โครงการศึกษาทฤษฎีและหลักการในการอนุรักษ์พลังงานเพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน อาคารสีเขียวศูนย์เอนเนอร์ยี คอมเพล็กซ์ จำกัด กรุงเทพฯ

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ

ลงทะเบียนวันที่ 18 ก.พ. 2555
เลขทะเบียน 121220
เลขหมู่ QW NA 2542.3 ข523ค
หัวเรื่อง - อาคารอนุรักษ์พลังงาน-การออกแบบ
- อาคารอนุรักษ์พลังงาน

นายชายชาญ นาล่อง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2552

INTERIOR SPACE ENERGY RESERVATION STUDY FOR PTT ENERGY COMPLEX BANGKOK

CHAICHAN NALONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE BACHELOR OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INTERIOR ARCHITECTURE

FACULTY OF ARCHITECTURE

RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI

2009

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการศึกษาทฤษฎีและหลักการในการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคารเพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมภายในอาคาร สีเขียว ศูนย์เอ็นเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ จำกัด กรุงเทพฯ

ชื่อนักศึกษา นายชายชาญ นาล่อง

ภาควิชา สถาปัตยกรรมภายใน

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ไพโรจน์ วงศ์สว่างพานิชย์ (.....)

ปีการศึกษา 2552

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีอนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

.....คณบดี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัลย์ วรรธโนทัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(.....)

.....กรรมการ

(.....)

.....กรรมการ

(.....)

.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ กฤติน วิจิตรไตรธรรม)

28 เมษายน 2553

ห้ามฉีก ตัด หรือทำให้เสียหาย
ผู้ใดพบเห็น กรุณาส่งคืนได้ที่
โทรศัพท์ 0-2549-3079
สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มทร.ธัญบุรี
ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

คำนำ

เรื่องราวการประหยัดพลังงาน หรือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นประเด็นสำคัญที่สุดประเด็นหนึ่งในโลกปัจจุบัน และเป็นคำถามหลักในทุกสาขาวิชาการพยายามเร่งหาคำตอบที่เหมาะสม ในแขนงวิชาสถาปัตยกรรม พึ่งเป็นกลไกสำคัญในการกำหนดแนวทางดังกล่าว

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เริ่มจากความสนใจที่สถาบันระดับประเทศการปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย(ปตท.) ประกาศตนเป็นผู้นำด้านการอนุรักษ์พลังงาน โดยสร้างอาคารต้นแบบอันเป็นเสมือนสัญลักษณ์ และรวบรวมความทันสมัยในเทคโนโลยีด้านการประหยัดพลังงาน จึงเป็นความโดดเด่นด้านวิศวกรรมงานระบบต่างๆภายในอาคาร

ภายใต้ความเชื่อในอัตธประโยชน์จากพลังงานธรรมชาติโดยเฉพาะ แสง และลม น่าจะเป็นส่วนสำคัญและเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับงานสถาปัตยกรรม ในการสร้างความแตกต่างของรูปแบบของการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการศึกษาและทำความเข้าใจคุณลักษณะ และแนวทางในการใช้พลังงานธรรมชาติดังกล่าว จนสามารถนำประโยชน์จากการศึกษาดังกล่าว นำมาศึกษาออกแบบงานด้านสถาปัตยกรรมในอาคารต้นแบบต่อไป

และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์นี้ จะสามารถเป็นประโยชน์ในการศึกษาข้อมูลเชิงสถาปัตยกรรม ในอันที่จะตระหนักถึงรับผิดชอบต่อโลกของเราทั้งในปัจจุบัน และการศึกษาในรูปแบบอื่นๆในอนาคต

บทคัดย่อ

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการศึกษาทฤษฎีและหลักการในการอนุรักษ์พลังงานเพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมภายในอาคารสีเขียวศูนย์เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ จำกัด กรุงเทพฯ
นักศึกษา	นายชายชาญ นาล่อง
ปีการศึกษา	2552
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ไพโรจน์ วงศ์สว่างพานิชย์
ประเภทโครงการ	อาคารอนุรักษ์พลังงาน
ทำเลที่ตั้งโครงการ	ย่านพหลโยธินนิคมรถไฟ กม. 11 บริเวณด้านหลังอาคารสำนักงานใหญ่ของบริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน) ถนนวิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพ

ที่มาของวิทยานิพนธ์นี้เกิดขึ้นเนื่องจาก มีความความสนใจในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติ ซึ่งจากโปรเจคที่ผ่านมาได้ทำเกี่ยวกับการสะท้อนสภาพธรรมชาติในปัจจุบัน ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติซึ่งสื่อต่างๆ ต่างนำเสนอ เช่น สื่อ โทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร ล้วนให้ความสนใจ และตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงนี้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลง ล้วนแล้วแต่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การทำลายพื้นที่สีเขียว ปัญหาประชากรหนาแน่น ปัญหาการจราจรติดขัด ปัญหาโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งปัญหาเหล่านี้ล้วนแต่ทำให้เกิด มลภาวะต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก ทำให้โลกร้อนขึ้น เป็นที่มาของการเปลี่ยนแปลงของโลก ทั้งภาครัฐและเอกชนล้วนแล้วให้ความสำคัญกับปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งต่างมีวิธีที่แตกต่างกันไป เช่น การใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก การนำวัสดุเหลือใช้มา recycle การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าตอนพักเที่ยง ซึ่งนั่นต่างเป็นการให้ความสำคัญในหน่วยงานต่างๆ เท่าที่จะสามารถทำได้ แต่นั่นก็ยังไม่สามารถช่วยแก้ปัญหาได้เท่าที่ควร ตราบใดที่มนุษย์ยังเป็นนักบริโภคนิยม ยังต้องมีความต้องการการใช้พลังงาน ยังต้องมีการพัฒนาประเทศ ซึ่งนั่น เราไม่สามารถลดการใช้พลังงานที่ทำให้เกิด สภาวะการเปลี่ยนแปลงของโลกได้เลย

แต่ในฐานะที่เราเป็นนักศึกษาสถาปัตยกรรมเราสามารถคิดสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมที่มีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงานได้ไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคโนโลยี หรือพลังงานที่เกิดจากธรรมชาติ

ซึ่งในช่วงของการศึกษากลุ่มอาคารของศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ที่ได้ชื่อว่าเป็นอาคารต้นแบบในการอนุรักษ์พลังงานจากการศึกษาพบว่าการอนุรักษ์พลังงานของโครงการเอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ เป็นการใช้เทคโนโลยีระดับสูง และการลงทุนเริ่มต้นค่อนข้างสูง ซึ่งผู้จัดทำวิทยานิพนธ์คิดว่าเป็นการเริ่มต้นของการอนุรักษ์พลังงานที่สูงเกินไป ซึ่งการอนุรักษ์พลังงานเป็นทางด้านวิศวกรรมมากกว่าทางด้านสถาปัตยกรรม งานงานวิศวกรรมเป็นการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งทำให้การลงทุนสูง ส่วนทางด้านสถาปัตยกรรมเป็นการใช้วัสดุที่คอนข้างลงทุนสูงเช่นกัน

ซึ่งทางผู้ทำวิทยานิพนธ์คิดว่า เป็นการลงทุนที่สูงเกินไป แต่ประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการก่อสร้างอาคารอื่นๆ มีความเป็นไปได้น้อยมากเพราะคิดจากต้นทุนสูงเกินไป ผู้จัดทำจึงคิดว่า ปตท. น่าจะมีการใช้สภาวะทางธรรมชาติเข้ามาใช้เพื่อให้เหมาะสมกับการสภาพแวดล้อมของเมืองไทย โดยไม่ปล่อยความสำคัญของสภาพแวดล้อมสูญเปล่า เป็นการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติให้มากที่สุด โดยผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ ได้เริ่มคิดหัวข้อในการทำวิทยานิพนธ์ ไว้ดังนี้

1. การศึกษาเทคโนโลยีในการอนุรักษ์พลังงาน
2. การศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ที่ส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน

3. การศึกษาสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งผู้จัดทำได้สนใจหัวข้อที่ 3 มากที่สุด เนื่องจากการศึกษาเรื่องของสภาพแวดล้อมมีกรส่งผลต่องานสถาปัตยกรรมมากที่สุด และสามารถนำไปใช้ในงานสถาปัตยกรรมต่างๆ ได้ และการศึกษาสภาพแวดล้อมยังเป็นการสร้างการปรับตัวของสภาพอาคารให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนไปตลอด ตาม วัน เวลา และฤดูกาล ซึ่งหัวข้อของการศึกษาเป็นการศึกษาพลังงานทางธรรมชาติที่ส่งผลต่องานสถาปัตยกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. ลม
2. แสงแดด
3. ฝน

ซึ่งในการศึกษาผู้จัดทำวิทยานิพนธ์สนใจในเรื่องของข้อที่ 1 และ 2 เนื่องจาก ลม และ แสงสว่างมีอิทธิพลต่อการอนุรักษ์พลังงาน และในงานสถาปัตยกรรมมีความต้องการพลังงานแสง และพลังงานลมเข้าอาคาร เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

จากคำกล่าวที่ว่าแนวคิดด้านการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานเป็นแนวคิดที่นำเสนอวิธีหรือวิธีการออกแบบอาคารที่มีการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดตอบสนองการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด ตอบสนองการใช้พลังงานที่มาก และเริ่มขาดแคลน ชะลอการใช้วัตถุดิบในการใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าลง เพื่อเก็บไว้ให้ลูกหลานของเราได้มีไฟฟ้าใช้ในอนาคต ตามแนวคิดของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ที่กล่าวไว้ว่า

Sustainable Development is development that meets that needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. (Mackenzie. 1997 : 10)

การพัฒนาที่ยั่งยืนคือการพัฒนาที่สนองความต้องการในปัจจุบันโดยไม่ทำให้ประชาชนรุ่นต่อไปในอนาคตต้องประนีประนอมลดความสามารถของเขาในการสนองความต้องการของเขาเอง ซึ่งหมายความว่าการพัฒนาของคนในยุคปัจจุบันต้องไม่ทำแล้วเบียดเบียน หรือทำให้คนในรุ่นต่อไปต้องยอมลดความต้องการ ของเขาเช่นกัน คือต้องมีขอบเขตของความพอดีและความชอบธรรม กับทั้งต้องมีความพึงพอใจกับการตอบสนองความต้องการภายในขอบเขตนั้นด้วย (พระธรรมปิฎก. 2542 : 107-108)

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาลักษณะทางธรรมชาติของกรุงเทพมหานคร เพื่อนำมาใช้เป็นข้อกำหนดในการอนุรักษ์พลังงาน

2. เพื่อศึกษาประโยชน์ใช้สอยที่เกิดจากการใช้พลังงาน ที่ส่งผลต่อพฤติกรรม กิจกรรม และความสำคัญของส่วนต่างๆเกี่ยวกับการใช้พลังงาน เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในอาคารประเภทสำนักงาน

3. เพื่อศึกษาการนำทฤษฎีและหลักการในการนำพลังงานธรรมชาติมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม ได้แก่

- พลังงานลม คือ ลมตะวันออกเฉียงเหนือ และ ลมตะวันตกเฉียงใต้

- พลังงานจากดวงอาทิตย์ เป็นการใช้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

4. เพื่อศึกษาเทคโนโลยีในการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้ตอบสนองต่อตัวอาคารที่ออกแบบให้มีการอนุรักษ์พลังงาน

5. เพื่อศึกษาอิทธิพลของลมที่ส่งผลต่อสถาปัตยกรรมภายใน และการนำพลังงานลมมาใช้ในงานสถาปัตยกรรมภายใน

6. เพื่อศึกษาอิทธิพลของแสงอาทิตย์ที่ส่งผลต่อสถาปัตยกรรมภายใน และการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในงานสถาปัตยกรรมภายใน

7. เพื่อศึกษาการใช้พลังงานที่ส่งผลต่อมนุษย์ ได้แก่

- อุณหภูมิ ที่เกิดจากแสงอาทิตย์

- อุณหภูมิ ที่เกิดจากลมตามฤดูกาล

ซึ่งเปรียบเทียบจากสภาวะน่าสบายของมนุษย์

ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาโครงการ

1. รู้พฤติกรรมของสภาวะทางธรรมชาติ

2. ศึกษาการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติเพื่ออนุรักพลังงานในอาคาร

3. เพื่อศึกษาการนำทฤษฎีและหลักการในการนำพลังงานธรรมชาติมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม

4. สามารถประหยัดพลังงานในอาคารได้

5. เกิดสภาวะน่าสบายกับมนุษย์

แนวความคิดในการออกแบบ

แนวความคิดในการออกแบบ คือ พลังงานธรรมชาติเพื่ออนาคต (NATURE POWER OF FUTURE) เป็นแนวทางการใช้พลังงานธรรมชาติเพื่อการออกแบบ ทดแทนการใช้เทคโนโลยีในการอนุรักษ์พลังงาน อันทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

จากเมื่อก่อนที่เราใช้เทคโนโลยีในการออกแบบ ซึ่งเป็นผลดีและผลเสีย ผลดี คือ เทคโนโลยีมีความสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งทำให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ดี แต่การใช้เทคโนโลยีทำให้เกิดการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมระยะยาว

ปัจจุบัน เราควรเลือกใช้เราควรคำนึงสภาพแวดล้อมเป็นหลัก เพราะสภาพแวดล้อมเป็นตัวชี้วัด ความเจริญของสังคม เป็นสังคมที่อุดมสมบูรณ์ สภาพแวดล้อมเป็นตัวชี้วัดการใช้พลังงาน พลังงานธรรมชาติเป็นพลังงานที่ได้มาฟรีๆ โดยไม่มีค่าใช้จ่าย ทำให้การใช้พลังงานธรรมชาติไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางธรรมชาติ

ยกตัวอย่าง การใช้พลังงานจาก 4 ส่วนใช้ไป 1ส่วน แต่หากใช้พลังงานธรรมชาติจะทำให้ พลังงาน จะเพิ่มมากขึ้นนั่นบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ ของสภาพแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

ตลอดเวลา 5 ปี ที่เรียนมา ทุกคนล้วนแล้วแต่มีความท้อแท้กันทั้งนั้นแต่ในความท้อแท้นี้แหละ ที่มีอะไรดีๆ เข้ามามากมาย คำแนะนำดีๆ คนคอยรับฟัง ความห่วงใย มาถึงวันนี้แล้วผมบอกได้เลยว่าถ้าไม่มีคนคอยดูข้างหลังผมมันคงไม่มีวันนี้ได้

ขอบคุณ คุณแม่ ที่คอยดูแลห่วงใย ยอมทำงาน หนักเพื่อลูกๆ ทุกคน และเลิกนับถอยหลังได้แล้วแม่

ขอบคุณ คุณพ่อ ถึงแม้เราไม่ค่อยได้คุยกันมากเท่าไหร่ 1 ปีนับคำได้ด้วยซ้ำ แต่ผมรู้ว่าพ่อเป็นห่วงผมเสมอ ขอบคุณ ที่ห่วงใยเสมอพ่อ

ขอบคุณยาย พี่ชาย น้องสาว ที่เป็นส่วนหนึ่งในการเติมเต็ม โดยเฉพาะน้องสาวที่มาช่วยตัดโมเดล จนถึงวันส่งงาน (รู้ยังว่ามันเหนื่อย)

ขอบคุณอาจารย์ไพโรจน์ ขอบคุณสำหรับพื้นฐานทางความคิด ที่ให้ผมสามารถคิดอย่างมีระบบแบบแผน และผ่านมาได้ด้วยดีในการทำงานครั้งนี้

ขอบคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ค่อยชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้มาตลอด 5ปี จนผ่านมาได้ด้วยดี ถึงแม้บางครั้งจะมึนๆ กันบ้างแต่ก็ผ่านมาแล้ว จะเก็บความรู้ที่ได้มาไปต่อยอด และเป็นฐานความรู้ใช้ในอนาคตต่อไป

ขอบคุณพี่ที่อยู่ PTT ที่ช่วยให้การติดต่อเป็นไปได้ด้วยดี

ขอบคุณ เต่า มจธ. ที่มาช่วยงาน แนะนำสิ่งดีๆ ให้เสมอขอบคุณสำหรับความหวังดี ขอบคุณสำหรับตังที่ให้ยืม ขอบคุณมากเพื่อน

ขอบคุณ กอร์ฟ ที่คอยห่วงใยเสมอมา และเป็นกำลังใจให้เสมอ

ขอบคุณ ตุ๊กแก ที่มาช่วยงานเสมอ ที่คอยมาร่วมอดหลับอดนอน

ขอบคุณ เล็ก ที่ให้ความสะดวกในการซื้อกระดาษ ต้นไม้ ขอบคุณเพื่อนๆบ้านนางฟ้าทุกคน ที่อยู่กันอย่างสันติสุข เป็นบ้านที่น่าอยู่มาก ขอบคุณ อุ้ย ฮาร์ด ปลา อุ้ม สำหรับการเป็นเพื่อนที่ดีเสมอมา ขอบคุณสำหรับคำแนะนำ ความห่วงใย

ขอบคุณ อุ้ย ที่คอยส่งข้าว ส่งน้ำ เวลาเราขี้เกียจออกจากบ้าน ขอบคุณสำหรับความห่วงใย

ขอบคุณน้องขลุ่ยน้องสุกรที่มาช่วยงานตั้งแต่ตัว D8 แม้ THESIS จะตรงกับกลับปิดเทอมที่น้องๆ กลับบ้านกัน ขอบคุณมาก

ขอบคุณ ตุ๊ก ปิง สำหรับเครื่องปลิ้น

ขอบคุณความเหนื่อยที่ทำให้รู้ว่า สิ่งที่ทำมีค่า

ขอบคุณความท้อแท้ ที่ทำให้รู้ว่า เรามีกำลังใจ

ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่อยู่ร่วมกันมา ทั้งที่กล่าวถึงและทั้งที่ยังไม่กล่าวถึง ขอบคุณเวลาดีๆ เสมอที่ทำให้เรามีกันและกัน ขอบคุณมากมาย

ขอบคุณทุกความห่วงใย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของวิทยานิพนธ์	1-01
1.2 ความเป็นมาของโครงการ	1-05
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1-06
1.4 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	1-06
1.5 ขอบเขตการศึกษาของโครงการ	1-08
1.6 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน	
1.6.1 รวบรวมข้อมูล	1-13
1.6.2 วิเคราะห์ข้อมูล	1-13
1.6.3 สังเคราะห์ข้อมูล	1-13
1.7 ประโยชนที่คาดว่าจะได้รับ	1-14

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 2 หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 คำจำกัดความและความหมาย	2-01
2.2 หลักการออกแบบ	
2.2.1 หลักเกณฑ์การออกแบบสำนักงาน	2-03
2.2.2 หลักเกณฑ์การออกแบบห้องประชุม	2-07
2.2.3 หลักเกณฑ์การออกแบบส่วนออกกำลังกาย	2-07
2.2.4 หลักการออกแบบส่วนนิทรรศการ	2-08
2.2.5 การออกแบบและการจัดแสดงด้วยสื่อ	2-15
2.2.6 หลักการออกแบบห้องสมุด	2-18
2.2.7 หลักการออกแบบห้องประชุม	2-29
2.2.8 ลักษณะของระดับที่นั่ง (ELEVATION OF SEATS)	2-36
2.2.9 ผนังของหอประชุม	2-36
2.2.10 เพดานหอประชุม	2-37
2.2.11 ลักษณะการจัดวางเครื่องฉาย	2-37
2.2.12 SCENERY SHOP	2-38
2.2.13 การออกแบบแสงสว่างใน Auditorium	2-40

สารบัญ

หน้า

บทที่ 2 หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 ความหมายของลม 2-41

2.3.2 การศึกษาลักษณะสภาพอากาศของประเทศไทย 2-41

2.3.3 การวัดลม 2-42

2.3.4 ลมชั้นบน 2-48

2.3.5 ลมผิวพื้น 2-51

2.3.6 การหมุนเวียนทั่วไปของบรรยากาศ 2-52

2.3.7 ลมมรสุม 2-53

2.3.8 ลมประจำถิ่น 2-55

2.3.9 ทิศทางกระแสลมและการระบายอากาศ 2-58

2.3.10 การไหลเวียนของกระแสลม 2-62

2.3.11 สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ 2-62

2.4 นิยามของแสง

2.4.1 พฤติกรรมแสง 2-66

สารบัญ

หน้า

บทที่ 2 หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.4.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการส่องสว่าง 2-71

2.4.3 คุณสมบัติของแสง 2-76

2.4.4 แสงธรรมชาติ(Daylighting) 2-79

2.4.5 หลักการถ่ายเทความร้อน 2-82

2.4.6 คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน 2-83

2.4.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร 2-84

2.4.8 การกำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร 2-88

2.4.9 การคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อน

2.4.10 ปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย 2-91

2.4.11 ภาวะน่าสบายและเขตสบาย 2-94

2.4.12 สภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) 2-99

บทที่ 3 วิเคราะห์กรณีศึกษา

3.1 แนวความคิดในการออกแบบจากตัวอย่างภายในอาคารในประเทศ 3-01

สารบัญ

หน้า

บทที่ 3 วิเคราะห์กรณีศึกษา

3.1.1 อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ 3-01
3.1.2 แนวความคิดในการออกแบบ 3-02
3.1.3 ความเป็นมา 3-02
3.1.4 วัตถุประสงค์การก่อสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ 3-02
3.1.5 การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้งอาคาร 3-03
3.1.6 การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะกับภูมิอากาศร้อนชื้น 3-06
3.1.7 การเลือกใช้ระบบและอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงที่เหมาะกับอาคาร 3-07
3.1.8 การใช้ระบบตรวจสอบและควบคุมอาคาร 3-09
3.2 อาคารเชลล์
3.2.1 แนวความคิดในการออกแบบ 3-14
3.3 อาคาร สถาบันวิจัยค้นคว้า ของบริษัท โอบายาชิ-กูมิ 3-17
3.3.1 เทคโนโลยีเพื่อการประหยัดพลังงาน 3-18
3.4 ห้องพักผู้โดยสาร ท่าอากาศยาน Albany County 3-20

สารบัญ

หน้า

บทที่ 4 การวิเคราะห์โครงการ

4.1 ข้อมูลองค์กร
4.1.1 ความเป็นมา 4-02
4.1.2 ข้อมูลบริษัท 4-02
4.1.3 วัตถุประสงค์ 4-02
4.1.4 ขนาดพื้นที่โครงการ 4-03
4.1.5 ลักษณะเฉพาะของศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ 4-04
4.1.6 คุณภาพอาคาร 4-04
4.1.7 ลักษณะเด่นของโครงการ 4-05
4.2 มาตรฐานการออกแบบอาคาร 4-07
4.2.1 แนวทางในการพัฒนาที่ยั่งยืนในทางวิศวกรรมโครงสร้าง 4-08
4.2.2 ระบบโครงสร้าง 4-08
4.2.3 DOUBLE SKIN CONCEPT 4-09
4.2.4 ENERGY & ENVIRONMENT CONSERVATION CONCEPT 4-10

สารบัญ

หน้า

บทที่ 4 การวิเคราะห์โครงการ

4.2.5 การจำลองการเคลื่อนไหวของอากาศ
โดยรอบโครงการ 4-10
4.2.6 ข้อมูลเบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ 4-11
4.2.7 ระบบไฟฟ้า 4-12
4.2.8 ระบบโทรศัพท์ 4-12
4.2.9 ระบบโทรทัศน์รวม 4-12
4.2.10 ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน 4-13
4.2.11 ระบบ Building Management System (BMS) 4-14
4.2.12 ระบบรักษาความปลอดภัย (Security) 4-14
4.2.13 ระบบป้องกันเพลิงไหม้และ
Fire Command Center 4-15
4.2.14 ระบบควบคุมควันไฟ 4-15
4.2.15 ระบบน้ำประปา 4-16
4.2.16 ระบบน้ำทิ้งภายในอาคาร 4-16
4.3 ที่ตั้งโครงการ 4-17
4.3.1 การคมนาคมขน 4-18

สารบัญ

หน้า

บทที่ 4 การวิเคราะห์โครงการ

4.3.2 วิเคราะห์สถานที่ใกล้เคียงสำคัญในพื้นที่ 4-20

บทที่ 5 การกำหนดรายละเอียดโครงการ

5.1 วัตถุประสงค์โครงการ 5-01
5.2 หน่วยงานเจ้าของโครงการ 5-02
5.3 รายละเอียดหน่วยงานเจ้าของโครงการ
5.3.1 การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย 5-02
5.3.2 บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม
จำกัด(มหาชน) 5-03
5.4 การกำหนดโครงสร้างการบริหารงาน 5-03
5.4.1 รูปการบริหารงานของโครงการ 5-03
5.4.2 โครงสร้างการบริหารงานของโครงการ 5-03
5.5 พฤติกรรมผู้มาใช้โครงการและความสัมพันธ์ของกิจกรรม
5.5.1 ประเภทและลักษณะของผู้ใช้โครงการ 5-04
5.5.2 ส่วนสำนักงาน อาคาร A 5-04
5.5.3 ส่วนสำนักงาน อาคาร B กระทรวงพลังงาน 5-05
5.5.4 ส่วนอาคารบริการ อาคาร C 5-05

สารบัญ

หน้า

บทที่ 5 การกำหนดรายละเอียดโครงการ

5.6 ระบบวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง

5.6.1 ระบบโครงสร้าง 5-09

5.6.2 ระบบปรับอากาศ 5-10

5.6.3 ระบบสุขาภิบาล 5-12

5.6.4 ระบบการให้แสงสว่าง 5-14

5.6.5 ระบบไฟฟ้า

(ELECTRICAL SYSTEM) 5-16

5.6.6 ระบบป้องกันอัคคีภัย 5-16

5.6.7 ระบบขนส่งในอาคาร 5-18

5.6.8 ระบบเสียง 5-19

บทที่ 6 ผลงานการออกแบบ

6.1 ความเป็นมาของวิทยานิพนธ์ 6-01

6.1.1 การศึกษาเทคโนโลยีของ PTT 6-02

6.1.2 แนวความคิดด้านการอนุรักษ์พลังงาน 6-03

6.2 การศึกษาลักษณะของพลังงานธรรมชาติ

6.2.1 พลังงานลม 6-05

6.2.2 พลังงานแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ 6-09

สารบัญ

หน้า

บทที่ 6 ผลงานการออกแบบ

6.3 แนวความคิดในการออกแบบ 6-12

6.4 แสดงการออกแบบทางสถาปัตยกรรมภายใน 6-13

6.5 โมเดลการออกแบบทางสถาปัตยกรรม 6-42

บทที่ 7 สรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 บทสรุป

7.1.1 หัวข้อวิทยานิพนธ์ 7-01

7.1.2 อาจารย์ที่ปรึกษา 7-01

7.1.3 ประวัติความเป็นมา 7-01

7.1.4 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 7-05

7.1.5 สถานภาพของโครงการ 7-06

7.1.6 หน่วยงานที่รับผิดชอบ 7-06

7.1.7 ที่ตั้งโครงการ 7-06

7.1.8 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 7-06

7.1.9 กรณีศึกษา 7-06

สารบัญ

สารบัญ

หน้า

หน้า

บทที่ 7 สรุปและข้อเสนอแนะ

7.1.10 การกำหนดรายละเอียดโครงการ 7-07
7.1.11 ขนาดที่ตั้งโครงการ 7-07
7.1.12 จำนวนผู้ใช้โครงการ 7-07
7.1.13 ระบบโครงสร้างอาคาร 7-07
7.1.14 แรงบันดาลใจ 7-10
7.2 ข้อเสนอแนะ 7-11

สารบัญภาพ

หน้า

บทที่ 2 หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2.1 แสดงเฟอร์นิเจอร์ในลักษณะ CLOSE PLAN 2-04
ภาพที่ 2.2 แสดงเฟอร์นิเจอร์ในลักษณะ OPEN LAOUT 2-04
ภาพที่ 2.3 แสดงรูปห้องและการกำหนดเส้นทางเดิน 2-09
ภาพที่ 2.4 แสดงการจัดสถานที่แสดงนิทรรศการ 2-12
ภาพที่ 2.5 แสดง แสงธรรมชาติ 2-13
ภาพที่ 2.6 แสดงแสงพุ่งตรงจากหลังคาแสงจากผนังด้านข้าง 2-13
ภาพที่ 2.7 แสดง แสงประดิษฐ์ 2-14
ภาพที่ 2.8 แสดงมาตรฐานพื้นที่จัดแสดง
นิทรรศการในรูปแบบต่างๆ 2-17
ภาพที่ 2.9 แสดงภาพระยะของชั้นหยิบหนังสือวัยผู้ใหญ่ 2-24
ภาพที่ 2.10 แสดงภาพระยะของชั้นหยิบหนังสือวัยรุ่น 2-24
ภาพที่ 2.11 แสดงภาพระยะของชั้นหยิบหนังสือวัยเด็ก 2-25
ภาพที่ 2.12 แสดงภาพสัดส่วนการใช้งานของช่องทางเดิน 2-25
ภาพที่ 2.13 แสดงภาพสัดส่วนการใช้งานของช่องอทางเดิน 2-26
ภาพที่ 2.14 แสดงภาพสัดส่วนการใช้งานของช่องทางเดิน 2-26
ภาพที่ 2.15 แสดงภาพระยะต่ำสุดของการใช้สอย
บริเวณพื้นที่นั่ง 2-28

สารบัญภาพ

หน้า

บทที่ 2 หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2.16 แสดงลักษณะ Arena Stage 2-29
ภาพที่ 2.17 แสดงลักษณะ Space Stage 2-29
ภาพที่ 2.18 แสดงห้องประชุมแบบ RECTANGULAR SHAPE 2-30
ภาพที่ 2.19 แสดงห้องประชุมแบบ FAN SHAPE 2-30
ภาพที่ 2.20 แสดงมุมมอง VERTICAL SIGHT LINES 2-31
ภาพที่ 2.21 แสดงมุมมอง HORIZONTAL SIGHT LINES 2-31
ภาพที่ 2.22 แสดงแบบ COMMON ONE ROW LINES 2-34
ภาพที่ 2.23 แสดงแบบ TWO BANK ROW LINES 2-34
ภาพที่ 2.24 แสดงแบบ THREE BANK ROW LINES 2-35
ภาพที่ 2.25 แสดงการทำ CEILING SPLAY 2-35
ภาพที่ 2.26 แสดงแบบผนังด้านหลังหอประชุม 2-36
ภาพที่ 2.27 ทิศลมเรียกเป็นองศาจากทิศจริง 2-42
ภาพที่ 2.28 ลมยีโอสโทรฟิกพัดขนานกับไอโซบาร์ ในซีกโลก
เหนือความกดอากาศต่ำจะอยู่ทางซ้ายของลมส่วนในซีก
โลกใต้ความกดอากาศต่ำจะอยู่ทางขวาของลมกับ
ความเร็วลม และตั้งฉากกับความเร็วลม 25-48

สารบัญ

หน้า

บทที่ 2 หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2.29 ทิศทางของลมยีโอสโทรฟิก ในซีกโลกเหนือ ที่ไม่มีแรงฝืดในระดับความสูงจากพื้นดิน 3 กิโลเมตร 2-49
ภาพที่ 2.30 ความสมดุลของแรง 3 แรง รอบๆ 2-50
ภาพที่ 2.31 ในระดับความสูง 1 กิโลเมตรแรกจากผิวพื้นที่มีแรงฝืดลมผิวพื้นพัดข้ามไอโซบาร์ และทำมุมกับไอโซบาร์ 2-51
ภาพที่ 2.32 เสดงการเกิดลมมรสุม 2-54
ภาพที่ 2.33 การเคลื่อนที่ของลมประจำถิ่น 2-56
ภาพที่ 2.35 ลักษณะของลมหุบเขาและลมภูเขา 2-57
ภาพที่ 2.36 แสดงพื้นที่เมืองมีอิทธิพลต่อกระแสลม 2-60
ภาพที่ 2.37 แสดงพื้นที่เมืองมีอิทธิพลต่อกระแสลม 2-63
ภาพที่ 2.38 แสดงพื้นที่เมืองมีอิทธิพลต่อกระแสลม 2-63
ภาพที่ 2.39 อธิบายปริมาณกระแสลมที่เข้าสู่ห้องที่มีชองเปิดเข้าและออกคนละด้าน 2-64
ภาพที่ 2.40 : อธิบายปริมาณกระแสลมที่เข้าสู่ห้องที่มีช่องเปิดขนาดต่างกัน 2-64
ภาพที่ 2.41อธิบายปริมาณกระแสลมที่เข้าสู่อาคารในทิศทางที่ต่างกัน 2-64

สารบัญ

หน้า

บทที่ 2 หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2.42 แสดงความถี่ และความยาวคลื่นของพลังงานต่างๆ 2-65
ภาพที่ 2.43 แสดงการดูดกลืนของแสงเมื่อตกกระทบตัวกลาง 2-66
ภาพที่ 2.44 แสดงการสะท้อนเสมือนกระจกเงา 2-67
ภาพที่ 2.45 แสดงการสะท้อนแสงแบบกระจายสมบูรณ์ 2-68
ภาพที่ 2.46 แสดงการสะท้อนเสมือนกระจกเงาบางส่วน 2-68
ภาพที่ 2.47 แสดงแสงตกกระทบตัวกลางแล้วเกิดการหักเหทะลุผ่านตัวกลางในทิศทางเดิม 2-69
ภาพที่ 2.48 : แสดงแสงตกกระทบตัวกลางแล้วเกิดการทะลุผ่านแบบกระจาย 2-70
ภาพที่ 2.49 แสดงภาพของ Solid angle 2-72
ภาพที่ 2.50 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง andelas, lumens, lux และ Foodcandle 2-73
ภาพที่ 2.51 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง andelas, lumens, lux และ Foodcandle 2-74
ภาพที่ 2.52 แสดงความสัมพันธ์ของกฎกำลัง ลองผกผัน 2-75
ภาพที่ 2.53 แสดงเปรียบต่างระหว่างวัตถุที่พิจารณากับพื้นหลัง 2-77
ภาพที่ 2.54 แสดงภาพเปรียบเทียบของประเภทแสงบาดตา 2-78

สารบัญภาพ

หน้า

บทที่ 2 หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2.56 แสดงการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์ 2-82

ภาพที่ 2.57 แสดงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อชีวิตมนุษย์ 2-94

ภาพที่ 2.58 แสดงปัจจัยที่สำคัญของสภาพแวดล้อมทางบรรยากาศ 2-95

ภาพที่ 2.59 แสดงการได้รับและสูญเสียความร้อน 2-96

ภาพที่ 2.60 แสดงดัชนีชี้วัดสภาวะน่าสบาย 2-100

ภาพที่ 2.61 แสดงสภาวะน่าสบาย 2-102

ภาพที่ 2.62 แสดง Bioclimatic Char 2-103

บทที่ 3 วิเคราะห์กรณีศึกษา

ภาพที่ 3.1 อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ 3-01

ภาพที่ 3.2 แสดงการใช้ต้นไม้ใหญ่เพื่อลดความร้อน 3-03

ภาพที่ 3.3 แสดงการใช้บ่อน้ำเพื่อลดความร้อน 3-03

ภาพที่ 3.4 แสดงการลดอุณหภูมิจากดิน 3-04

ภาพที่ 3.5 แสดงการนำแสงธรรมชาติกับรูปทรงอาคาร 3-05

ภาพที่ 3.6 แสดงแบบทางเข้าอาคาร 3-05

ภาพที่ 3.7 แสดงระบบประตูสองชั้น (Air lock Doors) 3-07

สารบัญภาพ

หน้า

บทที่ 3 วิเคราะห์กรณีศึกษา

ภาพที่ 3.8 แสดงระบบการปรับอากาศ 3-07

ภาพที่ 3.9 แสดงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 3-08

ภาพที่ 3.10 แสดงรูปตัดส่วนต่างๆของอาคาร 3-11

ภาพที่ 3.11 แสดงผังพื้นชั้นใต้ดินอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ 3-12

ภาพที่ 3.12 แสดงผังพื้นชั้นล่างอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ 3-13

ภาพที่ 3.13 อาคารสถาบันวิจัยค้นคว้า ของบริษัท โอบายาชิ-กูมิ 3-17

ภาพที่ 3.14 อาคารท่าอากาศยาน Albany County 3-20

ภาพที่ 3.15 แสดงการรับความร้อนตอนกลางวัน 3-21

ภาพที่ 3.16 แสดงการคายความร้อนตอนกลางคืน 3-21

ภาพที่ 3.17 แสดงการสะท้อนความร้อนตอนกลางวันในฤดูหนาว 3-22

บทที่ 4 การวิเคราะห์โครงการ

ภาพที่ 4.1 แสดงทัศนียภาพโครงการ 4-01

ภาพที่ 4.2 แสดงพื้นที่กรอบอาคาร 4-03

สารบัญ

หน้า

บทที่ 4 การวิเคราะห์โครงการ

ภาพที่ 4.3 แสดงความเป็นเอกลักษณ์และสัญลักษณ์ในการออกแบบ 4-06
ภาพที่ 4.4 แสดงตราสัญลักษณ์มารฐานในการก่อสร้าง 4-07
ภาพที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วย Finite element 4-09
ภาพที่ 4.6 แสดงลักษณะกระจกแบบ DOUBLE SKIN 4-09
ภาพที่ 4.7 แสดงการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 4-10
ภาพที่ 4.8 แสดงการจำลองการเคลื่อนไหวของอากาศโดยรอบโครงการ 4-10
ภาพที่ 4.9 แสดงข้อมูลเบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ 4-11
ภาพที่ 4.10 แสดงข้อมูลระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศปรับ 4-11
ภาพที่ 4.11 แสดงข้อมูลระบบลิฟต์ 4-13
ภาพที่ 4.12 แสดงข้อมูลระบบรักษาความปลอดภัย (Security) 4-13
ภาพที่ 4.13 :แสดงข้อมูลระบบป้องกันเพลิงไหม้และ Fire Command Center 4-15

สารบัญ

หน้า

บทที่ 4 การวิเคราะห์โครงการ

ภาพที่ 4.14 แสดงข้อมูลระบบระบบควบคุมควันไฟ 4-15
ภาพที่ 4.15 แสดงข้อมูลระบบน้ำภายในอาคาร 4-16
ภาพที่ 4.16แสดงที่ตั้งโครงการ **4-17**
ภาพที่ 4.17 แสดงการคมนาคมทางรถยนต์ **4-18**
ภาพที่ 4.18 แสดงการคมนาคมทางรถไฟฟ้า MRT **4-19**
ภาพที่ 4.19 แสดงการคมนาคมทางรถยนต์ **4-20**

บทที่ 5 การกำหนดรายละเอียดโครงการ

ภาพที่ 5.1 วิเคราะห์พฤติกรรม ผู้ใช้อาคาร A ตอนเช้าและตอนเลิกงาน 5-06
ภาพที่ 5.2 วิเคราะห์พฤติกรรม ผู้ใช้อาคาร A ตอนกลางวัน 5-07
ภาพที่ 5.3 วิเคราะห์พฤติกรรม ผู้ใช้อาคาร A ตอนเช้าและตอนเลิกงาน 5-08
ภาพที่ 5.4 แสดงโครงสร้างช่วงสั้น พื้น , คาน 5-09
ภาพที่ 5.5 แสดงทิศทางของเสียง 5-19
ภาพที่ 5.6 แสดงConcave Reflector 5-20
ภาพที่ 5.7 แสดงFlat Reflector 5-20
ภาพที่ 5.8 แสดงConvex Reflector 5-20

สารบัญภาพ

หน้า

บทที่ 6 ผลงานการออกแบบ

ภาพที่ 6.1 แสดงแรงบันดาลใจ 6-01
ภาพที่ 6.2 แสดงเทคโนโลยีในการอนุลักษณ์พลังงานของ ปตท. 6-02
ภาพที่ 6.3แสดงแนวคิดในการอนุลักษณ์พลังงาน แนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน 6-03
ภาพที่ 6.4 แสดงสภาวะน่าสบายของมนุษย์ 6-04
ภาพที่ 6.5 แสดงลักษณะของลม 6-08
ภาพที่ 6.6 แสดงลักษณะของแสงจากดวงอาทิตย์ และการทดลองแสงในอาคาร 6-11
ภาพที่ 6.7 แสดงแนวความคิดในการออกแบบ 6-12
ภาพที่ 6.8 แสดงแนวความคิดในตัดอาคารให้เหมาะกับการ ใช้ลมและแสงสว่าง 6-13
ภาพที่ 6.9 แสดงการใช้ฟิลล์กันแดดตามทิศต่างๆ 6-14
ภาพที่ 6.10 แสดงการเปรียบเทียบการใช้หิ้งสะท้อนแสง 6-15
ภาพที่ 6.11 แสดงการวิเคราะห์การวางแปลนอาคารคำ นึงถึงการใช้แสงและลม 6-16
ภาพที่ 6.12 แสดงการจัด LAYOUT PLAN 6-17
ภาพที่ 6.13 แสดง FURNITURE FLOOR PLAN 6-18

สารบัญภาพ

หน้า

บทที่ 6 ผลงานการออกแบบ

ภาพที่ 6.14 แสดงรูปด้านภายนอกตัวอาคาร 6-19
ภาพที่ 6.15 แสดงรูปตัดของอาคารเกี่ยวกับการ ใช้แสงธรรมชาติและลม 6-20
ภาพที่ 6.16 แสดง SECTION 1 6-21
ภาพที่ 6.17 แสดง SECTION 2 6-22
ภาพที่ 6.18 แสดงการออกแบบอาคาร A 6-23
ภาพที่ 6.19 แสดงทัศนียภาพส่วน Robby และ Exhibition 6-24
ภาพที่ 6.20 แสดงการออกแบบภายนอกอาคารและ อาคาร C ชั้น L 6-25
ภาพที่ 6.21 แสดงการออกแบบภายนอกอาคาร 6-26
ภาพที่ 6.22 แสดงภาพบรรยากาศชั้น L อาคาร A 6-27
ภาพที่ 6.23 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบ อาคาร C ชั้น 3 และชั้น 4 6-28
ภาพที่ 6.24 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบส่วนร้านสะดวกซื้อ 6-29
ภาพที่ 6.25 แสดงภาพบรรยากาศการออก แบบส่วนพื้นที่ PARK ENERGY 6-30
ภาพที่ 6.26 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบอาคาร C ชั้น 5 6-31

สารบัญภาพ

หน้า

บทที่ 6 ผลงานการออกแบบ

ภาพที่ 6.27 แสดงภาพบรรยากาศส่วนทางเข้าร้านอาหาร และ ส่วนร้านอาหาร 6-32
ภาพที่ 6.28 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบอาคาร C ชั้น 6 6-33
ภาพที่ 6.29 แสดงภาพบรรยากาศส่วนต้อนรับห้องประชุม 6-34
ภาพที่ 6.30 แสดงภาพบรรยากาศส่วนห้องประชุม 6-35
ภาพที่ 6.31 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบอาคาร C ชั้น 8 6-36
ภาพที่ 6.32 แสดงภาพบรรยากาศส่วนฟิตเนสและลานวิ่งออกกำลังกาย 6-37
ภาพที่ 6.33 แสดงภาพบรรยากาศส่วนนั่งพักผ่อนและออกกำลังกาย 6-38
ภาพที่ 6.34 แสดงภาพบรรยากาศส่วนวิ่งออกกำลังกาย 6-39
ภาพที่ 6.35 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบอาคาร C ชั้น 9 6-40
ภาพที่ 6.36 แสดงภาพบรรยากาศส่วนพื้นที่ออกกำลังกาย 6-41
ภาพที่ 6.37 แสดงภาพโมเดลสถาปัตยกรรม 6-42
ภาพที่ 6.38 แสดงภาพโมเดลสถาปัตยกรรม 6-43
ภาพที่ 6.39 แสดงภาพโมเดลสถาปัตยกรรม 6-44

สารบัญภาพ

หน้า

บทที่ 6 ผลงานการออกแบบ

ภาพที่ 6.40 แสดงภาพโมเดลสถาปัตยกรรม 6-45
ภาพที่ 6.41แสดงภาพโมเดลสถาปัตยกรรม 6-46

สารบัญตาราง

หน้า

บทที่ 1 บทนำ

ตาราง 1.1 แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร A 1-08

ตาราง 1.2 แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร B 1-08

ตาราง 1.3 แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C 1-09

ตาราง 1.4 แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C 1-09

ตาราง 1.5 แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C 1-10

ตาราง 1.6 แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C 1-10

ตาราง 1.7 แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C 1-11

ตาราง 1.8 แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C 1-11

ตาราง 1.9 แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C 1-12

ตาราง 1.10 แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C 1-12

บทที่ 2 หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ตาราง 2.1 แสดงการจัดหมู่หนังสือตามระบบทศนิยมของดิวอี้ 2-21

ตาราง 2.2 แสดงการจัดหมู่หนังสือระบบห้องสมุดสหรัฐสภาอเมริกา 2-22

ตาราง 2.3 แสดงการจัดหมู่หนังสือระบบห้องสมุดสหรัฐสภาอเมริกา(ต่อ) 2-22

สารบัญตาราง

หน้า

บทที่ 2 หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ตาราง 2.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าการนำความร้อน (conductivity) ของวัสดุต่างๆ 2-83

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าช่วงเวลาความหน่วง 2-84

ตารางที่ 2.6 อุณหภูมิอากาศเป็นมาตราวัดสภาวะน่าสบายขั้นพื้นฐาน 2-85

ตารางที่ 2.7 แสดงความเร็วลมภายในห้องที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย 2-93

บทที่ 3 วิเคราะห์กรณีศึกษา

ตารางที่ 3.1 ศักยภาพการอนุลักษณ์พลังงานของอาคารอนุลักษณ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ 3-10

บทที่ 5 การกำหนดรายละเอียดโครงการ

แผนภูมิที่ 5.1 แสดงแผนภูมิโครงสร้างการบริหารงาน 5-04

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของวิทยานิพนธ์

ที่มาของวิทยานิพนธ์นี้เกิดขึ้นเนื่องจาก มีความความสนใจในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติ ซึ่งจากโปรเจคที่ผ่านมาได้ทำเกี่ยวกับการสะท้อนสภาพธรรมชาติในปัจจุบัน ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติซึ่งสื่อต่างๆ ต่างนำเสนอ เช่น สื่อ โทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร ล้วนให้ความสนใจ และตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงนี้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลง ล้วนแล้วแต่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การทำลายพื้นที่สีเขียว ปัญหาประชากรหนาแน่น ปัญหาการจราจรติดขัด ปัญหาโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งปัญหาเหล่านี้ล้วนแต่ทำให้เกิด มลภาวะต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก ทำให้โลกร้อนขึ้น เป็นที่มาของการเปลี่ยนแปลงของโลก ทั้งภาครัฐและเอกชนล้วนแล้วให้ความสำคัญกับปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งต่างมีวิธีที่แตกต่างกันไป เช่น การใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก การนำวัสดุเหลือใช้มา recycle การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าตอนพักเที่ยง ซึ่งนั่นต่างเป็นการให้ความสำคัญในหน่วยงานต่างๆ เท่าที่จะสามารถทำได้ แต่นั่นก็ยังไม่สามารถช่วยแก้ปัญหาได้เท่าที่ควร ตราบใดที่มนุษย์ยังเป็นนักบริโภคนิยม ยังต้องมีความต้องการการใช้พลังงาน ยังต้องมีการพัฒนาประเทศ ซึ่งนั่น เราไม่สามารถลดการใช้พลังงานที่ทำให้เกิด สภาวะการเปลี่ยนแปลงของโลกได้เลย

