณ์ต่างๆ</li> <li>- ผู้ใช้จะขาดความเป็นส่วนตัว</li> </ul>

ตารางที่ 4.16 ความพึงพอใจระยะห่างระหว่างโต๊ะ (อินเทอร์เน็ต)

	วิเคราะห์	
	ข้อดี	ข้อเสีย
<p>แบบเรียงแถวหน้ากระดาน</p>  <p>ความพึงพอใจ อันดับที่ 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้ใช้ที่ต้องการทำกิจกรรมที่ต้องการความเป็นส่วนตัว จะเลือกการจัดโต๊ะแบบนี้ เนื่องจากมีระยะห่าง ระหว่างโต๊ะมากที่สุด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กรณีที่นักเรียนต้องการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนจะทำได้ยากกว่าแบบอื่น</li> <li>- การเดินสายไฟต้องเดินแยกผ่านโต๊ะทุกตัว ถ้าไม่เรียบร้อย นักเรียนจะมีความรู้สึกไม่ปลอดภัย และอาจเดินสะดุดได้</li> </ul>
<p>แบบรูปตัว U</p>  <p>ความพึงพอใจ เท่ากัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กรณีที่นักเรียนต้องการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนจะทำได้สะดวก</li> <li>- สะดวกในการดูแลรักษา ถอดเปลี่ยน อุปกรณ์ต่างๆ</li> <li>- การเดินสายไฟทำได้ง่าย ไม่มีปัญหาในเรื่อง นักเรียนจะเดินสะดุด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขนาดของห้องต้องมีพื้นที่เพียงพอ เนื่องจากต้องใช้พื้นที่สำหรับเส้นทางสัญจรโดยรอบ</li> <li>- สามารถจัด จำนวนโต๊ะได้น้อยกว่าแบบอื่น</li> <li>- ผู้ใช้จะขาดความเป็นส่วนตัว</li> </ul>
<p>แบบหันหน้าเข้าผนัง</p>  <p>ความพึงพอใจ เท่ากัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กรณีที่นักเรียนต้องการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนจะทำได้สะดวก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่สะดวกในการดูแลรักษา ถอดเปลี่ยน อุปกรณ์ต่างๆ</li> <li>- ผู้ใช้จะขาดความเป็นส่วนตัว</li> </ul>

### 4.2.3 ความซับซ้อนของผังพื้น

วัตถุประสงค์ในการทดลองนี้ เพื่อหาว่าผังเฟอร์นิเจอร์ที่มีความซับซ้อนแตกต่างกันจะมีผลต่อการหาเส้นทางภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์อย่างไร

#### การทดลองเรื่องผังเฟอร์นิเจอร์

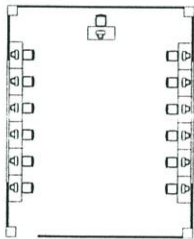
กลุ่มตัวอย่างใช้การคัดเลือกแบบเจาะจง จำนวน 17 คน เป็นนักเรียนในโครงการเตรียมความพร้อม เพื่อเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา จากวิทยาลัยราชสุดา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 มองเห็นเลือนราง จำนวน 9 คน มีช่วงอายุ ระหว่าง 15-18 ปี เพศชาย 5 คน หญิง 4 คน ทั้งหมดมีประสบการณ์ในการเดินทาง 1 ปี ใช้ไม้เท้าในการเดินทาง

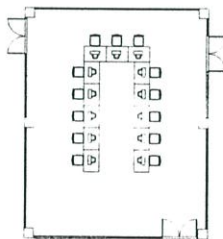
กลุ่มที่ 2 บอดสนิท จำนวน 8 คน มีช่วงอายุ ระหว่าง 15-18 ปี เพศชาย 7 คน หญิง 1 คน ทั้งหมดมีประสบการณ์ในการเดินทาง 1 ปี ใช้ไม้เท้าในการเดินทาง

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้รับการฝึกทักษะการเดินทางและเคลื่อนไหวในสภาพแวดล้อมก่อนที่จะทำการทดสอบ (Orientation & Mobility)

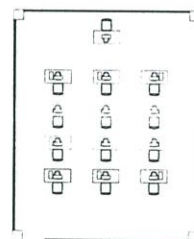
#### ผังเฟอร์นิเจอร์



แบบหันหน้าเข้าหาผนัง



แบบรูปตัว U

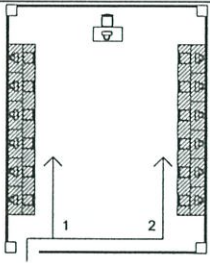
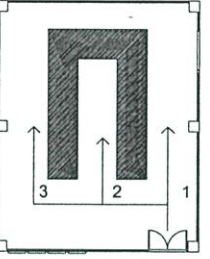
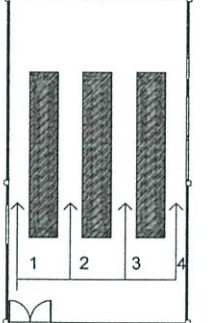


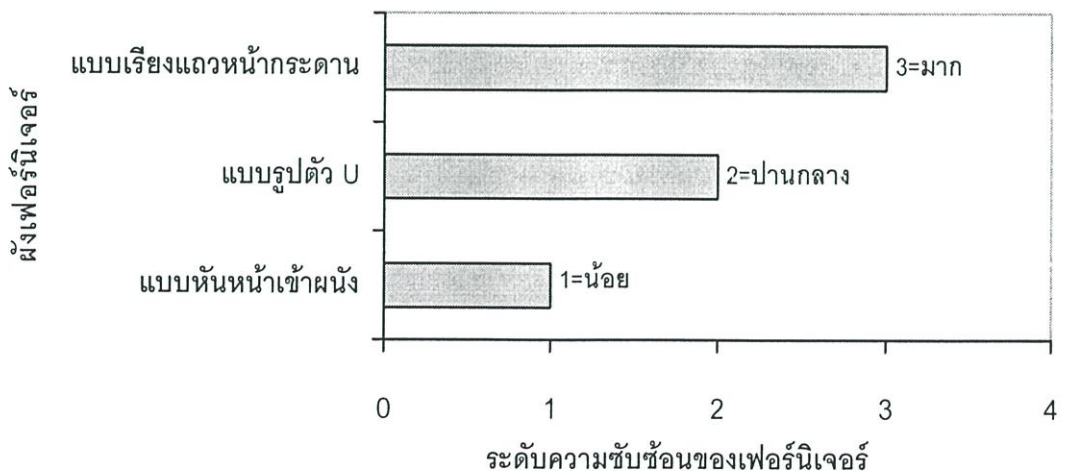
แบบเรียงแถวหน้ากระดาน



รูปที่ 4.23 การทดลองหาเส้นทางภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

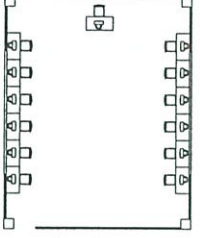
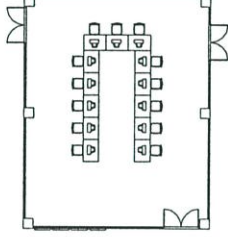
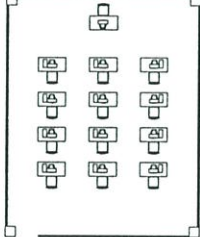
ตารางที่ 4.17 แสดงจำนวนจุดทางแยกและระดับความซับซ้อนของผังเฟอร์นิเจอร์

ประเภทของผัง	จำนวนจุดทางแยก	ระดับความซับซ้อนของผังพื้น
 <p>แบบหันหน้าเข้าหาผนัง</p>	2	น้อย
 <p>แบบรูปตัว U</p>	3	ปานกลาง
 <p>แบบเรียงแถวหน้ากระดาน</p>	4	มาก



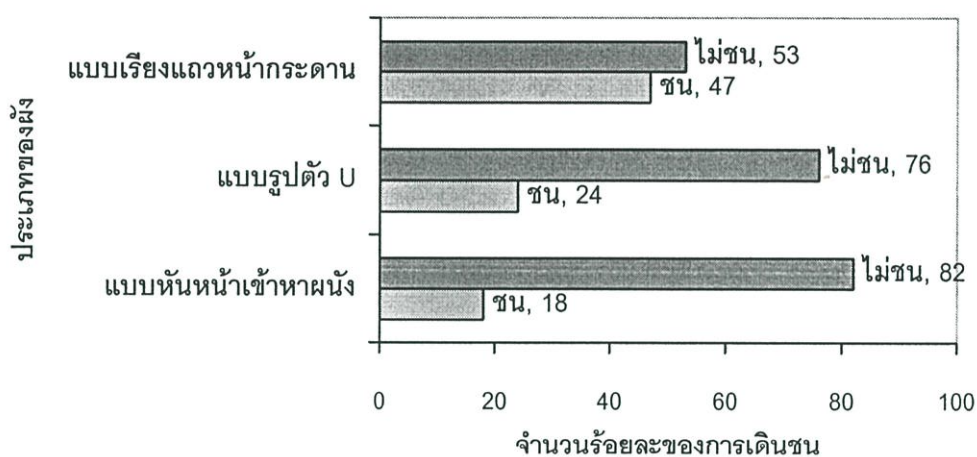
รูปที่ 4.24 ระดับความซับซ้อนของผังเฟอร์นิเจอร์

ตารางที่ 4.18 การเปรียบเทียบประเภทของผังและการหยุดและค้นหา

ประเภทของผัง	การหยุดและค้นหา(จำนวนครั้ง)				ระดับความซับซ้อนของผังพื้น
	หยุด		ไม่หยุด		
	มองเห็น เลื่อนวาง	บอดสนิท	มองเห็น เลื่อนวาง	บอดสนิท	
 <p>แบบหันหน้าเข้าหาผนัง</p>	1	2	8	6	น้อย
 <p>แบบรูปตัว U</p>	2	2	7	6	ปานกลาง
 <p>แบบเรียงแถวหน้ากระดาน</p>	3	4	6	4	มาก

ตารางที่ 4.19 การเดินชนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีระดับความซับซ้อนของผังพื้น

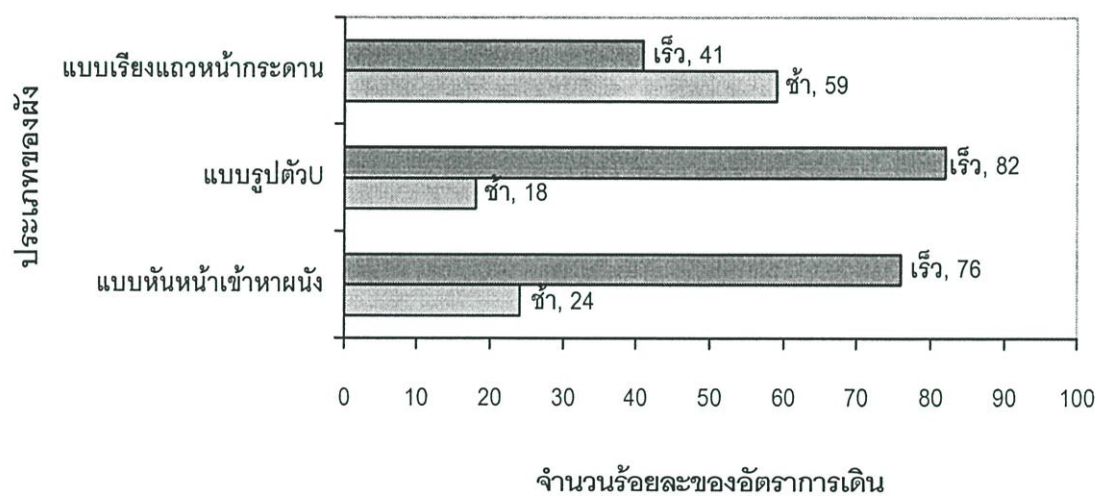
ประเภทของผัง	การชน				ระดับความซับซ้อนของผังพื้น
	ชน		ไม่ชน		
	มองเห็น เลื่อนราง	บอดสนิท	มองเห็น เลื่อนราง	บอดสนิท	
แบบหันหน้าเข้าหาผนัง	1	2	8	6	น้อย
แบบรูปตัว U	1	3	8	5	ปานกลาง
แบบเรียงแถวหน้ากระดาน	3	5	6	3	มาก



รูปที่ 4.25 แสดงการเดินชนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีระดับความซับซ้อนของผังพื้นต่างกัน

ตารางที่ 4.20 อัตราการเดินในห้องปฏิบัติการที่มีระดับความซับซ้อนของผังพื้นต่างกัน

ประเภทของผัง	อัตราการเดิน				ระดับความซับซ้อน ของผังพื้น
	ช้า (มากกว่า 30วินาที)		เร็ว (น้อยกว่า 30 วินาที)		
	มองเห็น เลื่อนราง	บอดสนิท	มองเห็น เลื่อนราง	บอดสนิท	
แบบหันหน้าเข้าหาผนัง	2	2	7	6	น้อย
แบบรูปตัว U	1	2	8	6	ปานกลาง
แบบเรียงแถวหน้ากระดาน	4	6	5	2	มาก



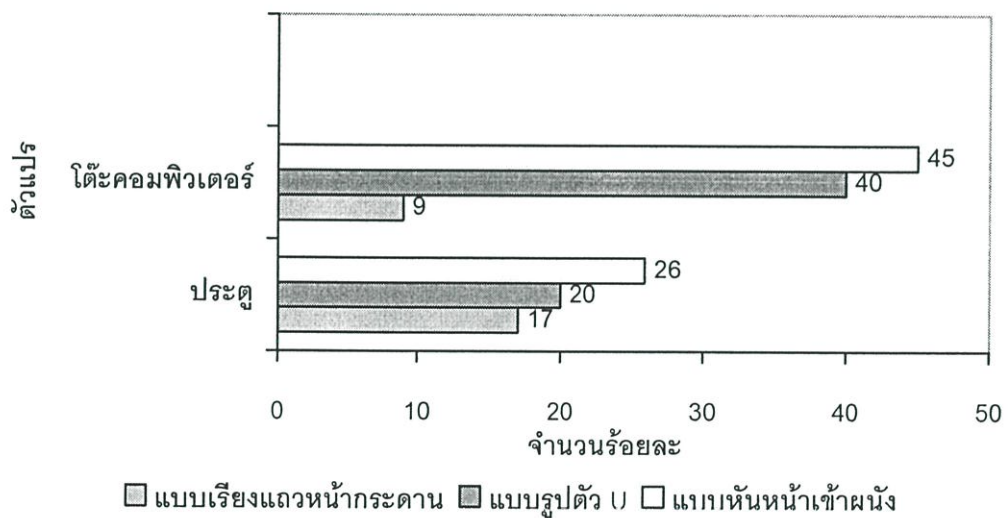
รูปที่ 4.26 แสดงอัตราการเดินในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีระดับความซับซ้อนของผังพื้นต่างกัน

#### 4.2.4 ความสะดวกในการเข้าพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

พบว่าการจัดผังแบบหันหน้าเข้าผนังเป็นแบบที่ผู้ใช้มีความพึงพอใจมากที่สุด รองลงมาคือแบบรูปตัว ยู และแบบเรียงหน้ากระดาน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.21 ความสะดวกในการเข้าพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ประเภทผัง	ตัวแปร	กลุ่มตัวอย่าง					
		กลุ่มที่ 1 มองเห็นเลือนราง			กลุ่มที่ 2 บอดสนิท		
		มาก	ปานกลาง	น้อย	มาก	ปานกลาง	น้อย
แบบเรียงแถวหน้า กระดาน	ประตูทางเข้า	5	15	5	1	5	4
	โต๊ะคอมพิวเตอร์	2	10	13	1	3	6
แบบรูปตัว U	ประตูทางเข้า	5	12	8	2	6	2
	โต๊ะคอมพิวเตอร์	10	10	5	4	4	2
แบบหันหน้าเข้าผนัง	ประตูทางเข้า	6	15	4	3	6	1
	โต๊ะคอมพิวเตอร์	12	8	5	4	6	-



