

บทที่ 2

การศึกษาขอมูลเบื้องต้น

ปัจจุบันการศึกษาได้เปลี่ยนแปลงไปมาก นับตั้งแต่หลักสูตรก็ได้มีการปรับปรุง โดยเน้นในเรื่องวิธีสอนแผนใหม่ มีการใช้สื่อการสอนชนิดต่าง ๆ เพิ่มขึ้นมาก ถึงโครงการปรับปรุงแผนพัฒนาการศึกษาของกรมวิชาการ ตามแผนพัฒนาฯ ระยะที่ 4 ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ปี 2520 ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรแบบเรียนให้ทันสมัย ปรับปรุงวิธีการทดสอบใหม่หมด และคำริจะใช้อุปกรณ์เพื่อการศึกษา เช่น วิทยุกระจายเสียง และวิทยุโทรทัศน์ คิวพิจารณาเห็นว่า ประเทศไทยมีบริการวิทยุและโทรทัศน์มากมายแล้ว จึงน่าจะนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการศึกษาบ้าง¹ ดังนั้นห้องเรียนซึ่งแต่เดิมจัดไว้เพื่อมุ่งเน้นแต่การเรียนการสอนที่พึ่งคำบรรยายจากครูเท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีการคิดแปลงและปรับปรุงเพื่อเอื้ออำนวยต่อระบบการสอนแผนใหม่ และสื่อการสอนชนิดต่าง ๆ

เราอาจจัดรวมประเภทและชนิดของสื่อการสอนที่อาจใช้ในห้องเรียนได้ไว้ดังนี้²

ก. ประเภทวัสดุ

1. กระดานดำหรือกระดานชอล์ค
2. แผนที่และลูกโลก
3. การ์ตูน
4. โปสเตอร์
5. แผนภาพ (Diagrams)

¹บทความภาพข่าวการศึกษา น.ส.พ.ไทยรัฐ วันที่ 11 ต.ค.2518 หน้า 12.

²สำเนา วราภรณ์, "ประเภทและชนิดของสื่อทัศนอุปกรณ์" คำสอนวิชา Introduction to Audio-Visual Education, สำหรับนิสิตชั้นปริญญาโท แผนกวิชาสื่อทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ.2504 หน้า 2 - 4. (อัครสำเนา).

6. กราฟ
7. แผนภูมิ (Charts)
8. กระดานผ่าสำลี
9. กระดานนิเทศ
10. ไคออรามมา (Diorama)
11. พิพิธภัณฑ์โรงเรียน
12. ของลอบแบบ (Mock-Ups)
13. ของจำลอง
14. ของตัวอย่าง
15. ของจริง
16. แผ่นเสียง
17. เทปเสียง
18. ภาพผนัง (Wall Pictures)
19. สมุดภาพ
20. หนังสือ - นิตยสาร
21. รูปตัดมา (Cut-Outs)
22. ภาพสามมิติ
23. ภาพเขียน
24. ภาพฉาย
25. สไลด์และขาวดำ
26. फिल्मสตริป (Filmstrips)
27. ภาพโปร่งใส (Transperencies)
28. फिल्मภาพยนตร์

ข. ประเภทเครื่อง

1. เครื่องฉายภาพยนตร์เสียง 16 มม.
2. เครื่องฉายสไลด์หรือฟิล์มสตริป

3. เครื่องฉายภาพขามทึบแสง (Opaque Projectors)
4. เครื่องฉายภาพขามคีระ (Overhead Projectors)
5. เครื่องฉายภาพขนาด $3 \frac{1}{4}$ " x 4" หรือ 2" x 2" (Lantern Slide Projectors)
6. เครื่องเล่นจานเสียง
7. เครื่องฉายภาพจุลทัศน์ (Micro Projectors)
8. เครื่องเทปบันทึกเสียง
9. เครื่องรับวิทยุ
10. จอฉายภาพ
11. กล้องถ่ายภาพ
12. กล้องถ่ายภาพยนตร์
13. เครื่องรับโทรทัศน์
14. ระบบขยายเสียง (Public Address System)

ค. ประเภทกิจกรรม

1. งานที่เป็นโครงการ (Projects)
2. งานเล่นแบบละคร (Dramatizations)
3. การสาธิต (Demonstrations)
4. การศึกษานอกสถานที่ (Field Trips)
5. นิทรรศการ (Exhibitions)
6. การทดลอง (Experiments)
7. กระดาษทราย (Sand Trays, Sand Tables)

เมื่อได้ทราบถึงวิธีการของการสอนแบบใหม่และสื่อการสอนต่าง ๆ แล้วก็ขอให้หันมาพิจารณาว่า อาคารสถานที่ของโรงเรียนมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งเหล่านี้อย่างไรบ้าง อาคารสถานที่ของโรงเรียนเป็นสิ่งที่ซึ่งจะช่วยให้โปรแกรมการศึกษาและวิธีการสอนสมัยใหม่เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์ ฉะนั้นเมื่อเราต้องการให้การสอนการเรียนบรรลุผลโดยดีแล้ว ก็ไม่เป็นการเกินความจำเป็นไปเลยที่เราจะจัดให้อาคารโรงเรียนของเราได้มีสภาพ

ที่ดีและเหมาะสม เพื่อจะได้ใช้สื่อการสอนในอาคารนั้น ๆ อย่างไฉไล แต่เราจะจัดอย่างไร นั้นก็เป็นเรื่องที่จะต้องศึกษากันต่อไป

การออกแบบห้องเรียนที่ดี

การออกแบบห้องเรียนที่ดีนั้น ต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติหลายสิ่งหลายอย่างประกอบกัน เช่น ความรู้ทางวิชาการที่ใช้ ระดับความรู้ของนักเรียน ระดับอายุของผู้เรียน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสมัยใหม่ ตลอดจนจิตวิทยาในการออกแบบ เพราะห้องเรียนที่ดีย่อมก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ทำให้ครูและนักเรียนมีความสนใจและใช้เวลาในการเรียนการสอนอย่างร่าเริงเบิกบานด้วย สถาปนิกจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาและเข้าใจองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จะช่วยให้การออกแบบห้องเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์ในด้านการเรียนการสอนอย่างเต็มที่ องค์ประกอบสำคัญที่ควรคำนึงถึงจะได้แยกกล่าวโดยละเอียดดังนี้

1. ลักษณะขนาดและที่ตั้งของห้องเรียน

เนื่องจากห้องเรียนของนักเรียนได้เปลี่ยนความมุ่งหมายไปตามการศึกษาแผนใหม่ กล่าวคือ ห้องเรียนมิใช่สถานที่สำหรับครูบอกหนังสือให้เด็ก จบแล้วเอาไปท่องจำอย่างเช่นสมัยก่อน ห้องเรียนตามแนวการสอนแผนปัจจุบัน ควรเป็นสถานที่สำหรับนักเรียนใช้ศึกษาหาความรู้ กระทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อหาประสบการณ์เพิ่มเติม ห้องต่าง ๆ ทุกห้องในอาคารเรียนเป็นสิ่งแวดล้อมที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทั้งสิ้น ห้องเรียนจึงควรมีขนาดกว้างใหญ่พอดีกับความต้องการของนักเรียน ตามปกติห้องเรียนทั่วไปไม่ควรจะบรรจุนักเรียนเกิน 35 คน ไม่ว่าจะเป็โรงเรียนประถมหรือโรงเรียนมัธยม แต่เนื่องจากมีจำนวนนักเรียนมีมากก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนที่เรียน ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะวางมาตรฐาน

ที่แน่นอนลงไปได้ แต่โดยทั่วไปก็มีหลักที่จะถือเป็นเกณฑ์พิจารณาถูกต้องดังนี้คือ³ นักเรียน
 ประถมควรวกคืบเนื้อที่ภายในห้องเรียนคนละประมาณ 1.20 ตารางเมตร และนักเรียน
 มัธยมควรวกคืบเนื้อที่ภายในห้องเรียนคนละประมาณ 2.00 ตารางเมตร โดยนักเรียนทุกคน
 ควรมีอัตราเฉลี่ยปริมาณภายในห้องเรียนคนละประมาณ 5 - 8 ลูกบาศก์เมตร

จำนวนนักเรียนต่อห้องที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนนั้น ได้มีการค้นคว้าของ
 สถาบันวิจัยหลายแห่ง สถาบันการค้นคว้าอาคารเรียนสำหรับชาวเอเชีย ซึ่งทำที่เมือง
 โคโลอมโบ ประเทศลังกา โดยได้รับความช่วยเหลือจากองค์การ UNESCO ขององค์การ
 สหประชาชาติ (United Nation Organization) ได้จัดสัมมนาทางวิชาการขึ้นในปี
 1972 สรุปผลได้คือ⁴

ระดับประถมศึกษา (Primary) มีจำนวนนักเรียนเรียนต่อชั้น 40 - 50 คน

ระดับ ม.ศ.ต้น (Lower Secondary) มีจำนวนนักเรียนเรียนต่อชั้น 35 - 45

คน

ระดับ ม.ศ.ปลาย (Upper Secondary) มีจำนวนนักเรียนเรียนต่อชั้น

30 - 40 คน

เมื่อทราบจำนวนนักเรียนต่อห้องแล้ว ต่อไปเป็นการพิจารณาขนาดของห้องเรียน
 อาคารห้องเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มประเทศเอเชียนั้นจะมีลักษณะเหมือนกัน คือห้องเรียนจะ
 เรียงต่อกันเป็นแถว มีทางเดินเชื่อมกันหน้า

³D.J.Vickery, "School Building Design Asia," Asian Regional
 Institute for School Building Research, UNESCO, Columbo 1971, p. 11.

⁴D.J.Vickery, "School Building Design Asia," Asian Regional
 Institute for School Building Research, UNESCO Columbo 1972,
 pp. 15-16.

ขนาดของห้องเรียนที่นิยมกันทั่วไปได้แก่

ห้องเรียนขนาดเล็กมาก	6 x 8	ตารางเมตร	} สูงประมาณ 3.50 เมตร
ห้องเรียนขนาดเล็ก	6 x 9	ตารางเมตร	
ห้องเรียนขนาดกลาง	7 x 9	ตารางเมตร	
ห้องเรียนขนาดใหญ่	8 x 10	ตารางเมตร	

โดยทั่วไปคานยาวของห้องเรียนคงจกัให้อยู่ตาม (หรือขนานกับ) คานยาวของอาคารเรียนเสมอ ทั้งนี้เพื่อให้ได้รับแสงสว่างและลมเพียงพอ สำหรับห้องที่มีแสงสว่างส่องมาก ๆ ไม่ควรใช้เป็นที่เรียน เช่น สมมุติว่าอาคารเรียนเป็นรูปอักษร I และหันหน้าไปทางทิศเหนือหรือใต้ ห้องที่อยู่ขวาสุดหรือซ้ายสุด ไม่ควรใช้ทำห้องเรียนเพราะถูกแสงแดดส่องทำใหร้อนอบอ้าวในตอนบ่าย ห้องนั้นจึงควรเป็นห้องเก็บพัสดุหรือห้องอื่น ๆ ถ้าเป็นอาคารตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป ส่วนขวาสุดหรือซ้ายสุดของอาคารควรจะทำเป็นบันไดขึ้นไปชั้นบน

ที่ตั้งของห้องเรียนควรอยู่ในบริเวณที่ค่อนข้างเงียบ มีทางเดินติดต่อกับห้องต่าง ๆ ใต้สະควก มีแสงสว่างธรรมชาติ การถ่ายเทอากาศ และการควบคุมเสียงดี มีครุภัณฑ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเรียนการสอน เนื้อที่ของห้องควรกว้างขวางพอที่จะจัดกิจกรรมการเรียนต่าง ๆ เช่น การอภิปรายปัญหา และสามารถดัดแปลงเนื้อที่ให้ใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ได้ เช่น เนื้อที่สำหรับจัดแสดง เนื้อที่สำหรับใช้เป็นที่พักษาหารือ (Conference Area) ซึ่งอาจใช้ฉากกั้นเสียงจากส่วนอื่นของห้องเรียน นอกจากนั้นควรมีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าให้สะดวก และเพียงพอแก่การใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ห้องเรียนที่มีการใช้วิทยุประกอบการสอน ควรติดตั้งลำโพงไว้ ลำโพงควรอยู่สูงประมาณ 1.80 - 2.00 เมตร ถ้าใช้กระดานดำแบบเลื่อนขึ้นลงได้ และมีที่เก็บของอยู่หลังกระดาน ลำโพงก็ควรเก็บไว้ในตู้เมื่อเวลาไม่ใช้จะโคมองไม่เห็น

2. เนื้อที่จัดแสดง (Display Area)

ถึงกล่าวแล้วว่า การเรียนการสอนแนวใหม่ มุ่งจะให้เด็กเรียนเกิดพัฒนาการทางคานสติปัญญาให้มากที่สุด ห้องเรียนถือว่าเป็นสิ่งแวดล้อมสำคัญที่จะเอื้ออำนวยความรู้แก่

นักเรียนในลักษณะต่าง ๆ ดังนั้นห้องเรียนที่จัดจึงมีโต๊ะสำหรับเรียนโดยฟังจากคำสอน จากครูเท่านั้น ควรจะได้โต๊ะเป็นที่จัดกิจกรรมการเรียนเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ความรู้ต่าง ๆ แก่นักเรียน โดยมีเนื้อที่สำหรับการจัดแสดง (Display) ต่าง ๆ อย่างเพียงพอ วัสดุที่นำมาจัดแสดงมีมากมาย เช่น ของจริง ของตัวอย่าง หุ่นจำลอง รูปภาพ และงานต่าง ๆ ของนักเรียน เป็นคน ที่สำหรับจัดแสดงหรือวางคิกตั้งวัสดุที่จะแสดงทำไคหลายลักษณะ เช่น อาจทำเป็นชั้นหรือหิ้ง ทำเป็นฉากตั้ง หรือมีตู้กระจกสำหรับใส่วัสดุที่จะตั้งแสดงเป็นเวลานาน ๆ สิ่งสำคัญของห้องเรียนจะขาดมิได้ คือ กระดานนิเทศ (Bulletin Board) โดยโต๊ะเนื้อที่ตามผนังทั้งด้านหน้า ด้านข้างและด้านหลัง กระดานนิเทศควรติดตั้งในที่ ๆ มีแสงสว่างที่ สูงในระดับตาที่นักเรียนจะมองดูได้สะดวก เนื้อที่ของกระดานนิเทศควรมีขนาดใหญ่พอสมควร คืออย่างน้อย 1.20 x 1.80 เมตร เพราะสามารถใส่แสดงได้ทั้งเรื่องเดี่ยวโดยตลอด หรืออาจแบ่งเป็นส่วน ๆ แสดงหลาย ๆ เรื่องก็ได้ กระดานนิเทศตามผนังทำไคหลายวิธี วัสดุที่ใช้ทำมีหลายชนิด เช่น ไม้ฉาน เซลโลเท็กซ์ ไม้อัด ไม้คอร์ค อาจคิกยาวตลอดด้านหลังของห้องเรียน สูงเท่ากระดานชอล์ก บริเวณข้างกระดานชอล์กควรมีกระดานนิเทศกวญ ตามกระดานหรือผนังควรมีที่แขวน ราว หรือขอสำหรับแขวนภาพ หรือแผนที่ต่าง ๆ

การออกแบบโรงเรียนในปัจจุบัน อาจไม่ใช่นั่งกออิฐฉาบปูนติดอยู่กับที่ แต่ใช่นั่งกันห้องที่มีน้ำหนักเบา เคลื่อนที่ง่าย กั้นแทน ซึ่งช่วยให้สามารถดัดแปลงห้องในลักษณะต่าง ๆ ได้ง่าย เนื้อที่ทั้งหมดของผนังกันห้องแบบนี้ใช้ประโยชน์ในการศึกษาได้เต็มที่ กล่าวคือใช้เป็นกระดานนิเทศ หรือฉากสำหรับคิกแสดงในห้อง (Display Partition) ไปในตัว ทำเป็นแผ่นขนาด 1.20 เมตร หลาย ๆ แผ่นต่อกัน ถอดและคิกตั้งได้ง่าย โดยสองแผ่นแรกใช้กระเบื้องกระษาศ หรือแผ่นซีเมนต์ หรือแผ่นมาซอนไนท์ชนิดเจาะเป็นรู ๆ เพื่อใช้คิกตั้งวัสดุที่แสดงโดยใช้ขอเล็ก ๆ เกี้ยว ส่วนอีก 2 แผ่น ใช้เป็นกระดานชอล์กยาวตลอดสำหรับบรรยาย วาดแผนที่ หรือไคอาแกรม

3. เนื้อหาสำหรับประโยชน์ใช้สอยในการ เรียนการสอน

ควรจัดเตรียมบริเวณเนื้อหาที่ศึกษาก่อนเรียนไว้ส่วนหนึ่ง เพื่อใช้ประโยชน์ในการ เรียนการสอน เช่น เป็นที่เตรียมงานและเตรียมสื่อการสอนของครู การวางผังจัดเนื้อหาใน บริเวณนี้มีขอควรรำพึงคือ

- สามารถจัดใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้สำหรับเตรียมอุปกรณ์ของครู ใช้เป็นสถานที่ศึกษาเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล ปรึกษาหารือหรือคนควาแบบของ สมุคในห้องเรียน
- มีการป้องกันเสียงรบกวนต่าง ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้กิจกรรมดังกล่าวไปรบกวน การเรียนในห้องเรียน ถ้าสามารถแบ่งเนื้อที่ส่วนนี้จากส่วนของห้องเรียนได้ก็ จะดี เปลี่ยนค่าใช้จายนอกลง
- ในเนื้อที่นี้ควรจัดให้มีโต๊ะทำงาน (Work-Table) เก้าอี้ประมาณ 5 - 6 ตัว ที่เก็บหนังสือ ที่เก็บของซึ่งออกแบบให้สะดวกในการ เก็บและหยิบใช้อุปกรณ์ ต่าง ๆ
- เนื้อที่ควรดูแลง่าย และสามารถมองเห็นได้จากห้องเรียน
- มีแสงสว่างเพียงพอที่จะนั่งทำงานหรือคนควา
- มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่จำเป็นต่าง ๆ เช่น ที่เสียบปลั๊กไฟฟ้า (Electric-Outlet) ที่ติดกระดาด กระดาดขนาดต่าง ๆ ปากกา หมึก เป็นต้น

4. วัสดุภัณฑ์และอุปกรณ์ในห้องเรียน

ในห้องเรียนควรมีวัสดุภัณฑ์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น ดังนี้

4.1 กระดานชอล์ก

กระดานชอล์ก เป็นอุปกรณ์การสอนพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับห้องเรียนทุกห้อง วัสดุ ที่ใช้ทำกระดานชอล์กส่วนใหญ่ คือ แผ่นหินชนวน ตามปกติกระดานชอล์กจะติดอยู่คานหนา

ห้อง อาจอยู่ตรงกลางหรือเอียงไปทางขวาเล็กน้อย เพื่อให้ที่แก่กระดานนิเทศ (Teak Board) ระบุสูงจากพื้นประมาณ 0.60 เมตร การติดตั้งกระดานจะต้องคำนึงถึงเรื่องแสงสะท้อน ไม่ควรติดกระดานไว้ในตำแหน่งที่ตรงข้ามกับหน้าต่าง ในห้องบรรยายใหญ่ ๆ และห้องสาขิตใหญ่ที่ห้องใช้เนื้อที่กระดานสำหรับเขียนมาก ๆ อาจใช้กระดานชอล์กชนิดเลื่อนขึ้นลงทางตั้งหรือทางนอนก็ได้ ส่วนเรื่องสีของกระดานไม่จำเป็นต้องเป็นสีดำเสมอไป เพราะเมื่อเขียนด้วยชอล์กสีขาวจะเกิดทัศนียภาพมาก ทำให้สายตาของนักเรียนเมื่อยล้า ในเรื่องการออกแบบขนาดและสีของกระดาน สถาปนิกควรเข้ามามีส่วนร่วมด้วย เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์กับการตกแต่งห้อง การให้แสงสว่างของห้องและการติดตั้งจอภายในห้องเรียนด้วย

ในเวลาที่ห้องปรับแสงของห้องให้มีคเพื่อฉายภาพยนตร์ อาจใช้ชอล์กเรืองแสง (Fluorescent Chalk) เขียน และใช้หลอดไฟชนิดแสงดำ (Black Light) ติดในรางโลหะชนิดสะท้อนแสงไว้ตรงเหนือส่วนกลางของกระดานชอล์กที่หาซื้ออื่น ๆ แพนสีดำก็ได้

สิ่งที่ควรคำนึงในการออกแบบกระดานชอล์ก

ก. ขนาดของกระดานควรใหญ่พอและใช้สะดวก ตามปกติใช้ขนาด 0.90 x 0.90 เมตร มีขอบแต่ละด้าน 1 นิ้ว ถ้าเป็นกระดานเลื่อน 2 แผ่น ควรใช้ขนาด 0.95 x 1.90 เมตร

ข. กระดานควรใช้วัสดุที่คงทนถาวร ทั้งผิวจะต้องหยาบพอจะไม่ใช้เกิดแสงสะท้อนเป็นแห่ง ๆ และสามารถเขียนชอล์กได้ติดดี วัสดุที่ทำพื้นผิวกระดานชอล์กได้ก็คือกระจกแผ่น (Ground Glass) ที่มีสีข้างหลังในตัวเองหรือทาสีไว้ข้างหลัง ทำได้โดยพ่นสีเซลล์โลสลงด้านหลังกระจกหนา 1 นิ้ว ที่ขัดด้วยทราย ไซฟอน 2 ครั้ง

ค. สีของกระดานควรเลือกให้กลมกลืนและเข้ากับสีของห้องเรียน การออกแบบสีกระดานในปัจจุบันนิยมใช้สีอ่อน ๆ มากกว่า ถ้าใช้กระดานชอล์กสีขาวจะต้องมีอัตราส่วนของแสงสะท้อนแสงไม่เกิน 20 %

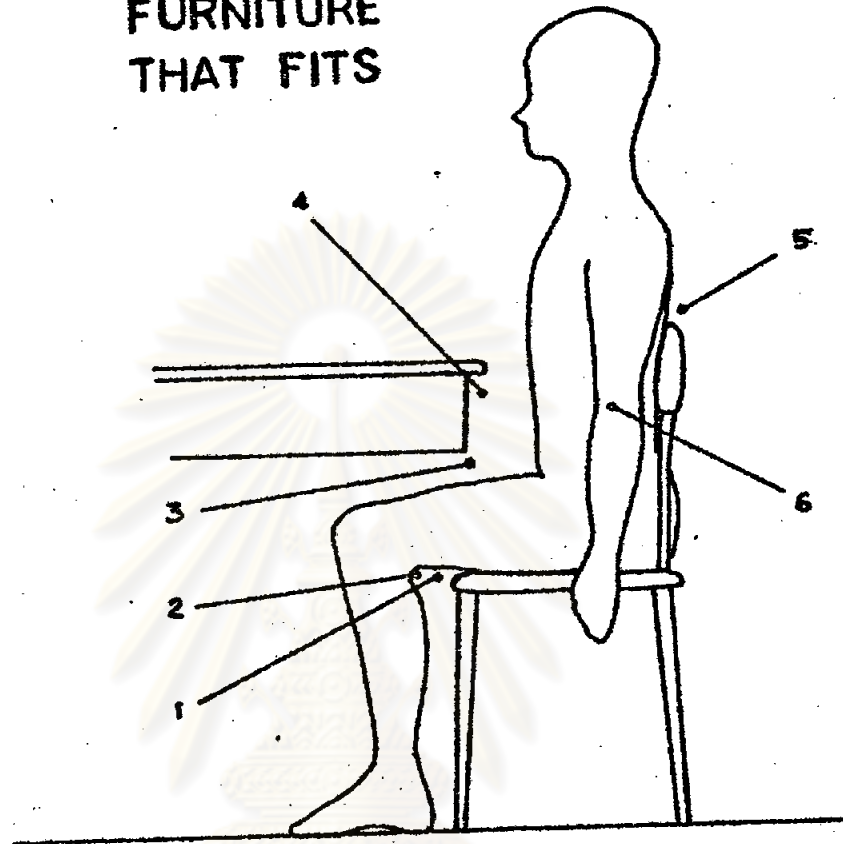
4.2 โตะเก้าอี้นักเรียน

โตะเก้าอี้ซึ่งได้รับการออกแบบที่ไต่ส่วนสำคัญต้องเหมาะสม มีส่วนช่วยในการศึกษาของนักเรียนได้มาก เด็กนักเรียนอยู่ในระยะที่กำลังเจริญเติบโต อวัยวะและกล้ามเนื้อต่างๆ อยู่ในลักษณะอ่อนและยืดหยุ่นทั่วร่างกาย เมื่อได้รับความกดดันหรือกระทบกระเทือนทางหนึ่งทางใดเป็นประจำ เช่น การที่นักเรียนนั่งอยู่กับโตะเก้าอี้และมานั่งที่ไม่สมส่วนหรือผิดสุขลักษณะ นอกจากจะทำให้รูปลักษณะร่างกายของนักเรียนพัฒนาไม่ถูกส่วนแล้ว จะทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนได้เต็มที่ กล่าวคือไม่สามารถเขียนหรือนั่งอ่าน ตลอดจนมีสมาธิในการนั่งทำงานได้เต็มที่ ด้วยเหตุนี้เองการออกแบบโตะเก้าอี้เรียนจึงต้องให้ถูกสุขลักษณะ โตะเก้าอี้ที่นี้อาจออกแบบเป็นแบบเดี่ยว (Single) หรือคู่ (Double) ก็ได้ ตามความเหมาะสมสำหรับนักเรียนในระดับการศึกษาที่ต่างกัน

โตะเก้าอี้ ที่มีขนาดเหมาะสม คือ ระดับของฝ่าโตะไต่ขนาดเท่ากับระดับของข้อศอก เมื่อนักเรียนนั่ง โดยที่เมื่อนักเรียนนั่งแล้วจะวางข้อศอกราบกับฝ่าโตะพอดี หรือคานบนของฝ่าโตะควรจะสูงกว่าจุดกึ่งกลางของข้อศอกเมื่อเวลาผู้นั่งปล่อยแขนลงมาตรง ๆ (ดูภาพที่ 1) ขนาดโดยทั่วไปควรมีความกว้างประมาณ 1 ศอก และยาวประมาณ 2 ศอกของผู้นั่ง หรือมีพื้นที่กว้าง x ยาว ไม่น้อยกว่า 35×70 ตารางเซนติเมตร ในสมัยก่อนการออกแบบโตะเก้าอี้นิยมให้ฝ่าโตะเอียงลาดเข้าหาตัวผู้เรียน แต่ในปัจจุบันมักออกแบบให้ฝ่าโตะเป็นพื้นราบขนานกับแนวนอน เพื่อให้เหมาะสมที่จะดัดแปลงสำหรับการเรียนเป็นกลุ่มในลักษณะต่าง ๆ กัน

เก้าอี้ เก้าอี้ที่มีส่วนสำคัญต่อนั้นจะทำให้ผู้นั่ง สามารถนั่งพิงพนักเก้าอี้และวางเท้าเรียบบนพื้นโดยไม่ทำให้รู้สึกถึงความกดดันที่โคนขาบริเวณเหนือเข่า ขนาดควรมีความกว้างประมาณ $\frac{2}{3}$ ของความยาวจากเข่าถึงตะโพกหรือท่อนขาส่วนบนของผู้นั่ง ความสูงของที่นั่งควรให้สูงเท่ากับส่วนยาวของท่อนขาส่วนล่าง เมื่อเวลานั่งต้องให้ขาท่อนล่างกับขาท่อนบนงอโค้งมนฉาก ถ้าเก้าอี้สูงเกินไปจะทำให้เท้าเหยียดไม่ได้พิงบนพื้นอย่างเพียงพอ แต่ถ้ามานั่งต่ำเกินไปจะทำให้ท้องเหยียดเท้าออกตลอดเวลา พื้นที่นั่งควรทำเป็นแอ่งดีกว่าพื้นราบ พนักพิงไม่ควรจะสูงกว่ากระดูกสะบัก เพราะจะทำให้ส่วนหลังพิงได้ไม่เต็มที่ ส่วนล่างของพนักพิงไม่ควรทำหีบ ควรปล่อยเป็นช่องว่างไว้ เพื่อมิให้กล้ามเนื้อบริเวณตะโพกต้องถูกอัดเมื่อเวลานั่ง

GIVE THE CHILDREN⁵ FURNITURE THAT FITS

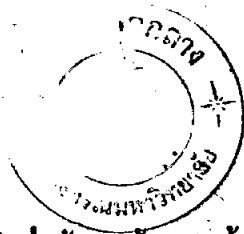


- 1 NO PRESSURE UNDER THE KNEES
- 2 FREE SPACE BACK OF INSIDE ANGLE OF KNEE
- 3 ROOM ABOVE THE THIGHS
- 4 BACK EDGE OF TABLE OVERLAPS FRONT EDGE OF CHAIR
- 5 LOW CHAIR BACK, OPEN AT BOTTOM, SUPPORT FOR HOLLOW OF BACK ONLY
- 6 TABLE TOP HIGHER THAN ELBOW WHEN ARM IS STRAIGHT

ภาพที่ 1 ฉากประกอบโต๊ะ, เก้าอี้ ให้เหมาะสมแก่เด็กที่เรียนด้านรับนักเรียน

⁵American Association of School Administrators, American School Buildings, Washington D.C.: Department of The National Education Association of The United State, 1949, p. 251.