แต่ในฐานะที่เราเป็นนักศึกษาสถาปัตยกรรมเราสามารถคิดสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมที่มีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงานได้ไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคโนโลยี หรือพลังงานที่เกิดจากธรรมชาติ

จากความเป็นมาของการก่อตั้ง ศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์คิดว่า เนื่องจาก ปตท. เป็นองค์กรทางด้านพลังงานของประเทศไทย และได้ทำการก่อสร้างกลุ่มอาคาร ศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ขึ้นมา เพื่อเป็นอาคารสำหรับกลุ่มธุรกิจพลังงาน และกระทรวงพลังงาน โดยกลุ่มอาคารมีทั้งหมด 6 อาคาร ดังนี้

อาคาร A เป็นอาคารสำหรับเช่าประกอบการของกลุ่มธุรกิจทางด้านพลังงาน เพื่อการติดต่อสื่อสารกันอย่างรวดเร็วขององค์กรทางด้านพลังงาน

อาคาร B เป็นอาคารเป็นที่ตั้งของกระทรวงพลังงาน

อาคาร C เป็นอาคารบริการผู้มาใช้โครงการ

อาคาร D และ E อาคารจอดรถสำหรับผู้มาใช้โครงการ

อาคาร F เป็นอาคารงานระบบ ตัวควบคุมงานระบบพลังงานต่างๆ

ซึ่งในช่วงของการศึกษากลุ่มอาคารของศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ที่ได้ชื่อว่าเป็นอาคารต้นแบบในการอนุรักษ์พลังงานจากการศึกษาพบว่าการอนุรักษ์พลังงานของโครงการเอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ เป็นการใช้เทคโนโลยีระดับสูง และการลงทุนเริ่มต้นค่อนข้างสูง ซึ่งผู้จัดทำวิทยานิพนธ์คิดว่าเป็นการเริ่มต้นของการอนุรักษ์พลังงานที่สูงเกินไป ซึ่งการอนุรักษ์พลังงานเป็นทางด้านวิศวกรรมมากกว่าทางด้านสถาปัตยกรรม งานงานวิศวกรรมเป็นการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งทำให้การลงทุนสูง ส่วนทางด้านสถาปัตยกรรมเป็นการใช้วัสดุที่คอนข้างลงทุนสูงเช่นกัน

ซึ่งทางผู้ทำวิทยานิพนธ์คิดว่า เป็นการลงทุนที่สูงเกินไป แต่ประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการก่อสร้างอาคารอื่นๆ มีความเป็นไปได้น้อยมากเพราะคิดจากต้นทุนสูงเกินไป ผู้จัดทำจึงคิดว่า ปตท. น่าจะมีการใช้สภาวะทางธรรมชาติเข้ามาใช้เพื่อให้เหมาะสมกับการสภาพแวดล้อมของเมืองไทย โดยไม่ปล่อยความสำคัญของสภาพแวดล้อมสูญเปล่า เป็นการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติให้มากที่สุด โดยผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ ได้เริ่มคิดหัวข้อในการทำวิทยานิพนธ์ ไว้ดังนี้

1. การศึกษาเทคโนโลยีในการอนุรักษ์พลังงาน
2. การศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ที่ส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน

3. การศึกษาสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งผู้จัดทำได้สนใจหัวข้อที่ 3 มากที่สุด เนื่องจากการศึกษาเรื่องของสภาพแวดล้อมมีกรส่งผลต่องานสถาปัตยกรรมมากที่สุด และสามารถนำไปใช้ในงานสถาปัตยกรรมต่างๆ ได้ และการศึกษาสภาพแวดล้อมยังเป็นการสร้างการปรับตัวของสภาพอาคารให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนไปตลอด ตาม วัน เวลา และฤดูกาล ซึ่งหัวข้อของการศึกษาเป็นการศึกษาพลังงานทางธรรมชาติที่ส่งผลต่องานสถาปัตยกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. ลม
2. แสงแดด
3. ฝน

ซึ่งในการศึกษาผู้จัดทำวิทยานิพนธ์สนใจในเรื่องของข้อที่ 1 และ 2 เนื่องจาก ลม และ แสงสว่างมีอิทธิพลต่อการอนุรักษ์พลังงาน และในงานสถาปัตยกรรมมีความต้องการพลังงานแสง และพลังงานลมเข้าอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร ส่วนในหัวข้อที่ 3 ฝน เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เราควรป้องกัน ไม่ให้เข้าสู่ตัวอาคาร เพราะจะทำให้เกิดความชื้นแก่ตัวอาคาร ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อตัวอาคาร จากคำกล่าวที่ว่า

แนวคิดด้านการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานเป็นแนวคิดที่นำเสนอวิธีหรือวิธีการออกแบบอาคารที่มีการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด ตอบสนองการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด ตอบสนองการใช้พลังงานที่มากและเริ่มขาดแคลน ชะลอการใช้วัตถุดิบในการใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าลง เพื่อเก็บไว้ให้ลูกหลานของเราได้มีไฟฟ้าใช้ในอนาคต ตามแนวคิดของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ที่กล่าวไว้ว่า

Sustainable Development is development that meets that needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. (Mackenzie. 1997 : 10)

การพัฒนาที่ยั่งยืนคือการพัฒนาที่สนองความต้องการในปัจจุบัน โดยไม่ทำให้ประชาชนรุ่นต่อไปในอนาคตต้องประนีประนอมลดความสามารถของเขาในการสนองความต้องการของเขาเอง ซึ่งหมายความว่าการพัฒนาของคนในยุคปัจจุบันต้องไม่ทำแล้วเบียดเบียน หรือทำให้คนในรุ่นต่อไปต้องยอมลดความต้องการ ของเขาเช่นกัน คือต้องมีขอบเขตของความพอดีและความชอบธรรม กับทั้งต้องมีความพึงพอใจกับการ

ตอบสนองความต้องการภายในขอบเขตนั้นด้วย (พระธรรมปิฎก. 2542 : 107-108)

ในการออกแบบอาคารนั้นเมื่อคำนึงแนวคิดด้านการพัฒนาที่ยั่งยืนด้วยแล้ว จะเกิดเป็นสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน หรือ Sustainable Architecture โดยมีวิธีทำให้เกิดได้ 2 ประการคือ

1. หลักการที่พึ่งพาธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากสภาพแวดล้อมให้มากที่สุด โดยพยายามนำเทคโนโลยีเครื่องกลมาใช้ในอาคารน้อยที่สุด (ธนิต จินดาวณิค. 2540 : 15-18)มุ่งประเด็นดังนี้

1.1 การป้องกันแสงอาทิตย์และแสวงประโยชน์กับกระแสลมธรรมชาติให้แก่อาคาร

1.2 การใช้แสงธรรมชาติเพื่อการลดใช้แสงสว่างจากหลอดไฟ

1.3 การใช้ฉนวนที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศที่เปลือกอาคารทางผนังและหลังคาและการก่อสร้างที่ป้องกันการรั่วไหลของอากาศ

1.4 การนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ เช่น พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์

1.5 การนำสิ่งที่ได้จากธรรมชาติกลับมาใช้ใหม่ เช่นน้ำฝนมาทำความสะอาด เป็นต้น

1.6 การสร้างอากาศที่ดีในอาคาร โดยการระบายอากาศทางธรรมชาติให้อาคาร

2. หลักการที่ใช้เทคโนโลยีมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์และให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยการดัดแปลงให้เหมาะสม และสามารถใช้เป็นหลักการประหยัดพลังงาน (ธนิต จินดาวณิค. 2540 : 15-18) การออกแบบมุ่งสู่ประเด็นต่างๆ ดังนี้

2.1 Site Selection การเลือกทำเลที่มีความเหมาะสมเอื้อประโยชน์ต่ออาคารช่วยด้วยลดการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน

2.2 Lighting Controls วิธีควบคุมการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละส่วนพื้นที่ และใช้การประหยัดพลังงานด้วย เช่นการใช้ระบบ sensor ตรวจจับคนหรือผู้ใช้สอยอาคาร และตรวจจับแสงสว่างธรรมชาติจากดวงอาทิตย์ การออกแบบดวงโคมที่มีประสิทธิภาพสูงให้สาติแต่อย่างเดียว

2.3 Building Materials นำวัสดุในธรรมชาติและสิ่งมีชีวิตรวมไปถึงการนำวัสดุสิ่งของทีใช้แล้วมาแปรรูปประยุกต์ให้เป็นวัสดุใหม่มาใช้

ประโยชน์ภายในอาคารไม่ต้องอาศัยวัสดุจากธรรมชาติลดปริมาณความร้อนที่แผ่ออกมาสู่ภายในอาคารแต่อย่างเดียว

2.4 Heating / Cooling การนำพลังงานที่เกิดเป็นความร้อนหรือความเย็นหมุนเวียนกลับไปใช้ในส่วนที่ต้องการอีก

2.5 Recycling การนำเอาวัสดุที่ใช้แล้ว หรือขยะมาแปรรูปหรือนำกลับมาใช้ใหม่ ลดขยะและประหยัดพลังงานในการทำลายขยะด้วย

2.6 HVAC Controls & Distribution การควบคุมและการกระจายระบบปรับอากาศภายในห้องให้มีการถ่ายเทหมุนเวียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความสมดุลกันตามจุดต่างๆ (HAVC : Heating, Ventilation and Air Condition) เช่น อาศัยหลักของระบบ VAV (Variable Air Volume) ที่รับปริมาณของลมเพื่อควบคุมอุณหภูมิห้องและเพื่อตอบสนองต่อภาระการทำความเย็น (Cooling Load) ที่เกิดขึ้นในอาคารซึ่งเป็นระบบปรับอากาศที่ช่วยลดการใช้พลังงาน กับวิธีการจ่ายลมเข้า-ออก (Distribution of ventilation) ที่สามารถให้อากาศเย็นส่งผ่านมาตามจุดต่างๆของพื้นที่ใช้งานโดยตรง ทั้งที่มาจากพื้น (Raise Floor) หรือตำแหน่งของโต๊ะทำงาน (Task Condition)

ดังนั้นการใช้หลักการและทฤฎีในการประหยัดพลังงานสามารถนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหา หรือปรับปรุง และสามารถนำไปใช้กับอาคารต่างๆ ได้ โดยที่ไม่เกิดความสิ้นเปลืองเงินทอง โดยอาศัยพลังงานจากธรรมชาติมาใช้มากที่สุด ทั้งหลักการและทฤฎีที่เกี่ยวข้อง และเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคาร

1.2 ความเป็นมาของโครงการ

ปตท. และ ปตท.สผ. รวมถึงบริษัทในกลุ่มปตท. อื่นๆ กำลังขยายงาน และการลงทุน ทำให้มีความต้องการพื้นที่อาคารสำนักงานเพิ่มขึ้น ประกอบกับกระทรวงพลังงานมีความต้องการพื้นที่อาคารสำนักงานเพื่อรวบรวมหน่วยงานในสังกัดซึ่งปัจจุบันอยู่กันกระจัดกระจายให้มาอยู่ในบริเวณเดียวกัน จึงได้มีการพัฒนาโครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ (Energy Complex) โดย บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และ บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) ได้ร่วมกันจัดตั้ง บริษัท เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ จำกัด (EnCo) ขึ้นมาเพื่อรับผิดชอบการก่อสร้างและบริหารโครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ .

ผู้ถือหุ้น: บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และ บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) ถือหุ้นฝ่ายละ 50% วันจดทะเบียน

จัดตั้งบริษัท: วันที่ 11 สิงหาคม 2547 ทุนจดทะเบียน: 1 ล้านบาท และเพิ่มทุนจดทะเบียนเป็น 800 ล้านบาท เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2548

เมื่อวันที่ 3 พ.ค. 2549 นายไชยศักดิ์ ชุมพรหม ผู้จัดการใหญ่ บริษัท เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ จำกัด ได้ลงนามในสัญญาเช่าที่ดินบริเวณพื้นที่ของการรถไฟฯ ด้านหลังอาคารสำนักงานใหญ่ ปตท. กับ นายจิตต์ สันติ ธนะโสภณ ผู้ว่าการการรถไฟแห่งประเทศไทย เพื่อพัฒนาโครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ ซึ่งจะเป็นศูนย์รวมหน่วยงานและหน่วยธุรกิจด้านพลังงานและธุรกิจที่เกี่ยวเนื่องอื่นๆ แห่งแรกของประเทศ

เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2552 นายจักรชัย บาลี ผู้จัดการใหญ่ บริษัท เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ จำกัด ได้ลงนามในสัญญาเงินกู้กับ ธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน) ในวงเงิน 5,000 ล้านบาท และลงนามในสัญญาเงินกู้กับผู้ถือหุ้น ได้แก่ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และ บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) ในวงเงินรวม 2,500 ล้านบาท รวมเป็นวงเงินกู้ทั้งสิ้น 7,500 ล้านบาท เพื่อรีไฟแนนซ์เงินกู้เดิม และใช้เป็นเงินทุนสนับสนุนการก่อสร้างศูนย์พลังงานแห่งชาติ ซึ่งเป็นต้นแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานที่มีประสิทธิภาพและทันสมัยที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศ

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.3.1 เพื่อพัฒนาศูนย์รวมธุรกิจด้านพลังงานของประเทศ

1.3.2 เป็นที่ตั้งสำนักงานกระทรวงพลังงาน

1.3.3 เป็นที่ตั้งของบริษัท ในกลุ่ม ปตท. รวมทั้งบริษัทเอกชนชั้นนำในด้านธุรกิจพลังงาน

1.3.4 เป็นอาคารพลังงานต้นแบบของประเทศ

1.4 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.4.1 ศึกษาลักษณะทางธรรมชาติของกรุงเทพมหานคร เพื่อนำมาใช้เป็นข้อกำหนดในการอนุรักษณ์พลังงาน

1.4.2 เพื่อศึกษาประโยชน์ใช้สอยที่เกิดจากการใช้พลังงาน ที่ส่งผลต่อพฤติกรรม กิจกรรม และความสำคัญของส่วนต่างๆเกี่ยวกับการใช้พลังงาน เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในอาคารประเภทสำนักงาน

1.4.3 เพื่อศึกษาการนำทฤษฎีและหลักการในการนำพลังงานธรรมชาติมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม ได้แก่

- พลังงานลม คือ ลมตะวันออกเฉียงเหนือ และ ลมตะวันตกเฉียงใต้

- พลังงานจากดวงอาทิตย์ เป็นการใช้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

1.4.4 เพื่อศึกษาเทคโนโลยีในการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้ตอบสนองต่อตัวอาคารที่ออกแบบให้มีการอนุรักษ์พลังงาน

1.4.5 เพื่อศึกษาอิทธิพลของลมที่ส่งผลต่อสถาปัตยกรรมภายในและการนำพลังงานลมมาใช้ในงานสถาปัตยกรรมภายใน

1.4.6 เพื่อศึกษาอิทธิพลของแสงอาทิตย์ที่ส่งผลต่อสถาปัตยกรรมภายใน และการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในงานสถาปัตยกรรมภายใน

1.4.7 เพื่อศึกษาการใช้พลังงานที่ส่งผลต่อมนุษย์ ได้แก่

- อุณหภูมิ ที่เกิดจากแสงอาทิตย์
- อุณหภูมิ ที่เกิดจากลมตามฤดูกาล

ซึ่งเปรียบเทียบจากสภาวะน่าสบายของมนุษย์

1.5 ขอบเขตการศึกษาของโครงการ

1.5.1 อาคาร A

ตาราง 1.1 : แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร A

อาคาร	ชั้น	ลักษณะการใช้งาน	พื้นที่การใช้งาน m^2
A	L	Robby	1620
		Exhibition	842
		สำนักงาน	942
		โถงลิฟต์+บันได+ทางเดิน+หลังคา	864
		ห้องน้ำ	89
		ห้องเครื่อง	68
		รวมพื้นที่การใช้งาน m^2	2965 m^2

ที่มา : จากการวิเคราะห์, 2552

1.5..2 อาคาร B

ตาราง 1.2 : แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร B

อาคาร	ชั้น	ลักษณะการใช้งาน	พื้นที่การใช้งาน m^2
B	L	Robby	1293
		หอนิทรรศการเฉลิมพระเกียรติ	485
		โถงลิฟต์+บันได+ทางเดิน+หลังคา	864
		ห้องน้ำ	51
		ห้องเครื่อง	74
		รวมพื้นที่การใช้งาน m^2	2676 m^2

ที่มา : จากการวิเคราะห์, 2552

1.5.3 อาคาร C

ตาราง1.3 : แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C

อาคาร	ชั้น	ลักษณะการใช้งาน	พื้นที่การใช้งาน m^2
C	L	ธนาคาร กรุงเทพ	290
		ธนาคาร กรุงไทย	210
		ร้านสะดวกซื้อ	114
		โถงลิฟต์+บันได+ทางเดิน+หลังคา	1395
		ห้องน้ำ	83
		ห้องเครื่อง	25
		รวมพื้นที่การใช้งาน m^2	2117 m^2

ที่มา : จากการวิเคราะห์, 2552

ตาราง1.4 : แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C

อาคาร	ชั้น	ลักษณะการใช้งาน	พื้นที่การใช้งาน m^2
C	3	ร้านค้า 6 ร้าน	893
		ห้องเก็บของ 14	14
		โถงลิฟต์+บันได+ทางเดิน	668
		ห้องน้ำ	64
		ห้องเครื่อง	286
		รวมพื้นที่การใช้งาน m^2	1925 m^2

ที่มา : จากการวิเคราะห์, 2552

ตาราง1.5 : แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C

อาคาร	ชั้น	ลักษณะการใช้งาน	พื้นที่การใช้งาน m^2
C	4	ส่วนรับประทานอาหาร 192 ที่นั่ง	1715
		ห้องสมุด	322
		โถงลิฟต์+บันได+ทางเดิน	668
		ห้องน้ำ	64
		ห้องเครื่อง	44
		รวมพื้นที่การใช้งาน m^2	2877 m^2

ที่มา : จากการวิเคราะห์, 2552

ตาราง1.6 : แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C

อาคาร	ชั้น	ลักษณะการใช้งาน	พื้นที่การใช้งาน m^2
C	5	ส่วนรับประทานอาหาร 388 ที่นั่ง	1715
		โถงลิฟต์+บันได+ทางเดิน	458
		ห้องน้ำ	64
		ห้องเครื่อง	44
		รวมพื้นที่การใช้งาน m^2	2281 m^2

ที่มา : จากการวิเคราะห์, 2552

ตาราง1.7 : แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C

อาคาร	ชั้น	ลักษณะการใช้งาน	พื้นที่การใช้งาน m^2
C	6	ห้องประชุม	1097
		ห้องเก็บของ	67
		Atrium	469
		โถงลิฟต์+บันได+ทางเดิน	572
		ห้องน้ำ	64
		ห้องเครื่อง	44
		รวมพื้นที่การใช้งาน m^2	2312 m^2

ที่มา : จากการวิเคราะห์, 2552

ตาราง1.8 : แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C

อาคาร	ชั้น	ลักษณะการใช้งาน	พื้นที่การใช้งาน m^2
C	7	ห้องประชุม	-
		ห้องเก็บของ	53
		Atrium	159
		โถงลิฟต์+บันได+ทางเดิน	262
		ห้องน้ำ	-
		ห้องเครื่อง	82
		รวมพื้นที่การใช้งาน m^2	556 m^2

ที่มา : จากการวิเคราะห์, 2552

ตาราง1.9 : แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C

อาคาร	ชั้น	ลักษณะการใช้งาน	พื้นที่การใช้งาน m^2
C	8	ฟิตเนส	1188
		ห้องเก็บของ	15
		สวน	559
		โถงลิฟต์+บันได+ทางเดิน	255
		ห้องน้ำ	225
		ห้องเครื่อง	12
		รวมพื้นที่การใช้งาน m^2	2254 m^2

ที่มา : จากการวิเคราะห์, 2552

ตาราง1.10 : แสดงขอบเขตการศึกษาของโครงการ อาคาร C

อาคาร	ชั้น	ลักษณะการใช้งาน	พื้นที่การใช้งาน m^2
C	หลังคา	สวน	1687
		ห้องเครื่อง	175
		รวมพื้นที่การใช้งาน m^2	1862

ที่มา : จากการวิเคราะห์, 2552

1.6 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

1.6.1 รวบรวมข้อมูล

ศึกษาข้อมูลของท่าอากาศยานดอนเมือง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำงาน โดยศึกษาระบบทางสัญจรทั้งภายในและภายนอกอาคาร พื้นที่ใช้สอย พฤติกรรมของผู้โดยสารและพนักงาน ปัญหา ข้อดี-ข้อเสีย วัตถุประสงค์ เพื่อเป็นเหตุผลสนับสนุนในการเสนอแนะโครงการขึ้นมาใหม่

1.6.1.1 การศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.6.1.2 การศึกษาจากการสัมภาษณ์

1.6.1.3 การศึกษาจากการสังเกตการณ์

1.6.1.4 การศึกษาจากกรณีศึกษา

1.6.2 วิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาที่ตั้งของโครงการและอาคาร โดยวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมในด้านต่างๆ ที่มีผลต่อโครงการที่จะเกิดขึ้น และศึกษาโครงการเปรียบเทียบที่มีขนาด และประเภทใกล้เคียงกัน เพื่อทราบถึงลักษณะการใช้งาน รวมไปถึงความเป็นไปได้ของโครงการ

1.6.2.1 ผู้ใช้โครงการ

- พฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ
- กลุ่มเป้าหมายของโครงการ
- แผนผังองค์กรและอัตรากำลัง

1.6.2.2 ที่ตั้งโครงการ

- การข้าถึงโครงการ
- สถานที่ตั้งโครงการ
- บริบทภายนอกโครงการ
- สภาพดิน อากาศ แสงแดด ลม ฝุ่น เสียง ที่มีผลระทบต่อโครงการ

1.6.2.3 อาคาร

- ลักษณะทางกายภาพ เอกลักษณ์ และจุดเด่นของอาคาร
- โครงสร้างของอาคาร
- พื้นที่ใช้สอยมีความเหมาะสมต่อโครงการ

1.6.3 สังเคราะห์ข้อมูล

1.6.3.1 หาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ของ กิจกรรม และพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ

1.6.3.2 หาพื้นที่ใช้สอยในแต่ละองค์ประกอบของโครงการ

1.6.3.3 รายละเอียดการออกแบบพื้นที่ใช้สอย

1.6.3.4 สรุปความสัมพันธ์พื้นที่ใช้สอย

1.7 ประโยชนที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ศึกษากระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมภายในจากกระบวนการทำวิทยานิพนธ์ ตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการออกแบบ

1.6.2 ได้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเสนอแนวความคิดในทางสถาปัตยกรรมภายใน โดยคำนึงถึงความเหมาะสมในการใช้พื้นที่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.6.3 ได้ศึกษากระบวนการคิดในการออกแบบ โดยคำนึงถึงความสอดคล้องของภาพลักษณ์องค์กรโดยรวม

1.6.4 ได้ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยนำเกณฑ์ กฎหมาย ข้อบังคับต่างๆและองค์ความรู้ด้านสถาปัตยกรรมภายในมาใช้

1.6.5 ได้ศึกษาแนวทางของการอนุรักษ์พลังงานในรูปแบบต่างๆเพื่อให้เป็นต้นแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน

1.6.6 ได้ศึกษาแนวทางการใช้พลังงานธรรมชาติจากลม มาปรับใช้กับอาคาร

1.6.7 ได้ศึกษาแนวทางการใช้พลังงานอาทิตย์มาใช้ เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานแสงสว่างจากดวงโคมลดลง

บทที่ 2 หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 คำจำกัดความและความหมาย

ทฤษฎี หมายถึง อำนาจในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เป็นชุดของคำอธิบายที่จัดระเบียบเอาไว้อย่างดีคำอธิบายนั้นจะว่าด้วยความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปรากฏการณ์ในโลกธรรมชาติและโลกสังคม

ธรรมชาติของทฤษฎี

- ทฤษฎีต้องมีลักษณะยืนหยัดต่อการพิสูจน์
- คำอธิบายของทฤษฎีต้องมีลักษณะน่าเชื่อถือ
- เป็นคำอธิบายที่มีลักษณะเที่ยงตรงและรัดกุม
- เป็นคำอธิบายที่มีเอกภาพ
- เป็นคำอธิบายที่มีพลังในการอธิบายปรากฏการณ์

หลักการ หมายถึง หลักสาระสำคัญในการ ดำเนินการ

อนุรักษ์ หมายถึง การรู้จักใช้ทรัพยากรอย่างฉลาด การใช้ประโยชน์นั้นจะต้องเกิดผลดีต่อประชากรโลกส่วนรวมมากที่สุด จะต้องรู้จักใช้ประโยชน์ให้ได้เป็นเวลายาวนานที่สุด ให้มีการสูญเสียทรัพยากรอย่างเปล่าประโยชน์น้อยที่สุด และต้องกระจายการใช้ ประโยชน์แก่ประชากรของประเทศอย่างทั่วถึงกัน ในสภาพแวดล้อมที่ดีอย่างเท่าเทียมกัน การอนุรักษ์กับการพัฒนาต้องดำเนินการคู่กันไป ให้ความสำคัญเสมอกันระหว่างการ

พัฒนาและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องต้องร่วมกันพิจารณาเพื่อให้การอนุรักษ์และพัฒนาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

พลังงาน หมายถึง ความสามารถในการทำงานซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งที่อาจให้งานได้โดยการทำให้วัตถุ หรือธาตุเกิดการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนรูปแบบไปได้ การที่วัตถุเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ ก็เพราะมีแรงหรือพลังงานเข้าไปกระทำพลังงานหรือความสามารถในการทำงานได้นี้ นอกจากสิ่งมีชีวิตจะใช้พลังงาน ซึ่งอยู่ในรูปของสารอาหารในการดำรงชีวิตโดยตรงแล้ว สิ่งมีชีวิตยังต้องใช้พลังงานในรูปแบบลักษณะอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการดำรงชีวิตประจำวันอีกในหลายรูปแบบ เช่น ทางด้านแสงสว่าง ความร้อน ไฟฟ้า เป็นต้นทรัพยากรพลังงานทรัพยากรพลังงาน แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ก็คือ

- พลังงานประเภทที่เกิดทดแทนใหม่ได้ (พลังงานหมุนเวียน) ได้แก่ พลังงานจากฟืน และถ่าน แกลบ กากอ้อย พลังงานลม พลังงานจากชีวมวลพลังงานความร้อนใต้พิภพ

- พลังงานประเภทที่ใช้แล้วหมดไป เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ฯลฯ

สถาปัตยกรรมภายใน หมายถึง เป็นงานสถาปัตยกรรมสาขาหนึ่งที่แยกออกมาจาก สถาปัตยกรรมหลัก (อาคาร) ความหมายของคำว่าสถาปัตยกรรมภายใน จะมีความหมายใกล้เคียงกับคำว่า "ออกแบบตกแต่งภายในและมัณฑนศิลป์" ซึ่งมีความหมายค่อนข้างตรงตัวอยู่แล้ว สถาปัตยกรรมภายใน น่าจะหมายรวมถึง "การก่อเกิดความงามที่ยังประโยชน์ แฝงความหมายแห่งศิลปกรรม จิตรกรรม ประติมากรรม เพื่อตอบสนองการใช้งานของมนุษย์ ที่เป็นผู้ใช้สอยพื้นที่ว่างภายในอาคาร (space) มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม (human and environment) โดยเกี่ยวโยงถึงการพิจารณาถึงระยะและขนาดเนื้อที่ต่างๆ อันเกี่ยวข้องกับ สัดส่วนของมนุษย์ (human scale in architecture) ความต้องการระยะและเนื้อที่ใช้สอยภายในอาคาร (human scale) อันจะเกี่ยวพันกับการ ยืน เดิน นั่ง นอน และการที่มนุษย์จะทำกิจกรรมต่างๆในพื้นที่ว่างของอาคาร การที่จะออกแบบให้อาคารมีรูปแบบและพื้นที่เพื่อตอบสองการใช้งานของมนุษย์ โดยการเลือกใช้วัสดุต่างๆ ตามคุณสมบัติมาใช้งานให้ก่อเกิดเป็นรูปร่าง ทั้งพื้น ผนัง เพดาน ทั้งสามมิติ และห่อหุ้มพื้นที่ว่างเอาไว้ให้มนุษย์ได้ใช้งานทั้งจากร่างกาย และสายตา รวมถึงอารมณ์ ความรู้สึก ผ่านรูปแบบ สีสัน ผิวสัมผัส (Texture)ของวัสดุต่างๆ อาจหมายรวมให้กว้างไปถึงงานระบบต่างๆที่เข้ามามีส่วนร่วมกับการใช้อาคาร เช่น แสง สี เสียง และระบบวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง ทั้งหลายที่กล่าวมาพอจะประกอบรวมกัน เป็นคำว่าสถาปัตยกรรมภายใน ในยุคสมัยปัจจุบันได้ หรืออาจกล่าวสั้นๆได้คือ "การออกแบบพื้นที่ว่างภายในอาคาร (space) และการเลือกใช้วัสดุมาก่อสร้าง

เพื่อห่อหุ้มพื้นที่ว่างภายในอาคารเพื่อตอบสนองการใช้งานของมนุษย์ (human scale)

อาคารสีเขียว หมายถึง อาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ประเมินจาก

-(Sustainable Sites) ประเมินจากความเป็นไซต์งานที่ช่วยสร้างความยั่งยืน เช่น การมีพื้นที่สีเขียวบนหลังคา การรีไซเคิลน้ำฝน การสร้างร่มเงาด้วยต้นไม้ หลังคา หรือแผงโซลาร์ การมีทางเลือกในการเดินทางระหว่างอาคาร การมีแผนในการบริหารจัดการที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ลดการใช้สารเคมี เป็นต้น

- Water Efficiency : มีการติดตั้งระบบวัดการใช้น้ำในส่วนต่างๆ ลดการใช้น้ำ การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และการดูแลจัดการน้ำเสีย น้ำทิ้ง เป็นต้น

-Energy & Atmosphere : เน้นเรื่องการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ มีแผนหรือกลยุทธ์ในการใช้พลังงาน ลดการใช้สารที่มีผลต่อชั้นโอโซนในบรรยากาศ การใช้พลังงานทางเลือกอื่นๆ ที่สะอาด เป็นต้น

2.2 หลักการออกแบบ

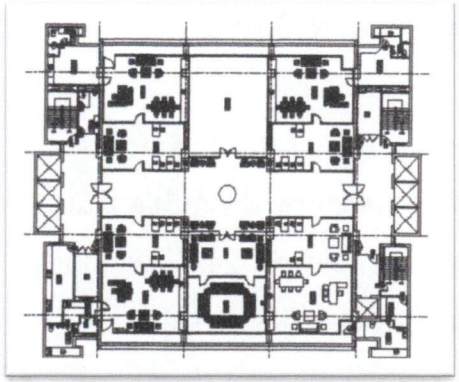
2.2.1 หลักเกณฑ์การออกแบบสำนักงาน

สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้

(1) แบ่งเป็นห้อง (CLOSE PLAN) การจัดพื้นที่จะแยกของเป็นห้องแต่ละห้อง มีการกั้นผนังของแต่ละห้อง เรียงกันไปตามแนวยาวริมทางสัญจรภายใน สามรถจุคนทำงานได้เพียง1-2 คน โดยที่เกิน 5 คน มักจะเป็นอาคารที่มีแนวยาว นิยมใช้เป็นของผู้บริหารขึ้นไป

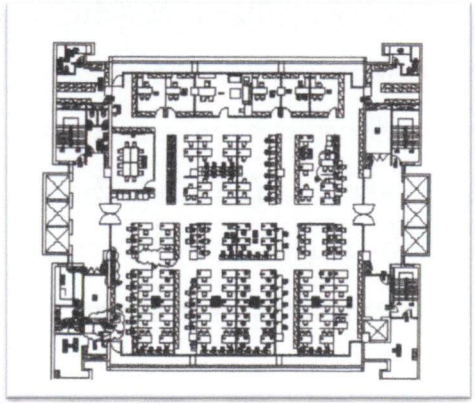
(2) แบบเปิดโล่ง (OPEN LAYOUT) เป็นห้องรวมขนากใหญ่มีพื้นที่ภายในที่กว้างและมีความลึกมาก ลักษณะเป็นสัดส่วนหรือเป็นแผนก มีคนจำนวนมาก องค์ประกอบภายในเช่น โต๊ะ ตู้ ชั้นวางของ หรือเฟอร์นิเจอร์สำนักงานอื่นๆ จะจัดเรียงกันเป็นแนวอย่างมีระเบียบ การจัดแบบนี้จะช่วยตัดปัญหาเรื่องการใช้ทางเดินต่อภายในระหว่างห้องออกไปสามารถใช้เนื้อที่ของห้องได้อย่างเต็มที่ โดยไม่มีผนังกั้นหรือฉากกั้นมาบังกั้นสายตา และเบียดบังเนื้อที่ที่ทำงานออกไปทำให้ราคาค่าก่อสร้างถูกลงไปด้วย แต่ต้องคำนึงถึงระบบการระบายอากาศและระบบแสงสว่าง

ภาพที่ 2.1 แสดงเฟอร์นิเจอร์ในลักษณะ CLOSE PLAN



ที่มา : วิชาการพิพิธภัณฑ์,2552

ภาพที่ 2.2 แสดงเฟอร์นิเจอร์ในลักษณะ OPEN LAOUT



ที่มา : วิชาการพิพิธภัณฑ์,2552

(3) แบบภูมิทัศน์ (OFFICE LANDSCAPIMG) เป็นแนวคิดต่างจากระบบแบบเก่าโดยสิ้นเชิงโดยผู้คิดค้น คิดค้นเพิ่มเติม

จนทำให้การจัดสภาพภายในและการบริหารงานดีขึ้นโดยมีการติดต่อประสานงานระหว่างพนักงานในทีมทำงานเป็นหลักใหญ่

สรุป อย่างไรก็ตาม การจัดที่ว่างในแต่ละประเภทนั้นมีข้อคำนึง ดังนี้ การจัดที่ว่างในแต่ละประเภท อาจมีการปรับได้ลักษณะกว้างๆ การเลือกใช้การจัดที่ว่างในแต่ละประเภทควรเลือกให้เหมาะกับลักษณะองค์กรและการทำงานของแต่ละส่วน งานระดับอำนาจหน้าที่ ความรับผิดชอบและลักษณะเฉพาะตัวของงานแต่ละประเภท มิฉะนั้นอาจทำให้งานขาดความคล่องตัวได้

-สิ่งสำคัญในการออกแบบคือ จะต้องพิจารณาถึงการจัดที่ว่างภายในแต่ละประเภทตั้งแต่เริ่มขบวนการออกแบบ เพราะการจัดที่ว่างในแต่ละประเภทจะต้องการที่ว่างในขนาดที่แตกต่างกัน ตัวอย่าง เช่น การจัดภูมิทัศน์จะต้องการที่ว่างที่กว้างขวางกว่าแบบแบ่งเป็นห้อง

-การจัดที่ว่างในแต่ละประเภท จะต้องคำนึงถึงข้อมูลในด้านลักษณะการบริหารงานในโครงสร้างขององค์กร และลักษณะการปฏิบัติงานด้วย เช่น ถ้าลักษณะทำงานต้องการความกระฉับกระเฉงว่องไวการจัดพื้นที่ว่างภายในส่วนเสมียนหรือธุรการ ก็ควรจัดในแบบแปลนโล่งมากกว่าการจัดการจัดแบบภูมิทัศน์

2.2.1.2 การอกแบบห้องทำงาน แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

(1) ห้องทำงานส่วนตัว (PRIVATE OFFICE) ส่วนใหญ่จะเป็นห้องทำงานระดับผู้บริหาร ความยาวของด้นที่สั้นที่สุดของห้องๆ หนึ่ง ไม่ควรน้อยกว่า 2.50 เมตร และไม่น้อยกว่า 10 ตร.ม. ส่วนห้องทำงานสำหรับพนังงานขนาดเล็กที่สุด 10-15 ตร.ม.

(2) ห้องทำงานรวม (GENEAL OFFICE) ห้องทำงานที่ขนาดกว้างใหญ่กว่าปกติไปจนถึงแบบเปิดโล่งตลอด เนื่องจากห้องทำงานเฉพาะ จะเล็กและทำให้พื้นที่สูญเปล่านอกจากกำหนดให้มีขนาดเฟอร์นิเจอร์ลงตัวพอดีโครงสร้างของอาคารมากเท่าใดนัก ห้องทำงานรวมอาจทำให้พื้นที่สูญเปล่าได้ จากตำแหน่งและขนาดเสาภายในห้อง ห้องทำงานรวมเป็นที่นิยมเพราะให้ผลดีกับการติดต่อประสานงานและควบคุมดูแลภายใน และอาจใช้ประโยชน์จากพื้นที่ทำงานได้ผลเต็มที

(3) ความต้องการพื้นที่ทำงานของบุคคลในสำนักงาน

ความต้องการพื้นที่ทำงานของบุคคลในสำนักงาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

- แบ่งตามพื้นที่ของแต่ละคนต้องการใช้ (OPEN WORK SPACE) เหมาะจะใช้กับห้องทำงานรวมที่กว้างใหญ่ เช่น สำนักงานที่เปิดโล่งสำหรับพนักงานคนหนึ่งควรจะมีพื้นที่ประมาณ
5 ตร.ม. ถ้าประกอบด้วยเฟอร์นิเจอร์ตามปกติคิดเป็นพื้นที่ 4.15-6.50 ตร. ม. ถ้ามีพื้นที่เก็บเอกสารหรือโต๊ะพิมพ์ดีด พื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างน้อย 2 ตร. ม.

-แบ่งตามความต้องการ (ENCLOSE WORK SPACE) เป็นการจัดชนิดแบ่งเป็นห้องๆ พื้นที่ต้องการใช้สำหรับห้องๆ หนึ่งขึ้นอยู่กับ
1.จำนวนผู้ใช้และเฟอร์นิเจอร์ที่มีอยู่ภายในห้องนั้น
2.ชนิดของงานที่กระทำในแต่ละห้อง
3.ฐานะหรือตำแหน่งของผู้ใช้ห้องนั้น

2.2.1.3 เนื้อที่สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกในสำนักงาน

1.เนื้อที่สำหรับทางเดินร่วม (AISELS) ต้องสะดวกสบายในการเข้าออก ระหว่างบริเวณทำงานและระยะความกว้างเนื้อที่ทางเดินร่วมขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ที่จะใช้ทางเดินนั้น

(1) ทางเดินหลัก (MAIN AISELS) ที่มีผู้ใช้มากที่สุดเพื่อเข้าถึงทางเดินรอง มีความกว้างประมาณ 1.50-3.00 เมตร เช่น ทางเดินโค้งกลาง

(2) ทางเดินรอง (INTERMEDIATE AIELS) เป็นทางเดินร่วมขนาดกลาง เช่น ทางเดินที่แยกจากโถงทางหลักเพื่อเข้าสู่ส่วนทำงานของแต่ละส่วน ซึ่งมีผู้จะใช้ในระดับปานกลางมีความกว้างประมาณ 1.00-1.20 เมตร

(3) ทางเดินภายในกลุ่ม (SECONDARY ALSELS) เป็นทางเดินระหว่างโต๊ะทำงานภายในกลุ่มซึ่งมีความกว้างประมาณ 0.90-1.00 เมตร ในการจัดทางเดินร่วมดังกล่าว กำหนดระยะห่างระหว่างตัวเฟอร์นิเจอร์ภายในสำนักงานเพื่อที่จะมีความสะดวกในการสัญจร

2.2.1.3.2 เนื้อที่สำหรับประชุม

(1) ประชุมเฉพาะกลุ่มเดียว สำหรับประชุมปรึกษาเล็กน้อย ภายในกลุ่มงานเดียวกันหรือมรผู้มาติดต่อ มีผู้ใช้ประมาณ 2-3 คนใช้ในเวลาสั้นในการพบปะกันละครั้งหากปรึกษากันนานกว่านี้อาจให้มีโต๊ะประชุม 3-4 ที่นั่ง เฉลี่ยการใช้พื้นที่ประมาณ 2.00-2.75 ตร.ม/คน

(2) การจัดพื้นที่สำหรับประชุมระหว่างกลุ่มในสำนักงานที่เปิดโล่ง การจัดพื้นที่ประชุมดังกล่าวอยู่ใกล้ระหว่างกลุ่มงานในแต่ละกลุ่ม อาจมีการปรึกษาหารือกันระหว่างพนักงานที่ทำงานร่วมกันรวมทั้งบุคคลภายนอก การประชุมในแต่ละครั้งประมาณ 6-8 คน ควรอยู่ใกล้กับทางที่ใช้สัญจรรวม เพื่อสะดวกในการเข้าถึง เฉลี่ยใช้พื้นที่ประมาณ 1.50-2.50 ตร.ม. / คน

(3) การจัดเนื้อที่สำหรับห้องสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์ทั่วไปใช้เวลาสั้นที่สุด โดยประมาณแล้ว 30-45 นาที ต้องการความเป็นส่วนตัวมาก ควรอยู่ใกล้กับทางเข้าและติดต่อส่วนทำงานนั้นหรือใกล้บริเวณพักคอยใช้ 2-3 คน เฉลี่ยการใช้พื้นที่ประมาณ 1.50-2.00 ตร.ม. / คน

(4) การจัดพื้นที่สำหรับห้องประชุมขนาดกลาง มีความต้องการเป็นส่วนตัวมากมีการควบคุมสภาพแวดล้อมที่ดี ใช้เวลาในการประชุมนั้นประมาณ 2-3 ชั่วโมง มีผู้ใช้ประมาณ 8-15 คน เฉลี่ยใช้พื้นที่ประมาณ 1.50-2.00 ตร.ม. /คน

(5). การจัดห้องประชุมขนาดใหญ่ ใช้เวลาการประชุมประมาณ 2-3 ชั่วโมงขึ้นไปควรจัดห้องรับรองก่อนเข้าห้องประชุมใหญ่ เพื่อดื่มน้ำชาหรือกิจกรรมอื่นๆ และต้องการติดต่อกับห้องอาหารประเภทเครื่องดื่มได้สะดวก ควรมีทางเข้า-ออกได้ 2 ทาง มีผู้ใช้ประมาณ 50-100 คน เฉลี่ยการใช้พื้นที่ประมาณ 0.90-1.50 ตร.ม./ คน

3. พื้นที่สำหรับจัดเก็บเอกสาร ในการเก็บเอกสารต่างๆ เป็นสิ่งสำคัญต่อระบบการทำงานในสำนักงานมากและยังต้องใช้พื้นที่มากเช่นกัน โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

(1) แบบที่เก็บเอกสารที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ แบบนี้จะอยู่บริเวณส่วนทำงานของแต่ละกลุ่มซึ่งรวมไปถึงที่เก็บเอกสารเฉพาะบุคคลด้วย

(2) แบบที่เก็บเอกสารแบบถาวร แบบนี้จัดเป็นห้องเก็บเฉพาะ ซึ่งอาจจะอยู่ในแต่ละชั้นของสำนักงาน หรือในหน่วยงานหนึ่ง

2.2.2 หลักเกณฑ์การออกแบบห้องประชุม

การศึกษารายละเอียดของประชุม มีความต้องการใช้สอย 2 กรณี คือ

2.2.2.1 การบรรยาย ถ้าใช้สำหรับการระบายเพียงอย่างเดียวการออกแบบเพียงผู้ฟังบรรยากาศสามารถได้ยิน และมองเป็นผู้บรรยายเพียงพอ แต่ถ้ามีการเขียนกระดานด้วยความจำเป็นต้องคำนึงถึงมุมมองและจำนวนแถวที่สามารถมองเห็นตัวหนังสือได้ดี ควรอยู่ประมาณไม่เกิน 12 การจัดแถวควรจัดให้อยู่ล้อมผู้บรรยาย เพื่อลดระยะระหว่างผู้บรรยายและผู้ฟัง

2.3.2.2 การฉายภาพยนตร์ สไลด์ เกณฑ์กำหนด (CRITERIA) กำหนดไว้ว่ามุมมองในแนวราบไม่ควรเกิน 30 องศา มุมมองในแนวตั้งไม่ควรเกิน 35 องศา โดยมุมการฉากของเครื่องฉายประมาร 12 องศา ระยะของการมองเห็นไม่ควรเกิน 6 เท่าของความกว้างจอ ระยะแถวที่นั่งควรห่างจากจอ ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความกว้างจอ

2.2.3 หลักเกณฑ์การออกแบบส่วนออกกำลังกาย (FITNESS ROOM)

ส่วนบริหารร่างกายและพักผ่อนบริเวณนี้เป็นที่สำหรับออกกำลังกายด้วยวิธีการต่างๆ รวมถึงการอาศัยเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมาประกอบด้วย ในส่วนนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

(1) ส่วนบริหารร่างกายด้วยเครื่องมือและใช้อุปกรณ์ต่างๆ

(2) ส่วนบริหารร่างกายด้วยการไม่ใช้เครื่องมือคือ FLOOR EXERCISE แบบต่างๆ

(3) ส่วนพักผ่อน ได้แก่ ส่วนนั่งพักหรือเล่นเกมต่างๆ อุปกรณ์และเครื่องมือในการออกกำลังกายส่วน FITNESS

- CARDIO VASCULAR EQUIPMENT

เป็นเครื่องออกกำลังกายที่มีการวัดและประเมินผลร่างกายของผู้เล่นเครื่องออกกำลังกายโดยจะเน้นไปที่เรื่องของระบบหัวใจและระบบไหลเวียนของกระแสเลือด ซึ่งการออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายชนิด CARDIO VASCULAR EQUIPMENT นี้จะส่งผลต่อระบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วทำงานได้ดียิ่งขึ้น เครื่องออกกำลังกายชนิดนี้จะมีการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นตัวคำนวณและประเมินค่าต่าง ๆ ออกมาตามแต่ละความสามารถของแต่ละเครื่อง และต้องขึ้นอยู่กับบริษัทที่ผลิตออกมา โดยส่วนมากแล้วเครื่องออกกำลังกายชนิดนี้จะสามารถเลือกหรือปรับระดับความถี่ของเครื่องมือได้ เช่น เลือกปรับ ระยะทาง / เวลา /

แคลอรี่ ได้ตามความต้องการของผู้ใช้

- RESISTANCE EQUIPMENT

เป็นเครื่องออกกำลังกายที่ต้องใช้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายออกแรงต้านเพื่อเสริมสร้างความแข็งแกร่งของกล้ามเนื้อ จะมีการเน้นการออกกำลังกายโดยเฉพาะ ในจุดเล็กจุดน้อยของร่างกายเครื่องออกกำลังกายชนิดนี้จะมีการนำรอกมาเป็นตัวช่วยผ่อนแรงของกล้ามเนื้อเป็นการรักษาความปลอดภัยของผู้เล่นเครื่องออกกำลังกายชนิดนี้ได้ระดับหนึ่ง ซึ่งเครื่องออกกำลังกายชนิดนี้สามารถเลือกระดับน้ำหนัก ปรับความพอเหมาะได้กับร่างกาย เหมาะแก่ผู้เริ่มต้นออกกำลังใหม่ ๆ