รูปที่ 4.27 แสดงความสะดวกในการเข้าพื้นที่

#### 4.2.5 จุดสังเกตในการหาเส้นทางห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์


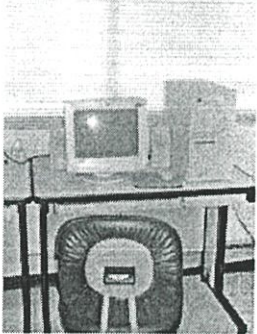

ตารางที่ 4.22 จุดสังเกตในการหาเส้นทางห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ประเภทของผัง เฟอร์นิเจอร์	ตัวแปร	กลุ่มตัวอย่าง	
		กลุ่มที่1 มองเห็นเลือนราง	กลุ่มที่2 บอดสนิท
แบบเรียงแถวหน้า กระดาน	ตำแหน่งโต๊ะ คอมพิวเตอร์	10	3
	ตำแหน่งเก้าอี้	5	2
	แนวผนัง	6	3
	แสง	2	-
	สี	2	-
	พื้นผิวสัมผัส	-	2
	เสียง	-	-
แบบรูปตัว U	ตำแหน่งโต๊ะ คอมพิวเตอร์	12	4
	ตำแหน่งเก้าอี้	6	4
	แนวผนัง	3	1
	แสง	1	-
	สี	3	-
	พื้นผิวสัมผัส	-	1
	เสียง	-	-
แบบหันหน้าเข้าผนัง	ตำแหน่งโต๊ะ คอมพิวเตอร์	7	3
	ตำแหน่งเก้าอี้	10	5
	แนวผนัง	5	2
	แสง	1	-
	สี	2	-
	พื้นผิวสัมผัส	-	-
	เสียง	-	-




#### 4.2.6 รูปแบบของโต๊ะคอมพิวเตอร์

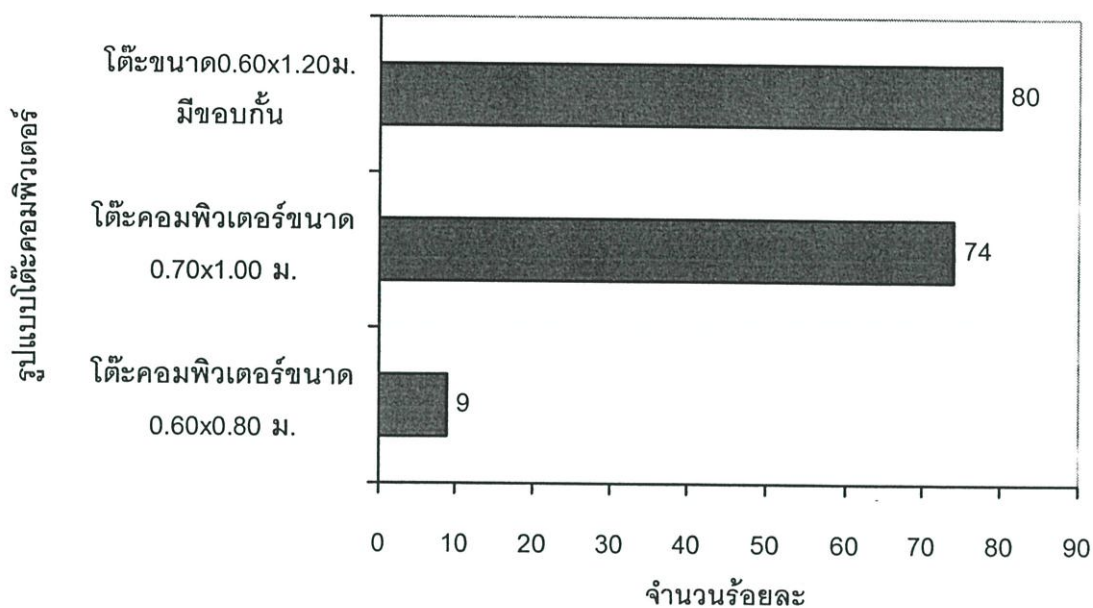
จากการสำรวจโต๊ะคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของบุคคลที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น พบว่ามีรูปแบบของโต๊ะและการวางตำแหน่งอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

ตารางที่ 4.23 รูปแบบของโต๊ะที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของบุคคลที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น

ขนาดของโต๊ะ	ภาพประกอบ
<p style="text-align: center;">0.80 0.60 <input type="text"/></p> <p>โต๊ะคอมพิวเตอร์แบบสำเร็จรูป มีลิ้นชักวางแป้นพิมพ์ ด้านล่าง เครื่องคอมพิวเตอร์ วาง ได้จอภาพ</p>	
<p style="text-align: center;">1.00 0.70 <input type="text"/></p> <p>โต๊ะคอมพิวเตอร์แบบสำเร็จรูป มีลิ้นชักวางแป้นพิมพ์ ด้านล่าง เครื่องคอมพิวเตอร์วางข้างจอภาพ</p>	
<p style="text-align: center;">1.20 0.60 <input type="text"/></p> <p>โต๊ะคอมพิวเตอร์แบบสั่งทำ มีขอบกั้นด้านหน้าและด้านข้างสูง 0.25 มีลิ้นชักวางแป้นพิมพ์ ด้านล่าง เครื่องคอมพิวเตอร์วางใต้โต๊ะ</p>	

ตารางที่ 4.24 ความพึงพอใจในรูปแบบโต๊ะคอมพิวเตอร์

รูปแบบและขนาดโต๊ะ	กลุ่มที่1 มองเห็นเลือนราง			กลุ่มที่2 บอดสนิท		
	ใหญ่	พอดี	เล็ก	ใหญ่	พอดี	เล็ก
<p style="text-align: center;">0.80</p> <p style="text-align: center;">0.60 </p> <p>โต๊ะคอมพิวเตอร์ขนาด0.60x0.80 ม. มีลึนชักวางแป้นพิมพ์ด้านล่าง เครื่องคอมพิวเตอร์วางใต้จอภาพ</p>	-	3	22	-	-	10
<p style="text-align: center;">1.00</p> <p style="text-align: center;">0.70 </p> <p>โต๊ะคอมพิวเตอร์ขนาด0.70x1.00 ม. มีลึนชักวางแป้นพิมพ์ด้านล่าง เครื่องคอมพิวเตอร์วางใต้จอภาพ</p>	3	20	2	2	6	2
<p style="text-align: center;">1.20</p> <p style="text-align: center;">0.60 </p> <p>โต๊ะคอมพิวเตอร์ขนาด0.60x1.20 ม. มีขอบกั้นด้านหน้าและด้านข้างสูง 0.25ม. วางแป้นพิมพ์บนโต๊ะ เครื่องคอมพิวเตอร์วางใต้โต๊ะ</p>	2	22	1	3	6	1

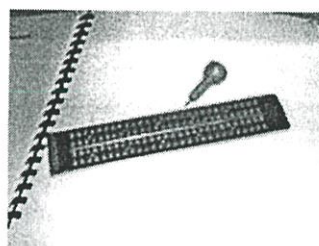


รูปที่ 4.28 ความพึงพอใจในรูปแบบโต๊ะคอมพิวเตอร์

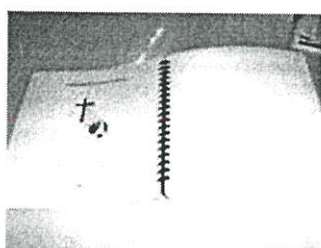
จากกราฟด้านบน พบว่าโต๊ะขนาด 0.60x1.20 ม. ซึ่งเป็นแบบที่มีขอบกั้น ด้านหน้าและด้านข้าง วาง แป้นพิมพ์บนโต๊ะ และวางเครื่องคอมพิวเตอร์ ไว้ใต้โต๊ะ เป็นแบบที่ผู้ใช้มีความพึงพอใจสูงสุด เพราะว่ามีพื้นที่วางของมากกว่าแบบอื่นๆ และสามารถป้องกันสิ่งของไม่ให้ตกไปที่พื้นได้ ทั้งนี้เนื่องจาก ผู้ที่บกพร่องทางสายตา จะมีอุปกรณ์เครื่องใช้ประจำตัว มากกว่าคนปกติ เช่น ไม้เท้า เครื่องมือสำหรับจด อักษร เบรลล์ กระดาษสำหรับจด ซึ่งต้องมีขนาดและจำนวนที่มากกว่าการจดแบบปกติ รวมไปถึงตำราคอมพิวเตอร์ที่เป็นอักษร เบรลล์ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าตำราคอมพิวเตอร์ทั่วไป



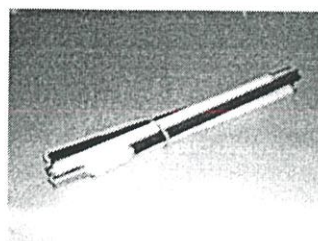
เครื่องมือและกระดาษสำหรับจด อักษร เบรลล์



เสลท เครื่องมือสำหรับจด อักษร เบรลล์






ตำราคอมพิวเตอร์ที่เป็นอักษร เบรลล์

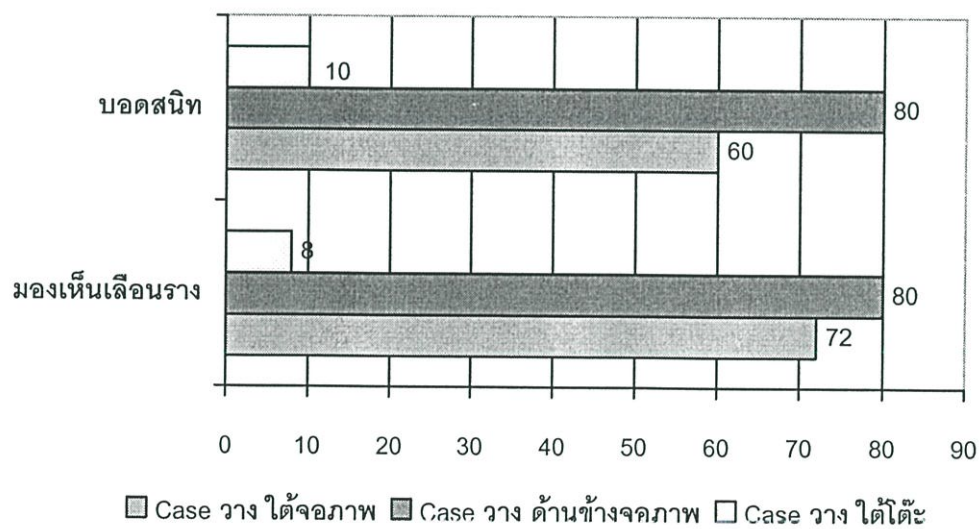


ไม้เท้า

รูปที่ 4.29 อุปกรณ์เครื่องใช้ของผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น

ตารางที่ 4.25 ความพึงพอใจในการวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์

ตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์	กลุ่มที่ 1 มองเห็นเลือนราง			กลุ่มที่ 2 บอดสนิท		
	มาก	ปานกลาง	น้อย	มาก	ปานกลาง	น้อย
วางได้จอภาพ 	18	5	2	6	3	1
วางด้านข้างจอภาพ 	20	3	2	8	1	1
วางได้โต๊ะ 	2	3	20	1	1	8



รูปที่ 4.30 แสดงความพึงพอใจในการวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์

#### 4.2.7 การวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์

จากข้อมูลพบว่า ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ทั้ง แบบที่ มองเห็นเลือนราง และ บอดสนิท มีความพึงพอใจสูงสุด ในเรื่องของรูปแบบของโต๊ะที่มีการวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์ไว้ที่ ด้านข้างจอภาพ สาเหตุจากในเรื่องการใช้งานโดยเฉพาะในคนตาบอดที่ต้องคอยฟังเสียงการทำงานของคอมพิวเตอร์ และยังมีข้อดีคือ การวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่วางแนวตั้งจะกินพื้นที่น้อยกว่าแบบอื่นๆ ทำให้มีพื้นที่สำหรับวางอุปกรณ์เครื่องใช้ประจำตัวมากขึ้น

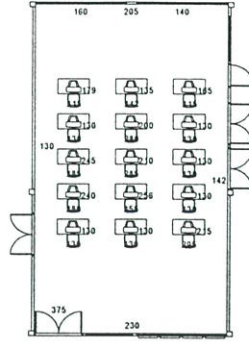


รูปที่ 4.31 การฟังเสียงการทำงานของฮาร์ดดิสก์(HARDDISK)




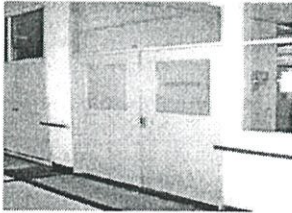


รูปที่ 4.32 การฟังเสียงการทำงานของดิสเกตต์(Diskette) ขณะบันทึกข้อมูล

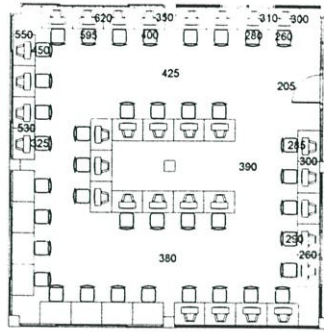
### 4.3 แสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ที่มีบกพร่องทางสายตา



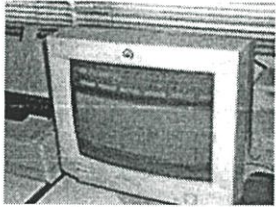
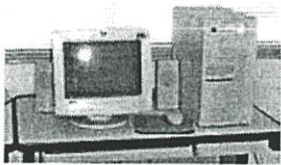

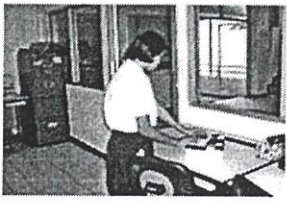
ตารางที่ 4.26 ระดับแสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

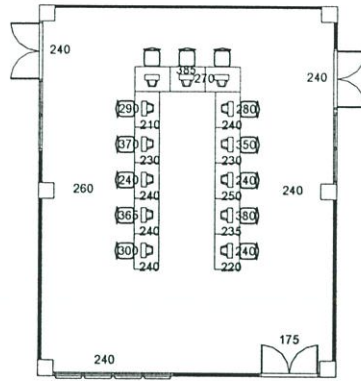
ตำแหน่งที่วัด	ระดับแสงสว่าง (Lux)	ความพึงพอใจ		
		สว่างเกินไป	พอดี	มืดไป
หน้าจอคอมพิวเตอร์ 	169	-	8	17
บริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์ 	176	-	7	18
เส้นทางสัญจร 	168	-	5	15
ประตูทางเข้า 	375	2	23	-

## โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ







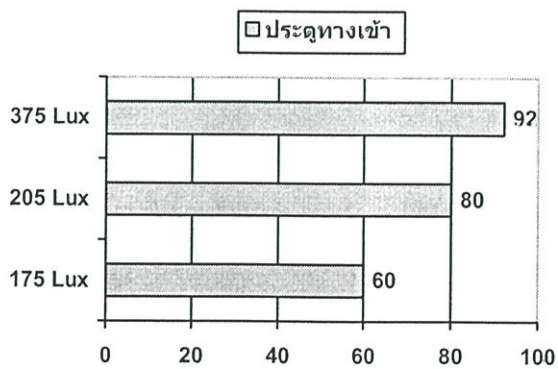
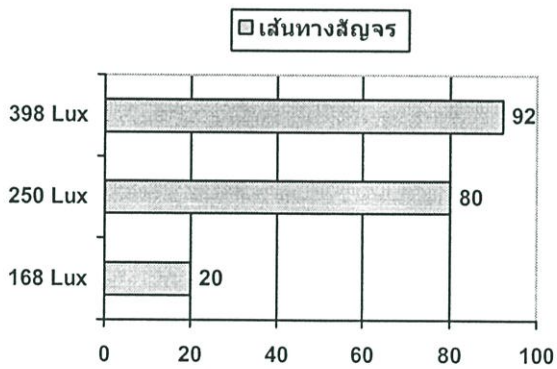
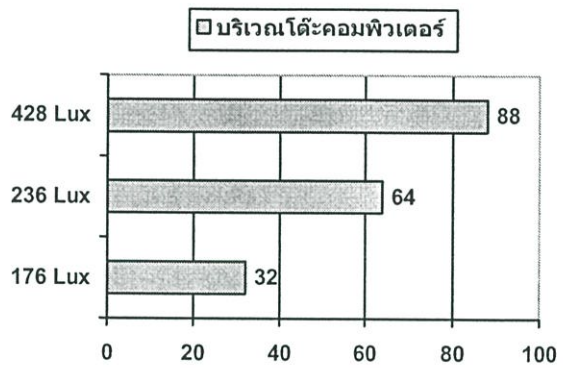
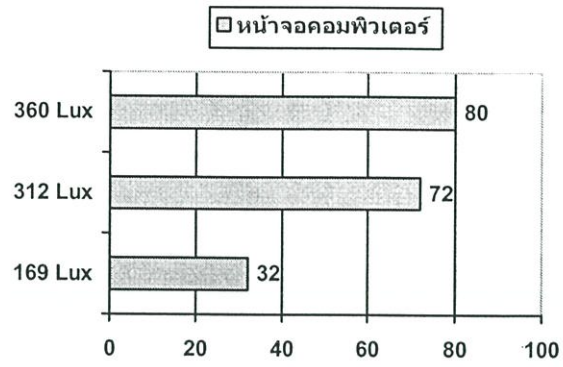
ตารางที่ 4.27 ระดับแสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ตำแหน่งที่วัด	ระดับแสงสว่าง (Lux)	ความพึงพอใจ		
		สว่างเกินไป	พอดี	มืดไป
 หน้าจอคอมพิวเตอร์	360	3	20	2
 บริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์	428	3	22	1
 เส้นทางสัญจร	398	-	23	1
 ประตูทางเข้า	205	-	20	5