- โต๊ะเขียนและเก้าอี้ เวลาจัดเข้าชุดกันควรมีลักษณะดังนี้
- ก. ไม่มีแรงกดที่โต๊ะพับ และสามารถวางเท้าราบกับพื้นพอดี
 - ข. มีช่องวางหนังสือหรือหมอนกับคานกลางของโต๊ะเล็กน้อย
 - ค. ขอบโต๊ะด้านชิดลำตัว ควรให้อยู่ในลักษณะเดียวกับขอบม้านั่งด้านหน้าเล็กน้อย เพื่อจะทำให้นั่งได้ตัวตรงดีขึ้น



ในทางปฏิบัติโรงเรียนต่าง ๆ มักประสบปัญหาในเรื่องการออกแบบ การจัดโต๊ะเขียนและเก้าอี้ให้เหมาะสมและถูกสุขลักษณะสำหรับนักเรียน เพราะนักเรียนในห้องเรียนหนึ่ง ๆ ย่อมมีความสูงแตกต่างกันออกไป กระทรวงศึกษาธิการของรัฐนิวเซาท์เวลด์ ประเทศออสเตรเลีย ได้จัดโต๊ะเก้าอี้ให้โรงเรียน โดยให้มีระดับความสูงแตกต่างกัน 6 ระดับ ทุกชั้นเรียนจะมีโต๊ะเก้าอี้ระดับแตกต่างกันอยู่ประมาณ 3 ระดับ ทั้งนี้เพราะทางการตระหนักดีว่า เด็กย่อมมีความสูงแตกต่างกันพอสมควร แม้เด็กจะมีอายุอยู่ในกลุ่มอายุเดียวกันก็ตาม ความสูงของเก้าอี้ ความลึกและความกว้างของส่วนที่รองนั่งของเก้าอี้ ตลอดจนพนักพิงล้วนมีขนาดแตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะทางการอาศัยข้อมูลจากการสำรวจและค้นคว้าเกี่ยวกับขนาดของมนุษย์ Anthropometric เมื่อไม่นานมานี้ มาเป็นหลักในการสร้างโต๊ะเก้าอี้ ให้มีขนาดต่างกันตามเกณฑ์มาตรฐานซึ่งได้จากการสำรวจครั้งนั้น ก่อนที่จะมีการสำรวจและค้นคว้านี้ทางการเคยจัดทำโต๊ะเก้าอี้เพียง 4 ขนาดเท่านั้น (ดูภาพที่ 2 - 4)

ดังนั้น เพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว โรงเรียนจึงควรมีโต๊ะเขียนและม้านั่งที่เข้าชุดกันได้พอดีหลาย ๆ ขนาดด้วยกัน ตามคำแนะนำของกองอนามัยโรงเรียน กรมอนามัย⁶ ได้แบ่งโต๊ะเขียนและม้านั่งไว้ 5 แบบ คือ

⁶สุชาติ โสมประยูร, โครงการสุขภาพในโรงเรียน, (พระนคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2514) หน้า 41.

	ความสูงของโตะเรียน	ความสูงของม้านั่ง
แบบที่ 1	50 ซม.	30 ซม.
แบบที่ 2	55 ซม.	35 ซม.
แบบที่ 3	65 ซม.	40 ซม.
แบบที่ 4	75 ซม.	45 ซม.
แบบที่ 5	80 ซม.	50 ซม.

ในเรื่องโตะเรียนและม้านั่งสำหรับโรงเรียนในประเทศไทยนั้น ผ.ศ. สุชาติ โสมประยูร ได้กล่าวไว้ในหนังสือโครงการสุขภาพในโรงเรียนว่า ดร. พอล ดับบลิว ซีเกอร์ส (Dr. PAUL W. SEAGERS) แห่งมหาวิทยาลัยอินเดียนา ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทำการค้นคว้าวิจัย และให้ข้อเสนอแนะว่า ควรมี 6 แบบ คือ

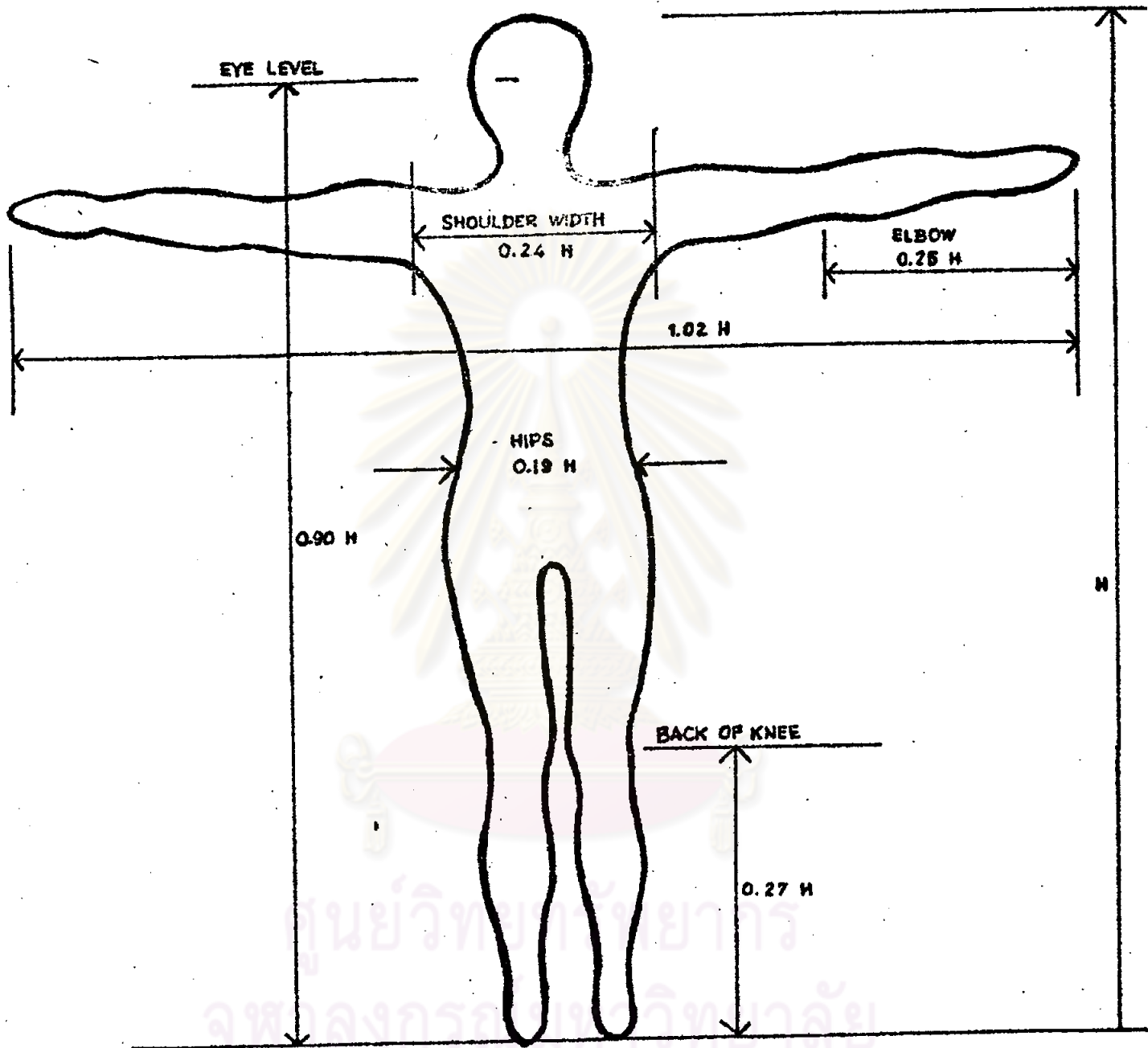
	วัดจากพื้นถึงขาอ่อน	ความสูงของโตะเรียน	ความสูงของม้านั่ง
แบบที่ 1	27.0-30.5 ซม.	55 ซม.	29 ซม.
แบบที่ 2	30.6-33.5 ซม.	58 ซม.	32 ซม.
แบบที่ 3	33.6-36.5 ซม.	63 ซม.	35 ซม.
แบบที่ 4	36.6-39.5 ซม.	67 ซม.	38 ซม.
แบบที่ 5	39.6-42.5 ซม.	69-71 ซม.	41 ซม.
แบบที่ 6	42.6-46.5 ซม.	72-75 ซม.	43 ซม.

อย่างไรก็ดีการออกแบบโตะเก้าอี้ให้ได้นักที่เหมาะสมนั้น ควรจะพิจารณาความสูงของนักเรียนเป็นเกณฑ์

มาตรฐานน้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียนชายและหญิง⁸
(จากสถิติของกองอนามัยโรงเรียน กรมอนามัย)

อายุปี	ชาย		หญิง	
	น้ำหนัก	ส่วนสูง	น้ำหนัก	ส่วนสูง
4	15.47	102.06	14.71	100.55
5	16.40	105.35	15.66	105.94
6	18.83	111.59	18.34	111.25
7	19.45	113.42	18.99	113.71
8	21.86	119.18	21.06	118.41
9	23.80	123.37	23.56	123.19
10	25.71	127.87	27.36	128.88
11	27.34	131.97	29.54	135.15
12	30.96	138.15	33.16	141.07
13	35.51	145.87	36.76	147.15
14	38.89	153.15	41.84	151.00
15	46.23	160.00	43.47	152.38
16	47.24	161.94	45.80	153.12
17	50.28	163.70	46.42	153.68
18	51.53	163.74	46.51	154.39
19	51.86	163.76	46.88	155.08
20	52.57	164.47	47.33	155.36

⁸ เรื่องเดียวกัน, หน้า 69.

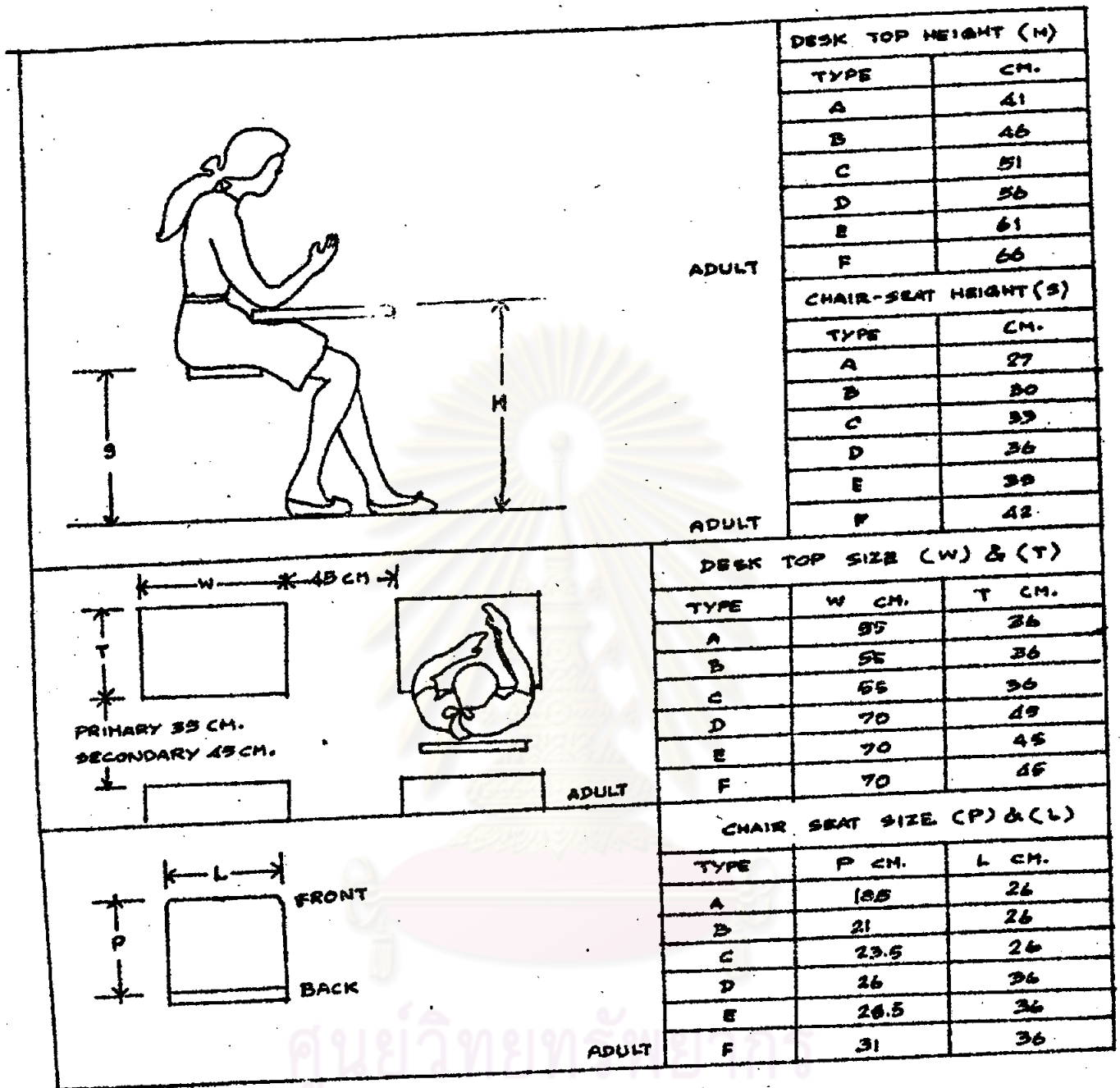


หน้า 2

แผนผังของมนุษย์

H = ความสูง

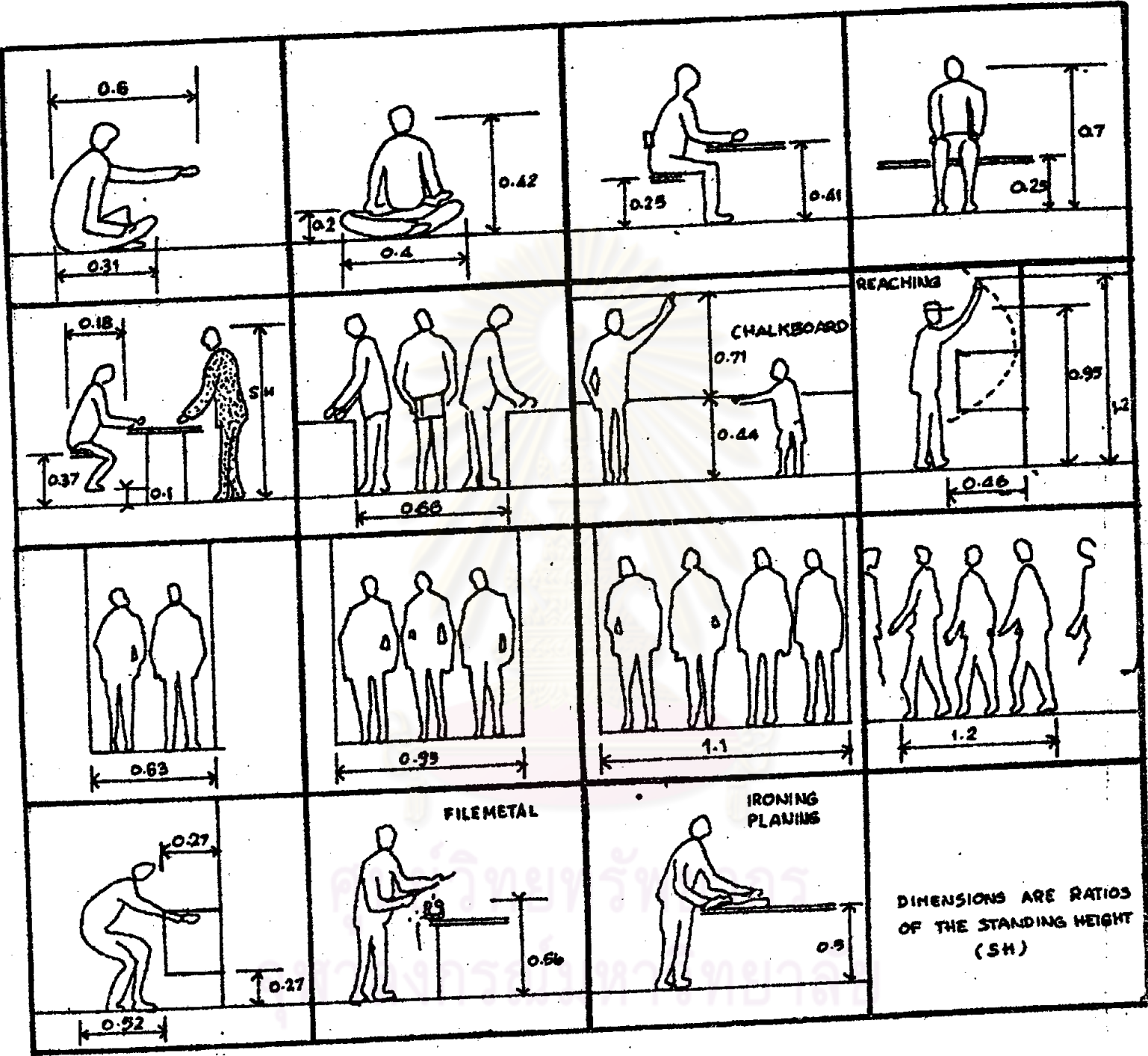
⁹D.J. Vickery, "School Building Design Asia," Asian Regional Institute for School Building Research, UNESCO Columbo 1973, p. 84.



ภาพที่ 3 ขนาดของโต๊ะ ม้านั่งนักเรียนที่สัมพันธ์กับร่างกายนักเรียนและระยะเวลาจัดวาง
โต๊ะ ม้านั่ง¹⁰

Type A และ B	หมายถึงกลุ่มเด็กอายุ 6 - 8 ปี
Type C	หมายถึงกลุ่มเด็กอายุ 9 - 11 ปี
Type D และ E	หมายถึงกลุ่มเด็กอายุ 12 - 14 ปี
Type F	หมายถึงกลุ่มเด็กอายุ 14 - 20 ปี

¹⁰ Ibid., p. 204.



ภาพที่ 4 ส่วนต่างๆของร่างกายเพื่อใช้ประกอบในกรอบแบบรูปที่ 11

¹¹Ibid., p. 87.

การจัดที่นั่งในห้องเรียน

การจัดที่นั่งในห้องเรียนจะคงคู่ให้สัมพันธ์กับลักษณะการเรียน และการใช้สื่อการสอน ประเภทต่าง ๆ ด้วย เพราะสื่อการสอนบางครั้งคงใช้กับนักเรียนทั้งห้อง แต่บางครั้งใช้กับนักเรียนบางส่วนหรือเป็นกลุ่มเล็ก ดังนั้นการจัดที่นั่งควรสามารถดัดแปลงและยืดหยุ่นได้ โต๊ะเรียน ม้านั่ง และครุภัณฑ์ในห้องเรียนสมัยใหม่ควรมีลักษณะดังนี้

- มีน้ำหนักเบา เคลื่อนที่ง่าย และออกแบบให้สามารถจัดรวมหรือแยกได้หลายแบบ
- โต๊ะและม้านั่ง ควรนั่งสบายมีที่รองรับแข็งแรง
- ไม่ควรมีเสียงดังเวลาเคลื่อนย้าย

การจัดโต๊ะเรียนและม้านั่ง มีหลักควรพิจารณา ดังนี้

- ก. ควรจัดให้นักเรียนได้สังโต๊ะ เก้าอี้ที่มีขนาดได้สัดส่วนกับร่างกายของนักเรียน รวมทั้งจัดให้นักเรียนได้สังในลักษณะที่เหมาะสมและถูกสุขลักษณะด้วย
- ข. ควรจัดโต๊ะเรียนแยกกันเป็นโต๊ะเดี่ยว ๆ ดีกว่าจัดเป็นโต๊ะคู่หรือโต๊ะหมู่
- ค. จัดให้อยู่ในที่ได้รับแสงสว่างพอเหมาะ แบบที่นิยมกันมากคือการจัดเป็นแถวตอนขนานกันและมีช่องว่างระหว่างแถวซึ่งกว้างพอจะเดินไปมาได้ ส่วนแถวริมห้องควรห่างจากฝาผนังห้องพอควร เช่นอาจจะห่างประมาณ 70 ซม. เป็นต้น
- ง. โต๊ะเรียน ม้านั่งไม่ควรตั้งอยู่กับที่ เพราะไม่สะดวกในการนั่งและการโยกย้ายเพื่อกิจกรรมบางอย่าง

4.3 ที่เก็บของ

เพื่อความสะดวกสบายในการใช้สื่อการสอนต่าง ๆ และเพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อยในห้องเรียน ควรมีที่สำหรับเก็บสื่อการสอนต่าง ๆ โดยเฉพาะให้เป็นหมวดหมู่ อาจเป็นที่เก็บของ ชั้นหนังสือ หรือตู้กระจกสำหรับเก็บสื่อการสอนประเภทวัสดุและเครื่องมือ การออกแบบที่เก็บของในห้องเรียนจะต้องคำนึงถึงประโยชน์การใช้ให้มาก เนื้อที่และลักษณะแบบของที่เก็บของแต่ละห้องขึ้นอยู่กับจำนวนของสื่อการสอน ระบบการเก็บและแจกจ่ายของสื่อการสอนในโรงเรียนนั้น ๆ กล่าวคือถ้าโรงเรียนใช้ระบบรวมอำนาจ (CENTRALIZE) ที่เก็บอุปกรณ์ในห้องเรียนก็ไม่จำเป็นต้องมีมากนัก แต่ถ้าเป็นระบบกระจายอำนาจ (DECENTRALIZE) ก็จำเป็นต้องสร้างที่เก็บอุปกรณ์ในแต่ละห้องเรียนมาก ๆ การออกแบบ

ที่เก็บอุปกรณ์ในห้องเรียนควรวางให้เหมาะสม และสอดคล้องกับระบบบริหารงานของโรงเรียนด้วย
 ที่เก็บของในห้องเรียนไม่ควรรวมอยู่แห่งเดียว แต่ควรกระจายไปอยู่ทั่ว ๆ ห้อง เพื่อ
 ความสะดวกในการเก็บรักษาและการใช้ ที่เก็บของอย่างหนึ่ง ๆ ควรตั้งใกล้หรือติดกับเนื้อที่
 หรือบริเวณที่จะใช้เครื่องมือชิ้น ๆ วัสดุและเครื่องมือที่มีค่า หรือไม่คอยได้ไขว่คว้านัก ควรใส่
 ตู้หรือชั้นที่มีฝาปิด สำหรับวัสดุที่คงไขว่คว้า ๆ ก็ควรเก็บในหิ้งหรือชั้นที่หยิบได้สะดวก หิ้งหรือ
 ชั้นควรออกแบบให้เลื่อนหรือย้ายเปลี่ยนได้ เพราะจะเป็นประโยชน์มากสำหรับการจัดห้องเรียน
 ที่ยืดหยุ่นได้

เนื้อที่ข้างล่างกระดานชอล์ก ควรออกแบบให้ใช้สอยประโยชน์ได้เต็มที่ เช่น ทำ
 เป็นตู้คิดแผนภูมิ (CHART CASE) ขนาดของตู้จากกว้าง 0.6 - 0.9 เมตร ควรลึกไม่เกิน
 0.15 - 0.20 เมตร ความสูงแล้วแต่ความเหมาะสม ประตูตู้ควรมีบานพับและมีลวด
 สปริงหนัก ๆ ติด เพื่อยึดแผนแผนภูมิให้ติดแน่นกับประตู

