แนวทางการออกแบบอาคารเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ กรณีศึกษา: อาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อ.ดร.ชูพงษ์ ทองคำสมุทร
สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การออกแบบอาคารเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาเป็นรากฐานที่สำคัญของการพัฒนาประเทศ สภาพแวดล้อมภายในอาคารเรียนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ ดังนั้นแนวทางการออกแบบอาคารเรียนนี้จึงมีเป้าหมายในการเสริมสร้างสภาวะน่าสบายในอาคารทั้งในส่วนของความสบายทางด้านอุณหภูมิและความรู้สึกร้อนหนาว ความสบายทางด้านแสงสว่างและการมองเห็นที่เหมาะสม และความสบายทางด้านคุณภาพเสียงภายในอาคาร ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบอาคารเรียน บทความนี้แสดงให้เห็นถึงแนวทางการออกแบบอาคารกรณีศึกษาได้แก่ อาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์ ที่ได้มีการออกแบบโดยคำนึงถึงอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านั้น เพื่อให้สามารถออกแบบอาคารเรียนให้บรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการได้อย่างบูรณาการ

Abstract

The design of educational building that enhances learning process is important because education is the root of our country's development. Environmental condition of classroom is very significant for learning process thus, the objectives of design guidelines for educational building are, improvement of thermal comfort, lighting and visual comfort, and acoustical comfort that are the main factors. This article shows the design guidelines on case study: The 40th Year Anniversary of Demonstration School Building that realized on the influential factors and the relation of them in order to finishing the goal with integration process.

คำสำคัญ: ความสบายทางกาย, กระบวนการเรียนรู้, การออกแบบอาคาร, อาคารเรียน
Keywords: Thermal Comfort, Learning Process, Building Design, Educational Building

บทนำ

ความรู้ของคนในชาติเป็นปัจจัยที่ผลักดันให้เกิดความเจริญก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ แต่ทว่าความรู้นั้นจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการถ่ายทอดองค์ความรู้ผ่านทางกระบวนการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเรียนรู้นั้นสามารถแบ่งออกได้สามปัจจัยใหญ่ ๆ ด้วยกันได้แก่ ผู้สอน ผู้เรียน และสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้

ถึงแม้ว่าผู้สอนและผู้เรียนจะมีความพร้อมเช่นไรก็ตาม สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ไม่มีความเหมาะสมนั้นจะส่งผลในด้านลบต่อกระบวนการเรียนรู้ให้ไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ดังนั้นการออกแบบหรือการปรับปรุงสภาพแวดล้อมซึ่งได้แก่ห้องเรียนสำหรับการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมนั้น จะสามารถเสริมให้กระบวนการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์ต่อทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

แนวทางการออกแบบ

การออกแบบสภาพแวดล้อมภายในอาคารเรียนให้มีความเหมาะสมในการเรียนรู้นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนหลักที่สำคัญได้แก่

1. **การเสริมสร้างความสบายทางด้านกายภาพ** (สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ, 2551) สามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

- ความสบายทางด้านอุณหภูมิร้อนหนาวที่มีความเหมาะสม (Thermal Comfort)
- ความสบายทางด้านความสว่างและการมองเห็นที่มีความเหมาะสม (Lighting and Visual Comfort)
- ความสบายทางด้านคุณภาพเสียงภายในอาคารที่มีความเหมาะสม (Acoustical Comfort)

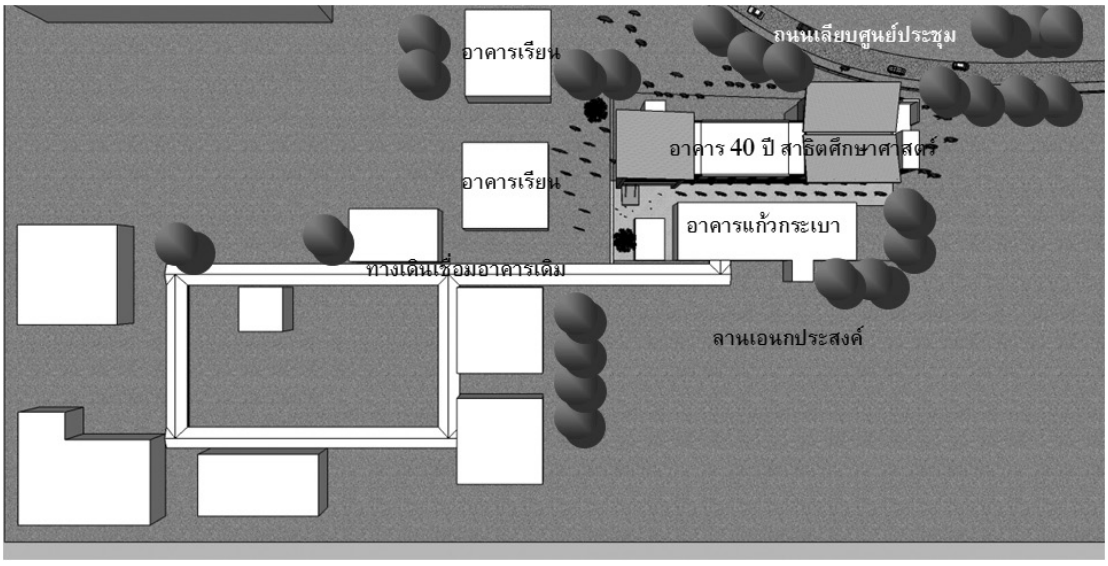
โดยแนวทางการออกแบบนั้นจะมุ่งในการสร้างเสริมความสบายในด้านต่าง ๆ โดยใช้ประโยชน์จากต้นทุนทางธรรมชาติให้มากที่สุด และใช้พลังงานไฟฟ้าให้น้อยที่สุด นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ให้มีความหลากหลายและสอดคล้องกับเนื้อหาของการเรียนการสอนอีกด้วย

2. **การเสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวสถาปัตยกรรม**

เปรียบเสมือนกับว่า ‘อาคารคือครูคนหนึ่ง’ ที่สามารถให้ความรู้ต่อผู้เรียนได้ คือการออกแบบอาคารด้วยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอาคารจะสามารถถูกรับรู้โดยประสาทสัมผัส และแปรเปลี่ยนเป็นการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ของนักเรียนเอง

ลักษณะของโครงการ

โครงการก่อสร้างอาคารเรียน 40 ปีสาธิตศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นโครงการก่อสร้างอาคารเรียนสำหรับใช้ในการเรียนการสอนความรู้วิทยาศาสตร์ ภาษา และคอมพิวเตอร์ ในระดับประถมศึกษาตั้งอยู่ภายในพื้นที่ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยขอนแก่น แผนกประถมศึกษา อยู่ทางด้านหลังของอาคารเรียนเดิมคืออาคาร “แก้วกระเบา” ซึ่งเป็นอาคารเรียนสูงสามชั้น วางอาคารตามแนวแกนของทิศตะวันตกและตะวันออก ดังภาพที่ 1 ต่อไปนี้



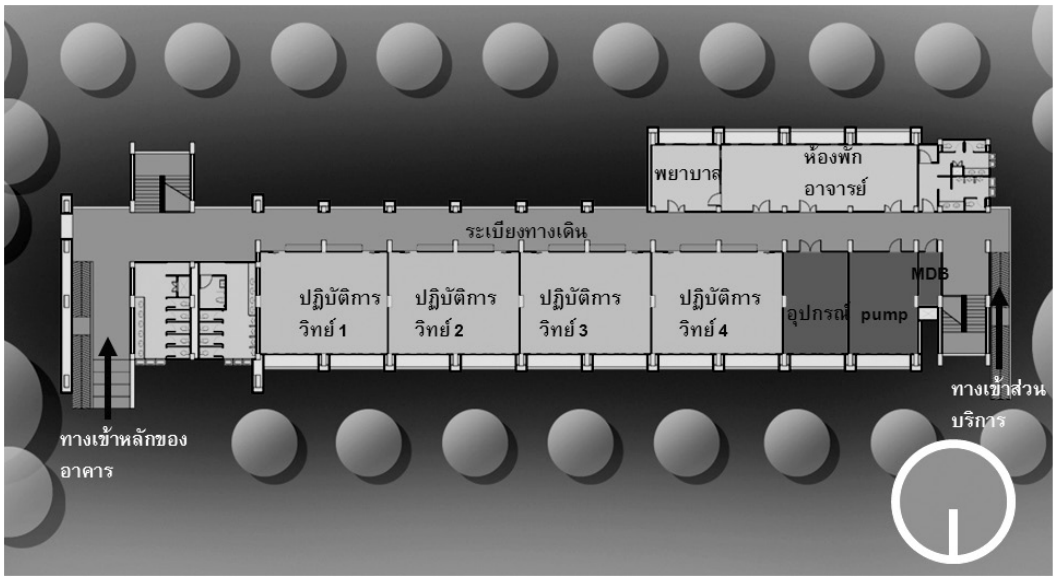
ภาพที่ 1 *แสดงผังบริเวณของอาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์โดยรวม*