ตารางที่ 4.28 ระดับแสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ตำแหน่งที่วัด	ระดับแสงสว่าง (Lux)	ความพึงพอใจ		
		สว่างเกินไป	พอดี	มืดไป
<p>หน้าจอคอมพิวเตอร์</p> 	312	3	18	4
<p>บริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์</p> 	236	2	16	7
<p>เส้นทางสัญจร</p> 	250	-	20	5
<p>ประตูทางเข้า</p> 	175	-	15	10



รูปที่ 4.33 แสดงความพึงพอใจในระดับแสงสว่าง(Lux)

#### 4.3.1 ความสม่ำเสมอของระดับความสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ความสม่ำเสมอของระดับความสว่างมีผลในเรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ในด้านสุขภาพของผู้ใช้งาน ถ้าระดับแสงสว่างภายในห้องมีความแตกต่างกันมาก จะก่อให้เกิดความอ่อนล้าทางสายตา เนื่องจากดวงตาจะต้องคอยปรับระดับความชัดเจนในการมองเห็นให้สอดคล้องกับระดับความสว่างที่เปลี่ยนไปอยู่ตลอดเวลา

ความสม่ำเสมอของระดับความสว่างโดยรอบบริเวณที่ทำงาน ไม่ควรมีระดับความสว่างน้อยกว่า  $1/3$  ของความส่องสว่างที่โต๊ะคอมพิวเตอร์หรือพื้นที่ทำงาน เช่น ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ มี ระดับความสว่าง 500 ลักซ์ บริเวณรอบข้างเช่นบริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์ไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า  $500/3 = 167$  ลักซ์ เป็นต้น

#### ตารางที่ 4.29 ระดับความอ่อนล้าทางสายตา

	ระดับความอ่อนล้าทางสายตา		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย	-	25	75
วิทยาลัยราชสุดา (แบบหน้ากระดาน)	-	35	65
วิทยาลัยราชสุดา (แบบตัว U)	-	40	60
โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ	-	15	85


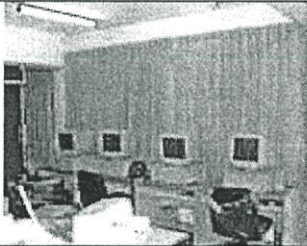
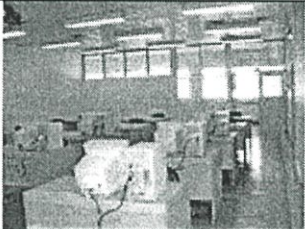




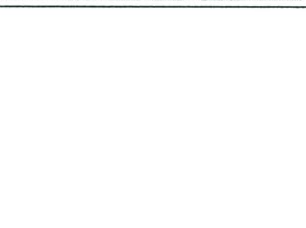
#### 4.3.2 ประเภทของแสงสว่าง

จากการสำรวจประเภทของแสงสว่างที่ใช้กันอยู่ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ แบ่งได้ 2 ประเภทได้แก่

##### 4.3.2.1 แสงธรรมชาติ

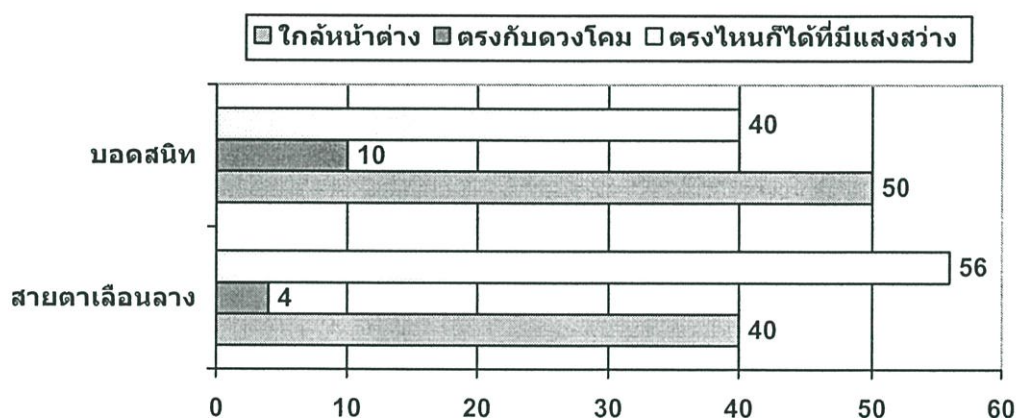
##### 4.3.2.2 แสงจากดวงโคม

ตารางที่ 4.30 ประเภทของแสงสว่าง

	ประเภทของแสงสว่าง	
	แสงธรรมชาติ Window Lighting	แสงจากดวงโคม Fluorescent
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์		
สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย		
วิทยาลัยราชสุดา		
โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ		

ตารางที่ 4.31 แสดงความพึงพอใจในการเลือกตำแหน่งที่นั่ง

การเลือกตำแหน่งที่นั่ง	ระดับการมองเห็น	
	สายตาเลือนลาง	บอดสนิท
ใกล้หน้าต่าง	10	5
ตรงกับดวงคอม	1	1
ตรงไหนก็ได้ที่มีแสงสว่าง	14	4



รูปที่ 4.34 แสดงความพึงพอใจในการเลือกตำแหน่งที่นั่ง

#### 4.3.3 แสงรบกวน(Glare)

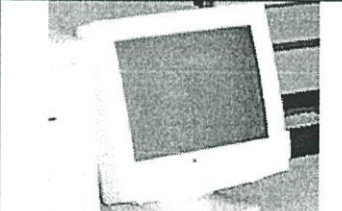
แสงรบกวนหรือแสงบาดตา (สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย) จากการสำรวจห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่เป็นกรณีศึกษาทั้ง 4 แห่ง พบว่า มีแสงรบกวนที่จอภาพ ซึ่งแสงรบกวนนี้จะยิ่งเพิ่มความไม่ชัดเจนในการมองเห็นให้กับ ผู้ที่มีความบกพร่องทางสายตา ยิ่งขึ้น แสงรบกวนที่พบในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์จัดเป็น แสงรบกวนแบบไม่สบายตา (Discomfort Glare) คือผู้ใช้ยังสามารถมองเห็นจอภาพได้บ้าง แต่เป็นไปด้วยความยากลำบากและไม่สบายตา เพราะมีแสงย้อนเข้าตามาก แยกได้เป็น 2 ลักษณะ

## 4.3.3.1 แสงรบกวนโดยตรง (Direct Glare)

## 4.3.3.2 แสงรบกวนโดยอ้อม (Reflected Glare)

แสงรบกวนที่พบในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 แห่งมีทั้ง แสงรบกวนโดยตรง (Direct Glare) และแสงรบกวนโดยอ้อม (Reflected Glare)

ตารางที่ 4.32 ประเภทของแสงรบกวน

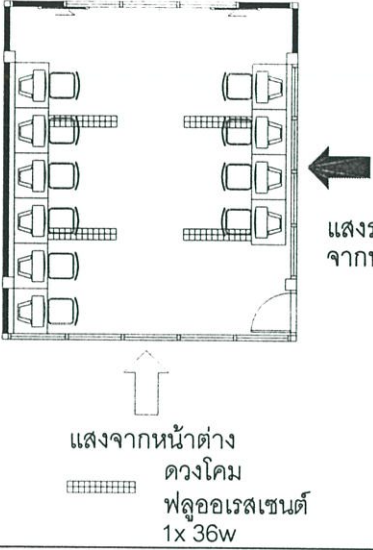
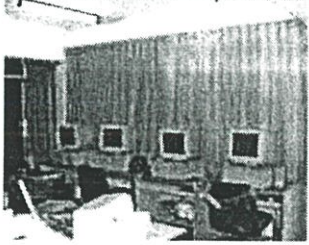
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	ประเภทของแสงรบกวน	
	แสงธรรมชาติ Window Lighting	แสงจากดวงโคม Fluorescent
สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย		
วิทยาลัยราชสุดา		
โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ		

จากผลการสำรวจสภาพของแสงรบกวนที่จอภาพจากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 แห่ง พบว่าการเกิดแสงรบกวนที่จอภาพมีความสัมพันธ์กันระหว่าง

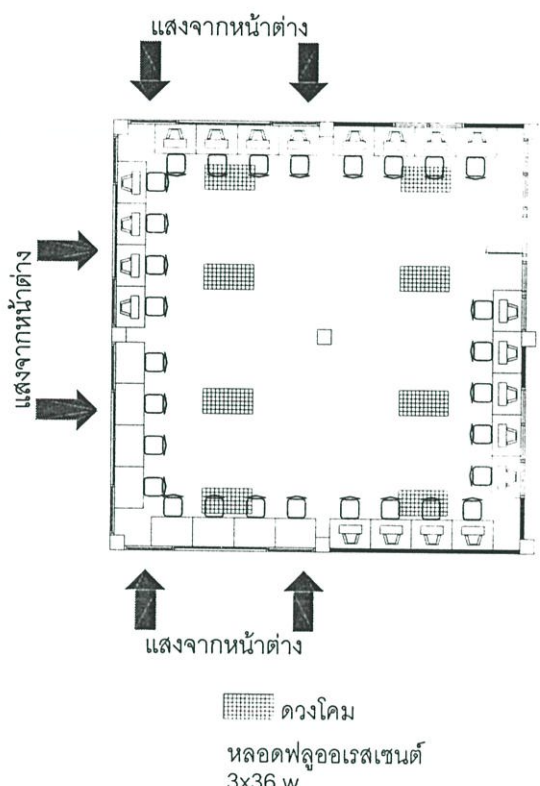
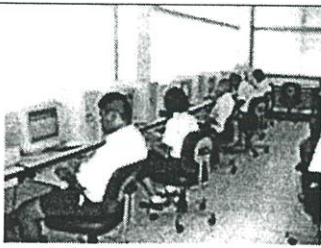
## 4.3.3.3 ตำแหน่งของจอภาพ(ตำแหน่งของโต๊ะคอมพิวเตอร์)

## 4.3.3.4 ตำแหน่งของแสงสว่าง (จากหน้าต่าง หรือโคมไฟ)

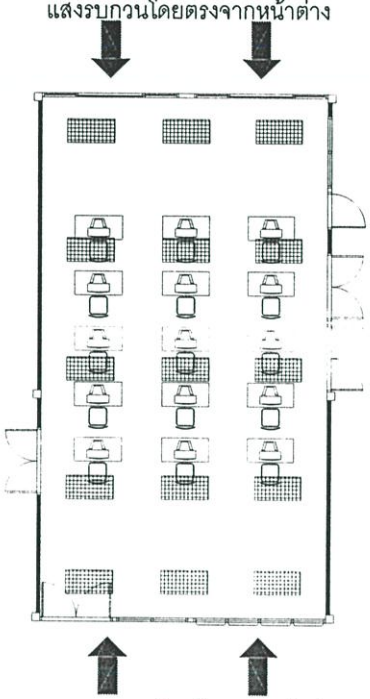


ตารางที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของจอภาพและตำแหน่งของแสงสว่าง

ตำแหน่งของจอภาพ(ตำแหน่งของโต๊ะคอมพิวเตอร์) และ ตำแหน่งของแสงสว่าง (จากหน้าต่าง หรือโคมไฟ)	ประเภทของแสงรบกวน
<p style="text-align: center;">สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย</p>  <p style="text-align: center;">แสงจากหน้าต่าง ดวงโคม ฟลูออเรสเซนต์ 1x 36w</p> <p style="text-align: right;">แสงรบกวนโดยตรง จากหน้าต่างด้านหลังจอภาพ</p>	 <p style="text-align: center;">แสงรบกวนโดยตรงจากหน้าต่าง แสงเข้าด้านหลังจอภาพ</p>

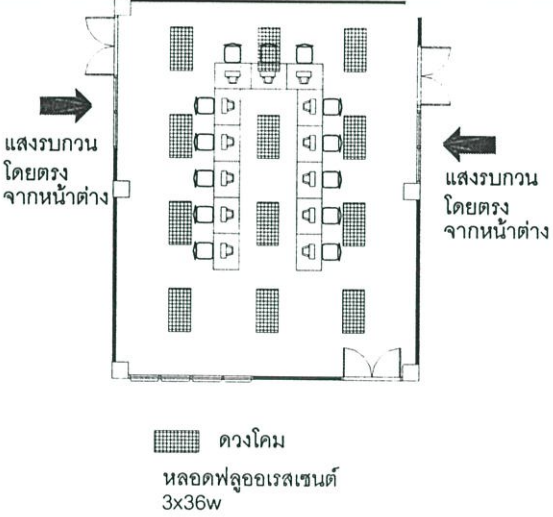

ตารางที่ 4.33 (ต่อ)

<p>ตำแหน่งของจอภาพ(ตำแหน่งของโต๊ะคอมพิวเตอร์) และ ตำแหน่งของแสงสว่าง (จากหน้าต่าง หรือโคมไฟ)</p>	<p>ประเภทของแสงรบกวน</p>
 <p>แสงจากหน้าต่าง</p> <p>แสงจากหน้าต่าง</p> <p>แสงจากหน้าต่าง</p> <p>แสงจากหน้าต่าง</p> <p>ดวงโคม</p> <p>หลอดฟลูออเรสเซนต์ 3x36 w</p>	 <p>แสงรบกวนโดยตรง แสงเข้าด้านหลังจอภาพ</p>

ตารางที่ 4.33 (ต่อ)

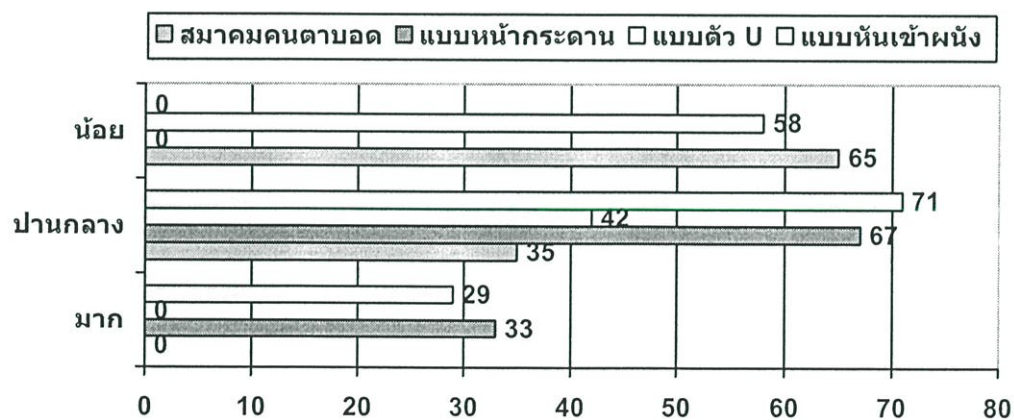
ตำแหน่งของจอภาพ(ตำแหน่งของโต๊ะคอมพิวเตอร์) และ ตำแหน่งของแสงสว่าง (จากหน้าต่าง หรือโคมไฟ)	ประเภทของแสงรบกวน
<p style="text-align: center;">แสงรบกวนโดยตรงจากหน้าต่าง</p>  <p style="text-align: center;">แสงรบกวนโดยอ้อมจากหน้าต่าง</p> <p> <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></span> ดวงโคม          หลอดฟลูออเรสเซนต์          3x36w       </p>	 <p style="text-align: center;">แสงรบกวนโดยตรงจาก หน้าต่าง แสงเข้าด้านหลังจอภาพ</p>  <p style="text-align: center;">แสงรบกวนโดยอ้อมจาก หน้าต่าง แสงเข้าด้านหน้าจอภาพ</p>