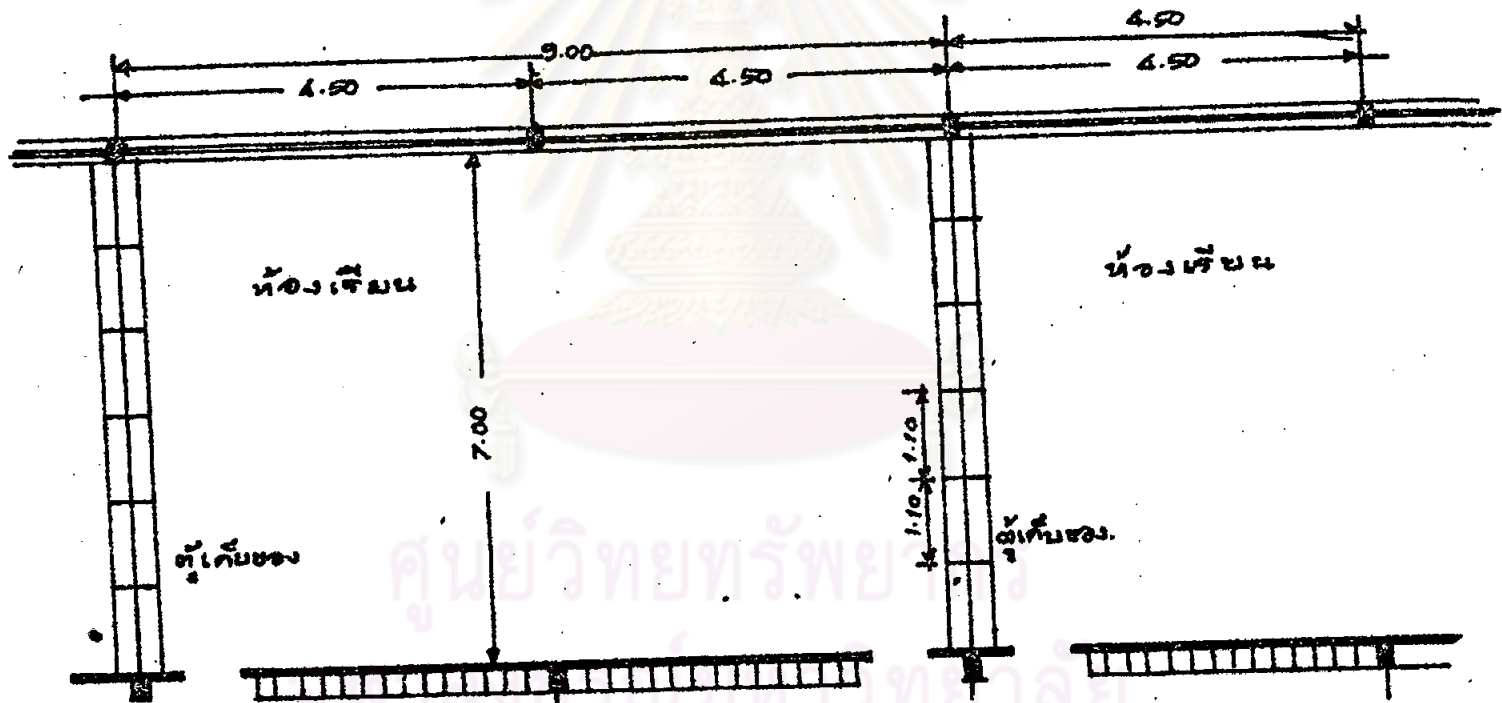
4.4 ครุภัณฑ์และอุปกรณ์อื่น ๆ

นอกจากครุภัณฑ์ที่สำคัญและจำเป็นดังกล่าวแล้ว ห้องเรียนควรมีสิ่งต่าง ๆ
 เหล่านี้ด้วยคือ

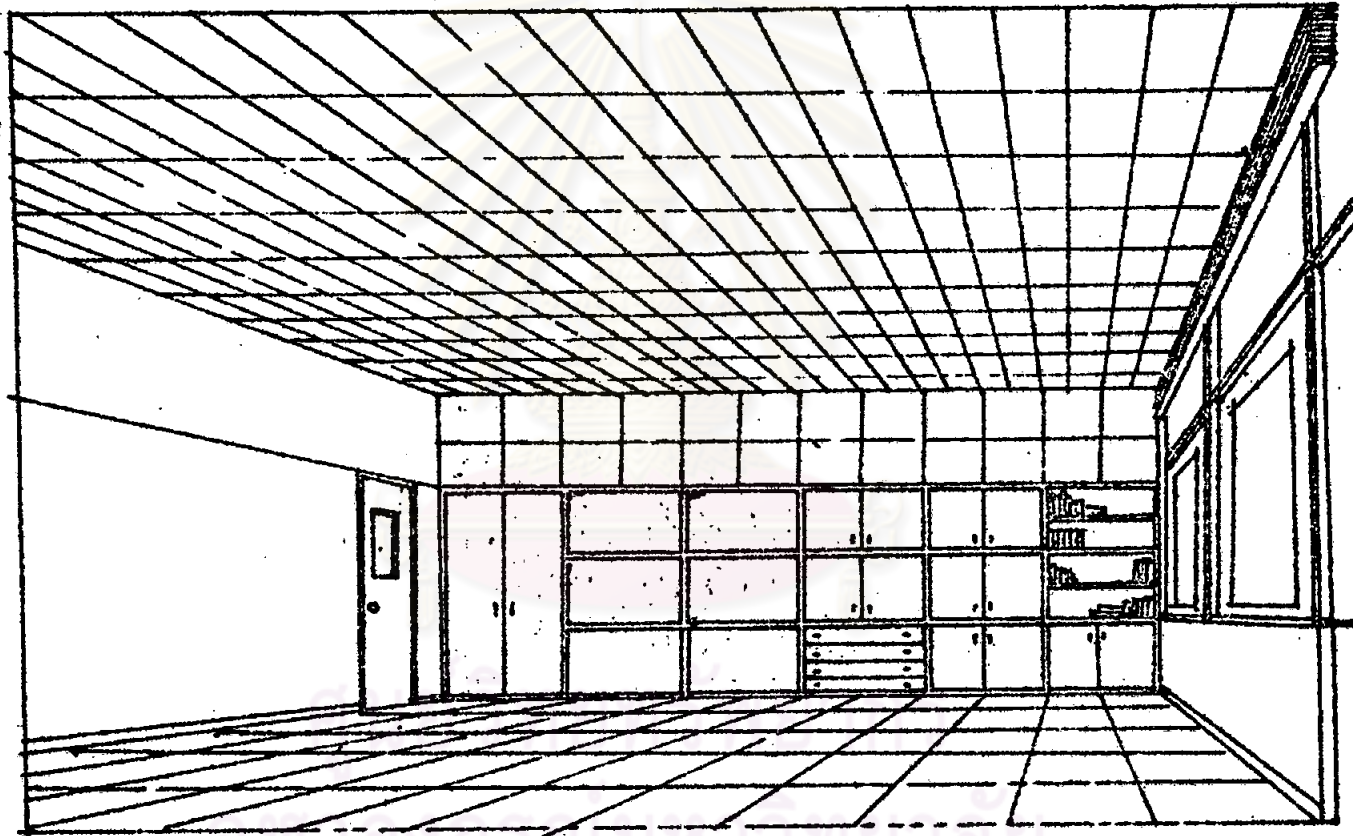
- โต๊ะเก้าอี้ครูพร้อมทั้งที่เก็บของติดกับโต๊ะ
- โต๊ะกลมสำหรับอ่านหนังสือพร้อมควมเก้าอี้ 2 - 4 ตัว
- ตู้เก็บเอกสารขนาดต่าง ๆ
- โต๊ะเตรียมโครงการหรือปรึกษาหารือ
- หิ้งหนังสือ และที่วางนิตยสาร
- จอฉาย
- ที่เสียบปลั๊กไฟ (ELECTRIC OUTLETS)
- ตู้เก็บอุปกรณ์ประเภทที่ต้องการเก็บอย่างปลอดภัย
- มานหรืออุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างอื่น ๆ

ครุภัณฑ์ในห้องเรียนสมัยใหม่จะต้องเคลื่อนย้ายได้ง่าย ทอเดิมเป็นรูปอื่นได้ ทัศนแปลง
 ได้ ทนทานและประหยัดเนื้อที่ในการเก็บ และควรมีคุณค่าทางการสะท้อนแสง 30 - 40 %

ภาพที่ 5 แผนแสดงการจกัเก็บของที่ไ้เป็นผนังกันห้องไปในตัวสามารถเคลื่อนย้ายได้ไม่ตายตัว



ภาพที่ 6 ตัวอย่างการทำผนังห้องที่ใช้เป็นที่เก็บของได้



สีของมันควรถูกเข้ากับสีผนัง เพดาน พื้น และครุภัณฑ์อื่น ๆ ในห้องนั้น สมัยนี้มักใช้สีอ่อน ๆ แทนสีไม้ธรรมชาติซึ่งมักเป็นสีน้ำตาล เพื่อช่วยให้นักเรียนและครูมีความรู้สึกดีมากขึ้น (รูปที่ 5 - 6)

5. ลักษณะของสื่อการสอนที่ใช้ในห้องเรียน

ปัจจุบันนี้โรงเรียนได้มีการค้นคว้าในการใช้สื่อการสอนใหม่ ๆ เข้ามาประกอบการเรียนการสอนมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้วิธีการสอน และการจัดห้องเรียนเปลี่ยนแปลงไป ห้องเรียนจะเป็นคล้ายห้องปฏิบัติการมากขึ้น และเป็นเสมือนหนึ่งสถานที่สำหรับศึกษาดังหลักฐาน หรือความรู้ทั้งหลายที่เก็บรวบรวมมาจากการสังเกต เหตุการณ์ และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับมาจากในห้องเรียนเอง ในโรงเรียน ชุมชน หรือโลกภายนอกอย่างกว้างขวาง ดังนั้นความคิดเกี่ยวกับเรื่องขนาดลักษณะและมาตรฐานของห้องเรียนก็เลยเปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสื่อการสอนและวิธีการสอนใหม่ ๆ

สื่อการสอนที่ใช้โดยทั่วไปในห้องเรียนอาจแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

5.1 สื่อการสอนประเภทวัสดุ

5.2 สื่อการสอนประเภทเครื่องมืออุปกรณ์

5.1 สื่อการสอนประเภทวัสดุ

ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น

5.1.1 หนังสือ

ปัจจุบันแนวการสอนของโรงเรียนมัธยมสมัยใหม่ มุ่งจะให้นักเรียนได้มีการค้นคว้าหาความรู้ใหม่มากที่สุด ดังนั้นจำนวนหนังสือที่ใช้จึงเพิ่มจำนวนมากขึ้น ห้องสมุดต้องใหญ่ขึ้น และมีบริการดีขึ้น แม้แต่ในห้องเรียนก็ควรจัดให้เป็นแหล่งที่นักเรียนจะสามารถค้นคว้าหาความรู้ได้โดยสะดวกเช่นกัน ในห้องเรียนจึงต้องมีที่เก็บหนังสืออ้างอิง ตำราเรียน และหนังสือต่าง ๆ ที่นักเรียนจะต้องใช้อ่านศึกษา ค้นคว้าอย่างถาวรด้วย

5.1.2 หนังสือพิมพ์และนิตยสาร

นักเรียนสมัยใหม่ต้องเอาใจใส่และติดตามเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ให้ทันต่อโลก อยู่เสมอ นิตยสารและหนังสือพิมพ์จะเป็นแหล่งที่ให้ความรู้ เหตุการณ์และเรื่องราวที่เกิดขึ้น

ทุกวัน ดังนั้นในห้องเรียนควรจัดที่เก็บ และ เนื้อที่สำหรับจัดแสดงเหตุการณ์สำคัญ ๆ ที่เกิดขึ้นด้วย

5.1.3 วัสดุกราฟิก

วัสดุกราฟิกทั้งหลายเป็นสื่อการสอน ที่จะสามารถช่วยอธิบายเรื่องต่าง ๆ ที่เป็นนามธรรม หรือเข้าใจได้ยาก ให้เป็นลักษณะรูปธรรมและสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น วัสดุเหล่านี้ได้แก่ แผนที่ ภาพ กราฟ รูปการ์ตูน โดอะแกรม แผนภูมิ วัสดุบางอย่างเวลาใช้ของฉายผ่านเครื่องฉาย หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนขึ้น บางอย่างต้องใช้คิดหรือเขียนบนกระดานนิเทศ กระดานดำสาส์ กระดานชอล์ค ดังนั้นห้องเรียนจึงควรได้ออกแบบให้เอื้ออำนวยต่อการใช้สื่อการสอนเหล่านี้ ซึ่งจะได้อ่านโดยละเอียดต่อไป

5.1.4 วัสดุประเภทสามมิติ หุ่นจำลอง ภาพลอบแบบ

การใช้สื่อการสอนประเภทนี้ไม่มีขบวนการยุ่งยากนัก แต่เนื่องจากวัสดุบางอย่างมีขนาดเล็กและมีโครงสร้างที่ซับซ้อน นักเรียนอาจศึกษาได้ไม่ทั่วถึงในเวลาเรียน ดังนั้น ควรได้มีการจัดตั้งและ เพื่อให้นักเรียนหาโอกาสนอกเวลาเรียน มาศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองอีกครั้งหนึ่ง

5.1.5 สไลด์ ฟิล์มสตริปและภาพยนตร์

วัสดุเหล่านี้มีวันจะมีบทบาทในการเรียนการสอนมากขึ้น เพราะสามารถเสนอเรื่องราวและให้ความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง สามารถทำเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งในอดีตและปัจจุบันเข้าสู่ห้องเรียนได้ในระยะเวลาที่ต้องการและรวดเร็ว วัสดุเหล่านี้ต้องใช้กับเครื่องฉายประเภทต่าง ๆ ฉะนั้นในห้องเรียนจึงควรได้พิจารณาถึงการควบคุมแสงสว่าง การควบคุมเสียง การจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับอำนวยความสะดวกในการฉาย เช่นปลั๊กไฟฟ้าและอุปกรณ์สำหรับฉายในเวลากลางวัน (เพื่อที่ครูหรือนักเรียนจะสามารถใช้วัสดุและ เครื่องฉายต่าง ๆ ภายในห้องเรียนได้เลย ไม่ต้องมีการเปลี่ยนหรือย้ายสถานที่ไปยังห้องเฉพาะ เพราะการที่นักเรียนต้องเปลี่ยนสถานที่เรียนนอกจากจะเสียเวลา เสียวินัยในการเรียน ยังทำให้ความสนใจและคุณค่าของสื่อการสอนที่จะใช้ลดน้อยลงอีกด้วย) นอกจากนี้ควรต้องออกแบบห้องเรียนใหม่ที่ได้เก็บวัสดุอุปกรณ์ และ เครื่องฉายให้เป็นสัดส่วนเรียบร้อยและสะดวกในการใช้ทุกขณะ

5.2 สื่อการสอนประเภทเครื่องมืออุปกรณ์

สื่อการสอนประเภทเครื่องมืออุปกรณ์นี้ แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

5.2.1 เครื่องเสียง ใต้เก้าอี้ ไมโครโฟน เครื่องบันทึกเสียง วิทยุ

5.2.2 เครื่องแสง ใต้เก้าอี้ เครื่องฉายทุกชนิด โทรทัศน์

การจัดเตรียมห้องเรียนเพื่ออำนวยความสะดวกการใช้สื่อการสอน ประเภทเครื่องมือ ทั้งประเภทเครื่องเสียงและเครื่องแสง จะมีส่วนสัมพันธ์กัน ดังนั้นจะขอกล่าวย่อในรายละเอียดไปพร้อม ๆ กัน

5.2.1 เครื่องเสียง

การใช้เครื่องเสียงในห้องเรียน ถ้าขนาดห้องเล็กที่จะมักเรียนประมาณ 30 - 40 คนนั้น ไม่ค่อยมีปัญหามากนัก แต่ถาเป็นห้องขนาดใหญ่และมีงบประมาณมากก็อาจจะลงทุนติด SPEAKER ฝังในเพดานเป็นแบบกระจายมาก ๆ จุด เพื่อให้เสียงที่ได้รับฟังชัดเจมมีคุณภาพดี

5.2.2 เครื่องแสง พอจะแยกได้ 2 พวก คือ

ก. เครื่องฉายที่ฉายแสงออกจากตัวเองและมีจอรับภาพ ผู้ดูต้องดูภาพจากจอ ไม่ได้ดูจากถ่นกำเนิด เครื่องฉายชนิดนี้ได้แก่ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายฟิล์มสตรีป เครื่องฉายภาพทึบแสง และเครื่องฉายภาพโปรเจกต์

นอกจากนี้เครื่องฉายที่ต้องใช้จอรับภาพ ยังแบ่งได้ 2 พวก คือ พวกที่สามารถฉายได้ทั้งระบบหน้าจอ (FRONT SCREEN PROJECTOR) และระบบหลังจอ (REAR SCREEN PROJECTOR) เช่นเครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายฟิล์มดูปี (อาจใช้ได้แก่ส่วนมากใช้ฉายจากถ่านหน้าอย่างเดียเพราะขนาดใหญ่อยู่แล้ว) ส่วนอีกพวกคือพวกฉายระบบหน้าจอเพียงระบบเดียว เช่นเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เครื่องฉายภาพทึบแสง

ระบบฉายนี้เป็นส่วนสำคัญจำเป็นต่อศึกษา ให้เข้าใจว่าใช้ในถานที่หรือบริเวณต่างถัน นั้นจะก่อให้เกิดผลดีผลเสียอย่างไร

- ระบบฉายจากหน้าจอ เป็นระบบที่ตั้งเครื่องฉายหลังห้องฉายจากถ่านหลังของผู้ชม มีส่วนดีคือ ให้ภาพคมชัด ขนาดใหญ่ ใช้ในการเรียนการสอนกับจำนวนนักเรียนมาก ๆ ได้ ไม่เสียพื้นที่ในการตั้งเครื่องฉาย แต่ถกองการความมืดในการฉาย (AMBIENT) ของห้องมาก จึงจะทำให้ภาพคมชัด ดังนั้นในขณะฉายนักเรียนจะไม่สามารถจดคำบรรยายหรือดูเอกสาร ประกอบกับการฉายได้ / (คุณภาพที่ 7)

DESCRIPTION, TEACHING FUNCTION, OPERATION ETC.
(wherever "other" has been checked on this page, please describe here or below.)

The size and surface of the FRONT PROJECTION SCREEN largely determines the optimum viewing area for materials projected onto it. There are four types of screen surfaces which are shown below.

The most common screen sizes for classroom use are: 40"x40", 48"x48", 60"x60", 70"x70"

The most common sizes for large group use are: 8'x8', 10'x10', 9'x12', 12'x12'

Special sizes are available up to 30'x30'.

It should be noted that the optimum viewing area for a 40"x40" screen is practically identical with that of a 25" television monitor, making this an ideal combination for the classroom.

PHYSICAL CHARACTERISTICS

power: volts volts phase
battery yes no
stand-by power yes no
umb.cables: no. size
telephone connect. yes no
max.cable length

heat dissipation BTU
noise generated db

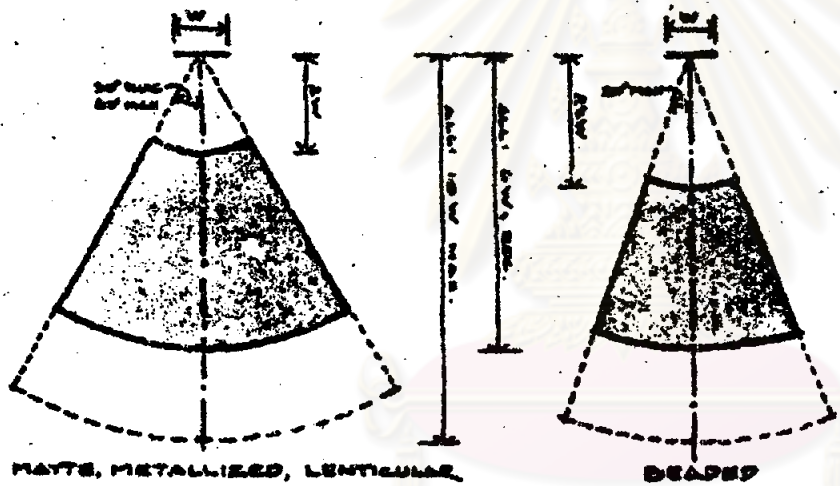
safety hazard: yes no

color/tin. choice yes no

PEOPLE

user: teach stud other
operator:
technic teacher student
remote local other
special technician yes no
fine/operation also
no. students/operation
VARIES, SEE SLA.
GRAMS
CONTROLS
remote local other
switching:
master ind. spec other
by student , yes no

SPACE REQUIREMENTS



ROOM & SCREEN SIZE
IF ROOM SIZE OR GROUP SEATING AREA IS KNOWN, THEN
PREFERRED W = $\frac{R}{10}$
MINIMUM W = $\frac{R}{15}$

RELATED EQUIPMENT

FILM PROJECTION EQUIPMENT

SCREEN MOUNTS
TRIPOD MOUNTS

ELECTRIC OPERATING MOTORS

PHYSICAL CHARACTERISTICS

power: volts volts phase
battery yes no
stand-by power yes no
umb.cables: no. size
telephone connect. yes no
max.cable length

heat dissipation BTU
noise generated db

safety hazard: yes no

color/tin. choice yes no

DIRECT DEMANDS ON BLDG.

weight VARIES lbs
vibration
shock
floor
ceiling MAY BE MOUNT.
partitions YES TO EITHER
mobility yes no
service flexib. yes no
security locked open

PHYSICAL CHARACTERISTICS

power: volts volts phase
battery yes no
stand-by power yes no
umb.cables: no. size
telephone connect. yes no
max.cable length

heat dissipation BTU
noise generated db

safety hazard: yes no

color/tin. choice yes no

DIRECT DEMANDS ON BLDG.

weight VARIES lbs
vibration
shock
floor
ceiling MAY BE MOUNT.
partitions YES TO EITHER
mobility yes no
service flexib. yes no
security locked open

VISUAL

privacy reqd not reqd
film range foot. L.S. 1-4
daylight reqd not reqd
dimming reqd not reqd
darkening reqd not reqd
vert.view angle 30
horiz.view angle see
DIAZ SAME.
LIGHT LEVELS SEE
PROJECT MEDIA
ACOUSTIC SHEETS
privacy reqd des not reqd
noise level db

THERMAL

oper. temp. range
oper. humidity range

MANUFACTURERS SA. LEVEL
KNOX, MAYER,
RADIANT, TECHNIPAR

STREETS

DATA SHEET

COMMENTS AND SPECIAL REQUIREMENTS

COMMUNICATIONS MEDIA

BUILDING SYSTEMS DEVELOPMENT, INC. **BSDW**
San Francisco Washington, D.C.

COPIES

slide film disc tape
 record video other

programming:

prep. comm local other
 availability easy diff
 prep. time/program hrs
 length/typ. program mins
 set up to date? yes no
 by whom?

DESCRIPTION, TEACHING FUNCTION, OPERATION ETC.
 (wherever "other" has been checked on this page, please describe here or below.)

REAR SCREEN PROJECTION has numerous advantages over front screen projection, the most important being that rear screen projection allows a higher ambient light level in the viewing area. Facilities must be built in and require a good deal of additional space for operation. The amount of additional room required makes use of this space for film editing and storage, and program and display preparation highly desirable.

If several spaces are served and/or several projection techniques are used, a provision should be made for an operator or a small projection crew which may be students not in class.

Other information on rear screen projection is found in Section C of the text.

REQUIREMENTS

first cost range \$
 installation cost \$
 operating cost/yr \$
 maintenance cost/yr \$
 cost/ft. cont./year \$
 lease cost \$
 equipment life

MAINTENANCE

frequency:
 regular semi 1 yr 2 yr
 at school 3 yr 5 yr 10 yr

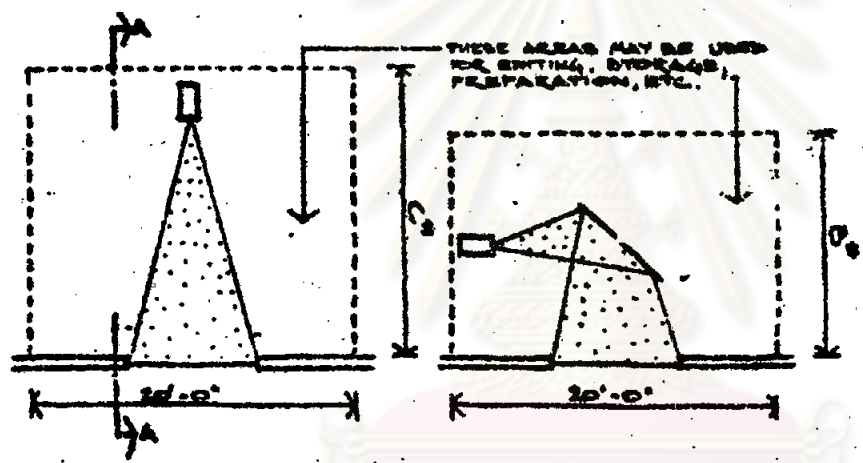
repair time:
 hrs 1/2 hr 1 hr 2 hr 4 hr

location: on premises
 in place factory other

personnel: nfd
 custod school tech other

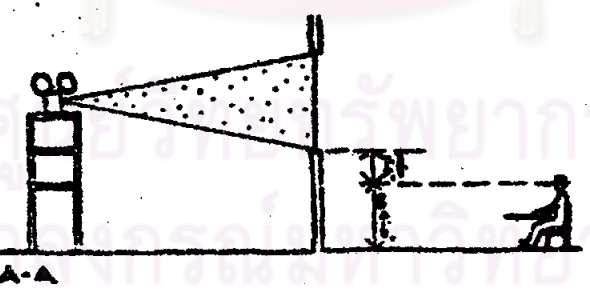
related facill. & equip:

SPACE REQUIREMENTS



SCREEN SIZES

W	H	L
100	10'-0"	14'-0"
300	13'-6"	17'-6"
670	17'-0"	21'-0"
1000	21'-0"	28'-0"



COMMENTS AND SPECIAL REQUIREMENTS

DATA SHEET

RELATED EQUIPMENT

PROJECTORS
 MULTIFLEX
 MIRROR OR FISH
 FILM EDITING BOP
 FILM STORAGE RACKS

REMOTE CONTROL
 APPARATUS

PHYSICAL CHARACTERISTICS

power: watts 115 volts phase
 battery yes no
 stand-by power yes no
 int. cables: no. size
 telephone connect. yes no
 max. cable length

heat dissipation YES BTU
 noise generated YES db

safety hazard: yes no

color/fin. choice yes no

DIRECT DEMANDS ON BLDG.

weight	lbs
vibration	BOTH MUST
shock	BE BUILT IN
floor	TO SCHEME
ceiling	OR BLDG
partitions	
mobility	yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
service flexib.	yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
security	locked <input type="checkbox"/> open <input type="checkbox"/>

BOOTH'S MUST BE PROVIDED TO SERVICE ALL EQUIPMENT.

OTHERS

TH: REAR SCREEN PROJECTOR BOOTH
 FL: FILM PROJECTION SYSTEM COMPONENTS

PLUSES

user: teach stud other
 operator:
 technician teacher student
 remote local other
 special technician yes no
 time/operation mins
 no. students/operation
 UP TO 1000

CONTROLS

remote local other
 switching:
 master ind. spec other
 by student yes no

VISUAL

privacy read not read
 illum. range SEE BELOW
 daylight read not read
 dimming read not read
 darkening read not read
 vert. view angle
 horiz. view angle
 LOW AMBIENT LIGHT WITHIN BOOTH MUST BE PROHIBITED
 ACUSTIC
 privacy read des not read
 noise level BOTH MUST BE ACUSTIC
 ISOLATED FROM VIEWING SPACE.

THERMAL

oper. temp. range
 oper. humidity range
 VENTILATION & COOLING OF SPACE REQUIRED.

MANUFACTURERS (SCREEN POLAROID, INC.)

COMMUNICATIONS MEDIA

BUILDING SYSTEMS DEVELOPMENT, INC. BSDV
 San Francisco Washington, D.C.