พื้นที่สำหรับการก่อสร้างอาคารหลังนี้ นับว่ามีความเหมาะสมเนื่องจากว่าพื้นที่อาคารมีลักษณะหันด้านแคบไปทางทิศตะวันตกและตะวันออก ทำให้การจัดพื้นที่ใช้สอยอาคารจึงมีลักษณะเป็นห้องเรียนที่เชื่อมต่อด้วยระเบียงยาว ทำให้สามารถลดปริมาณความร้อนที่จะผ่านเข้ามาในอาคารได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากจังหวัดขอนแก่นอยู่ในพื้นที่ซีกโลกเหนือบนละติจูดที่ 16 องศา แสงอาทิตย์ทางด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกจะมีอิทธิพลต่อความร้อนที่จะส่งผ่านเข้ามาในอาคารได้เป็นอย่างมาก (ชูพงษ์ ทองคำสมุทร, 2551) นอกจากนี้การวางผังอาคารในลักษณะนี้ยังสามารถใช้ประโยชน์จากกระแสลมธรรมชาติที่พัดมาจากทางทิศใต้ในฤดูร้อนและฤดูฝนได้อีกด้วย ในกรณีที่กระแสลมธรรมชาติมีอุณหภูมิและความชื้นพอเหมาะต่อการนำมาใช้ภายในอาคาร

การวางผังอาคารมีการพิจารณาถึงระบบทางเดินที่มีหลังคาคลุมเดิม ให้อาคารสามารถเข้าถึงได้โดยอาศัยการเชื่อมต่อกับระบบทางเดินเหล่านี้ รวมไปถึงการลดพื้นที่สะสมความร้อน เช่นลานคอนกรีต เน้นการใช้ร่มเงาจากต้นไม้ เพื่อเป็นการปรับภูมิอากาศรอบอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำลง (Microclimate Modification) ทั้งนี้เพื่อต้องการให้สภาพอากาศมีค่าใกล้เคียงกับสภาวะน่าสบายของมนุษย์[1] ให้มากที่สุด

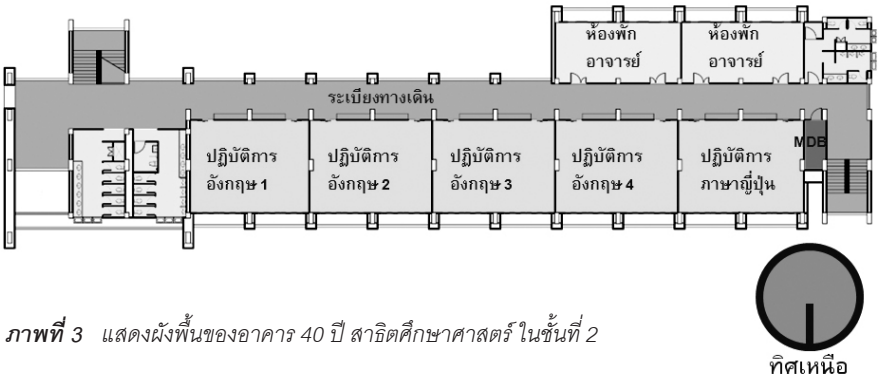
การจัดพื้นที่ใช้สอยของอาคาร

ในการจัดพื้นที่ใช้สอยของอาคารมีการใช้ระเบียงสำหรับการเชื่อมต่อพื้นที่ส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยมีลักษณะเป็น Single Corridor เพื่อให้สามารถนำกระแสลม และแสงธรรมชาติมาใช้ได้อย่างเต็มที่ ส่วนทางด้านทิศตะวันตกและตะวันออกที่มีปริมาณความร้อนจากแสงอาทิตย์มาก ก็จะมีการใช้โถงบันได ห้องเก็บของ และห้องน้ำ มาเป็นเขตป้องกันความร้อน (Buffer Zone) ให้กับส่วนห้องเรียน ห้องพักอาจารย์ และห้องประชุม โดยพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ของอาคารสามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

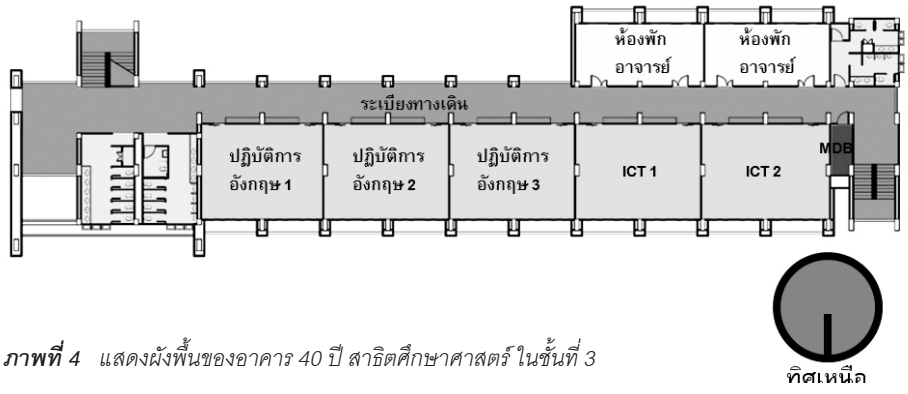


ภาพที่ 2 *แสดงผังพื้นของอาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์ ในชั้นที่ 1*

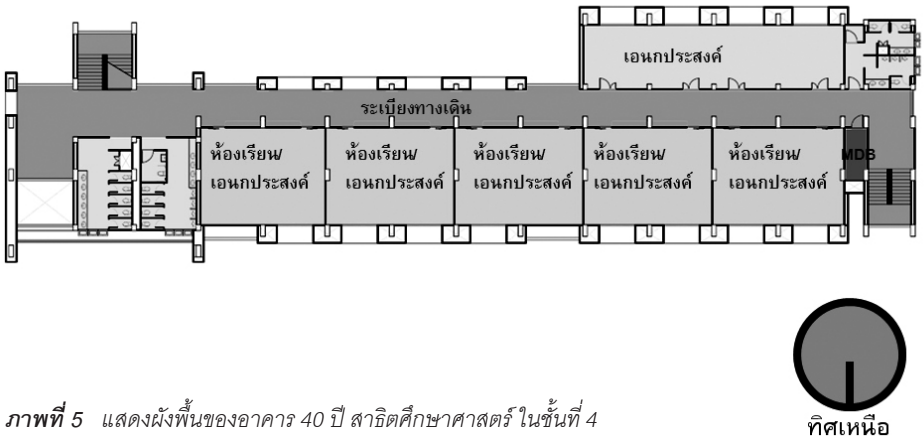
[1]*อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 22-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75 เปอร์เซ็นต์ (Olgyay, 1962)*