ตารางที่ 4.33 (ต่อ)

ตำแหน่งของจอภาพ(ตำแหน่งของโต๊ะคอมพิวเตอร์) และ ตำแหน่งของแสงสว่าง (จากหน้าต่าง หรือโคมไฟ)	ประเภทของแสงรบกวน
 <p>แสงรบกวน โดยตรง จากหน้าต่าง</p> <p>แสงรบกวน โดยตรง จากหน้าต่าง</p> <p>ดวงโคม หลอดฟลูออเรสเซนต์ 3x36w</p>	 <p>แสงรบกวนโดยตรงจาก หน้าต่าง แสงเข้าด้านหลังจอภาพ</p>

ตารางที่ 4.34 ระดับแสงรบกวน

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	ระดับแสงรบกวน		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย	-	2	4
วิทยาลัยราชสุดา (แบบหน้ากระดาน)	4	8	-
วิทยาลัยราชสุดา (แบบตัว U)	-	4	6
โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ	2	5	-

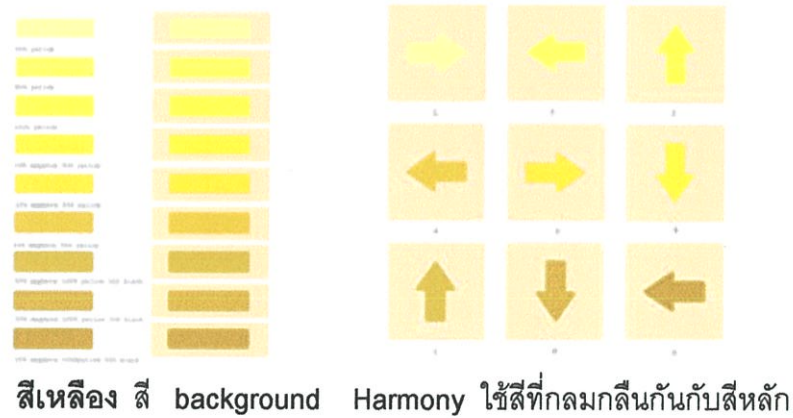
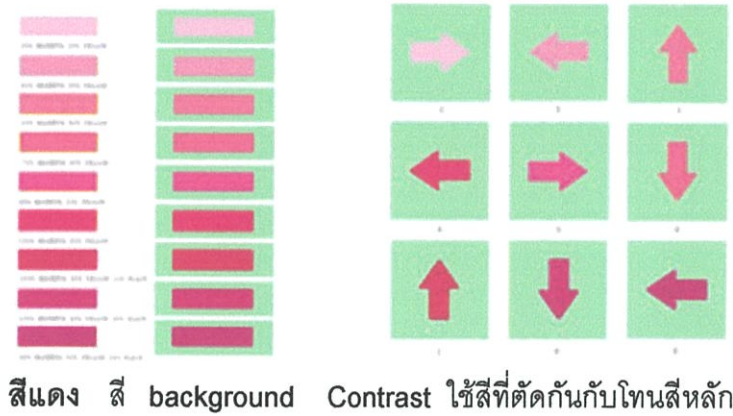


รูปที่ 4.35 ระดับแสงรบกวน

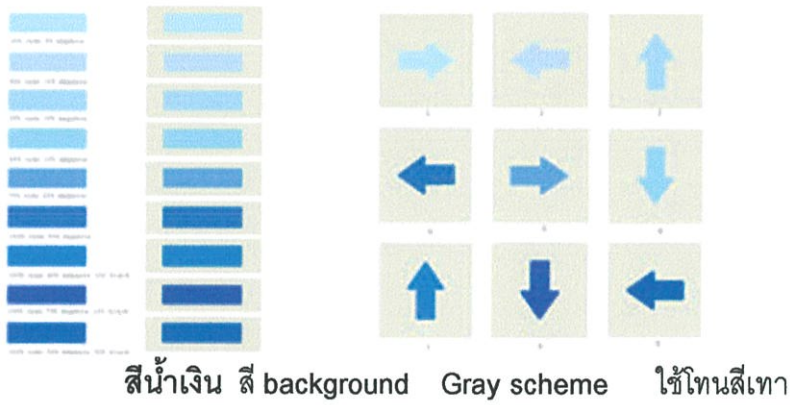
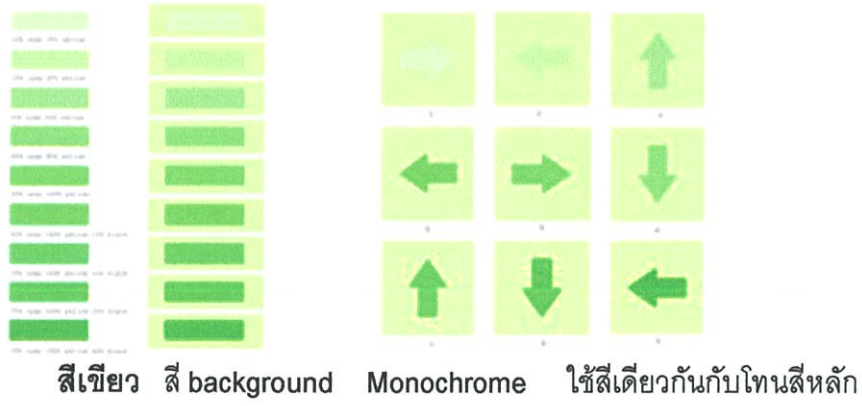
### 4.4 สีและระดับสีที่ตัดกัน

#### การทดลองที่ 1

วัตถุประสงค์เพื่อหาระดับสีที่ตัดกันที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และสามารถนำไปใช้ในการออกแบบ จากโทนสีหลัก 4 สี ได้แก่ สีแดง สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งมีค่าน้ำหนักสีแตกต่างกัน 9 ระดับ และมีสีพื้นแตกต่างกันดังนี้

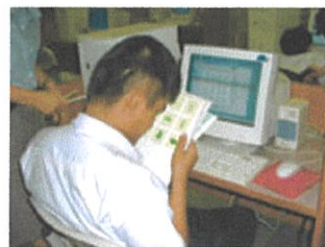


รูปที่ 4.36 โทนสีหลัก 4 สี ได้แก่ สีแดง สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งมีค่าน้ำหนักสีแตกต่างกัน 9 ระดับ และมีสีพื้นแตกต่างกัน



รูปที่ 4.36 (ต่อ)

จากการทดลองให้กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความผิดปกติทางการมองเห็น แบบมองเห็นเลือนราง ทำการเลือกคูสีที่สามารถเริ่มมองเห็นได้ชัดเจน อันดับแรกจาก ทั้งหมด 9 ระดับ เกณฑ์การวัดคือ ต้องสามารถบอกทิศทางของหัวลูกศรได้ถูกต้อง ได้ผลการทดลองดังนี้

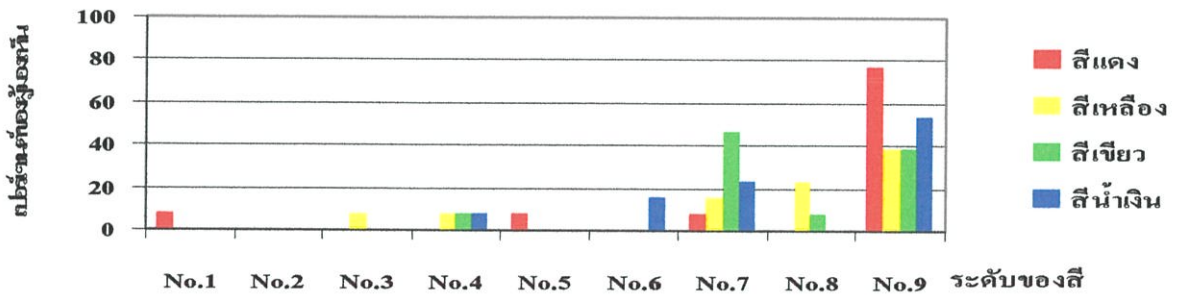


รูปที่ 4.37 กลุ่มตัวอย่างทำการเลือกคูสีที่สามารถเริ่มมองเห็นได้ชัดเจน อันดับแรกจาก ทั้งหมด 9 ระดับ

ตารางที่ 4.35 การเปรียบเทียบระดับของสีที่เริ่มมองเห็นชัดเจน

การเปรียบเทียบระดับของสีที่เริ่มมองเห็นชัดเจน									
โทนสี	No. 1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9
สีแดง Contrast	8	0	0	0	8	0	8	0	76
สีเหลือง Harmony	0	0	0	0	0	16	15	23	46
สีเขียว Monochrome	0	0	0	8	0	0	45	8	39
สีน้ำเงิน Gray	0	0	0	8	0	15	23	0	54

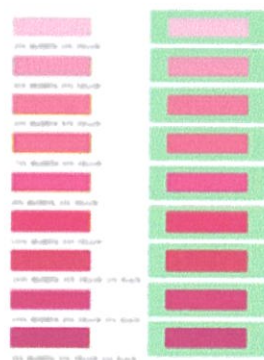
การเปรียบเทียบระดับของสีที่เริ่มมองเห็นชัดเจน



รูปที่ 4.38 การเปรียบเทียบระดับของสีที่เริ่มมองเห็นชัดเจน

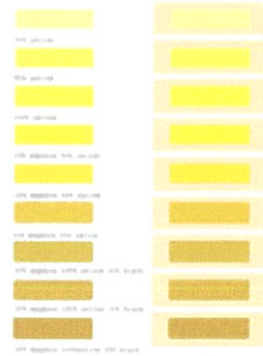
การทดลองที่ 2

วัตถุประสงค์ เพื่อหาความพึงพอใจในการมองเห็นในเรื่องของความชัดเจน จากคู่สีที่มีสีพื้น (Background) ต่างกัน 4 แบบ ได้แก่

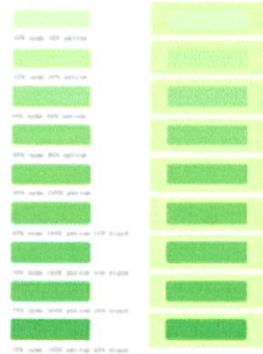


สี Background Contrast ใช้สีที่ตัดกันกับโทนสีหลัก

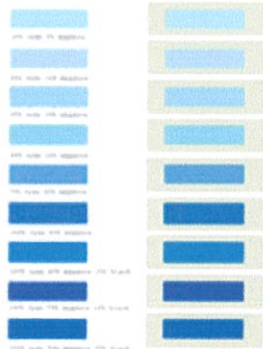
รูปที่ 4.39 คู่สีที่มีสีพื้น (Background) ต่างกัน 4 แบบ



สี Background Harmony ใช้สีที่กลมกลืนกันกับสีหลัก



สี Background Monochrome ใช้สีเดียวกันกับโทนสีหลัก



สี Gray scheme ใช้โทนสีเทา

รูปที่ 4.39 (ต่อ)

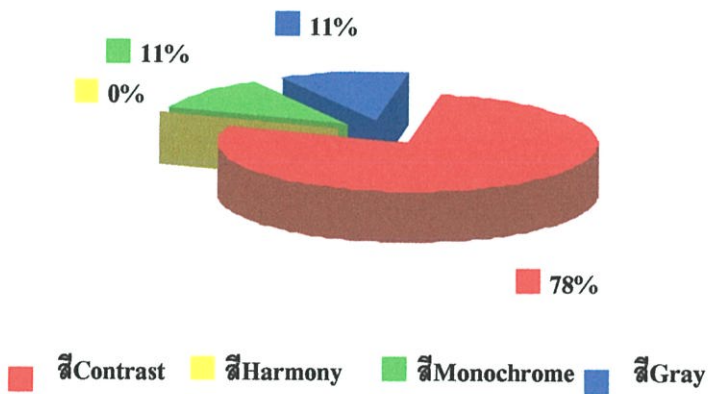


รูปที่ 4.40 กลุ่มตัวอย่างทำการเลือกคู่สีซึ่งมีสีพื้น (Background) ต่างกัน 4 แบบ

ตารางที่ 4.36 ความพึงพอใจในเรื่องสี background

ความพึงพอใจในเรื่องสี background	
สี Contrast	78
สี Harmony	0
สี Monochrome	11
สี Gray scheme	11

ความพึงพอใจในเรื่องสีBackground



รูปที่ 4.41 คู่สีที่มีสีพื้น (Background) ต่างกัน 4 แบบ

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 5.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งานในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

รายการ	ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	22	63
	หญิง	13	37
อายุ	8-16 ปี	23	66
	17-24 ปี	8	23
	25-32 ปี	4	11
ระดับการมองเห็น	บอดสนิท	10	29
	เลือนราง	25	71
ประสบการณ์ในการมองเห็น	1 ปี	17	49
	2 ปี	12	34
	3 ปี	3	9
	4 ปี	3	9
อุปกรณ์ช่วยในการเดินทาง	คนนำ	2	6
	ไม้เท้า	30	85
	ไม่ใช่	3	9
กิจกรรมการใช้งาน	อินเทอร์เน็ต(www.,email)	3	9
	บทเรียน(Ms.Office)	24	69
	ความบันเทิง(ดูหนัง-ฟังเพลง)	8	22
โปรแกรมที่ช่วยในการทำงาน	โปรแกรมขยายขนาดตัวอักษร(Zoomtext)	25	71
	โปรแกรมเปลี่ยนข้อความเสียง(Jaws)	10	29

## 5.2 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์





รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

### 5.2.1 ลักษณะกิจกรรมที่กระทำต่อกัน

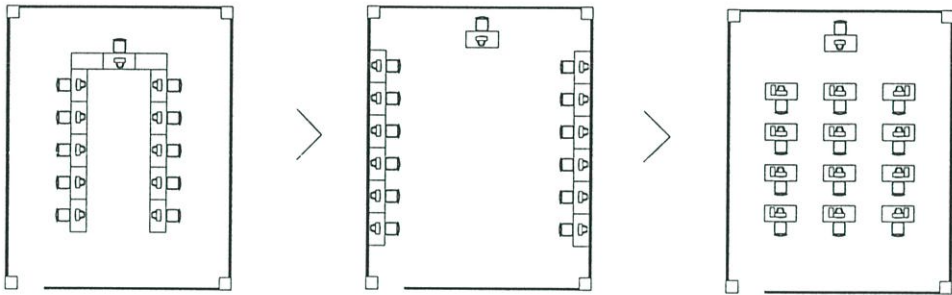
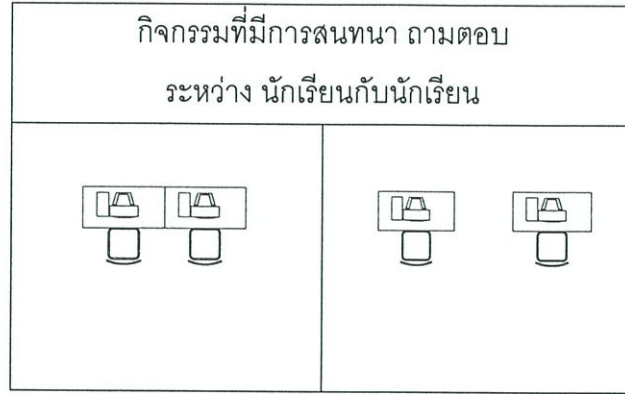
ขึ้นอยู่กับประเภทของกิจกรรมการใช้งานที่แตกต่างกัน แบ่งได้ 3 ประเภท คือกิจกรรมด้านบทเรียน (Ms.Office) ความบันเทิง(ดูหนัง-ฟังเพลง) อินเทอร์เน็ต ([www..email](http://www..email)) กิจกรรมด้านบทเรียน (Ms.Office)