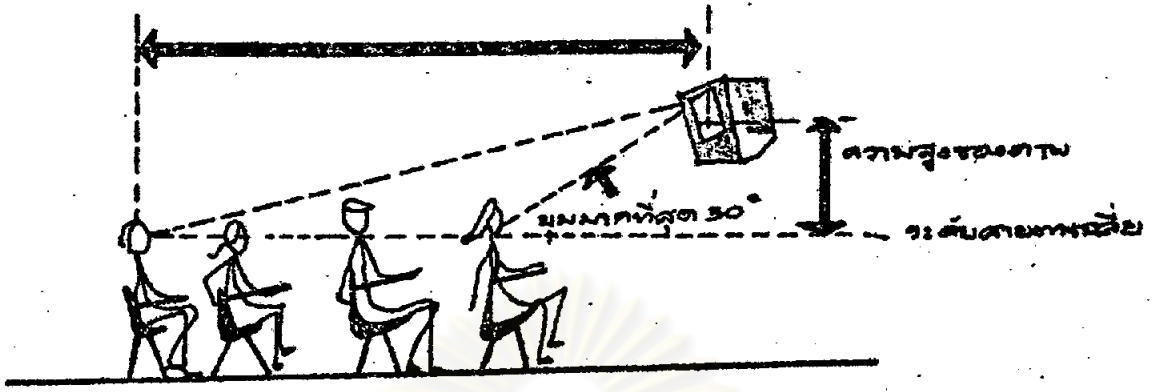
- ระบบฉายหลังจอ เครื่องฉายมักจะตั้งอยู่ด้านหน้าของผู้ดู แล้วฉายผ่านทางหลังจอ ซึ่งอาจมีลักษณะทำเป็นตู้คงที่ หรือใช้กระจกเงาช่วยหักเหภาพไปตกสู่จออีกทีหนึ่ง ระบบฉายแบบนี้สามารถฉายได้ในห้องที่ไม่มีคนมาก ผู้ชมสามารถจกคำบรรยายหรือดูเอกสารประกอบได้ โดยไม่ต้องใช้ไฟพิเศษช่วย แต่ภาพชัดแจ่มสู้ระบบฉายหน้าจอไม่ได้ และได้ขนาดภาพเล็กตามขนาดของจอหรือตู้เท่านั้น (ดูภาพที่ ๑)

ข. เครื่องฉายที่ฉายภาพให้ตกบนจอภาพในตัวเครื่อง ผู้ดูสามารถดูภาพจากคนกำเนียดเลย เช่น เครื่องรับโทรทัศน์ เครื่องฉายภาพยนตร์แบบมีจอในตัว เป็นต้น

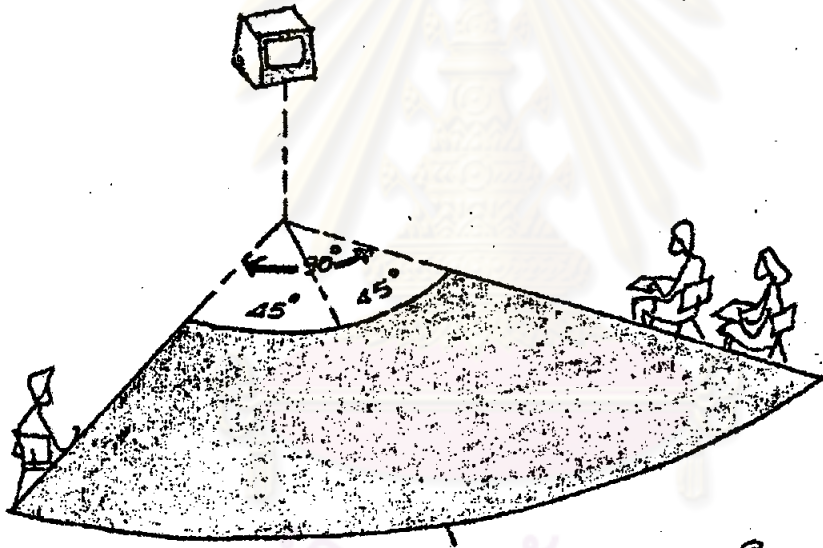
ห้องเรียนกับการสอนด้วยโทรทัศน์ในปัจจุบัน โรงเรียนเทศบาลมีการเรียนทางโทรทัศน์จากรายการที่เทศบาลนครกรุงเทพฯ อยู่แล้ว และยังมีสถาบันการศึกษาบางแห่งใช้โทรทัศน์สำหรับการเรียนการสอนด้วย ถึงแม้ว่าในขณะนี้การสอนโดยใช้โทรทัศน์เป็นอุปกรณ์ จะยังไม่แพร่หลายในโรงเรียนทั่วไปนักก็ตาม แต่ในอนาคตเป็นที่คาดหมายว่า โทรทัศน์จะเข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนมากขึ้น และอาจกลายเป็นสื่อการสอนที่จำเป็นสำหรับโรงเรียนทุกระดับ ดังนั้นการออกแบบห้องเรียนสมัยใหม่ จึงควรได้คำนึงถึงคุณสมบัติและลักษณะการใช้เครื่องรับโทรทัศน์ด้วย

การสอนด้วยโทรทัศน์นั้น ก็เช่นเดียวกับการสอนด้วยภาพยนตร์หรือสไลด์ คือถ้าใช้สอนในห้องเรียนที่นักเรียนเรียนอยู่ในห้องทุก ๆ วัน ย่อมจะได้ผลดีกว่าแยกเป็นห้องพิเศษโดยเฉพาะ¹² ห้องเรียนที่สอนด้วยโทรทัศน์ ไม่จำเป็นต้องมีคนมาก ระยะเวลาที่สุดของผู้ดูแน่นอนควรห่างจากเครื่องรับ $3\frac{3}{4}$ เท่าของขนาดภาพจริงในจอโทรทัศน์ โดยปกติภาพจริงนี้จะเท่ากับ $\frac{4}{5}$ ของขนาดหลอดภาพ เช่น โทรทัศน์ขนาด 21 นิ้ว รูปภาพในจอจะเป็น 16.8 นิ้ว เมื่อเป็นเช่นนี้ระยะไกลที่สุดของที่นั่งดูโทรทัศน์ จะเท่ากับ 63 นิ้ว หรือ $5\frac{1}{2}$ ฟุต ระยะเวลาที่สุดของที่นั่งเท่ากับ 15 เท่าของภาพจริง ไม่ควรไกลไปจากนี้ ในกรณีนี้ เครื่องรับโทรทัศน์มีขนาด

¹²แผนกโสตทัศนศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, คู่มือการใช้โสตทัศนวัสดุ, โครงการพัฒนาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2506, หน้า 222 -223.



มุมดูในแนวตั้ง

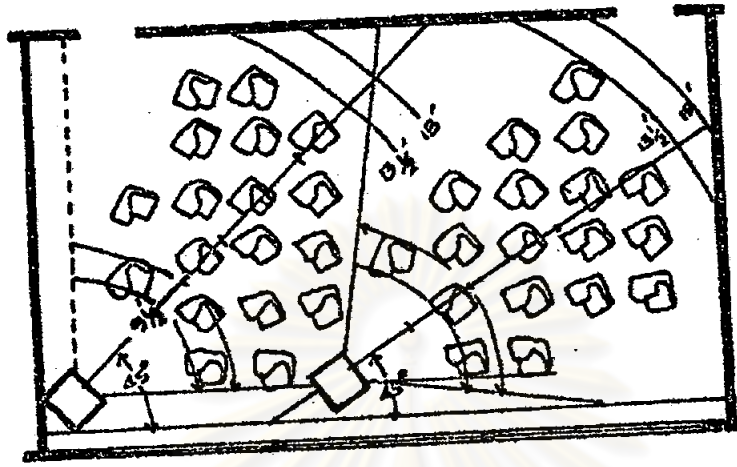


มุมดูในแนวนอน

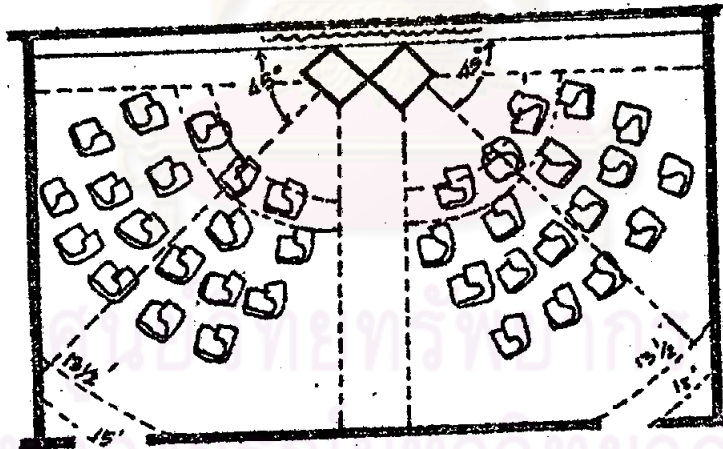
ภาพที่ 9 มุมดูของโทรทัศน์

ศูนย์วิจัยทรัพย์สิน
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

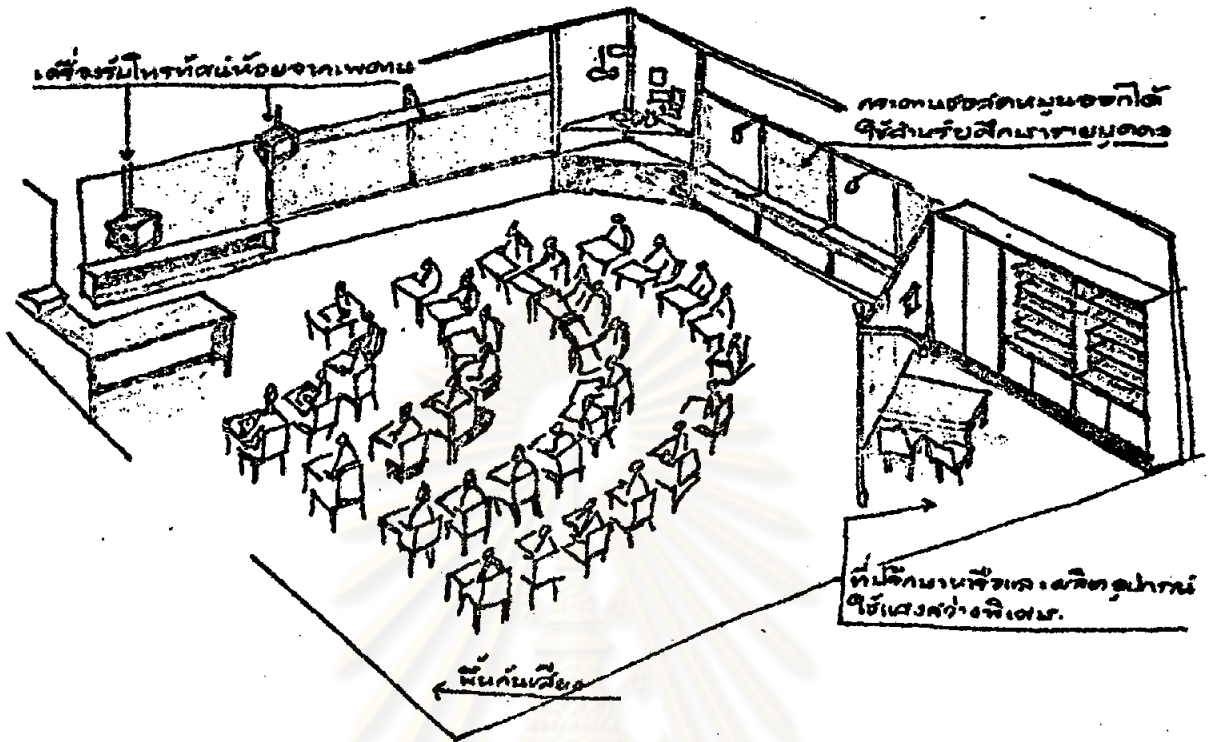
การจัดที่นั่งเพื่อดูเครื่องปั้นโบราณ



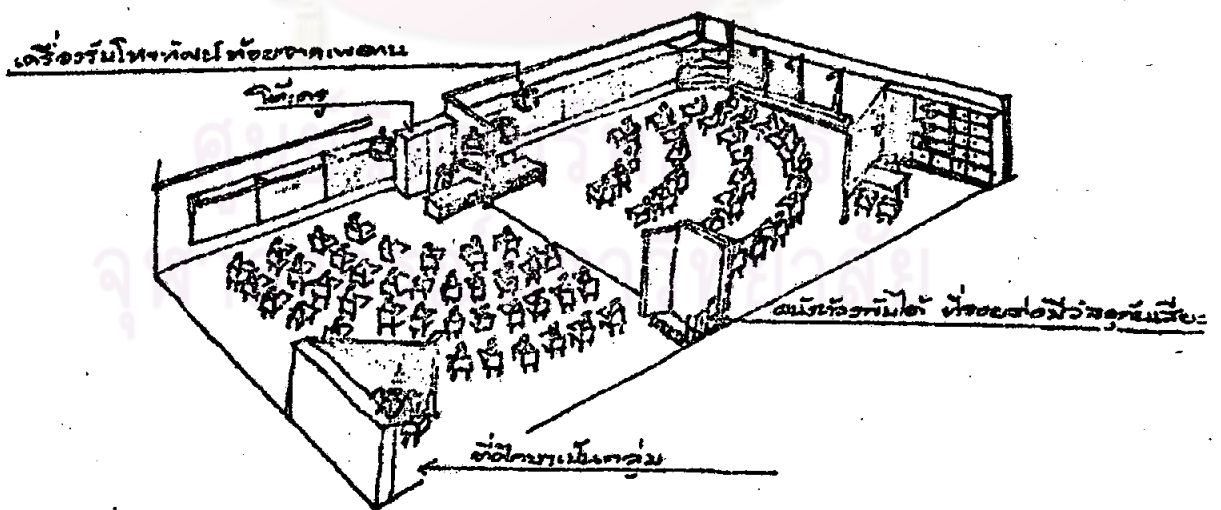
① ใช้โถงที่ตน ๒ เครื่องแยกกัน



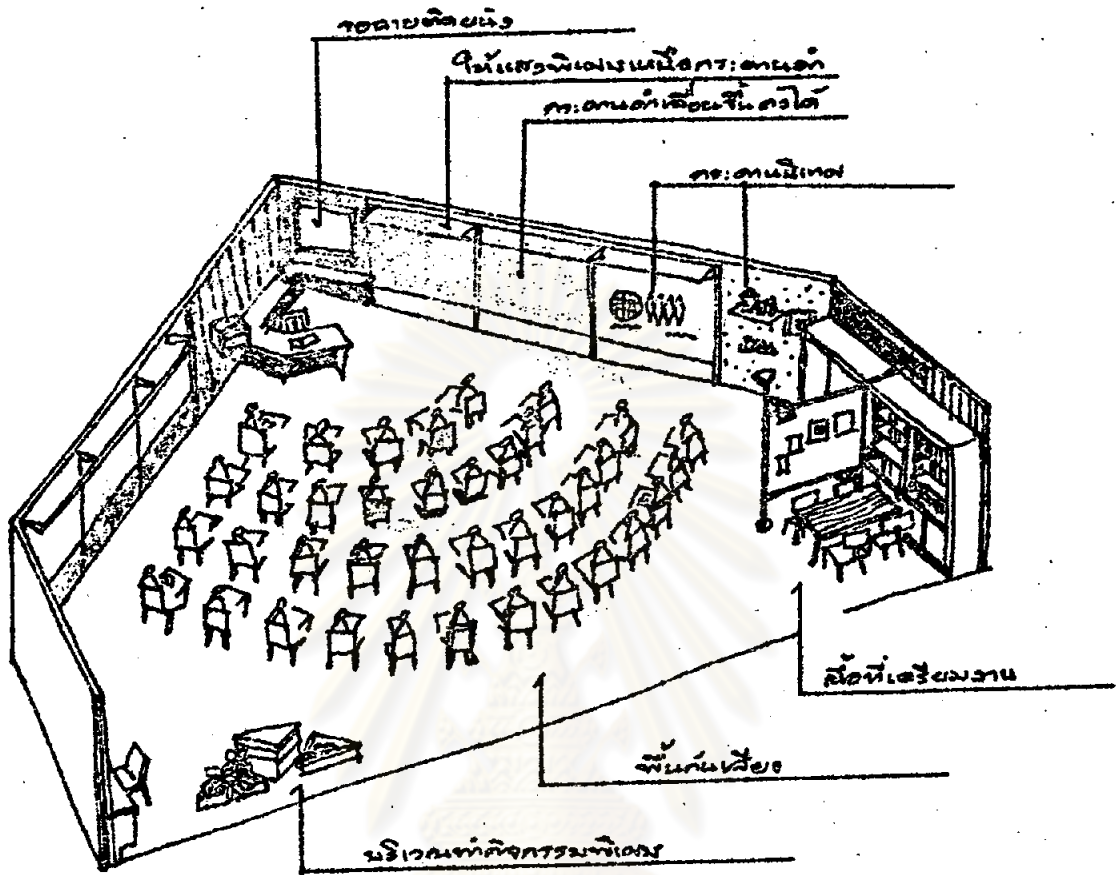
② ใช้โถงที่ตน ๒ เครื่องชั้นชนกัน



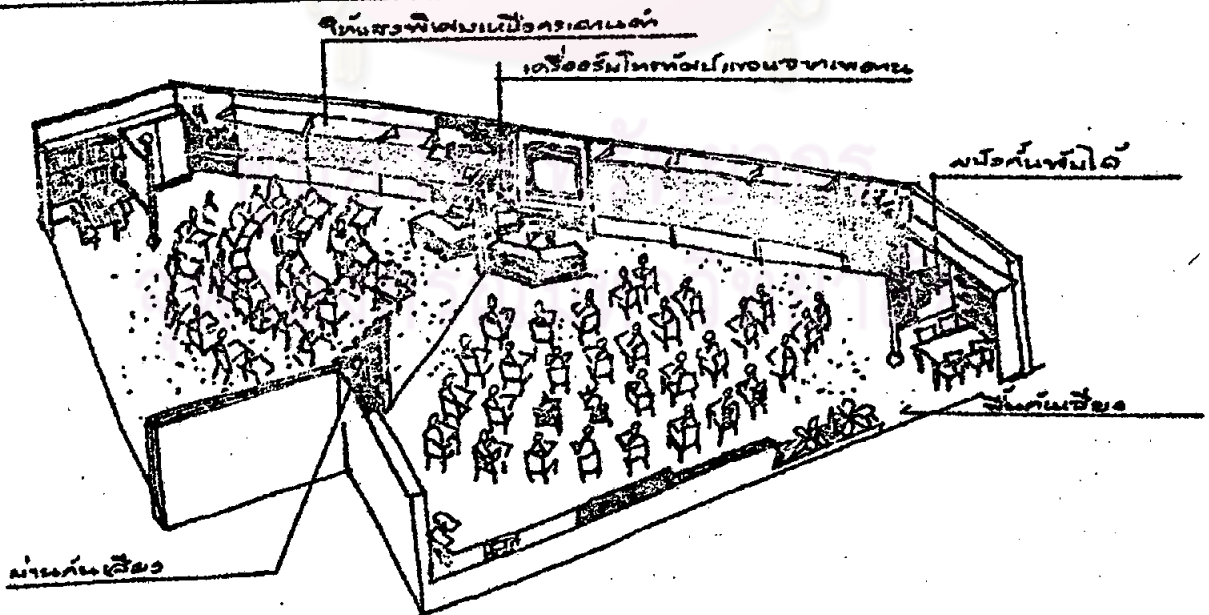
ภาพที่ 11 การติดตั้งเครื่องรับโทรทัศน์สำหรับนักเรียน 25-40 คน



ภาพที่ 12 ชั้นเรียนมากกว่า 60 คน อาจใช้เครื่องรับมากกว่า 2 เครื่อง เช่นในรูป 4 เครื่อง



ภาพที่ 13 ห้องเรียนสอนด้วยวิทยุโทรทัศน์โดยเอา: ผังออกแบบของอาคารแบบมือเป็นรูปตามแนวลีขม



21 นิ้ว ระยะใกล้ที่สุดจึงเป็น 21 ฟุต แต่ระยะที่เหมาะสมที่สุดควรอยู่ในระหว่าง $5 - 13\frac{1}{3}$ เทาของภาพจริง คือถ้าโทรทัศน์ขนาด 21 นิ้ว ระยะที่ดีที่สุด ควรอยู่ระหว่าง 7 ฟุต - 18.9 ฟุต ที่ติดตั้งเครื่องรับ ควรตั้งหรือแขวนในที่สูง ท่ามกับระดับสายตาไม่เกิน 30° เพื่อให้ผู้ชมสามารถดูภาพได้ชัดเจน ไม่เสียสายตา และเกิดความเมื่อยจากการเงยหน้านาน ส่วนความสูงของเครื่องรับแล้วแต่ระดับชั้นของนักเรียน

ชั้น	ม.ศ.1	ม.ศ.2	ม.ศ.3	ม.ศ.4	ม.ศ.5
ความสูง	$78\frac{1}{2}$ "	$79\frac{1}{2}$ "	81 "	82 "	83 "

มุมของการดูในระดับพแนราบ (THE HORIZONTAL VIEWING ANGLE) ถัดจากแกนกลางของ T.V.(AXIS) ไปทางซ้ายและขวาเท่ากัน ไม่ควรเกิน 45° ถัดจากแกนกลางไป 45° นั่นถือเป็นแนวค่านข้างริมสุดท้ายที่นักเรียนจะสามารถดูภาพได้ โดยไม่เกิดความเพี้ยนจากเดิมมาก ถ้าห้องเรียนมีนักเรียนน้อยหรือเรียนแบบกลุ่มเล็ก ก็จัดให้นักเรียนดูใกล้มุมมองลดลงอาจเป็น 40° หรือ 30° จะยิ่งดี (ดูรายละเอียดประกอบจากภาพที่ 9)

ในการติดตั้งเครื่องรับโทรทัศน์ มีสิ่งที่จะต้องระวังคือ ต้องหันหน้าเครื่องรับไปในด้านที่ไม่มีแสงสว่างจากหน้าต่างส่องตรงมาที่จอ ดังนั้นการตั้งเครื่องรับจึงมักตั้งทางมุมหรือกลางห้อง ตรงกันข้ามกับด้านที่ไม่มีหน้าต่างหรือประตูซึ่งแสงสว่างส่องเข้ามาโดยตรง (ดูภาพที่ 10 - 13)

6. ปัญหาการใช้สื่อการสอนประเภทเครื่องมืออุปกรณ์ในห้องเรียน

ในการใช้สื่อการสอนประเภทเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องเรียน เช่น ภาพยนตร์ สไลด์ มักมีปัญหาต่าง ๆ ที่ต้องคำนึงถึงคือ

- 6.1 ปัญหาเรื่องเสียง
- 6.2 ปัญหาเรื่องการระบายอากาศ
- 6.3 ปัญหาเรื่องจอฉาย
- 6.4 ปัญหาเรื่องการวางลำโพงเสียง เครื่องฉาย และการจัดที่นั่ง
- 6.5 ปัญหาเรื่องไฟฟ้า
- 6.6 ปัญหาเรื่องการควบคุมแสงสว่าง

6.1 ปัญหาเรื่องเสียง

เมื่อมีการใช้เครื่องฉาย เครื่องบันทึกเสียง เครื่องเล่นจานเสียง วิทยุ โทรทัศน์ในห้องเรียน ก็จำเป็นต้องพิจารณาถึงเรื่องเสียงในห้องด้วย ห้องเรียนที่มีมาตรฐาน ค็นั้น ควรจะมีเพดานฉนวนและพื้นที่ที่สามารถเก็บเสียง (ป้องกันการสะท้อนเสียง) หรือลดระดับเสียงสูงลง ถ้าห้องเรียนใหญ่และมีเวทีหรือยกพื้นอยู่ควย การควบคุมเรื่องเสียงในห้องเรียนก็ยิ่งสำคัญมากขึ้น ซึ่งจะกล่าวละเอียดในหัวข้อเสียงและการได้ยิน

6.2 ปัญหาเรื่องการระบายอากาศ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอากาศค่อนข้างร้อน ดังนั้นปัญหาเรื่องการระบายอากาศภายในห้องเรียนจึงสำคัญมาก การปิดหน้าต่างหรือใช้ม่านช่วยเพื่อให้ห้องมืดในขณะที่จะฉายภาพยนตร์ มักทำให้ห้องร้อนและไม่มีการระบายอากาศที่เพียงพอ ปัญหานี้อาจแก้โดยการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และพัดลมดูดอากาศอัตโนมัติ แต่โรงเรียนในเมืองไทยส่วนใหญ่ยังไม่มียงบประมาณพอที่จะติดตั้งเครื่องเหล่านี้ ฉะนั้นก็ควรใช้ทางระบายอากาศที่มีอยู่ คือหน้าต่างให้เป็นประโยชน์ แม้แต่ในเวลาที่ต้องปิดม่านหน้าต่างเพื่อให้ห้องมืดขณะฉาย การออกแบบห้องเรียนจึงต้องคำนึงถึงข้อนี้ (ซึ่งจะกล่าวละเอียดในเรื่องการระบายอากาศ)

6.3 ปัญหาเรื่องจอฉาย

การเลือกจอฉายที่ดีเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบห้องเรียน จอควรเป็นชนิดที่สามารถปรับและเปลี่ยนแปลงให้ใช้ได้กับเครื่องฉายสมัยใหม่ทุกชนิด และควรมีประจำห้องเรียนทุกห้อง ขนาดของจอที่ควรพิจารณาจากขนาดของภาพที่จะให้ปรากฏบนจอเป็นสำคัญ และให้ระยะของผู้ดูในแถวสุดท้ายเป็นหลักในการพิจารณาความกว้างของภาพที่ต้องการจะเท่ากับประมาณ $\frac{1}{6}$ ของระยะจากจอถึงผู้ดูแถวหลังสุด อย่างไรก็ตามขนาดจอไม่ควรเล็กกว่า 5 ฟุต (1.50 เมตร) ห้องเรียนส่วนมากจะใช้จอขนาด 70 x 70"

การตั้งจอจะตั้งตรงกลางหน้าชั้นก็ได้ หรือตั้งเฉียงก็ได้ ถ้าต้องการเนื้อที่ด้านหน้าห้องไว้ใช้ประโยชน์อย่างอื่นด้วย ก็อาจแขวนจอเฉียงไปทางหนึ่งของผนังห้องด้านหน้าก็ได้ (ดูภาพที่ 14) ความปกติควรแขวนจอให้ขอบล่างสูงเท่ากับระดับตาของนักเรียนที่นั่งดู แต่ถ้าสามารถจัดที่นั่งไม่ให้บังกันได้ก็อาจแขวนจอต่ำลงมา คือให้ระดับตานักเรียนอยู่ที่ระยะ $\frac{1}{3}$ ของความสูงทั้งหมดของจอ ถ้าจะใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะให้ได้ประโยชน์ที่สุด ก็ควร

ให้ขอบขาของจอยื่นออกมาจากผนังราว 18 นิ้ว โดยใช้ไม้ค้ำยันไว้ให้ขอบล่างติดผนังเลย
จะได้อากาศที่ไม่วีคเปื้อน (ดูภาพที่ 14 - 17)

ชนิดของจอโดยทั่วไปมี 4 แบบ การจะเลือกใช้ชนิดใดขึ้นอยู่กับลักษณะของห้องเรียน
กล่าวคือ

- จอผิวเรียบ (Matte Surface Screen) เป็นจอผิวเรียบสีขาวทึบ ให้แสงสะท้อนเป็นมุมกว้างประมาณ 30° เหมาะสำหรับห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- จอผิวทรายแก้ว (Beaded Surface Screen) ให้ความสว่างสูง ฉายได้มุมสะท้อนแคบ เหมาะสำหรับห้องที่มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า จออยู่ด้านแคบ
- จอชนิด Lenticular Finish Screen ทำด้วย Luavy Plastic มีผิวเป็นสันนูนและร่องสลับกัน ให้แสงสว่างเท่ากับจอทรายแก้วแต่ให้มุมกว้างกว่าจอผิวเรียบ
- จอฉาบด้วยสีโลหะ (Metallized Screen) เป็นจอที่ทำด้วยสีที่มีส่วนผสมโลหะ ให้แสงสะท้อนสูงมากได้มุมสะท้อนกว้าง แต่ของฉายในห้องที่มีคนมาก เพราะแสงสะท้อนแรงมาก และถ้ามีแสงอื่นมากระทบจะเกิดจุดร้อน (Hot Spot) ซึ่งถาดูมากจะเกิดพร่า