- FREE WEIGHT EQUIPMENT

เป็นเครื่องออกกำลังกายที่ต้องใช้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายออกแรงต้านเพื่อเสริมสร้างความแข็งแกร่งของกล้ามเนื้อ จะมีการเน้นการออกกำลังกายโดยเฉพาะในจุดเล็ก

2.2.4 หลักการออกแบบส่วนนิทรรศการ

2.2.4.1 ประเภทของส่วนนิทรรศการ

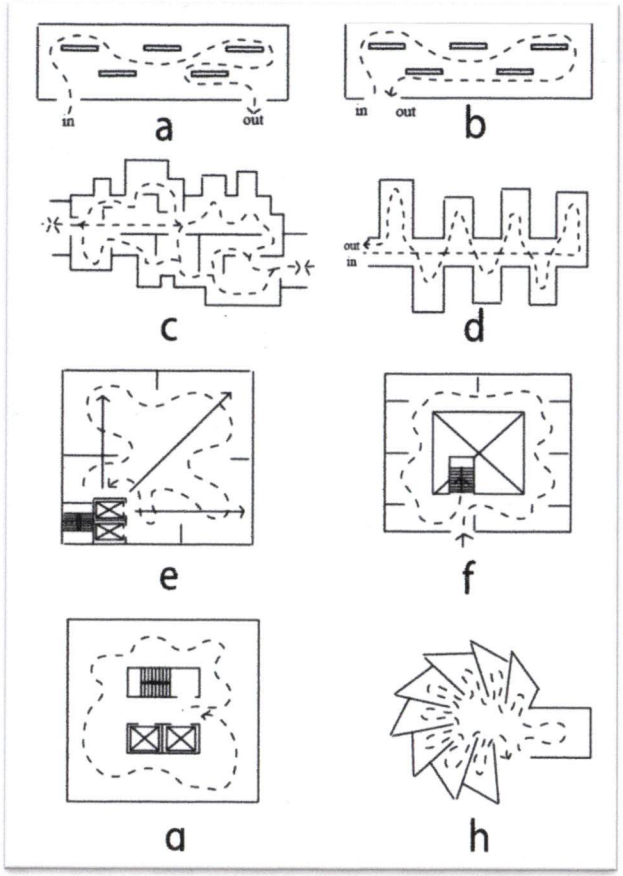
แบ่งได้เป็น 3ประเภท

(1) นิทรรศการถาวร (PERMANENT EXHIBITION) เป็นการจัดนิทรรศการเรื่องราวที่เกิดขึ้นแน่นอนแล้วเช่นเรื่องราวรูปภาพต่างๆ เกี่ยวกับนวัตกรรมที่โดดเด่น การตั้งแสดงนี้จะจัดแสดงให้ชมเป็นเวลานาน ผู้ชมอาจมาชมและศึกษาได้ตลอดไปเช่น ประวัติของการกำเนิดหลอดไฟ

(2) นิทรรศการชั่วคราว (TEMPORARY EXHIBITION) เป็นการจัดแสดงนิทรรศการที่ทำชั่วคราว 2 สัปดาห์ ถึง1 เดือน อาจจัดแสดงภายในสถานที่ที่จัดแสดงนิทรรศการแบบถาวรก็ได้ เป็นต้นว่าจัดสถานที่เป็นสัดส่วนภายในพิพิธภัณฑ์ เช่น มีศิลปินที่สำคัญทางพิพิธภัณฑ์อาจจัดสถานที่แสดงเป็นพิเศษ โดยเฉพาะเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศที่ให้ความรู้สึกน่าสนใจมากขึ้น

(3) นิทรรศการหมุนเวียน (TRAVELLING EXHIBITION) เป็นนิทรรศการที่จัดแสดงหมุนเวียนเปลี่ยนสถานที่ที่จัดแสดง เช่น ผลงานสิ่งประดิษฐ์ที่นักศึกษาในกรุงเทพ ฯ นำไปจัดแสดงที่เชียงใหม่ สงขลา หรือภาคอีสานหมุนเวียนสลับกันไปเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ทัศนะและเผยแพร่ให้ผู้ชมในท้องถิ่นได้รู้เห็นเพื่อความก้าวหน้าทางวิชาการ

ภาพที่ 2.3 แสดงรูปห้องและการกำหนดเส้นทางเดิน



ที่มา : วิชาการพิพิธภัณฑ์,2552

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ

2.2.4.2 การวางแผนในการจัดนิทรรศการ

การสื่อสารไม่ว่ารูปแบบใดจะดีหรือไม่ ต้องอาศัยการวิเคราะห์ประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมายของสื่อนั้นอย่างรอบคอบเพราะจะต้องจัดสรรให้สอดคล้องกับหลักจิตวิทยาการรับรู้ และหลักจิตวิทยาทางสังคมของกลุ่มผู้รับสาร ซึ่งมีอยู่ต่างกัน การวางแผนสำหรับการจัดนิทรรศการจะต้องนำเสนอให้กับผู้ชมที่เป็นกลุ่มเป้าหมายรับรู้ได้ถูกต้องและง่าย ในด้านจิตวิทยา ด้านสังคม สิ่งที่จัดแสดงจะต้องสอดคล้องกับอารมณ์ ความรู้สึกและความต้องการของผู้ชมจึงจะได้ผลดี ดังนั้นการวางแผนจัดนิทรรศการต้องคำนึงถึงผู้ชมเป็นสิ่งสำคัญที่สุดเป็น อันดับแรกของการวางแผนนิทรรศการ เพราะการคำนึงถึงส่วนประกอบของผู้ชมและทัศนคติ จะเป็นเครื่องพิจารณา คุณสมบัติ คุณภาพ ขนาด การแสดง ระยะเวลา การจัดและการนำเสนอว่าควรเป็นอย่างไร

2.2.4.3 การวางแผนเกี่ยวกับเรื่องและเนื้อหา

นิทรรศการจะจัดเรื่องใดก็ได้แทบทุกเรื่อง แต่หากจะได้ผลดี หรือไม่ผู้จัดจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้

(1) **จุดมุ่งหมาย** วัตถุประสงค์ของงาน ผู้จัดควรจะต้องทราบว่าจะต้องจัดอะไรให้ใครดู เรื่องอะไรที่กลุ่มเป้าหมายสนใจ ต้องการให้รู้อะไรบ้าง นิทรรศการที่ดีต้องมีจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ที่แน่นอน การ

จัดนิทรรศการหลายเรื่องหรือหลายวัตถุประสงค์ย่อมเป็น อันตรายถึงแม้จะจัดเสนอดี นิทรรศการนั้นอาจทำให้ผู้ชมสนใจเล็กน้อยเท่านั้น

(2) **การเสนอเนื้อหา** เนื้อหาที่ดีไม่ได้หมายถึงเนื้อหาที่คุ้นเคยหรือสามารถให้ความบันเทิงใจสูงสุด และไม่ได้หมายความว่าจะต้องให้สอดคล้องกับรสนิยมของสังคมนั้น แต่หมายถึงเนื้อหานั้นอาจนำมาแสดงได้อย่างเหมาะสมและสามารถกระตุ้นหรือเร้าใจนำความพอใจ หรือถ่ายทอดความรู้สึกแก่ผู้ชมกลุ่มเป้าหมายได้เป็นอย่างดี ฉะนั้นการที่จะให้เกิดผลดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้จัดที่เปลี่ยนปัญหาต่างๆ มาเป็นรูปร่างให้ผู้ชมสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจน แต่ในแง่นิทรรศการทางวิชาการซึ่งมีเนื้อหาถ่ายทอดทางวิชาการที่แน่นอนมักแสดงในกลุ่มหรือระดับเดียวกับผู้จัดเป็นส่วนใหญ่

(3) **หัวเรื่อง** ชื่อของนิทรรศการนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องนึกถึงเพราะมันจะเป็นตัวแจ้งกับผู้ชมว่า นิทรรศการนี้จะจัดเกี่ยวกับอะไร ตรงกับความสนใจของผู้ชมหรือไม่หัวเรื่องควรตั้งชื่อเรื่องให้น่าสนใจในขณะเดียวกันก็ให้ความหมายครอบคลุมเนื้อหาที่จัดแสดงได้ครบถ้วน

(4) **ข้อความและคำบรรยาย** นิทรรศการที่เต็มไปด้วยข้อความและคำบรรยายมักทำให้น่าเบื่อยุ่งสมอง เนื่องจากผู้จัดมุ่งเสนอให้มากเพราะเห็นความสำคัญไปหมด แทนที่จะเลือกเอาสิ่งที่ดีและสำคัญที่สุดมาแสดง หรือเลือกที่เข้าข่ายโดยไม่ต้องบรรยายมาก นิทรรศการที่เต็มไปด้วยการอ่านมักไม่ประสบผลสำเร็จ เพราะผู้ชมอาจเหนื่อยล้าหมด

2.2.4.4 รูปห้องและการกำหนดเส้นทางเดิน

ปัญหาการจัดรูปห้องยังเกี่ยวกับทางเดินของผู้ชมในห้องจัดแสดงด้วย ถ้าห้องมีประตูเดี่ยวจะสะดวกในการที่ให้ผู้ชมได้ดูการจัดแสดงเรียงลำดับได้ตามต้องการตั้งแต่เริ่มต้นทางเข้าจนถึงทางออก แต่ถ้าหากมีหลายประตูเป็นการยากที่จะกำหนดทางเดินให้ชมสิ่งของได้ตามลำดับ แต่ถ้าเป็นห้องต่อห้องกันไป การวางประตูก็จะต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ ให้คนเดินดูได้รอบ ในห้องหนึ่งก่อนที่จะผ่านไปอีกห้องต่อไปการกำหนดประตูเข้าออกและทิศทางการสัญจรในรูปแบบต่างๆ

A = rectilinear circulation (decentraliced system of access)

B = rectilinear circulation (centraliced system of access)

C = decentrallized system of access

D = comb type lay-out

E = block arrangement

F = twisting circulation

G = twisting circulation

H = fan shape

2.2.4.5 ลักษณะการจัดสิ่งที่แสดงและอุปกรณ์ที่จัดแสดง

สิ่งที่จำเป็นที่ต้องศึกษาที่เกี่ยวกับการจัดพิพิธภัณฑ์เพื่อนำมาเป็นทางเลือกในการจัดแสดง มีข้อหัวที่ต้องศึกษาดังต่อไปนี้

(1) การจัดแสดงแบบหุ่นจำลอง (MODE) เป็นวัตถุ 3 มิติ ที่มีขนาดแตกต่างกัน แสดงให้เห็นรายละเอียดต่างๆ รูปแบบของการจัดแสดงสามารถจัดเป็นแบบกลุ่มหรือแบบเดี่ยวและอาจจัดรูปแบบให้น่าสนใจโดยใช้เทคนิคอื่นๆ

(2) การจัดแสดงในลักษณะการเคลื่อนที่ (MOBILE) คือการจัดโดยใช้สิ่งที่ต้องการเน้นให้มีการเคลื่อนไหวในรูปแบบต่าง ๆกัน เช่น การหมุน เป็นต้น ประโยชน์คือ เมื่อมีการเคลื่อนที่เป็นสิ่งเร้าพิเศษ ย่อมเกิดการตอบสนองเป็นพิเศษ ทำให้ผู้เข้าชมเกิดความประทับใจ

(3) การจัดแสดงโดยภาพยนตร์โทรทัศน์ (MOTION PICTURE) เป็นการจัดแสดงที่ผู้เข้าชมสามารถมองเห็นภาพ การเคลื่อนที่ และเสียงประกอบจากเครื่องบันทึกเสียง เป็นวิธีที่ไม่ต้องอาศัยบุคลากรมากในการอธิบายชิ้นงาน

(4) การจัดแสดงแบบภาพนิ่ง (STEEL PICTURE) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- ประเภทที่มีเสียงประกอบ
- ประเภทที่ไม่มีเสียงประกอบ

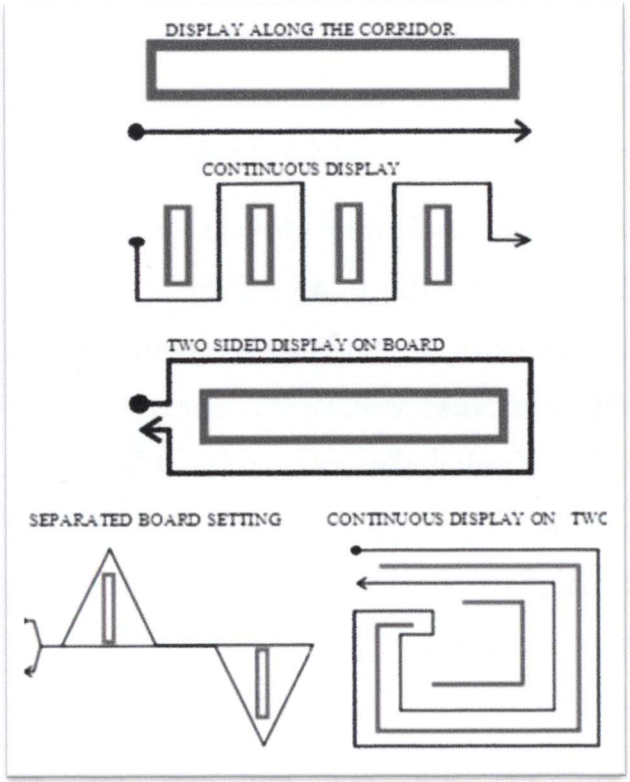
(5) การจัดแสดงแบบแผ่น 2 มิติ (BOARDS) ใช้สำหรับแสดงงานที่มีลักษณะเป็นภาพ หรือ CHART แสดงเรื่องราวต่าง ๆ การจัดจะจัดเป็น PANEL เป็นชุดๆ ที่ขนาดใกล้เคียงกันในแต่ละชุด เนื่องจากการนำ BOARD มาจัดแสดงมากๆ หรือต่อเนื่องกันมากๆ อาจทำให้ผู้ชมลดความสนใจลงได้ ลักษณะของการจัดแบบนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

- BOARD แบบธรรมดาติดผนังหรือลอยตัวจัดแสดงภาพ 2 มิติ
- ELECTRONIC BOARD เป็น BOARD ที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการจัดแสดงเพื่อเพิ่มความน่าสนใจและตอบสนองประสาทสัมผัสได้ดีกว่า BOARD แบบธรรมดา เช่นมีการนำเอาแผงวงจรไฟฟ้าอิเลคทรอนิคส์ไฟกระพริบ เครื่องบันทึกเสียงโต้ตอบกับผู้เข้าชมโดยอาศัยการกดปุ่มหรือสัมผัส เป็นต้น

(6) การจัดแสดงแบบตู้ DISPLAY เป็นการจัดแสดงโดยนำเอาวัตถุที่มีขนาดเล็กหรือชิ้นส่วนต่างๆมาแสดงในตู้หรือแสดงไว้เพื่อให้ได้บรรยากาศเกิดความน่าสนใจ และเป็นการป้องกันสิ่งที่นำมาแสดงไม่ให้เกิดความเสียหายจากการถูกสัมผัสของผู้เข้าชม

(7) อันตรทัศน์ (DIORAMA) เป็นการนำ BOARD ที่จัดเป็นฉากหรือ MODEL มาประกอบกันเพื่อแสดงให้เห็นถึงบรรยากาศและธรรมชาติของเนื้อเรื่องใกล้เคียงกับความจริงมากขึ้น การจัดแสดงเล็กสุดเป็นตู้

ภาพที่ 2.4 แสดงการจัดสถานที่แสดงนิทรรศการ



ที่มา : วิชาการพิพิธภัณฑ์,2552

DIORAMA ลึกประมาณ 60 ซม. และมีขนาดใหญ่ขึ้นจนอาจจัดเป็นห้อง ซึ่งสามารถถ่ายทอดความรู้สึกต่าง ๆได้ดี

2.2.4.6 การจัดสถานที่แสดงนิทรรศการ

การจัดนิทรรศการจะต้องเป็นไปตามลำดับตั้งแต่ต้นจนจบเรื่องโดยมีลักษณะการจัดแสดงอยู่ 5 แบบ คือ

(1) การจัดแสดงตามระเบียงทางเดิน (DISPLAY ALONG THE CORRIDOR)

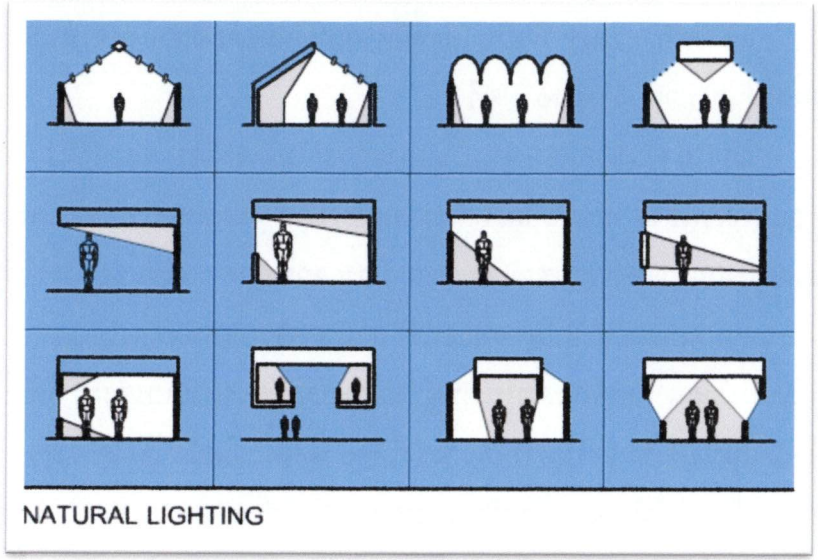
(2) การจัดแสดงแบบต่อเนื่องกัน (CONTINUOUS DISPLAY)

(3) การจัดแสดงบอร์ดที่จัดแสดงให้สิ่งจัดแสดงทั้งสองด้าน (TWO SIDED DISPLAY ON BOARD)

(4) การจัดแสดงบอร์ดที่แยกออกจากกัน (SEPARATED BOARD SETTING DISPLAY)

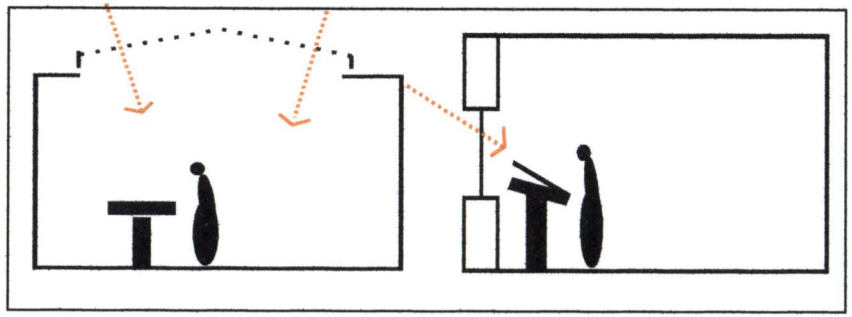
(5) การจัดแสดงบอร์ดแบบต่อเนื่องโดยใช้บอร์ดที่ดูได้ทั้งสองด้าน (CONTINUOUS DISPLAY ON TWO SIDED BOARD)

ภาพที่ 2.5 แสดง แสงธรรมชาติ



ที่มา : วิชาการพิพิธภัณฑ์,2552

ภาพที่ 2.6 แสดงแสงพุ่งตรงจากหลังคา แสงจากผนังด้านข้าง



ที่มา : วิชาการพิพิธภัณฑ์,2552

2.2.4.7 แสงสว่างในห้องจัดแสดง

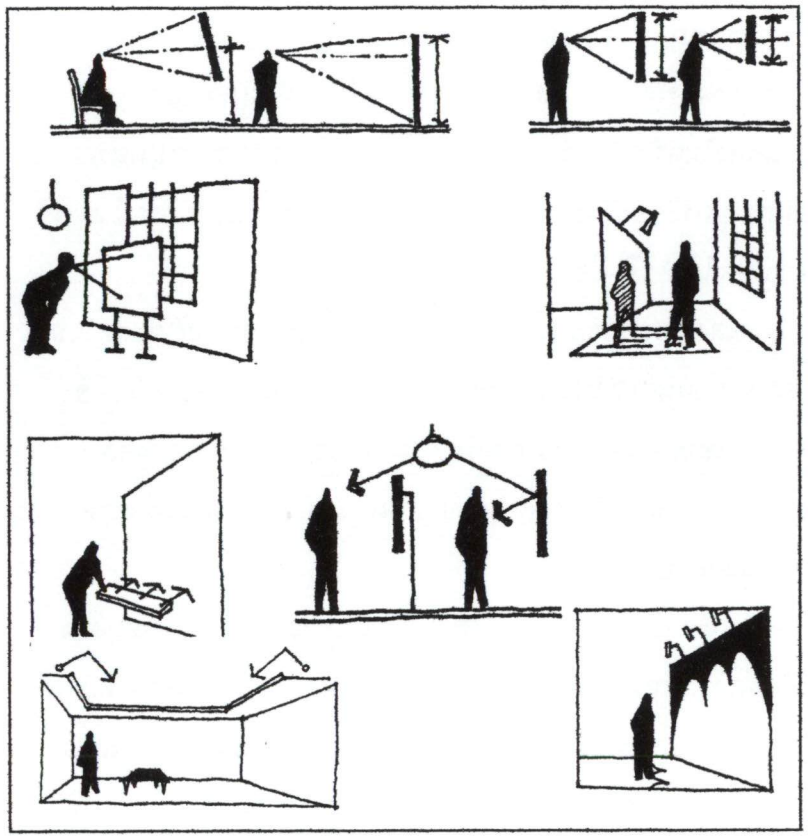
แสงสว่างในห้องจัดแสดงที่นิยมใช้กันแพร่หลายนั้นพอจะแบ่งออกได้เป็นประเภทใหญ่ได้ 2 ประเภท คือ

(1) แสงธรรมชาติ แสงธรรมชาตินี้ เป็นแสงที่เหมาะสมที่สุดเกี่ยวกับการจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์ เพราะแสงธรรมชาติให้ปริมาตรที่นุ่มนวลและไม่เปลี่ยนแปลงสีของวัตถุ ตามธรรมดาแสงธรรมชาตินี้สามารถนำมาใช้ในห้องแสดงได้ 2 วิธี คือ

- แสงพุ่งตรงจากหลังคา การนำแสงธรรมชาติมาใช้โดยส่องแสงมาจากหลังคานั้น สถาปนิกจะต้องออกแบบหลังคาเป็นกระจกฝ้า ซึ่งกรองแสงไวโอเลต แต่อย่างไรก็ตามประเทศในเขตร้อน ถ้าวิธีดังกล่าวนี้ควรจะออกแบบหลังคาให้ระดับหลังคาเพดานสูงเอาไว้ ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการกรองแสงด้วยผ้าดิบ

- แสงจากผนังด้านข้าง แสงจากผนังด้านข้างนี้ ใช้สะท้อนแสงเหนือตู้แสดงอีกทีหนึ่ง เพราะฉะนั้นในการออกแบบผนังด้านข้าง สถาปนิกควรกำหนดระดับของผนังชั้นล่าง ให้เท่ากับระดับเพดานตู้ เพราะเหตุว่าในการสะท้อนแสงด้านข้างลงบนตู้นั้น ต้องใช้กระจกเงา 45 องศาสะท้อนแสงอีกชั้นหนึ่ง ในกรณีที่พิพิธภัณฑ์มีเพดานสูงจากพื้นประมาณ 2.20 เมตร ผนังด้านข้างควรจะอยู่ในระดับเดียวกับตู้ ส่วนเจาะผนังนั้นไม่ควรมากจนเกินไป

ภาพที่ 2.7 แสดง แสงประดิษฐ์



ที่มา : วิชาการพิพิธภัณฑ์,2552

(2) แสงประดิษฐ์ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

- แสงไฟฟ้าธรรมชาติ เป็นแสงที่มีความพร้อมและมีกำลังส่องสว่างของแสงสีแดงมากกว่าดวงอาทิตย์

- แสงไฟ FLUORESENT เป็นแสงสว่างที่ไม่มีเงาสีของแสงทั่วไป คล้ายแสงธรรมชาติ เป็นที่ยอมรับกันว่าแสงประดิษฐ์ มีผลต่อการจัดแสดงของวัตถุมากกว่าแสงธรรมชาติ เพราะสามารถควบคุมความเข้มของแสงได้ สามารถควบคุมแหล่งกำเนิดของแสงได้ สามารถควบคุมทิศทางได้ค่อนข้างแน่นอน การจัดแสงประดิษฐ์นั้นสามารถจัดแสดงแบบต่างๆ ได้ไม่จำกัดและเปิดโอกาสในการจัดวางผังได้อย่างอิสระ แต่ยังมีข้อเสีย คือ เกิดความร้อนทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น โดยเฉพาะการใช้ SPORT LIGHT เกิดความยุ่งยากในการจัด CONTRAST แสงไม่แผ่กระจายเป็นบริเวณกว้าง

7) บรรยากาศของห้องแสดง

(1) เร้าความสนใจด้านความงาม (AESTHETICS) ความงามของวัตถุและความงามในการจัดแสดงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะฉะนั้นในการจัดแสดงวัตถุต่างๆ จะต้องถือว่า เรื่องนี้เป็นสิ่งสำคัญ ห้องแสดงใดที่แห้งแล้งไม่เร้าความสนใจแล้ว ห้องแสดงนั้นไม่ตื่นเต้นและเป็นที่สนใจของคนมากนัก

(2) เร้าใจให้เพลิดเพลิน (ROMANTIC) ความเพลิดเพลินในห้องแสดงคุณสมบัติที่สำคัญยิ่งของห้องแสดงต่าง ๆ เพราะเพียงความงามของ

วัตถุและการจัดแสดงอย่างเดียว จะทำให้ประชาชนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเที่ยวเดินดู เดินชมนานเท่าที่ควร ด้วยเหตุนี้ ห้องแสดงนอกจากเน้นในด้านความงามแล้ว จะต้องเร้าความเพลิดเพลินด้วย

(3) เร้าให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นอยากค้นคว้า (INTELLECTUAL) ความอยากรู้อยากเห็นเป็นเรื่องสำคัญมาก เพราะเป้าหมายของห้องแสดงที่สำคัญที่สุด คือ การให้ความรู้เรื่องต่างๆ เพราะประชาชนจะไม่ได้ความรู้เพิ่มเติมขึ้น การกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นอยากค้นคว้า

2.2.5 การออกแบบและการจัดแสดงด้วยสื่อ

การจัดนิทรรศการ ในปัจจุบันจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีทางการศึกษา มาประกอบเพื่อให้ความรู้ ความสะดวกเข้าใจขึ้น นักจิตวิทยาพบว่าการรับรู้ของคน แบ่งเป็นส่วนต่างๆได้ดังนี้ รับรู้ทางสายตา 75% รับรู้ทางหู 13% รับรู้ทางสัมผัส 6% รับรู้ทางกลิ่น 3% รับรู้ทางรส 3% ดังนั้นสื่อในการจัดแสดงจึงจัดเป็น 3 กลุ่ม สื่อ 2 มิติ สื่อ 3 มิติ สื่อ 4 มิติ และสื่อที่ไม่มีมิติโดยสื่อทางสายตาจะเป็นสื่อที่ดีที่สุด

1) ประเภทประเภทวัตถุ 3 มิติ (OBJECT & MODEL) เป็นการจัดแสดงแบบวัตถุลอยตัว 3 มิติ วัตถุมีรูปทรงและขนาดเล็ก และ ขนาดใหญ่แตกต่างกันออกไป มีทั้งของจริงและของจำลอง เพื่อความน่าสนใจให้สะดุดตาผู้เข้าชม และเหมาะสมกับเนื้อหาของการจัดแสดง

2) ประเภท 2 มิติ (BOARD) ส่วนใหญ่จัดเป็น Panel เป็นจุดๆโดยมีขนาดที่แตกต่างกันกันออกไป อาจเป็นบอร์ดที่ตั้งลอยตัวหรือติดกับผนัง แบ่งออกเป็น ประเภทได้ ดังนี้

2.1) WALL BOARD เป็นบอร์ดแผ่นเรียบ 2 มิติ มีความหนาบางแตกต่างกันออกไป

2.2) ELECTRONIC BOARD เป็นบอร์ดที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการจัดแสดงเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ และสามารถตอบสนองประสาทสัมผัสได้มากกว่าการใช้สายตาเพียงอย่างเดียว เช่น การใช้ไฟฟ้า ไฟกระพริบ เครื่องบันทึกเสียง เป็นต้นโดยอาศัยการกดปุ่ม มือหมุน หรือทดลองในแบบต่างๆ

2.3) DIORAMA หรือ อันตรทัศน์ เป็นการนำเอาการจัดประเภทบอร์ด ซึ่งจัดเป็นฉากและวัตถุประเภท 3 มิติ มาประกอยกันเพื่อแสดงให้เห็นบรรยากาศ และ เนื้อเรื่องที่ใกล้เคียงกับความจริงได้มากขึ้น ซึ่งผู้เข้าชมสามารถเดินเข้าไปส่วนหนึ่งของการจัดแสดงได้

2.4) MOCK UP มีลักษณะคล้ายกับ DIORAMA โดยเป็น MODEL ขนาดใหญ่ 1 ชิ้น ที่ผู้ชมเดินเข้าไปในนั้นได้ โดยแตกต่างกับแบบ DIORAMA ในแง่ของจุดสนใจ โดย DIORAMA จุดสนใจจะอยู่ที่วัตถุที่นำมาจัดแสดงภายในห้องนั้น แต่ส่วน MOCK UPจุดสนใจจะอยู่ที่ตัวมันเองทั้งหมด ส่วนขนาดจะขึ้นอยู่กับเรื่องราวที่จะนำมาจัด

2.5) Equipments เป็นการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เข้ามาช่วยในการจัดแสดง แต่มีข้อจำกัด คือไม่สามารถจัดแบบการจัดทั่วไปได้ เพราะต้องการความมืดในการจัดแสดง ได้แก่ Computer Display, Video Wall, Virtual Reality, Hologram

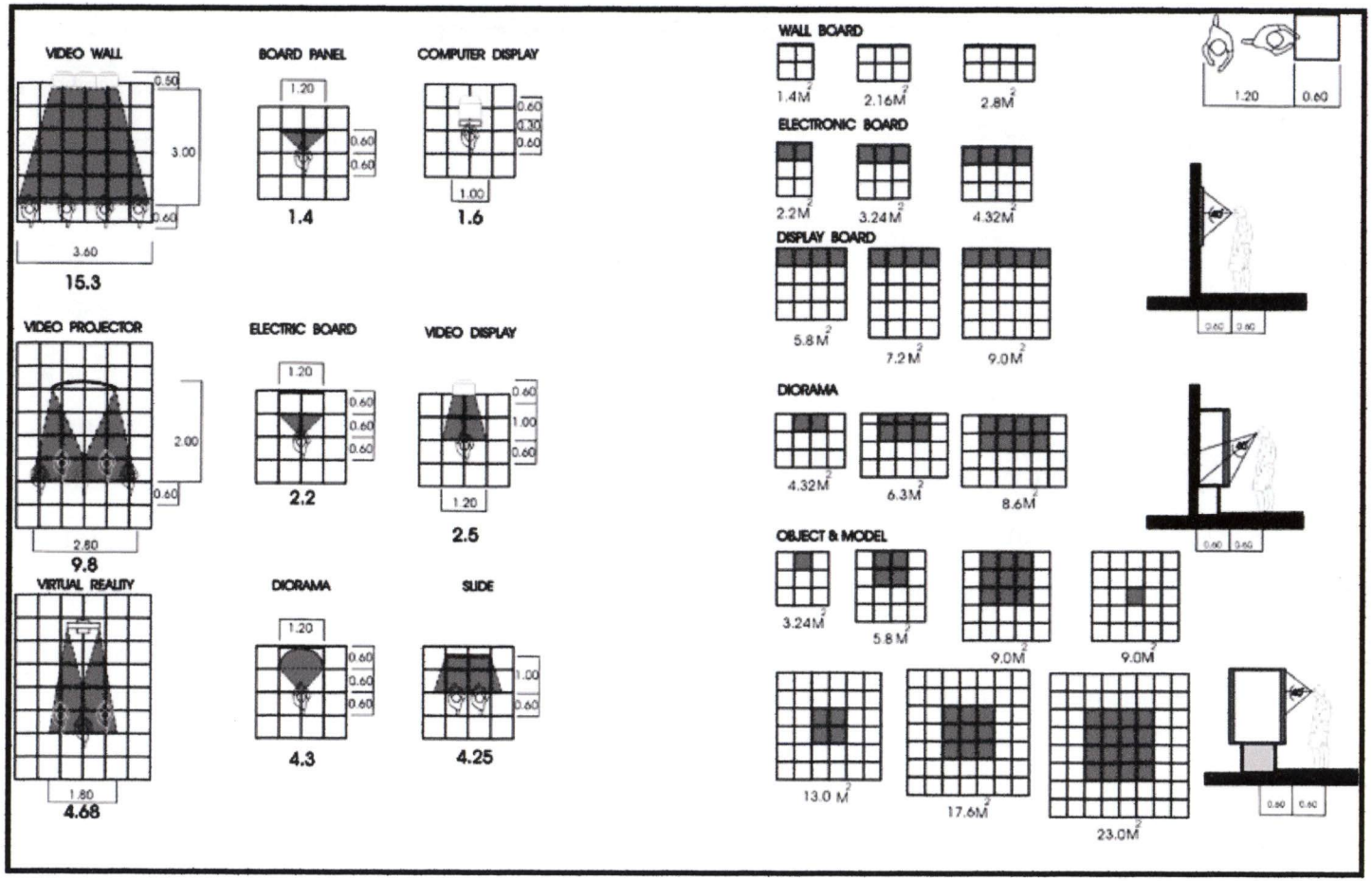
2.6) Mixed technic คือ การนำเอาเทคนิคต่างๆ มาจัดแสดงร่วมกันเพื่อ เพิ่มความสนใจในเนื้อละเรื่องราวของงานที่จัดแสดง

2.2.5.1 กำหนดเทคนิคจัดแสดงนิทรรศการ

กำหนดให้เป็นแบบ (INSTRUCTIONAL PRESENTATION) โดยลักษณะการจัดแสดงจะ มีทั้งที่ใช้อุปกรณ์ประกอบในการจัดแสดง และแบบที่ไม่ใช่อุปกรณ์ สำหรับอุปกรณ์ในการแสดงนั้นจะมีลักษณะและรูปแบบการใช้งานดังนี้

- SCREEN BOARDS ใช้สำหรับแสดงวัตถุที่ต้องแขวนหรือห้อย BOARD นี้จะต้องติดตั้งผนังและกลางห้องบ้างเป็นบางส่วน ซึ่งขึ้นอยู่กับ

ภาพที่ 2.8 แสดงมาตรฐานพื้นที่จัดแสดงนิทรรศการในรูปแบบต่าง ๆ



ที่มา :วิชาการพิพิธภัณฑ์,2552

2.2.6 **หลักการออกแบบห้องสมุด**

ห้องสมุด หรือ Library ซึ่งมีรากศัพท์มาจากภาษาลาตินว่า Liber ซึ่งแปลว่าหนังสือ ดังนั้นคำว่า Library ก็คือที่เก็บรวบรวมหนังสือ ส่วนความหมายในปัจจุบันคือ สถานที่รวมสรรพวิทยาการต่างๆ ซึ่งได้บันทึกไว้ในรูปของหนังสือ วารสาร ต้นฉบับ ตัวเขียนหรืออุปกรณ์โสตน์ เพื่อบริการแก่ผู้มาใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้และตามความสนใจของแต่ละบุคคล

2.2.6.1 **ประเภทและความหมายของห้องสมุด** ปัจจุบันห้องสมุด แบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. ห้องสมุดโรงเรียน (School library) หมายถึง ห้องสมุดของสถาบันการศึกษาระดับต่ำกว่าอุดมศึกษา เริ่มตั้งแต่ระดับอนุบาล ประถม มัธยม ห้องสมุดประเภทนี้จะจัดหนังสือและวัสดุต่าง ๆ ของทุกสาขาวิชา
ในหลักสูตรตามระดับและประเภทของนักเรียน เพื่อเป็นแหล่งค้น คว้าของครูและนักเรียน

2. ห้องสมุดวิทยาลัยและห้องสมุดมหาวิทยาลัย (College and university library) หมายถึง ห้องสมุดของสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา ที่มุ่งส่งเสริมการเรียนการสอน การศึกษาค้นคว้าวิจัยของอาจารย์ นิสิต นักศึกษา ตลอดจนเจ้าหน้าที่ในสถาบันการศึกษานั้น ๆเป็นการพัฒนาทางด้านวิชาการ

3. ห้องสมุดเฉพาะ (Special library) ห้องสมุดที่หน่วยราชการ องค์การ บริษัท สมาคม โรงงาน ตลอดจนองค์การระหว่างประเทศต่าง ๆ จัดตั้งขึ้น ซึ่งจะมีสิ่งพิมพ์และโสตวัสดุเฉพาะวิชาที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของหน่วยงานนั้น ๆ เท่านั้น เพื่อให้สมาชิกในหน่วยงานได้ศึกษาค้นคว้าวิจัยในงานที่ตนปฏิบัติอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์ ห้องสมุดรัฐสภา ห้องสมุดสยามสมาคม เป็นต้น

4. ห้องสมุดประชาชน (Public library) หมายถึง ห้องสมุดที่จัดตั้งขึ้น
เพื่อให้บริการในด้านหนังสือ และวัสดุความรู้อื่น ๆ แก่ประชาชน โดยมิต้องเสียค่าบำรุง ซึ่งประชาชนมีสิทธิเข้า

5. หอสมุดแห่งชาติ (Nation library) หมายถึง ห้องสมุดที่เก็บรวบรวมสิ่งพิมพ์ขึ้นภายในประเทศไทยไว้อย่างสมบูรณ์ อนุรักษ์ให้คงทนถาวร และจัดให้ใช้ประโยชน์ในด้านประกอบการค้นคว้าวิจัย การทำภาคนิพนธ์ ของหอสมุดแห่งชาติจะต้องให้ได้รับกับสิ่งพิมพ์ทุกเล่มที่พิมพ์ขึ้นภาย ในประเทศ ตามพระราชบัญญัติการพิมพ์ พ.ศ.2484 จำนวน 2 ฉบับ มีหน้าที่ในการให้บริการนักเรียน นักศึกษา ตั้งแต่ระดับปริญญาตรีขึ้นไป สังกัดกรมศิลปากร กระทรวงศึกษาธิการ

2.2.6.2 **ประโยชน์ของห้องสมุด**

1.ห้องสมุดเป็นสถานที่รวบรวมสรรพวิทยาการ

2.ห้องสมุด เป็นสถานที่ให้โอกาสผู้ใช้ได้ศึกษาด้วยตนเอง ตามความต้องการ ห้องสมุดเป็นสถานที่ส่งเสริมและสนับสนุนการศึกษาและการสอนของสถานศึกษาตั้งแต่ระดับเด็กเล็กจนถึงระดับอุดมศึกษา ปลูกฝังให้มีนิสัยรักการอ่านและรักการศึกษาค้นคว้า รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ด้วยการอ่าน

3.ห้องสมุดช่วยให้นักเรียน นักศึกษา ตลอดจนผู้ใช้เป็น คนทันสมัยอยู่เสมอ เปิดโอกาสแต่ละบุคคลได้พัฒนาความเจริญของตนทั้งการศึกษา
สังคมสภาพ แวดล้อม วัฒนธรรมและสติปัญญา ให้ทันกับเหตุการณ์ต่างๆของโลกปัจจุบัน

2.2.6.3 **การบริหารงานห้องสมุด**

ห้องสมุดทุกประเภทจะดำเนินไปด้วยดีไม่ได้ หากไม่มีการวางแผนการดำเนินงานให้เหมาะสม บรรณารักษ์ในฐานะที่เป็นผู้บริหารห้องสมุดจะต้องรู้จักงานต่าง ๆ ของห้องสมุด ที่จะต้องปฏิบัติเป็นประจำและรู้จักแบ่งงานและจัดสรรงานให้เหมาะสมกับประเภทและบุคคล เพื่อเป็นการประหยัดบุคลากร เวลาและงบประมาณ เมื่อบรรณารักษ์รู้จักงานทั้งหมดแล้วจึงจะวางแผนการดำเนินงานได้อย่างถูกต้อง โดยทั่วไปแล้วงานต่าง ๆ ของห้องสมุดที่ปฏิบัติเป็นประจำแบ่งอย่างกว้าง ๆ ได้ 3 งาน ดังนี้ คือ

1. งานบริหารและงานธุรการของห้องสมุด เพื่อให้การดำเนิน งานเป็นไป อย่างมีระเบียบแบบแผน มีประสิทธิภาพและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของห้องสมุด ประกอบด้วยงานต่าง ๆ ดังนี้

- งานบริหารของห้องสมุด ได้แก่ การวางแผน การกำหนดนโยบาย การจัดองค์การ การบริหารงานบุคคล การควบคุมงานและการวินิจฉัยสั่งการ การประสานงานการบริหารงบประมาณและการจัดทำงบประมาณการจัดซื้อวัสดุ ครุภัณฑ์

- งานด้านธุรการและงานสารบรรณ ได้แก่ งานธุรการและงานสารบรรณของห้องสมุด งานพิมพ์ งานจัดทำสถิติ บันทึกและรายงานของห้องสมุด

- งานด้านการประชาสัมพันธ์ของห้องสมุด ตลอดถึงความร่วมมือระหว่างห้องสมุดกับหน่วยงานอื่น ๆ

2. งานเทคนิคของห้องสมุด กิจการห้องสมุดจะดำเนินไปด้วยดีได้ต้องอาศัยการปฏิบัติงานด้านเทคนิคจึงจัดได้ว่าเป็นงานที่สำคัญที่สุด ซึ่งเป็นงานที่ต้องปฏิบัติโดยใช้ความรู้ทางบรรณารักษ์ศาสตร์โดยตรงประกอบด้วยงานต่างๆ คือ งานคัดเลือกและงานจัดหาทรัพยากรสารนิเทศ งานจัดเตรียมทรัพยากรสารนิเทศ งานจัดหมู่และทำบัตรรายการ ทรัพยากร

สารนิเทศ งานวารสารและหนังสือพิมพ์ งานซ่อมบำรุงรักษาทรัพยากรสารนิเทศ งานสำรวจทรัพยากรสารนิเทศ งานคอมพิวเตอร์ของห้องสมุด

3. งานบริการของห้องสมุด งานด้านนี้เป็นหัวใจของห้อง สมุด ตามปรัชญาบรรณารักษ์ คือให้บริการที่ดีที่สุดซึ่งได้แก่บริการจ่ายรับหนังสือ บริการตอบคำถามและช่วยการค้นคว้า บริการคัดเลือกและเผยแพร่ข้อสนเทศ บริการหนังสือสำรอง บริการยืมระหว่างห้องสมุด บริการข่าวสารทันสมัย บริการรวบรวมบรรณานุกรม บริการสาระสังเขป บริการดรรชนี บริการแฟ้มสารนิเทศบริการถ่ายเอกสาร บริการสืบค้นสารนิเทศจากฐาน ข้อมูล บริการค้นสารนิเทศระบบออนไลน์ บริการสอนการใช้ห้องสมุดและบริการโสตทัศน์วัสดุ

2.2.6.4 **วัสดุของห้องสมุด** (Library materials)

วัสดุห้องสมุด หมายถึง วัสดุเพื่อการอ่านและการศึกษาค้นคว้าต่างๆ ที่ห้องสมุดได้จัดหารวมจัดเก็บเพื่อให้บริการในห้องสมุด วัสดุห้องสมุดแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. วัสดุตีพิมพ์ (Printed materials)

- หนังสือได้แก่หนังสือสารคดี (Non fiction) และบันเทิงคดี (Fiction)
- วารสารหรือนิตยสาร (Periodicals)
- หนังสือพิมพ์ (Newspapers)
- จุลสาร (Pamphlets) เป็นสิ่งพิมพ์ขนาดเล็ก- กฤตภาค (Cloppings) เป็นข้อความหรือเรื่องที่ตัดมาจากหนังสือพิมพ์ วารสาร
- เอกสาร มาผนึกลงบนกระดาษให้หัวเรื่อง แล้วจัด เก็บเข้าแฟ้มในตู้จุลสาร

2.2.6.4.2 วัสดุไม่ตีพิมพ์หรือโสตทัศน์วัสดุ (Audio - visual material)

- รูปภาพ แผนที่ แผนภูมิและภาพโฆษณา
- ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว(Sude and Filmstrips)

2.2.6.5 **การจัดหมวดหมู่**

ห้องสมุดโดยทั่วไป จะต้องมีหนังสือนับร้อยเล่ม จนถึงเป็นล้านเล่ม และ
หนังสือก็มีหลายประเภท เช่น ประวัติศาสตร์ วรรณคดี วิทยาศาสตร์ ศิลปกรรม เป็นต้น ถ้าห้องสมุดจัดหนังสือไม่ตามลำดับ การจัดหนังสือก็จะปะปนกันหมด วิธีที่จะหยิบหนังสือได้สะดวกที่สุด คือการจักหนังสือตามเนื้อเรื่องเดียวกัน หรือคล้ายคลึงกันไว้ด้วยกัน จึงมีผู้คิดจัดระบบหนังสือเป็นหมวดหมู่ขึ้น คือ การคิดสัญลักษณ์ขึ้นแทนชนิดของหนังสือ การจัดหมวดหมู่ที่ใช้กันแพร่หลายมี 2 ระบบ คือ

ตาราง 2.1 : แสดงการจัดหมู่หนังสือตามระบบทศนิยมของดิวอี้

000 – 099	เบ็ดเตล็ดหรือความรู้ทั่วไป
100 – 199	ปรัชญา
200 – 299	ศาสนา
300 – 399	สังคมศาสตร์
400 – 499	ภาษาศาสตร์
500 – 599	วิทยาศาสตร์
600 – 699	วิทยาศาสตร์ประยุกต์
700 – 799	ศิลปกรรมและการบันเทิง
800 – 899	วรรณกรรม
900 – 999	ภูมิศาสตร์ – ประวัติศาสตร์

ที่มา : สมาคมห้องสมุดประชาชนแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , 2552

หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

(1) ระบบทศนิยมของดิวอี้ เหมาะสำหรับห้องสมุดขนาดเล็กๆ เช่นห้องสมุดโรงเรียนขนาดใหญ่และห้องสมุดมหาวิทยาลัย ตามลักษณะความเหมาะสม การจัดหมู่หนังสือตามระบบทศนิยมของดิวอี้ (Dewey Decimal Classification) ซึ่งแบ่งออกเป็น 10 หมู่ใหญ่ คือ

(2) ระบบห้องสมุดรัฐสภาอเมริกัน (U.S. Library of Congress Classification) หรือเรียกย่อๆ ว่า ระบบ L.C. สำหรับหนังสือทั่วๆไป ระบบ L.C.แบ่งเนื้อหาออกเป็น 20 หมวดใหญ่ โดยใช้อักษร A-Z (ยกเว้น I,O,W,X,Y) เป็นหนังสือสัญลักษณ์แสดงเนื้อหา ดังนี้