เป็นกิจกรรมที่ประกอบไปด้วย ผู้สอนและ นักเรียน ต้องมีการสนทนา ถามตอบกันแยกเป็น 2 ลักษณะ คือ ระหว่าง ผู้สอนกับนักเรียน และนักเรียนต่อนักเรียน ถึงแม้ว่านักเรียนที่มีความผิดปกติทางสายตา จะไม่สามารถมองเห็นผู้สอนก็ตาม แต่โดยธรรมชาติและโดยมารยาทแล้ว นักเรียนจะพยายามหันหน้าไปหาผู้สอนหรือบุคคลที่ต้องการสนทนาด้วยเสมอ

ตารางที่ 5.2 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมที่มีการสนทนา ถามตอบระหว่างผู้สอนกับนักเรียน

กิจกรรมที่มีการสนทนา ถามตอบ ระหว่าง ผู้สอนกับนักเรียน	
  <p>นักเรียนหันหน้าเข้าหา ผู้สอน</p>	  <p>นักเรียนหันด้านข้างเข้า หาผู้สอน</p>

ตารางที่ 5.3 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมที่มีการสนทนา ถ้ามตอบระหว่างนักเรียนกับนักเรียน



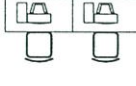


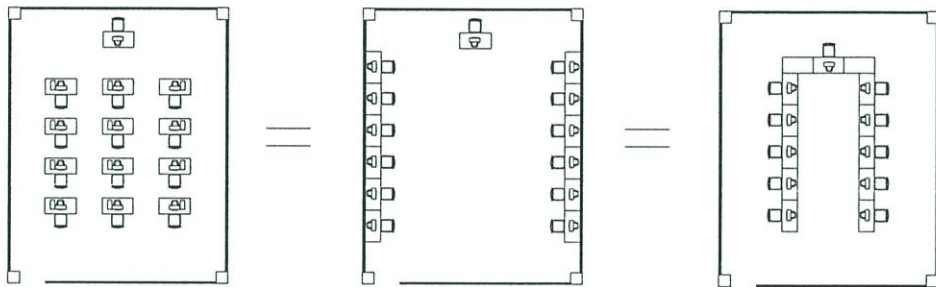
รูปที่ 5.1 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมด้านบทเรียน(Ms.Office) โดยเรียงลำดับจากความพึงพอใจมากที่สุด(ด้านซ้าย) ไปน้อยที่สุดด้านขวา

กิจกรรมความบันเทิง(ดูหนัง-ฟังเพลง)

เป็นกิจกรรมที่มีทั้งกระทำร่วมกันและกระทำโดยลำพังในนักเรียนแต่ละคนและเป็นกิจกรรมที่ทำมากเป็นอันดับที่ 2 รองจากกิจกรรมด้านการเรียนการสอน

ตารางที่ 5.4 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมที่มีการกระทำแยกกันและร่วมกัน


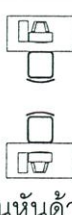
กิจกรรมที่กระทำแยกกัน		กิจกรรมที่ทำร่วมกัน
 นักเรียนหันด้านข้างเข้า หากัน	 นักเรียนหันด้านหลัง เข้าหากัน	

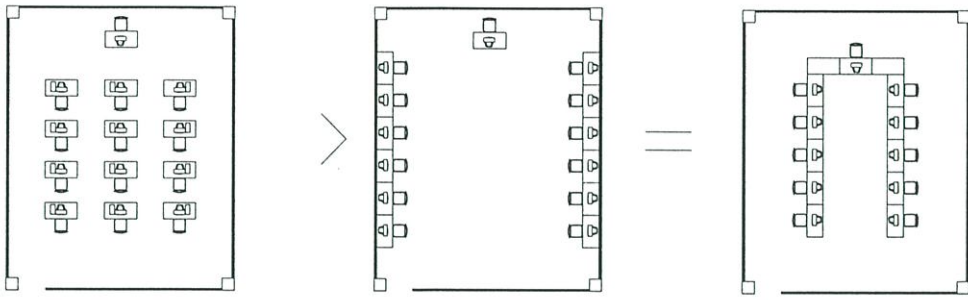


รูปที่ 5.2 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมความบันเทิง(ดูหนัง-ฟังเพลง)

อินเทอร์เน็ต น้อยที่สุด แต่ต้องการความเป็นส่วนตัวมากกว่ากิจกรรมประเภทอื่น (www.,email) เป็นกิจกรรมที่กระทำแยกกัน ในนักเรียนแต่ละคน กระทำโดยลำพังและเป็นกิจกรรมที่มี

ตารางที่ 5.5 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมที่มีการกระทำแยกกัน

กิจกรรมที่กระทำแยกกัน	
 นักเรียนหันด้านข้างเข้า หากัน	 นักเรียนหันด้านหลังเข้า หากัน

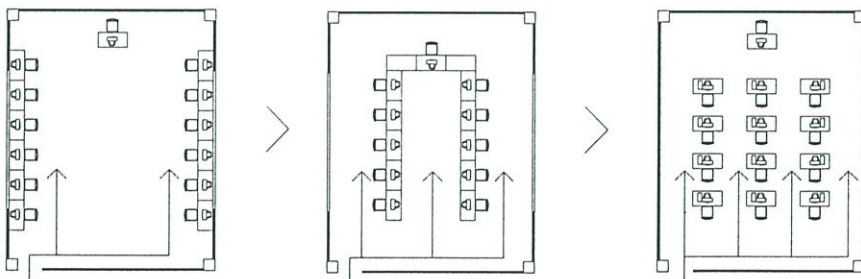


รูปที่ 5.3 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะกิจกรรมในการใช้อินเทอร์เน็ต(www.,email)  
โดยเรียงลำดับจากความพึงพอใจมากที่สุด(ด้านซ้าย) ไปน้อยที่สุดด้านขวา

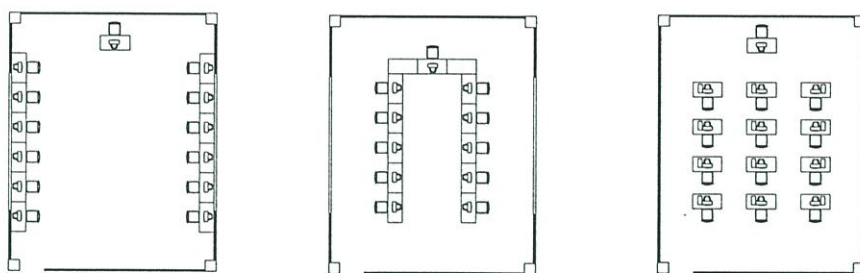
### 5.2.2 ความสะดวกในการหาเส้นทาง

ความสะดวกในการหาเส้นทางภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของผังเฟอร์นิเจอร์ จากการทดลองเรื่องความสามารถในการหาเส้นทางในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีความซับซ้อนต่างกัน พบว่ายิ่งความซับซ้อนของผังเฟอร์นิเจอร์ เพิ่มมากขึ้น บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น จะมีความสามารถในการหาทางลดลง โดยวัดจากการเดินชน การหยุดค้นหาเส้นทาง และความเร็วในการเดิน

ความสะดวกในการหาเส้นทางเป็นสิ่งสำคัญในกิจกรรมด้านการเรียนการสอน เพราะทั้งผู้สอนและนักเรียนจะต้องมีการเดินไปมาระหว่างโต๊ะคอมพิวเตอร์ อยู่ตลอดเวลา ที่นักเรียนมีปัญหาก็หรือข้อสงสัย



รูปที่ 5.4 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะ ความซับซ้อนของผังเฟอร์นิเจอร์  
โดยเรียงลำดับจากความซับซ้อนของผังเฟอร์นิเจอร์ น้อยที่สุด(ด้านซ้าย) ไปมากที่สุด  
ด้านขวา



รูปที่ 5.5 รูปแบบการจัดตำแหน่งโต๊ะตามลักษณะ ความสะดวกในการหาเส้นทาง  
โดยเรียงลำดับจาก มากที่สุด(ด้านซ้าย) ไปน้อยที่สุดด้านขวา

### 5.3 โต๊ะคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

#### 5.3.1 ขนาดของโต๊ะคอมพิวเตอร์

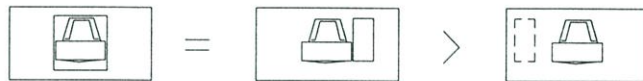
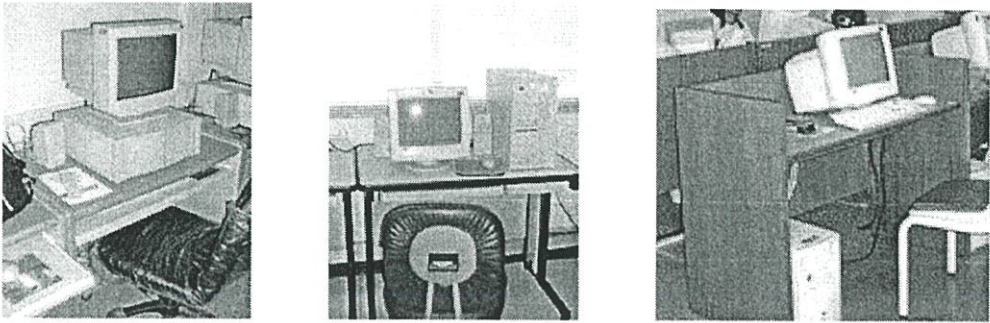
ผู้ที่มีความผิดปกติทางสายตา จะมีอุปกรณ์เครื่องใช้ประจำตัว มากกว่าคนปกติ เช่น ไม้เท้า เครื่องมือสำหรับจด อักษร เบรลล์ กระดาษสำหรับจด ซึ่งต้องมีขนาดและจำนวนที่มากกว่า การจดแบบปกติ จึงต้องการพื้นที่ใช้งานมากกว่าคนที่ไม่มีสายตาปกติ

$$0.60 \begin{array}{|c|} \hline 1.20 \\ \hline \end{array} > 0.70 \begin{array}{|c|} \hline 1.00 \\ \hline \end{array} > 0.60 \begin{array}{|c|} \hline 0.80 \\ \hline \end{array}$$

รูปที่ 5.6 แสดงความพึงพอใจของผู้ใช้งานกับขนาดโต๊ะในแต่ละแบบ

#### 5.3.2 ตำแหน่งการวางตัวเครื่องคอมพิวเตอร์

มีความสำคัญกับผู้ที่มีความผิดปกติทางสายตาซึ่งต้องใช้ประสาทสัมผัสในการรับรู้ การทำงานของคอมพิวเตอร์เช่น ฟังเสียงการทำงานของฟลอปปีดิสก์ (Floppy Disk) หรือ ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) การใช้มือสัมผัสเพื่อรับรู้ความสั่นสะเทือนในการทำงานของ ซีดี รอม (CD-Rom) เป็นต้น



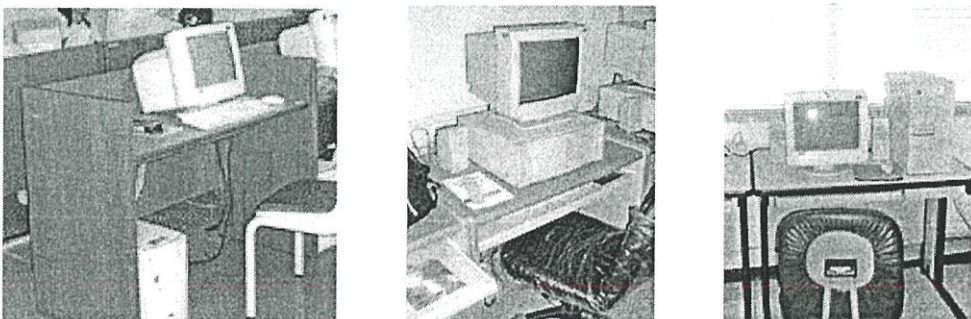
รูปที่ 5.7 แสดงความพึงพอใจของผู้ใช้งานกับการวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์ ในแต่ละแบบ

### 5.3.3 รูปร่างลักษณะของโต๊ะ

รูปร่างของโต๊ะมีความสำคัญต่อการใช้งานของผู้ใช้ที่มีความผิดปกติทางสายตา เนื่องจากการหาสิ่งของหรือตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ จะใช้เทคนิคการควานหาด้วยมือ การหาของด้วยวิธีนี้อาจไปโดนสิ่งของหรืออุปกรณ์ต่างๆ ทำให้หล่นลงบนพื้นได้ ถ้าโต๊ะคอมพิวเตอร์ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อป้องกันไว้ ซึ่งสิ่งของที่หล่นลงบนพื้น ก็จะเป็นปัญหาอย่างมากของผู้ใช้ที่มีความผิดปกติทางสายตา ในการหาตำแหน่งและเก็บขึ้นมา

โต๊ะคอมพิวเตอร์แบบที่มีขอบด้านข้างและด้านหลังสูง ด้านซ้าย จะป้องกันสิ่งของตกได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับแบบที่มีขอบเตี้ยเฉพาะที่ด้านข้าง และแบบทางขวาที่ไม่มีขอบกันเลย

ลิ้นชักสำหรับวางแป้นพิมพ์(Keyboard) ก็มีความสำคัญ ควรเลือกใช้โต๊ะคอมพิวเตอร์ที่มีลิ้นชักสำหรับวางแป้นพิมพ์(Keyboard) โดยเฉพาะและควรเป็นแบบที่มีขอบกันตกด้วย



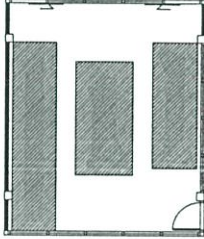
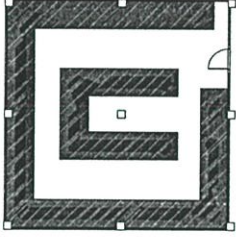
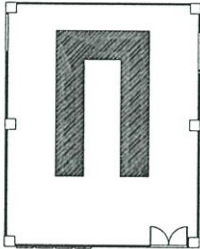
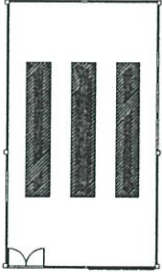
รูปที่ 5.8 แสดงความพึงพอใจของผู้ใช้งานกับรูปร่างของโต๊ะคอมพิวเตอร์ในแต่ละแบบโดยเรียงลำดับจาก มากที่สุด(ด้านซ้าย) ไปน้อยที่สุดด้านขวา

## 5.4 การจัดวางผังพื้นที่ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

### 5.4.1 องค์ประกอบพื้นที่ใช้สอย

องค์ประกอบพื้นที่ใช้สอยภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น สามารถแบ่งพื้นที่ออกเป็นบริเวณหลักๆ 4 ส่วนคือ ตำแหน่งโต๊ะคอมพิวเตอร์ของนักเรียน โต๊ะจดคำบรรยาย พื้นที่ของผู้สอน และ เส้นทางสัญจร จากลักษณะองค์ประกอบดังกล่าว สามารถแบ่งรูปแบบ ได้เป็น 2 แบบ ได้แก่

ตารางที่ 5.6 รูปแบบการจัดการจัดวางผังภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

แบบที่ 1 โต๊ะวางคอมพิวเตอร์วางหันหน้าเข้าผนังห้อง เส้นทางสัญจรอยู่ตรงกลาง	
	
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีการจัดโต๊ะคอมพิวเตอร์แบบวางหันหน้าเข้าผนังห้อง จะจัดโต๊ะจดคำบรรยายไว้ตรงกลางห้อง เนื่องจากขณะที่ใช้งานคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะนั่งหันหลังหรือหันข้างให้กับผู้สอน เมื่อมีการจดคำบรรยาย นักเรียนจะย้ายจากโต๊ะคอมพิวเตอร์มานั่งที่โต๊ะจดคำบรรยาย	
แบบที่ 2 โต๊ะวางคอมพิวเตอร์วางตรงกลางห้อง เส้นทางสัญจรโดยรอบ	
	