ลักษณะของจอที่ใช้โดยทั่วไปมี 4 ลักษณะ คือ (ดูภาพที่ 18)

จอมี 3 ขา

จอแขวนติดกับผนังหรือห้องจากเพดาน

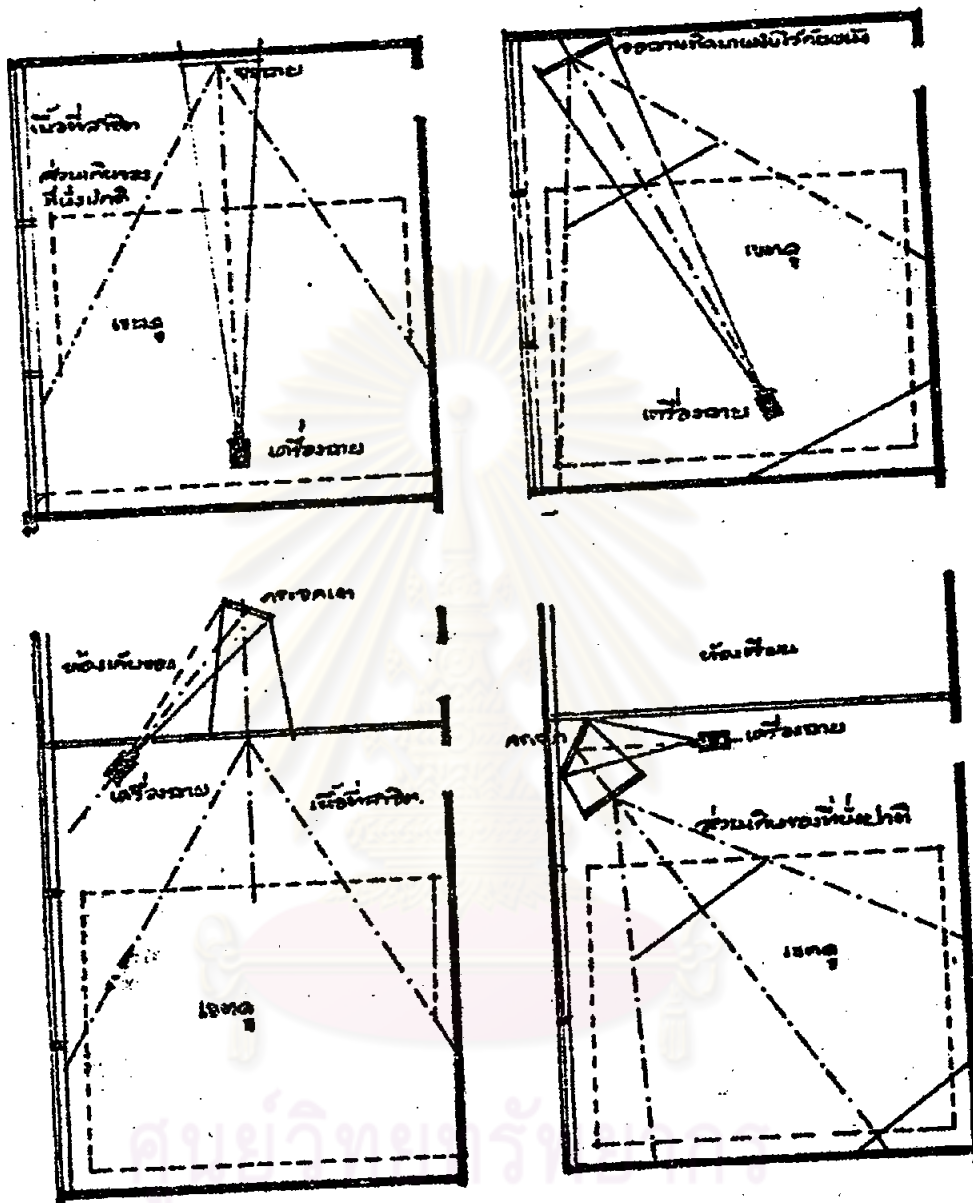
จอแบบตั้งโต๊ะ

จอที่มีขาตั้ง สะท้อนแสงพิเศษ

จอกลางวัน (Daylight Screen) ปกติทำเป็นแบบสำเร็จลักษณะต่าง ๆ กัน

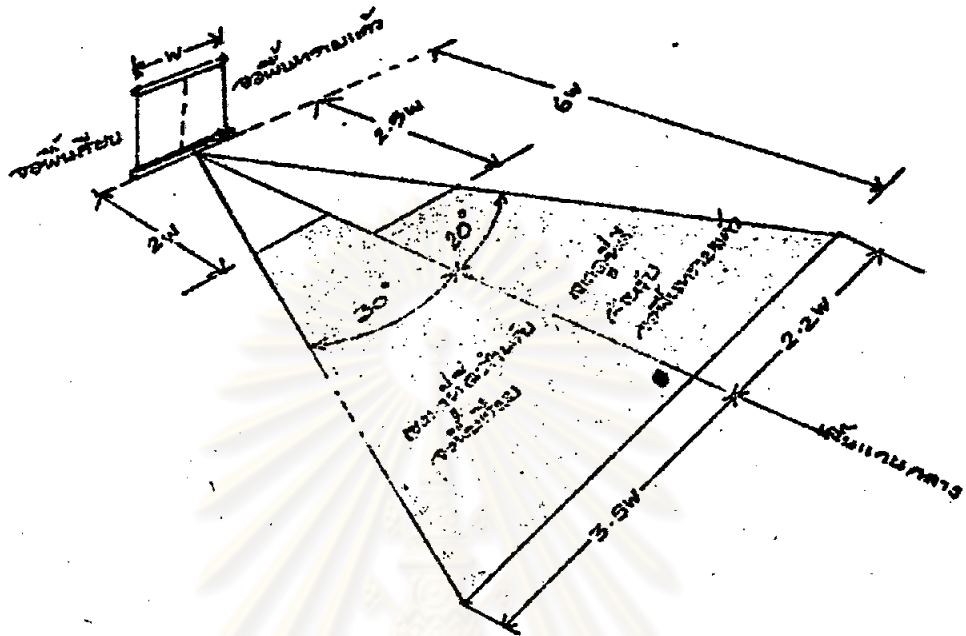
6.4 ปัญหาเรื่องการวางลำโพงเสียง เครื่องฉายและการจัดที่นั่ง

ตามปกติกลำโพงเสียงสำหรับภาพยนตร์เสียง ควรวางไว้ในระดับสูงเท่ากับระดับหูของผู้ดู โดยตั้งบนโต๊ะหรือวางไว้ข้าง ๆ จอฉายก็ได้ ส่วนเครื่องฉายปกติวางทางด้านหลังห้อง ในแนวตั้งโต๊ะฉากกับจอฉาย แต่ถาไม่สะดวกก็อาจวางไว้หน้าชั้นโดยใช้ระบบฉายทางอ้อมได้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 14 การฉายจากหน้าข้างบนใช้วงกลมไปร่วมและ ทำให้อัตราส่วนมุมเครื่องฉายได้ง่าย

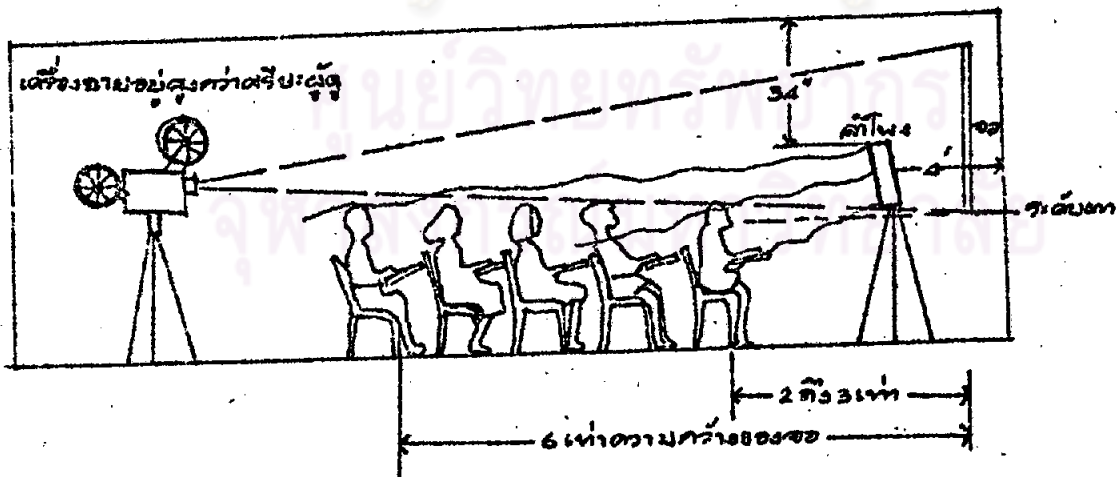
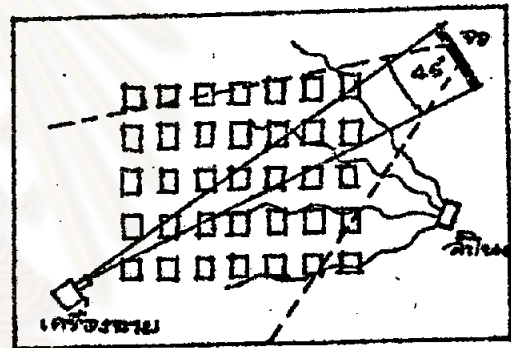
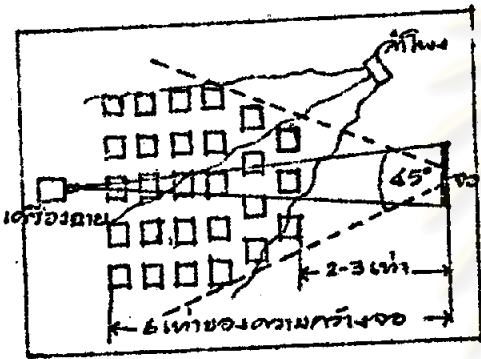
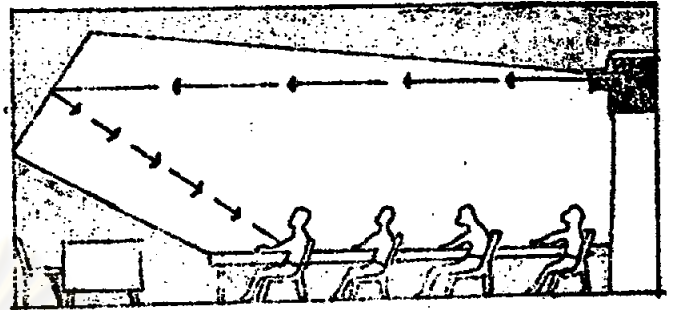
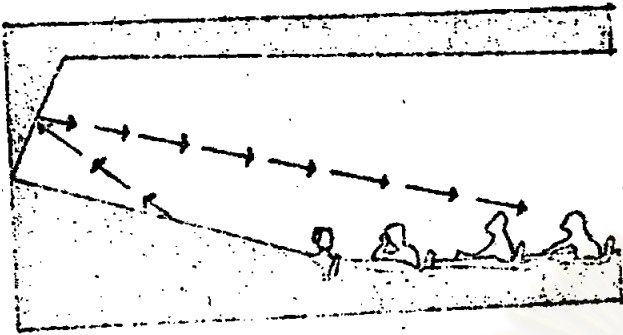


ภาพที่ 15 เขตดูผ่านรับของสองชนิด.

หมายเหตุ

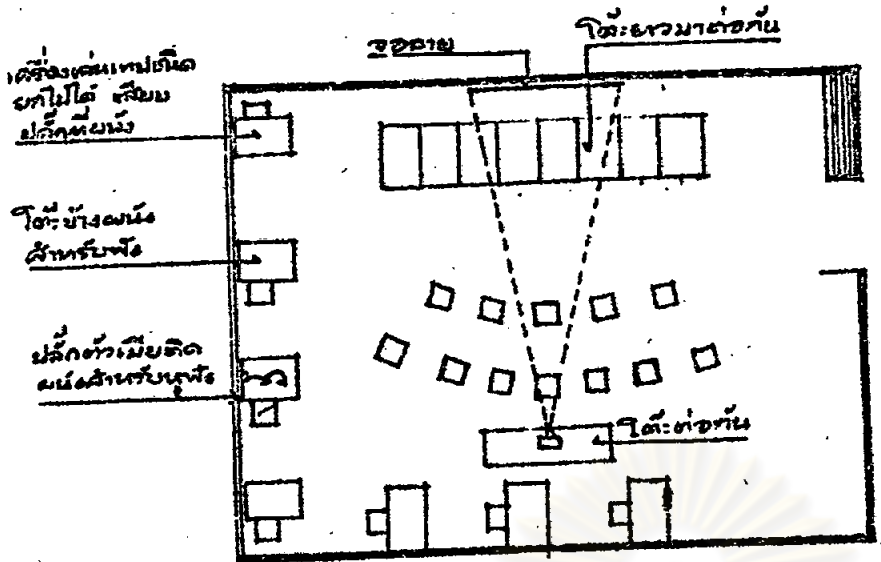
ถ้าจำนวนคนดูน้อย หรือพื้นที่ไม่ตรงกับกรณีข้างต้นได้เส้นแกนกลาง
ไปอาจเป็นต้องการที่หนึ่งให้เส้นแกนกลาง เพราะมีอยู่ใกล้
เส้นแกนกลางก็ยิ่งมองเห็นได้ชัดเจน.

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 16

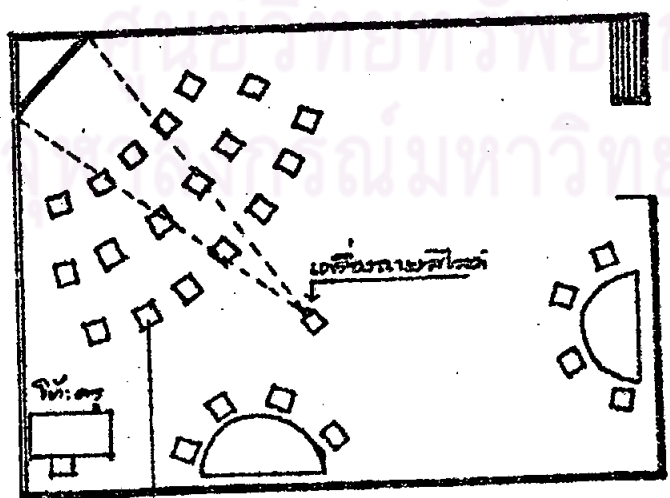
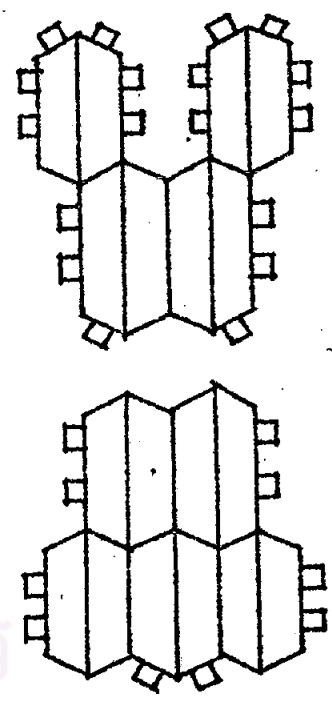
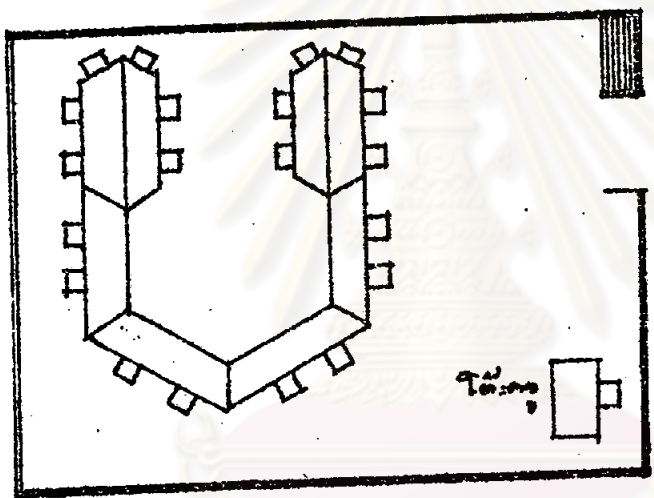
แสดงตำแหน่งของเครื่องฉายเทลิโพง



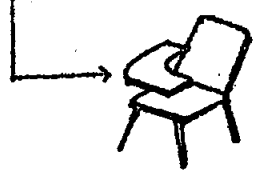
การจัดที่นั่งของห้องเรียนใน
ขณะฉาย จักโกทหลายแบบความ
ลักษณะของโต๊ะ เก้าอี้ จำนวนคน
และจำนวนกลุ่มของนักเรียน

① ใช้โต๊ะเก้าอี้แยกกัน

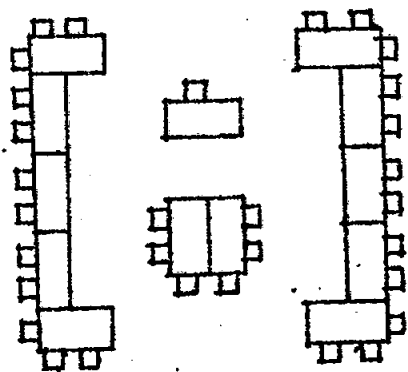
② ใช้โต๊ะสี่เหลี่ยมตามแนว



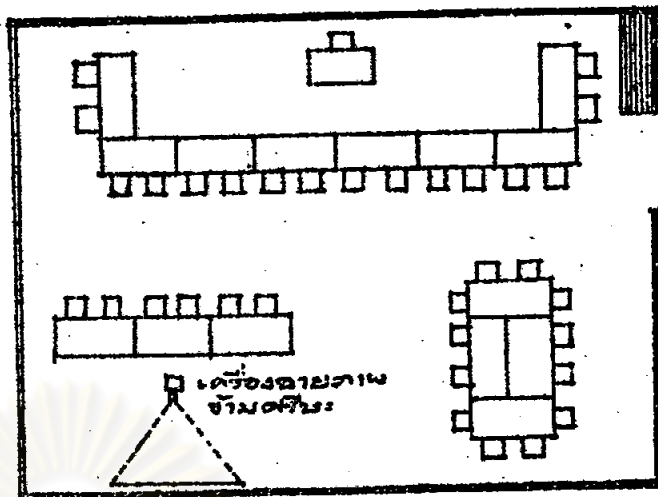
③ ใช้เก้าอี้มีหัวถนน
สำหรับเขียน



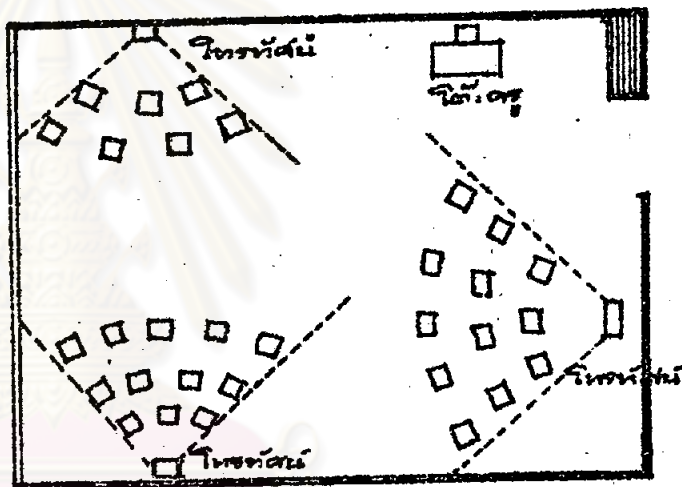
ภาพที่ 17 แสดงการใช้โต๊ะเก้าอี้
แบบต่าง ๆ ในห้องเรียน



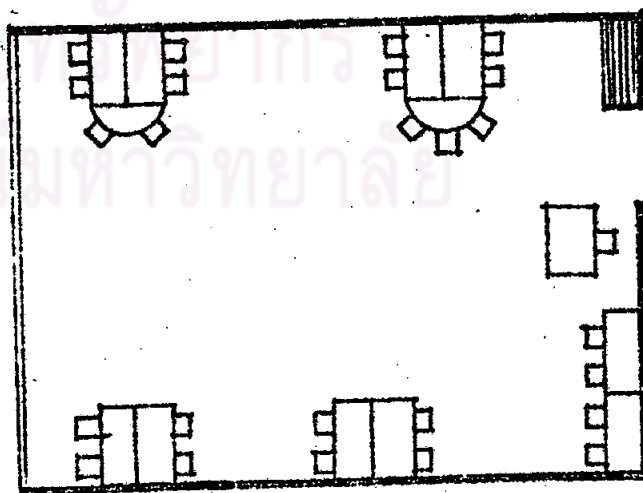
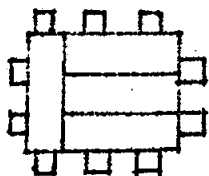
④ ใช้โต๊ะเหลี่ยมและเก้าอี้ที่แยกกัน



⑤ ใช้โต๊ะติดกับเก้าอี้

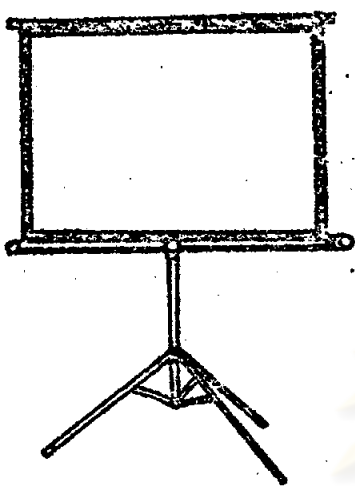


⑥ ใช้โต๊ะครึ่งกลมกับสี่เหลี่ยม



จอฉายชนิดต่างๆ

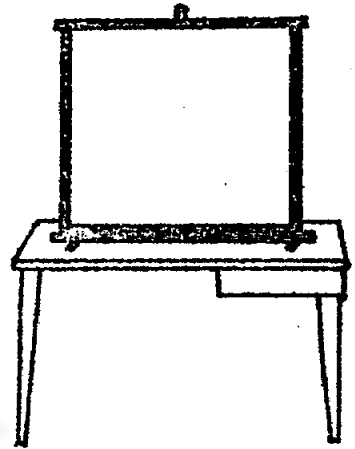
จอตั้งสามขา



จอติดผนัง



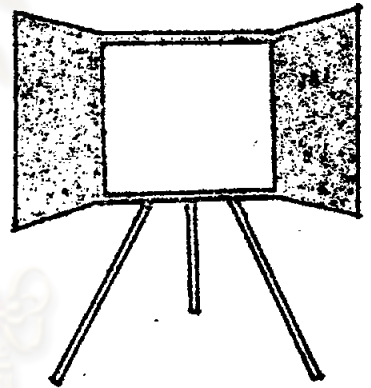
จอตั้งโต๊ะ



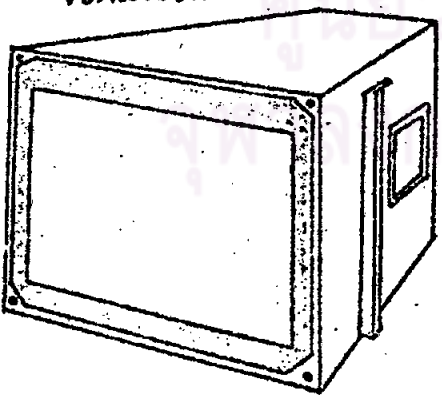
จอแขวน



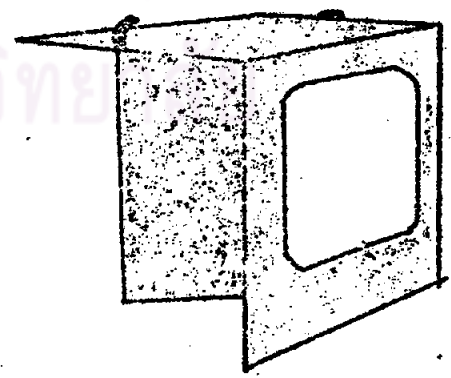
จอกลางวัน



จอกลางวัน



จอกลางวัน



6.5 ปัญหาเรื่องไฟฟ้า

ในการออกแบบห้องเรียน สถาปนิกควรได้รวมวางแผนกับวิศวกรไฟฟ้าในเรื่องการวางท่อ (Duct) สายไฟ รวมทั้งเรื่องอุปกรณ์เกี่ยวกับไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้าของอาคารควย การออกแบบควรคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงในอนาคตควย เพื่อจะสามารถดัดแปลงให้ใช้เข้า กับสถานการณ์ใดโดยไม่ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการจัดทำขึ้นใหม่ โดยทั่วไปในห้องเรียน ห้องหนึ่ง ๆ ควรมีที่เสียบปลั๊กไฟชนิดคู่ (Double Electrical Outlet) ว่างถึง 20 แอมแปร์ วงจรไฟฟ้าของดวงไฟสำหรับโคมแสงสว่าง และสำหรับที่เสียบปลั๊กควรแยกเป็นวงจร วงจร

6.6 ปัญหาเรื่องการควบคุมแสงสว่าง

ในขณะที่เครื่องฉายนั้น จะเกิดปัญหาในเรื่องการควบคุมแสงมาก เพราะห้องจะ ต้องมีคพอสมควร ตามปกติห้องเรียนจะมีหน้าต่างและช่องลมทางผนังคานบน ดังนั้นจึงเป็น การยากที่จะทำให้ห้องมืดสนิท การออกแบบห้องเรียนที่สามารถใช้สื่อการสอนประเภทเครื่อง ฉายได้ จึงต้องพิถีพิถันในเรื่องนี้มาก (จะกล่าวละเอียดค่อไปในเรื่องแสง)

7. แสงสว่าง (Illumination)

การจัดแสงสว่างในห้องเรียนใหญ่กลุ่กสุลัษณะนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งเกี่ยวกับการ เรียน เพราะสายตาหรือการมองเห็นเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียน นอกจากนี้แสงสว่างในห้องเรียนยังมีความสำคัญต่อสุขภาพและสวัสดิภาพของนักเรียนและครูอย่างมาก ห้องเรียนที่มี การจัดแสงสว่างที่ดีนั้น ทุกคนในห้องไม่ว่าจะนั่งอยู่ ณ จุดใด จะต้องมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ อย่างสะดวกและชัด เจน คือมีแสงสว่างเพียงพอและมีการกระจายของแสงสว่างอย่างทั่วถึง ในการจัดแสงสว่างจึงต้องศึกษาถึงคุณสมบัติของคนกำเนิคแสง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

7.1 แสงสว่างตามธรรมชาติหรือแสงสว่างจากดวงอาทิตย์

แสงสว่างตามธรรมชาติหรือแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ นับว่าเป็นแสงที่ดีที่สุด โดยเฉพาะประเทศไทยเรา ซึ่งเป็นเมืองร้อนมีแสงอาทิตย์ตลอดปี เราจึงควรรนำเอาแสง-