ตาราง 2.2 : แสดงการจัดหมู่หนังสือระบบห้องสมุดสหรัฐสภาอเมริกา

สัญลักษณ์	หมวดวิชา	
A	เรื่องทั่วไป	General works
B-BJ	ปรัชญา ,จิตวิทยา, ศาสนา	Phihosophy, Psychology Region
C	ศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประวัติศาสตร์ History	Auxihary Screnes of
D	ประวัติศาสตร์โลก	History :General and Old World HemispheressX
DS	ประวัติศาสตร์เอเชีย	History Asia
E-F	ประวัติศาสตร์อเมริกา	History America
G	ภูมิศาสตร์,มานุษยวิทยา, สันทนาการ	Geography Anthropology
H	สังคมศาสตร์	
J	รัฐศาสตร์	Polrtical Scrence
K	กฎหมาย	Law

ที่มา : สมาคมห้องสมุดประชาชนแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , 2552

ตาราง 2.3 : แสดงการจัดหมู่หนังสือระบบห้องสมุดสหรัฐสภาอเมริกา(ต่อ)

L	การศึกษา	Education
M	ดนตรี	Music
N	ศิลปกรรม	Fine Arts
P	ภาษาและวรรณคดี	Language and Lrterature
Q-QL	วิทยาศาสตร์	
S	เกษตรศาสตร์	Agnculture
T	เทคโนโลยี	Technology
U-V	การทหาร,นาวิกศาสตร์	
W	แพทย์ศาสตร์, สาธารณสุขศาสตร์, พยาบาลศาสตร์	
Z	บรรณานุกรม, บรรณารักษ์ศาสตร์	Brohcgraphy, Library Scrence

ที่มา : สมาคมห้องสมุดประชาชนแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2552

2.2.6.6 หลักการออกแบบห้องสมุด

การจัดตำแหน่งของห้องสมุด ต้องคำนึงถึงการติดต่อภาย ในการเข้าออก เพื่อให้เกิดความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ ผู้เชี่ยวชาญและการเข้าออกของผู้ใช้ก็จะต้องเข้าออกได้สะดวก จะต้องมีการควบคุมเป็นอย่างดี ควรมีประตูทางแยกต่างหากเพื่อสามารถควบคุมรักษาส่วนห้องสมุดทั่วไป ข้อควรคำนึงในการออกแบบห้องสมุด

(6.1) การให้แสงภายในอย่างสม่ำเสมอ

(6.2) การควบอุณหภูมิเพื่อรักษาสภาพของหนังสือ

(6.3) ควบคุมเสียงรบกวนที่จะเกิดขึ้นภายใน

(6.4) ควบคุมเสียงที่เกิดจากจุดทางสัญจร

(6.5) จัดภายในให้สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้

(6.6) จัดวางในส่วนควบคุมของเจ้าหน้าที่ รับ – คืน หนังสือ

(6.7) ควบคุมบรรยากาศภายในให้เกิดความรู้สึกที่สบาย เนื่องจากมีผลต่อการอ่านหนังสือ

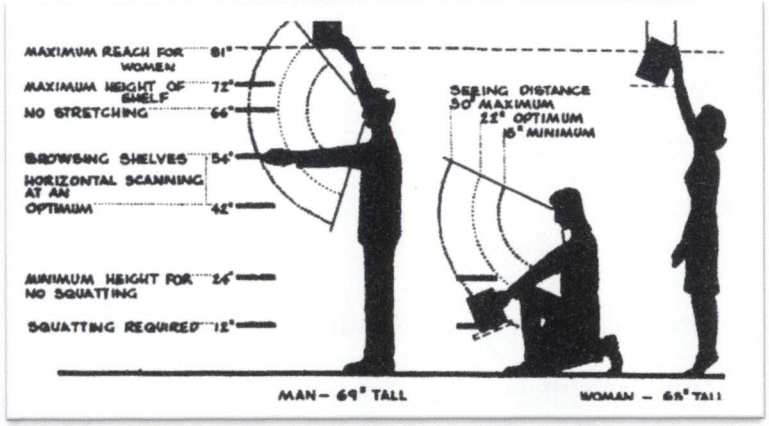
ส่วนประกอบที่สำคัญของห้องสมุด

- ส่วนที่ทำงานบรรณารักษ์
- ที่ทำงานเจ้าหน้าที่บรรณารักษ์
- เคาน์เตอร์เจ้าหน้าที่บรรณารักษ์
- เจ้าหน้าที่สำหรับรับจ่ายหนังสือ
- ที่ใส่รายชื่อหนังสือ
- ที่รับฝากของสำหรับผู้เข้าใช้ห้องสมุด
- เจ้าหน้าที่ควบคุมดูแลให้ทั่วถึงโดยเฉพาะทางเข้า – ออก บริเวณหรือห้องอ่านหนังสือ
- พื้นที่วางครุภัณฑ์โต๊ะ – เก้าอี้
- โต๊ะอ่านเดี่ยว
- ห้องอ่านกลุ่ม , วิจัย
- ตู้บัตรรายการ ต่าง ๆบริเวณที่วางหนังสือชั้นเก็บหนังสือทั่วไป
- บริเวณเก็บหนังสือ รับ – คืน
- ชั้นวางหนังสือ
- หนังสือวารสาร
- รถเข็นหนังสือ
- ตู้เก็บหนังสือบัตรรายการบริเวณหรือห้องเก็บหนังสือหายาก
- พื้นที่เก็บหนังสือ ชั้นวาง
- หนังสือเก่า หนังสือได้รับรางวัล หนังสือต้องห้าม

บริเวณถ่ายเอกสาร

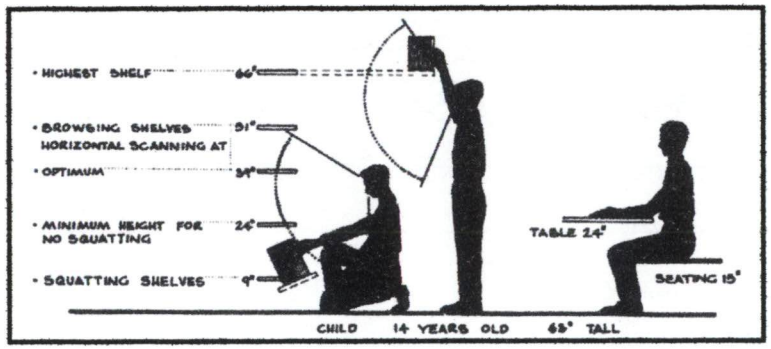
- พื้นที่วางเครื่องถ่ายเอกสาร
- พื้นที่ทำงานพนังงาน
- พื้นที่ รับ – คืน ถ่ายเอกสาร

ภาพที่ 2.9 แสดงภาพระยะของชั้นหยิบหนังสือวัยผู้ใหญ่



ที่มา : สมาคมห้องสมุดประชาชนแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2552

ภาพที่ 2.10 แสดงภาพระยะของชั้นหยิบหนังสือวัยรุ่น



ที่มา : สมาคมห้องสมุดประชาชนแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2552

ส่วนซ่อมแซมหนังสือและเก็บหนังสือ

- พื้นที่ทำงานเจ้าหน้าที่
- ตู้เก็บหนังสือ
- ตู้เก็บอุปกรณ์ซ่อมแซมหนังสือส่วนจัดแสดงนิทรรศการ
- พื้นที่จัดนิทรรศการ
- ห้องเก็บของนิทรรศการ

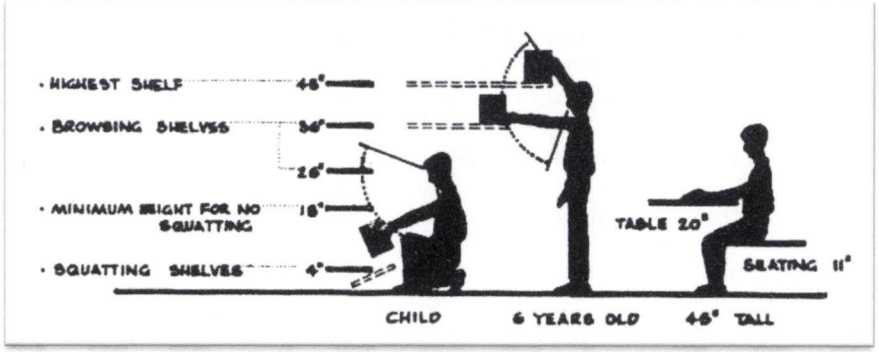
2.2.6.7 ขนาดสัดส่วนครุภัณฑ์ห้องสมุด

ขนาดและสัดส่วนระยะของครุภัณฑ์ มีความสัมพันธ์กับผู้ใช้สอย เพื่อเกิดประโยชน์ต่อการใช้สอย และสามารถจัดเก็บหนังสือได้ดี เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง โดยมีรายละเอียดมาตรฐานการใช้สอยของครุภัณฑ์ต่างๆ ดังนี้

1.ระยะการหยิบหนังสือของวัยผู้ใหญ่

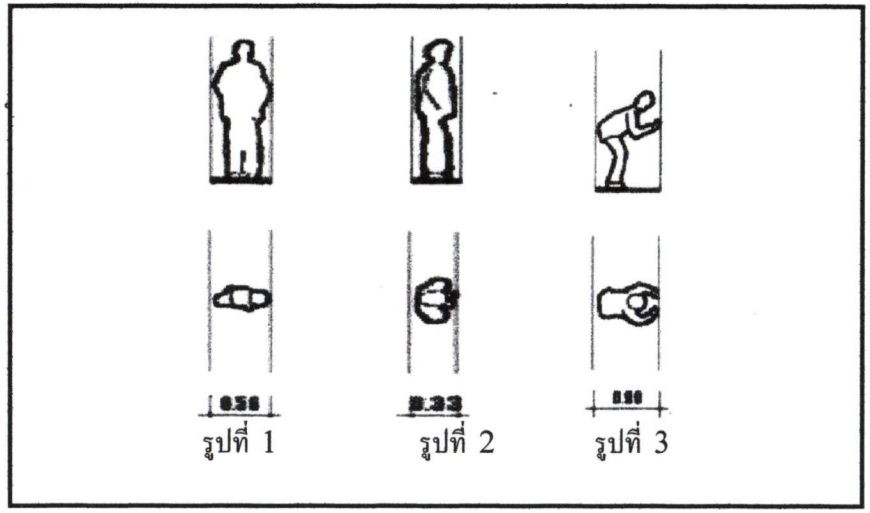
- ระยะสูงสุดในการเอื้อม (Maximum reach) 2.02 เมตร
- ระยะสูงสุดของชั้นวางหนังสือ 1.80 เมตร (Maximum Height of Shelf)
- ระยะยื่นแขนออก (No Stretching) 1.65 เมตร
- ระยะที่เหมาะสมในการหยิบ 1.35 เมตร (Browsing Shelves Horizontal Scanning at an)
- ระยะต่ำหยิบพอดีต่ำสุด (Optimum) 1.05 เมตร

ภาพที่ 2.11 แสดงภาพระยะของชั้นหยิบหนังสือวัยเด็ก



ที่มา : สมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2552

ภาพที่ 2.12 แสดงภาพสัดส่วนการใช้งานของช่องทางเดิน

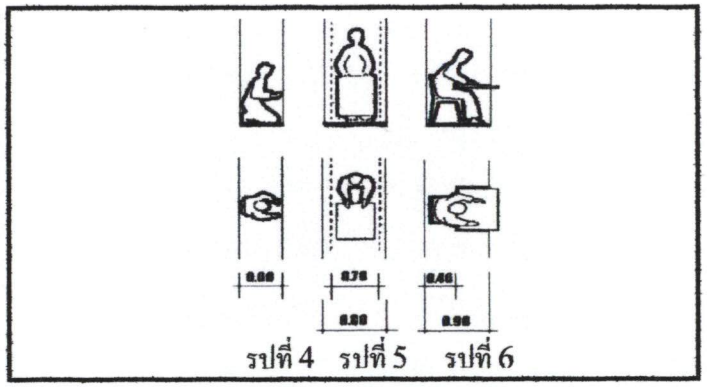


ที่มา : สมาคมห้องสมุดประชาชนแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2552

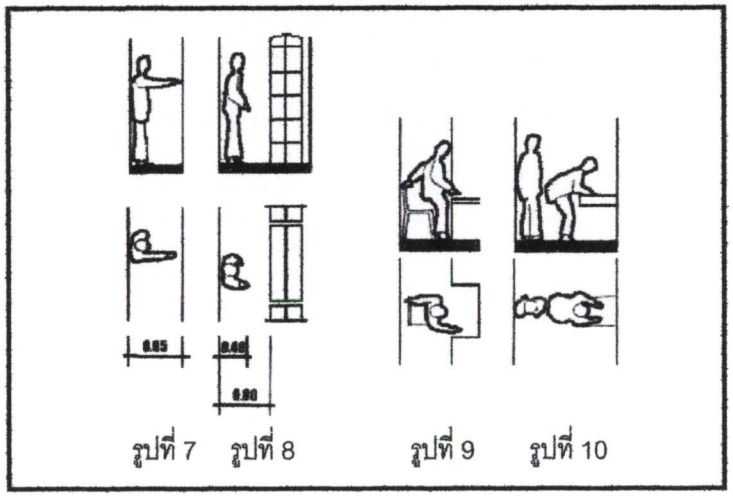
- ระยะต่ำสุดที่ไม่ต้องคุกเข่า 0.60 เมตร (Maximum Height For no Squatting)
- ระยะคุกเข่า (Squatting Shelves) 0.30 เมตร

2. ระยะการชั้นหยิบหนังสือของวัยรุ่น
- ระยะสูงสุดของชั้นวางหนังสือ 1.65 เมตร (Height of Sheif)
- ระยะที่เหมาะสมในการหยิบ 1.25 เมตร (Browsing Shelves Horizontal Scanning at an)
- ระยะต่ำหยิบพอดีต่ำสุด (Optimum)0.97 เมตร
- ระยะต่ำสุดที่ไม่ต้องคุกเข่า 0.60 เมตร (Maximum Height For no Squatting)
- ระยะคุกเข่า (Squatting Shelves) 0.25 เมตร
- ระยะความสูงที่เหมาะสมโต๊ะวางหนังสือ 0.60 เมตร
- ระยะเก้าอี้ที่เหมาะสมในการนั่ง (Chair) 0.37 เมตร

ภาพที่ 2.13 แสดงภาพสัดส่วนการใช้งานของช่องอ



ภาพที่ 2.14 แสดงภาพสัดส่วนการใช้งานของช่องทางเดิน



ที่มา : สมาคมห้องสมุดประชาชนแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2552

3. ระยะการชั้นหยิบหนังสือของเด็ก

- ระยะสูงสุดของชั้นวางหนังสือ 1.12 เมตร (Height of Sheif)
- ระยะที่เหมาะสมในการหยิบ 0.75 เมตร (Browsing Shelves)
- ระยะต่ำหยิบพอดีต่ำสุด (Optimum) 0.65 เมตร
- ระยะต่ำสุดที่ไม่ต้องคุกเข่า 0.45 เมตร (Maximum Height For no Squatting)
- ระยะคุกเขา (Squatting Shelves) 0.10 เมตร
- ระยะความสูงที่เหมาะสมโต๊ะวางหนังสือ 0.50 เมตร
- ระยะเก้าอี้ที่เหมาะสมในการนั่ง (Chair) 0.27 เมตร

4. ระยะสัดส่วนการใช้งานทางเดิน

รูปที่1 แสดงช่องทางเดินต้องการที่กว้าง 0.55 - 0.80 เมตร

รูปที่ 2 แสดงความหนาลำตัวคน ตู้เนื้อที่ต่ำสุด 0.40 เมตร

รูปที่ 3 แสดงระยะคนขณะย่อเข่าเป็นมุมราว 45 องศาต้องการใช้เนื้อที่ต่ำสุด 0.90 เมตร

รูปที่ 4 แสดงระยะคนคุกเข่าโดยหัวเข่าชนผนังหรือตู้ ต้อง การเนื้อที่ต่ำสุด 0.80 เมตร

รูปที่ 5 แสดงระยะคนเข็นรถหนังสือเนื้อที่ต่ำสุด0.80 เมตร

รูปที่ 6 แสดงระยะคนท่านั่งอ่านหนังสือ ใช้เนื้อที่ระยะห่างจากปลาย

เท้าถึงขาเก้าอี้ 0.90 เมตร ใบหน้าถึงขาเก้าอี้หลัง 0.40 เมตร

รูปที่ 7 แสดงระยะคน เมื่อยื่นแขนไปหยิบของข้างหน้าสุดแขนใช้เนื้อที่ประมาณ 0.85 เมตร

รูปที่ 8 แสดงระยะการมองเห็นเลขทะเบียนหนังสือที่ชัดเจน สำหรับชั้นหนังสือที่วาง2ด้านต้องห่างจากชั้น0.475เมตร เนื้อที่ยืน0.80 เมตร

รูปที่ 9 แสดงระยะกว้างต่ำสุดจากเก้าอี้ เมื่อคนเคลื่อนเก้าอี้เพื่อลุกหรือนั่ง ต้องการใช้ที่กว้างต่ำสุด 0.90 เมตร

รูปที่ 10 แสดงระยะการค้นตู้บัตรรายการ ขณะที่มีคนดึงลิ้น ชักออกมาสุด และค้นหาบัตรมีคนเดินผ่านด้านหลังต้องการเนื้อที่บริเวณต่ำสุด 1.70 เมตร โดยมีความกว้างถึงลิ้นชักเท่านั้น

2.2.6.7.5 ระยะการใช้สอยบริเวณที่นั่ง

- ระยะจากผนังกับโต๊ะที่คนต้องลุกเลื่อนเก้าอี้ 1.05 เมตร
- ระยะห่างระหว่างกึ่งกลางเก้าอี้แต่ละตัว 0.85 เมตร
- ระยะห่างระหว่างเก้าอี้กับโต๊ะ 0.45 เมตร
- ระยะห่างระหว่างเก้าอี้ที่มีคนผ่านกลาง 0.55 เมตร
- ระยะระหว่างปลายโต๊ะที่มีคนนั่งอยู่ริมที่นั่ง 1.47 เมตร

2.2.6.8 การให้แสงสว่างสำหรับห้องสมุด

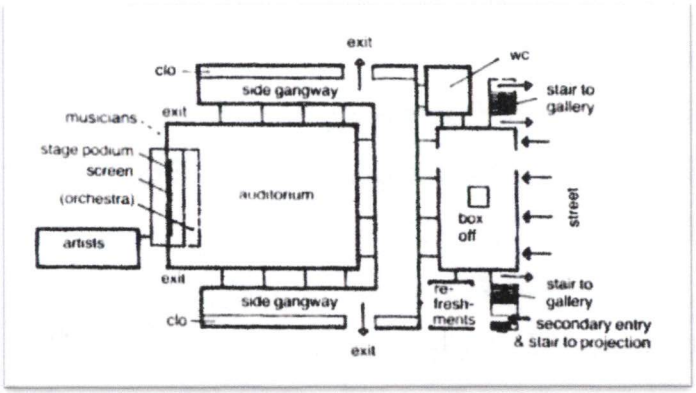
การให้แสงสว่างนี้เป็นปัญหาที่สำคัญในการออกแบบ การกำหนดลักษณะแสงต่างๆ โดยจะต้องคิดจากแสงธรรมชาติ ถ้าจะใช้ควรหลีกเลี่ยงการใช้แสงโดยตรง คุณภาพและปริมาตรของแสงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงสีที่เข้ามามีส่วนสัมพันธ์กันรวมทั้งเงาและการสะท้อน หากเกิดการตัดกันของแสงขึ้นจะทำให้เกิดการเพ่งและเหนื่อย

ในการใช้สายตาในการอ่านหนังสือ ความเข้มในบริเวณที่อ่านหนังสือ ประมาณ 75 - 85 ฟุตกำลังเทียน

2.2.6.9 ระบบป้องกันเสียงในห้องสมุด

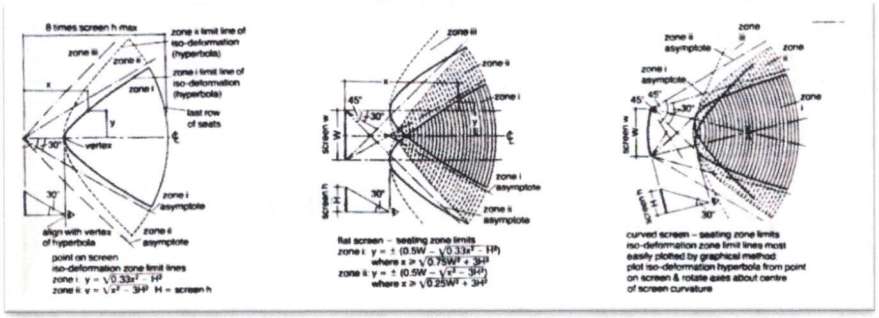
ห้องสมุดนั้นย่อมต้องการความเงียบแต่ไม่ว่าที่ไหน ๆ ย่อมมีเสียงเมื่อวางตำแหน่งห้องสมุดแล้วเราจะต้องคำนึงถึงเสียงที่สามารถรบกวนห้องสมุดได้ วิธีแก้ไข คือ การใช้กำแพงกันเสียงหรือการใช้กระจกกั้นเสียงไว้ การป้องกันเสียงจากห้องทำงานของพนักงานห้องสมุดกับผู้ใช้ห้องสมุดโดยการทำเป็นห้องกระจกเพราะจะทำให้ป้องกันเสียงได้ดี และยังทำให้เจ้าหน้าที่ดูแลความเรียบร้อยในห้องสมุดได้อีกด้วย การใช้ชั้นวางหนังสือต่ำๆ ก็สามารถช่วยลดเสียงลงได้ ส่วนของพื้น,ผนัง ก็มีส่วนในการควบคุมและบังคับทิศทางของเสียงได้ ดังนั้นการใช้วัสดุเก็บเสียงบุเอาไว้เป็นการป้องกันที่ดี โดยการปูพรมซึ่งให้ทั้งความสวยงาม และการดูดซับเสียง

ภาพที่ 2.18 แสดงห้องประชุมแบบ RECTANGULAR SHAPE



ที่มา : ARCHITECT DATA & TIME SAVER (Page 356), 2552

ภาพที่ 2.19 แสดงห้องประชุมแบบ FAN SHAPE



ที่มา : ARCHITECT DATA & TIME SAVER (Page 355), 2552

(4) Space Stage เป็นแบบที่มีเนื้อที่ของเวทีกระจายอยู่ทั่วไป หรือแทรกปะปนกับผู้ชม เป็นแนวความคิดที่ถูกนำมาพิจารณาใหม่ให้ใช้ได้กับการแสดงแต่ละประเภทเท่านั้นที่ต้องการชมเป็นพิเศษ จึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้มากนัก

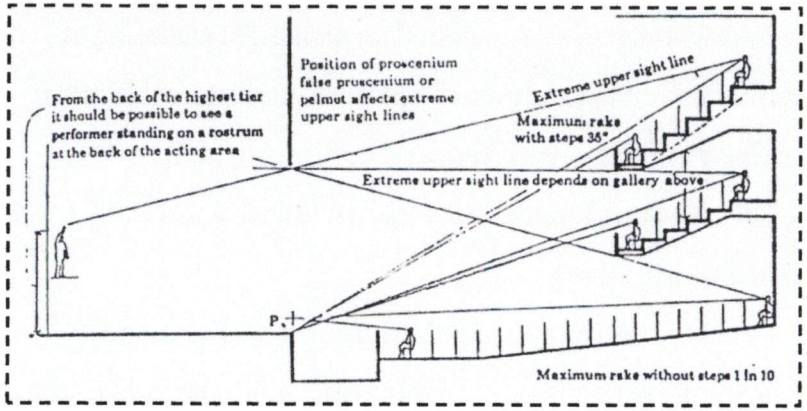
2.2.7.2 ลักษณะของหอประชุม

ลักษณะของหอประชุมที่จะนำมาพิจารณามี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

(1) รูปสีเหลี่ยมผืนผ้า (RECTANGULAR SHAPE) ลักษณะนี้ง่ายต่อการออกแบบฉาก
ข้อเสียเกี่ยวกับการสะท้อนของเสียงมีมากแต่ก็สามารถแก้ไขได้โดยใช้ผนังเป็นลูกคลื่นเพื่อช่วยในการกระจายเสียงเหมาะสำหรับโรงละครขนาดเล็กที่ระยะในการสะท้อนของเสียงไม่มากจนทำให้เกิดผลเสีย

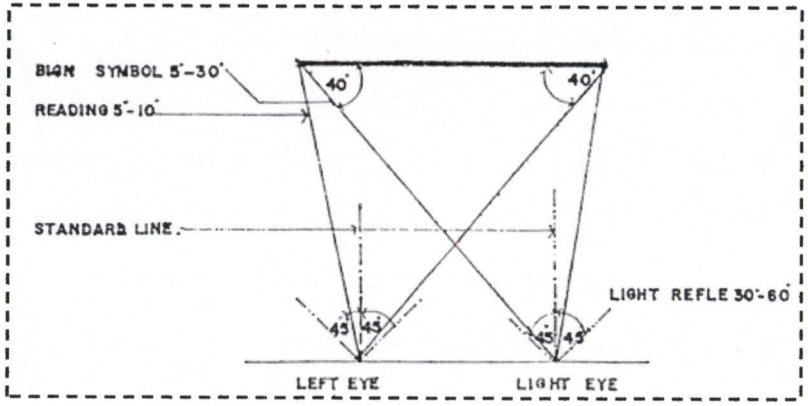
(2) รูปพัด (FAN SHAPE) ลักษณะนี้จะช่วยในการกระจายเสียงสู่ผู้ชมได้ทั่วถึง ทำให้ทุกที่นั่งได้รับเสียงภายในโรงละครในระดับที่ใกล้เคียงกัน และผนังที่เบนออกจะช่วยในการขยายมุมมองให้ดูได้มากขึ้น มุมของแกนผนังที่มากที่สุดไม่ควรเกิน 60 องศา

ภาพที่ 2.20 แสดงมุมมอง VERTICAL SIGHT LINES



ที่มา : ARCHITECT DATA & TIME SAVER (Page 350) , 2552

ภาพที่ 2.21 แสดงมุมมอง HORIZONTAL SIGHT LINES



ที่มา : ARCHITECT DATA & TIME SAVER (Page 357) , 2552

2.2.7.3 สัดส่วนของหอประชุม

ขนาดของหอประชุมโดยทั่วไป สามารถแบ่งออกตามลักษณะความสามารถในการจุผู้ชมดังนี้

(1) ขนาดเล็ก สามารถจุผู้เข้าชมน้อยกว่า 500 ที่นั่ง

(2) ขนาดกลาง สามารถจุผู้ชม 500 – 900 ที่นั่ง

(3) ขนาดใหญ่ สามารถจุผู้ชม 900 - 1,500 ที่นั่ง

(4) ขนาดพิเศษ สามารถจุผู้เข้าชมมากกว่า1,500 ที่นั่ง

แต่ขนาดของหอประชุมจะถูกจำกัดด้วยความสามารถในการมองและการรับฟังเพื่อสามารถเก็บเรื่องราวและมีอารมณ์คล้อยตามการแสดง ระยะที่ไกลสุดสำหรับการชม คือ

20 - 25 สำหรับการแสดงขนาดเล็ก30 – 35 สำหรับการแสดงขนาดใหญ่

2.2.7.4 ปริมาตรของหอประชุม

ปริมาตรของหอประชุมที่เหมาะสมก็ต้องขึ้นอยู่กับการแสดงแต่ละประเภทที่มีความเหมาะสมกับสถานที่ในด้านต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ปริมาตรของหอประชุมนี้มีผลในการสะท้อนของเสียงปริมาตรที่เหมาะสมกับการแสดงแต่ละประเภท คือ

(1) เหมาะสมสำหรับการแสดงที่ใช้วงดนตรีขนาด 40 - 50 คน = 27,000 - 5,400 ตารางเมตร

(2) เหมาะสมสำหรับการแสดงที่ใช้วงดนตรีขนาด 90 - 100 คน = 8,000 - 21,600 ตารางเมตร

พื้นที่ต่อจำนวนคน

- การแสดง CONCERT = 6.2-10.8 ตร.ม./คน
- การแสดง OPERA = 4.5 - 7.4 ตร.ม./คน
- การแสดง MOTION – PICTURE = 2.8 - 5.1ตร.ม./คน

ผลจากการควบคุมปริมาตรของหอประชุมทำให้ความจุของหอประชุมเปลี่ยนไปบางแห่งให้อเนกประสงค์การแสดงหลายประเภท ดังนั้นจึงใช้เพดานหรือผนังที่เลื่อนปรับได้ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและปริมาตรที่เหมาะสม

2.2.7.5 ลักษณะมุมมองของผู้ชม (SIGHT LINES)

1. VERTICAL SIGHT LINES ในการชมแต่ละรอบย่อมมีผู้ชมมาก ดังนั้น จึงมีกายกระดับให้ผู้ชมที่อยู่ด้านหลังสามารถมองได้ชัดเจนขึ้น การเอียงของพื้นหอประชุมนั้นจะมี ความชันของพื้นไม่เกิน 1 ต่อ 10 ไม่จำเป็นต้องทำขั้นบันไดแต่ถ้าเกินกว่านี้ควรทำขั้นบันได นอกจากนี้ความชันไม่ควรเกินกว่า35 องศา

2.HORIZONTAL SIGHT LINES มุมมองในแนวราบจะเป็นตัวกำหนดเนื้อที่ที่จะแสดงจริง บนเวทีซึ่งทำให้ทราบขอบเขตของที่นั่ง และเนื้อที่ที่จะใช้ในการแสดงอย่างเพียงพอภาพที่ ลักษณะมุมมอง HORIZONTAL SIGHT LINES

2.2.7.6 ที่นั่งชมในหอประชุม

1. ที่นั่งแบบยึดติดตัว (FIXED SEATS)

เป็นลักษณะแบบติดตายกับพื้นให้ความสะดวกสบายในการนั่งมากกว่าแบบเคลื่อนย้ายได้ และนิยมใช้กันโดยทั่วไป เพื่อความสะดวกในการเดินและทำให้ระยะห่างของแถวแคบลงด้วยจึงนิยมใช้เก้าอี้ชนิดกระดกกลับได้เอง เมื่อลุกจากที่นั่งกลไกในการกระดกควรให้เงียบที่สุดเมื่อทำงานที่นั่งควรเป็นเบาะและใช้ วัสดุทนไฟ ดูดซับเสียงได้ดี

2. ที่นั่งแบบชนิดเคลื่อนย้ายได้ (MOVALE SEATS)

ที่นั่งแบบเคลื่อนย้ายได้เหมาะสำหรับ โรงละครที่มีประโยชน์ใช้สอยหลายแบบการออกแบบจะต้องอยู่ใน SIGHT LINES เช่นเดียวกันการทำที่นั่งลักษณะนี้มักเป็นโมดูลชิ้นส่วนต่างๆจะนำมาประกอบกันได้พอดี แนวทางการออกแบบที่นั่งชนิดเคลื่อนย้ายได้มีหลักการใหญ่ ๆ คือ

- INDIVIDUAL MODULE SYSTEM ทำพื้นเป็นกล่องหรือชิ้นส่วนขนาดเล็ก น้ำหนักเบาเก้าอี้จะถูกนำมาติดตั้งบนชิ้นส่วนเหล่านี้

- MULTIPLE SEATING MODULE เป็นแบบที่มีขนาดใหญ่พื้นมักจะทำเป็นโครงสร้างสามารถปรับเอนได้ หรือพับเก็บได้

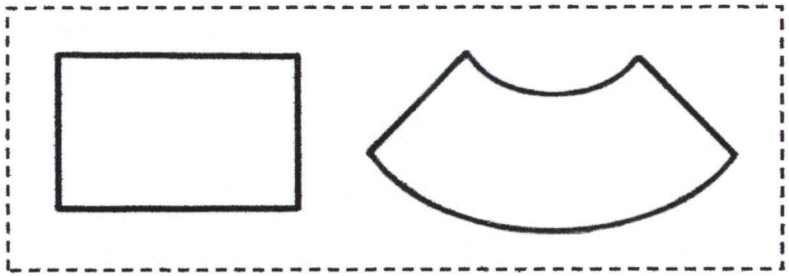
3. ประเภทของที่นั่งสามารถแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ได้ 3 ชนิดคือ

- ที่นั่งแบบมีที่วางแขน
- ที่นั่งแบบไม่มีที่วางแขน
- ที่นั่งแบบไม่มีพนัก

4. ระยะห่างของที่นั่ง ในแบบต่าง ๆ

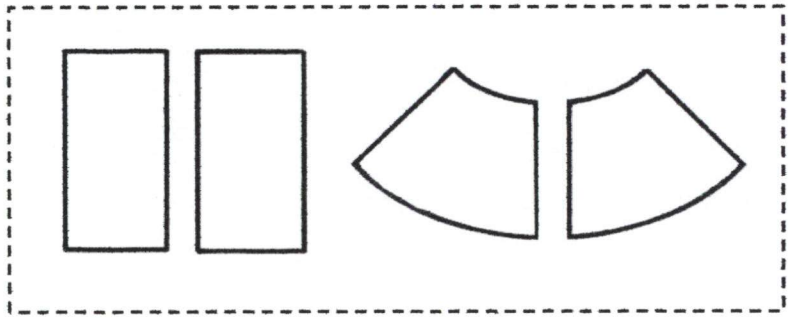
- ระยะหลังพนักถึงหลังพนัก 0.76 เมตร สำหรับที่นั่งแบบมีพนัก

ภาพที่ 2.22 แสดงแบบ COMMON ONE ROW LINES



ที่มา : ARCHITECT DATA & TIME SAVER, 2552

ภาพที่ 2.23 แสดงแบบ TWO BANK ROW LINES



ที่มา : ARCHITECT DATA & TIME SAVER, 2552

2.2.7.7 การจัดแถวที่นั่งในหอประชุม

โดยทั่วไปจัดได้เป็น 3 แบบดังนี้

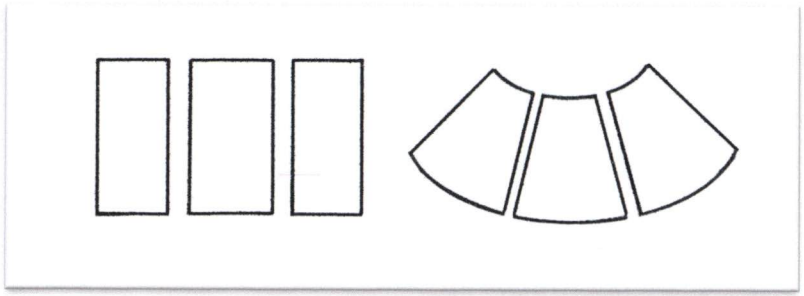
1. COMMON-ONE-BANK เป็นการจัดที่นั่งแถวเดียวตลอดมีทางเดินสองข้างซึ่งกว้างไม่น้อยกว่า 2.00 เมตรเหมาะสำหรับหอประชุมที่มีขนาดเล็กสามารถจัดเป็น 2 แบบ คือ

- STRAIGHT ROW เป็นการจัดแบบแถวเดียวตลอดแบบนี้จะไม่เหมาะเพราะคนที่ นั่งริมจะต้องเอี้ยวตัวมอง
- CURVE ROW เป็นการจัดแบบแถวโค้ง ที่มีรัศมีอย่างน้อย 6 เมตรซึ่งดีกว่าแบบ STRAIGHT ROW คือ ผู้ชมทั้งหมดจะได้รับความสบายในการชมกันอย่างทั่วถึง แต่ต้องคำนึงถึงชนิดของพื้น ซึ่งควรเป็นแบบพื้นราบ (LEVEL FLOOR) หรือ เป็นแบบขั้นบันได (STEP FLOOR)

ทั้ง 2 แบบนี้จะไม่เหมาะกับหอประชุมที่มีขนาดกว้างมาก เพราะแถวที่นั่งจะยาวมาก คนที่นั่งตรงกลางจะเข้าออกได้ลำบาก ดังนั้นระยะระหว่างแถวควรกว้างอย่างน้อย 80 ซม. จำนวนที่ นั่งแต่ละแถวไม่ควรเกิน 14 - 20 ที่นั่ง

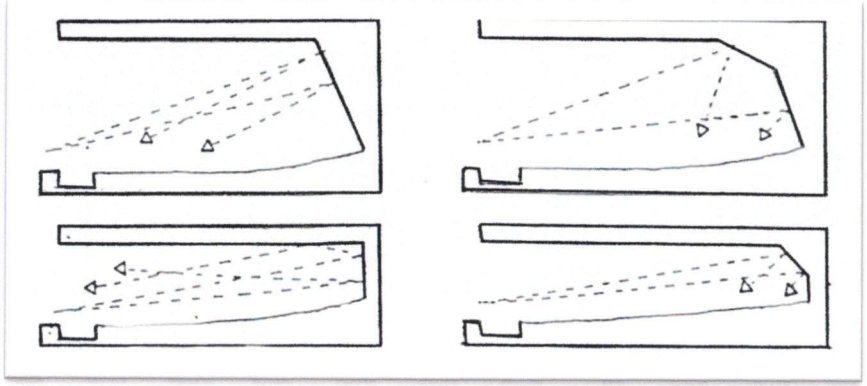
2.TWO BANK ROW เป็นการจัดแบ่งที่นั่งออกเป็น 2 ตอน มีทางเดินผ่านตรงกลางและริมทั้ง 2ด้าน ติดผนังเหมาะสำหรับหอประชุมที่กว้างใหญ่จุคนได้มากทางเดินควรกว้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร เหมาะกับการจัดที่นั่งแบบแถวโค้ง แบบ TWO BANK ROW ลักษณะของ

ภาพที่ 2.24 แสดงแบบ THREE BANK ROW LINES



ที่มา : ARCHITECT DATA & TIME SAVER, 2552

ภาพที่ 2.25 แสดงการทำ CEILING SPLAY



ที่มา : ARCHITECT DATA & TIME SAVER, 2552

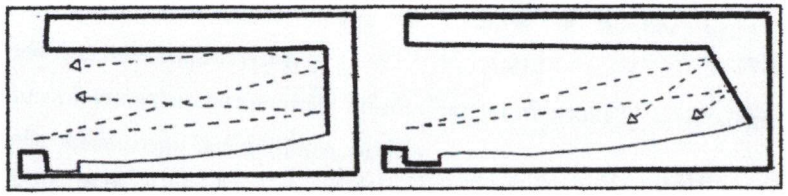
หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเว้นทางเดินในโรงละคร ระยะห่างจากผนังย่อมขึ้นอยู่กับกฎหรือพระราชบัญญัติ ของแต่ละ

ประเภทสำหรับประเทศไทยกำหนดให้ต้องมีระยะเว้นทางเดินระหว่างที่นั่งกับผนังโดยรอบไม่น้อยกว่า 2 ม.

3. THREE BANK ROW จะแบ่งที่นั่งออกเป็น 3 ตอนแต่มีทางเดิน 2 ทางเท่านั้น แบบนี้จะประหยัดเนื่องจากที่นั่งด้านข้างจะติดผนังเหมาะสำหรับหอประชุมที่กว้างใหญ่จุคนได้มากทางเดินควรกว้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร เหมาะกับการจัดที่นั่งแบบแถวโค้ง แบบ TWO BANK ROW ลักษณะของการเว้นทางเดินในโรงละคร ระยะห่างจากผนังย่อมขึ้นอยู่กับกฎ หรือพระราชบัญญัติ ของแต่ละประเภทสำหรับประเทศไทย กำหนดให้ต้องมีระยะเว้นทางเดินระหว่างที่นั่งกับผนังโดยรอบไม่น้อยกว่า 2 ม.

ภาพที่ 2.26 แสดงแบบผนังด้านหลังหอประชุม



ที่มา : ARCHITECT DATA & TIME SAVER, 2552

2.2.8 ลักษณะของระดับที่นั่ง (ELEVATION OF SEATS)

ลักษณะนี้เพื่อช่วยในการชมการแสดงและช่วยในการรับฟังเสียงอย่างมีประสิทธิภาพทำให้ไม่ เกิดการบังกันในแถวผู้ชม จึงจัดให้พื้นมีความลาดเอียงอย่างน้อย 8 องศาโดยประมาณถ้าไกลจากเวทีมากระดับแถวหลังจะมากขึ้นและถ้าโรงละครนั้นมีความลาดเอียงของพื้นมากก็จะต้องทำเป็นลักษณะขั้นบันไดเพื่อที่จะช่วยในการเดิน

2.2.9 ผนังของหอประชุม

ผนังของหอประชุมมีผลโดยตรงต่อการสะท้อนของเสียง โดยเฉพาะหอประชุมที่ไม่มีระบบการ ขยาย เสียงหรือ การแสดงบางประเภทที่ไม่มีอาจใช้เครื่องขยายเสียงได้ การออกแบบผนังจะต้องทำให้ สามารถสะท้อนและบังคับเสียงให้ได้ยินอย่างทั่วถึงภายในหอประชุม ความชัดเจนแก่ผู้อยู่แถวหลังแต่ ก็มีข้อระวังสำหรับผนังด้านหลังสุด คือ การสะท้อนเสียงไปยังผู้ชมด้านหน้า(FEED BACK) ทำให้เกิดเสียงซ้อนเป็นสองเสียง ดังนั้น ผนังจึงไม่ควรที่จะอยู่ในแนวตั้งฉากกับเพดานทั้งส่วนบนและส่วนใต้ชั้นลอย เพราะจะทำให้เสียงสะท้อนกลับได้ไม่ดี ผนังด้านหลังควรจะเป็นผนังโค้ง เพื่อช่วยในการกระจายเสียงไปในจุดต่าง ๆ อีกวิธีหนึ่ง คือ การทำผนังเอียงทำให้เสียงสะท้อนตกบริเวณด้านหลังอย่างสม่ำเสมอ และลดเสียงที่จะสะท้อนไปเป็นเสียงซ้อนบริเวณด้านหน้าแต่ในลักษณะที่หอประชุมมีความสูงของเพดานมาก การทำผนังเอียงนั้นก็ต้องระวังเพราะถ้าเกิดผนังเอียงมาก ก็จะเกิดการสะท้อนของเสียงมากเกินไปและ

จะเกิดเสียงสะท้อนกลับ ได้ในหอประชุมใหญ่ ๆ จะใช้วิธีการทำเพดานหักมุมมาจรดส่วนผนังด้านหลัง หรือ ทำเป็นรูปโค้งเว้า (CEILING SPAY) การทำ CEILING SPLAY เพื่อการแก้ปัญหาการสะท้อนกลับของเสียงและสร้างเสียงสะท้อนที่มีความเหมาะสมไม่ทำให้เกิดการรบกวนของเสียงจากการสะท้อนในรูปแบบต่าง ๆ

2.2.9.1 ผนังด้านข้างเวที

ผนังด้านข้างเวทีเป็นส่วนสำคัญมากในการแสดงดนตรีซึ่งในการแสดงดนตรีผนังด้านข้างเวทีและเพดาน ควรมีลักษณะซ้อนและช่วยกระจายเสียงไปยังผู้ชม แต่การแสดงที่ไม่มีวงดนตรีอยู่บนเวที เช่นละครโอเปร่า บัลเล่ต์ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ผนังด้านข้างเวทีสะท้อนเสียง ดังนั้นผนังด้านข้างนี้จึงสามารถถอดออก และเปลี่ยนแปลงได้

2.2.9.2 ผนังด้านข้างโรงละคร

ผนังด้านข้างของโรงละครจะมีผลต่อเสียงเป็นไปตามรูปร่างของโรงละครดังที่กล่าวมาแล้วการออกแบบผนังด้านข้างนั้นจะต้องคำนึงถึงหลักในการสะท้อนเสียงให้เหมาะสมและ ในบางกรณีโรงละครไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ มีวิธีแก้ไข โดยใช้วัสดุในการสะท้อนเสียงช่วยในส่วนนั้นตัวอย่าง ถ้าโรงละครเป็นวงรีก็จะแก้ไขโดยทำผนังเป็นรูปโค้งให้กระจายเสียง

2.2.9.3 ผนังด้านหลัง

ผนังในส่วนนี้มีส่วนสำคัญในการสะท้อนเสียงแก่ผู้ชมที่อยู่แถวหลังทำให้เกิด

2.2.10 เพดานหอประชุม

เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในด้านเกี่ยวกับเสียงของหอประชุมมาก เพราะเป็นส่วนที่เป็นตัวสะท้อนเสียงมากที่สุด และจะเป็นตัวที่ช่วยสร้าง REVERBERATION ที่เหมาะสมทำให้เกิดเสียงที่มีความไพเราะจากรูปจะได้ดูถึงลักษณะการสะท้อนเสียงภายในโรงละครที่มีเพดานที่ต่างกัน ในรูปที่ 2 เพดานจะช่วยในการสะท้อนเสียงได้ดีมาก ในการกำหนดความสูงของเพดานนั้น ก็ไม่ถึงกับเป็นกฎเกณฑ์ที่ตายตัว มักจะขึ้นอยู่กับการสร้างปริมาตรที่เหมาะสม โดยมีหลักที่พอจะยึดได้ คือ

2.3.10.1 ห้องใหญ่ 1/3 ของความกว้างของห้อง

2.3.10.2 ห้องขนาดเล็กหรือปานกลาง 2/3 ของความกว้างของห้อง

2.2.11 ลักษณะการจัดวางเครื่องฉาย

ต้องไม่มีสิ่งที่มากีดขวางลำแสงในแนวราบและแนวดิ่งสามารถจัดเครื่องฉายได้ 2 แบบ คือ ฉายจากทางด้านหน้าและฉายจากทางด้านหลัง

2.2.11.1 การฉายภาพจากทางด้านหน้า เป็นแบบที่ง่ายไม่ต้องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มากนักแต่มุมในการฉายมีจำกัด ถ้ามุมกว้างมากนักแสดงอาจจะไปกีดขวางทางแสดงได้วัสดุที่ใช้ทำฉากควรจะสะท้อนได้ดี

2.2.11.2 การฉายภาพจากทางด้านหลัง ต้องมีเนื้อที่สำหรับการวางเครื่องฉาย ซึ่งต้องการระยะห่างพอควรโดยทั่วไปจะใช้ระยะห่างจากจอถึงเครื่องฉายเท่ากับความสูงของจอภาพ

2.2.12 SCENERY SHOP

บริเวณที่ทำการสร้างฉาก ตกแต่งฉาก และซ่อมแซมฉาก จะมีขนาดขึ้นอยู่กับขนาด และ ลักษณะของเวที เมื่อเวทีใหญ่ชิ้นส่วนต่างๆ ก็มีขนาดใหญ่ไปด้วย แต่มีจำนวนฉากที่ต้องทำมากหรือหลายเวที เนื้อที่โรงสร้างฉากก็จะใหญ่ เช่นเดียวกัน พื้นที่ของ SCENERY SHOP สามารถแยกออกได้ดังนี้

2.2.12.1 ส่วนเก็บวัสดุและเครื่องมือในการสร้างฉาก เช่น ไม้ ผ้า สี พลาสติก หรือเครื่องมือที่จำเป็น ฯลฯ

2.2.12.2 ส่วนงานไม้ เป็นส่วนที่ทำงานด้านการตกแต่ง และเตรียมชิ้นส่วนเพื่อประกอบการติดมีทั้งที่ใช้แรงคน และเครื่องจักรไฟฟ้า