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีการจัดโต๊ะแบบรูปตัว U หรือแบบเรียงแถวหน้ากระดาน ในตำแหน่งตรงกลางห้อง จะไม่มีโต๊ะจดคำบรรยาย เนื่องจากนักเรียนสามารถหันหน้าไปหาตำแหน่งของผู้สอนได้ถึงแม้ว่านักเรียนที่ตาบอดจะไม่สามารถมองเห็นผู้สอนก็ตาม แต่โดยธรรมชาติและโดยมารยาทแล้วนักเรียนจะหันหน้าไปยังตำแหน่งของผู้สอนเสมอเมื่อมีการจดคำบรรยายหรือเวลาที่สนทนากับผู้สอน	

## 5.5 แสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

### 5.5.1 ระดับความสว่าง(Lux)

ในเรื่องของแสงสว่างจากการวัดค่าระดับความสว่างที่หน้าจอคอมพิวเตอร์และในบริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์รวมถึงระดับความสว่างในสภาพแวดล้อม ได้แก่ บริเวณเส้นทางสัญจร และประตูทางเข้า จากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่เป็นกรณีศึกษา

พบว่าระดับความสว่างที่เพิ่มมากขึ้นในตำแหน่งที่กล่าวมาจะมีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้งาน และระดับความสว่างสูงสุดจากการวัด ที่มีผลต่อความพึงพอใจของ บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น ในบริเวณหน้าจอคอมพิวเตอร์มีค่า ประมาณ 360 lux และบริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์ประมาณ 428 lux บริเวณเส้นทางสัญจรประมาณ 398 lux บริเวณประตูทางเข้าประมาณ 375 lux



หน้าจอคอมพิวเตอร์ 360 Lux    บริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์ 428 Lux    บริเวณเส้นทางสัญจร 398 Lux    บริเวณประตูทางเข้า 375 Lux

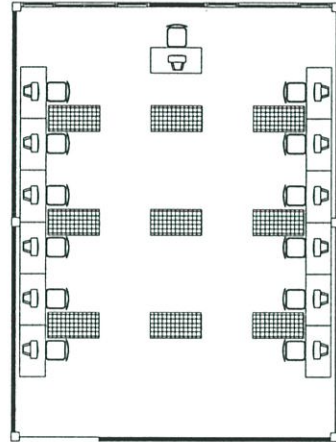
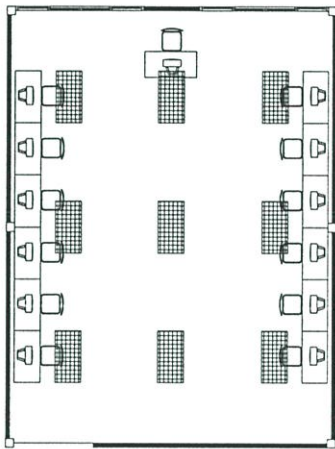
รูปที่ 5.9 แสดงระดับความสว่างสูงสุดในบริเวณต่างๆที่มีผลต่อความพึงพอใจของ บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น

### 5.5.2 ความสม่ำเสมอของระดับความสว่าง

ความสม่ำเสมอของระดับความสว่างมีผลในเรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ในด้านสุขภาพของผู้ใช้งาน ถ้าระดับแสงสว่างภายในห้องมีความแตกต่างกันมาก จะก่อให้เกิดความอ่อนล้าทางสายตา เนื่องจากดวงตาจะต้องคอยปรับระดับความชัดเจนในการมองเห็นให้สอดคล้องกับระดับความสว่างที่เปลี่ยนไปอยู่ตลอดเวลา ความสม่ำเสมอของระดับความสว่างโดยรอบบริเวณที่ทำงาน ไม่ควรมีระดับความสว่างน้อยกว่า  $1/3$  ของความส่องสว่างที่โต๊ะคอมพิวเตอร์หรือพื้นที่ทำงาน เช่น ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ มี ระดับความสว่าง 500 ลักซ์ บริเวณรอบข้างเช่นบริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์ไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า  $500/3 = 167$  ลักซ์ เป็นต้น จากการวัดค่าระดับความสว่างที่หน้าจอคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบกับบริเวณรอบข้างได้แก่ บริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์ บริเวณเส้นทางสัญจร บริเวณประตูทางเข้า จากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่เป็นกรณีศึกษาพบว่า มีค่าความสม่ำเสมอของระดับความสว่างอยู่ในเกณฑ์

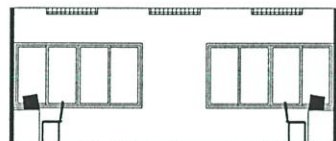
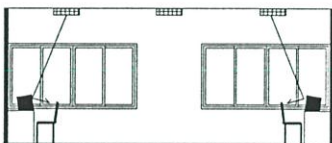
5.5.3 แสงรบกวน(Glare)

แสงรบกวนหมายถึงแสงที่ทำให้ผู้ใช้งานใน ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ไม่สามารถมองเห็น จอภาพได้อย่างชัดเจน การเกิดแสงรบกวนมีความสัมพันธ์กันระหว่าง ตำแหน่งของจอภาพ (ตำแหน่งของโต๊ะคอมพิวเตอร์) และตำแหน่งของแสงสว่าง (จากหน้าต่าง หรือโคมไฟ) แสงรบกวนที่พบในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 แห่งมีทั้ง แสงรบกวนโดยตรง (Direct Glare)และ แสงรบกวนโดยอ้อม (Reflected Glare) ซึ่งเกิดจากแสงธรรมชาติ(Window Lighting) และ แสงจากดวงโคม(Fluorescent)



การจัดวางโต๊ะหันหน้าเข้าผนังและหันด้านข้างเข้าหน้าต่าง  
การจัดวางดวงโคมในแนวขนานไปกับโต๊ะคอมพิวเตอร์

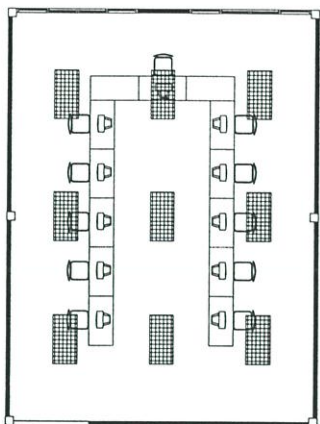
การจัดวางโต๊ะหันด้านข้างเข้าผนังด้านที่มีหน้าต่าง  
การจัดวางดวงโคมในแนวขนานไปกับสายตาของผู้ใช้



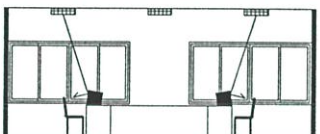
แสงรบกวนโดยอ้อม (Reflected Glare) จากดวงโคม

การจัดวางตำแหน่งโต๊ะและดวงโคมที่ถูกต้อง  
ไม่มีแสงรบกวนที่จอภาพ

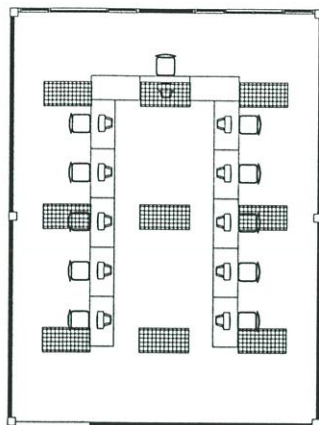
รูปที่ 5.10 แสดงการวางตำแหน่งโต๊ะและดวงโคมที่ทำให้เกิดแสงรบกวน (รูปด้านซ้าย) และการวางตำแหน่งโต๊ะและดวงโคมที่ไม่ทำให้เกิดแสงรบกวน (รูปด้านขวา)



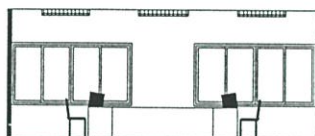
การจัดวางโต๊ะหันด้านข้างเข้าผนังด้านที่มีหน้าต่าง  
การจัดวางดวงคอมพิวเตอร์ในแนวขนานไปกับโต๊ะคอมพิวเตอร์



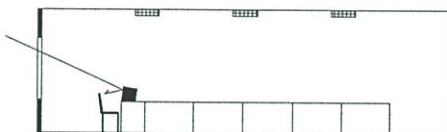
แสงรบกวนโดยอ้อม (Reflected Glare) จากดวงคอมพิวเตอร์



การจัดวางโต๊ะหันด้านข้างเข้าผนังด้านที่มีหน้าต่าง  
การจัดวางดวงคอมพิวเตอร์ในแนวขนานไปกับสายตาของผู้ใช้

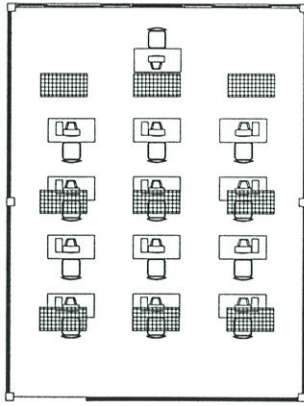


การจัดวางตำแหน่งโต๊ะและดวงคอมพิวเตอร์ที่ถูกต้อง  
ไม่มีแสงรบกวนที่จอภาพ

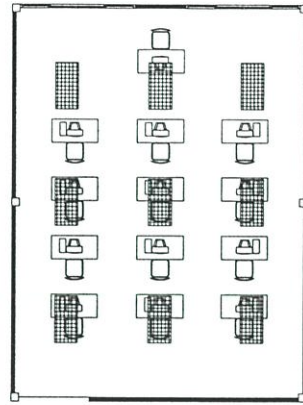


แสงรบกวนโดยอ้อม (Reflected Glare) จากหน้าต่าง  
แก้โดยใช้ม่านปรับแสง

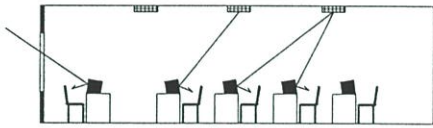
รูปที่ 5.10 (ต่อ)



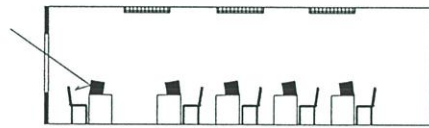
การจัดวางโต๊ะหันด้านหน้าเข้าหาผนังด้านที่มีหน้าต่าง  
การจัดวางดวงโคมในแนวขนานไปกับโต๊ะคอมพิวเตอร์



การจัดวางโต๊ะหันด้านหน้าเข้าหาผนังด้านที่มีหน้าต่าง  
การจัดวางดวงโคมในแนวขนานไปกับสายตาของผู้ใช้



แสงรบกวนโดยอ้อม (Reflected Glare) จากดวงโคม



แสงรบกวนโดยอ้อม (Reflected Glare) จากหน้าต่าง  
แก้ไขใช้ม่านปรับแสง

รูปที่ 5.10 (ต่อ)

จะเห็นได้ว่า ตำแหน่งของแสงสว่าง มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งของจอภาพหรือตำแหน่งของโต๊ะในเรื่องของแสงรบกวน คือ ในกรณีที่แสงสว่างจากหน้าต่าง การวางตำแหน่งของโต๊ะคอมพิวเตอร์โดยให้ตำแหน่งของจอภาพทำมุมตั้งฉากกับหน้าต่างจะเกิดแสงรบกวนน้อยที่สุดในกรณีแสงสว่างจากดวงโคม ตำแหน่งการติดตั้งดวงโคมที่เพดานในแนวขนานไปกับแนวสายตาจะเกิดแสงรบกวนน้อยเช่นเดียวกัน

5.6 การใช้สีภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

5.6.1 สีและระดับสีที่ตัดกัน

การใช้สีมีผลต่อการรับรู้ ในเรื่องต่างๆ เช่น การระบุตำแหน่งของวัตถุ การหาเส้นทาง ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็น เช่น เมื่อจะเดินเข้าห้อง การสังเกตจากป้ายชื่อห้อง ถ้าป้ายนั้นมีการเลือกใช้สีที่เหมาะสมระหว่างสีของตัวอักษร และสีพื้น บุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา ก็จะสามารถรับรู้ได้โดยง่าย หรือเมื่อจะเปิดประตู การสังเกตสีของมือจับประตูกับสีของประตู ที่มีความแตกต่างกัน ก็จะช่วยในการรับรู้ ได้โดยง่ายเช่นกัน โดยทั่วไปเมื่อจะมี การใช้สีที่ตัดกัน คนส่วนใหญ่ก็จะใช้สีที่ตัดกันอย่างรุนแรงเช่น เหลือง ดำหรือน้ำตาล ขาว เป็นต้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว บุคคลที่มีความ

ผิดปกติทางสายตา (คนที่สายตาเลือนราง) ยังสามารถรับรู้สีอื่นๆได้อีก ไม่เฉพาะ คู่สีที่ตัดกัน เช่นคู่สีที่เป็นโทนเดียวกันหรือกลมกลืนกัน แต่จะต้องมีระดับความเข้มหรือความสดที่เหมาะสม

การวิจัยนี้ได้ทำการทดลองในเรื่องของสีกับการรับรู้ใน 2 กรณี คือ

- **กรณีที่ 1** เพื่อหาระดับความเข้มหรือความสดของสี ที่บุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา สามารถรับรู้ได้โดยมีทั้งหมด 9 ระดับจากโทนสีหลัก 4 สี ได้แก่ แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน และมีสีพื้น (Background) แตกต่างกัน 4 แบบ ได้แก่ สี background Contrast สี background Harmony สี background Monochrome สี background Gray scheme

จากผลการทดลองพบว่า ในโทนสีแดง สี background Contrast บุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา สามารถรับรู้ได้ตั้งแต่ระดับความเข้มหรือความสดของสี อันที่ 1 รองลงมาคือ สีเขียว สี background Monochrome และสีน้ำเงิน สี background Gray scheme เริ่มรับรู้ได้ที่ระดับ 4 และสุดท้ายคือ สีเหลือง สี background Harmony เริ่มรับรู้ได้ที่ระดับ 6

- **กรณีที่ 2** เพื่อหาลักษณะของสี background ที่ บุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา มีความพึงพอใจมากที่สุดจาก 4 แบบ ได้แก่ สี background Contrast สี background Harmony สี background Monochrome สี background Gray scheme

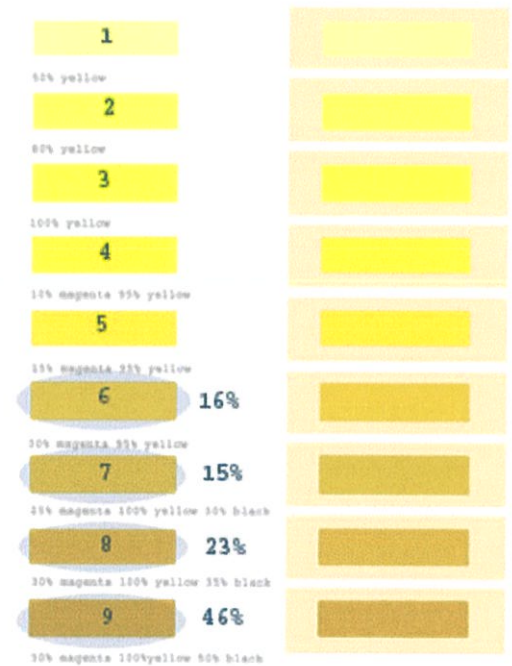
จากผลการทดลองพบว่าสี background Contrast ผู้ใช้มีความพึงพอใจมากที่สุด รองลงมาและได้คะแนนเท่ากันคือสี background Monochrome สี background Gray scheme และที่ได้คะแนนน้อยที่สุดได้แก่ สี background Harmony