ธรรมชาติมาไขประโยชน์ในห้องเรียนให้มากที่สุด เพราะเป็นการประหยัดไม่ต้องสิ้นเปลืองกับการใช้แสงไฟฟ้า ทั้งแสงในจำนวนพอเหมาะยังทำให้รู้สึกสบายตากว่าแสงไฟควย

แสงสว่างธรรมชาติยังแยกได้เป็น

7.1.1 แสงจากดวงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งไม่มีประโยชน์ในการให้แสงสว่างมากนัก เพราะมีความเข้มมากเกินไป

7.1.2 แสงสะท้อนจากท้องฟ้า ซึ่งเกิดจากฝุ่นละอองในอากาศ

7.1.3 แสงสะท้อนจากวัสดุซึ่งอยู่บนดิน เช่น จากอาคารหรือต้นไม้ แสงสะท้อนนี้ให้ประโยชน์มากกว่า จำนวนความเข้มของแสงขึ้นกับสภาพของท้องฟ้า และสิ่งแวดล้อมในบริเวณห้อง เช่น วัสดุกันห้อง สีของห้อง

7.2 แสงประดิษฐ์

แสงประดิษฐ์ หมายถึงแสงสว่างที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แสงจากหลอดไฟฟ้า ซึ่งแสงที่เกี่ยวข้อง หลอดไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

7.2.1 หลอดอินแคนเดสเซนต์ กำลังส่องสว่างของหลอดขึ้นกับอุณหภูมิของเส้นลวดทั้งสเทม หากหลอดมีประสิทธิภาพสูง คือให้แสงสว่างมากก็จะเกิดความร้อนมาก แต่อายุของหลอดจะสั้น หลอดที่ให้แสงสว่างน้อยอายุการใช้งานจะยาวขึ้น

7.2.2 หลอดชนิดประจุไฟฟ้า เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ เมอคิวรี หลอดชนิดนี้ให้กำลังแสงสว่างประมาณ 25 % ของกำลังงานที่เข้าไป ที่เหลือกลายเป็นกำลังงานความร้อน หลอดฟลูออเรสเซนต์มีหลายสี อายุการใช้งานของหลอดขึ้นกับจำนวนการปิด เปิดไฟฟ้า หากเปิด ปิดบ่อย ๆ อายุของหลอดจะสั้น ส่วนแสงสว่างในห้องเรียนที่จะเพียงพอกับความต้องการในการเรียนการสอนนั้น ควรจะต้องมีความเข้มของแสงสว่างประมาณ 30 - 50 ฟุตแรงเทียน (Foot-Candle)

แต่ปัจจุบันนี้ในเมืองไทย วิศวกรไฟฟ้าทั่วไปยึดหลักความเข้มของแสงตามมาตรฐานของ American Illumination Engineering Society¹³ ซึ่งกำหนดความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนไว้อย่างต่ำเท่ากับ 50 แรงเทียน ซึ่งเท่ากับ 585 Lux (1 Ft.-Candle = 10.76 Lux) ซึ่งเป็นมาตรฐานหรือความเข้มเกี่ยวกับการทำงานประเภทอื่น แต่จากการค้นคว้าเกี่ยวกับความสว่างในการศึกษาโดยเฉพาะแล้ว ห้องเรียนต้องการความเข้มของการส่องสว่างเพียง 200 - 215 Lux เท่านั้น¹⁴ ปัจจุบันในเมืองไทยเราใช้มากกว่ากันถึง 2 เท่ากว่า การคิดตั้งแสงสว่างที่ดี นอกจากพิจารณาความเข้มของแสงสว่างที่ส่องการแล้ว ยังต้องคำนึงถึงคุณภาพของแสงสว่าง เช่น

- แสงที่ทำให้เคืองตา (Glare) เกิดเมื่อแสงมีความสว่างมากเกินไป ทำให้ตาพร่ามองไม่ชัดเจนและกลามเนื้อตาเมื่อยล้า ขนาดและระยะของต้นแสงซึ่งห่างจากตาเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดตาเคือง กล่าวคือถ้าต้นแสงขนาดใหญ่จะมีความเคืองตามากกว่าต้นแสงขนาดเล็ก ส่วนระยะทางถ้ายิ่งไกลการเคืองตาจะลดลงตามอัตราส่วน นอกจากนี้ความแตกต่างของความสว่างระหว่างวัตถุที่มองกับวัตถุใกล้เคียงก็เป็นสาเหตุให้เกิดเคืองตาได้
- เกรโซความสว่าง (Brightness Ratio) คือความแตกต่างของความสว่างระหว่างวัตถุที่สายตากำลังมองกับสิ่งแวดล้อมใกล้เคียง สายตามนุษย์โดยปกติมีความต้องการให้แตกต่างในอัตราส่วน 10 : 1 ถือว่าเป็นการมองที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด อัตราส่วน 5 : 1 อยู่ในขั้นพอใช้ การออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนควรต้องคำนึงถึงเกรโซของความสว่างให้มาก และจะต้องคำนึงถึงการ-

¹³ ปรศาสตร์ จันทราทิพย์, "อุปกรณ์อาคาร (ไฟฟ้าและแสงสว่าง) (Building Service and Equipment)" หนังสือประกอบการศึกษาวิชาไฟฟ้าและแสงสว่าง, (คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร 1970 - 1971), หน้า 23. (อัครสำเนา).

¹⁴ D.J.Vickery. "School Building Design Asia," Asian Regional Institute for School Building Research (Columbo : UNESCO, 1973), P.90.

สะท้อนแสงของฝาเพดาน ฝ้าผนัง เพอร์นิเจอร์ โดยปกติสำหรับความเข้มของแสงสว่างโดยทั่วไป การสะท้อนแสงภายในห้องควรอยู่ในขอบข่ายดังนี้ คือ

ฝาเพดาน 75 - 80 %

ฝ้าผนัง 50 - 60 %

พื้น 15 - 30 %

บนโต๊ะทำงานหรือเพอร์นิเจอร์ 30 - 50 %

- การกระจายแสง (Diffusion) ทนกำเนิกแสงที่ดีควรถูกสามารถกระจายแสงออกได้โดยรอบเท่า ๆ กัน แสงที่โคสม่าเสมอ ไม่มีเงาเกิดขึ้น

การจัดแสงสว่างภายในห้องโดยใช้แสงจากธรรมชาติ

แสงสว่างภายในห้องขึ้นกับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ¹⁵

- ความกว้าง ความสูงของห้อง ห้องยิ่งกว้างแสงสว่างยิ่งลดลง ห้องที่มีความสูงมากแสงสว่างจะมากขึ้น
- คุณภาพในการสะท้อนแสงของสีจาก พื้น ฝาเพดาน ผนังห้อง
- การเปิดช่องแสงภายในห้อง โดยปกติพื้นที่ของประตูหน้าต่างรวมทั้งของระบายนลมทั้งหมดที่แสงสว่างผ่านเข้ามาโดยไม่มีสิ่งหนึ่งสิ่งใดบัง ควรจะเป็น $\frac{1}{6} - \frac{1}{4}$ ของพื้นที่ห้องเรียนนั้น ๆ

การใช้แสงธรรมชาติภายในห้องเรียน เป็นการยากที่จะควบคุมปริมาณแสงให้พอดีกับความต้องการ แต่สถาปนิกสามารถออกแบบส่วนต่าง ๆ ของห้องเรียนช่วยได้ โดยดูจากทิศทางแดด ตำแหน่งและทางเดินของดวงอาทิตย์ เพื่อจะวางผังของห้องให้รังสีจากดวงอาทิตย์เข้าไคน้อยที่สุดในฤดูร้อน และให้ได้รับลมเต็มที่ การลดแสงจ้าและความร้อนอาจทำได้โดยใช้แผงบังแดดลักษณะต่าง ๆ นอกจากนั้นอาจทำได้โดยวิธีอื่น ๆ เช่น

- อาศัยวิธีธรรมชาติ โดยนำเอาภูมิประเทศมาช่วย เช่น ต้นไม้

¹⁵ สุชาติ โสภประยูร, เรื่องเดิม, หน้า 36.

- ออกแบบบริเวณโดยรอบและเหนือหน้าต่างเพื่อช่วยลดแสง เช่น ทำกันสาดไม้หรือผ้าใบยื่นออกไป
- ออกแบบตกแต่งหน้าต่างชนิดต่าง ๆ เช่น ทำหน้าต่างบานเกล็ด อาจเป็นชนิดติดตายและปรับได้ (Adjustable) การทำฉาก (Screen) หน้าต่างบานเลื่อนและบานพับ (Sliding and Folding Windows)

การออกแบบห้องเรียนเพื่อรับแสงสว่างตามธรรมชาตินั้น กระทำได้ 2 วิธี คือ ติดตั้งหน้าต่างหรือกระจกรับแสงทางคานข้าง หรือรับแสงจากคานบนหลังคา การติดตั้งหน้าต่างคานข้าง นอกจากเรื่องการรับแสงสว่างแล้ว ยังมีผลดีในทางให้อากาศถ่ายเทได้ง่าย สามารถมองเห็นทิวทัศน์นอกหน้าต่างด้วย แต่มีผลเสียคือบริเวณกลาง ๆ ห้องซึ่งไกลจากหน้าต่างจะได้แสงสว่างน้อยลงไป ทำให้แสงสว่างภายในห้องไม่สม่ำเสมอ บริเวณที่จะได้รับแสงสว่างพอควร เป็นระยะทางประมาณ 3 เท่าของความสูงของหน้าต่าง ส่วนการรับแสงจากคานหลังคาจะมีข้อดีที่ว่าสามารถได้รับแสงสม่ำเสมอทั่วบริเวณ ข้อเสียคือ วิธีการนี้ทำได้เฉพาะอาคารชั้นเดียว หรือห้องชั้นบนสุดของอาคารเท่านั้น ส่วนชั้นล่าง ๆ ไม่สามารถทำได้

การควบคุมแสงตามธรรมชาติในอาคาร¹⁶ อาศัยหลักใหญ่ 3 ประการ คือ

1. การเลือกวัสดุหน้าต่าง เช่น กระจก หากใช้กระจกซึ่งสามารถตัดแสงได้มาก แสงที่ได้รับก็จะน้อยลงตามส่วน
2. การบังแสง โดยการทำกันสาด ติดม่านหน้าต่าง ติดลู่วอร์ หรือทำบาโคนี้ขึ้นบนให้ยื่นออกไปเหนือหน้าต่าง
3. การเลือกสี หรือวัสดุสำหรับเฟอร์นิเจอร์ภายในอาคาร หรือสีของผ้าเพดานและผนังภายใน เพื่อให้มีการสะท้อนแสงมากน้อยตามความต้องการ

¹⁶ประศาสน์ จันทราทิพย์, เรื่องเดิม, หน้า 13.

การออกแบบแสงไฟฟ้าภายในห้องเรียน

หลักการจัดแสงที่ถูกต้องนั้น มีหลักการจัดให้มีปริมาณความสว่างมาก ๆ เท่านั้น แต่ต้องให้มีปริมาณการส่องสว่างที่เพียงพอสม่ำเสมอ ปราศจากการสะท้อนเขาคา และเป็นแสงสว่างจากจุดกำเนิดแสงที่ถูกทิศทางกับกิจกรรมนั้น การที่จะจัดแสงให้มีความเข้มสม่ำเสมอทั่วทั้งบริเวณนั้นขึ้นอยู่กับการวางตำแหน่งและเลือกวงโคมไฟฟ้า ความเข้มที่จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สม่ำเสมอ นั้น คือ ที่มีความเข้มมาก ไม่ควรจะมีค่าความเข้มสูงกว่าที่มีความเข้มน้อยเป็นเรโซเกินกว่า 2 : 1

ในการออกแบบแสงสว่างและการเลือกใช้ชนิดแสงแต่ละชนิดนั้น¹⁷ ขึ้นอยู่กับคุณภาพแสง สภาพห้องและความเข้มของแสงสว่างที่ต้องการ ความสะดวกในการติดตั้งรักษา ทำความสะอาด ความปลอดภัยระบบแสงสว่างจากไฟฟ้าแบ่งตามชนิดของการกระจายแสงตามแนวตั้งได้ 5 ชนิด

1. ระบบแสงทางอ้อม (Indirect) เป็นชนิดของแสงที่ส่องตรงขึ้นบนฝ้าเพดาน แล้วสะท้อนจากฝ้าเพดานหรือผนังลงมา ทำให้แสงกระจายทั่วไป มีเงาและอาจทำให้เคื่องตา การติดตั้งวงโคมอาจเป็นแบบห้อยจากฝ้าเพดานหรือติดรอบ ๆ ห้องให้แสงส่องขึ้นเพดาน
2. ระบบ Semi-Indirect แสงจากวงโคมส่องขึ้นเพดานประมาณ 90 % และส่องลงมาประมาณ 10 % ระบบนี้ได้แสงสว่างเท่าเทียมกับระบบแรก แต่มีประสิทธิภาพดีกว่า เพราะเรโซของความสว่างที่วงโคมและฝ้าเพดานรอบ ๆ โคมดีขึ้น
3. ระบบ General Diffuse แสงจากวงโคมไฟฟ้าส่องขึ้นเพดานและส่องลงประมาณเท่า ๆ กัน คือประมาณ 50 - 60 %

¹⁷ เรื่องเดียวกัน, หน้า 24.

4. ระบบ Semi-Direct แสงจากดวงโคมไฟฟ้าส่องขึ้นเพดานประมาณ 10 % และส่องลงประมาณ 90 % แบบนี้ให้แสงสว่างมาก ในขณะเดียวกันทำให้เรโซของ ความแตกต่างระหว่างตัวดวงโคมและบริเวณรอบ ๆ น้อยลง เป็นการส่องสว่างที่ดีขึ้น

5. ระบบ Direct แสงจากดวงโคมส่องลง 100 % เป็นการให้แสงสว่างที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะส่องตรงไม่มีการสะท้อนหรือลดจำนวนของแสง โดยการสะท้อนที่ฝ้าเพดานหรือผนัง ดวงไฟฟ้าแบบนี้เหมาะสำหรับบริเวณที่มีฝ้าเพดานสูง ๆ

การออกแบบแสงไฟฟ้าที่ดี ควรยึดหลักดังนี้

1. ให้แสงสว่างเหมาะกับสายตา ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงความสว่างและสีของทัศนแสงในบริเวณที่ต้องการ ตลอดจนถึงบริเวณที่ใกล้เคียง เพื่อให้มองเห็นชัดเจนโดยไม่ต้องเพ่ง ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อตาเหนื่อยได้
2. พยายามควบคุมไม่ให้แสงจ้า (Glare) และลดการเคืองตาจากทัศนแสงให้น้อยที่สุด ทั้งจากทัศนแสงโดยตรงและจากแสงสะท้อน
3. ในกรณีที่ใช้ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ พยายามให้แสงกระพริบจากหลอดน้อยที่สุด โดยเลือกชนิดของดวงโคม นอกจากนี้ควรคำนึงถึงการจักรยะดวงไฟและสีของหลอดไฟที่ใช้ (ดูภาพที่ 19)

การออกแบบห้องเรียน นอกจากจะศึกษาถึงเรื่องทัศนกำเนิดแสง ความเข้มแสง และการจักรยะระบบไฟฟ้าแล้ว ยังต้องคำนึงถึงปัญหาการใช้เครื่องฉายต่าง ๆ ภายในห้องเรียนด้วย เพราะอุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยความเข้มของแสงที่พอเหมาะ ดังนั้นผู้ออกแบบห้องเรียนที่จะต้องมีการใช้สื่อการสอนประเภทเครื่องแสงควรระลึกไว้ว่า

1. ในห้องเรียนควรมีช่องแสงที่เพดานน้อยที่สุด และมีกลวิธีในการควบคุมปริมาณแสงได้เมื่อขณะฉาย
2. เนื้อที่ที่เป็นหน้าต่างไม่ควรมีมากเกินไป ควรมีหน้าต่างอยู่บนผนังด้านเดียวเท่านั้น

3. ผนังด้านที่หน้าต่าง ควรมีที่เหลื่อทรงกลม ๆ ไว้อย่างน้อย 2 ฟุต เพื่อให้มันบังแสงเหลื่อมทับผนังได้ เพื่อป้องกันแสงรั่ว แต่ถ้าใช้ระบบควบคุมแสงโดย Venetian Blind ก็ไม่จำเป็นต้องมีส่วนที่นี้
4. การแขวนม่านหรืออุปกรณ์ทำให้อ้อมมืด จะเป็นไม้หรือโลหะก็ตาม ควรติดอยู่กับโครงสร้างของเพดาน มีระยะห่างจากแนวหน้าต่างพอสมควร (12"-18") เพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศได้เมื่อบิดม่านแล้ว ถ้าจะใช้บังแสง (Shade) แบบม้วนขึ้นลงได้ ก็ต้องมีร่องอยู่ติดกับเพดานหรือชั้นหน้าต่าง
5. ขอบล่างและขอบบนของช่องหน้าต่าง ควรอยู่ห่างจากสิ่งกีดขวาง เช่น เพดาน หิ้ง หรืออื่น ๆ อย่างน้อย 1 ฟุต

เครื่องฉายบางชนิดต้องการห้องที่มืดมาก แต่บางชนิดก็ต้องการแสงสว่างบ้าง จากการศึกษาของ The Association of Motion Picture and Television Engineer เกี่ยวกับความมืดของห้องและสภาพความเข้มของแสงบริเวณที่ฉาย (Room Darkening และ Ambient Light) ได้ตัวเลขดังนี้คือ¹⁸

- เครื่องรับโทรทัศน์ ต้องการความมืดของห้องน้อยที่สุด กล่าวคือต้องการความสว่างของแสงบริเวณที่ฉายประมาณ 60 - 70 แรงเทียน
- เครื่องฉายภาพยนตร์ ต้องการความมืดของบริเวณที่ฉายมากที่สุด คือ 5 - 10 แรงเทียน

ระบบฉายหน้าจอ นั้น ต้องการความสว่างของบริเวณที่ฉายหรือห้องเรียนมืดกว่าระบบฉายหลังจอ นอกจากเรื่องความเข้มของแสงในห้องขณะใช้สื่อการสอนประเภทเครื่องฉายแล้ว ยังต้องควรรู้อีกถึง

- กำลัง (Output Power) ประสิทธิภาพ (Efficient) ของสื่อการสอน เช่น ชนิดของเครื่องฉาย หลอด โคมไฟ

¹⁸ Educational Facilities Laboratories, Instructional Hardware:

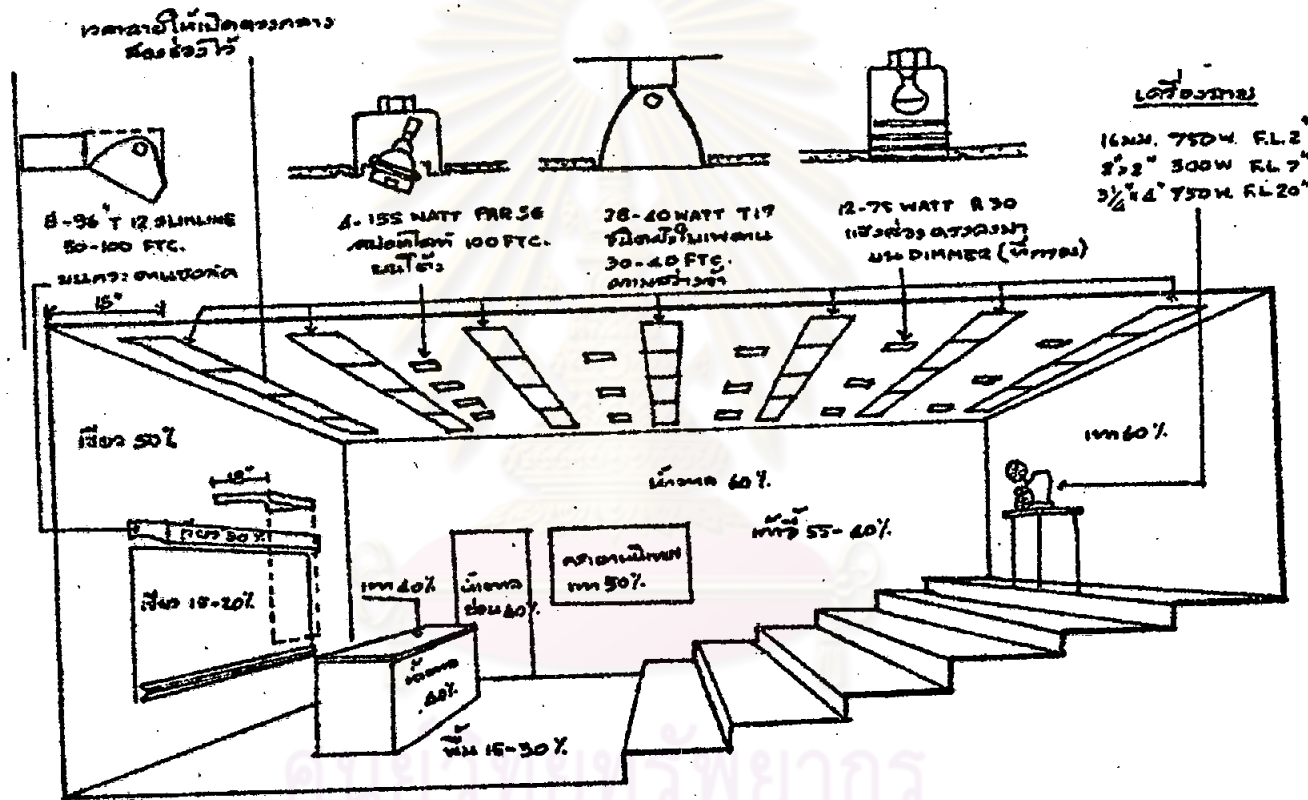
- ประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงของจอ (Screen) การใช้จอที่มีประสิทธิภาพในการสะท้อนสูง จะช่วยลดความแตกต่างของความสว่างของจอกับห้องได้ แต่จอที่สะท้อนแสงสูงมักก่อให้เกิดภาพที่เรียกว่า "Hot Spots" ทำให้ภาพบิดเบือนความจริงไป
- การลดแสงจ้า ซึ่งเกิดจากการที่แสงเข้ามากระทบจอแล้วสะท้อนเข้าตาผู้ดู ทำให้เกิดมองไม่เห็นภาพ ผู้ชมคาพราไป ดังนั้นการตั้งหรือกำหนดตำแหน่งของจอว่าจะหันไปทางทิศใดนั้นจะคงพิจารณาตำแหน่งของแสงด้วย

ในกรณีที่ต้องการให้มีแสงสว่างบ้าง เพื่อสำหรับจุดในระหว่างฉาย ก็ควรมีแสงสว่างประมาณ 1 ฟุตแคนเดิล ให้ทอดลงบนกระดานไม้ดี และควรเป็นแสงที่ส่องลงมาตรง ๆ ไม่ส่องไปที่จอฉาย (ดูภาพที่ 19)

นอกจากการออกแบบลักษณะห้อง การติดตั้งกันกำเนิดแสงเพื่อช่วยควบคุมแสงสว่างในห้องแล้ว เรายังจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์บางชนิด เพื่อช่วยให้ห้องมืด ในขณะที่มีการฉาย ซึ่งอาจเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งตามความเหมาะสมดังนี้

1. ม่าน ควรติดตั้งราวถาวรเพื่อแขวนม่านให้รุกเปิดปิดได้ในเวลาที่ต้องการ ม่านควรมีขนาดใหญ่พอจะปิดเนื้อที่หน้าต่างได้เต็มที่ โดยเนื้อที่ให้เกินออกไปประมาณ 50 % เพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศได้พอควรในขณะที่ปิดม่าน ควรติดตั้งห่างจากหน้าต่างประมาณ 12" - 18" วัสดุที่ทำม่านควรเป็นวัสดุทนไฟ มีความทนทาน สีไม่ตกจางง่าย และสามารถทำความสะอาดได้สะดวก

อุปกรณ์แขวนราวม่าน ถ้าติดบนผนังเหนือหน้าต่างควรใช้เหล็กฉากที่แข็งแรง ถ้าแขวนจากเพดานควรเป็น เส้น ไม้หรือโลหะที่แข็งแรงและได้ระดับ ม่านควรเปิดปิดด้วยระบบการดึงไปทางตั้ง การติดตั้งอาจติดตั้งราวม่าน 2 แถว โดยการติดตั้งราวม่าน 2 ชนิด คือ ชนิดหน้าพอสมควร เช่น ผ้ามีสลิ หรือผ้าฝ่ายแขวนราวนอก และชนิดหน้ามากแขวนราวใน
2. บังแสง (Shade) การใช้ม่านนั้นบางครั้งไม่สามารถกันแสงตามแนวอนโคสมิซมรณม์ ดังนั้นบังแสงจึงมีประโยชน์และสามารถควบคุมแสงธรรมชาติได้ผลดีมาก การเลือกและติดตั้งแผ่นบังแสงควรยึดหลักคือ



ภาพที่ 19 แสดงวิธีในการออกแบบติดตั้งโคมไฟในห้องเรียนที่มีภาพฉาย

- แผ่นบังแสงควรมีน้ำหนักเบา ทนร้อน ทนไฟ และทำความสะอาดง่าย
- ควรชักขึ้นลงจากกลางหน้าต่าง และชักขึ้นอย่างฉิว
- ควรตัดแสงจากภายนอกได้ และป้องกันการรั่วไหลของแสงได้ กล่าวคือควรมีขนาดใหญ่พอที่จะคลุมเลยเนื้อที่หน้าต่างออกไปทุก ๆ ด้าน และมีทับแนวริม (Edging) ที่ไม่ฉีกหรือใหญ่เกินไป
- ไม่ควรใช้บังแสงเมื่อไม่มีการฉายเทออากาศอื่นนอกจากหน้าต่าง
- ความยาวของแผ่นบังแสงควรให้เกินระดับขอบหน้าต่างประมาณ 1 ฟุต
- แผ่นบังแสงควรติดตั้งทางด้านนอกของหน้าต่าง ให้ซ้อนที่ส่วนบนและข้าง ๆ ประมาณ 2" - 4" ไม่ควรให้มีแสงรั่วเข้าได้เลย

3. เกล็ดมูลีกระดก (Venetian Blind) สามารถควบคุมแสงธรรมชาติได้ดีพอสมควร แต่มีขอบพร่องที่แสงรั่วได้ ในการเลือกใช้มูลีควรถือพิจารณาดังนี้

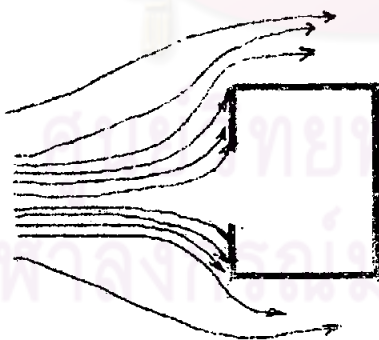
- ควรเป็นชนิดที่ทนทานรักษาง่าย และทำความสะอาดง่าย
- ควรปิดเปิดง่าย และสามารถตัดแสงภายนอกได้เป็นอย่างดี
- ถ้าการฉายเทออากาศในห้องมีเพียงหน้าต่าง การติดตั้งบานแบบนี้จะต้องคำนึงถึงการระบายอากาศด้วย
- อาจเลือกใช้แบบที่มีโครงสร้างแข็งแรง สร้างติดกับตัวอาคารเลยและมีขนาดกว้างมาก ๆ (ประมาณ 7 ฟุต) และมีแผ่นที่ไม่หย่อนลง เพราะถ้าใช้แบบที่มีความกว้างน้อยจะทำให้เสียเวลาในการปิดเปิดบาน

การควบคุมแสงในห้องเรียน เป็นสิ่งจำเป็นที่สถาปนิกควรจะได้คำนึงและออกแบบให้เหมาะสม เพื่อจะสามารถไล่ประโยชน์จากห้องเรียน ทั้งในยามปกติและเวลาที่ต้องการใช้เครื่องฉายด้วย

8. การระบายอากาศ

สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนมีอิทธิพลต่อสุขภาพและอัตราการเรียนรู้นักเรียน รวมทั้งประสิทธิภาพการสอนของครูอย่างมาก¹⁹ โดยเฉพาะสภาพของอากาศ การระบายถ่ายเทอากาศภายในห้องเรียน ไม่ดีพอจะทำให้ห้องเรียนร้อนอบอ้าว ดังนั้นในห้องเรียนจึงจำเป็นต้องจัดให้มีช่องระบายลมและประตูหน้าต่างอย่างเพียงพอ การออกแบบจะต้องหันหรือพยายามทำส่วนเปิด (Opening) ของอาคารให้หันตามทิศทางลม โดยมีการศึกษาถึงทิศทางลม แดด และฝน (Orientation) ในประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศร้อนแถบเส้นศูนย์สูตร แสงแดดจะส่องร้อนมากเวลา 12.00 น. ถึง 14.00 น. มีลม ฝนตกแรงมาก ทิศทาง และเมืองจากตั้งฉากจนเกือบถึงแนวราบ (Horizontal)

การระบายอากาศภายในห้องที่จัดโครงสร้างขนาดของห้องให้กว้างใหญ่โล่งโถง มีทางลมผ่านโดยสะดวก (Cross Ventilation) นอกจากมีประตูหน้าต่างแล้วควรมีช่องลมด้วย การออกแบบช่องเปิดของห้อง นอกจากจะให้ลมทางลมเข้าห้องแล้ว จะต้องให้มีทางลมออกจากห้องด้วย การมีช่องเปิดแต่ในคานที่รับลม จะไม่สามารถทำให้ลมผ่านเข้ามาในห้อง เพราะผนังที่ปิดกั้นคานทรงข้ามจะเป็นเสมือนฉากบังลม (ดังรูปที่ 20) การออกแบบโดยทั่วไปในปัจจุบันมักจะนึกถึงแต่ทางลมเข้า แต่ขาดทางออกที่เพียงพอทำให้ไม่ได้รับลมภายในห้องเท่าที่ควร

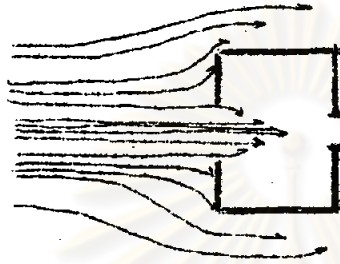


ภาพที่ 20 ลักษณะช่องเปิดของห้องที่ลมไม่สามารถผ่านเข้ามาในห้อง

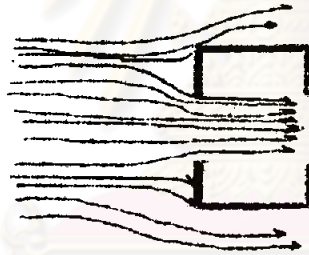
¹⁹สุชาติ โสภประยูร, เรื่องเดิม, หน้า 38.