2.2.12.3 บริเวณประกอบฉาก เป็นบริเวณที่นำเอาชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบกันตามแบบบริเวณนี้ต้องมีเนื้อที่เพียงพอที่จะวางฉากที่จะประกอบกัน หรือมีเนื้อที่เท่ากับขนาดเวทีนั้นเอง

2.2.12.4 บริเวณเขียนและตกแต่ง เตรียมอุปกรณ์การแสดงต่าง ๆ การเขียนฉากในแนวดิ่งจะช่วยประหยัดเนื้อที่แต่ความสูงของเพดานมากพอที่จะตั้งฉากได้ ส่วนช่างเขียนจะต้องมีนั่งร้าน ในการตกแต่งฉากในแนวดิ่งมี 2 วิธี

- PAINT FRAME WITH MOVABLE BRIDGE ผู้เขียนจะยืนอยู่บนสะพานซึ่งปรับระดับขึ้นลงได้ ส่วนฉากจะคงที่
- MOVABLE PAINT FRAME IN SLOT

1. Whispering Galleries เสียงกระซิบ เกิดจากเสียงที่ออกจากผู้พูดไปกระทบกับขอบของผนังเว้าแล้วสะท้อนกลับมายังผู้ดูอีก ทำให้เกิดเสียงดังออกมาทางลำโพงเกิดเป็นเสียงกระซิบ

2. Dead Spot จุดดับเสียง เกิดบนพื้นเว้าที่เสียงทางตรงและเสียงสะท้อนไปถึง สำหรับในห้องที่มีขนาดใหญ่มากมักจะเกิดขึ้น

3. Room Flutter เสียงสะท้อนกลับไปกลับมา มักเกิดกับห้องที่มีกำแพงขนานโดยเฉพาะห้องยาวจะยิ่งสังเกตได้มากขึ้น ถ้าผนังคู่หนึ่งเป็นวัสดุสะท้อนเสียงมากอีกคู่หนึ่งเป็นวัสดุทึบเสียง ถ้ากำแพงเหล่านี้ห่างกันตั้งแต่ 50 นิ้วขึ้นไป การสะท้อนกลับไปกลับมาจะยิ่งค่อยหาย เช่น เสียงดังเป็นจังหวะและค่อย ๆ หายไป แต่ถ้ากำแพงชิดกันอาการสะท้อนจะถี่และหายเร็วขึ้น การสะท้อนกลับไปกลับมามักจะเกิดขึ้นกับห้องที่มีพื้นและผนังสะท้อนมากเช่น เพดานโบกปูน พื้นหินขัด ประตู ม่าน แก้ไขโดยเปลี่ยนวัสดุ เพื่อไม่ให้เกิดกำแพงคู่ โดยอย่าใช้วัสดุประเภทเดียวกันดังกล่าวหรือกำแพงจะแบ่งเป็นกำแพงทแยงหรือมีม่านบังเสียง เสียงก็จะลดน้อยลง

การออกแบบระบบเสียงในส่วนของ Auditorium

(1) ต้องคำนึงถึงระยะทางที่เสียงต้องเดินทางการสะท้อนการ ดูดซับเสียงที่มีประสิทธิภาพ

(2) แยกต้นกำเนิดเสียง เพื่อให้เสียงส่งถึงผู้ฟังได้โดยตรง และสะดวกที่สุด

(3) พื้นสำหรับผู้ฟังต้องยกระดับขึ้น เพื่อให้สามารถรับเสียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(4) ควรจัดให้มีการสะท้อนรอบ ๆ ต้นกำหนดเสียง ด้วยวัสดุช่วยสะท้อนเสียง

- เพดาน คิดระยะตามแบบเรขาคณิต พื้นผิวสะท้อนเสียงควรมีขนาดพอ ๆ กับช่วงคลื่นของเสียง โดยวัสดุช่วยสะท้อนเสียงต้องวางในลักษณะที่เกิดช่องว่างของเวลาไม่เกิน 30

- ผนังบริเวณต้นเสียง ควรเป็นแผ่นแข็งช่วยสะท้อนเสียงไปสู่ผู้ดูไกล ๆ อีกทางหนึ่ง

- วัสดุช่วยสะท้อนเสียง ได้แก่ Palster Plywoodgypsum Board

(5) พื้นที่และปริมาณของห้อง ควรมีขนาดเล็กที่สุด เพื่อย่นระยะการเดินทางและการสะท้อนของเสียงให้น้อยที่สุด (เพื่อให้สูญเสียพลังงานน้อยที่สุด)

(6) ฝาไม่ควรขนานกัน เพื่อลดปริมาณการก้องของเสียง โดยเฉพาะบริเวณใกล้ต้นกำเนิดเสียง เพราะถ้าเกิดเสียงก้องจะเป็นการรบกวนต้นกำเนิดเสียงทำให้เสียงด้อยประสิทธิภาพไป

(7) ผู้ฟังและผู้ชม ควรอยู่ในตำแหน่งที่เห็นและฟังได้ดี

(8) กรณีที่มีต้นกำเนิดเสียงหลายชนิด การออกแบบที่จะให้ได้ยินโดยทั่วควรมี Reflective Surface อยู่บริเวณต้นกำเนิดเสียงแต่ละอัน

(9) กรณีที่มีห้องกว้างมาก ๆ สมควรที่จะนำระบบอีเล็คทรอนิคส์เข้าช่วยให้ระบบเสียงดีขึ้น

การออกแบบรูปร่างของห้อง

(1) จัดวางตำแหน่งของเก้าอี้ภายใน Auditorium ให้ใกล้กับเวทีมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

(2) จัดวางกำแพง เพดาน และเวทีให้เหมาะสมที่จะทำให้ได้ทิศทางของเสียงตามที่ต้องการมากที่สุด

ดังนั้นหอการแสดงที่กว้างและตื้นจะดีกว่าแคบและลึก และหอการแสดงที่ผนังเรียบสะท้อนเสียงอยู่ใกล้จุดกำเนิดเสียงจะมีประสิทธิภาพ ดีกว่าหอการแสดงที่มีผนังโค้งเว้าและอยู่ห่างจากจุดกำเนิดเสียง

อัตราส่วนของความกว้างยาวของมโหรสพไม่ตายตัวแน่นอน ขึ้นอยู่กับการจัดขนาดของแถวที่นั่ง ซึ่งจะสะดวกสบายและให้ทุกที่นั่งได้ยินเสียงชัดเจนทั่วกัน และขึ้นอยู่กับระบบเสียงที่นำมาใช้ อัตราส่วนโดยประมาณของโรงมโหรสพ

ความกว้าง / ความยาว = 1 / 2

โรงมโหรสพที่มีรูปร่างคล้ายพัด (Fan Shape Plan) จะเป็นรูปแบบที่ดีที่สุด เพราะผนังด้านข้างซึ่งผายออกทำหน้าที่เป็นฉากสะท้อนเสียงได้อย่างดี จะช่วยสะท้อนเสียงไปด้านหลังของหอการแสดง แต่ต้องไม่ให้ระยะระหว่างเสียงตรงและเสียงสะท้อนต่างกันเกินกว่า 15.24 – 19.81เมตร เพราะจะทำให้เกิดเสียงก้องขึ้นได้ โดยเฉพาะตอนที่นั่งใกล้เวทีเกิน 19.81 เมตร จะเกิดเสียงก้องขึ้นทันที ส่วนโรงมโหรสพที่มีรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ถ้าไม่จำเป็นควรหลีกเลี่ยงเพราะจะเกิด Flutter Echo แต่จะแก้ไขได้โดยกรุผนังและเพดานด้วยวัสดุดูดเสียงในตำแหน่งที่ทำให้เกิด Echo

2.2.13 การออกแบบแสงสว่างใน Auditorium

ในการออกแบบแสงสว่างสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ

1. VISIBILITY

ลักษณะสำคัญของแบบนี้คือการทำให้เกิดแสงสว่างให้เพียงพอในแต่ละจุดตามความต้องการอย่างเพียงพอไม่ให้มากหรือทำให้เกิดเงาขึ้นจึงนิยมซ่อนดวงไฟหรือใช้ไฟที่มีแสงอ่อนติดใต้เพดานให้ผ่านรูเล็กๆหรือผ่านช่องเพดานซึ่งเป็นแสงสีขาวจะดีที่สุด จุดที่จะให้แสงสว่างมากก็คือบริเวณเวทีการแสดงให้มีแสงสว่างมากกว่าผู้ชมการวางไฟอีกวิธีหนึ่ง คือ การสร้างเพดานให้มีรูปของตัว V ซึ่งจะอยู่บนเพดานแสงจะต้องทำมุมเพื่อไม่ให้เกิดการสะท้อนกลับไปยังจอขอบที่ใกล้กับจอควร

มีสีดำเพื่อลดการสะท้อนการวางแสงสว่างเพื่อความปลอดภัย อย่างเช่น แนวทางเดินตามริมเก้าอี้ หรือบันไดและทางประตูออกทุกทางต้องมีแสงไฟอยู่ด้านบน ซึ่งเป็นข้อบังคับในการป้องกันอัคคีภัย

2. DECORATION

เป็นแสงที่ช่วยในการตกแต่ง ทำให้เกิดบรรยากาศภายในโรงละครโดยจะติดตั้งดังต่อนี้ การให้แสงสว่างบริเวณเพดาน กำแพง PROSCENIUM แสงไฟจะต้องกลมกลืนกับที่นั่งคนดูให้มีความสว่างที่เพียงพอและมีสีของผนังในการช่วยส่งเสริมบรรยากาศ การให้แสงสว่างตามซอกกำแพง บริเวณจุดที่สำคัญเพื่อการตกแต่งเป็นหลัก

3. MOOD

การให้แสงเพื่อสร้างบรรยากาศใน Theater นั้นจะแล้วแต่การแสดงแต่โดยมากจะต้องมีแสงสว่างบริเวณ (Foot Light) เพื่อเป็นการเสริมสร้างฉากด้วย

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

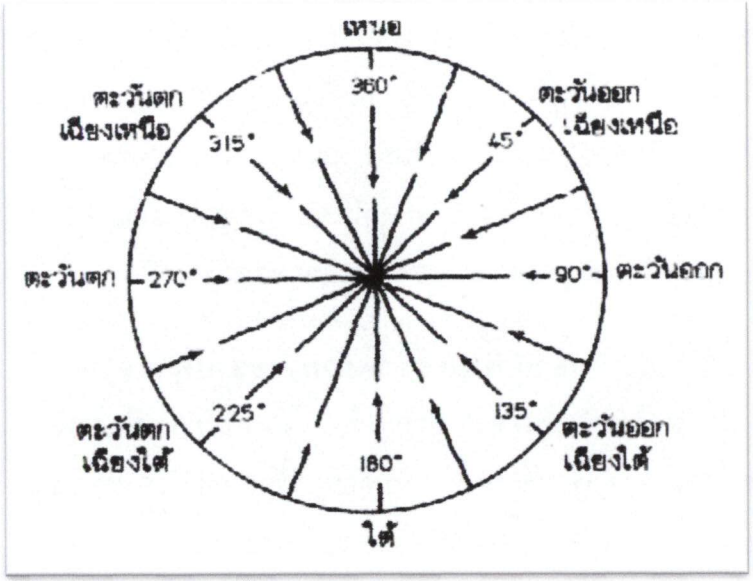
2.3.1 ความหมายของลม

ลม คือ กระแสอากาศที่เคลื่อนที่ในแนวนอน ส่วนกระแสอากาศคือ อากาศที่เคลื่อนที่ในแนวตั้ง การเรียกชื่อลมนั้นเรียกตามทิศทางที่ลมนั้นๆ พัดมา เช่น ลมที่พัดมาจากทิศเหนือเรียกว่า ลมเหนือ และลมที่พัดมาจาก ทิศใต้เรียกว่า ลมใต้ เป็นต้น ในละติจูดต่ำไม่สามารถจะคำนวณหา ความเร็วลม แต่ในละติจูดสูงสามารถคำนวณหาความเร็วลมได้

2.3.2 การศึกษาลักษณะสภาพอากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 5 ถึง 21 องศาเหนือ ทางด้าน ตะวันออกอยู่ที่ลองติจูด 106 องศาตะวันออกตะวันตกอยู่ที่ลองติจูด 97 องศาตะวันออก มีลมประจำพัดผ่าน 2 ทิศทางคือ ลมมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เนื่องจากสภาพที่ตั้ง ของประเทศตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ส่งผลให้ลักษณะสภาพอากาศของ ประเทศไทยค่อนข้างร้อน และมีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี

ภาพที่ 2.27 ทิศลมเรียกเป็นองศาจากทิศจริง



ที่มา : www.thaiwindnet.com , 2552

2.3.3 การวัดลม

การวัดลมมีวิธีการวัด 2 วิธี คือ วัดทิศลม และวัดความเร็วลม

(1) ทิศลม อาจเรียกชื่อตามทิศต่างๆ ของเข็มทิศ หรือเรียกเป็นองศาจากทิศจริง ปัจจุบันการวัด ทิศลมนิยมวัดทิศลมตามเข็มทิศ และวัดเป็นองศา ถ้าวัดทิศลมด้วยเข็มทิศ เข็มทิศจะถูกแบ่งออกเป็น ทิศใหญ่ๆ 4 ทิศ คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ซึ่งทิศทั้ง 4 ทิศ เมื่อแบ่งย่อยอีกจะเป็น 8 ทิศ โดยจะเพิ่มทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งจาก 8 ทิศ ให้ย่อยเป็น 16 ทิศ หรือ 32 ทิศ ได้อีก แต่การรายงานทิศนั้น มักนิยมรายงานจำนวนทิศเพียง 8 หรือ 16 ทิศ เท่านั้น ส่วนการวัดทิศลมที่เป็นองศาบอกมุมของลมจากทิศจริง ในลักษณะที่เวียนไปตามเข็มนาฬิกา ใช้สเกลจาก 0 องศา ไปจนถึง 360 องศา เช่น ลมทิศ 0 องศา หรือ 360 องศา เป็นทิศตะวันออก , ลมทิศ 45 องศา เป็นทิศตะวันออกเฉียงเหนือ, ลมทิศ 90 องศา เป็นทิศตะวันออก, ลมทิศ 135 องศา เป็นทิศตะวันออกเฉียงใต้, ลมทิศ 180 องศา เป็นทิศใต้, ลมทิศ 225 องศา เป็นทิศตะวันออกเฉียงใต้, ลมทิศ 270 องศา เป็นทิศตะวันตก และลมทิศ 315 องศา เป็นทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

(2)ความเร็วลมคือ การเคลื่อนที่ของอากาศที่ทำให้เกิดแรง หรือความกดที่ผ่านจุดที่กำหนดให้บนพื้นผิวโลก และแรงหรือความกดเป็นสัดส่วนกับกำลัง 2 ของความเร็วลม อธิบายดังในรูปของสมการ

$P = kv^2$

P = ความกดที่เกิดจากการกระทำของลม

V = ความเร็วลม

K = ค่าคงที่ของหน่วยที่ใช้

ถ้าความกดอากาศมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางฟุต ความเร็วลมเป็นนอต (1 นอต หมายถึง 1 ไมล์ทะเล (6,080.20 ฟุต) ต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นหน่วยมาตรฐานความเร็วลมที่ใช้ในสหรัฐอเมริกา) สมการจะเป็น $P = 0.0053 V^2$ โดยประมาณสำหรับผิวพื้นที่ราบเรียบ แต่ถ้าความเร็วลมมีหน่วยเป็นไมล์ต่อชั่วโมง ค่า P ที่ได้จะเปลี่ยนไปเป็น $P = 0.004 V^2$ ด้วยเหตุนี้แรงที่เกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของลม ทำให้สามารถหาความเร็วลมได้ โดยที่ไม่ต้องอาศัยเครื่องมือใดๆ แต่จะสังเกตได้จากปรากฏการณ์ของวัตถุที่อยู่รอบๆ ดังนั้น เพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดมาตราความเร็วลมขึ้น เรียกว่ามาตราโบฟอร์ด (Beaufort Scale) พลเรือเอก เซอร์ฟรานวิส โบฟอร์ต (Admiral Sir Francis Beaufort) ชาวอังกฤษ เป็นผู้คิดขึ้นใช้ในปี พ.ศ. 2548 สำหรับตรวจลมในทะเล ต่อมาได้ถูกดัดแปลงนำมาใช้ทั้งบนบกและในทะเล มาตราโบฟอร์ด จะใช้เปรียบเทียบกับสิ่งที่กีดขวางไม่ว่าบนบกและในทะเล โดยสิ่งที่กีดขวางต่างๆ ได้แก่ ใบไม้ กิ่งไม้ สายโทรเลข สายโทรศัพท์ ธง สิ่งปรักหักพังต่างๆ และคลื่นในทะเล เกณฑ์ที่ใช้กำหนดความเร็วลม ได้มาจากการสังเกตกำลังลมเหนือพื้นดินและในทะเล มาตราโบฟอร์ด เริ่มต้นจากมาตราที่ 0 ไปจนถึงมาตราที่ 17 ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นคือ ที่มาตรา 0 จะเป็นเขตลมสงบ ไปจนถึงมาตราที่ 17 ลมมีกำลังแรงจัดกลายเป็นพายุเฮอร์ริเคน ปัจจุบันมาตราโบฟอร์ดถูกนำมาใช้น้อยลง โดยเฉพาะสถานีบนบก ตารางที่ 1 เป็นตารางเทียบความเร็วลม และชนิดลมของมาตราโบฟอร์ด ส่วนตารางที่ 2 เป็นตารางเทียบความเร็วลมของมาตราโบฟอร์ดกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเหนือพื้นดิน และตารางที่ 3 เป็นตารางเทียบความเร็วลมของมาตราโบอฟร์ดกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเหนือพื้นน้ำ

ตารางที่ 2.3 ตารางเทียบความเร็วลมและชนิดลมของมาตรโบฟอร์ด

มาตราโบฟอร์ด	ความเร็วลม		ชนิดลม
	นอต	กม./ชม.	
0	1	1.6	ลมสงบ
1	1 – 3	1.6 – 4.8	ลมเบา
2	4 – 6	6.4 – 8.6	ลมอ่อน
มาตราโบฟอร์ด	ความเร็วลม		ชนิดลม
	นอต	กม./ชม.	
3	7 – 10	12.8 – 19.2	ลมเฉื่อย
4	11 – 21	20.8 – 28.8	ลมปานกลาง
5	17 – 21	30.4 – 38.4	ลมกระโชก
6	22 – 27	40.0 - 38.4	ลมแรง
7	28 – 33	51.2 – 60.8	พายุปานกลาง
8	34 – 40	62.4 – 73.6	พายุกระโชก
9	41 – 47	75-2 – 86.4	พายุแรง
10	48 – 55	88.0 – 100.8	พายุจัด
11	56 – 63	102.4 – 115.2	พายุจัด
12	64 – 71	116.8 – 131.2	เฮอร์ริเคน

มาตราโบฟอร์ด	ความเร็วลม		ชนิดลม
	นอต	กม./ชม.	
13	72 – 80	132.8 – 147.3	เฮอร์ริเคน
14	81 – 89	148.8 – 164.8	เฮอร์ริเคน
15	90 – 99	166.4- 182.4	เฮอร์ริเคน
16	100 – 108	184.0 – 200.0	เฮอร์ริเคน
17	109 – 118	201.6 – 217.6	เฮอร์ริเคน

ที่มา : www.thaiwindnet.com , 2552

ตารางที่ 2.4 ตารางเทียบความเร็วลมของมาตราโบฟอร์ดกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเหนือพื้นดิน

มาตราโบฟอร์ด	ปรากฏการณ์ธรรมชาติเหนือพื้นดิน
0	ลมสงบ ควันลอยขึ้นตรง
1	ทิศทางลมสังเกตได้จากควันที่ แต่ไม่ใช่จากศรลม
2	รู้สึกมีลมปะทะหน้า ใบไม้เคลื่อนไหว ศรลมเริ่มหันทิศทางไปตามลม
3	ใบไม้และกิ่งไม้เล็กๆ เคลื่อนไหวตลอดเวลา ธงคลี่ออกตามลม
4	ฝุ่นฟุ้ง กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็กๆ โยก
5	ต้นไม้เล็กๆ เริ่มโยก แหล่งน้ำบนบก เช่นแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง เป็นระลอก
6	กิ่งไม้ใหญ่โยก สายโทรเลขดังหวือๆ ไม่สะดวกที่จะใช้ร่ม
มาตราโบฟอร์ด	ปรากฏการณ์ธรรมชาติเหนือพื้นดิน
7	ต้นไม้โยก เดินต้านลมไม่สะดวก
8	กิ่งไม้หัก เดินไปข้างหน้าไม่สะดวก
9	สิ่งก่อสร้างเสียหายเล็กน้อย
10	ต้นไม้ถอนราก สิ่งก่อสร้างเสียหายมาก
11	สิ่งก่อสร้างเสียหายเป็นบริเวณกว้าง
12-17	สิ่งก่อสร้างเสียหายหนัก

ที่มา : www.thaiwindnet.com , 2552

ตารางที่ 2.5 ตารางเทียบความเร็วลมของมาตราโบฟอร์ดกับปรากฏการณ์ธรรมชาติในทะเล

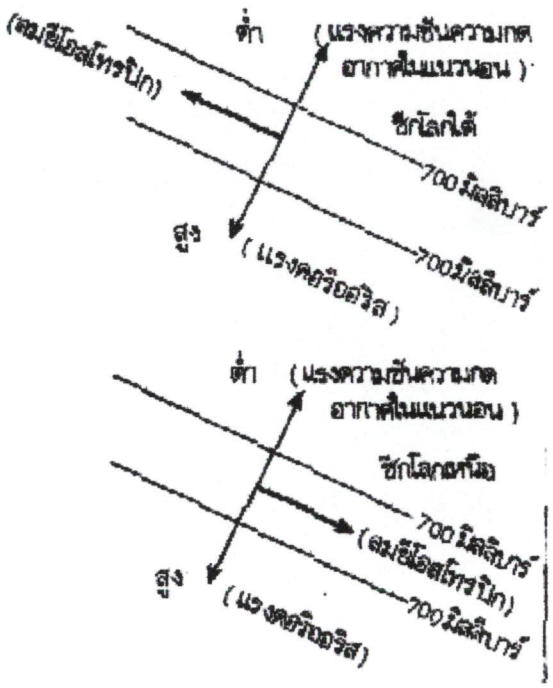
มาตราโบฟอร์ด	ปรากฏการณ์ธรรมชาติในทะเล
0	ทะเลคล้ายกระจก
1	ทะเลพริ้ว ยอดคลื่นไม่เป็นฟอง
2	คลื่นเป็นระลอกเล็กๆ ปรากฏให้เห็นชัด แต่ยังไม่แตกเป็นฟอง
3	คลื่นเป็นระลอกโตขึ้น คลื่นเริ่มแตกเป็นฟองขาว
4	คลื่นขนาดเล็กใหญ่ขึ้น และเป็นฟองขาวมากขึ้น
5	คลื่นขนาดปานกลางยาวมากขึ้น โอกาสที่จะเป็นฝอยน้ำได้บ้าง
6	คลื่นมีขนาดใหญ่ขึ้น คลื่นแตกเป็นฟองขาวมากขึ้น เป็นฝอยน้ำมากขึ้น

หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

7	น้ำทะเลสูงขึ้น และฟองแตกเป็นทางเริ่มพัดกระจัดกระจายไปตามคลื่น หัวแตก
8	คลื่นค่อนข้างสูง มีช่วงคลื่นขึ้น คลื่นที่ฟองน้ำแตกเป็นทางเห็นได้ชัดเจน
9	คลื่นสูงยอดคลื่นเริ่มม้วนตัว คลื่นที่ฟองน้ำแตกเป็นทางหนาทึบ และฝอยน้ำที่พัดอยู่สูงในอากาศ ทำให้มีทัศนวิสัยเลว
10	คลื่นสูงมากมียอดคลื่อนที่ยื่นออก ทะเลมีฟองขาวไปหมด การม้วนตัวของคลื่นมีมากขึ้น และทัศนวิสัยเลย
11	คลื่นสูงใหญ่มาก ทะเลมีฟองขาวเต็มไปหมด ทัศนวิสัยเลว
12-17	แตกเป็นฝอยน้ำอยู่ในอากาศเต็มไปหมด ทัศนวิสัยเลวลงมาก

ที่มา : www.thaiwindnet.com , 2552

รูปที่ 2.28 ลมยีโอสโทรฟิกพัดขนานกับไอโซบาร์ ในซีกโลกเหนือความกดอากาศต่ำจะอยู่ทางซ้ายของลมส่วนในซีกโลกใต้ความกดอากาศต่ำจะอยู่ทางขวาของลมกับความเร็วลม และตั้งฉากกับความเร็วลม

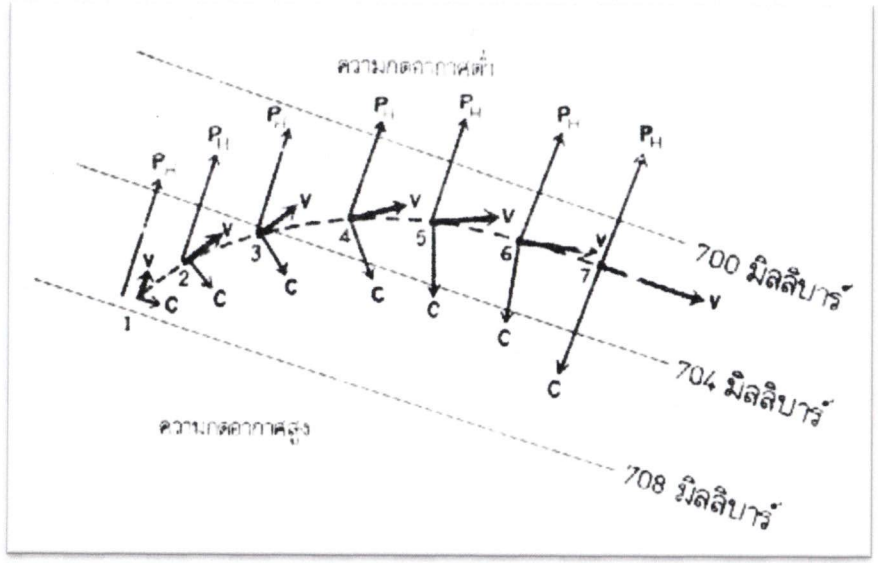


ที่มา : www.thaiwindnet.com , 2552

2.3.4 ลมชั้นบน

(1) ลมยีโอสโทรฟิก (Geostrophic Wind) เป็นลมที่เกิดจากแรง 2 แรง ที่มากระทำต่อกัน คือ แรงความชันความกดอากาศกับแรงคอริออสิล เนื่องจากการหมุนของโลก แรงทั้ง 2 จะพัดอยู่ในทิศทางตรงข้ามกันและมีความสมดุลกัน ลมนี้พัดขนานกับไอโซบาร์ที่เป็นเส้นตรงและขนานกัน ซีกโลกเหนือ ความกดอากาศต่ำจะอยู่ทางซ้ายของลม ส่วนในซีกโลกใต้ความกดอากาศต่ำ จะอยู่ทางขวาของลม (รูปที่ 5) แรงความชันความกดอากาศที่จะไม่เกี่ยวข้องกับความเร็วลม แต่แรงคอริออลิสเป็นปฏิภาค ลมนี้เป็นลมลักษณะชั้นบนอยู่สูงจากพื้นดินตั้งแต่ 1 กิโลเมตร ขึ้นไปเป็นระยะที่ไม่มีแรงฝืด พ้นจากอิทธิพลของสิ่งกีดขวางธรรมชาติบนพื้นโลก และจะเกิดที่ละติจูดประมาณ 10 หรือ 15 เหนือศูนย์สูตร เพราะที่ละติจูดต่ำแรงคอริออลิสจะมีค่าน้อย ยิ่งบริเวณศูนย์สูตรแรงนี้จะมีค่าเป็นศูนย์ รูปที่ 6.6 แสดงทิศทางของลมยีโอสโทรฟิกในซีกโลกเหนือที่ไม่มีแรงฝืด ในระดับความสูงจากพื้นดิน 3 กิโลเมตร อากาศเคลื่อนที่จากความกดอากาศสูงไปยังความกดอากาศต่ำ ก่อนที่ลมจะเคลื่อนที่ แรงคอริออลิสมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อความแตกต่างของความกดอากาศเกิดขึ้น อากาศจะเคลื่อนที่เริ่มจากตำแหน่งที่ 1 เคลื่อนด้วยความเร็วลมข้ามไอโซบาร์ ซึ่งในขณะที่อากาศเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่ 1 ถึงตำแหน่งที่ 7 แรงเฉจะค่อยๆ เบนเฉไปทางขวาและความสมดุลของลมจะเกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ 7

รูปที่ 2.29 ทิศทางของลมยีโอสโทรฟิก ในซีกโลกเหนือที่ไม่มีแรงฝืดในระดับความสูงจากพื้นดิน 3 กิโลเมตร



ที่มา : www.thaiwindnet.com , 2552

P_H = แรงความชันความกดอากาศในแนวนอน

C = แรงคอริออลิส

V = ลมยีโอสโทรฟิก

2. ลมเกรเดียนด์ (Gradient Wind) เป็นลมที่เกิดจาแรง 3 แรง กระทำต่อกัน และมีความสมดุลกันคือ แรงความชันความกดอากาศในแนวนอน และแรงคอริออสิส (ทั้ง 2 แรงทำให้เกิดลม ยีโอสโทรฟิก) แต่มีแรงที่กระทำเพิ่มขึ้นอีกแรงหนึ่ง คือแรงหนีศูนย์กลาง (centrifugal Force) ซึ่งเป็นแรงที่ออกจากศูนย์กลางลมนี้ไอโซบาร์จะมีลักษณะเป็นแนวโค้ง และจะพัดขนานกับความโค้งตามไอโซบาร์ รูปที่ 7 แสดงความสมดุลของแรง 3 แรง รอบๆ บริเวณความกดอากาศต่ำ และความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือ

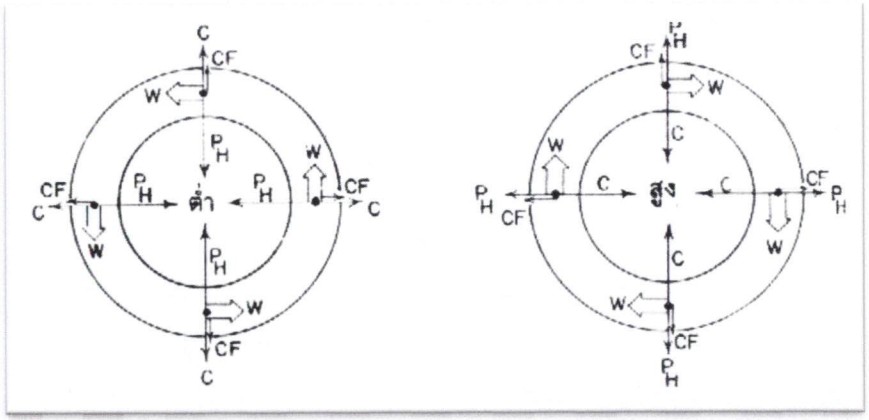
แรงความชันความกดอากาศในแนวนอน = Ph

แรงคอริออลิส = C

แรงหนีศูนย์กลาง = CF

ทิศทางลม = W

รูปที่ 2.30 ความสมดุลของแรง 3 แรง รอบ ๆ



(ก) บริเวณความกดอากาศต่ำ (ข) บริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือ

ที่มา : www.thaiwindnet.com , 2552

หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

รูปที่ 7 (ก) ระบบความกดอากาศต่ำ แรงความชันความกดอากาศในแนวนอนเป็นแรงที่เข้าหาศูนย์กลางความกดอากาศต่ำเสมอ แรงคอริออลิสเป็นแรงที่อยู่ตรงข้ามกับแรงความชันความกดอากาศในแนวนอน ส่วนแรงหนีศูนย์กลางเป็นแรงที่ออกจากศูนย์กลางอยู่ในทิศทางเดียวกับแรงคอริออลิส ทำให้เกิดความสมดุลกับแรงความชันความกดอากาศในแนวนอน หรือ

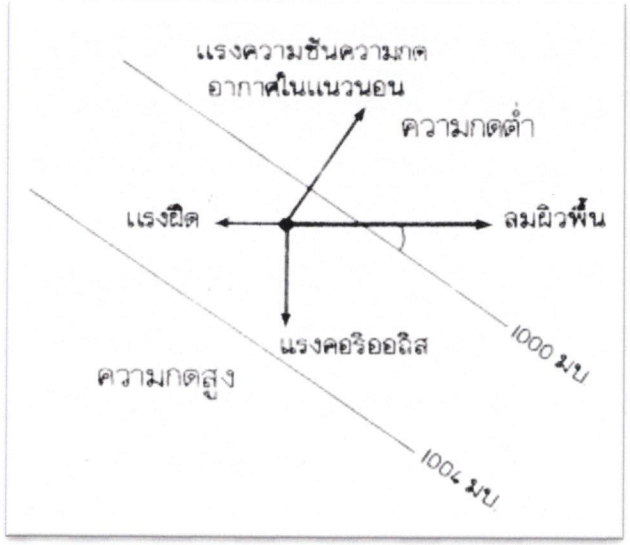
$$Ph = C + CF$$

เพื่อเกิดความสมดุลของแรงเหล่านี้บนแผ่นภาพต้องจำไว้ว่า แรงคอริออลิส จะอยู่ทางขวาของทิศทางลม ลมนี้จะพัดขนานกับการหมุนเวียนของศูนย์กลางความกดอากาศต่ำในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกเหนือ

รูปที่ 7 (ข) ระบบความกดอากาศสูง แรงความชันความกดอากาศในแนวนอนจะออกจากศูนย์กลางความกดอากาศสูง และแรงหนีศูนย์กลางจะออกจากศูนย์กลางความกดอากาศสูงเช่นเดียวกัน ส่วนแรงคอริออลิสจะเข้าหาศูนย์กลางความกดอากาศสูง ทำให้เกิดความสมดุล ดังนี้

$$Ph + CF = C$$

รูปที่ 2.31 ในระดับความสูง 1 กิโลเมตรแรกจากผิวพื้นที่มีแรงฝืดลมผิวพื้นพัดข้ามไอโซบาร์ และทำมุมกับไอโซบาร์



ที่มา : www.thaiwindnet.com , 2552

แรงคอริออลิสจะอยู่ทางขวาของทิศทางลม ลมนี้จะพัดพาขนานกับการหมุนเวียนของความกดอากาศสูงในทิศทางตรงตามเข็มนาฬิกา ส่วนในซีกโลกใต้จะกลับตรงกันข้าม คือเมื่อแรงความชันความกดอากาศในแนวนอนเคลื่อนที่ แรงคอริออลิสจะเริ่มเฉไปทางซ้าย ลมจะพัดในทิศทางตามเข็มนาฬิกาบริเวณความกดอากาศต่ำ และพัดทวนเข็มนาฬิกาบริเวณความกดอากาศสูง

2.3.5 ลมผิวพื้น

ลมผิวพื้น (Surface Winds) คือ ลมที่พัดจากบริเวณผิวพื้นไปยังความสูงประมาณ 1 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการคลุกเคล้าของอากาศ และมีแรงฝืดอันเกิดจากการปะทะกับสิ่งกีดขวางร่วมกระทำด้วย ในระดับต่ำแรงความชันความกดอากาศในแนวนอนจะไม่สมดุลกับแรงคอริออลิส แรงฝืดทำให้ความเร็วลมลดลง มีผลให้แรงคอริออลิสลดลงไปด้วย ลมผิวพื้นจะไม่พัดขนานกับไอโซบาร์ แต่พัดข้ามไอโซบาร์จากความกดอากาศสูงไปยังความกดอากาศต่ำ และทำมุมกับไอโซบาร์ (รูปที่ 8) การทำมุมนั้นขึ้นอยู่กับความหยาบของผิวพื้น ถ้าเป็นทะเลที่ราบเรียบจะทำมุม 10 ถึง 20 แต่พื้นดินทำมุม 20 ถึง 40 ส่วนบริเวณที่เป็นป่าไม้หนาทึม อาจทำมุมถึง 90 มุมที่ทำกับไอโซบาร์อยู่ในระดับความสูง 10 เมตร เหนือผิวพื้น ที่ระดับความสูงมากกว่า 10 เมตร ขึ้นไป แรงฝืดลดลง

แต่ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้น มุมที่ทำกับไอโซบาร์จะเล็กลง ส่วนที่ระดับความสูงใกล้ 1 กิโลเมตร เกือบไม่มีแรงฝืด ดังนั้นลมจึงพัดขนานกับไอโซบาร์

2.3.6 การหมุนเวียนทั่วไปของบรรยากาศ

การหมุนเวียนทั่วไปของบรรยากาศ เป็นการศึกษาการเคลื่อนที่เฉลี่ยของอากาศรอบโลก ศึกษาลมที่เกิดขึ้นจริงที่ใดที่หนึ่ง และเวลาใดเวลาหนึ่ง ที่กำหนดให้ อย่างไรก็ตามการเคลื่อนที่เฉลี่ยของอากาศทำให้ทราบว่าทำไมลมถึงพัดรอบโลก และพัดในทิศทางใด ลมที่พัดอยู่ในระบบการหมุนเวียนทั่วไปเป็นลมประจำ ตัวอย่าง เช่น ลมที่พัดประจำในเกาะฮอนโนลูลู เป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนลมที่พัดประจำในเมืองนิวยอร์กเป็นลมตะวันตก การเคลื่อนที่เฉลี่ยของอากาศเป็นกลไกทำให้เกิดลมดังกล่าว เช่นเดียวกับแบบจำลองที่ความร้อยถูกถ่ายเทพลังงานจากบริเวณศูนย์สูตรไปยังขั้วโลก

สาเหตุที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนทั่วไปนั้น เกิดจากพื้นผิวโลกได้รับความร้อนไม่เท่ากัน เมื่อโลกได้พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ จะต้องส่งพลังงานกลับเข้าสู่อวกาศในปริมาณเท่ากับที่โลกได้รับ อย่างไรก้ตามพลังงานความร้อนที่โลกได้รับในแต่ละละติจูดมีปริมาณไม่เท่ากัน เขตร้อนได้รับความร้อนเกินดุล ส่วนเขตขั้วโลกได้รับความร้อนขาดดุล ดังนั้นเพื่อให้เกิดความสมดุลจึงต้องมีการถ่ายเทความร้อนจากบริเวณศูนย์สูตรไปยังขั้วโลก และถ่ายเทความเย็นจากขั้วโลกมายังศูนย์สูตร

แบบจำลองวงจรเดี่ยว (Single Cell Model) แบบจำลองแบบแรกเป็นแบบจำลอง วงจรเดี่ยว ซึ่งสมมุติว่า พื้นผิวโลกถูกปกคลุมไปด้วยพื้นน้ำเหมือนกันหมด ดังนั้นพื้นดินและพื้นน้ำจะได้รับความร้อนที่ไม่แตกต่างกัน และถ้าสมมุติต่อไปอีกว่า ดวงอาทิตย์ส่องตรงเหนือศูนย์สูตรตลอดเวลา จะไม่มีฤดูกาลต่างๆ เกิดขึ้น และท้ายสุดสมมติอีกว่า โลกไม่ได้หมุนรอบตัวเอง ดังนั้นแรงที่เกี่ยวข้องมีอยู่เพียงแรงเดียวคือ แรงความชันความกดอากาศ กับการสมมติเหล่านี้ การหมุนเวียนทั่วไปคล้ายกับวงจรขนาดใหญ่ที่ขับความร้อนออกในแต่ละซีกโลก (รูปที่ 10) วงจรนี้ตั้งขึ้นตามชื่อของนักอุตุนิยมวิทยาชาวอังกฤษคือ จอร์จ แฮดเลย์ (George Hadley) ซึ่งเป็นผู้ค้นพบการหมุนเวียนที่ขับไล่ความร้อนออกจากดวงอาทิตย์ บริเวณศูนย์สูตรได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เต็มที่ อากาศเหนือศูนย์สูตรจึงลอยตัวขึ้นเป็นเขต ความกดอากาศต่ำ ขณะที่บริเวณขั้วโลกอากาศเย็นตัวลงมากและจมตัวต่ำลงเป็นเขตความกดอากาศสูง การสนองต่อแรงความชันความกดอากาศในแนวนอน ทำให้อากาศเย็นจากขั้วโลกไหลลงมายังศูนย์สูตร และอากาศร้อนจากศูนย์สูตรไหลไปยังขั้วโลกการหมุนเวียนในลักษณะเช่นนี้จะไม่เกิดขึ้นจริงบนพื้นผิวโลก เนื่องจากโลกหมุนรอบ ตัวเองมีแรงคอริออลิส เป็นแรงที่ทำให้อากาศที่เคลื่อนที่อยู่ เฉไปทางขวา ในซีก

โลกเหนือ เป็นผลทำให้ ลมผิวพื้นเป็นลมตะวันออก ที่ทุกๆ ละติจูด ลมเหล่านี้จะเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับ การหมุนรอบตัวเองของโลก และขึ้นอยู่กับความฝืดของผิวโลกที่ทำให้การหมุนของโลกเคลื่อนที่ช้าลง ส่วนบริเวณละติจูดกลาง การหมุนเวียนแบบนี้ไม่เกิดขึ้น เพราะมีลมประจำพัดมาจากทิศตะวันตก ดังนั้นการหมุนเวียนทั่วไปของอากาศระหว่างศูนย์สูตรกับขั้วโลกไม่ใช้เป็นแบบจำลองที่แท้จริง เพราะโลกหมุนรอบตัวเอง แบบจำลองวงจรเดี่ยวจะเป็นจริงได้กับการสมมติ 2 ประการ คือ พื้นผิวโลกต้องถูกปกคลุมไปด้วยพื้นน้ำทั้งหมด และดวงอาทิตย์จะส่องตรงเหนือศูนย์สูตรตลอดเวลา

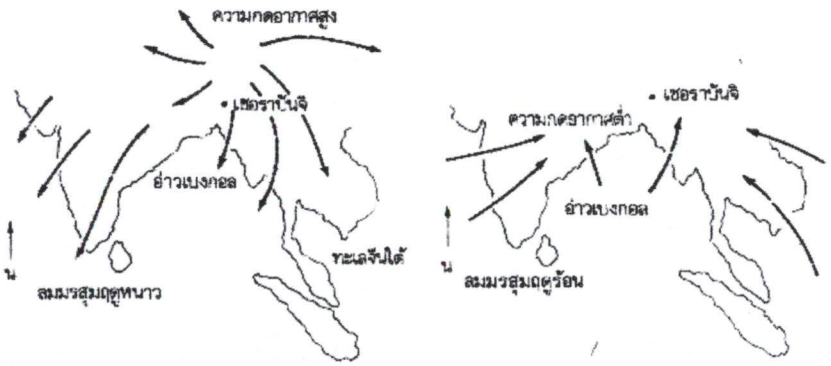
2.3.7 **ลมมรสุม**

ลมมรสุม (Monsoon) มาจากคำในภาษาอาหรับว่า Mausim แปลว่า ฤดู ดังนั้นลมมรสุมจึงหมายถึง ลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางกลับการเปลี่ยนฤดูคือ ฤดูร้อนจะพัดในทิศทางหนึ่ง และจะพัดเปลี่ยนทิศทางในทางตรงกันข้ามในฤดูหนาว ครั้งแรกใช้เรียกลมนี้ในบริเวณทะเลอาหรับซึ่งพัดอยู่ในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือเป็นระยะเวลา 6 เดือน และพัดอยู่ในทิศทางตะวันตกเฉียงใต้เป็นระยะเวลา 6 เดือน แต่อยู่ในส่วนอื่นๆ ของโลก ลมมรสุมที่เห็นชัดเจนที่สุดคือ ลมมรสุมที่เกิดขึ้นในเอเชียตะวันออก และเอเชียใต้

ลักษณะการเกิดลมมรสุม เป็นทำนองเดียวกับการเกิดลมบกลมทะเล ในฤดูหนาวอากาศภายในภาคพื้นทวีปเย็นกว่าอากาศในมหาสมุทรที่อยู่ใกล้เคียง ทำให้ภาคพื้นทวีปบริเวณไซบีเรียเป็นเขตความกดอากาศสูง ส่วนบริเวณมหาสมุทรอินเดียเป็นเขตความกดอากาศต่ำ อากาศเหนือมหาสมุทรอินเดียซึ่งมีอุณหภูมสูงกว่าบริเวณไซบีเรียจะลอยตัวสูงขึ้น และอากาศบริเวณไซบีเรียจะไหลเข้าไปแทนที่ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา (รูปที่ 13ก) อากาศที่ไหลออกจากบริเวณความกดอากาศสูงไซบีเรียเป็นอากาศที่ไหลจมลง และทิศทางลมจะเบนไปทางขวา กลายเป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือผ่านเข้าไปยังเอเชียตะวันออกและเอเชียใต้ โดยทั่วไปมีลักษณะอากาศดี และเป็นฤดูที่มีอากาศแห้ง ดังนั้นลมมรสุมฤดูหนาวลักษณะท้องฟ้าแจ่มใส เป็นลมที่พัดจากฝั่งออกสู่ทะเล

ในฤดูร้อนลมจะพัดเปลี่ยนในทิศทางตรงกันข้าม อากาศภาคพื้นทวีปอุ่นกว่าพื้นน้ำ ซึ่งทำให้ภาคพื้นทวีปเป็นเขตความกดอากาศต่ำ พื้นน้ำเป็นเขตความกดอากาศสูง เกิดลมพัดจากพื้นน้ำที่เป็นเขตความกดอากาศสูงเข้าสู่พื้นดินที่เป็นเขตความกดอากาศต่ำ ในทิศทวนเข็มนาฬิกากลายเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมที่พัดจากพื้นน้ำเข้ามา นำเอาความชื้นมาด้วยเป็นลมที่พัดจากทะเลเข้าหาฝั่ง (รูปที่ 13 ข)

รูปที่ 2.32 เสดงการเกิดลมมรสุม



ที่มา : Don (1975, p. 198)

รูปที่ 13 (ก) ลมมรสุมฤดูหนาว	(ข) ลมมรสุมฤดูร้อน

หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

มรสุมที่มีกำลังแรงจัดที่สุด เกิดขึ้นในบริเวณเอเชียตะวันออก และเอเชียใต้ เอเชียตะวันออกได้แก่ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ไต้หวัน ญี่ปุ่น และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนเกาหลี ลมมรสุมที่เกิดในเอเชียตะวันออกจะแตกต่างจากเอเชียใต้คือ ในเอเชียตะวันออก ลมมรสุมฤดูหนาวมีกำลังแรงกว่า และมีทิศทางที่คงที่กว่ามรสุมฤดูร้อน ความเร็วลมตามชายฝั่งในเดือนมกราคม จะมีมากกว่าเดือนกรกฎาคมหลายเท่า ส่วนลมมรสุมในเอเชียใต้ รวมทั้งประเทศอินเดีย ปากีสถาน และประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ลมมรสุมฤดูหนาวไม่สามารถแผ่เข้าไปถึงดินแดนเหล่านี้ได้ เพราะมีเทือกเขาหิมาลัยขวางกั้นอยู่ ดังนั้นเอเชียใต้จึงได้รับมรสุมโดยตรงเฉพาะในช่วงฤดูร้อนเท่านั้น และลมจะมีกำลังแรงในฤดูร้อน แม้แต่ในมหาสมุทร คือฤดูร้อนลมมีความเร็วเฉลี่ย 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนฤดูหนาวลมมีกำลังอ่อน มีความเร็วน้อยกว่า 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง บริเวณที่มีฝนตกหนักเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมฤดูร้อน คือ เมืองเชอร์ราปันจิ ทางภาคตะวันออกของประเทศอินเดีย มีปริมาณฝนตกในแต่ละปีประมาณ 10,800 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่จะมีฝนตกในช่วงเดือนเมษายนถึงตุลาคม ฝนที่ตกมีประโยชน์ทางด้านการเกษตร ทำให้พืชผลเจริญเติบโต เนื่องจากบริเวณที่มีฝนอากาศแห้ง แต่ฝนที่ตกลงมามีข้อเสีย เนื่องจากช่วงเวลาที่ฝนตกจะมีความไม่แน่นอนรวมทั้งความแรงของฝน สำหรับประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมทั้งสองฤดู คือ