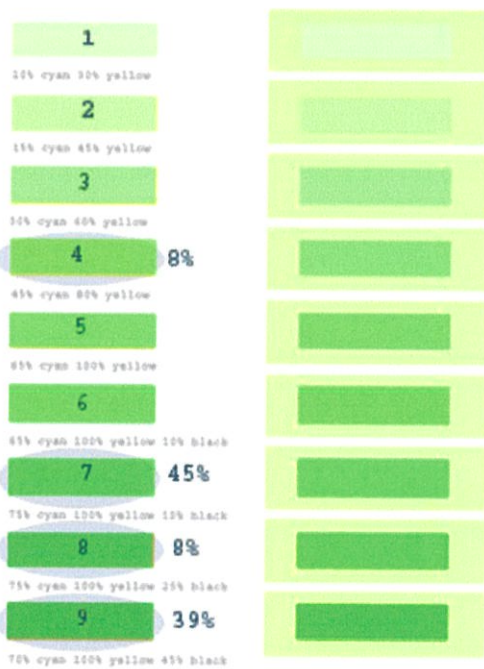
รูปที่ 5.11 แสดงความพึงพอใจของผู้ใช้กับสี Background ในแต่ละแบบโดยเรียงลำดับจาก มากที่สุด (ด้านซ้าย) ไปน้อยที่สุดด้านขวา



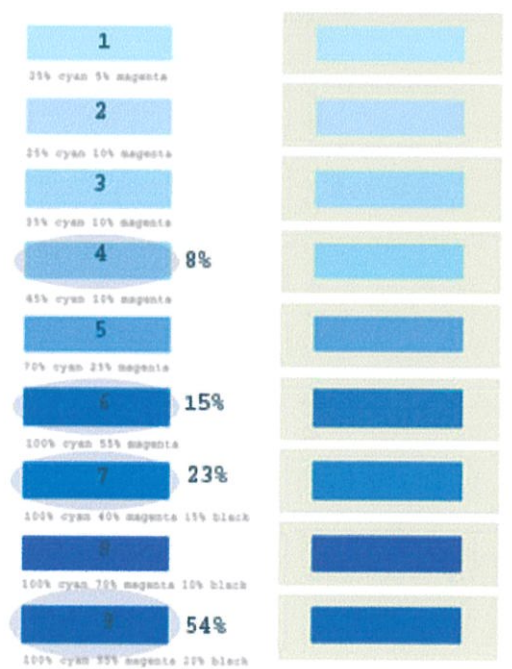
สีแดง สี background Contrast



สีเหลือง สี background Harmony



สีเขียว สี background Monochrome



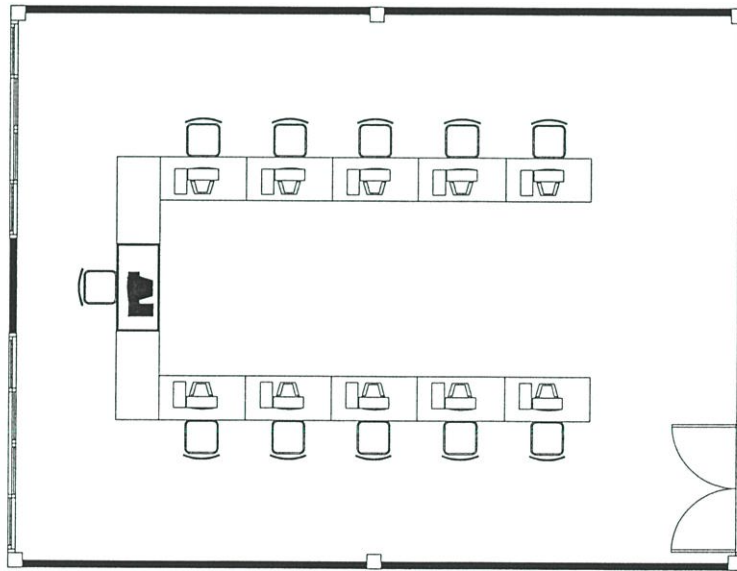
สีน้ำเงิน สี background Gray scheme

รูปที่ 5.12 แสดงระดับความเข้มหรือความสดของสี ที่บุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา สามารถรับรู้ได้จากโทนสีหลัก 4 สี ได้แก่ แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน

## 5.7 ข้อเสนอแนะแนวทางการออกแบบห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็น

### 5.7.1 การวางผังเฟอร์นิเจอร์

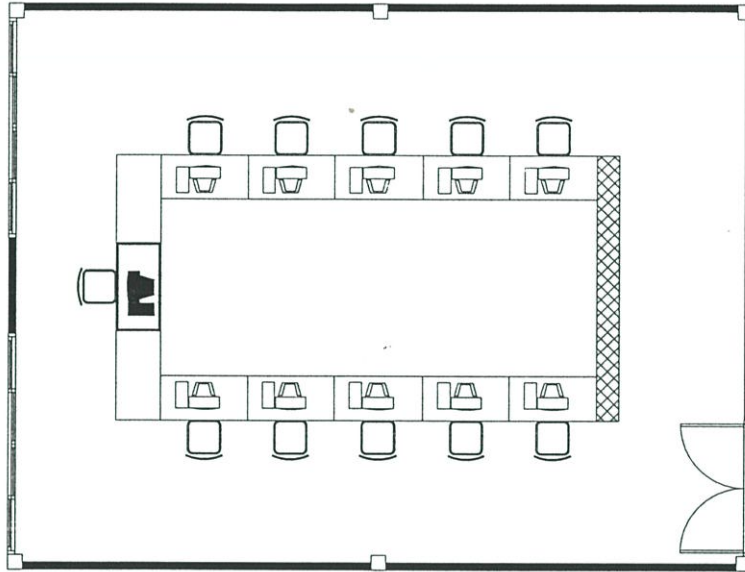
การจัดวางผังเฟอร์นิเจอร์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นจะขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ใช้งานเป็นสำคัญ และกิจกรรมหลักก็คือกิจกรรมด้านการเรียนการสอน ซึ่งพฤติกรรมระหว่างผู้สอนและนักเรียนก็คือ เมื่อผู้สอนอธิบายนักเรียนจะนั่งฟังหรือจดคำบรรยาย จากนั้นก็จะทดลองทำตาม ซึ่งตำแหน่งโต๊ะที่นั่งของ นักเรียนควรจะหันด้านหน้าหรือด้านข้างให้กับผู้สอน การจัดโต๊ะเป็นรูปตัว U จะเป็นแบบมีความเหมาะสมขณะที่เรียนเมื่อนักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัย ผู้สอนจะเดินไปช่วยหรือนักเรียนผู้ที่มีปัญหาอาจจะเรียกเพื่อนมาช่วย จากพฤติกรรมดังกล่าว ความสะดวกในการหาเส้นทางจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในอันดับต่อมา แต่การจัดโต๊ะเป็นรูปตัว U ก็มีข้อเสียคือ ปลายด้านที่เปิดจะเพิ่มความลำบากในการหาเส้นทาง



การวางผังเฟอร์นิเจอร์รูปตัว U ที่เน้นกิจกรรมด้านการเรียนการสอน

รูปที่ 5.13 แบบเสนอแนะในการวางผังเฟอร์นิเจอร์ที่เน้นกิจกรรมด้านการเรียนการ

การจัดโต๊ะเป็นรูปตัว U เป็นแบบที่มีความเหมาะสมในด้านกิจกรรมการเรียนการสอน แต่มีปัญหาในเรื่องความสะดวกในการหาเส้นทาง ตรงตำแหน่งปลายด้านที่เปิดอยู่ จะเป็นจุดทางแยก ทำให้เดินเลี้ยวผิดแต่ก็สามารถแก้ไขได้โดยใช้ วัสดุปูพื้นที่มีสีและผิวสัมผัสต่างจากส่วนอื่น มาใช้เป็นแนวจุดสังเกตได้



การวางผังเฟอร์นิเจอร์ที่เน้นกิจกรรมด้านการเรียนการสอนและความสะดวกในการหาเส้นทาง

รูปที่ 5.14 แบบเสนอแนะในการวางผังเฟอร์นิเจอร์ที่เน้นกิจกรรมด้านการเรียนการสอนและความสะดวกในการหาเส้นทาง

จากแบบเสนอแนะในการวางผังที่กล่าวมา สรุปเป็นแนวทางได้ดังนี้

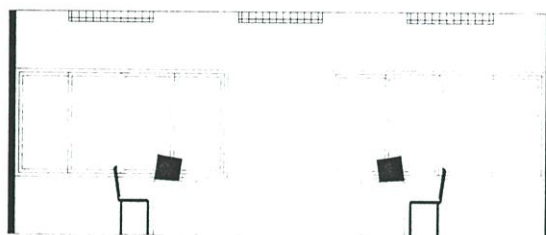
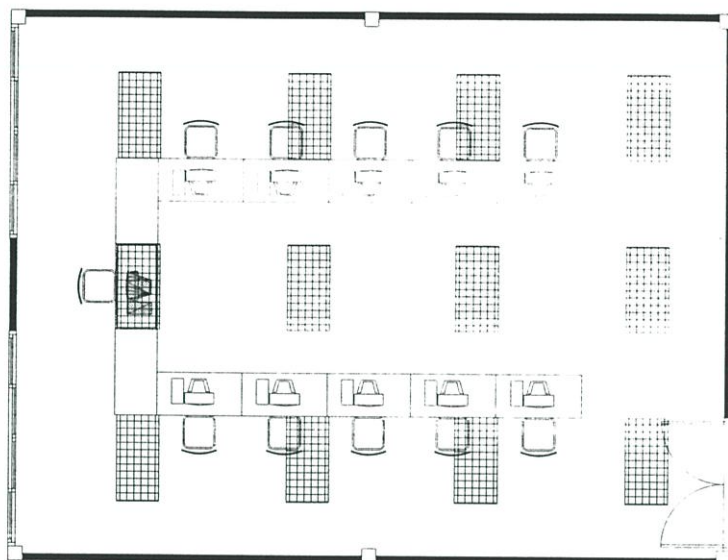
ตารางที่ 5.7 แนวทางในการพิจารณาในเรื่องการวางผังเฟอร์นิเจอร์

แนวทางในการพิจารณาในเรื่องการวางผังเฟอร์นิเจอร์		
<b>ลักษณะของห้อง</b> 	ควรเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือจัตุรัส	เนื่องจากบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นสามารถ หาทิศทางในสภาพแวดล้อมไปข้างหน้า ข้างหลัง ซ้าย ขวา ได้ดีกว่า การเดินเฉียง หรือเดินเป็นทางโค้ง
<b>ขนาดของห้อง</b> 	ถ้าห้องมีขนาดใหญ่มาก ควรแบ่งพื้นที่ขนาดใหญ่ให้เล็กลง ด้วยการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ เป็นกลุ่มย่อย	บุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นจะอาศัยจุดสังเกตจาก แนวผนัง หรือเฟอร์นิเจอร์ช่วยในการเดินทางในห้อง การเดินในพื้นที่เปิดโล่งจะไม่สามารถหาจุดสังเกตได้
<b>เส้นทางสัญจร</b> 	เส้นทางสัญจรหรือทางเดินในห้องควรเป็นมุมฉาก	สามารถ หาทิศทางในสภาพแวดล้อม ไปข้างหน้า ข้างหลัง ซ้าย ขวา ได้ดีกว่า การเดินเฉียง หรือเดินเป็นทางโค้ง
<b>ความซับซ้อนของผังเฟอร์นิเจอร์</b> 	ควรออกแบบจัดวางผังเฟอร์นิเจอร์ให้มี จุดทางแยกหรือทางเลี้ยวให้น้อยที่สุด	การวางผังเฟอร์นิเจอร์ที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น จะทำให้ความสามารถในการหาทางลดลง เนื่องจากบุคคลที่มีความผิดปกติทางการมองเห็นจะใช้การจดจำเส้นทาง และสร้างภาพจำลองขึ้นในสมอง (Mental Map)
<b>ขนาดของโต๊ะ</b> 1.20 0.60 	ขนาดของโต๊ะไม่ควรน้อยกว่า 0.60 x 1.20 เมตร	ผู้ที่มีความผิดปกติทางสายตา จะมีอุปกรณ์เครื่องใช้ประจำตัว มากกว่าคนปกติ เช่น ไม้เท้า เครื่องมือสำหรับจด อักษร เบรลล์ กระดาษสำหรับจด
<b>ลักษณะของโต๊ะ</b> 	ควรใช้โต๊ะคอมพิวเตอร์แบบที่มีขอบด้านข้างและด้านหลังสูง	เพื่อป้องกันสิ่งของที่ จะหล่นลงบนพื้น ซึ่งจะ เป็นปัญหาอย่างมากของผู้ใช้ที่มีความผิดปกติทางสายตา ในการหาตำแหน่งและเก็บขึ้นมา

### 5.7.2 แสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

จากแบบเสนอแนะในการวางผังเฟอร์นิเจอร์ จะมีความสัมพันธ์กับการวางตำแหน่งดวงโคม

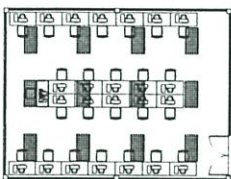



ดังนี้



การวางผังเฟอร์นิเจอร์รูปตัว U ที่เน้นกิจกรรมด้านการเรียนการสอน

รูปที่ 5.15 แบบเสนอแนะในการวางตำแหน่งดวงโคมในการวางผังเฟอร์นิเจอร์รูปตัว U

ตารางที่ 5.8 แนวทางในการพิจารณาในเรื่องแสงสว่างและการวางตำแหน่งดวงโคม

แนวทางในการพิจารณาในเรื่องแสงสว่างและการวางตำแหน่งดวงโคม		
<b>ตำแหน่งของดวงโคม</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรวางในแนวขนานไปกับสายตาของผู้ใช้</li> <li>- หลีกเลี่ยงการวางตำแหน่งในแนวเดียวกับโต๊ะคอมพิวเตอร์</li> </ul>	เนื่องจากดวงโคม ในโรงเรียนหรือในสถานศึกษา ส่วนใหญ่จะเป็นชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ การวางในแนวขนานไปกับ สายตา จะเกิดแสงรบกวนที่จอภาพน้อยกว่าการวางดวงโคมในแนวขนานไปกับโต๊ะคอมพิวเตอร์
<b>ระดับความส่องสว่าง</b> 	300 Lux – 500 Lux	โดยใช้การวัดค่าระดับความส่องสว่างที่หน้าจอคอมพิวเตอร์และในบริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์รวมถึงระดับความส่องสว่างในสภาพแวดล้อม ได้แก่ บริเวณเส้นทางสัญจร และประตูทางเข้า
<b>ความสม่ำเสมอของระดับความส่องสว่าง</b>	ความสม่ำเสมอของระดับความสว่างโดยรอบบริเวณที่ทำงาน ไม่ควรมีระดับความสว่างน้อยกว่า 1/3 ของความส่องสว่างที่โต๊ะคอมพิวเตอร์หรือพื้นที่ทำงาน	เช่น ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ มีระดับความสว่าง 500 ลักซ์ บริเวณรอบข้างเช่น บริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์ไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า $500/3 = 167$ ลักซ์ เป็นต้น ถ้าระดับแสงสว่างภายในห้องมีความแตกต่างกันมาก จะก่อให้เกิดความอ่อนล้าทางสายตา เนื่องจากดวงตาจะต้องคอยปรับระดับความชัดเจนในการมองเห็นให้สอดคล้องกับระดับความสว่างที่เปลี่ยนไป
<b>แสงรบกวนโดยอ้อม (Reflected Glare) จากหน้าต่าง</b> 	ควรวางจอภาพ ให้หันด้านข้างเข้าหาหน้าต่าง	การวางจอภาพให้หันหน้าเข้าหาหน้าต่าง จะทำให้เกิดแสงรบกวนที่จอภาพ กรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ควรใช้ม่านปรับแสง
<b>สี Background ของจอภาพ</b> 	ควรปรับสี Background ของจอภาพให้เป็นสีอ่อน จะช่วยลดแสงรบกวนที่จอภาพ	การใช้สี Background สีเข้ม และตัวอักษรสีอ่อน เช่น ใน Dos จะเกิดแสงรบกวน มากกว่า การใช้สี Background สีอ่อน และตัวอักษรสีเข้ม เช่น ใน Windows