เพื่อให้โคลมจำนวนมากที่สุด จะต้องจัดทางลมออกในทิศทางตรงกันข้าม ให้มีขนาดเท่ากับทางลมเข้าซึ่งผ่านช่องเปิดกว้างเต็มที่ (ดังภาพที่ 21 - 23)

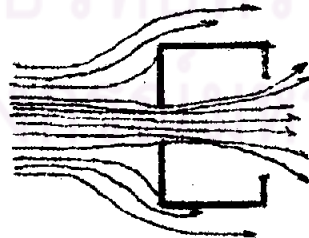
ภาพที่ 21 ช่องเปิดทางลมเข้าที่กว้างกว่าทางลมออก จะทำให้แรงลมสูงขึ้นในบริเวณหน้าห้อง แต่แรงลมที่เข้ามาในห้องต่ำและน้อย



ภาพที่ 22 ช่องเปิดทางลมเข้าเท่ากับทางลมออกจะทำให้จำนวนลมเข้ามาในห้องได้มากที่สุด

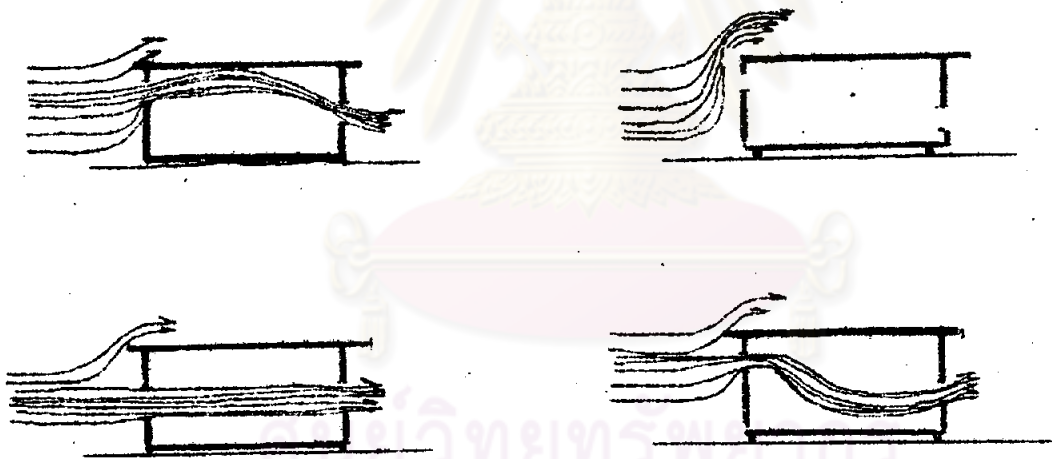


ภาพที่ 23 ช่องเปิดทางลมเข้าที่แคบกว่าทางลมออก จะทำให้แรงลมที่เข้ามาในห้องสูงขึ้น



ในเรื่องทิศทางลม เป็นการยากที่จะบังคับทิศทางให้ได้ตามความต้องการ โดยเฉพาะถ้าใช้ชนิดของหน้าต่างที่ผิด หน้าต่างบางชนิดจะบังคับทิศทางของลมให้ผ่านสูงเหนือศีรษะไป เช่น หน้าต่างบานพลิกบังแดด จะบังคับทิศทางของลมให้พัดขึ้นเพดานแทนที่จะพัดลงสู่พื้น ลมที่พัดขึ้นเพดานเหมาะสำหรับฤดูหนาว เพราะมันจะพัดอากาศเย็นและบริสุทธิ์เข้ามาผสมกับอากาศภายในห้อง ก่อนที่จะวกลงสู่เบื้องล่าง แต่ในฤดูร้อนลมควรจะพัดมาวางภายในโดยตรง ฉะนั้นการจำกัดทิศทางของกระแสลมจึงมีความสำคัญมาก ของทางเข้ของอากาศจะทำหน้าที่เหมือนหัวฉีดที่ฉีดน้ำ เพราะจะสามารถบังคับทิศทางให้ลมพัดสูงขึ้นสู่เพดาน หรือต่ำลงสู่พื้น รวมทั้งพัดไปทางซ้ายหรือขวาได้

ภาพที่ 24 ชายคาและบานพลิกจะทำให้ลมเปลี่ยนทิศทาง เบนเข้ามาในห้องได้มากขึ้น



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 25 การออกแบบช่องเปิดทางลมเข้าเพื่อควบคุมทิศทางลมที่จะผ่านเข้ามาในห้อง



ขนาดของส่วนที่ทับกันของผนังบริเวณโดยรอบอาคาร จะทำให้เปลี่ยนทิศทางลมที่เข้ามาในห้อง เมื่อลมมาปะทะกับผนังส่วนกว้างก็จะมีแรงดันมากกว่าแบบที่ 1 แสดงผนังที่ทำให้ลมพัดขึ้นเพดาน แบบที่ 2 แสดงผนังที่ทำให้ลมพัดลง



ส่วนประกอบอื่น ๆ ของอาคารก็จะทำให้ทิศทางลมเปลี่ยนไป เช่น การขึ้นหลังคาช่วยเปลี่ยนทางลมซึ่งควรจะพัดขึ้นให้เป็นพัดลง (ดูแบบที่ 1) และแบบที่ 2 เปลี่ยนทิศทางลมซึ่งควรจะพัดลงเป็นพัดขึ้น



หน้าต่างบานเกล็ดมีส่วนช่วยในการบังคับทิศทางลม หน้าต่างบางชนิดถูกออกแบบให้ลมพัดขึ้น บางชนิดทำให้ลมพัดลง แบบที่ 1 เปลี่ยนทิศทางลมให้พัดขึ้น และในแบบที่ 2 เมื่อเพิ่มหน้าต่างบานเกล็ดตามรูป ก็จะเปลี่ยนทางลมขึ้นเป็นพัดลง



ทางลมเข้าขึ้นอยู่กับช่องเปิดด้านทางเข้าไม่ใช่ทางออก รูปนี้แสดงว่าช่องเปิดด้านทางลมออกไม่ไ้เปลี่ยนทางเดินของอากาศภายในห้อง

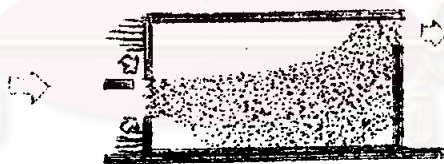
ภาพที่ 26 ตัวอย่างภาพแสดงของเปิดในรูปต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อกระแสลม และวิธีทำให้ภายในห้องได้รับลมตามต้องการ แสดงการ เปิดหน้าต่างที่ทำให้ได้รับลมผ่านในระดับความสูงของร่างกาย



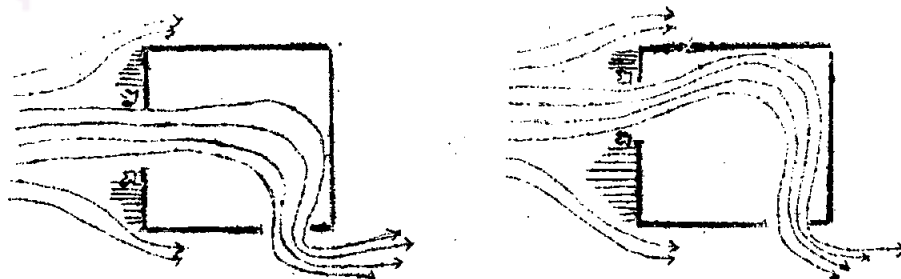
เมื่อมีแผงบังแดดสำหรับหน้าต่างยื่นติดกับผนังทางตั้งหรือนอน จะทำให้เกิดแรงดันของอากาศบริเวณผนังบังแดดไหลพัดขึ้น (หรือ เบน ไปข้าง ๆ สำหรับแผงบังแดดทางตั้ง)



ถ้ายื่นแผงบังแดดทางออกไปจากผนัง โดยมีช่องว่างระหว่างแผงบังแดดกับผนัง จะทำให้ได้รับลมในระดับความสูงของร่างกายเพิ่มขึ้น



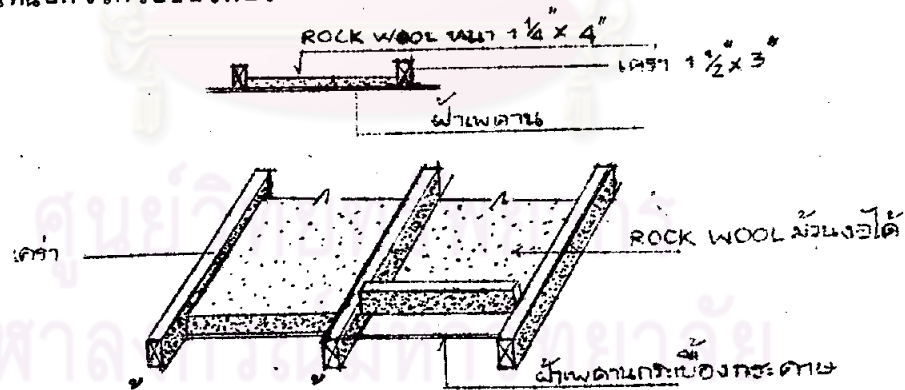
การดัดแปลงแก้ไขทิศทางลมให้อยู่ในรูปที่ต้องการได้โดยการกระระยะของเปิดผนัง การเปิดประตู หน้าต่าง และการทำแผงบังแดด ลมที่ผ่านเข้ามาในห้องจะถูกบังคับโดยความดันของอากาศบริเวณส่วนปิดทึบโดยรอบของเปิด



ในห้องเรียนนอกจากมีการระบายอากาศแล้ว สถาปนิกยังควรคำนึงถึงการป้องกัน และลดความร้อน ที่ผ่านมาจากหลังคาและผนังเข้ามาในห้อง การพิจารณาเลือกวัสดุสำหรับ ป้องกันความร้อน จะต้องคำนึงถึงราคาของวัสดุกับผลที่ได้รับ โดยหลักใหญ่ ๆ วัสดุที่มี คุณสมบัติ 2 ชนิด คือ

ก. พวกที่มีความหนาแน่นน้อย และพวกที่มีความสามารถในการนำความร้อนต่ำ ซึ่ง จะทำหน้าที่เป็นฉนวนและตัวกักความร้อน ก่อนที่จะผ่านเข้าไปในอาคาร แบ่ง ได้เป็น 3 ชนิด

- ชนิดเป็นแผ่นแข็งทึบ (Rigid Insulation) มีหลายชนิดแตกต่างกัน หนา 1" - 6" แต่โดยทั่วไปหนา 1" - 1 1/2" อาจเป็นใยพืชอัดแน่น บาง ชนิดเป็นแผ่นฐานสำหรับฉนวนปูพลาสติก บางชนิดปิดด้วยแผ่นอลูมิเนียม ฉนวนหนึ่งเพื่อสะท้อนความร้อน
- ชนิดเป็นแผ่นยืดหยุ่นได้ (Flexible or Blanket Types Insulation) ประกอบด้วยแผ่นใยหิน (Rock Wool) หรือบางชนิดใช้ใยแก้ว ปิดด้วย วัสดุที่มีความยืดหยุ่นได้ 2 ชั้น บรรจุในช่องว่างระหว่าง เกราะ ดง หรือ ฉนวนยืดหยุ่นได้ของท่อ



ภาพที่ 27 การใช้วัสดุกันความร้อน

- ชนิดใช้ฉาบเสริม (Insulating Fill) ลักษณะเป็นเมล็ดหรือแผ่นชิ้น เล็ก ๆ ประกอบด้วยอลูมิเนียม เหล็ก แมกนีเซียม และซิลิเกต ใช้เทหรือ ฉาบบนแผ่นคอนกรีต หรือฉาบบนตะแกรงเหล็กกาบปลง (Metal Lath) ให้ความหนาประมาณ 2" - 3" หรือสมกับคอนกรีตทำคอนกรีตลวดชนิด เม็ด เล็ก

ใช้ผสมพลาสติก ฟันบนแผ่นคอนกรีตให้หนาประมาณ $\frac{7}{8}$ " เป็นฉนวนกันความร้อน กันอັคคีภัยและมีคุณสมบัติในการกักเสียงด้วย

- ข. วัสดุกันความร้อนชนิดสะท้อนแสง (Reflective Insulation) เป็นแผ่นโลหะผิวมันบาง ๆ ฉาบติดกับแผ่นกระเบื้องหรือแผ่นโลหะบาง ซึ่งทำหน้าที่สะท้อนคลื่นรังสีความร้อนออกไป การติดตั้งให้มีที่ว่างหรือช่องอากาศภายในผนังหรือเหนือเพดาน ซึ่งอย่างน้อยที่สุดควรจะเป็น $\frac{3}{4}$ "

การศึกษาในปัจจุบันได้นำเอาสื่อการสอนประเภทเครื่องมือเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น โดยเฉพาะอุปกรณ์เกี่ยวกับเครื่องฉายซึ่งต้องการความมืดเพื่อจะได้ฉายดูได้ชัดเจน จึงต้องมีการปิดส่วนเปิดต่าง ๆ (Opening) แต่เมื่อปิดแล้วส่วนที่เป็นช่องระบายอากาศก็ไม่มี จะทำให้เกิดความอึดอัดขึ้น ดังนั้นจึงต้องทำช่องอากาศให้เพียงพอ การทำบานเกล็ดไม้ส่วนบนของช่องเปิดหรือหน้าต่าง จะช่วยให้แสงสว่างเข้าน้อยที่สุด แต่สามารถระบายอากาศได้เป็นอย่างดี หรืออาจออกแบบติดตั้งพัดลมระบายอากาศ (Ventilation Hood) ภายในห้องเรียนช่วยด้วยก็ได้

9. ระบบเสียงและการได้ยิน

ห้องเรียนเป็นห้องหนึ่งที่จะต้องมีการออกแบบให้ไ้ระบบเสียงที่ดี เนื่องจากเป็นสถานที่ที่จะถ่ายทอดวิชาความรู้ต่าง ๆ ผู้นักเรียนโดยทางเสียงเป็นส่วนใหญ่ นอกเหนือจากการมองเห็นแล้ว ห้องที่มีระบบเสียงที่ดี ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. เสียงที่ออกจากคนกำเนิคสามารถกระจาย (Diffuse) ไปได้อย่างทั่วถึงสม่ำเสมอ และผู้ฟังสามารถรับฟังเสียงได้อย่างชัดเจน ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบโดยใช้วัสดุและวิธีการประกอบต่าง ๆ ให้ผนัง ฝ้าเพดานสามารถสะท้อนเสียงกระจายไปในทิศทางต่าง ๆ ทั่วถึงกัน
2. ให้ระดับเสียงคงเพิ่มขึ้นสำหรับผู้ที่นั่งไกลออกไปจากต้นเสียง
3. ให้มีเสียงรบกวน (Background Noise) น้อยที่สุด กล่าวคือเสียงรบกวนจากภายนอกห้องเรียน และเสียงรบกวนภายในห้องที่เกิดจากการสะท้อน

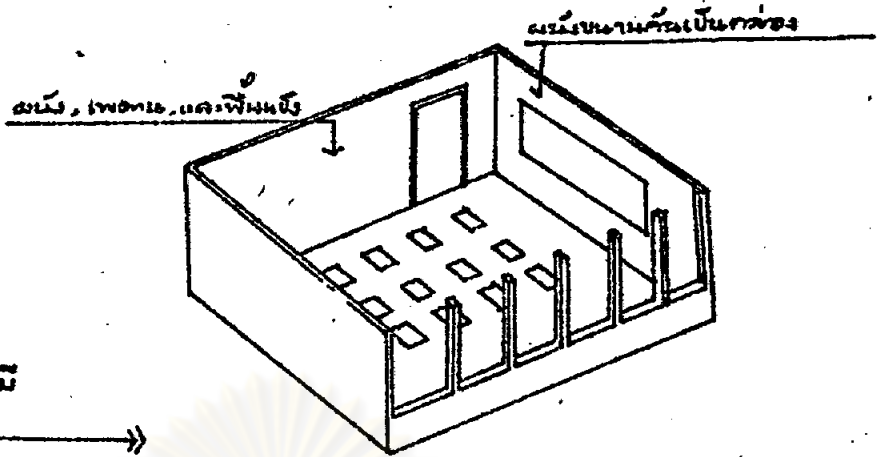
กล่าวคือ ใ้ตรงกับเสียงที่ถึงผู้ฟังโดยตรง กับตรงกับเสียงที่สะท้อนจากผนังต่าง ๆ ถึงผู้ฟัง เป็นอัตราที่เหมาะสม

การออกแบบห้องเรียน ก่อนอื่นจะต้องคำนึงถึงลักษณะและชนิดของเสียงที่อาจเกิด

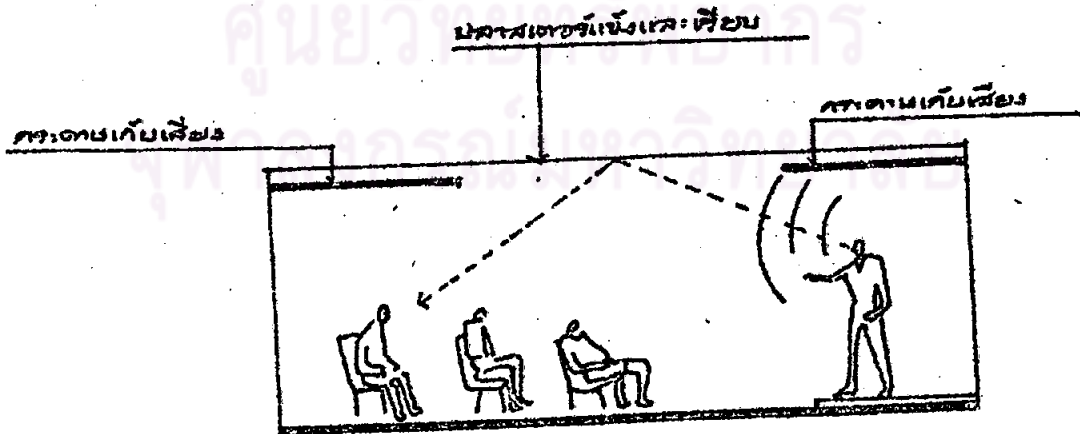
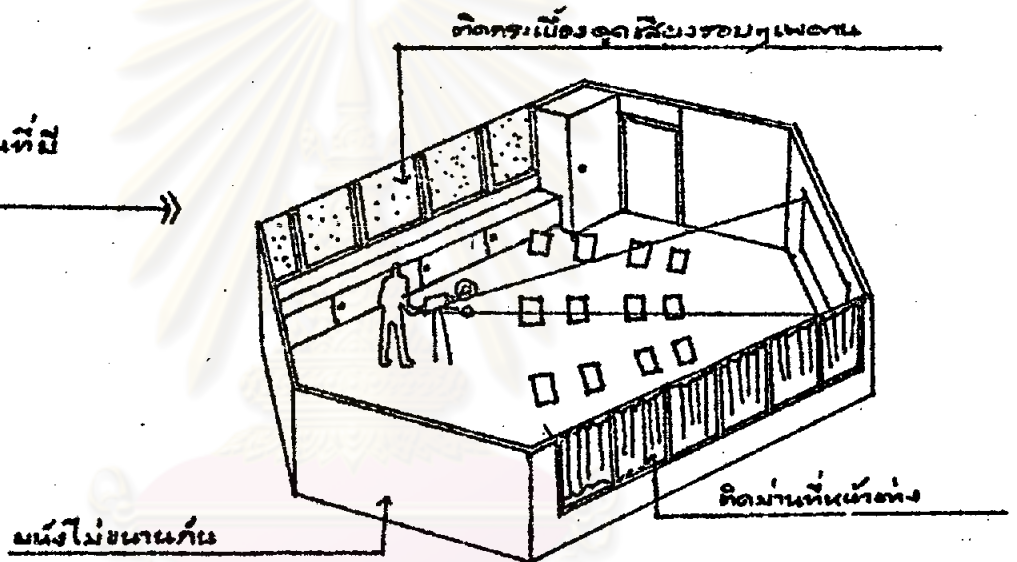
ขึ้นได้ ดังนี้

- เสียงอูโซน (Echoes) เกิดขึ้นจากเสียงสะท้อน ถ้าเสียงที่มาตรงถึงผู้ฟัง ต่างกับเสียงสะท้อน ซึ่งสะท้อนจากกำแพงหรือฝาผนัง เป็นระยะมากกว่า 65 ฟุต คิดเป็นเวลาจะไ้เวลาที่แตกต่างกัน 0.06 วินาที ผู้ฟังจะไ้ยินเสียงเดิมนั้นไ้ 2 ครั้ง แต่ถาระยะห่างระหว่างเสียงที่มาถึงผู้ฟังโดยตรงกับเสียงสะท้อนน้อยกว่า 65 ฟุต แต่มากกว่า 50 ฟุต ผลเสียจะมีมากกว่า คือ เสียงสะท้อนจะไปกวนเสียงที่มาโดยตรง ทำให้ไ้ยินไม่ถนัด
- เสียงสะท้อนที่มารวมกัน (Sound Foci) เกิดจากพื้นเง้า เป็นเสียงที่คังเกือบเท่าเสียงเดิม จุดที่มารวมจึงไ้รับเสียงมากในเวลาเดียวกัน จุดอื่น ๆ ที่อยู่รอบ ๆ เกือบจะไม่มีเสียงเลย เรียกว่าเกิดจุดดับ (Dead Spot) พรอม ๆ กันไปด้วย ทำให้คนหนึ่งไ้ยินเสียงคัง แต่คนนั่งไกล ๆ บางทีไม่ไ้ยินเลย ในห้องจึงควรพยายามหลีกเลี่ยงพื้นเง้าให้มาก
- เสียงดับ (Dead Spot) อาจเกิดไ้เมื่อเสียงมาสอดแทรกกันเป็นจำพวก Destructive Interference คือเสียงที่มาพบกันนั้น เสียงหนึ่งเป็นทอน Condensation อีกเสียงหนึ่งเป็นทอน Revibration ซึ่งหักลบกันพอดี ถาคลื่นของทั้งสองเสียงนั้นมีความถี่และแอมปริจูดเท่ากัน
- เสียงวิ่งไปวิ่งมาในห้อง (Room Flutter) มักเกิดจากห้องที่มีผนัง 2 ผนังขนานกัน เสียงที่วิ่งกลับไปมาระหว่างกำแพง 2 ผนัง จะทำให้เกิดเสียงอูโซนไ้ วิธีแก้อาจทำให้กำแพงไม่ขนานกันไ้โดยการแขวนรูป คัดึงวางหนังสือหรือวางของอื่น ๆ ทำประทุนำค่างช่วยแก้ไปในตัว วัสดุที่ขรุขระ ทุ้ โต๊ะ ม่านเป็นริ้ว ๆ จะช่วยไ้เสียงเหล่านี้หายไปไ้ (ดูภาพที่ 28)