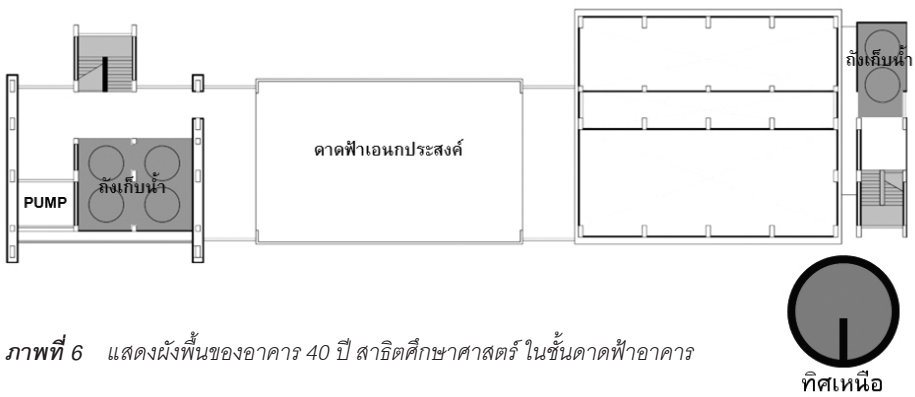
ภาพที่ 3 *แสดงผังพื้นของอาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์ ในชั้นที่ 2*



ภาพที่ 4 *แสดงผังพื้นของอาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์ ในชั้นที่ 3*



ภาพที่ 5 *แสดงผังพื้นของอาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์ ในชั้นที่ 4*



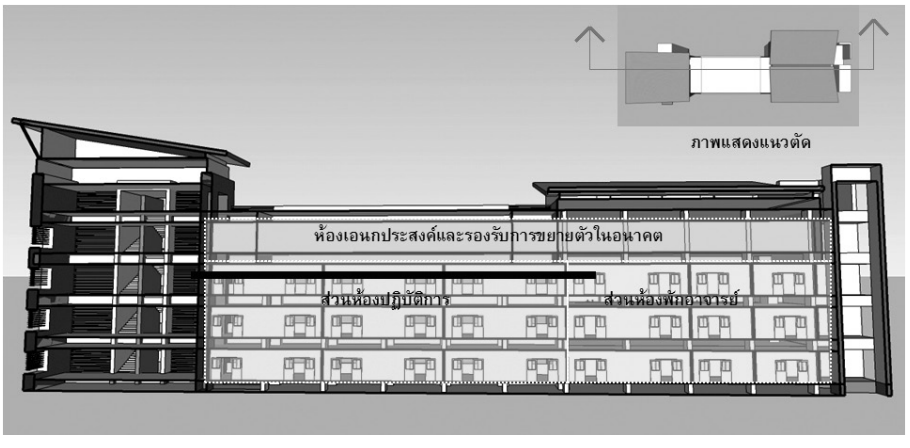
ภาพที่ 6 *แสดงผังพื้นของอาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์ ในชั้นดาดฟ้าอาคาร*

- **ชั้นที่** 1 ประกอบด้วย กลุ่มของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ห้องพักอาจารย์ ห้องพยาบาล ห้องแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก และห้องน้ำห้องส้วม
- **ชั้นที่** 2 ประกอบด้วย กลุ่มของห้องปฏิบัติการทางภาษา ห้องพักอาจารย์ ห้องพยาบาล ห้องแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย และห้องน้ำห้องส้วม
- **ชั้นที่** 3 ประกอบด้วย กลุ่มของห้องปฏิบัติการทางภาษา กลุ่มของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ห้องพักอาจารย์ ห้องพยาบาล ห้องแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย และห้องน้ำห้องส้วม
- **ชั้นที่** 4 ประกอบด้วย กลุ่มของห้องเรียนเอนกประสงค์ที่สามารถปรับการใช้งานได้ในอนาคตควบคุมไฟฟ้าย่อย และห้องน้ำห้องส้วม
- **ชั้นดาดฟ้า** ประกอบด้วยพื้นที่เอนกประสงค์ (กิจกรรมดูดาว) พื้นที่ถังเก็บน้ำ และเครื่องสูบน้ำ

การจัดวางพื้นที่ใช้สอย จะพิจารณาแยกตามความจำเป็นในการใช้งาน ลำดับของการเข้าถึง และการรวมกลุ่มกิจกรรมที่มีความคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งาน ส่วนรูปลักษณ์ของอาคารนั้นจะเน้นลักษณะอาคารที่มีความเรียบง่าย ตรงไปตรงมา ง่ายต่อการบำรุงรักษา และเสริมสร้างเอกลักษณ์ของทางสถาบัน ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 *แสดงทัศนียภาพบริเวณทางเข้าด้านหน้าของอาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์*

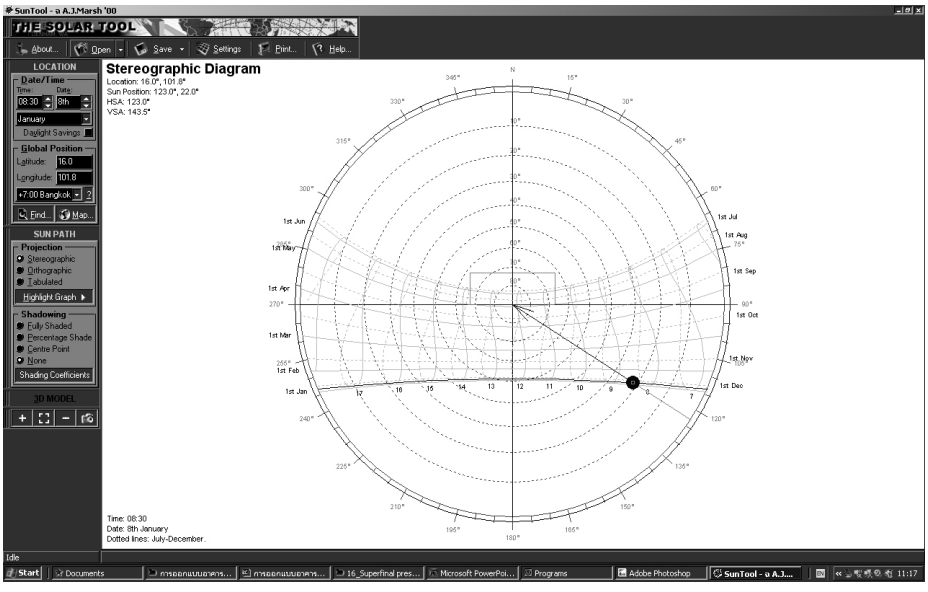


ภาพที่ 8 *แสดงรูปตัดตามยาวของอาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์*

แนวทางเสริมสร้างความสบายทางด้านอุณหภูมิร้อนหนาวที่มีความเหมาะสม (Thermal Comfort)

จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่าพื้นที่อาคารนั้นมีลักษณะผังที่มีด้านแคบอยู่ในแนวทิศตะวันตกและตะวันออก ทำให้อาคารจึงต้องมีลักษณะที่สอดคล้องกับรูปร่างของพื้นที่ โดยหันด้านสกัดไปในทิศทางดังกล่าว ซึ่งเป็นรูปแบบการวางอาคารที่สามารถลดความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคารจากทิศทางที่มีความร้อนสูง

เมื่อพิจารณาการวางผังอาคารจะพบว่า มีการใช้ระเบียงสัญจรให้อยู่ทางทิศใต้ของอาคารเป็นหลัก เนื่องจากระเบียงนี้สามารถใช้เป็นแผงกันแดด (Fin) ในแนวนอน เพื่อป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sun) ซึ่งในระยะเวลาหนึ่งปี การโคจรของดวงอาทิตย์ในพื้นที่นี้จะโคจรอ้อมใต้ประมาณ 8 เดือน อ้อมเหนือประมาณ 4 เดือน (ชูพงษ์ ทองคำสมุทร, 2551) (ดังภาพประกอบที่ 9) ทำให้รังสีอาทิตย์ส่วนใหญ่มาจากทางทิศทางดังกล่าวนี้เป็นหลัก นอกจากนี้ระเบียงสำหรับสัญจรยังมีหน้าที่เป็นเสมือนครีบเพื่อดักเอากระแสลมธรรมชาติมาใช้ในเวลาที่อุณหภูมิอากาศและความชื้นเหมาะสมได้อีกด้วย นอกจากนี้ช่องเปิดของผนังทางด้านทิศเหนือสามารถรับแสงจากทางด้านทิศเหนือที่เป็นแสงเย็นหรือแสงกระจาย (Diffuse Light) ที่มีปริมาณความร้อนน้อยกว่ารังสีตรงจากดวงอาทิตย์ และมีค่าประสิทธิผลของแสง[2] สูงกว่าแหล่งกำเนิดแสงชนิดอื่น