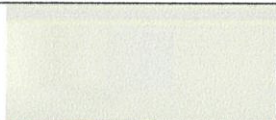

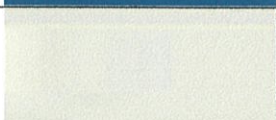
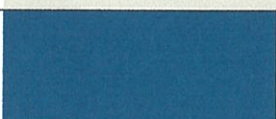
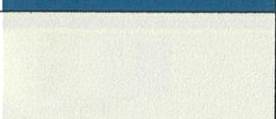
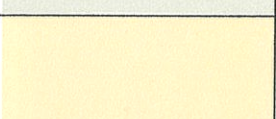
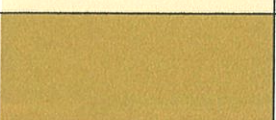
### 5.7.3 สีและระดับสีที่ตัดกัน

การใช้สีมีผลต่อการรับรู้ ในเรื่องต่างๆ เช่น การระบุตำแหน่งของวัตถุ การหาเส้นทาง บุคคลที่มีความผิดปกติทางสายตา (คนที่สายตาเลือนราง) ยังสามารถรับรู้สีอื่นๆได้อีก ไม่เฉพาะคู่สีที่ตัดกัน เช่นคู่สีที่เป็นโทนเดียวกันหรือกลมกลืนกัน แต่จะต้องมีระดับความเข้มหรือความสดที่เหมาะสม

จากตารางด้านล่างเป็นตัวอย่างการใช้คู่สีที่มีระดับความเข้มหรือความสดที่เหมาะสม ได้แก่

- ผันและบัวเชิงผนัง
- พื้นและบัวเชิงผนัง
- ประตูและกรอบประตู - วงกบ
- พื้นโตะคอมพิวเตอร์และขอบโตะคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 5.9 ตัวอย่างการใช้คู่สีที่มีระดับความเข้มหรือความสดที่เหมาะสม

บริเวณ	สี	องค์ประกอบของสี
ฝ้าเพดาน		White
บัวเพดาน		White
ผนัง		Gray cyan 10 % magenta 10 % yellow 20 %
บัวเชิงผนัง		cyan 100 % magenta 55 % black 20 %
พื้น		Gray cyan 10 % magenta 10 % yellow 20 %
กรอบประตู - วงกบ		cyan 100 % magenta 55 % black 20 %
ประตู		Gray cyan 10 % magenta 10 % yellow 20 %
พื้นโตะคอมพิวเตอร์		Harmony : magenta 10% yellow 30%
ขอบโตะคอมพิวเตอร์		Harmony : magenta 25% yellow 100% black 30 %

## บรรณานุกรม

- พรพรรณ บุญขึ้น “การออกแบบสภาพแวดล้อมกับผู้พิการทางสายตา” วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล., ฉบับที่ 1, เล่มที่ 1, ปี พ.ศ. 2542 หน้า 49-57
- สุกัญญา ศรีปรัชญาอนันต์. คู่มือปฏิบัติงานด้านเวชกรรมฟื้นฟูสำหรับแพทย์เกี่ยวกับการ ป้องกันและการฟื้นฟูสมรรถภาพบุคคลที่มีความพิการ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การ สงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- “Color Selection and the Visually Impaired-A Design Guide for Building Refurbishment.” [Online]. Available : <http://www.rdg.ac.uk/~keswrims/adpap2.html>. 2001
- Cynthia Owsley. “Visual Impairment and its Rehabilitation Panel.” [Online]. Available : <http://www.nei.nih.gov/publications/plan/NEIPlan/impairment.htm>. 2001.
- “Eye Discomfort.” [Online]. Available : <http://www.3m.com/cws/selfhelp/eyes.html>. 2001.
- Aries Arditi. , Ph.D “Effective Color Contrast” [Online]. Available : [http://www.lighthouse.org/color\\_contrast.htm](http://www.lighthouse.org/color_contrast.htm). 2001.
- Sarah Hill. , Michael Wright ,Geoff Cook. “Lighting for Visually Impaired People in a Non Uniformly Lit Office Environment.” [Online]. Available : <http://www.rdg.ac.uk/AcaDepts/kc/nhe/nlc98.html>. 2000.
- “Improving environments for people with visual and learning disabilities.” [Online]. Available : <http://www.rnib.org.uk/multidis/enviro.htm>. 2000.
- “Lighting Guide of Workstations with Visual Display Terminals” [Online]. Available : <http://www.TIEA.net>. 2002.
- “Buildings.” [Online]. Available : <http://www.rnib.org.uk/jmu/build.htm>. 2001.
- “Project Rainbow Advisory Paper 1” [Online]. Available : <http://www.rdg.ac.uk/keswrims/adpap1.html>. 2001
- Lighthouse International. “Introduction to Adaptive Computer Technology.” [Online]. Available : [http://www.lighthouse.org/resources\\_adaptive\\_tech.htm](http://www.lighthouse.org/resources_adaptive_tech.htm) 2001.
- Lighthouse International. “What the World Looks Like to People with Low Vision.” [Online]. Availbel : [http://www.lighthouse.org/low\\_vision\\_defined\\_page2.htm](http://www.lighthouse.org/low_vision_defined_page2.htm). 2001.

Eric Bergman. , "Towards Accessible Human-Computer Interaction." [Online].

Available : <http://www.sun.com/access/developers/updt.HCI.advance.html>. 2001.

"Report of the Visual Impairment and Its Rehabilitation Panel." [Online]. Available :

<http://www.nei.nih.gov/publications/plan/NEIPlan/impairment.htm>. 2001

"Working with the Joint Mobility Unit." [Online]. Available :

<http://www.rnib.org.uk/jmu/working.htm>. 2000.

ภาคผนวก  
คำบรรยายและแบบสอบถาม

## แบบสอบถาม ข้อมูลทั่วไป

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับผู้มีความผิดปกติทางการมองเห็น

สถานที่.....

วันที่...../...../.....

ชื่อ	นามสกุล
------	---------

เพศ

ชาย	หญิง
-----	------

อายุ (ปี)

0-7	8-16	17-24	25-32	33-40	41-48
-----	------	-------	-------	-------	-------

ระยะเวลาที่มีอาการผิดปกติทางสายตา (ปี)

0-7	8-16	17-24	25-32	33-40	41-48
-----	------	-------	-------	-------	-------

ระดับการศึกษา

ต่ำกว่า มัธยม ปลาย	มัธยม ปลาย	ปวช.	ปวส.หรือ อนุปริญญา	ปริญญา ตรี
--------------------------	---------------	------	-----------------------	---------------

ระดับความผิดปกติในการมองเห็น

สายตาเลือนราง	ตาบอด
---------------	-------

ระยะเวลาการบกพร่องทางการมองเห็น

ตั้งแต่กำเนิด	ภายหลัง
---------------	---------

การอบรมในเรื่อง การเดินทาง (Orientation-Mobility)

เคย	ไม่เคย
-----	--------

ท่านใช้อุปกรณ์ช่วยการเดินทางชนิดใด

ไม้เท้า	คนนำทาง	สุนัข	ไม่ใช้อะไรเลย
---------	---------	-------	---------------

ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มใช้คอมพิวเตอร์มาจนถึงปัจจุบัน.

น้อยกว่า 6 เดือน	6 เดือน- 1 ปี	มากกว่า 1-2 ปี	มากกว่า 2-3 ปี	มากกว่า 3 ปี
------------------------	------------------	-------------------	-------------------	-----------------

สถานที่ที่ใช้คอมพิวเตอร์

บ้าน	สถานศึกษา	ที่ทำงาน	สถานให้บริการ อินเทอร์เน็ต
------	-----------	----------	-------------------------------

ระยะเวลาที่ใช้งานคอมพิวเตอร์ใน 1 สัปดาห์

น้อยกว่า 1 ชม.	1ชม.-3 ชม.	4 ชม.-6 ชม.	7ชม.-9 ชม.	มากกว่า 10 ชม.
----------------	------------	-------------	------------	----------------

ระยะเวลาที่ใช้งานคอมพิวเตอร์ต่อ 1 ครั้ง

น้อยกว่า 1 ชม.	1ชม.-3 ชม.	4 ชม.-6 ชม.	7ชม.-9 ชม.	มากกว่า 10 ชม.
----------------	------------	-------------	------------	----------------

## ช่วงระยะเวลาที่ใช้งานคอมพิวเตอร์

8.01-12.00	12.01-16.00	16.01-20.00	20.01-24.00	00.01-4.00	4.01-8.00
------------	-------------	-------------	-------------	------------	-----------

## ลักษณะกิจกรรม

บทเรียน	อ่านหนังสือ	อินเทอร์เน็ต	ดูหนัง-ฟังเพลง
---------	-------------	--------------	----------------

## ซอฟต์แวร์ที่ใช้งาน

Jaws for Windows		Zoomtext		Window magnifier	
---------------------	--	----------	--	---------------------	--

## ปัญหาที่สำคัญในการใช้งานคอมพิวเตอร์

การมองตัวอักษรที่ จอภาพ	การใช้ Keyboard	การใช้ Mouse	การฟังเสียงของ อุปกรณ์ต่างๆ
----------------------------	-----------------	--------------	--------------------------------

**แบบสอบถามเรื่องการวางผัง**  
**ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่บกพร่องทางการมองเห็น**

สถานที่.....  
ชื่อ.....เพศ.....อายุ.....  
ระดับการศึกษา.....

พฤติกรรม	มาก	ปานกลาง	น้อย
1. เวลาที่จะเดินเข้าห้องเรียน ท่านเดินผิดทิศทางหรือมีการชน ประตู			
2. ท่านมีการชนโต๊ะเก้าอี้หรือ เดินผิดทิศทางขณะที่เดินไปหาที่ นั่งหรือเดินไปหยิบสิ่งของต่างๆ			
3. ท่านเดินสะดุดสายไฟบ่อย หรือไม่			
4. ท่านรู้สึกถึงความกว้างของ ทางเดินในห้องเป็นอย่างไรร			

คำถามเรื่องการวางผัง			
1. เมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับบทเรียน หรือเครื่องคอมพิวเตอร์	-เรียกอาจารย์	-เดินไปถามเพื่อน ข้างๆ	
2. การเลือกตำแหน่งที่นั่งภายใน ห้อง	ชอบนั่งคนเดียว	ชอบนั่งติดกับเพื่อน	ชอบนั่งใกล้กับ ผู้สอน
3. วิธีที่ท่านใช้เดินไปที่โต๊ะ คอมพิวเตอร์	ไม่เท่า-มีอคล่ำ	เดินเอง-ใช้วิธีสังเกต จากจุดสังเกตต่างๆ เช่น สี ของโต๊ะ ผนัง พื้น หรือ ผิวสัมผัสที่ พื้น	ใช้วิธีจำเส้นทาง

**แบบสำรวจเรื่องการวางผัง**  
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับผู้มีความผิดปกติทางการมองเห็น

สถานที่.....

วันที่...../...../.....

พื้นที่ (ตรม.)

.....
-------

ประตูทางเข้า

ลักษณะบาน	วัสดุ	อุปกรณ์
-----------	-------	---------

การวางผังเฟอร์นิเจอร์

เรียงแถวหน้ากระดาน	หันหน้าเข้าผนัง	รูปตัว O,U	อื่นๆ.....
--------------------	-----------------	------------	------------

ความซับซ้อนของผังเฟอร์นิเจอร์และเส้นทางสัญจร

มาก	ปานกลาง	น้อย
-----	---------	------

เฟอร์นิเจอร์

โต๊ะคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปขนาด 0.60 x 0.80 x 0.75 - เก้าอี้หุ้มหนังเทียม	โต๊ะคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปขนาด 0.60 x 1.20 x 0.75 - เก้าอี้หุ้มผ้า
---	---

## การวางผัง

ประเภทของผัง	การหยุดและค้นหา(จำนวนครั้ง)		ระดับความซับซ้อนของผังพื้น
	หยุด	ไม่หยุด	
แบบหันหน้าเข้าหาผนัง			1
แบบแถวยาว			2
แบบรูปตัว u			3
แบบเรียงแถวหน้ากระดาน			4
รวม			

ประเภทของผัง	การเลี้ยวผิด(จำนวนครั้ง)		ระดับความซับซ้อนของผังพื้น
	ผิด	ไม่ผิด	
แบบหันหน้าเข้าหาผนัง			1
แบบแถวยาว			2
แบบรูปตัว u			3
แบบเรียงแถวหน้ากระดาน			4
รวม			

ประเภทของผัง	อัตราการเดิน(วินาที)		ระดับความซับซ้อนของผังพื้น
	ช้า(มากกว่า 30)	เร็ว(น้อยกว่า 30)	
แบบหันหน้าเข้าหาผนัง			1
แบบแถวยาว			2
แบบรูปตัว u			3
แบบเรียงแถวหน้ากระดาน			4
รวม			

**แบบสำรวจ-เรื่องแสงสว่าง**  
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับผู้มีความผิดปกติทางการมองเห็น

สถานที่.....

วันที่...../...../.....

ปริมาณแสงสว่าง

บริเวณโต๊ะคอมพิวเตอร์.....lux	บริเวณประตูทางเข้า.....lux	บริเวณเส้นทางสัญจร.....lux
-------------------------------	----------------------------	----------------------------

ชนิดของดวงโคม

Fluorescent	Incandescent	Window Lighting
-------------	--------------	-----------------

ระดับของแสงรบกวน(Glare)

มาก	ปานกลาง	น้อย
-----	---------	------

แหล่งที่มาของแสงรบกวน(Glare)

ดวงโคม	หน้าต่าง	ผนังกระจกใส	อื่นๆ
--------	----------	-------------	-------

การใช้แผ่นกรองแสงที่จอภาพ

มี	ไม่มี	อื่นๆ
----	-------	-------

การใช้ม่าน-มู่ลี่ที่หน้าต่าง ช่องแสงต่างๆ

มี	ไม่มี	อื่นๆ
----	-------	-------



## แบบสำรวจ-เรื่องสี

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับผู้มีความผิดปกติทางการมองเห็น

สถานที่.....

วันที่...../...../.....

การใช้โทนสีและระดับของการ Contrast

มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มี
-----	---------	------	-------

บริเวณที่มีการใช้โทนสีและระดับของการ Contrast

พื้น-ผนัง	พื้น- เฟอร์นิเจอร์	ประตู-วงกบ	ผนัง- เฟอร์นิเจอร์	ป้าย	อื่นๆ.....
-----------	-----------------------	------------	-----------------------	------	------------

วัสดุที่ใช้ตกแต่ง

พื้น.....	ผนัง.....	เพดาน.....	เฟอร์นิเจอร์.....
-----------	-----------	------------	-------------------

เฟอร์นิเจอร์

โต๊ะคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปขนาด 0.60 x 0.80 x 0.75 - เก้าอี้หุ้มหนังเทียม	โต๊ะคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปขนาด 0.60 x 1.20 x 0.75 - เก้าอี้หุ้มผ้าบุ
---	---

**แบบสอบถามเรื่องการใช้สี**  
**ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับบุคคลที่บกพร่องทางการมองเห็น**

สถานที่.....  
 ชื่อ.....เพศ.....อายุ.....  
 ระดับการศึกษา.....

พฤติกรรม	มาก	ปานกลาง	น้อย
1. ท่านสามารถมองเห็นตำแหน่งประตูทางเข้าชัดเจนหรือไม่			
2. ท่านสามารถมองเห็นแนวผนังชัดเจนหรือไม่			
3. ท่านสามารถมองเห็นแนวทางเดินในห้องชัดเจนหรือไม่			
4. ท่านสามารถมองเห็นแนวโต๊ะ เก้าอี้ในห้องชัดเจนหรือไม่			



## ประวัติผู้เขียน

นายมนตรี รัตนวิชัย เกิดเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2506 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร  
สำเร็จการศึกษาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (สถาปัตยกรรมภายใน) จากสถาบันเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2529

ปี พ.ศ. 2530-2533 ประกอบวิชาชีพมัณฑนากร

ปี พ.ศ. 2534-2539 พนักงานรัฐวิสาหกิจ การท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย

ปี พ.ศ. 2540 และปัจจุบัน อาจารย์พิเศษทางด้านคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบ  
มหาวิทยาลัยของรัฐและเอกชน