○ ลักษณะของห้องเรียนที่มีสภาพเสียงไม่ดี



○ ลักษณะห้องเรียนที่มีสภาพเสียงดี



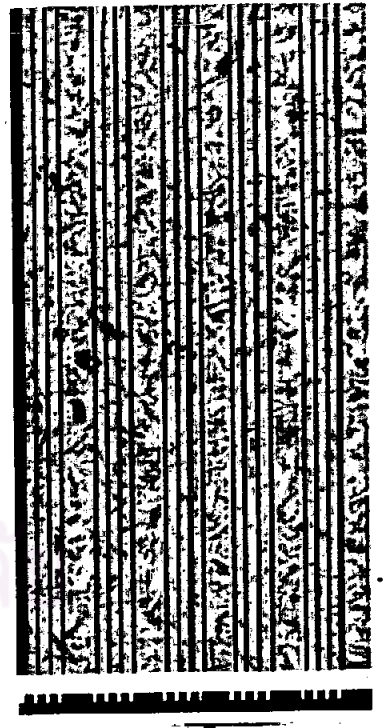
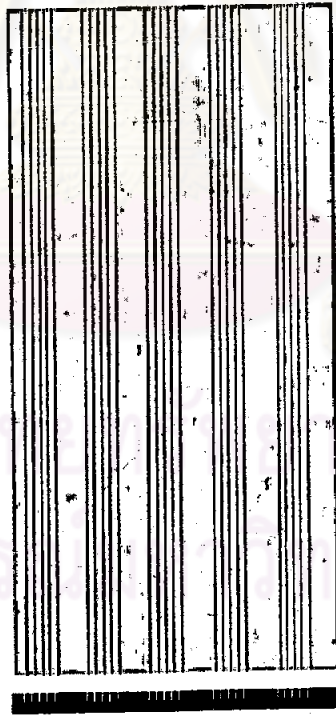
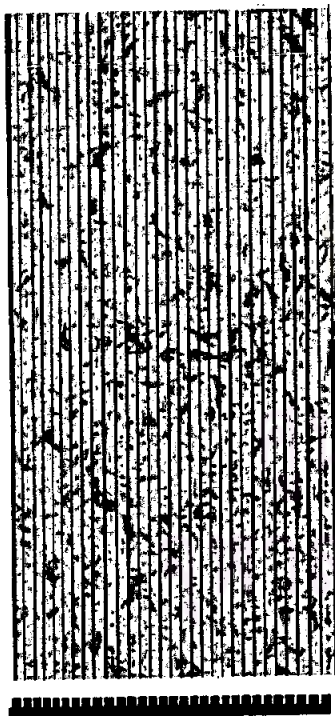
ห้องเรียนในอุดมคติ

ใช้เพดานทรงกลมแข็งแรงสะท้อนเสียงมากที่สุด ที่สุดเพื่อใช้รอบๆของผนัง ผนังหรือเพดาน

จึงห้องใช้วัสดุดูดเสียงจะได้พอดี

การแก้ไขหรือออกแบบไม่ให้เกิดเสียงทง ๆ ทำได้โดยการเลือกใช้วัสดุดูดซับเสียง และกันเสียงสะท้อน วัสดุก่อสร้างชนิดต่าง ๆ จะมีคุณสมบัติในการดูดกลืนของเสียงได้ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของผิว ความหนาแน่นของวัสดุ สำหรับวัสดุที่ใช้ทั่วไป เช่น ฉนวนกันเสียง ฉนวนกันความร้อน ฝ้าเพดาน พื้นไม้จะดูดซับเสียงได้น้อยมาก วัสดุที่ช่วยเก็บเสียงโดยทั่วไปมี 3 ประเภท

- ประเภทแผ่นสำเร็จรูป ซึ่งรวมทั้ง Acoustical Board เช่น พวกเซพวิ่ง-บอร์ด เป็นวัสดุที่ทำเป็นรูปฟรูน และมีวัสดุเก็บเสียงอยู่ด้านหลัง (ดูภาพที่ 29)
- พวกฉนวนหรือพ่น เป็นพลาสติกและวัสดุที่มีรูปฟรูน Fiber ต่าง ๆ ใสฉนวนหรือพ่น (Spray) ผนัง ฝ้าเพดาน
- ชนิดเป็นผืนยืดหยุ่นได้ เช่น วัสดุจำพวก Mineral Wool, Wood Wool, Glass Fibers, Kapok Batts และ Hair Felt

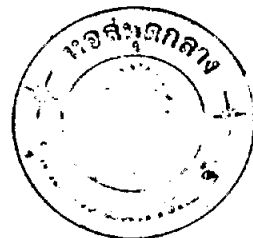


ภาพที่ 29 ตัวอย่าง Acoustic Board เป็นวัสดุดูดซับเสียงประเภทแผ่นสำเร็จรูป

วัสดุต่าง ๆ ที่ใช้กันทั่วไปมีสัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนเสียงที่มีความถี่ 512 ไฮเกิล

ดังนี้²⁰

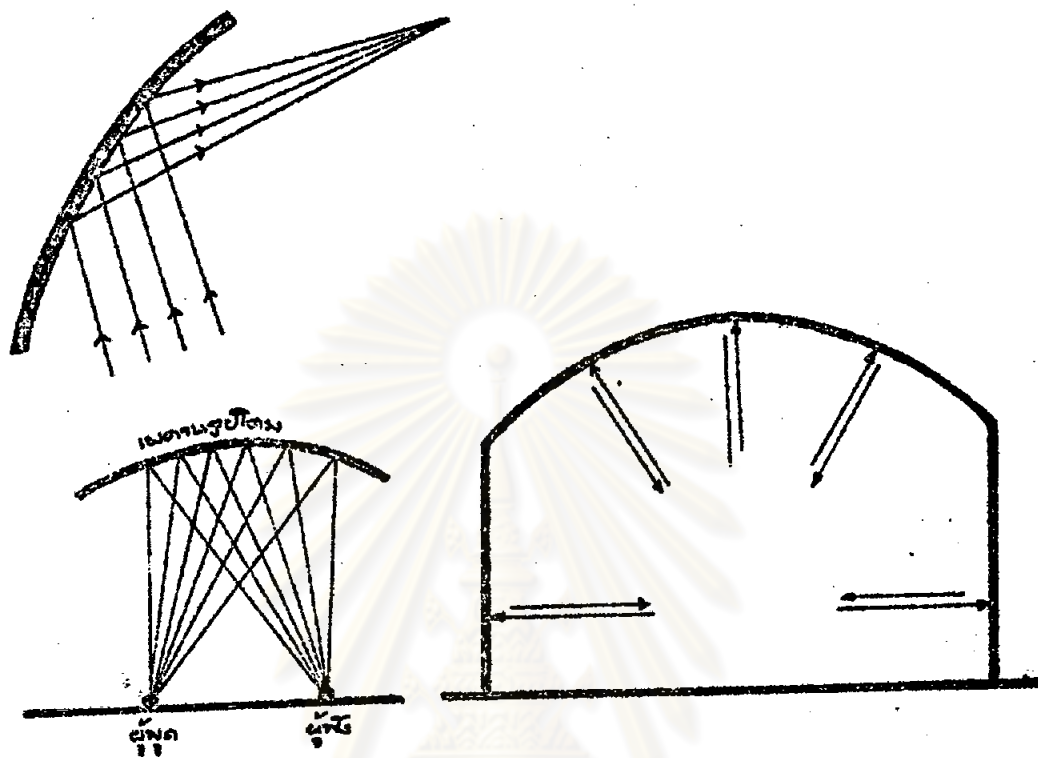
ผ้าม่านหนา	0.4 - 0.6
กระจกหรือแก้ว	0.025
Celotex	0.36
Hair Felt	0.78
ไม้ที่ทาน้ำมันวานิช	0.03
เก้าอี้ไม้	0.25
กระเบื้องดูดกลืนเสียง	0.67



การป้องกันเสียงในห้องเรียน อาจใช้วัสดุดูดกลืนเสียงตามผนัง พื้น และเพดาน เช่น กระเบื้องเก็บเสียง (Acoustic Tile) หรือแผ่นเซลโลเท็กซ์ ซึ่งมีสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงประมาณ 0.70 ในห้องที่มีเนื้อที่กระดานขอลดมาก ๆ อาจจำเป็นต้องมีม่านผ้าม้วนไว้ข้างบน เพื่อถึงลงมาคลุมกระดานขอลดได้อย่างสะดวก ในขณะฉายภาพยนตร์เสียง

เพดานห้องที่เป็นฉนวนซีเมนต์มากเกินไปไม่ดีในแง่เสียง เพราะจะทำให้เสียงในห้องแข็งกร้าวและขาดความกังวาล ควรใช้เพดานไม้หรือเพดานไม้ซีกซึ่งฉนวนปูน ถ้าใช้วัสดุดูดกลืนเสียงควรใช้แทรกบนอก เว้นผิวเพดานส่วนกลาง ให้เป็นผิวที่แข็งและสะท้อนเสียง เพดานไม้ควรให้อยู่สูงเกินไป คนที่อยู่แถวหลัง ๆ ควรจะได้รับเสียงที่สะท้อนเป็นพิเศษ รูปร่างและขนาดของห้องควรพยายามหลีกเลี่ยงห้องสี่เหลี่ยมและกำแพงเว้า กำแพงหลัง (Rear Wall) ไม่ควรเป็นพื้นเว้าที่มีรัศมีความโค้งมาก ถ้าต้องการให้เป็นพื้นโค้งจริง ๆ ก็ควรใช้วัสดุที่ดูดกลืนเสียง หรือทำกำแพงเป็นร่อง ๆ (ดูภาพที่ 30)

²⁰ ครึ่งใจ บุรุษสมภพ, การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2515, หน้า 140 - 141.



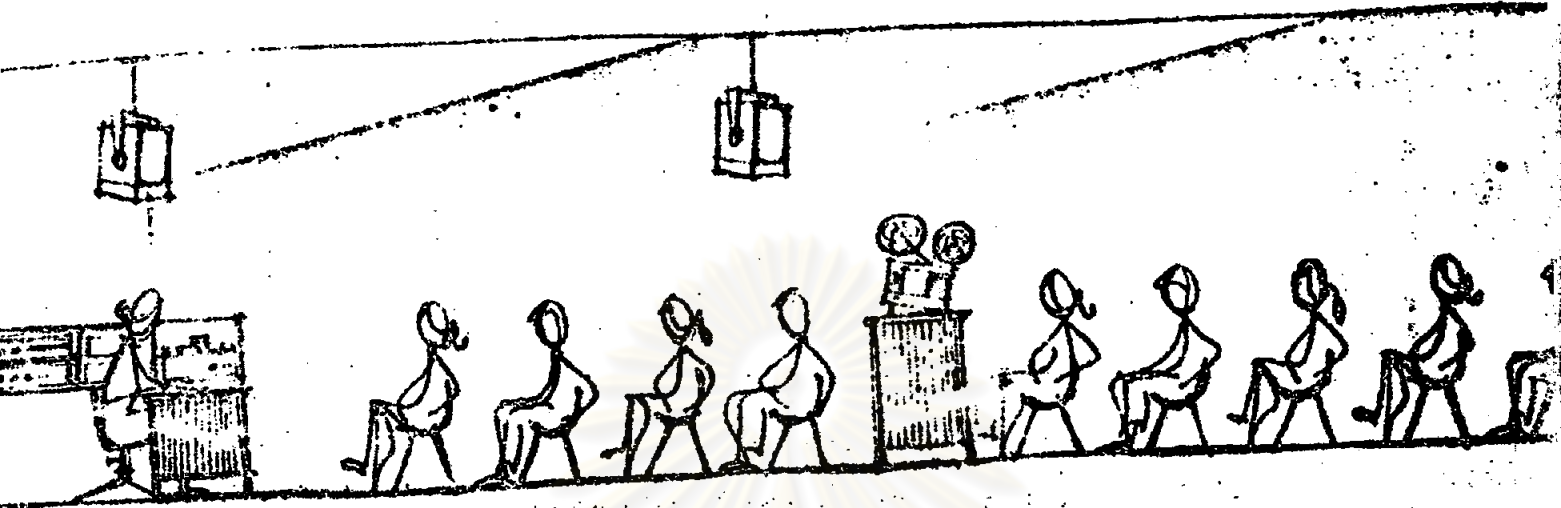
ภาพที่ 30 ลักษณะของนาฬิกาแดดและเพดานโค้งที่ทำให้กลมเต็มวงได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

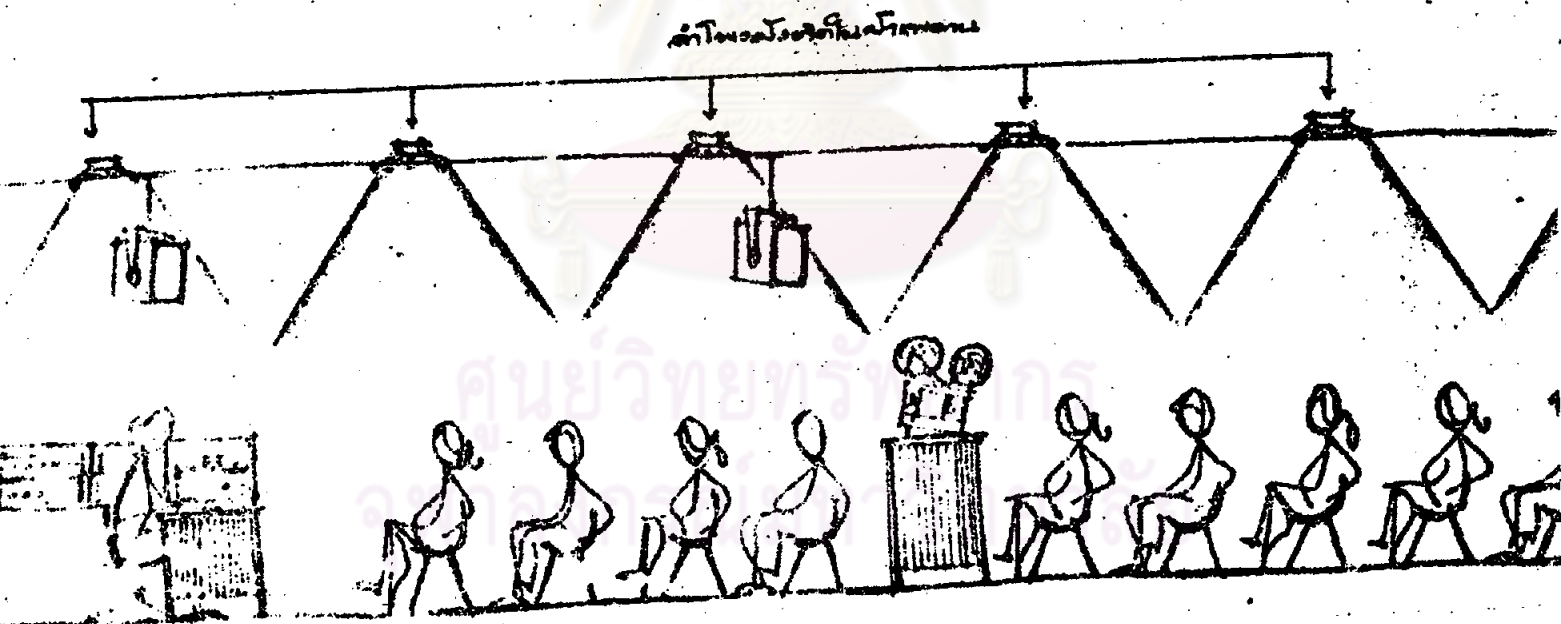
ปัจจุบันมีการใช้สื่อการสอนประเภทเครื่องเสียงกันมากในห้องเรียน โดยเฉพาะเครื่องขยายเสียง (Amplification) ฉะนั้นจำเป็นที่สถาบันที่จะต้องศึกษาและมีความรู้ในการใช้ระบบการติดตั้งเครื่องเสียง เพื่อให้สามารถใช้งานได้โดยมีประสิทธิภาพ ดังนี้

- เครื่องขยายเสียงควรตั้งไว้ใกล้ผู้สอน เพื่อสะดวกที่จะปรับระดับเสียงให้ดังค่อยไปตามความต้องการ
- ไมโครโฟน ควรเป็นประเภทรับได้ทิศทางเดียว (Uni-Directed) หรือไมโครโฟน 2 ทิศทาง (Bi-Directed Microphone) เพราะถ้าใช้รับได้หลายทิศทาง แล้วจะลำบากต่อการกำหนดทิศทางของ Speakers หรือการเดินสอนของครูผู้สอน บางครั้งจะเกิด Feed-Back ขึ้นได้
- Speakers และการติดตั้ง Speakers นั้นพิจารณาได้ 2 แบบ คือ
 - ก. ระบบที่ใช้ติดตั้ง Speaker จำนวนน้อย ส่วนมากมักติดตั้งคานา อาจเป็นคานาเดี่ยวหรือคานาข้างทั้ง 2 คานา (Side-wall) Speaker ประเภทนี้มักเป็นลำโพง (Sound Column) คู่เดียว การติดตั้งระบบนี้ประหยัด ใช้ Speakers น้อย สามารถเคลื่อนย้ายได้ แต่คุณภาพเสียงใช้ได้กับห้องเรียนที่ไม่ใหญ่มาก และผู้ฟังบริเวณทุกจุดฟังได้ดังและชัดเจนไม่เท่ากัน (ดูภาพที่ 31)
 - ข. ระบบที่ใช้ติดตั้ง Speakers จำนวนมาก ส่วนมากจะติดตั้งฝ้าเพดานจำนวนมาก ๆ จุด เพื่อกระจายเสียงให้ถึงผู้ฟังได้อย่างทั่วถึง แต่ใช้เงินลงทุนมากกว่าแบบแรก และไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ (ดูภาพที่ 32)

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 31 การใช้ speaker ที่ทางอ้อมข้าง ซึ่งมีจุดวางลำโพงคู่ (Sona Column)



ลำโพงวางในโครงเหล็ก

ภาพที่ 32 การใช้ speaker ชนิดกักในฝ้าเพดาน

๑๐. สีภายในห้องเรียน

สีภายในห้องเรียนนับเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่ง เนื่องจากสีมีอิทธิพลต่อความรู้สึกนึกคิด อารมณ์ของมนุษย์ นอกจากนี้สียังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้บรรยากาศของห้องเรียน แตกต่างออกไปด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพิจารณาเลือกใช้สีที่ทาในห้องเรียนให้เหมาะสม และยังต้องพิจารณาคูณภาพของสีด้วย เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น มีแสงแดดแรงกล้า ดังนั้นสีที่ใช่ของเลือกให้ทนทานต่อสภาวะอากาศ สีที่มีคุณภาพดี ย่อมไม่เกิดความเสื่อมโทรมหรือ เกิดตำหนิบนผิวที่ทา ในเวลาเร็วกว่ากำหนดของการทา ครั้งหนึ่ง ๆ เช่น ต้องไม่ขีดหรือตกจางหรือเสื่อมความเป็นเงามัน ไม่มีรอยค่างขาว และ รอยแตกกระแตง กระเทาะร่วงเป็นเกล็ดหรือลอกเป็นแผ่น

การใช้สีมีภัยหลัก 2 ประการ คือ

- ใช้สีตามหลักวิชาการ เช่น ใช้สีทึบหรือสีมืดเพื่อลดความจ้าของแสงลง ให้เหมาะสมกับความสว่างในการเรียนการอ่าน ใช้สีสว่าง (สีที่ช่วยในการกระจายแสง) เช่น สีขาวช่วยในการสะท้อนแสงเพื่อเพิ่มความสว่างของห้องที่มีมืดให้มากขึ้น
 - ใช้สีตามหลักจิตวิทยาหรือความรู้สึก สีสามารถให้ความรู้สึกแก่จิตใจของเด็กนักเรียน ซึ่งมีผลหรืออาจมีผลในการดำรงชีวิตในอนาคตของนักเรียนนั้น ๆ ได้ เช่น การให้สีสด สว่าง เพื่อให้เกิดความรู้สึกสดใส ร่าเริง มีพลังและจิตใจพร้อมจะเรียน ใช้สีเทาเพื่อให้เกิดความรู้สึกเคร่งขรึม สงบเรียบ เป็นต้น
- การพิจารณาเลือกใช้สีที่ใช่ในห้องเรียน ควรศึกษาข้อมูลฐานดังนี้

- ภูมิอากาศ เนื่องจากประเทศเรามีสภาพอากาศค่อนข้างร้อน และมีแสงแดดค่อนข้างจัด ดังนั้นสีที่ใช่ในห้องเรียนควรเป็นสีเย็น หรือสีที่อยู่ในสเกลค่า

(Scale-Grey)

- ทิศทางของห้องเรียน ห้องเรียนใดที่อยู่ด้านตะวันตก ย่อมได้รับแดดมากในเวลาบ่าย นักเรียนและครูที่อยู่ในห้องนอกจากจะรู้สึกร้อนแล้ว ยังได้รับแสงสว่างจ้าอีกด้วย จึงควรหาทางป้องกันโดยวิธีการของ Solar Controls and Shading Devices อาจเลือกใช้สีที่เย็น ๆ เช่น ฟ้าอ่อน เขียวอ่อน เป็นต้น

- ขนาดและรูปร่างของห้อง การใช้สีภายในห้องสามารถทำให้เกิดความรู้สึกว่าห้องกว้างขึ้นหรือแคบลงไปตามวรรณะของสี กล่าวคือ สีวรรณะอ่อน (Cool Tent) จะทำให้ห้องดูกว้างโอโล่งขึ้น ส่วนสีเข้มหรือสีสเกลดล้าจะทำให้ห้องดูแคบลง แต่ทั้งนี้การใช้สีจะคงพิจารณาแสงสว่างประกอบด้วย ควรใช้สีคล้ำเฉพาะคานที่ส่วนใหญ่เป็นผนัง หรือส่วนที่ได้รับแสงสะท้อนจากภายนอก การใช้สีที่ถูกต้องจะสามารถช่วยคัดเลือกรูปลักษณ์ของห้อง เช่น ห้องยาวจะดูแคบลงและห้องแคบจะดูกว้างขึ้น ห้องที่มีอัตราส่วนของความยาวมากกว่าความกว้างแก้ไขได้โดยใช้สีหนัก เช่นสีน้ำเงิน สีเขียวเข้มที่ผนังปลายทั้ง 2 เพราะสีหนักทำให้ดูแคบเข้ามา ส่วนคานข้างใช้สีอ่อนที่สดใสเพื่อให้กว้างขึ้น ห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัสอาจสามารถคัดเลือกให้รู้สึกว่าเป็นห้องสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ โดยให้ผนังคานตรงกันข้าม 2 คานมีสีเข้ม ส่วนผนังตรงกันข้ามอีก 2 คานมีสีอ่อนจาง นอกจากนี้สียังสามารถปรับเพดานให้ดูสูงหรือต่ำได้โดยยึดหลักเดียวกัน
- การสะท้อนแสงของผนังและเพดานภายในห้อง สีต่าง ๆ มีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงได้ไม่เท่ากัน กล่าวคือ สีอ่อนจะมีเปอร์เซ็นต์ของการสะท้อนแสงสูง ส่วนสีมืดหรือสีคล้ำจะสะท้อนแสงได้น้อย คร. พอล ซีเกอร์ส²¹ ได้กำหนดค่าของการสะท้อนแสงภายในห้องเรียนดังนี้

เพดาน	80 %	หรือมากกว่านั้น
ผนังคานข้าง	60 %	หรือมากกว่านั้น
ผนังคานหน้าชั้น	40 %	หรือมากกว่านั้น
ตู้ โต๊ะ เก้าอี้	30 - 50 %	
พื้น	30 - 40 %	
กระดานดำ	20 %	หรือน้อยกว่านั้น

²¹Paul W. Seagers & Harold Hart, Functional Color for the Classroom (Chicago: Brunserick - Bulke - Collender), 1958, p. 3.

เหตุที่คงกำหนดค่าการสะท้อนแสงของ เพดานสูงมาก เช่นนี้ ก็เพื่อให้เพดานสะท้อนแสงลงมายังพื้นห้องอย่างสม่ำเสมอ และการกำหนดค่าของการสะท้อนของผนังด้านหน้าต่ำกว่าผนังด้านข้าง ก็เพื่อลดความตักกันระหว่างกระดานค้ำกับผนังให้น้อยลงและไม่ทำให้สายตาเมื่อยล้า

การร้อยละของการสะท้อนแสงของสี

Magnesium Oxide White	98 %
Mill White	89 %
Ivory	82 %
Canary Yellow	77 %
Cream	77 %
Orchid	67 %
Cream Grey	66 %
Light Tan	66 %
Light Blue	65 %
Buff	63 %
Pale Green	59 %
Light Pink	55 %
Silver Grey	46 %
Dark Green	22 %
Dark Brown	16 %
Black	1 %

ห้องเรียนเป็นห้องที่นักเรียนต้องใช้มากที่สุด กล่าวคือ นักเรียนจะต้องอยู่ในห้องเรียนวันละหลาย ๆ ชั่วโมง เนื่องจากห้องเรียนในโรงเรียนของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นห้องเรียนแบบรวมสำหรับทุกวิชา ไม่ใช่ห้องเรียนประจำวิชา ซึ่งนักเรียนจะได้เปลี่ยนบรรยากาศห้องเมื่อถึงการเรียนในวิชาหนึ่ง ๆ ดังนั้นการจัดสภาพแวดล้อมที่ดีในห้องเรียน

จึงเป็นสิ่งจำเป็นและถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้และความเจริญงอกงามของนักเรียน สภาพห้องเรียนที่ก็จะช่วยเพิ่มสมรรถภาพการเรียนรู้ของนักเรียน มีให้เกิดขึ้น ความเมื่อน่าย นอกจากลักษณะ ขนาด การระบายอากาศ และองค์ประกอบอื่น ๆ ดังกล่าวแล้ว การเลือกใช้สีในห้องก็นับเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งเช่นกัน การใช้สีที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้นักเรียนรู้สึกเคืองตา หรือใช้สายตามาก และจะมีผลต่อสุขภาพจิตและอารมณ์ของนักเรียน

- สีที่ใช้ในห้องเรียนโดยทั่วไปควรเป็นสีกลาง (Neutral) ไปจนถึงสีที่เร้าให้เกิดความตื่นเต้นแต่เพียงเล็กน้อย
- สีของผนังห้องเรียนควรใช้สีเย็น แต่อาจจะให้ผนังข้างที่รับแสงสว่างน้อยเป็นสีอ่อนสดใส เพราะการใช้สีอ่อนกับผนังบางส่วนจะสามารถกระตุ้นความสนใจของเด็กได้เป็นอย่างดี เพดานควรใช้สีขาวหรือสีงาช้าง (Ivory) เพราะจะช่วยสะท้อนแสงลงมาที่โต๊ะ และภายในห้องได้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ
- กระดานดำ เป็นบริเวณที่นักเรียนต้องใช้สายตาเพ่งจับอยู่เกือบตลอดเวลา ดังนั้นควรทาสีเข้ม เพื่อช่วยให้สายต่านักเรียนได้พักผ่อนคลายและรู้สึกสดชื่น
- ผนังทาสีขาวไม่ควรปล่อยให้สีตามธรรมชาติ แต่ทาสีขาววสันต์ เช่นกระเบื้อง ควรเลือกสีเข้มและฉูดฉาด เพื่อถูกแสงไม่ให้สะท้อนเข้าตาและสะดวกในการรักษาความสะอาด
- โต๊ะและเก้าอี้ของนักเรียน ถ้าทำด้วยไม้ควรปล่อยให้สีตามธรรมชาติ หรือสีเทาอ่อน ขาโต๊ะหรือเก้าอี้ถ้าเป็นโลหะควรทาสีเทาหรือสีดำด้าน ไม่ควรชุบโครเมียมให้เป็นเงามัน เพราะทำให้รักษายาก

จากองค์ประกอบต่าง ๆ ที่กล่าวมาโดยละเอียดนั้น นับเป็นองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบห้องเรียนสมัยใหม่ เพื่อสามารถใช้สื่อการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบห้องเรียนจะสมบูรณ์ได้ของอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่าย เช่น นักวิชาการศึกษา สถาปนิก วิศวกรไฟฟ้า ร่วมกันวางแผนงานเพื่อให้ได้แบบของห้องเรียนที่มีลักษณะสมบูรณ์ ใช้ประโยชน์ได้ตรงตามเป้าหมาย ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ซึ่งจะเป็นผลต่อการพัฒนาการศึกษาของชาติด้วย