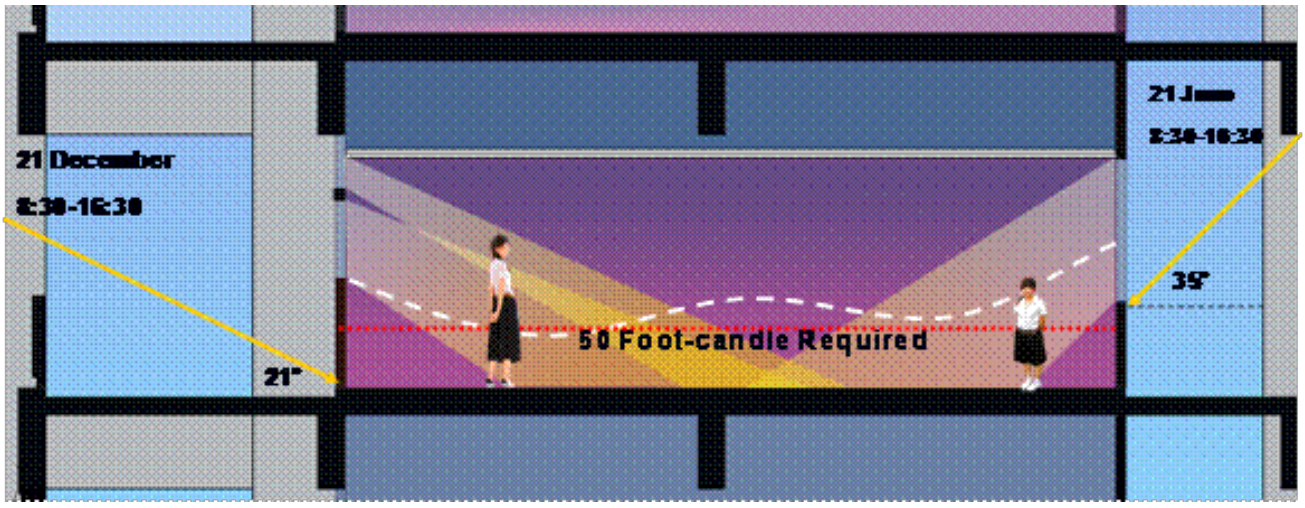


ภาพที่ 9 *แสดงเส้นทางการโคจรของดวงอาทิตย์ที่จะนำมาพิจารณาในการออกแบบแผงกันแดดของอาคาร*

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในภูมิอากาศร้อนชื้น ดังนั้นการป้องกันความร้อนจากภายนอกอาคารจึงมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการเสริมสร้างสภาวะน่าสบาย โดยสามารถแบ่งออกได้เป็นหัวข้อต่าง ๆ ได้แก่

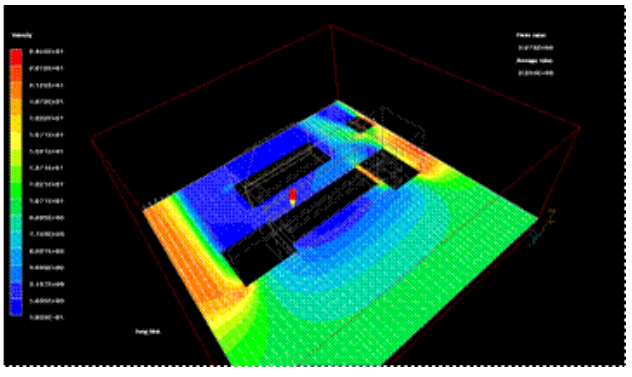
- การจัดภูมิทัศน์รอบอาคารให้เกิดความร่มรื่น โดยการใช้ ต้นไม้ เนินดิน และพืชพันธุ์ธรรมชาติเพื่อทำให้เกิดร่มเงา และเกิดการดูดความร้อนโดยรอบเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช ลดการใช้วัสดุที่มีการสะสมความร้อนมาก เช่น ลานคอนกรีตสำหรับจอดรถ เป็นต้น (Robinette, 1977)
- การใช้แผงกันแดดที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดตรงจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอน ตั้งแต่ช่วงเวลา 8:30 ถึง 16:30 น. โดยใช้ทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ในวันวิกฤตได้แก่วันที่ 21 ธันวาคม ในฤดูหนาว และ 21 มิถุนายน ในฤดูร้อน มาคำนวณโดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการประมวลผล

[2]ค่าประสิทธิผลของแสงหรือ Luminous Efficacy คืออัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่ได้ทั้งหมดจากแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็นลูเมน (Lumen) กับพลังงานไฟฟ้าที่ให้ไปมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) (Stein and Reynolds, 1992)



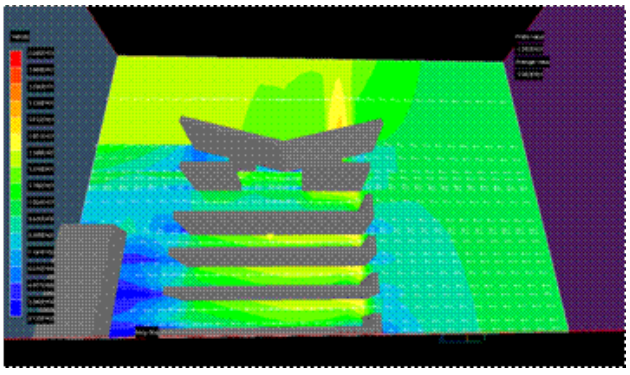
ภาพที่ 10 *แสดงการป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์โดยการใช้แผงบังแดดที่สามารถบังแดดได้ตลอดช่วงเวลาของการใช้งาน โดยการพิจารณามุมเอียงของแสงที่มากที่สุดในวันวิกฤต*

- การเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการต้านทานความร้อน (R-Value) มากกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนประมาณ 2 เท่า ได้แก่ผนังอิฐมวลเบาในส่วนของผนังภายนอกของอาคาร ส่วนผนังภายในใช้ระบบผนังก่ออิฐฉาบปูนปกติเพื่อการป้องกันเสียงรบกวนระหว่างห้องเรียน[3] และผนังเบาในส่วนของห้องพักอาจารย์ และห้องน้ำห้องส้วม
- การจัดการก่อสร้างอาคารให้มีส่วนยื่นได้แก่ ส่วนระเบียงและกันสาด นอกจากจะมีประโยชน์ในการป้องกันแสงดังที่ได้กล่าวไปแล้วยังใช้สำหรับการติดตั้งแผงกันแดดและยังเป็นพื้นที่สำหรับวางส่วนระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ (Condensing Unit) ได้ด้วย โดยการจัดให้แผงกันแดดมีการบดบังอุปกรณ์ดังกล่าวไว้เพื่อความสวยงาม และเพื่อประสิทธิภาพในการระบายความร้อนสูงที่สุด แต่สามารถซ่อมบำรุงได้ง่าย
- ในส่วนของหลังคาอาคารมีสองส่วน ได้แก่ ส่วนที่เป็นหลังคาคอนกรีตสำหรับใช้งานพื้นชั้นดาดฟ้า ได้ออกแบบให้มีการติดตั้งฉนวนใยแก้วความหนา 6 นิ้ว เพื่อป้องกันความร้อนจากหลังคา อีกส่วนหนึ่ง ได้แก่ หลังคารูปแบบแบบปีกผีเสื้อที่นำมาใช้เพื่อที่จะลดปริมาณความร้อนใต้หลังคาโดยอาศัยความเร็วลม เพื่อพาความร้อนจากวัสดุและช่องใต้หลังคาออกไป แต่ยังคงมีการติดตั้งฉนวนใยแก้วไว้เหนือฝ้าเพดานเพื่อป้องกันความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารอีกชั้นหนึ่ง
- การนำกระแสลมธรรมชาติมาใช้งานนั้นสามารถนำมาใช้ได้ในสองส่วนคือส่วนที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศใต้หลังคาดังที่ได้กล่าวไปแล้ว อีกส่วนหนึ่งคือการนำกระแสลมมาพัดผ่านร่างกายโดยตรง ที่สามารถนำมาใช้ได้ในกรณีที่สภาพอากาศมีความเหมาะสม คือไม่ร้อน-ไม่หนาว และไม่ชื้น-ไม่แห้งจนเกินไป (Robinette, 1977) ซึ่งการออกแบบวางผังอาคารรูปแบบที่วางตามแนวแกนทิศตะวันตกและตะวันออกนี้สามารถใช้ประโยชน์จากกระแสลมธรรมชาติได้เป็นอย่างดีเนื่องจากลมประจำของพื้นที่จะพัดมาจากทางทิศใต้เป็นหลัก ดังการทดสอบโดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังภาพที่ 11 และ 12 ต่อไปนี้



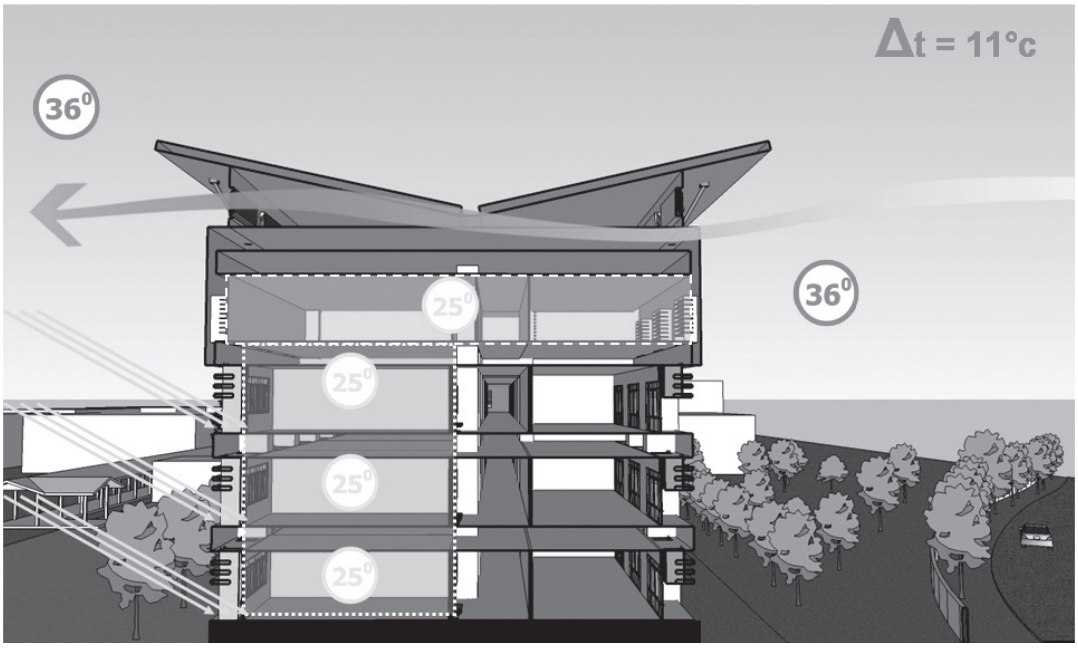
ภาพที่ 11 *แสดงภาพการจำลองการไหลของกระแสลมผ่านตัวอาคาร*

[3]*เนื่องจากผังก่ออิฐฉาบปูนปกติมีค่าการป้องกันเสียง (Sound Transmission Class: STC) ประมาณ 45-50 สามารถนำมาใช้ในการป้องกันเสียงผ่านระหว่างห้องเรียนได้ หากมีการออกแบบการใช้งานร่วมกับวัสดุดูดซับเสียงที่มีความเหมาะสม*



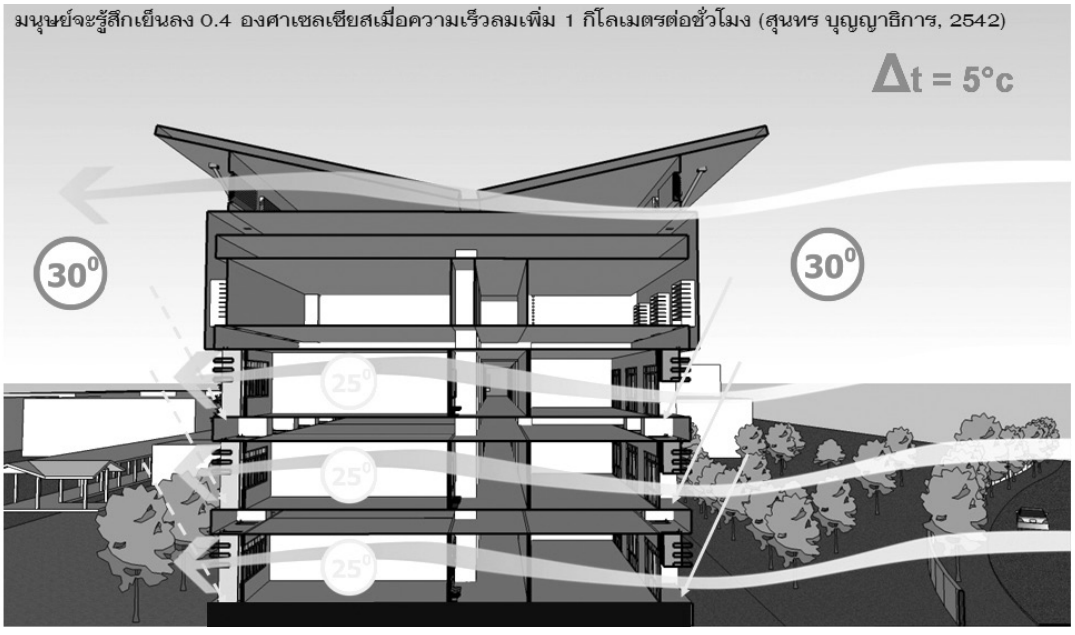
ภาพที่ 12 แสดงภาพการจำลองการไหลของกระแสลมผ่านบริเวณหลังคารูปทรงปีกผีเสื้อ

- ในการเสริมสร้างสภาวะน่าสบายส่วนของอุณหภูมิร้อนหนาวนั้นต้องมีการพิจารณาถึงสภาพอากาศที่มีความแตกต่างกันออกไปในแต่ละฤดูกาล ดังนี้
- ในฤดูร้อนที่อุณหภูมิอากาศมีค่าสูง ความชื้นในอากาศสูง การใช้เครื่องปรับอากาศนับว่ามีความจำเป็นต่อการเสริมสร้างสภาวะน่าสบายในอาคาร ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกิจกรรมที่ต้องมีการควบคุมสภาพอากาศภายในสูง (สุนทร บุญญาธิการ, 2545) ดังนั้นในฤดูร้อนที่อุณหภูมิอากาศมีค่าเฉลี่ยประมาณ 36 องศาเซลเซียส แผงบังแดดของอาคารจะทำหน้าที่ป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ที่จะส่องเข้ามาทางทิศเหนือของอาคาร (ส่วนหนึ่งถูกบดบังด้วยอาคารข้างเคียง) ส่วนของผนังทึบและผนังโปร่งแสงจึงไม่ถูกกระทบจากรังสีอาทิตย์ เกิดการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารน้อยลง และทำให้ผิวภายในของผนังมีอุณหภูมิต่ำลง กระแสลมที่พัดมาจากทางทิศใต้จะพัดผ่านช่องว่างใต้หลังคาเพื่อพาเอาความร้อนออกไป ส่วนอาคารในชั้นบนจะเป็นส่วนป้องกันความร้อนให้กับชั้นล่าง เมื่อผนวกกับการปรับอากาศก็จะสามารถสร้างสภาวะน่าสบายในส่วนของอุณหภูมิภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ภาพที่ 13)
- ในฤดูฝนที่อุณหภูมิอากาศมีค่าไม่สูงเท่ากับในฤดูร้อน เราสามารถนำกระแสลมธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ในการพัดผ่านร่างกายเพื่อเสริมสร้างสภาวะน่าสบายได้ โดยในกรณีที่อุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 27-30 องศาเซลเซียส สามารถใช้ความเร็วลมประมาณ 5-10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อทำให้เกิดความรู้สึกเย็นลงได้[4] ในขณะที่หลังปีกผีเสื้อก็ยังสามารถใช้เพื่อการระบายความร้อนใต้หลังคาได้อย่างเป็นปกติ (ภาพที่ 14)

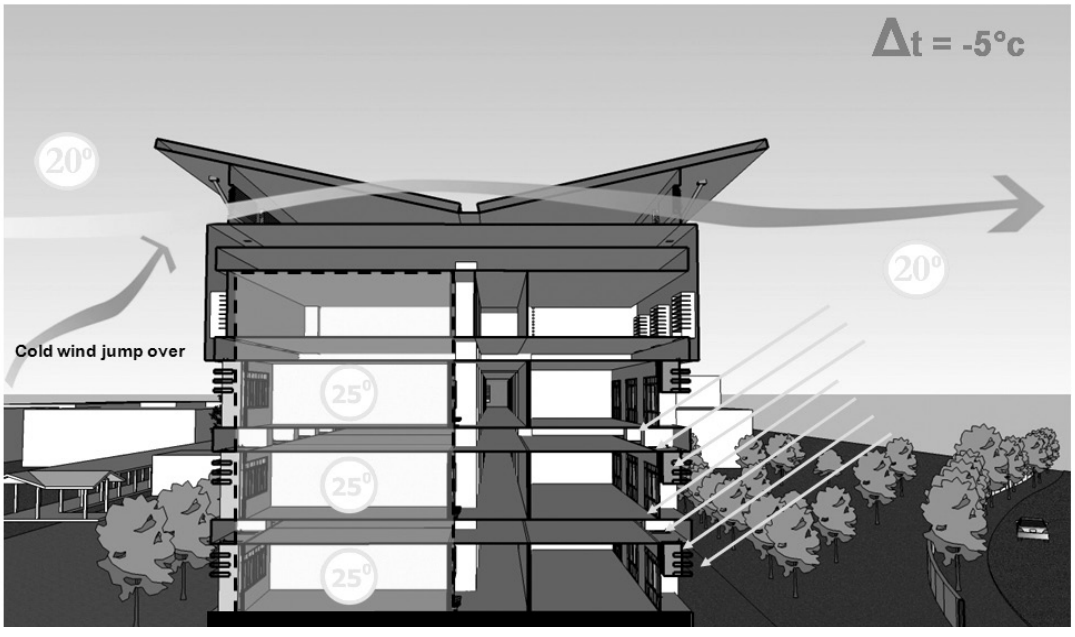


ภาพที่ 13 แสดงการบูรณาการการออกแบบเพื่อเสริมสร้างความสบายในฤดูร้อน

[4]*เมื่อความเร็วลมเพิ่ม 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มนุษย์จะรู้สึกเสมือนหนึ่งว่าอุณหภูมิอากาศลดลง 0.4 องศาเซลเซียล (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)*



ภาพที่ 14 *แสดงการบูรณาการการออกแบบเพื่อเสริมสร้างความสบายในฤดูฝน*

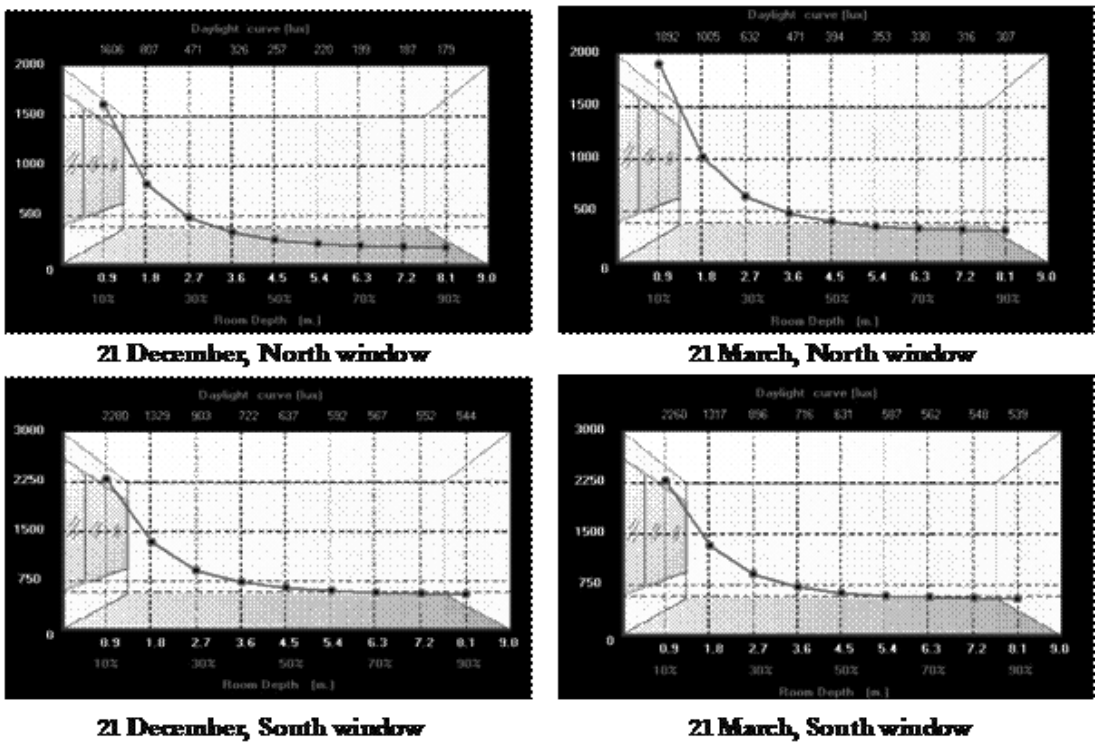


ภาพที่ 15 *แสดงการบูรณาการการออกแบบเพื่อเสริมสร้างความสบายในฤดูหนาว*

- ส่วนในฤดูหนาวที่อุณหภูมิอากาศในเวลากลางวันใกล้เคียงกับสภาวะน่าสบายคือมีอุณหภูมิอากาศประมาณ 22-27 องศาเซลเซียส (Fanger, 1972) ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ การมีอาคารเรียนเดิมอยู่ทางทิศเหนือช่วยในการป้องกันกระแสลมหนาวที่พัดมาจากทางทิศเหนือได้เป็นอย่างดี ในกรณีที่อุณหภูมิอากาศมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิสบายเช่นอยู่ในช่วงประมาณ 15-20 องศาเซลเซียส ก็สามารถปิดหน้าต่างเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนจากภายในอาคารออกสู่ภายนอก โดยความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารนี้เกิดจาก ร่างกายมนุษย์ ระบบแสงสว่างจากแสงประดิษฐ์ แสงธรรมชาติ และอุปกรณ์ภายในอาคาร แต่ยังสามารถระบายอากาศได้โดยการรั่วซึมของอากาศ (Infiltration) กับการเปิดเข้าออกประตูตามปกติ (ภาพที่ 15)

แนวทางเสริมสร้างความสบายทางด้านความสว่างและการมองเห็นที่มีความเหมาะสม (Lighting and Visual Comfort)

จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่า การนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารนั้นจะมุ่งเน้นเฉพาะแสงที่ได้จากการสะท้อน (Diffuse Light) เท่านั้น โดยการวางผังห้องเรียนนั้นมีความต้องการใช้แสงธรรมชาติให้มากที่สุด เพื่อลดการใช้แสงประดิษฐ์ในเวลากลางวัน ให้มีความสว่างเพียงพอที่ประมาณ 35-50 ฟุตแคนเดิล (Stein and Reynolds, 1992) ซึ่งจากการคำนวณและจำลองแบบทางสถาปัตยกรรมพบว่า ห้องเรียนของอาคารนี้ที่มีขนาดมาตรฐาน คือ 9 x 11 ตารางเมตรนั้น จะมีแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้อย่างเพียงพอ โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณขอบของห้องเรียน ทั้งนี้โดยการอาศัยการสะท้อนของแสงภายในห้องเรียนที่ใช้สีขาวเป็นหลัก การเปิดช่องเปิดที่มีความสูงของขอบบนหน้าต่างเพื่อให้แสงธรรมชาติสามารถส่องเข้ามาได้ลึกที่สุดเท่าที่จะทำได้ และการเลือกวัสดุปูพื้นในส่วนของระเบียงทางเดินทางด้านทิศใต้ให้เกิดการสะท้อนแสงเข้าสู่ภายในห้องเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 16 ต่อไปนี้



ภาพที่ 16 *แสดงการจำลองแบบทางสถาปัตยกรรมในเรื่องแสงธรรมชาติทางด้านข้างของผนังในทิศทางต่าง ๆ*

นอกจากแสงธรรมชาติที่ได้มีการพิจารณาโดยละเอียดแล้ว การใช้แสงประดิษฐ์ร่วมกับแสงธรรมชาติก็มีความสำคัญไม่แพ้กัน กล่าวคือในส่วนของแสงประดิษฐ์ได้มีการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง มีการแบ่งสวิตช์ไฟฟ้าแสงสว่างเป็นสามพื้นที่ด้วยกันได้แก่ บริเวณพื้นที่หน้าห้องเรียนที่บางครั้งต้องมีการฉายเครื่องฉายภาพที่ต้องการความมืด บริเวณพื้นที่ใกล้หน้าต่างที่มีแสงธรรมชาติเพียงพอ และบริเวณพื้นที่ทั่วไป เพื่อให้สามารถใช้แสงประดิษฐ์ร่วมกับแสงธรรมชาติได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมากที่สุด

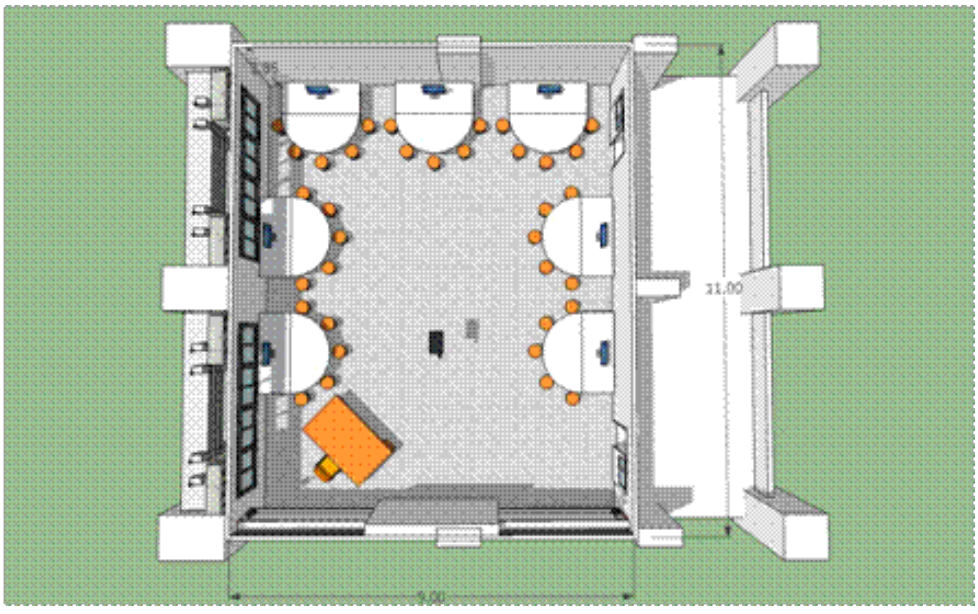
แนวทางเสริมสร้างความสบายทางด้านคุณภาพเสียงภายในอาคารที่มีความเหมาะสม (Acoustical Comfort)

ปัจจัยที่มีส่วนส่งเสริมการเรียนรู้นั้นนอกจากจะเป็นเรื่องในเชิงอุณหภาพและแสงสว่างแล้ว เรื่องความสบายทางด้านเสียงที่มีความเหมาะสมก็นับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากหากผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจในคำพูด มีความเข้าใจผิดหรือไม่ได้ยินเสียงของผู้สอนก็จะส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้เป็นอย่างมาก ดังนั้นในส่วนนี้จึงมีการพิจารณาเป็นสองส่วนด้วยกัน ได้แก่

ส่วนแรกได้แก่ส่วนที่เกี่ยวข้องกับความดังที่พอเพียงของเสียงจากแหล่งกำเนิด โดยปกติเสียงสนทนาปกติของมนุษย์จะมีค่าความดังของเสียงที่ประมาณ 60 เดซิเบลเอ (dBA) (Egan, 1972) หากต้องการให้เสียงนี้สามารถได้ยินทั่วถึงทั้งห้อง บริเวณพื้นที่ด้านหน้าห้องเรียนต้องกรุด้วยวัสดุที่มีพื้นผิวสะท้อนเสียงเพื่อกระจายเสียงจากหน้าห้องเรียนไปยังหลังห้องให้มากที่สุด

ส่วนที่สองได้แก่ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการลดเสียงรบกวนที่ไม่ต้องการจากภายนอกอาคาร และลดการรบกวนระหว่างห้องเรียนด้วยกันเอง โดยการเลือกใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูนเป็นผนังภายในที่มีค่าระดับการกันเสียง (Sound Transmission Class: STC) ที่ประมาณ 45-50 ผนวกกับการติดตั้งฉนวนเพื่อดูดซับเสียงภายในจะทำให้สามารถลดเสียงรบกวนที่ไม่ต้องการได้มากขึ้น

ส่วนที่สาม ได้แก่ ค่าการสะท้อนก้องภายในห้องซึ่งสามารถคำนวณค่าโดยใช้สมการ Reverberation Time[5] หรือค่า RT60 ที่กำหนดไว้ว่าห้องเรียนที่ใช้การบรรยายเป็นหลักนั้นควรมีการสะท้อนก้องภายในที่ประมาณ 0.7-1.2 วินาที ในทุกย่านความถี่ของเสียง (สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ, 2551) ซึ่งในกรณีของห้องเรียนของอาคารนี้ หากมีการติดตั้งฉนวนดูดซับเสียงประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่ภายในห้องเรียนจะทำให้ค่าการสะท้อนก้องภายในห้องอยู่ที่ประมาณ 0.9 วินาที ซึ่งนับว่าเหมาะสมต่อการเรียนการสอน

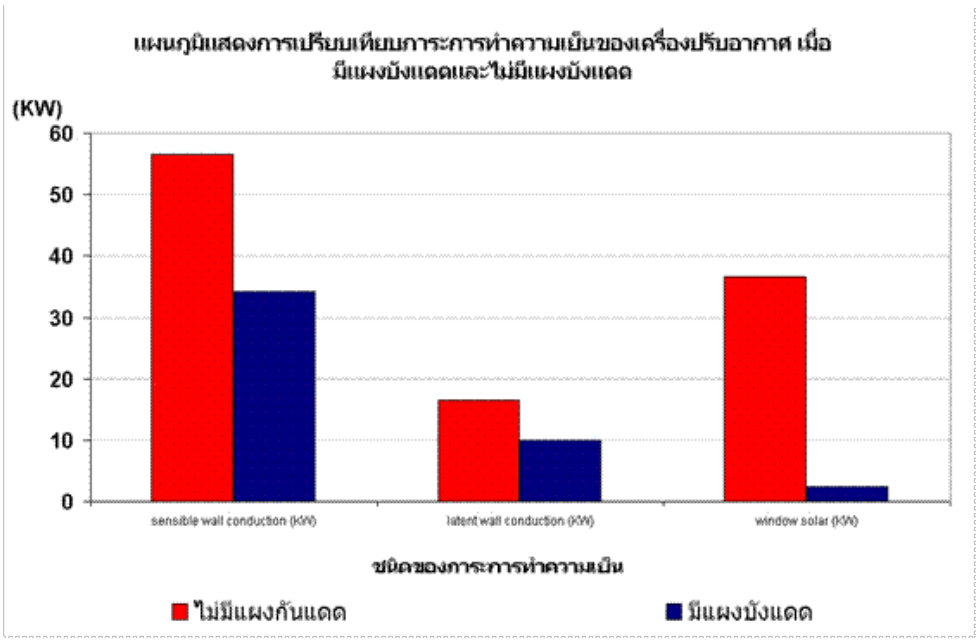


ภาพที่ 17 *แสดงการวางผังห้องปฏิบัติการทางภาษา อาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์*

การเสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวสถาปัตยกรรมเอง

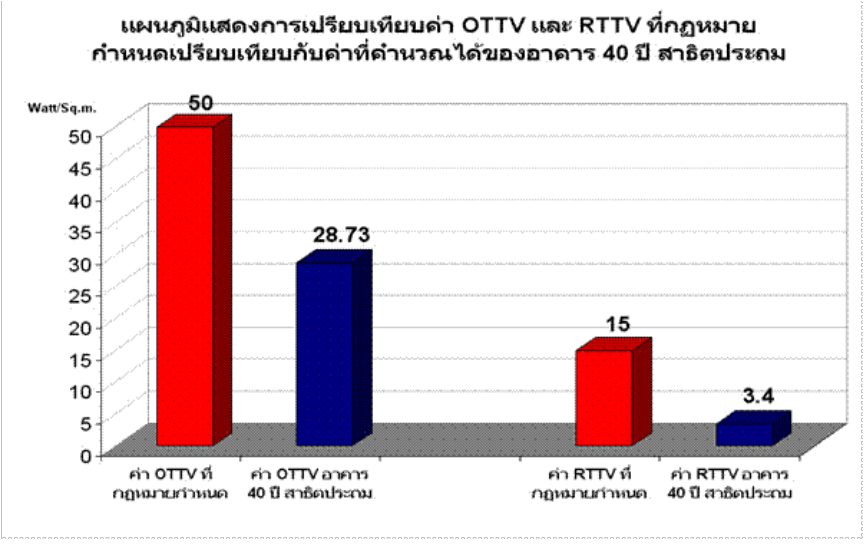
ในการเสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวสถาปัตยกรรมเองนั้น เมื่อพิจารณาจากเนื้อหาที่ได้กล่าวมาทั้งหมดจะพบว่าอาคารนี้ถูกออกแบบด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ มีประโยชน์ใช้สอยเป็นห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นแนวทางการออกแบบทั้งหมดจึงแสดงออกมาในรูปแบบทางสถาปัตยกรรมผ่านการรับรู้ของประสาทรับรู้ต่าง ๆของนักเรียน โดยที่เป้าหมายของอาคารนี้คือการเสริมสร้างสภาวะน่าสบายในด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนแต่ต้องมีการใช้พลังงานไฟฟ้าให้น้อยที่สุด ซึ่งจากการจำลองแบบทางสถาปัตยกรรมทางด้านพลังงานพบว่า การใช้แผงกันแดดผนวกกับการใช้พืชพันธุ์ธรรมชาตินั้นสามารถลดการใช้พลังงานในการปรับอากาศในส่วนของความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงลงได้ถึงครึ่งหนึ่งของอาคารที่ไม่มีการติดตั้งแผงบังแดด และสามารถลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศในส่วนของการแผ่รังสีความร้อนผ่านช่องเปิดลงได้เหลือประมาณ 1 ใน 10 ของอาคารแบบเดียวกันที่ไม่มีแผงบังแดด ดังแผนภูมิต่อไปนี้

[5]ค่านี้จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับตัวแปร ได้แก่ ปริมาตรของห้อง ขนาดพื้นที่ดูดซับเสียง และค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุ



ภาพที่ 18 *แผนภูมิแสดงภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศในส่วนของความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ความร้อนแฝง (Latent Heat) และความร้อนที่เกิดจากรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ที่ส่งผ่านเข้ามาในอาคาร (Window Solar)*

นอกจากการเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่มีการติดตั้งแผงบังแดด และไม่มีการติดตั้งแผงบังแดดแล้ว ในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร (Overall Thermal Transfer Value: OTTV) และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาอาคาร (Roof Thermal Transfer Value) ก็นับว่ามีความสำคัญ เนื่องจากมีการประกาศใช้เป็นพระราชบัญญัติเพื่อบังคับให้อาคารให้มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทั้งสองส่วนนี้มีค่าไม่เกินตามที่กฎหมายกำหนด โดยที่ในกรณีที่เป็นอาคารการศึกษานั้นค่า OTTV ต้องไม่เกิน 50 วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนค่า RTTV ต้องมีค่าไม่เกิน 15 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งจากการคำนวณพบว่าอาคาร 40 ปีสาธิตศึกษาศาสตร์ มีค่า OTTV เท่ากับ 28.73 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่า RTTV เท่ากับ 3.4 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพที่ 19 *แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร (OTTV) และหลังคา (RTTV) ตามที่กฎหมายกำหนด กับการคำนวณค่าที่ได้จากอาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์*

นอกจากนี้การออกแบบอาคารเรียนยังต้องคำนึงถึงรูปแบบการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในให้สามารถรองรับกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ ได้หลากหลาย ในกรณีของอาคารนี้มีการเรียนการสอนทั้งรูปแบบการสอนแบบบรรยาย (Lecture Type) รูปแบบสัมมนากลุ่มย่อย (Group Seminar Type) รูปแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Experimental Type) และรูปแบบการเรียนคอมพิวเตอร์ (Computer-Learning Type) ซึ่งที่ว่างภายในอาคารสามารถรองรับรูปแบบกิจกรรมกิจกรรมต่างๆ ดังกล่าวนี้ได้

จากเนื้อหาที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่าแนวทางในการออกแบบอาคารเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้โดยอาศัยการเสริมสร้างสภาวะน่าสบายที่มีความเหมาะสมต่อกระบวนการเรียนรู้นั้น สถาปนิกหรือผู้ออกแบบต้องมีความเข้าใจในอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง ทั้งนี้และทั้งนั้นก็เพื่อการออกแบบอาคารในเชิงบูรณาการที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการได้เป็นอย่างดี

บรรณานุกรม

ชญาณิน จิตรานุเคราะห์. **การวิเคราะห์สาระสำคัญของเทคโนโลยีเรือนไทยภาคกลาง**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ชูพงษ์ ทองคำสมุทร. **แนวทางการออกแบบเชิงวิทยาศาสตร์ของฮวงจุ้ยสำหรับประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ. **การออกแบบและสร้างห้องเรียนคุณภาพสูงโดยเน้นการควบคุมด้วยปัจจัยธรรมชาติ**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

สุนทร บุญญาธิการ. **การออกแบบประสานระบบมหาวิทยาลัยชินวัตร**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สุนทร บุญญาธิการ. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุนทร บุญญาธิการ. **บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

Bradshaw, V. **Building control systems**. 2nd edition. New York : John Wiley & Sons. 1993.

Fanger, P. O. **Thermal Comfort**. United States: McGraw-Hill Book Company, 1972.

Egan, D. M. **Concepts in Architectural Acoustics**. United States: McGraw-Hill Book Company, 1972.

Givoni, B. **Man Climate and Architecture**. New York: Elsevier Publishing, 1969.

Givoni, B. **Passive and Low Energy cooling of Buildings**. United States: Van Nostrand Reinhold, 1994.

Olgyay, V. **Design with Climate**. New Jersey: Princeton Hall, 1962.

Robinette, O. G. **Landscape Planning for Energy Conservation**. United States of America: Environmental Design Press, 1977.

Santamouris, M. **Passive Cooling of Buildings**. United Kingdom: Antony Rowle Ltd, 1996.

Stein, B., and Reynolds, J. **Mechanical and Electrical Equipment for Buildings**. 8th Edition. New York: John Wiley & Sons, 1992.

Szokolay V. S. **Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design**. Great Britain: Elsevier Science, 2004.

Watson, D. **Climatic Design, Energy Efficient Building Principles and Practice**. United States of America: McGraw-Hill, 1983.