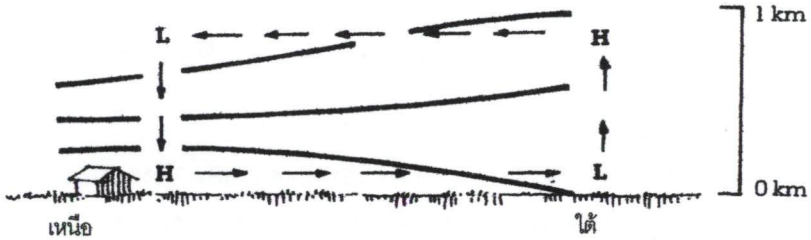
ในช่วงฤดูฝนประมาณต้นเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนต้นเดือนตุลาคม ได้รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และต่อมาเป็นช่วงฤดูหนาว ประมาณปลายเดือนตุลาคมจนถึงปลายเดือนกุมภาพันธ์ ลมจะเปลี่ยนทิศเป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

นอกจากลมมรสุมที่เกิดขึ้นทวีปเอเชียแล้ว ยังมีลมมรสุมที่เกิดขึ้นบริเวณส่วนอื่นของโลก เช่น ทางภาคเหนือของประเทศออสเตรเลีย เมื่อลมมรสุมพัดข้ามศูนย์สูตรจะเปลี่ยนทิศทางเป็นลมมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือพัดเข้าสู่ทางภาคเหนือของประเทศออสเตรเลีย ซึ่งมีแนวเขตลมค้าเบียดตัวเข้าหากันพาดผ่านอยู่ เป็นแนวแบ่งเขตระหว่างลมค้าตะวันออกเฉียงเหนือของซีกโลกเหนือกับลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ของซีกโลกใต้ รวมทั้งมีลมมรสุมเกิดขึ้นในอ่าวกินีของแอฟฟริกาตะวันตก บางส่วนของทวีปอเมริกาเหนือ และบางส่วนของทวีปอเมริการใต้

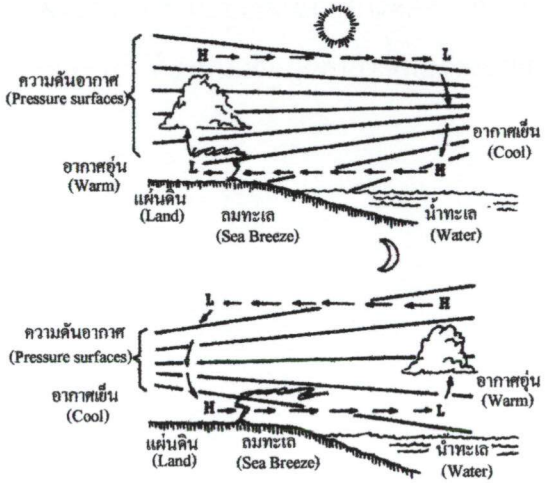
2.3.8 ลมประจำถิ่น

เกิดจากการหมุนเวียนของอากาศซึ่งเคลื่อนที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิและความดัน ทำให้มีการเบนทิศทางโดยอิทธิพลจากความร้อนระดับท้องถิ่น ถ้าอากาศบริเวณทิศใต้ร้อนกว่าอากาศบริเวณทิศเหนือ อากาศทางทิศใต้จะขยายตัว มีความหนาแน่นเบาบาง มีความดันอากาศต่ำจึงลอยสูงขึ้น อากาศเย็นกว่าที่มีความดันอากาศสูงกว่าจากทิศเหนือจะไหลเข้ามาแทนที่ เมื่ออากาศตอนบนของอากาศที่มีความดันต่ำลอยขึ้นพร้อมกับเย็นตังลงและแผ่กระจายออก แล้วอากาศดังกล่าวไหลเวียนกลับไปทางทิศเหนือใหม่แล้วจมลง จึงเกิดการเคลื่อนที่แบบหมุนเวียนประจำถิ่น ลมประจำถิ่นมีหลายชนิด ดังนี้

ภาพที่ 2.33 การเคลื่อนที่ของลมประจำถิ่น



ภาพที่ 2.34 การเคลื่อนที่ของลมบกในช่วงกลางวันและกลางคืน

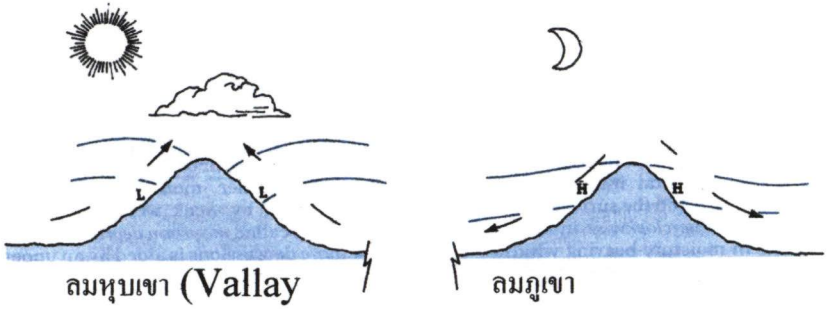


ที่มา : www.thaiwindnet.com , 2552

(1) ลมทะเล (Sea Breeze) เป็นลมประจำถิ่นที่เกิดในเวลากลางวัน เนื่องจาก แผ่นดินรับพลังงานจากดวงอาทิตย์และคายความร้อนออกมา สู่อากาศเหนือพื้นดิน อากาศจึงมีอุณหภูมิสูงขึ้น มีความดันต่ำและลอยขึ้น ขณะที่ทะเลสะสมความร้อนไว้ได้มากเนื่องจากมีความจุความร้อนจำเพาะสูงกว่าแผ่นดินถึง 3 เท่า จึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าและมีความดันอากาศสูงกว่า ลมจึงพัดจากบริเวณที่มีความดันอากาศสูงจากทะเลเข้ามายังแผ่นดินและชายฝั่งทะเลที่มีความดันอากาศต่ำกว่า ลมจะพัดแรงในวันที่ท้องฟ้าโปร่ง เพราะแผ่นดินได้รับความร้อนมาก

(2) ลมบก (Land Breeze) เป็นลมประจำถิ่นที่เกิดในเวลากลางคืน เมื่อแผ่นดิน คายความร้อนจนอุณหภูมิลดลงจึงมีความดันของอากาศเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันทะเลเริ่มคายความร้อนออกมาช้ากว่าแผ่นดิน อุณหภูมิของน้ำทะเลจึงลดลงช้ากว่าอุณหภูมิของแผ่นดิน อากาศเหนือน้ำทะเลจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเหนือผิวดิน ความดันของอากาศเหนือน้ำทะเลจึงต่ำกว่าความดันของอากาศเหนือแผ่นดินจึงเกิดลมพัดจากแผ่นดินออกสู่ทะเล ลมบกจะมีกำลังอ่อนกว่าลมทะเลเพราะความแตกต่างของอุณหภูมิในเวลากลางคืนระหว่างแผ่นดินและทะเลน้อยกว่าในเวลาวัน (ภาพที่ 6-19)

ภาพที่ 2.35 ลักษณะของลมหุบเขาและลมภูเขา



ลมหุบเขา (Vallay Breeze)

ลมภูเขา (Mountain

ที่มา : www.thaiwindnet.com , 2552

(3) ลมภูเขาและลมหุบเขา (Mountain and Valley Breezes) ในเวลากลางวันบริเวณ ภูเขาและลาดเขาได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์มากกว่าหุบเขา อากาศในหุบเขาจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าลาดเขาแต่มีความดันสูงกว่า อากาศจึงไหลขึ้นจากหุบเขาไปตามลาดเขาเรียกว่า ลมหุบเขา (Valley Breezes) ในทางกลับกันเวลากลางคืนบริเวณ ลาดเขาคายความร้อนออกมาเร็ว อากาศบริเวณลาดเขาจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณหุบเขาและมีความดันสูงกว่า อากาศจึงไหลลงมาจากลาดเขาสู่หุบเขาเรียกว่า ลมภูเขา (Mountain Breezes) โดยปกติลมภูเขาแรงกว่าลมหุบเขา

2.3.9 **ทิศทางกระแสลมและการระบายอากาศ**

กระแสลมนั้นมีความสำคัญ สามารถช่วยระบายอากาศ และแลกเปลี่ยนถ่ายเทอากาศได้ซึ่งกระแสลมมีทั้งที่ช่วยนำพาความร้อนออกจากอาคารและอาจช่วยนำพาความร้อนเข้าสู่อาคารได้ ดังนั้น ในการออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น เช่น ประเทศไทยจึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาทิศทางและความเร็วของกระแสลม เพื่อมาปรับความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารอันจะเป็นการช่วยลดพลังงานไฟฟ้าที่นำมาปรับสภาวะอากาศภายในอาคาร เช่น การใช้พัดลม หรือ เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

ปัจจุบันสิ่งแวดล้อมได้รับผลกระทบจากสารที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศ ถ้าสามารถใช้ลมจากธรรมชาติอย่างถูกวิธี โดยศึกษาข้อมูลทิศทางกระแสลมที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปีได้และถูกวิธีควบคุมทิศทางและการไหลของอากาศ ก็จะสามารถนำลมเย็นเข้ามาใช้ได้ดี และสามารถป้องกันลมร้อนที่จะสามารถเข้าสู่อาคารได้อีกด้วย

2.3.1.2 **แรงลมธรรมชาติที่ทำให้เกิดการระบายอากาศภายในอาคาร** สามารถแบ่งประเภทที่ทำให้เกิดแรงลมได้ 2 วิธี

(1) การเคลื่อนที่ของอากาศทีเกิดจากความดันที่แตกต่าง

(2) อุณหภูมิที่แตกต่างของพื้นที่

โดยทั้งสองวิธีไม่ว่าจะเกิดอันใดไม่ว่าจะเกิดอันใดเพียงลำพัง หรือเกิดทั้ง 2 อย่าง ก็ขึ้นอยู่กับเกิดที่บริเวณชั้นไหนของอาคาร ในบรรยากาศและการออกแบบอาคารอย่างไร

การระบายอากาศโดยแรงลม กระแสลมที่เข้ามาในอาคารจะชำลง และลอยตัวขึ้น โดยมีทิศทางไปตามกระแสลม โดยพื้นที่ที่มีแรงดันสูง กระแสลมจะเคลื่อนที่จากจุดนี้ ไปยังจุดที่มีแรงดันต่ำที่อยู่แนบกับด้านข้างพื้นผิวที่รับกระแสลม และพื้นที่ใต้ลม หรือตามลมจะมีแรงดันต่ำที่อยู่แนบกับด้านข้างของพื้นผิวที่รับกระแสลม และพื้นที่ใต้ลมหรือตามลมจะมีแรงดันต่ำ ทำให้กระแสลมเคลื่อนที่มา ณ จุดนี้ แรงลมที่ตำแหน่งด้านหลังนี้ จะค่อยๆ ถูกเติมด้วยอากาศ รอบๆ ดังนั้นระยะทางจาก 2 ฟากกับความสูงอาคาร ต้องเป็นที่ที่อากาศจะสามารถไปถึงได้ และหากอาคารที่มีระยะเว้นห่างออกไป แรงลมที่ได้ในอาคารด้านหลังจะเท่ากับแรงลมตั้งต้นก็ต่อเมื่ออยู่ห่างกันเท่ากับ 7 เท่ากับความสูงอาคาร

ความดันที่แตกต่างกันของพื้นที่ด้านรับลมกับด้านหลังที่ไม่ได้รับลมโดยตรง สามารถทำให้เกิดการระบายอากาศภายในอาคารได้ ตำแหน่งช่องเปิดมีผลมากที่สุด เมื่อช่องเปิดทางเข้าเกิดความกดอากาศสูง และช่องเปิดทางออกเกิดความกดอากาศต่ำ ปริมาณการถ่ายเทอากาศอันเกิดจากความดันที่ต่างกัน จะได้ผลก็ต่อเมื่อมีการเปิดช่องเปิดทางลมเข้าและช่องเปิดทางลมออก อากาศภายในปริมาณใกล้เคียง

กันได้ก็ต่อเมื่อทิศทางของลมที่มาตามปกติมากระทบอาคารและเข้าออกช่องเปิดที่มีขนาดเท่ากัน

จากการศึกษาของ Victor Olgyay พบว่าลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลมจะเห็นได้ชัดจากอาคารซึ่งมีช่องให้ลมผ่านในทางออก จะเห็นว่าภายในไม่มีลมเข้า ถ้าใช้ช่องเปิดขนาดใหญ่ทางด้านช่องเปิดทางลมเข้าและขนากเล็กที่ช่องเปิดทางลมออก จะทำให้เกิดการไหลเวียนของกระแสลมไดมาก

ในหน้าร้อนกระแสลมที่มีความเย็นที่มีความเร็วเพียงพอ จะมีความสำคัญมากกว่าจำนวนการไหลเวียนของอากาศภายใน การใช้ช่องเปิดทางรูเข้าที่เล็กและช่องเปิดทารูออกที่ใหญ่ (Venturi Effect) ความเร็วลมในบริเวณช่องเปิดทางลมเข้าจะมากที่สุด การเพิ่มความเร็วลมภายในอาคารใช้เปรียบเทียบความเร็วลมจากช่องทางออก

ผลของแรงเฉื่อย ถ้าทางเข้าและทางออกของลมเท่ากัน โดยอยู่ในระดับเดียวกัน แรงลมภายในอาคารจะเป็นเส้นตรง โดยแรงดันด้านนอกจะเท่ากัน และถ้าใช้ช่องเปิดขนาดไม่เท่ากันในตำแหน่งที่ตรงกันจะเกิดความดันที่แตกต่างกัน กระแสลมที่เข้ามาภายในอาคารในลักษณะตั้งฉาก จะมีลักษณะเหมือนลมก่อนเข้าโดยจะมีแรงเฉื่อยเกิดขึ้น ทิศทางกระแสลมจะไม่สมมาตรถ้าถ้าช่องเปิดทางออกอันใดอันหนึ่งถูกบังคับอยู่ เช่นการปิดหน้าต่าง

ถ้าแบ่งพื้นที่ภายในอาคารเป็นส่วนๆ กระแสลมที่เข้ามาภายในพื้นที่แต่ละช่องเปิด ถ้าเป็นช่องเปิดที่มีขนาดใหญ่ตรงกลางที่มีรูปทรงเรขาคณิตของห้อง กระแสลมจะเป็นเส้นตรงโดยต้องระวังในส่วนของความเร็วลมและจะเปลี่ยนทิศทางเข้าช้าลง และถ้ามีสิ่งกีดขวางเช่น เฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์ต่าง ๆ หรือผนังกั้นภายใน โดยตัวให้ความเร็วลมลดลงได้ ดังนั้นในการวางสิ่งใดในส่วนต่างๆของห้อง ควรจะจัดวางโดยคำนึงถึงกระแสลมเป็นหลักด้วย

แผงกันกระแสลมเป็นตัวทำให้ลมเกิดการไหลเวียนกลับ (Eddie) โดยจะเป็นลมหมุนที่ช้าลงเป็นแรงเฉื่อย ความเร็วและทิศทางจะคงที่ไม่ค่อยเปลี่ยน ถ้าผนังที่กั้นมีลักษณะเดียวกัน กระแสลมจะถูกขัดขวางและทำให้ช้าลง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ขาดการระบายอากาศภายในห้องข้างๆได้ ทิศทางของช่องเปิดทางเข้าออก รวมถึงขนาดความกว้างใหญ่ของช่องเปิดมีผลกับความเร็วลม ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ตำแหน่งช่องลมออกที่ไม่สัมพันธ์กับทิศทางของกระแสลมที่เข้ามาจะทำให้ความเร็วถูกหน่วงให้ช้าลง ถ้ามีการเปลี่ยนทิศทางของกระแสลม ถ้าให้ช่องทางออกคงที่และให้ช่องทางเข้าติดฝ้าอยู่ตรงกลางและอยู่ด้านล่างทิศทางกระแสลมจะขึ้นไปที่ฝ้าแล้วลงต่ำลงมา หรืออาจลงต่ำถึงพื้น ทิศทางของกระแสลมที่พัดควรให้ผ่านบริเวณที่ใช้งาน โดยใช้ช่องทางเจ้าเป็นตัวบังคับแนวกระแสลมภายใน ทิศทางของช่องเปิดทางเข้ามีผลต่อกระแสลม โดยที่

หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2.36 : แสดงพื้นที่เมืองมีอิทธิพลต่อกระแสลม

ที่มา : www.google.co.th, 2552

ด้านนอกอาคารในส่วนที่ใกล้กับช่องเปิดทางเข้าสามารถบังคับทิศทางกระแสลมได้ โดยส่วนที่ยื่นออกมาจากชายคาชายคาของอาคารอาจขัดขวางทิศทางลมในส่วนของลมที่จะเข้าไปในช่องเปิด ส่วนที่ยื่นนี้ถ้ามีความแข็ง และอยู่เหนือหน้าต่าง จะมีผลกับลมที่จะพัดผ่านฝ้าเพดาน เพราะว่าผลจากกรแยกความดันด้านนอกออกจากส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไป เมื่อลมพัดผ่านไม่วนอยู่อาศัย ผลที่เกิดจะไม่เอื้อกับการได้ประโยชน์จากกระแสลม แต่ถ้าใช้ส่วนยื่นในลักษณะเป็นครีบ เป็นช่อง กระแสลมจะพัดลงต่ำพอดีกับระดับของส่วนที่ใช้งาน ชนิดของช่องเปิดจะมีผลในการเบี่ยงเบนของกระแสลมที่เข้ามา

การระบายอากาศโดยใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกันนั้น อุณหภูมิที่ต่างกันระหว่างภายในห้องกับภายนอกห้อง มีผลกับการระบายอากาศไม่เหมือนกัน โดยถ้าเป็นกระแสลมอบอุ่นจะลอยตัวขึ้นและถูกแทนที่โดยอากาศเย็น อุณหภูมิที่แตกต่างกันจะสูงขึ้นเมื่อเกิดความแตกต่างของขนาดช่องเปิดทางเข้าและทางออกมากๆ และจะใช้ได้ผลมากกับการระบายอากาศทางปล่อง

สรุปได้ว่า ช่องเปิดที่ดีไม่ใช่มีแค่เพียงจำนวนมาก หรือขนาดใหญ่เพียงอย่างเดียว แต่ต้องคำนึงถึงการเจาะช่องเปิดให้สัมพันธ์กับทิศทางกระแสลมเข้าและออก จึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด ในการทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดี และช่วยให้เกิดการสบายขึ้นในอาคาร ลมที่พัดผ่านนั้น

เป็นได้เพียงตัวพาความเย็น และพาความร้อนเข้าสู่อาคาร ลมที่พัดผ่านนั้นเป็นได้ทั้งตัวพาความเย็น และพาความร้อนเข้าสู่อาคาร ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาและ
ทิศทางของอาคาร ดังนั้น การใช้ลมพัดผ่านควรใช้ลักษณะของลมด้วย เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการเลือกใช้

ตามหลักการนั้น การวางอาคารให้ตั้งฉากกับทิศทางลม โดยให้มีช่องลมเข้าและช่องลมออก เพื่อให้เกิด cross ventilation จะทำให้ลมเข้าอาคารเต็มที่ แต่ทิศทางลมประจำถิ่นของประเทศไทย ส่วนมากจะมากับทางเดียวกับแดด คือทิศใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ หรือ ตะวันตก ในการออกแบบอาคาร จึงควรหาทางป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาพร้อมกับลมด้วย เช่น กรวางอาคารทำมุมกับทิศทางลมและการลดความร้อนรอบอาคาร

2.3.10 การไหลเวียนของกระแสลม

กระแสลมที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนไหวของอากาศ อันเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศ และความแตกต่างของอุณหภูมิ ซึ่งคุณสมบัติของลมนั้น จะเคลื่อนที่จากที่ที่มีความกดอากาศสูงไปยังที่มีความกดอากาศต่ำเสมอ และจะเคลื่อนที่เมื่ออากาศมีอุณหภูมิสูงลอยตัวขึ้น และอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไหลเข้าไปแทนที่

การเคลื่อนไหวของลมเนื่องจากอุณหภูมินั้น จะเห็นได้อย่างชัดเจนจากกรณีของลมบกและลมทะเล ซึ่งการเคลื่อนที่ของลมในตอนกลางวันนั้น ลมจะพัดจากทะเลเข้าหาฝั่ง เนื่องจากอากาศร้อนบริเวณชายฝั่งมีมากกว่าทะเล ทำให้อากาศร้อนลอยตัวขึ้นและลมจากทะเลเข้ามาแทนที่ ในขณะเดียวกันตอนกลางคืนลมจะพัดจากบกไปสู่ทะเล เนื่องจากน้ำจะคลายความร้อนช้ากว่าดิน ทำให้ตอนกลางคืนน้ำทะเลมีอุณหภูมิสูง กว่าบนดินที่คลายความร้อนได้เร็วกว่า เกิดการแทนที่ของอากาศส่วนที่ที่สูงขึ้นไปจากระดับพื้นดิน จะมีความหนาแน่นของอากาศลดลง ทำให้ยิ่งสูงขึ้นไป ความแรงและความเร็วของกระแสลมจะเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ดังนั้นในส่วนของอาคารสูง จึงต้องมีการคำนวณ wind load เพื่อไม่ให้เกดความเสียหายขึ้นที่โครงสร้างของอาคาร เวลารับแรงลม หรือเกิดพายุขึ้น

ลักษณะการไหลของลมยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ รวมไปถึงสิ่งแวดล้อม เช่น กรณีของกระแสลมที่เกิดขึ้นที่กรุงเทพ ฯ กับในชนบทก็จะมีความแตกต่างกันอันเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อม โดยที่กรุงเทพ ฯ มีการปลูกอาคารใกล้ๆ กัน ทำให้แนวการไหลเวียนของกระแสลมจะต่างกับในชนบทที่เป็นทุ่งโล่ง และไม่มีอาคารกรีดขวางแนวทิศทางลม

2.3.11 สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ

ในการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อให้เกิดการออกแบบที่ดี ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น สิ่งที่ทำให้การระบายอากาศได้ผลตามที่ต้องการ ซึ่งสามารถประมวลและสรุปผลได้ดังนี้

1.พลังจากกระแสลม (แรงลม)

2. อัตราความเร็วลมทั้งหมด และทิศทางของกระแสลมตลอดทั้งปี

3. อัตราความกดอากาศ

4.ขนาดช่องเปิด ทั้งช่องทางเข้าและช่องทางออก

5. จำนวนช่องเปิด และสิ่งกรีดขวางภายใน เช่น ผนัง เฟอร์นิเจอร์

6. รูปร่างของช่องเปิด และชนิดของช่องเปิด รวมทั้งกันสาด

7 ทิศทางของช่องเปิด กับทิศทางกระแสลมทั้งทางเข้าและทางออก

8.ทิศทาง รูปแบบกระแสลมที่อยู่ภายในอาคาร

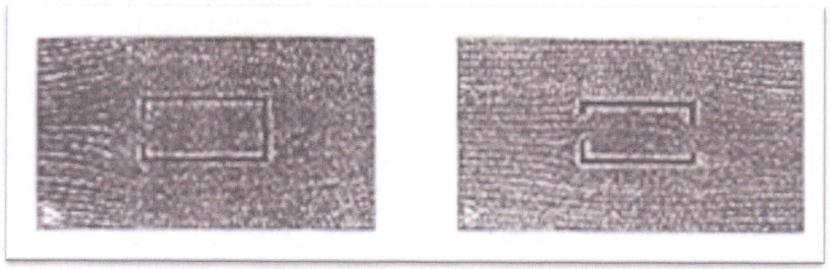
9. การกระจายของลมที่พัดผ่านตัวอาคาร

10. ปริมาณกระแสลม (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)

สิ่งที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ เป็นสิ่งที่นำมาใช้ในการพิจารณาถึงปัจจัยและวิธีการที่ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนและพัดพาของกระแสลมต่อไป ความเร็วลมภายในห้องและทิศทางของลมสัมพันธ์กับช่องเปิด

ความเร็วของกระแสลมภายในห้องที่มีการเจาะช่องเปิดที่อยู่ตรงข้ามกันจะมีความเร็วมากกว่าแบบช่องเปิดทางเข้าและทางออกตั้งฉากกัน ความเร็วของกระแสลมที่ดีต้องไม่มาก และไม่น้อยจนเกินไป จะทำให้สิ่งของภายในห้องปลิวกระจัดกระจายได้หรือบางครั้งอาจนำฝุ่นเข้ามาภายในห้องได้ง่าย ส่วนถ้าน้อยเกินไปก็จะทำให้การไหลเวียนของอากาศภายในห้องไม่ดี ต้องใช้อุปกรณ์อื่นๆ ช่วย เช่น พัดลม เครื่องปรับอากาศความเร็วของกระแสลมในห้องที่มีขนาดช่องเปิดทางเข้าเล็ก และทางออกต่างกันมาก ๆ จะยิ่งทำให้กระแสลมมีความเร็วที่มากขึ้นจากการสะสมที่วัดได้จากภายนอก แต่โดยส่วนใหญ่ค่าความเร็วของกระแสลมโดยเฉลี่ย (V) ภายในห้องจะต่ำกว่าภายนอกห้องเสมอ ทิศทางช่องเปิดควรตั้งฉากหรือทำมุมเพียงเล็กน้อยกับกระแสลมประจำปี เพื่อให้ได้รับกระแสลมได้อย่างเต็มที่ กระแสลมที่เข้ามาในช่องเปิดที่อยู่ติดๆกัน จะมีทิศทางเบี่ยงเบนไปจาก กรณีของเปิดที่อยู่ห่า ๆ กัน อันเนื่องมาจากความกดอากาศที่กระทำต่อกันของกระแสลมในแต่ละช่องเปิดนั่นเอง กระแสลมที่เข้ามาทางทิศที่ทำมุมกับช่องเปิดทางเข้า จะมีความเร็วของกระแสลมเฉลี่ยภายในห้องมากกว่ากระแสลมที่เข้ามาในทิศตั้งฉากกับช่องเปิด

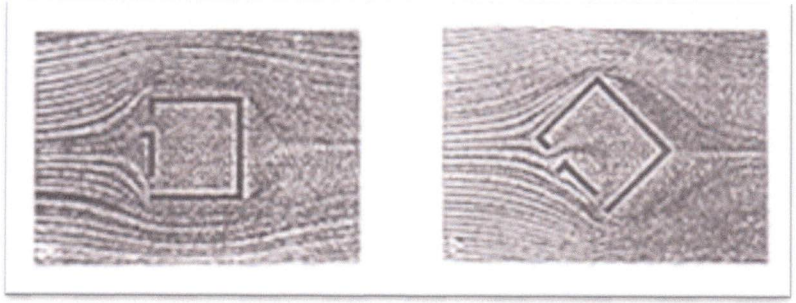
ภาพที่ 2.37 : แสดงพื้นที่เมืองมีอิทธิพลต่อกระแสลม



ที่มา : www.google.co.th, 2552

แสดงรูปตัดของห้องที่มีการ cross ventilation (รูปขวามือ) กับห้องที่มีการ cross ventilation (รูปซ้ายมือ) จะเห็นได้ว่ากระแสลมห้องขวามือมีการไหลเวียนที่ดี ขณะที่ห้องซ้ายมือเกิดจุดอับลมภายในห้อง ถึงแม้กระแสลมมีความเร็วที่มากก็จะไม่เข้าไปในห้อง

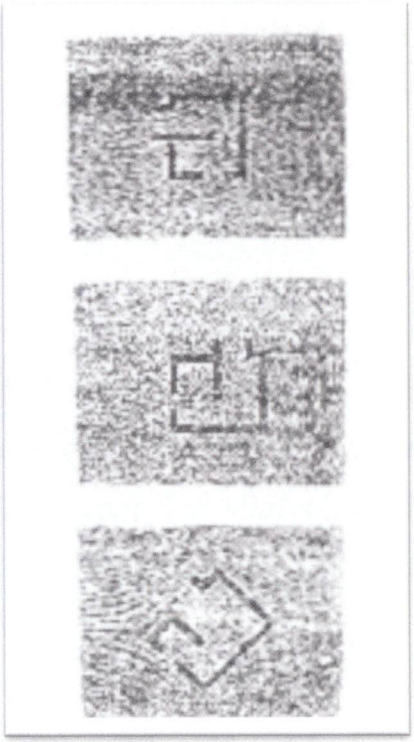
ภาพที่ 2.38 : แสดงพื้นที่เมืองมีอิทธิพลต่อกระแสลม



ที่มา : www.google.co.th, 2552

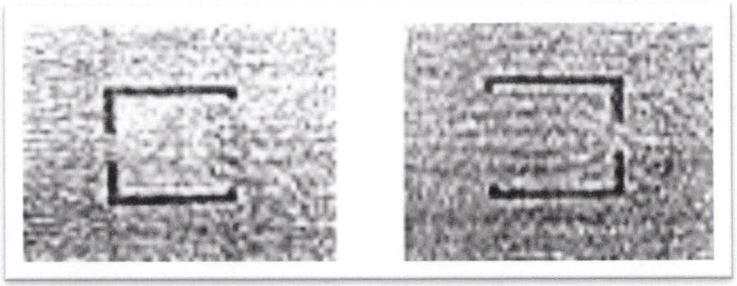
การทดลองกับห้องที่มีช่องเปิดด้านเดียว โดยเจาะเป็นช่องจำนวน 2 ช่อง จะเห็นได้ว่าเมื่อลมมาประทะกับผนังในทิศทางตั้งฉาก ลมจะไม่เข้ามาภายในห้องเลยแต่เมื่อลมเข้า ในทิศ 45° กับแนวผนังปรากฏว่ากระแสลมเข้าห้องได้ในปริมาณที่มากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

ภาพที่ 2.39 : อธิบายปริมาณกระแสลมที่เข้าสู่ห้องที่มีชองเปิดเข้าและออกคนละด้าน



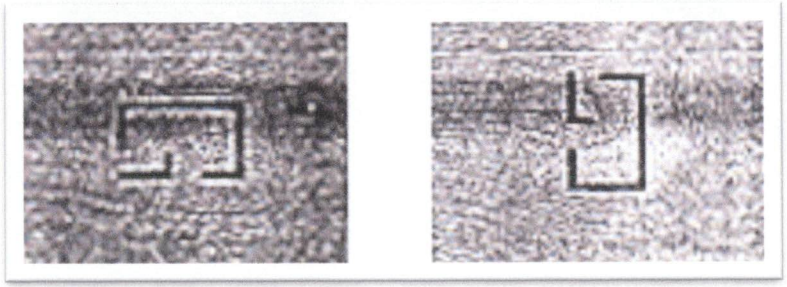
ที่มา : www.google.co.th, 2552

ภาพที่ 2.40 : อธิบายปริมาณกระแสลมที่เข้าสู่ห้องที่มีช่องเปิดขนาดต่างกัน



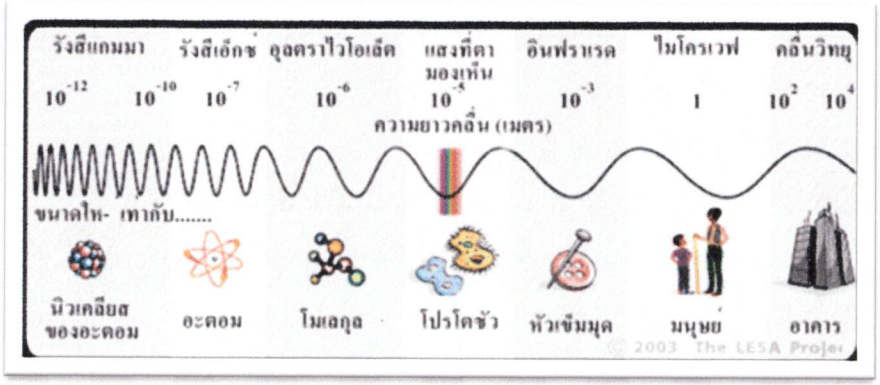
ที่มา : www

รูปที่ 2.41 : อธิบายปริมาณกระแสลมที่เข้าสู่อาคารในทิศทางที่ต่างกัน



ที่มา : www.google.co.th, 2552

รูปที่ 2.42 : แสดงความถี่ และความยาวคลื่นของพลังงานต่างๆ



ที่มา : http://images.google.co.th, 2552

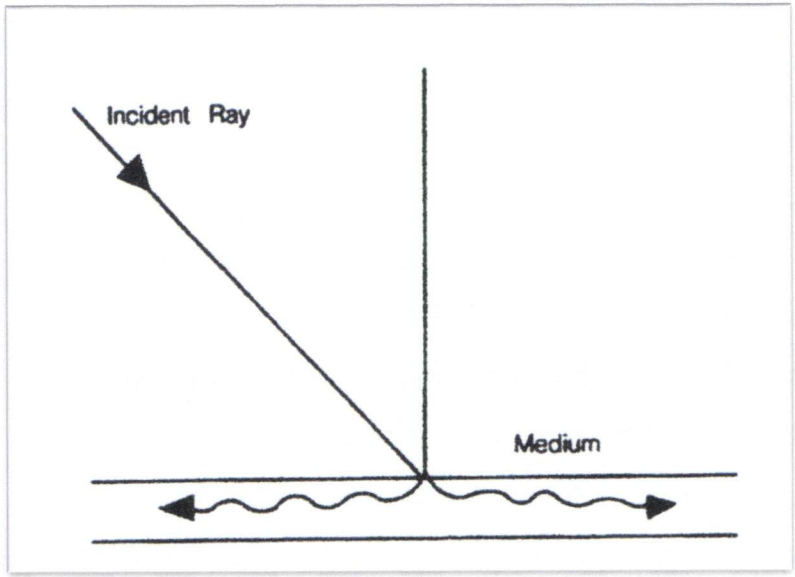
2..4 นิยามของแสง

เราอาจนิยามความหมายของแสงไว้หลายอย่าง เช่น แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือนิยามอื่นๆ แล้วแต่นักวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาจะกล่าวถึงแสงในแง่มุมใด สำหรับวิศวกรรมการส่องสว่างแล้ว แสง คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่อยู่ในช่วงที่ตาคนเราสามารถมองเห็นได้

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสงแห่งแรกของมนุษย์ และเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่รู้จักกันทั่วไปเป็นอย่างดี เช่น รังสีคอสมิก รังสีแกมมา รังสีเอ็กซ์ รังสีอัลตร้าไวโอเลต แสงอินฟราเรด เรดาร์ คลื่นโทรทัศน์ และคลื่นวิทยุ เป็นต้น

แสงสามารถเคลื่อนที่ได้ ผ่านวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง และเป็นสิ่งที่ทำให้มองเห็นรูปลักษณ์และสีของวัตถุ ดังนั้นการที่แสงกระทบวัตถุต่างๆ จึงทำให้เกิดพฤติกรรมในรูปแบบที่ต่างกันไป

ภาพที่ 2.43: แสดงการดูดกลืนของแสงเมื่อตกกระทบตัวกลาง



ที่มา : พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547: 4

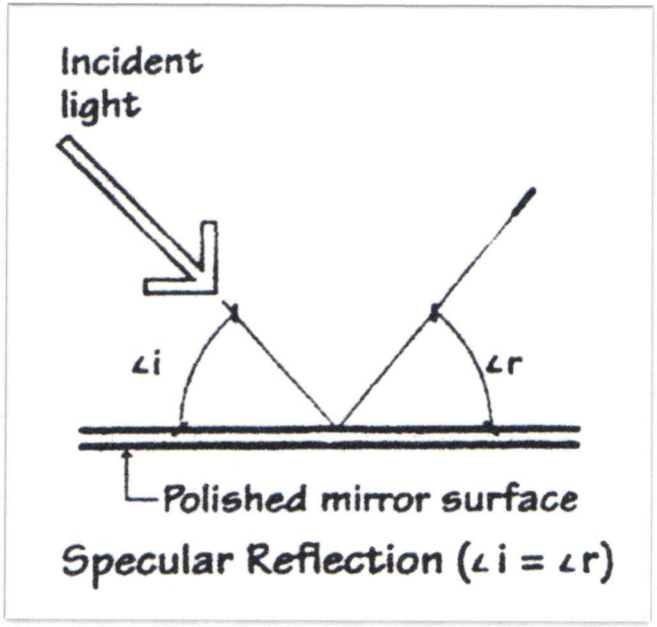
2.4.1 พฤติกรรมแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านตัวกลาง (medium) ชนิดต่างๆ เช่น อากาศ ของเหลว วัตถุโปรงแสง วัตถุทึบ ฯลฯ พฤติกรรมของแสงจะเปลี่ยนไปเมื่อกระทบตัวกลางเหล่านั้น ซึ่งสามารถจำแนกได้ ดังนี้

การดูดกลืน (Absorption)

เป็นปรากฏการที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง และเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงาน โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน (heat)

ภาพที่ 2.44 แสดงการสะท้อนเสมือนกระจกเงา



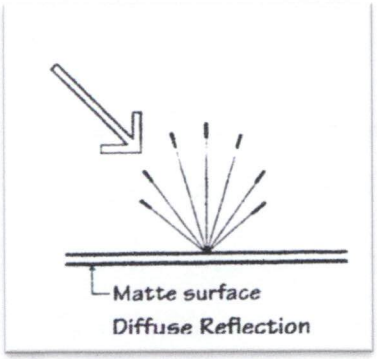
ที่มา : Egan and Olgyay, 2002: 57

1. **การสะท้อน** (Reflection)

เป็นพฤติกรรมที่แสงตกกระทบตัวกลางแล้วสะท้อนออกโดยที่ความถี่ของคลื่นนั้นไม่เปลี่ยนไป ลักษณะของการสะท้อนสามารถพิจารณาออกได้เป็น

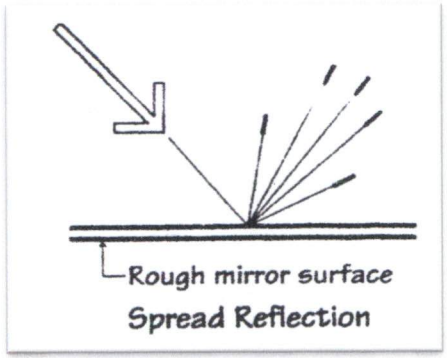
- **การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา** (Specular Reflection) เป็นลักษณะที่เกิดเมื่อแสงกระทบตัวกลางที่เป็นวัสดุทึบแสง (opuaque material) มีลักษณะเป็นผิวเรียบขัดมัน (polish surface) การสะท้อนจะมีลักษณะของมุมของแสงที่ตกกระทบ (angle of incident) เท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน

ภาพที่ 2.45 : แสดงการสะท้อนแสงแบบกระจายสมบูรณ์



ที่มา : Egan and Olgyay, 2002: 57

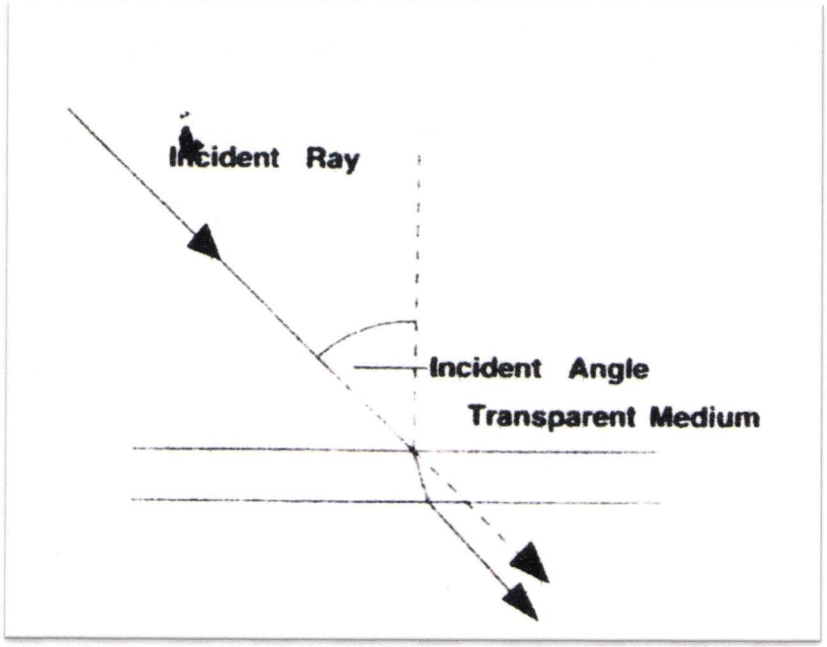
รูปที่ 2.46 : แสดงการสะท้อนเสมือนกระจกเงาบางส่วน



ที่มา : Egan and Olgyay, 2002: 57

- การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection) เป็นลักษณะที่เกิดเมื่อแสงตกกระทบ วัตถุทึบแสงที่มีผิวหยาบไม่เรียบเสมอ แสงที่สะท้อนออกมาจะถูกสะท้อนออกไปในหลายๆ ทิศทาง ซึ่งส่วนมากมุมของแสงที่สะท้อนหรือกระจายออกไปนั้นจะไม่เท่ากับมุมที่ตกกระทบ หากผิววัตถุนั้นมีลักษณะไม่เรียบสม่ำเสมออย่างสมบูรณ์ (perfect diffuse reflection) เป็นการสะท้อนที่ให้ความสว่างที่เท่าๆกันในทุกๆมุมสะท้อน แต่หากผิววัสดุกึ่งเรียบมัน (semi diffuse surface) แสงสะท้อนที่ได้ก็จะมีลักษณะเป็นการสะท้อนแบบที่ผสานรูปแบบการสะท้อน (semi diffuse refection) เช่น การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (spread reflection)

ภาพที่ 2.47 : แสดงแสงตกกระทบตัวกลางแล้วเกิดการหักเห ทะลุผ่านตัวกลางในทิศทางเดิม



ที่มา : พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547 : 8

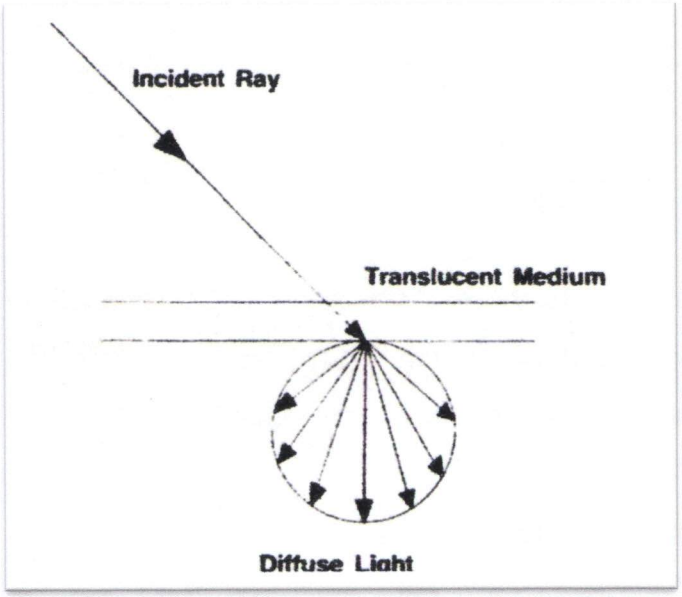
- **การส่องผ่าน** (Transmission) เกิดขึ้นเมื่อแสงกระทบด้านหนึ่งของตัวกลาง แล้วทะลุผ่านไปอีกด้านหนึ่ง โดยแสงกระทบตัวกลางที่ส่องผ่านได้ แสงบางส่วนอาจถูกดูดกลืนภายในวัตถุ และสะท้อนออก ส่วนที่เหลือจะส่องผ่าน สรุปได้ว่า ปริมาณของแสงทั้งหมดที่ตกกระทบวัตถุในส่วนหนึ่ง จะประกอบด้วยการดูดกลืน กรสะท้อน และการส่องผ่านของแสง สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

Absorptance + Reflectance + Transmittance = ...(2.1)

คุณสมบัติของการส่องผ่านมักขึ้นอยู่กับตัวกลาง ซึ่งมีลักษณะของแสงที่ทะลุผ่านตัวกลางแตกต่างกันออกไป สามารถจำแนกลักษณะตัวกลางได้ดังนี้

- **ตัวกลางโปร่งใส** (Transparent medium) การส่องผ่านลักษณะนี้แสงจะเกิดการหักเห (refraction) หรือการเปลี่ยนทิศ (bent) ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวกลาง และทะลุผ่านในลักษณะเดิมของลำแสงที่ตกกระทบ โดยยังสามารถเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อีกด้านหนึ่งของตัวกลางได้อย่างชัดเจน ตัวกลางประเภทนี้เช่น กระจกใสเป็นต้น

รูภาพที่ 2.48 : แสดงแสงตกกระทบตัวกลางแล้วเกิดการทะลุผ่านแบบกระจาย



ที่มา : พรรณชลัท สุริโยธิน, 2547 : 8

- **ตัวกลางโปร่งแสง** (Translucent Medium) การส่องผ่านลักษณะนี้แสงที่ส่องผ่านจะมีลักษณะเป็นแสงกระจาย และในลักษณะนี้จะไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงอีกด้านหนึ่งของตัวกลางได้อย่างชัดเจน

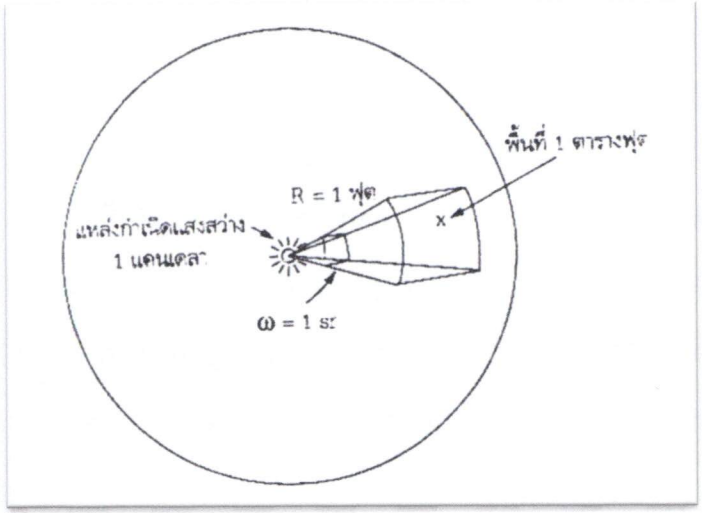
2.4.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการส่องสว่าง (Illumiation)

เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดแสงกระทบวัตถุหรือพื้นที่ใด ๆ เป็นผลให้แสงส่วนหนึ่งสะท้อนเข้าสู่ตาทำให้เกิดกรมองเห็น ปริมาณแสงที่กระทบวัตถุหรือพื้นที่นั้น ๆ เราเรียกว่าการส่องสว่าง หรือความสว่าง (Illumiation) ซึ่งนิยามที่เกี่ยวข้องกับการส่องสว่าง

1. **ปริมาณแสง (Luminous Flux)** คือ ปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง หรือตกลงบนพื้นที่รับแสง เป็นการบอกค่าพลังงาน หรือกำลังของแหล่งกำเนิดแสงมีหน่วยเป็น ลูเมน (lumen, lm) เช่น เทียนไข 1 เล่ม สามารถให้แสงเปล่งออกมาประมาณ 12.57 ลูเมน

หากพิจารณาโดยการนำแหล่งกำเนิดแสงที่เล็กมาเสมือนจุด (point source) และมีค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสม่ำเสมอทุกทิศทางเท่ากับ 1 แคนเดลา (เทียนไข 1 เล่ม) มาวางที่จุดศูนย์กลางของรัศมี 1 หน่วยปริมาณแสงที่พุ่งไปตกลงบนทุกๆ หนึ่งตารางหน่วยพื้นที่ บนพื้นผิวของทรงกลมนี้ จะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน (lm) และเนื่องจากพื้นผิวทั้งหมดของทรงกลมมีรัศมี 1 หน่วย ค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งปริมาณเส้นแรง ของแสงออกมาได้ เท่ากับ 12.57 ลูเมน

ภาพที่ 2.49 แสดงภาพของ Solid angle



ที่มา : ชาญศักดิ์ อภินิพัฒน์, 2545: 10

2. Solid angle (ω) เป็นการวัดแสงส่วนหนึ่งของพื้นที่ผิวของทรงกลมที่ถูกครอบคลุมด้วยพื้นที่สมมุติ รูปทรงกรวย ที่มีส่วนแหลมของกรวยอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลม กล่าวคืออัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่ผิวส่วนที่พิจารณา ของทรงกลมต่อรัศมีของทรงกลมนั้น ๆ ยกกำลังสอง มีหน่วยเป็น สเตอเรเดียน (steradian) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

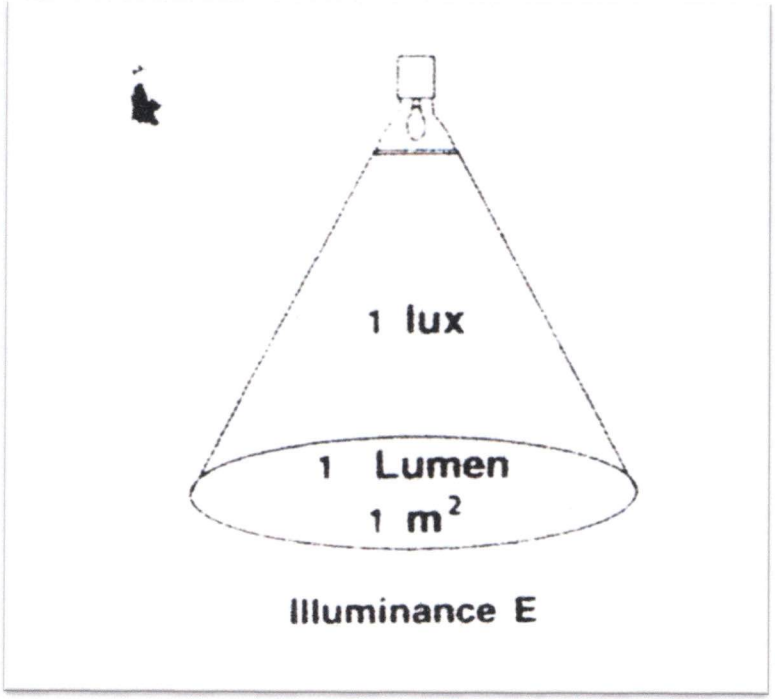
$$\text{Solid angle } (\omega) = A/R^2 \text{ steradian} \quad \text{.....(2.2)}$$

โดย A คือ พื้นที่ผิวที่พิจารณาของทรงกลม

R คือ รัศมีของทรงกลม

3. **ความเข้มแห่งการส่องสว่าง** (Luminous Intensity) แหล่งกำเนิด (ในที่นี้เปรียบจุดศูนย์กลางวงกลม) ปล่อยแสงออกมาทุกทิศทาง ดังนั้นความเข้มแห่งการส่องสว่าง คือปริมาณแสงที่เปล่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงในโซลิตในทิศทางหนึ่งทางใด เป็นการบอกค่าความมากน้อยของพลังงาน ในรูปแบบของความเข้มแห่งการส่องสว่าง (Luminous Intensity) หรือบางที่เรียกว่า กำลังส่องสว่าง (Candlepower) มีหน่วยเป็น แคนเดลา (Candera) หรือ ลูเมนต่อสเตอเรเดียน (Lumen Per Steradian)

ภาพที่ 2.50 : **แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง** andelas, lumens, lux **และ** Foodcandle



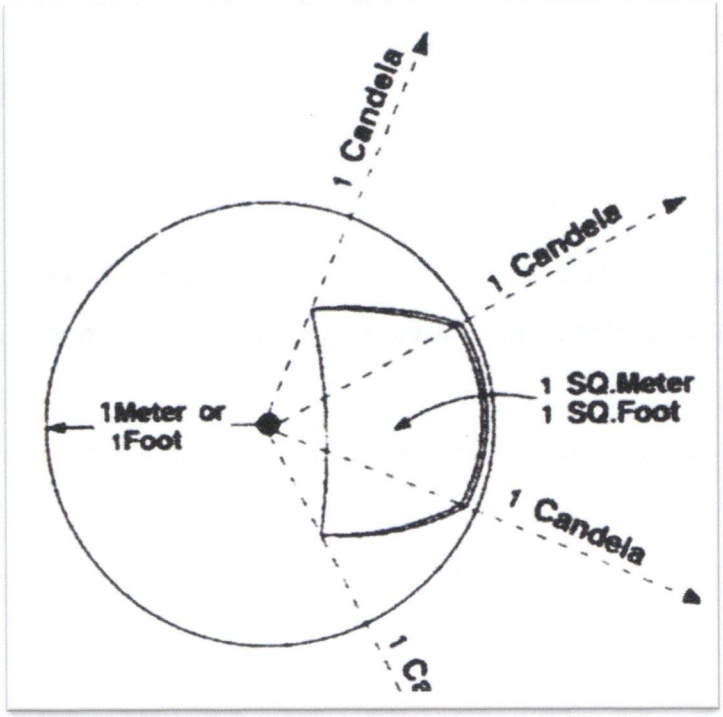
ที่มา : พรรชลัท สุริโยธิน, 2547: 16

4. **ความส่องสว่าง** (Illuminace,E) เมื่อมีแสงกระทบลงบนหน่วยพื้นที่ใดๆ ผลที่ได้คือความส่องสว่างมีค่าเป็น ลูเมนต่อหน่วยพื้นที่ (lumen per units of area) เช่นเดียวกับการพิจารณาแสงในรงกลม หากทรงกลมนั้นมีรัศมี 1 ฟุต ปริมาณแสง 1 ลูเมนที่พุ่งไปตกลงบนพื้นที่ หนึ่งตารางฟุตของผิวทรงกลม จะได้ปริมาณการส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต หรือ 1 ฟุตแคนเดิล (Footcandle,Fc)

ในกรณีเดียวถ้ารัศมีของรงกลมมีค่าเท่ากับ 1 เมตร ปริมาณการส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน ต่อตารางเมตร หรือ 1 ลักซ์ (lux, lx)

รูปที่ : แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสง 1 lumen ที่ตกลงบนพื้นที่ 1 ตารางเมตร มีค่าความสว่าง 1 lx

ภาพที่ 2.51 : **แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง** andelas, lumens, lux **และ** Foodcandle

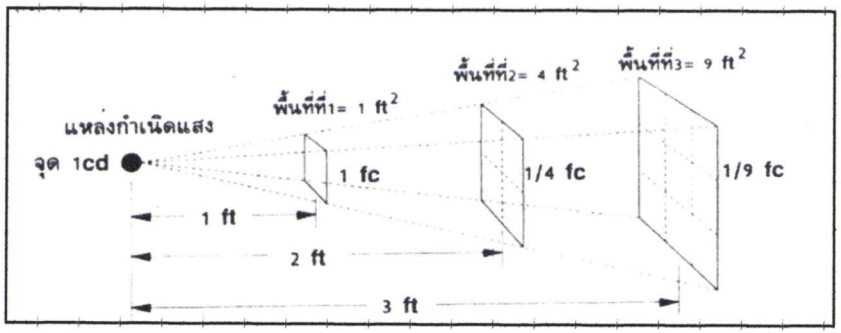


ที่มา : พรรชลัท สุริโยธิน, 2547: 16

กำหนดให้จุดแหล่งกำเนิดแสงที่กำลังส่องสว่างอยู่เสมอ 1 แคนเดลา อยู่ ณ จุกศูนย์กลางของทรงกลมรัศมี 1 เมตร หรือ 1 ฟุต โดยถือว่าค่าการสะท้อนที่ผิวของทรงกลมนั้นมีค่าเป็นศูนย์ (zero) ความสว่างที่เกดบนจุดใดๆ ของทรงกลมจะมีค่าเท่ากับ 1 ลักซ์ หรือ 1 ลูเมนต่อตารางเมตร หากรัศมีของทรงกลมนั้นมีค่าเท่ากับ 1 เมตรและความสว่างที่เกิดบนจุดใด ๆ ของทรงกลมจะมีค่าเท่ากับ 1 ฟุตแคลเดิล หรือ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต

Solid angle ที่ตรงข้ามกับพื้นที่รอบจุด A B C และ D มีค่าเท่ากับ 1 สเตอเรเดียน (steradian) และมี ฟลักซ์ (flux) ของแสงเท่ากับ 1 ลูเมนต่อสเตอเรเดียน พื้นที่ผิวขอทรงกลมทั้งหมดจะมีค่าเท่ากับ 12.57 (4π) ตารางเมตร หรือตารางฟุต และมีปริมาณแสง (luminous flux) ของทุกๆ 1 ลูเมนที่ตกกระทบบนพื้นที่1 ตารางเมตร หรือ1 ตารางฟุต นั้นๆ

ภาพที่ 2.52 : **แสดงความสัมพันธ์ของกฎกำลัง ลองผกผัน**



ที่มา : พรรชลัท สุริโยธิน, 2547: 18

5. **การส่องสว่าง** (Illumination) ปริมาณความส่องสว่างบนพื้นที่ใดๆ จะแปรผันโดยตรงกับความเข้มของแหล่งกำเนิดแสง และเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎกำลังผกผัน (Inverse square law) มีหน่วยเป็นลักซ์ (lx) หรือ ฟุตแคนเดิล (fc) เขียนได้เป็นสมการดังนี้

$$E = I/d^2 \quad \text{.....(2.3)}$$

โดย E คือ ปริมาณการส่องสว่างบนพื้นที่ผิวที่พิจารณามีหน่วยเป็น ลักซ์ (lux, lx) หรือฟุตแคนเดิล (fc)

I คือ ความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงในทุกทิศทางที่พุ่งไปหาพื้นที่ผิว พิจารณามีหน่วยเป็น แคนดาลา (cd)

D คือ ระยะทางระหว่างพื้นที่ผิวพิจารณากับแหล่งกำเนิดแสง มีหน่วยเป็นเมตร (m) หรือ ฟุต (foot, fl)

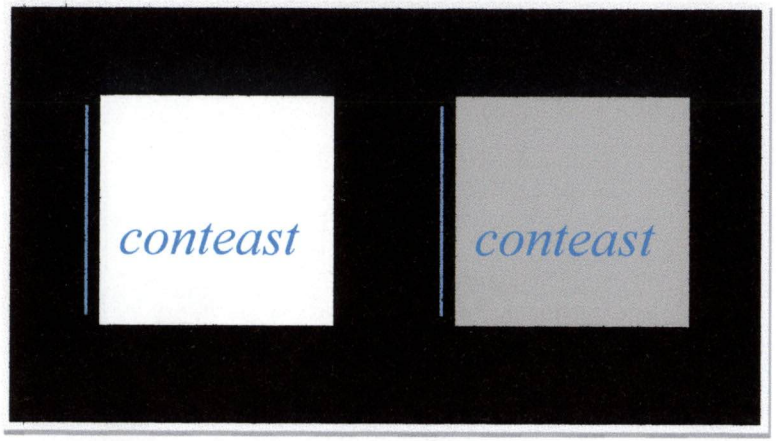
2.4.3 คุณสมบัติของแสง

1. **ความจ้า** (Brightness) **หรือ ความสว่าง** (Luminance) เมื่อส่องกระทบวัตถุแล้วเกิดการสะท้อน หรือส่งผ่านของแสงจากวัตถุเข้าสู่ตา ทำให้เกิดการมองเห็นวัตถุนั้นแล้ว สายตายังรับรู้ความสว่าง หรือที่เรียกว่า ความจ้าของวัตถุอีกด้วย แสงจ้า ก่อให้เกิดไม่สบายตาในการมองเห็นในที่แสงจ้า อย่างเช่นแสงอาทิตย์โดยตรงและแสงสะท้อน หรือหลอดไฟอย่างเช่น ไฟหน้ารถยนต์ในเวลาค่ำคืน ด้วยเหตุนี้รถบางคันจึงมีกระจกเคลือบสารป้องกันการสะท้อนแสง ความจ้าหรือความสว่างของวัตถุที่สายตารับรู้ขึ้นอยู่กับ 2 องค์ประกอบหลักดังนี้

-ความสามารถในการสะท้อนหรือส่องผ่านของแสงของวัตถุที่ทำให้วัตถุนั้น ๆ เปรียบเสมือน เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ 2 (Secordary light source)

-ความสามารถในกรปรับตัวของสายตา หากพิจารณาในเชิงปริมาณ ความจ้าที่เกิดขึ้นของวัตถุใด ๆ จะพิจารณาในรูปของ ปริมาณความเข้มของแสงที่เปล่งอกมาจากผิว ของวัตถุต่อหน่วยพื้นที่ มีความเป็น ฟุตแลมเบิร์ต (Foot-lambert)

ภาพที่ 2.53 : **แสดงเปรียบต่างระหว่างวัตถุที่พิจารณากับพื้นหลัง**



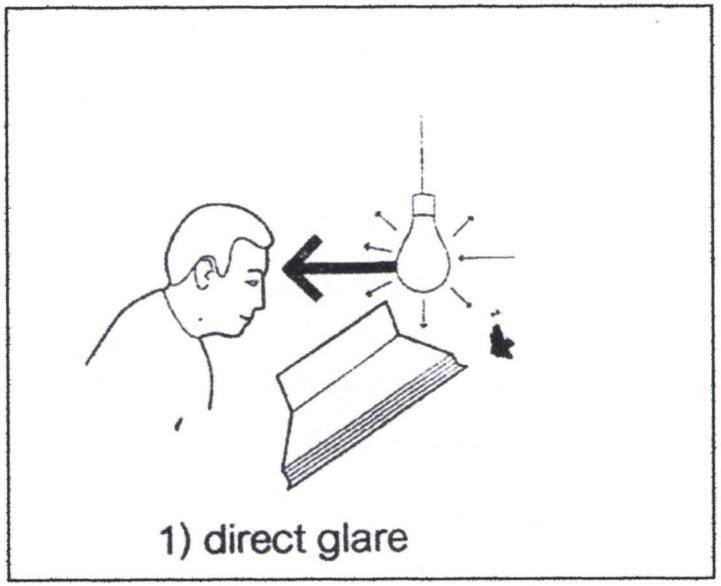
ที่มา : หรือไม่ในบริเวณเขตร้อนแห้ง ซึ่งในเขตร้อนแห้ง การเพิ่มความเร็วลมไม่ได้ผล

2. **ความเปรียบต่าง** (Contrast) ความแตกต่างจากจุดสังเกตที่อยู่รอบข้าง หากมีความเปรียบต่างมากจะทำให้การมองเห็นมากขึ้น เช่น ตัวหนังสือบนกระดาษขาวย่อมเห็นได้ง่ายกว่าตัวหนังสือบนกระดาษดำ แต่ถ้าความเปรียบต่างที่มากเกินไปจนสายตาเกิดความปรับตัวเป็นผลให้สายตาไม่สามารถมองเห็นได้อย่างอิสระ หรือเกิดการระคายเคียงของสายตา นั่นคือการเกิดแสงบาดตา

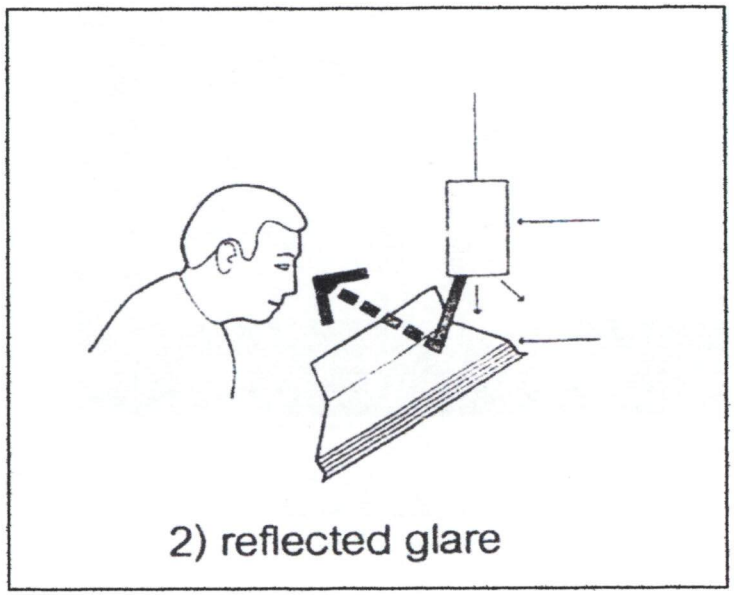
3. **แสงบาดตา** (Glare) คือ แสงที่เข้าตาให้มองวัตถุได้ยาก และเกิดความไม่สบายตา ซึ่งแสงบาดตามี 2 รูปแบบ คือ แสงบาดตาโดยตรง (direct glare) และแสงบาดตาจากการสะท้อน (direct glare) และแสงบาดตาจากการสะท้อน (reflected glare) ปริมาณแสงบาดตามีผลต่อการมองเห็น ซึ่งแบ่งออกได้เป็น

2 ประเภทคือ

ภาพที่ 2.54 : **แสดงภาพเปรียบเทียบของประเภทแสงบาดตา**



(1) แสงบาดตาไม่สามารถมองเห็นได้ (disability glare) เป็นแสงส่องผ่านเข้ามามากจนไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้เลย



(2) แสงบาดตาแบบไม่สบายตา (discomfort glare) จะเป็นการมองเห็นด้วยความยากลำบาก หรือเกอดความจ้ามากเมื่อเทียบกับสภาพแวดล้อม

ที่มา 2.55: Egan and Olgaya, 2002: 27

3. **ประสิทธิภาพแสง** หรือประสิทธิผล (Luminous efficiency) หมายถึง ปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง เมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้า ซึ่งแต่ละแหล่งกำเนิดแสงยอมมีประสิทธิผลต่างกัน เช่น

- หลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือหลอดไส้ทั่วไป มีค่าประสิทธิผลประมาณ 10-15 ลูเมน / วัตต์
- หลอดฟฟลูออเรสเซนต์ มีค่าประสิทธิผลประมาณ 50-80 ลูเมน / วัตต์
- แสงธรรมชาติมีประสิทธิผลประมาณ 110-115 ลูเมน / วัตต์

การใช้แสงสว่างโดยคำนึงถึงเรื่องการประหยัดพลังงาน ควรเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสงสว่างที่มีค่าประสิทธิผลสูง ซึ่งจะได้แสงที่มีปริมาณมาก เมื่อเทียบกับการใช้สูญเสียพลังงานเพียงส่วนน้อย

2.4.4 แสงธรรมชาติ (Daylightign)

แสงธรรมชาติเป็นแสงที่ได้มาเปล่านำมาใช้ในอาคาร นอกจากไม่เสียค่าใช้จ่ายแล้ว ในเชิงจิตวิทยาแล้ว แสงธรรมชาติส่งผลให้เกิดความรู้สึกมีชีวิตชีวาในการประกอบภารกิจ ช่วยกระตุ้นให้เกิดการตื่นตัว เป็นแสงที่ให้พลังงานคลื่นแสงครบถ้วน โดยวัตถุที่อยู่ภายใต้การส่องสว่างของแสงธรรมชาติจะให้สีของวัตถุที่ถูกต้องที่สุด เมื่อเทียบแสงที่เกิดจากแสงประดิษฐ์ ในแสงธรรมชาติจะมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนได้แก่ แสงแดดตรง (direct sun) และแสงกระจายจากท้องฟ้า (diffuse illuminance) ซึ่งมีความสำคัญต่อการนำมาใช้ในอาคาร

1. **แสงกระจายจากท้องฟ้า** (diffuse illuminance) เมื่อพิจารณาสภาพที่ตั้งของประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ในภูมิอากาศเขตร้อนแบบร้อนชื้น (tropical zone) ทำให้มีปริมาณแสงสว่างที่จ้าเกือบตลอดทั้งปี โดยปกติแล้วปริมาณของแสงแดดตรงนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณความส่องสว่าง หากปริมาณของแสงแดดตรงนั้นมีความสำคัญกับปริมาณความส่องสว่าง หากปริมาณของแสงแดดตรงมาก ปริมาณแสงสว่างก็มีค่ามากเช่นกัน การนำแสงสว่างมาใช้ในอาคารให้เกิดประสิทธิภาพ ต้องทำการป้องกันแสงแดดตรงที่ส่งผลให้เกิดความร้อน และแสงบาดตา ควรใช้เพียงความส่องสว่างจากแสงกระจาย ซึ่งได้นำข้อมูลสถิติการวัดค่าปราณแสงกระจายจากท้องฟ้า ในเขตกรุงเทพมหานคร (Jirattananon and Chaiwiwatworakul, 2001: A-3) มาใช้ในการศึกษาประเมินค่าความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติ โดยจะแสดงปริมาณแสงกระจายตั้งแต่เดือนมกราคม - ธันวาคม ในช่วงเวลา 6:00-18:00 น. มีรายละเอียดดังนี้

อันเกิดจากแสงสว่างธรรมชาติ สามารถแยกพิจารณาได้อกเป็น 2 แนวทาง คือ

- การพิจารณาจากปริมาณค่าความสว่างรวม (Absolute Illuminance) เป็นการพิจารณาระดับความส่องสว่างในอาคาร ณ ตำแหน่งต่างๆ ในความสูงที่กำหนดจากระดับพื้นห้องนั้น โดยวัดค่าความสว่างออกมาเป็นปริมาณแสงต่อหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น ฟุตแคนเดิล (fc) หรือ ลักซ์ (lx) ซึ่งค่าความสว่างที่เกิดขึ้นในอาคารจะขึ้นอยู่กับเวลา ทิศทางการเปิดช่องแสง และสภาพท้องฟ้า

- การพิจารณาโดยอาศัยอัตราส่วนของระดับความสว่างของภายในต่อภายนอกอาคาร (Relative Illuminance) ภายใต้สภาพเมฆเต็มท้องฟ้า (overcast sky) ค่าที่ได้เป็น (%) ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แปรเปลี่ยนตามช่วงเวลา หรือทิศทางการเปิดของช่องแสง หากแยกการพิจารณาวิธีการวิเคราะห์การให้แสงสว่างภายในอาคารโดยการใช้แสงธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ Lumen Method, Daylight Factor Method และ Flux Transfer Method ซึ่งในการศึกษา

2.4.5 หลักการถ่ายเทความร้อน

ความร้อนจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ การถ่ายเทความร้อน (heat transfer) แบ่งออกได้เป็น 3 วิธีคือ การนำ ความร้อน (heat conduction) การพาความร้อน (heat convection) และการแผ่รังสีความร้อน (radiation) การถ่ายเทความร้อนสามารถนำมาใช้คำนวณโดยวิธีใดวิธีหนึ่ง โดยมีลายละเอียดการถ่ายเทความร้อน ดังนี้

1.การนำความร้อน (heat conduction)

เป็นการถ่ายเทจากโมเลกุลสู่โมเลกุล หรือการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากตัวกลางหรือมวลวัตถุ เช่นการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านผนังหรือกำแพง เป็นต้น ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุโดยการนำความร้อนขึ้นกับสภาพการนำความร้อน (thermal conductivity) ของวัสดุโดยการนำความร้อนขึ้นกับสภาพการนำความร้อนสูง เช่น โลหะ หิน และคอนกรีต เป็นต้น วัสดุที่ช่วยลดการนำความร้อนต้องมีค่าสภาพการนำความร้อนต่ำ เช่น ใยแก้วและฉนวนความร้อน เป็นต้น นอกจากนี้จากนำความร้อนยังขึ้นกับความหนาแน่นของวัสดุ ความชื้นของวัสดุและความแตกต่างของอุณหภูมิ และหว่างผิวทั้งสองด้านของวัสดุและความร้อนที่ถ่ายเท

2. การถ่ายเทความร้อนโดยการพา (heat convection)

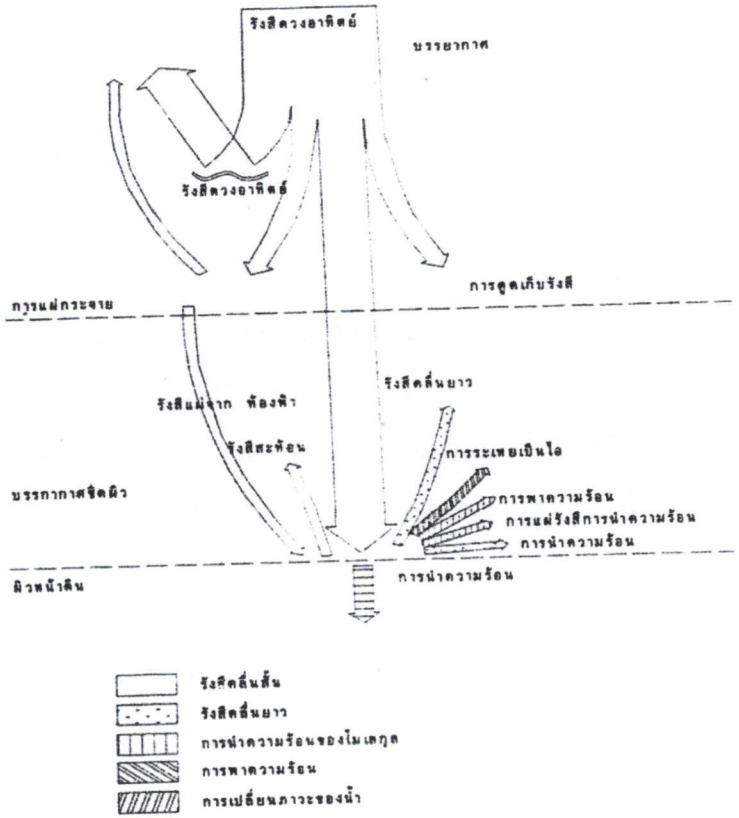
เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยการเคลื่อนตัวของอากาศเป็นสื่อกลาง เช่น ภายในอาคารความร้อนจะผ่านเข้ามาโดยการนำความร้อน (conduction) จากนั้นผิวของผนังด้านในจะร้อน ทำให้อากาศรอบๆ กำแพง ด้านในร้อนขึ้น อากาศที่ร้อนจะมีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบาก็จะลอยตัวสูงขึ้น อากาศภายในห้องมีอุณหภูมิต่ำกว่าจะหมุนเวียนไปแทนที่ เกิดการถถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน

3. การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี (radiation)

เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังผ่านอากาศหรือสุญญากาศ ในรูปของเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์ถ่ายเทผ่านสุญญากาสมายังโลก เป็นต้น อาคารต่างๆ จะได้รับความร้อนโดยการแผ่รังสีทั้งจากรังสีตรงและรังสีกระจาย ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ และจากรังสีความร้อนคลื่นยาวที่แผ่มาจากวัตถุหรืออาคารอื่นๆ รอบๆ

เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ (solar radiation) กระทบผิววัตถุทึบแสงบางส่วนจะถูกดูดกลืนและสะท้อนบางส่วนออกมา ส่วนที่ถูกดูดกลืนจะทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น และจะถ่ายเทความร้อนให้สิ่งแวดล้อม โดยการแผ่รังสี การพาความร้อน และถ่ายเข้าไปในตัวของมันเองโดยการนำความร้อน

ภาพที่ 2.56 :แสดงการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์



ที่มา : Egan, 1975: 85

2.4.6 คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน

ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของวัสดุนอกจากอิทธิพลภายนอกแล้วยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุด้วย คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน ได้แก่

(1) อัตราส่วนที่การนำความร้อน (conductivity , K) คือ อัตราส่วนของพลังงานความร้อนในเวลา 1 ชม. ที่ถ่ายเทวัสดุหนา 1 นิ้ว ในพื้นที่ 1 ตารางฟุต หน่วยเป็น $W/m^2 . K$

(2)ค่าความต้านทานความร้อน (resistance , R) คือ ค่าการบอกประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อนของวัสดุเป็นส่วนกลับของค่า conductance หมายถึง จำนวนชั่วโมงสำหรับงานความร้อน 1 Btu. ถ่ายเทผ่านวัสดุหนา 1 ตารางฟุต หน่วยเป็น $W / m^2 . K$

(3)ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อน (coefficient of heat transmission , U) ค่า U-Value ของผิวอาคาร แต่ละชนิดสามมารถคำนวณจากการหาค่า R แต่ละชนิดของวัสดุ ชั้นฟิล์ม

(4) อากาศและช่องอากาศภายในจากนั้นก็รวมค่า R และหาส่วนกลับ $U = 1 / \sum R$ หน่วยเป็น $W/m^2 . K$

ตาราง 2.4 : แสดงการเปรียบเทียบค่าการนำความร้อน (conductivity) ของวัสดุต่าง ๆ

ลำดับ	วัสดุ	ค่า k = W/m °c
1	ทองแดง	393.0
2	กระจก	7.4
3	คอนกรีต	0.93
4	อิฐ	0.7
5	ยิปซั่มบอร์ด	0.22
6	ไม้	0.16
7	โฟมโพลีสไตรีน	0.036
8	โฟมฉีด	0.023
9	โฟมแผ่น	0.031
10	ฉนวนใยแก้ว	0.035
11	กระเบื้องแผ่นเรียบ	0.288

ที่มา : ASHRAE Handbook Fundamentals, 1997 : 102

ค่าสัมประสิทธ์ของการถ่ายเทความร้อนและช่วงเวลาหน่วงที่ความร้อนไหลผ่าน (U-and time lag Values)

วัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนต่ำ ซึ่งใช้เป็นฉนวนกันความร้อน มักจะมีน้ำหนักเบา แต่วัสดุที่มีค่าของช่วงเวลาที่ความร้อนไหลผ่านจากผิวด้านนอกสู่ผิวด้านใน (time-lag) สูงจะเป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นและมีน้ำหนักมาก ถ้าต้องการให้ความร้อนไหลผ่านเข้าอาคารได้ช้าจะต้องใช้ผนังหรือหลังคาที่หนา แต่ต้องระวังความร้อนที่เก็บสะสมไว้ในวัสดุ ถ้าเราเลือกวัสดุที่มีมวลและความจุความร้อนสูงวัสดุเก็บความร้อนไว้ในเวลากลางคืนที่อากาศเย็นลง ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าภายนอกต้องมีลมภายนอกอาคารละมีการระบายอากาศภายในอาคารที่เพียงพอพาความร้อนออกไปจากวัสดุและภายในห้อง

ตารางที่ 2.5: แสดงค่าช่วงเวลาความหน่วง

วัสดุ	ความหนา(นิ้ว)	U-value (W/m^2 °c)	Time-lag
อิฐ	4	0.61	2.30
	8	0.41	5.30
	12	0.31	8.12
คอนกรีต	4	0.85	2.30
	8	0.67	5
	12	0.55	8
แผ่นฉนวน	2	0.16	40 นาที
	3	0.09	3 ชั่วโมง
ไม้	½	0.68	10 นาที
	1	0.47	25 นาที
	2	0.30	1 ชั่วโมง

ที่มา : Egan, 1975: 85

2.4.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร ความรู้สึกร้อนหนาว หรือความน่าสบายของคน เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ได้แก่ ปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน

ปัจจัยภายนอก ที่มีผลกระทบต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าหรือออกจากอาคาร รวมทั้งนำแสงสว่างธรรมชาติจากสภาพแวดล้อมภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารมี 2 ปัจจัยหลัก สภาพภูมิอากาศและที่ตั้ง (climate) และที่ตั้ง (site) ผู้ออกแบบสามรถจัดการกับสภาพอากาศภายนอกและที่ตั้งทำให้สภาพแวดล้อมภายในอาคารอยู่ในสภาวะน่าสบายได้ องค์ประกอบด้านสภาพภูมิอากาศประกอบด้วย 4 ปัจจัยคือ

1. อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นมาตรวัดพื้นฐานต่อความน่าสบายของมนุษย์ และเป็นพื้นหลักต่อผู้ออกแบบในการเริ่มต้นจัดการผลกระทบของความชื้น รังสีอาทิตย์ และลม เพื่อที่จะทำนายผลของอุณหภูมิภายนอกที่มีผลต่อการออกแบบอาคาร ผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบและวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 2.6 : อุณหภูมิอากาศเป็นมาตราวัดสภาวะน่าสบายขั้นพื้นฐาน

ปัจจัยที่ควรคำนึงถึง	รายละเอียด
1. Annual curve	- อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละเดือน - ค่าเฉลี่ยที่อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของวัน - อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดที่บันทึก
2. Diumal temperature swing	ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิช่วงเวลากลางวันและกลางคืน
3. Heating-cooling degree day	เป็นตัวชี้ถึงระยะเวลาของอุณหภูมิโดยรอบ (ambient temperature) ที่อยู่นอกเขตสภาวะน่าสบาย (comfort zone) และจะบอกประมาณการของภาวการณ์ทำความเย็น ความร้อนของระบบ
4. Bin data	ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ ความเร็วและทิศทางลม โดยสรุปเป็นจำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่อยู่ในสภาวะน่าสบาย ในทุกๆ 5 องศาเซลเซียส

2. ความชื้น

ความชื้น คือ ประริมาณความชื้นที่อยู่ในอากาศ สามารถวัดออก 2 รูปแบบคือ

- absolute humidity เป็นปริมาณของน้ำที่อยู่ในอากาศโดยคิดจากอัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในอากาศต่อน้ำหนักของอากาศ (ปอนด์)

- reltive humidity อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำในอากาศขึ้นอยู่กับปริมาณไอน้ำในอากาศอิ่มตัว ปริมาณสัดส่วนสูงสุดของไอน้ำที่สามารถคงอยู่ได้ในอากาศที่อุณหภูมิหนึ่งๆก่อนจะกลั่นตัวป็นหยดน้ำจะถือว่ามีความชื้นสัมพัทธ์ 100 %

ความชื้น มีผลกระทบต่อภาวะน่าสบายโดยตรง เนื่องจากความชื้นในอากาศมีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาว เมื่อค่าความชื้นสูงมากๆ จะทำให้ร่างกายไม่สามารถระบายความร้อนด้วยการระเหยเหงื่อได้ ทำให้เกิดสะภาวะไม่สบายอีกทั้งยังช่วยในการเจริญเติบโตของราและตะไคร่ เป็นต้น ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 20-80%

3. การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์มีผลต่ออาคารและที่ตั้ง 2 ประการ คือ พลังงานดวงอาทิตย์ที่ตกลงมาบนพื้นที่ตั้งและทิศทางการโคจรของทิศทางดวงอาทิตย์ในที่ตั้งโครงการ การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ประกอบด้วย

- รังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งการแผ่รังสีโดยตรงมากแต่ร่มบังแดดนั้นมากเช่นกัน
- รังสีกระจายจากท้องฟ้าที่สะท้อนจากเมฆและฝุ่นละอองในอากาศมีปริมาณสูง 0-90 % ของปริมาณพลังงานจากดวงอาทิตย์โดยรวมที่มาสู่อาคาร
- รังสีที่สะท้อนพื้นดินและอาคารข้างเคียงซึ่งจะมากน้อยขึ้นอยู่กับทิศทาง สี ลักษณะพื้นผิว ปริมาณพลังงานความร้อนที่โลกได้รับมีค่าประมาณ 42 BTU/m2 .hr เมื่อพระอาทิตย์เหนือศีรษะและตกผ่านชั้นบรรยากาศที่บางที่สุด

4. ปริมาณทิศทางและความเร็วลม

ผู้ออกแบบสามารถใช้ลมช่วยในการปรับและควบคุมสภาวะน่าสบายได้ โดยอาศัยข้อมูลดังนี้

- ทิศทางของกระแสลมที่เกิดขึ้น
- ความเร็วลมและความถี่ในการพัด

ข้อมูลดังกล่าวแสดงใน wind rose ซึ่งจะทำให้ผู้ออกแบบเห็นภาพรวมของการใช้ประโยชน์จากกระแสลมที่ใช้ในการปรับเข้าสู่สภาวะน่าสบายต้องไม่น้อยกว่า 5 ไมล์/ชั่วโมง

5. ลักษณะรูปร่างที่ตั้งโครงการ

ลักษณะรูปร่างมีผลต่อ Microclimate เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศจะเปลี่ยนแปลงตามระดับความสูงของที่ตั้งกับระดับน้ำทะเลและมีผลต่อการเคลื่อนตัวของอากาศที่อุณหภูมิแตกต่างกันซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของกระแสลมท้องถิ่นนั่นเอง

- **ต้นไม้และพืชพันธ์ต่าง ๆ**

- ช่วยลดอุณหภูมิโดยการดูดซึมปริมาณแสงอาทิตย์และอุณหภูมิผิวอาคารเนื่องจากบังเงา
- มวลต้นไม้ขนาดใหญ่สามารถเปลี่ยนทิศของกระแสลม
- การควบคุมผลกระทบด้านความร้อนที่ได้รับแสงแดด

- **แหล่งน้ำ**

เนื่องจากน้ำมีค่าความจุความร้อนสูงกว่าดินหรือแผ่นดินทำให้บริเวณน้ำอุ่นกว่าในช่วงฤดูหนาวและร้อนกว่าในช่วงฤดูร้อน ดังนั้นบริเวณที่ตั้งไกล้แหล่งน้ำขนาดใหญ่สามารถที่จะช่วยลดการแปรเปลี่ยนอุณหภูมิที่

ขึ้นสูงสุดได้ ขนาดของแหล่งน้ำ และลมของแหล่งน้ำจะมีผลเรื่องความชื้นของอากาศมีผลกระทบทำให้อาคารสูงขึ้นหรือลดลง

- **ปัจจัยภายใน** ในเรื่องของพลังงานที่ต้องการในการดำเนินการ (operation) และในเรื่องของความร้อน (heat gain) ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร กิจกรรมส่วนใหญ่ก่อให้เกิดความร้อนที่มีปริมาณมากหรือน้อยแล้วแต่กิจกรรมการพิจารณา ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารจากแหล่งต่างๆ ดังนี้

- **การถ่ายเทความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์ผ่านกระจก (solar heat gain through glass)**

- ค่าพลังงานรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละภูมิภาคและภูมิอากาศจะไม่เท่ากันและพลังงานที่เข้ามาในแต่ละทิศก็แตกต่างกันอย่างมาก เช่น ณ ที่ละติจุด 16 องศาเหนือ พลังงานความร้อนสูงสุดจาดรังสีอาทิตย์ที่เข้ามาทางหน้าต่างทิศใต้และทิศตะวันออกหรือตะวันตกเฉลี่ยต่อปีจะมากกว่าพลังงานความร้อนสูงสุดจากรังสีอาทิตย์ ที่เข้ามาทางหน้าต่างทิศเหนือถึงโดยประมาณ 2.7 เท่าและ 5.5 เท่า ตามลำดับ ถ้าเปิดหน้าต่างหรือช่องแสงในระนาบนอนความร้อนสูงสุดจากรังสีอาทิตย์เฉลี่ยต่อปีเข้ามามีมากถึง 6.8 เท่าจากหน้าต่างทิศเหนือ ดังนั้นในการออกแบบหน้าต่างของอาคารนอกเหนือจากขนาดหน้าต่างหรือพื้นที่ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญต่อพลังความร้อนที่เข้ามาในอาคารแล้ว ทิศทางของช่องเปิดนั้นก็เป็นปัจจัยสำคัญยิ่งที่บ่งบอกถึงปริมาณความร้อนที่จะเข้ามาในอาคาร

- การออกแบบหลีกเลี่ยงความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (solar heat gain) ควรหลีกเลี่ยงการใช้กระจกในทิศตะวันออก และทิศตะวันตก เพราะพลังงานที่เข้ามาในทิศดังกล่าวสูงมาก วิธีการป้องกันความร้อนจากรังสีอาทิตย์เข้ามาในอาคารอีกวิธีหนึ่งก็คือ การบังแดดให้กระจก ค่าการบังแดดนั้นแสดงออกมาในรูปสัมประสิทธิ์การบังแดด (shading coefficient , SC)

- ค่า SC ที่ได้จากการออกแบบมาได้จากอุปกรณ์บังแดดหรือแผงกันแดดของอาคารเองและจากคุณสมบัติของกระจกเอง ค่า SC ที่เท่ากับ 1 นั้นเทียบเคียงมาจากพลังงานรังสีอาทิตย์ ผ่านเข้ามาทางกระจกใสหนา 3 มิลลิเมตร ในการคำนวณพลังงงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ ผ่านเข้ามายังกระจกสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$q = A \times (\text{verage solar Gain}) \times SC \quad \ldots\ldots 1$$

โดยที่ p = ปริมาณความร้อนหน่วย Btu/h (SI unit = Watt)

A = พื้นที่กระจกเป็นตารางฟุต h (SI unit = m^2)

SC = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด

Average solar Gain มีหน่วยเป็น Btu/h.ft^2 (SI unit = Watt /m^2)

2.4.8 การกำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร

มาตราการการหนึ่งในกฎกระทรวงที่กำหนดขึ้นเพื่อส่งเสริมให้มีการอนุลักษณ์พลังงานภายในอาคาร คือการกำหนดค่ากรถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารหรืออีกนัยหนึ่งก็คือว่า OTTV (Overall Thermal Transfer Value) ในกฎกระทรวงฉบับนี้ได้กำหนดขึ้น โดยจำแนกตามความเก่า ใหม่ ของอาคาร คำนิยาม ของคำว่าเก่าหมายถึงอาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จหรือกำลังก่อสร้างไว้ก่อนวันที่พระราชทานเก่า หมายถึงอาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จหรือกำลังก่อสร้างได้ยืนขออนุญาต ก่อสร้างไว้ก่อนวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 จะมีผลบังคับใช้ อาคารใหม่ หมายถึงอาคารที่ยื่นขออนุญาติก่อสร้างหลังวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุม ดังนั้นค่าการถ่ายเทความร้อนรวมถึงผนังด้านนอกอาคารหรือส่วนอาคารที่มีการปรับอากิตหรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศที่ปรากฏในกฎกระทรวงจึง มี 2 ค่าเดียวนี้

(1) อาคารใหม่ ต้องมีค่าเกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก

(2) อาคารเก่า ต้องมีค่าไม่เกิน 55 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก

2.4.9 การคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อน

ขั้นตอนในการหาค่ากรถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร จะเริ่มต้นโดยการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน ($OTTV_i$) ก่อน จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ของผนังแต่ละด้านมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามขนาดพื้นที่ของผนังด้านนอกแต่ละด้านรวมกันเพื่อให้ได้ค่า OTTV ตามที่กำหนดโดยมีขั้นตอนและสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน ($OTTV_i$) ที่หันสู่ทิศทางต่างกันคำนวณจากสมการ

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)(TD_{eq})+(SC)(WWR)(SF)+(U_f)(WWR)(\Delta T).....2$$

เมื่อ $OTTV_i$ = เมื่อการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านพิจารณา (W/m^2)

U_w = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ ($W/m^2.^oC$)

WWR = อัตราส่วนของพื้นที่ของหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนั้น

TD_{eq} = ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายในและภายนอกอาคารซึ่งมีผลถึงการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ (^oC)

U_f = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกหรือผนังโปร่งแสง ($W/m^2.^oC$)

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร สำหรับประเทศไทยกำหนดให้ใช้ค่าเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส

SC = สัมประสิทธิ์บังแดดของหน้าต่าง

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (W/m^2)

เมื่อคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้านครบทุกด้านแล้ว จึงนำไปคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) จากสมการดังนี้

$$OTTV = \frac{(A_{01})(OTTV) + (A_{02})(OTTV_i) + \cdots + (A_{0i})(OTTV_i)}{A_{01} + A_{02} + \cdots + A_{0i}}$$

เมื่อ A_{0i} = พื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณาซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบ และ พื้นที่หน้าต่าง (m^2)

$OTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (W/m^2)

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)

สำหรับการกำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารหรืออีกนัยหนึ่งก็คือว่าค่า RTTV (Roof Thermal Transfer Value) ในกฎกระทรวงนี้กำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารทั้งอาคารใหม่และอาคารเก่า ให้มีค่าดังนี้

1) อาคารใหม่ ต้องมีค่าไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตรของหลังคา

2) อาคารเก่า ต้องมีค่าไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตรของหลังคา

2. การคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร

ขั้นตอนในการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร เริ่มต้นด้วยการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารแต่ละส่วน ($RTTV_i$) ก่อน จากนั้นจึงนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเพื่อให้ได้ค่า RTTV ตามที่กำหนด โดยมีขั้นตอนแล้วสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$RTTV_i = (U_r)(1 - SRR)(TD_{eq}) + (SC)(SRR)(SF) + (U_s)(SRR)(\Delta T)$$

เมื่อ $RTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนที่พิจารณา (W/m^2)

U_r = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนทึบ ($W/m^2.^oC$)

SRR = อัตราส่วนพื้นที่ของช่องรับแสงธรรมชาติต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนนั้น (Skylight to Roof Ratio)

TD_{eq} = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ (^oC)

U_s = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสง ($W/m^2.^oC$)

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร สำหรับประเทศไทยกำหนดให้ใช้ค่าเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องรับแสง

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (W/m^2)

เมื่อคำนวณหาค่าถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาแต่ละด้านครบทุกด้านแล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) จากสมการดังนี้

$$RTTV = \frac{(A_{01})(RTTV) + (A_{02})(RTTV_i) + \cdots + (A_{0i})(RTTV_i)}{A_{01} + A_{02} + \cdots + A_{0i}}$$

เมื่อ A_{0i} = พื้นที่หลังคาส่วนมาพิจารณา (m^2)

$RTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนที่พิจารณา (W/m^2)

2.4.10 ปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย

ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายที่เป็นที่ยอมรับกันในสากลมีตัวแปรประกอบไปด้วยตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อม 4 ตัวแปร ดังนี้

1. **อุณหภูมิอากาศ** (Ambient Air Temperature)

อุณหภูมิอากาศวัดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีตัวป้องกันอิทธิพลรังสีความร้อนจากสภาพแวดล้อมค่าที่วัดได้เรียกว่า อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature) อุณหภูมิอากาศเป็นปัจจัยหลักสำคัญที่ส่งผลต่อสภาวะน่าสบาย ช่วงอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายอยู่ประมาณตั้งแต่ 20 องศาเซลเซียส จนถึง 26.6 องศาเซลเซียส (Olgyay, 1992:90) ถ้าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยอยู่ต่ำกว่าหรือสูงกว่านี้การทำความร้อนหรือเย็นมีความจำเป็นเพื่อทำให้สภาพแวดล้อมนั้นอยู่ในสภาวะน่าสบาย

2. **อุณหภูมิจากการแผ่รังสีความร้อน** (Mean Radiation Temperature, MRT)

อุณหภูมิจากการแผ่รังสีความร้อนนั้นวัดโดยค่าถ่วงเฉลี่ยของรังสีความร้อนที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมนั้น ๆ ซึ่งรวมถึงแสงแดดโดยตรงด้วย MRT สามารถคำนวณจากอุณหภูมิพื้นผิวของด้านต่าง ๆ ในห้องและตำแหน่งที่วัด MRT นั้นโดยใช้มุมกระทำ (Solid Angle) ที่เกิดขึ้นระหว่างตำแหน่งที่วัดและขอบของแต่ละพื้นผิว โดยหาค่าเฉลี่ยออกมาเป็น MRT อย่างไรก็ตามผลของอุณหภูมิพื้นผิวที่มีต่อสภาวะน่าสบายและการที่จะสามารถวัดออกได้นั้นจะใช้ในรูปของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศในห้องและค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิพื้นผิวต่าง ๆ ในห้องนั้น โดยวัดและคำนวณหาค่า MRT สามารถทำได้ดังนี้

$$MRT = Tg + Kg \times V^{0.5} \times (Tg - Ta)$$

โดยที่ MRT = Mean Radiation Temperature (^{o}F)

Tg = Globe Temperature (^{o}F)

Ta = Air Dry Bulb Temperature (^{o}F)

V = Air Velocity (fpm)

Kg = Convection Coefficient of Globe

3. กระแสลม (Air Movement)

การระบายลมก็เป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งของสภาวะสบายของมนุษย์ซึ่งมีเหตุผลอยู่ 3 ประการ คือ ประการแรก อากาศที่เคลื่อนไหวจะพาความร้อนที่อยู่รอบ ๆ ตัวไป ประการที่สอง อากาศที่เคลื่อนไหวจะพัดพาความชื้น และทำให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมขึ้นสำหรับร่างกายที่จะระบายความร้อนโดยการระเหยของน้ำด้วยตัวของมันเองในรูปของเหงื่อ ประการสุดท้าย อากาศที่เคลื่อนไหวช่วยไม่ให้เกิดการสะสมของมลภาวะ

4. ความเร็วลม (Wind Speed)

ที่ผ่านผู้อาศัยมีผลกระทบต่อสภาวะน่าสบาย ลมจะพัดพาความร้อนรอบตัวออกไป ทำให้รู้สึกเย็นสบายขึ้น นอกจากนั้นยังพาเอาความชื้นบริเวณผิวร่างกายช่วยให้การกระหายของเหงื่อดีขึ้น ร่างกายสูญเสียความร้อนได้ดีขึ้นจึงทำให้รู้สึกเย็น (Evaporative Cool) เนื่องจากการกระหายของน้ำหรือเหงื่อ ความเร็วลมที่ต้องการเพื่อทำให้เกิดสภาวะน่าสบายนั้นอยู่ระหว่าง 3 – 15 เมตรต่อนาที (10 – 50 ฟุตต่อนาที) ถ้าความเร็วลมต่ำกว่า 3 เมตรต่อนาที ผู้อยู่จะรู้สึกว่าอากาศไม่มีการถ่ายเท ถ้าความเร็วลมสูงขึ้นระหว่าง 15 – 60 เมตรต่อนาที (50 – 200 ฟุตต่อนาที) ยังอยู่ในสภาวะน่าสบายได้ถ้ามีลมพัดเป็นช่วง ๆ ไม่ต่อเนื่องและอุณหภูมิอากาศสูง ความเร็วลมที่สูงเกิน 60 เมตรต่อนาที (200 ฟุตต่อนาที) จะทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกลมแรง (Drafly) และอาจรบกวนการทำงานและกิจกรรมต่าง ๆ ถ้าการเคลื่อนไหวของอากาศยังคงถูกรักษาภายในช่วงที่กำหนดข้างต้นจะทำให้การระบายลมเพียงพอสำหรับระบายความร้อน ไอน้ำ และอากาศที่เสีย

5. ความชื้น (Humidity)

สภาวะน่าสบายของมนุษย์ยังขึ้นอยู่กับระดับความชื้นหรือไอน้ำในอากาศถูกอธิบายเป็นค่าตัวเลขในรูปของความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity, RH) ซึ่งหมายถึงสัดส่วนความชื้นในอากาศเมื่อเทียบกับปริมาณสูงสุดที่อากาศสามารถมีความชื้นได้โดยปราศจากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ (Condensation) ความชื้นสัมพัทธ์ของเขตสภาวะน่าสบายนั้นอยู่ในช่วงประมาณ 20 – 80 เปอร์เซ็นต์ (Egan, 1975) ผู้ออกแบบสามารถเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศและความเร็วลมได้อย่างง่ายโดยการออกแบบเปลือกอาคาร (Building Envelope) การปรับระดับความชื้นไม่สามารถกระทำได้ด้วยวิธีทางสถาปัตยกรรมที่ปราศจากเครื่องกลทั้ง ๆ ที่ผลกระทบของความชื้นสามารถบรรเทาโดยการเพิ่มความเร็วลม นั้นก็ยากสำหรับผู้ออกแบบที่จะออกแบบควบคุมอุณหภูมิแม้กระทั่งในอาคารสมัยใหม่ ก็ยังมีอุณหภูมิไม่ใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิอากาศภายใน

ตารางที่ 2.7 แสดงความเร็วลมภายในห้องที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย

ความเร็วลม	ความรู้สึกที่อุณหภูมิลดลง ณ ณหภูมิห้องระหว่าง 80-90 °F (26.6-32.2 °C) ตัวเลขที่มากสนองกับบริเวณที่มีความชื้นสูง	ผลที่อาจเกิดขึ้น
0 – 50 fpm (0 – 0.25 m/s)	ไม่มีความเปลี่ยนแปลงในความรู้สึกน่าสบาย	ไม่สามารถสังเกตได้
50 – 100 fpm (0.25–0.5 m/s)	ต่ำลง 2 – 3 °F (1.1 – 1.6 °C)	สบาย
100 – 200 fpm (0.50–1.0 m/s)	ต่ำลง 4 – 5 °F (2.2 – 2.7 °C)	โดยทั่วไปรู้สึกสบายแต่รับรู้ว่ามีการเคลื่อนไหวของอากาศ
200 – 300 fpm (1.0–1.5 m/s)	ต่ำลง 5 – 7 °F (2.2 – 3.9 °C)	รู้สึกมีลมพัดจนถึงลมพัดที่ทำให้รู้สึกรบกวนได้
สูงกว่า 300fpm (> 1.5 m/s)	ต่ำลงมากกว่า 5 – 7 °F (> 2.2 – 3.9 °C)	โดยทั่วไปรู้สึกสบายแต่รับรู้ว่ามีการเคลื่อนไหวของอากาศ

ภาพที่ 2.57 แสดงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อชีวิตมนุษย์

ที่มา : www.google.co.th, 2552

2.4.11 ภาวะน่าสบายและเขตสบาย

1. อาคารกับสภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมทางกายภาพ ประกอบไปด้วยปัจจัยซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างสับสนหลายประการ อาจจะกล่าวได้ว่าประกอบด้วย แสงสว่าง เสียง บรรยากาศ บริเวณที่ว่างใช้สอย และสัตว์ต่าง ๆ จนถึงจุลชีพ ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับร่างกายมนุษย์ ผลสะท้อนทั้งทางร่างกายและจิตใจส่งผลมาจากการดิ้นรน เพื่อความสมดุลทางชีวภาพ มนุษย์ดิ้นรนเพื่อการสูญเสียพลังงานให้น้อยที่สุดเพื่อปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อม สภาวะซึ่งเราเรียกกันว่า สภาวะน่าสบาย (Comfort Zones) ที่อยู่อาศัย เป็นเครื่องมืออันหนึ่งซึ่งจะแก้ปัญหาในเรื่องความสบาย ซึ่งจะแก้ปัญหาของสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติในการครองชีวิต

2. การแลกเปลี่ยนความร้อนในบรรยากาศแบบร้อนแห้ง

ให้สังเกตถึงความเข้มของการแผ่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ ผลการได้รับคลื่นรังสีอินฟราเรด (คลื่นยาว) จากพื้นดิน และการสลายตัวในบรรยากาศของรังสีอินฟราเรด ความร้อนส่วนหนึ่งได้รับจากการนำความร้อน และส่วนใหญ่สูญไปกับการระเหยของเหงื่อ และปรากฏการณ์ทั้งสองอย่างได้รับการเร่งจากการพัดของกระแสลม

ภาพที่ 2.58 แสดงปัจจัยที่สำคัญของสภาพแวดล้อมทางบรรยากาศ

ที่มา : www.google.co.th, 2552

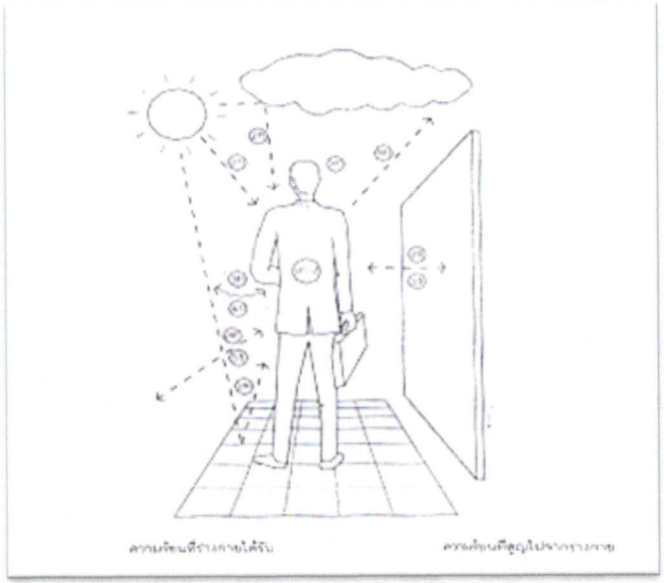
หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่สำคัญของสภาพแวดล้อมทางบรรยากาศ สามารถแจงออกได้ดังนี้ คือ อุณหภูมิของอากาศ การแผ่รังสีความเคลื่อนไหวตัวของอากาศ และความชื้น Winslow, Harrington & Gappe แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับอัตราการดูดซึมของอาหารในโลหิต (Metabolism) และการรับปัจจัยทางบรรยากาศ (Climatic Elements) กับการรักษาสภาวะอุณหภูมิของร่างกาย โดยสามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์อันยุ่งยากได้บนตารางคาลอรีเมตริก (Calorimetric Scale) ที่เรียกกันว่า Operative Temperature (OT)

3. **การแลกเปลี่ยนความร้อนในบรรยากาศแบบร้อนชื้น**

ให้สังเกตการณ์ที่รังสีความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Solar Radiation) ถูกขวางโดยก้อนเมฆและการสลายไปของรังสีที่สะท้อนขึ้นมาจากพื้นดิน อย่างไรก็ดีรังสีสะท้อนจากกลุ่มเมฆก็มีจำนวนที่น่าพิจารณา และสังเกตการณ์ขาดหายไปของคลื่นรังสียาวอินฟราเรดจากพื้นดินและจากท้องฟ้า สำหรับการนำความร้อนดังกล่าวได้ว่าแทบไม่ได้เกิดขึ้นเลย การสูญเสียความร้อน (Heat Loss) จากการระเหยเป็นไอเป็นไปได้ยาก แต่ก็ได้รับการเร่งเร้าโดยการพัดของกระแสลมสภาพการทางธรรมชาติที่สำคัญ ซึ่งทำให้ร่างกายมี

ภาพที่ 2.59 แสดงการได้รับและสูญเสียความร้อน



ที่มา : www.google.co.th, 2552

หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การแลกเปลี่ยนความร้อนกับสิ่งใกล้เคียงโดยรอบ แบ่งออกได้เป็น การแผ่รังสีความร้อน การพาความร้อน และการนำความร้อนซึ่งจะสามารถประมาณได้ว่า การแผ่รังสี ทำให้เกิดการเสียความร้อนจากร่างกายเสียเท่ากับ 2/5 การนำความร้อนเท่ากับ 2/5 และการระเหยเป็นไอเท่ากับ 1/5

การได้รับความร้อน (Heat Gains) มีปัจจัยดังนี้

1) ความร้อนที่ผลิตได้จากร่างกาย
2) การรับความร้อนจากการแผ่รังสี
3) การนำความร้อนจากอากาศมาสู่ร่างกาย
4) การรวมตัวกันของความชื้นในบรรยากาศ

การสูญเสียความร้อน (Heat Loss) มีปัจจัยดังนี้

1) การแผ่รังสีออกไป
2) การนำความร้อน
3) การระเหยเป็นไอ

กระบวนการการดำรงชีวิตของร่างกาย ขึ้นอยู่กับการแลกเปลี่ยนพลังงานซึ่งได้รับจากสันดาปของอาหารกับออกซิเจน ซึ่งจะถูกนำไปใช้ 20 % อีก 80 % ใช้ไปในการทำความอบอุ่นให้ร่างกายแม้ในขณะหลับในอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูง ร่างกายยังต้องผลิตพลังงานความร้อนประมาณ 400 BTU / hr เดิน 760 – 1400 BTU / hr และวิ่ง 3000 / 4800 BTU / hr ปัญหา

สำหรบสถาปนิกก็คือ การสร้างสภาวะแวดล้อมเพื่อแก้ปัญหาทั้งหมด เพื่อลดความเครียดอันเกิดจากกระบวนการผลิตพลังงาน เพื่อรักษาสมดุลย์ตามธรรมชาติให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย

4.อิทธิพลทางธรรมชาติที่มีผลต่อภาวะความสบายด้านอุณหภูมิ

ในการออกแบบที่อยู่อาศัยนั้นนอกจากจะพิจารณาด้านประโยชน์ใช้สอย (Function) แล้วเรายังต้องคำนึงถึงอิทธิพลต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ด้วยว่ามีผลกระทบต่อภาวะความสบายด้านอุณหภูมิต่อผู้อยู่อาศัยอย่างไร ไม่ว่าจะเป็นสภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ตั้ง หรือสภาพแวดล้อมอื่น ๆ โดยส่วนมากจะมาจากการพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้ เช่น การจัดให้อาคารสามารถรับลมได้เต็มที่ การแก้ปัญหาเรื่องการแผ่รังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์ การลดความชื้นในอากาศ การแก้ปัญหาเรื่องกลุ่น ฝุ่น เสียง แมลงรบกวน การพิจารณาแสงธรรมชาติให้แก่อาคาร เป็นต้น ปัญหาอันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศ ดูจะเป็นปัญหาสำคัญที่จะต้องพิจารณา ซึ่งสามารถจะแยกออกได้ดังนี้

- **การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์** (Solar Radiation)

มีส่วนโดยตรงกับการออกแบบส่วนห่อหุ้มอาคารไม่ว่าจะเป็นหลังคาหรือผนัง แม้กระทั่งการจัดวางตัวอาคารกับพื้นที่ (Orientation) การเจาะช่องแสงประตูหน้าต่าง การเลือกใช้วัสดุ ก็ควรพิจารณาเกี่ยวกับการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตร้อนอย่างประเทศไทย ปริมาณแสงอาทิตย์ก็คือปริมาณความร้อนนั่นเอง จึงจำเป็นต้องหาวิธีการให้แสงอาทิตย์ส่องกระทบส่วนของอาคารน้อยที่สุด เช่น การยื่นชายคาเพื่อบังแดด การออกแบบแผงกันแดด การพิจารณาชนิดของหลังคา นอกจากนั้นต้องพิจารณาเลือกวัสดุผนัง หลังคาให้สามารถเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี มีค่าการสะท้อนความร้อนสูงและมีค่าการนำความร้อน หากสามารถแก้ปัญหาความร้อนในส่วนนี้ให้แก่อาคารได้อย่างดีแล้ว การออกแบบอาคารเพื่อให้เกิดภาวะสบายก็จะสามารถกระทำได้ง่ายขึ้น

- **อุณหภูมิอากาศ** (Air Temperature)

เป็นปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบพักอาศัย เนื่องจากอุณหภูมิในอากาศมีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายของผู้ใช้อาคารโดยตรง นอกจากร่างกายจะรู้สึกไม่สบาย อึดอัดจากอุณหภูมิสูงมาก ๆ ภายในห้องแล้วยังมีผลทางจิตใจอีกด้วย อาจเกิดอาการหงุดหงิดอารมณ์เสียได้ง่าย จากการทดลองค้นคว้าของนักจิตวิทยา พบว่าห้องทำงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ คือมีอากาศภายในห้องที่เย็นกว่าธรรมดาเล็กน้อย คนทำงานสามารถทำงานได้ดีและกระฉับกระเฉงมากกว่าในห้องที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

อุณหภูมิในอากาศเกิดจากปริมาณความร้อนที่ได้จากแสงอาทิตย์ในแต่ละส่วนของผิวโลกจึงมีอุณหภูมิต่างกัน เนื่องจากที่ตั้งเหล่านั้นอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน บริเวณที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรจะ

มีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่ต่างออกไปทางขั้วโลกทั้ง 2 ด้าน รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์จะมีมากที่สุดบริเวณแถบเส้นศูนย์สูตร รังสีความร้อนนี้จะทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นในตอนกลางวันและในตอนกลางคืนก็จะลดลง

อุณหภูมิของอากาศในวันหนึ่ง ๆ ไม่เท่ากันตลอด ความเปลี่ยนแปลงสามารถเกิดขึ้นได้ทุกขณะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ เช่น ลักษณะเมฆบนท้องฟ้า กระแสลม ความชื้นในอากาศ เป็นต้น โดยปกติอุณหภูมิสูงสุดที่พบในแต่ละวัน จะเป็นเวลาประมาณ 14.00 น. – 16.00น. ส่วนช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำสุดจะเป็นเวลาประมาณ 4.00 น. – 6.00 น.

การออกแบบเพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิสามารถกระทำได้หลายวิธีควบคู่กันไป เช่น การป้องกันความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้เข้าในอาคารน้อยที่สุด การพิจารณาช่องเปิดของอาคารให้สัมพันธ์กับทิศทางลม เพื่อให้เกิดการถ่ายเทอากาศขึ้นในอาคาร การเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติป้องกันความร้อนได้ดี แม้กระทั่งการเลือกใช้สีสำหรับทาอาคาร ก็สามารถช่วยในการแก้ปัญหาด้านอุณหภูมิให้ลดลงได้

หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- การเคลื่อนไหวของอากาศ (Air Movement)

ข้อพิจารณาในการออกแบบบ้านพักอาศัยในเขตร้อนชื้นที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ การเคลื่อนไหวของอากาศหรือลม เพราะลมเป็นสิ่งที่ช่วยให้ความร้อนภายในอาคารลดลง ลมที่พัดผ่านเข้าไปในอาคารทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศขึ้นภายในอาคาร พัดพาเอาอากาศที่ใช้แล้วในอาคารออกไป อากาศภายนอกซึ่งบริสุทธิ์กว่าพัดเข้ามาแทนที่ ทำให้รู้สึกเย็นสบายความชื้นที่เกิดจากการระเหยของเหงื่อและความชุ่มชื้นของผิวหนังซึ่งดูดความร้อนที่ผิวหนังไปด้วย ก็จะถูกพัดพาออกไป

การเคลื่อนไหวของอากาศนี้เกิดจากความกดดันของอากาศ (Air Pressure) โดยจะพัดจากที่ที่มีความกดดันสูงไปยังที่ที่มีความกดดันต่ำ ส่วนแนวของการพัดของลมเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินและพื้นน้ำ โดยปกติแล้วกลุ่มอากาศจะเคลื่อนที่ไปจากจุดเริ่มต้นในทิศทางที่ไม่เปลี่ยนแปลง จนกว่าจะพบสิ่งกีดขวาง หรือถูกบังคับให้เปลี่ยนแนวในส่วนของอาคารนั้น ปัจจัยที่ทำให้วิถีลมเปลี่ยนแปลงหลังจากที่ได้ปะทะกับอาคารแล้วก็คือ ขนาดปริมาตรของอาคาร ความลาดเอียงของหลังคา ส่วนยื่นของหลังคา และการวางผังอาคารรวมทั้งการกำหนดช่องเปิดของอาคารในการออกแบบกลุ่มอาคาร ควรพิจารณาสิ่งเหล่านี้ประกอบด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้อาคารบังลมกันเอง ทำให้อาคารที่อยู่ด้านใต้ของทิศทางลมกลายเป็นพื้นที่อับลม

- **ความชื้น** (Humidity)

ความชื้น หมายถึง ปริมาณไอน้ำในบรรยากาศบริเวณระดับต่ำทั่วไป ที่เกิดจากการระเหยของผิวโลก ซึ่งอัตราการระเหยนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (Temperature) และลม (Wind) เป็นตัวนำที่มีอิทธิพลมาในภูมิภาคเขตร้อนโดยทั่วไปต้องการความชุ่มชื้นเพื่อลดอุณหภูมิของบรรยากาศความชื้น ส่วนใหญ่ได้รับจากมหาสมุทรที่มีลมมรสุม ส่วนภาคพื้นทวีปที่อยู่ห่างและลึกเกินไปในขณะที่อุณหภูมิสูงด้วย จะทำให้ร่างกายรู้สึกไม่สบายเพราะผิวหนังไม่สามารถถ่ายเทความร้อนด้วยการระเหยได้ ทำให้มีความรู้สึกอบอ้าว ร่างกายเหนียวเหนอะหนะ อึดอัด

นอกจากความชื้นจะมีผลต่อความรู้สึกสบายหรือไม่สบายแล้วควรพิจารณาในแง่ผลกระทบต่อตัวอาคารเองด้วย เนื่องจากความชื้นเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่สามารถนำเชื้อโรค เชื้อราต่าง ๆ ได้ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลง ตัวทำลายชนิดต่าง ๆ ก่อนออกแบบอาคารควรพิจารณาสภาพที่ตั้งของอาคารเพื่อการเลือกทำเลที่เหมาะสม ตรวจดูสภาพดินและระดับน้ำใต้ดินให้แน่ชัด เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับสภาพของห้องหรือบริเวณนั้น และการให้มีการระบายอากาศได้สะดวกเพื่อให้อากาศบริสุทธิ์ถ่ายเทความอับชื้นออกไปจากอาคาร ก็จะสามารถทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบายขึ้น

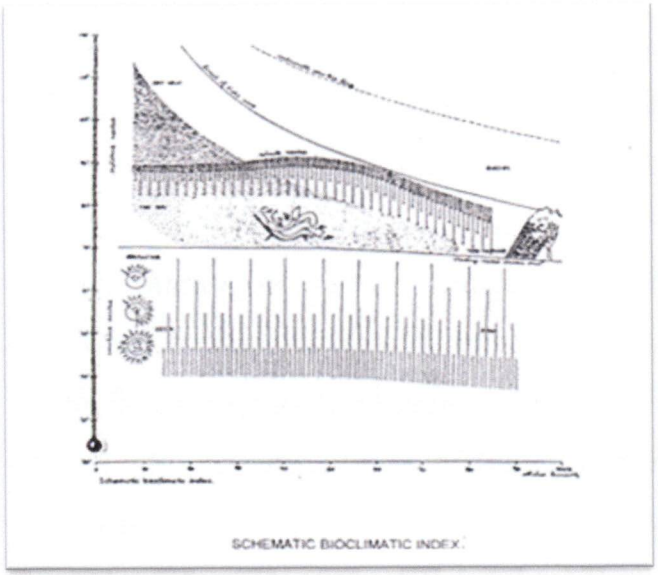
2.4.12 **สภาวะน่าสบาย** (Comfort Zone)

ความมุ่งหมายหลักในการออกแบบที่มีความสำคัญยิ่งกว่าการประทับตาประทับใจ คือ การสร้างสรรค์ให้เกิด " สภาวะน่าสบาย " แก่ผู้ที่ใช้สอยสถาปัตยกรรมนั้น ๆ แต่ก็เป็นที่น่าเสียดายที่ได้มีการมองข้ามประโยชน์ใช้สอยอันแรกนี้ ในการออกแบบทั่ว ๆ ไป จากการทดลองพบว่า สภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) หรือ (Comfort Requirement) ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันรวมทั้งความเคยชิน ข้อมูลทางด้านกายภาพ (Physiology) สามารถที่จะแสดงออกมาได้ แต่ทางด้านสภาพจิตใจ (Psychology) เป็นการยากที่จะบ่งบอกออกมาได้ บุคคลที่เคยชินกับบรรยากาศแบบอบอุ่นหรือหนาวย้ายไปอยู่ในเขตร้อน สามารถปรับสภาพทางร่างกายได้ในเวลาประมาณ 1 เดือน ส่วนสภาพทางจิตใจยากที่จะได้รับความน่าสบายอย่างสมบูรณ์ ในฐานะของผู้สร้างสรรค์จึงอาจจะมีทางช่วยได้ โดยการออกแบบให้มีความน่าอยู่ประทับตา ประทับใจและให้อยู่ใน " สภาวะน่าสบาย " ที่สุดเท่าที่สิ่งแวดล้อมจะอำนวยได้

ปัจจัยที่เข้ามามีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์สภาวะน่าสบายให้แก่อาคารได้แก่

1) อุณหภูมิอากาศ
2) ความชื้นในอากาศ

ภาพที่ 2.60 แสดงดัชนีชี้วัดสภาวะน่าสบาย



ที่มา : www.google.co.th, 2552

3) อุณหภูมิเฉลี่ยของการแผ่รังสีความร้อน

4) การพัดของกระแสลม

5) ความส่องสว่าง

6) เสียง

7) ไฟฟ้าสถิตย์

8) กลิ่น

9) ฝุ่นผงในอากาศ

10) ความไม่บริสุทธิ์ทางเคมีและกายภาพ

ซึ่งในการพิจารณาถึงสภาวะน่าสบาย ในที่นี้ขอบเขตอยู่เนื่องด้วยปัจจัยในบรรยากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานที่จะนำเอาไปใช้ในการทำการวิเคราะห์และเลือก Scheme ข้อมูลที่เหลือที่จะนำมาพิจารณาประกอบในภายหลัง ปัจจัยมูลฐานที่นำมาวิเคราะห์สภาวะน่าสบายให้แก่อาคาร คือ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ การพัดของกระแสลม และการแผ่รังสีความร้อน

ผลจากการทำการวิจัยพบว่า อุณหภูมิพอเหมาะ พอสบายในเขตเส้นศูนย์สูตร อยู่ระหว่าง 71.5 – 85 °F โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ระหว่าง 20 % - 50 % ซึ่งต้องมีสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เข้ามาร่วมด้วยอีกมาก ข้อมูลอันแรกได้จากวิธีหาค่าของสภาวะน่าสบายที่เนื่องด้วยการออกแบบภายในอาคาร โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลตามตารางที่ยุ่งยาก โดยวิธี Victor Olgyay's System ซึ่งค่าของสภาวะน่าสบายจะเลื่อนขึ้น 1 °F ต่อทุก ๆ การเพิ่มค่าขึ้น 8 °F ของตำแหน่งเส้นรุ้ง (Latitude) ซึ่งเรียกว่า Bioclimatic Chart รวมข้อมูลของการต้องการการกันแดด การแผ่รังสีความร้อน กระแสลมและความชื้นในอากาศสภาวะน่าสบายซึ่งทำให้สามารถพิจารณาหาสิ่งที่ต้องการนำมาใช้เพื่อให้การออกแบบสมบูรณ์ได้ รวมทั้งขอบเขตที่จะต้องนำเอาเครื่องอุปกรณ์เข้ามาผนวกด้วย

จากแผนภูมิตาราง Bioclimatic Chart จะเห็นตำแหน่งของสภาวะน่าสบายอยู่ตรงกลาง

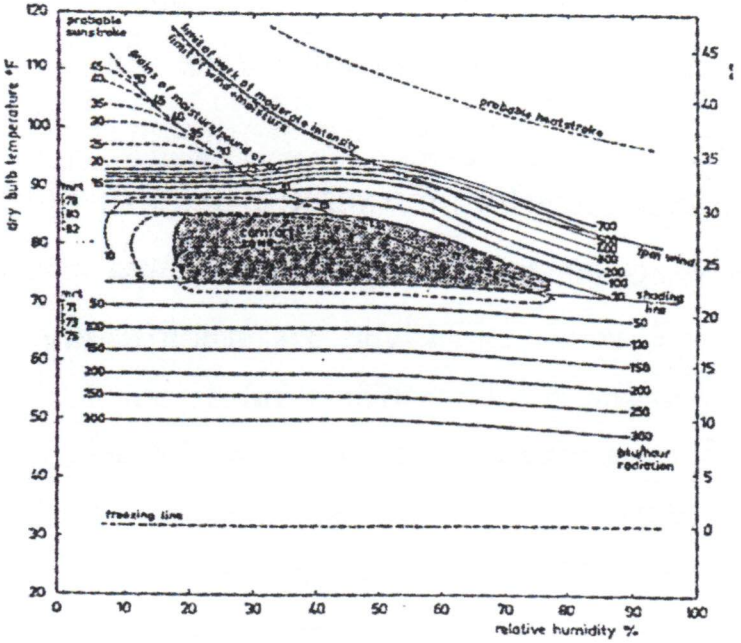
1) เหนือตำแหน่งสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) คือตำแหน่งของสภาวะร้อนวิกฤติหรือสภาวะร้อนจัด (Overheated Zone) ซึ่งจากตารางจะเห็นเส้นแสดงความเร็วลม ซึ่งจะสามารถนำมาช่วยให้อาคารนั้น ๆ ยังอยู่ในสภาวะน่าสบายได้

2) นอกจากนี้ที่เหนือตำแหน่ง สภาวะน่าสบาย (Overheated Zone) จะเห็นเส้นแสดงค่าของความชื้นในอากาศ ซึ่งก็สามารถจะนำมาช่วยให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ ในอาคารที่มีความชื้นในอากาศต่ำ

3) ใต้ตำแหน่งสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) มีเส้นแสดงความต้องการร่มเงา (การกันแดด) ใต้ตำแหน่งสภาวะน่าสบายลงไปเรียกว่า สภาวะเย็นวิกฤติ หรือ สภาวะหนาวเย็น (Underheated Zone) จะมีเส้นแสดงปริมาณความต้องการ การแผ่รังสีความร้อน หรือการต้องการความร้อนเพิ่มทางใดทางหนึ่ง

จากข้อ 1 การเคลื่อนที่ของลมทำให้เกิดความเย็น การเคลื่อนที่ (พัด) ของลมช่วยเร่งการระเหยกลายเป็นไอจากผิวหนัง ทำให้อุณหภูมิลดลงถ้าความเร็วลมเพิ่ม ส่วนบนของสภาวะน่าสบายจะถีบตัวตามขึ้นไป แต่ถ้าหากอุณหภูมิโดยรอบสูงมาก ก็ยิ่งเป็นการยากที่จะใช้กระแสลมช่วย เส้นแผนภูมิแสดงความเร็วลมที่ต้องการ

ภาพที่ 2.61 แสดงสภาวะน่าสบาย



ที่มา : www.google.co.th, 2552

0.8 ฟุต/วินาที ไม่สังเกตพบ

0.8 – 1.6 ฟุต/วินาที กำลังสบาย ไม่สังเกตพบ

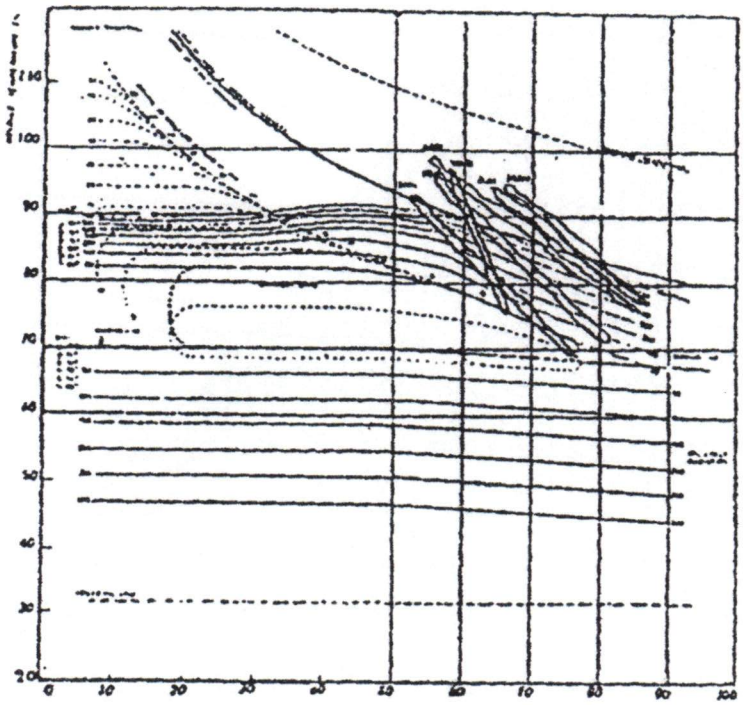
1.6 – 3.3 ฟุต/วินาที กำลังสบาย สังเกตพบการพัดของกระแสลม

3.3 – 5.0 ฟุต/วินาที รบกวน ต้องการการออกแบบช่วย

ในอาคารบางชนิด การออกแบบจะต้องไม่ใช้กระแสลมที่มีความเร็วสูงเกินไป เช่น สำนักงาน โรงพยาบาล จากการพล็อตกราฟเทียบกับสภาวะน่าสบายจาก Bioclimatic Chart ซึ่งแสดงอย่างหยาบๆ ว่า 6 % เท่านั้น ที่อุณหภูมิของอากาศไม่ต้องการการกำบังแดดและแนวเส้นประที่แสดงให้เห็นตอนกลางของแผนภาพแสดงถึงความสาหัส ซึ่งต้องประยุกต์ความรู้ในวิทยาการเข้าช่วยหลายประการ

จากข้อ 2 การระเหยกลายเป็นไอ ลดอุณหภูมิ (Dry – Bulb Temperature) ให้ต่ำลง เส้นประแสดงปริมาณความชื้น เป็นเกรนต่อน้ำหนัก 1 ปอนด์ของอากาศ (Grains per pound (lb) (อากาศ 1 ft^3 หนัก = 0.08 lb) ซึ่งทำให้รู้ว่าจะต้องเพิ่มความชื้นให้กับอากาศ

ภาพที่ 2.62 **แสดง** Bioclimatic Char



ที่มา : www.google.co.th, 2552

หรือไม่ในบริเวณเขตร้อนแห้ง ซึ่งในเขตร้อนแห้ง การเพิ่มความเร็วลมไม่ได้ผล

วิธีการเพิ่มความชื้นใช้ได้ทั้งวิธีตามธรรมชาติและใช้เครื่องมือประกอบ เช่น น้ำพุ สระน้ำ บึง ต้นไม้ เป็นต้น

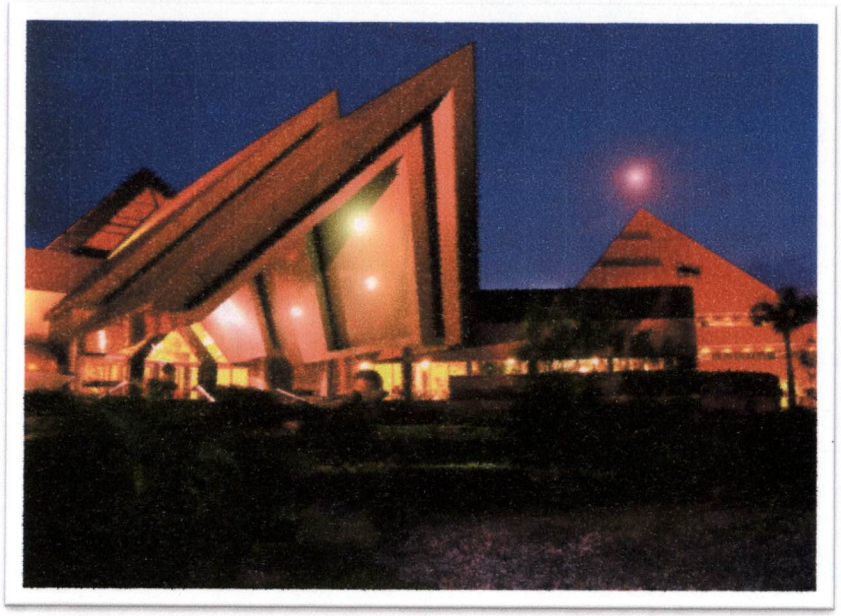
จากข้อ 3 ความร้อนเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของอากาศ การให้ความอบอุ่นแก่อาคาร มิได้ทำได้โดยการใช้เครื่องทำความร้อนเท่านั้น สามารถใช้จากผนังอาคารที่ได้รับความร้อนเอาไว้ให้แผ่รังสีความร้อนออกมา ในกรณีที่มีความอบอุ่นของอาคารที่ต่ำกว่าปกติไม่มากนัก วิธีนี้จะให้ผลดี (ฤดูหนาวในเขตร้อนหรืออาคารที่มีอุณหภูมิต่ำในเวลากลางคืน) ผนังจะมีการสะสมและมีค่าของการหน่วงความร้อนไว้ตามต้องการ โดยการเลือกวัสดุ ความหนา และออกแบบไว้ให้รับการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ในทิศทางที่ต้องการอย่างเหมาะสม

หลักการออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากลักษณะของสภาวะน่าสบาย ในวิธีนี้แสดงออกเป็นกราฟ สามารถจะนำไปพล็อตลงในตารางโคจรเพื่อคำนวณต่อไปได้ จึงใช้กราฟประกอบในสิ่งที่ไม่สามารถจะแสดงได้เป็นอย่างดี การวิจัยของ Houghton & Yaglou ได้ก่อให้เกิดคำว่า Effective Temperature (ET) บางแห่งใช้คำว่า Correct (Normal) Effective Temperature (CET) ซึ่งเป็นขอบขีดกำหนดซึ่งได้จากอุณหภูมิ ความชื้น และกระแสลม รวมกันเป็นการแสดงค่าความรู้สึกร้อน หนาว หรือสภาว่าสบาย Dry – Bulb Temperature คือ อุณหภูมิที่วัดโดยเทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดา Wet – Bulb Temperature คือ อุณหภูมิที่เป็นค่ารวมของอุณหภูมิ Dry – Bulb ซึ่งวัดได้ตามปกติกับความชื้นในอากาศ โดยการวัดของเทอร์โมมิเตอร์แบบเปียก โดยที่ปลายกระเปาะหุ้มให้มีลักษณะที่ทำให้เทอร์โมมิเตอร์เก็บความชื้นไว้ แกว่งเทอร์โมมิเตอร์ด้วยความเร็ว เพื่อให้อากาศกระตุ้นการระเหยตัวเป็นไอ เพื่อให้เกิดการรวมตัวกันอย่างกะทันหันของเหลวที่อยู่ใกล้กัน

ค่าความสัมพันธ์ของ Dry – Bulb Temperature และ Wet – Bulb Temperature ค่า Vapor Pressure และปริมาณความชื้นอากาศอ่านได้จาก Psychometric Diagram

ภาพที่ 3.1 : อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ



ที่มา : http://www.google.co.th

บทที่ 3 วิเคราะห์กรณีศึกษา

3.1 แนวความคิดในการออกแบบจากตัวอย่างภายในอาคารในประเทศ

3.1.1 อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

Energy Conservation Building in Honor of His Majesty the King

เจ้าของโครงการ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

สถานที่ตั้ง เทคโนธานี ตำบลคลองห้า ปทุมธานี

พื้นที่โครงการ 14000 ตารางเมตร

งบประมาณ 350 ล้านบาท

ปีที่แล้วเสร็จ พ.ศ.2545

3.1.2 แนวความคิดในการออกแบบ

เพื่อเป็นอาคารตัวอย่างที่ได้รับการออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานที่ทันสมัย เหมาะสมกับภูมิอากาศประเทศไทย เช่น การนำระบบธรรมชาติมาประกอบการออกแบบ การสร้างสภาวะแวดล้อมรอบอาคารให้ร่มเย็น การใช้ระบบหน้าต่างระบายอากาศเพื่อนำความร้อนไปทิ้ง ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

3.1.3 ความเป็นมา

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ เป็นโครงการเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในวโรกาสที่ทรงครองสิริราชสมบัติครบ 50 ปีโดยมีพิธีวางศิลาฤกษ์ เมื่อวันที่ 12 ธันวาคม พุทธศักราช 2538 ณ บริเวณเทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี การออกแบบและก่อสร้างอาคารนี้ใช้เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานที่ทันสมัย โดยใช้ระบบธรรมชาติตามสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยและการสร้างสภาพแวดล้อมที่ร่มเย็น รวมทั้งการออกแบบระบบภายในอาคาร และเลือกใช้วัสดุที่สามารถสกัดกั้นความร้อนและความชื้นจากภายนอกได้ดี เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคารลงให้เหลือน้อยที่สุด โดยที่ยังรักษาคุณค่าและสุนทรียภาพของงานสถาปัตยกรรมไว้

3.1.4 วัตถุประสงค์การก่อสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

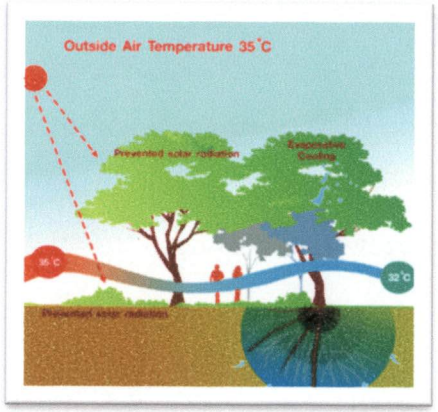
1. เป็นศูนย์กลางกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ ทั้งทางด้านอุตสาหกรรม อาคาร บ้านพักอาศัยและการคมนาคมขนส่ง

2. เป็นอาคารตัวอย่างที่สามารถอนุรักษ์พลังงานได้ดีกว่ามาตรฐานที่กำหนด สำหรับอาคารควบคุมทั่วไปและสามารถแสดงผลที่จะได้รับจาการอนุรักษ์พลังงานได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางให้แก่อาคารอื่น ๆ ในประเทศไทย

3. เป็นศูนย์แสดงเทคโนโลยีและข่าวสารด้านการอนุรักษ์พลังงานและเป็นศูนย์ถ่ายทอดความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงาน

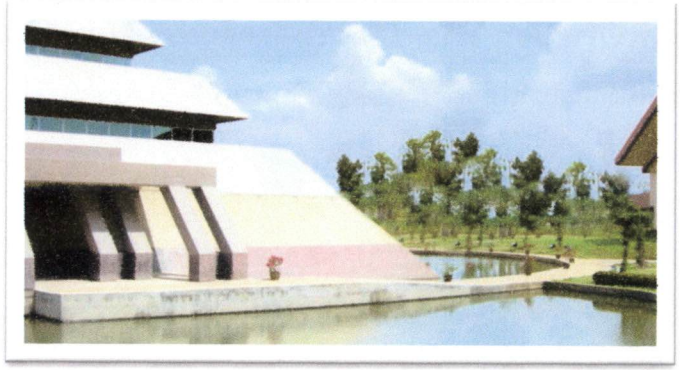
4. เป็นศูนย์ฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการอนุรักษ์พลังงาน

ภาพที่ 3.2 : แสดงการใช้ต้นไม้ใหญ่เพื่อลดความร้อน



ที่มา : www2.dede.go.th

ภาพที่ 3.3 : แสดงการใช้บ่อน้ำเพื่อลดความร้อน



ที่มา : www2.dede.go.th

3.1.5 การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้งอาคาร

เป็นการออกแบบโดยนำเอาปัจจัยทางธรรมและสิ่งเอื้ออำนวยที่สามารถหาได้มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการออกแบบ ดังนี้

- **ต้นไม้ขนาดใหญ่** เพื่อเป็นการลดพลังงานความร้อนจากแสงแดดโดยใช้ต้นไม้ทรงสูงช่วยบังแสงแดดไม่ให้ตกกระทบผิวดิน ช่วยทำให้อากาศบริเวณนั้นเย็นลง ต้นไม้หนึ่งต้นจะมีความสามารถในการทำความเย็นเทียบเท่าเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตันความเย็น

- **หญ้าและพืชคลุมดิน** เพื่อช่วยลดการสะท้อนรังสีของแสงแดด ปกป้องผิวดินไม่ให้ถูกแสงแดดและระเหยไอออกมา ทำให้สภาพแวดล้อมรอบอาคารมีอุณหภูมิลดต่ำลง เพื่อช่วยลดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกอาคาร ซึ่งจะช่วยลดการกระทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศลงด้วย

- **สระน้ำ** การจัดวางสระน้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกเฉลี่ยประมาณ 1.50 เมตร ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้เพื่อดักกระแสลมในฤดูร้อน ทำให้ลมกลายเป็นลมเย็นระบายความร้อนให้กับอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงร้อนจัดของวัน อิทธิพลดังกล่าว จะช่วยให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

ภาพที่ 3.4 : แสดงการลดอุณหภูมิจากดิน

ที่มา : www2.dede.go.th

ภายนอกกับภายในอาคารถูกลดไปประมาณ 3 องศาเซลเซียส ทำให้ประหยัดพลังงานให้กับอาคารได้มาก

- **ดิน** กลางวันดินที่ระดับความลึก 0.60 เมตร ลงจากผิวดินจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ การถมเนินดินรอบๆอาคารและใช้วัสดุก่อสร้างที่นำความเย็นได้ดี ทำให้สามารถเหนี่ยวนำความเย็นจากดินมาใช้ลดอุณหภูมิให้ภายในอาคาร

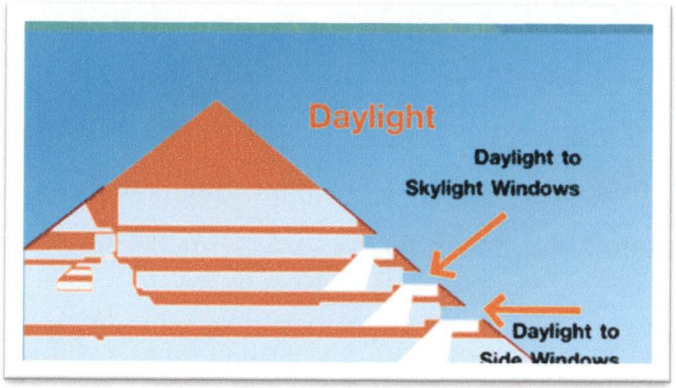
- **ลม** การออกแบบให้ลมร้อนพัดผ่านสภาพแวดล้อมที่เย็นก่อนที่จะพัดผ่านอาคาร โดยปลูกต้นไม้ ทำเนินดินและขุดสระน้ำเพื่อลดอุณหภูมิให้กับลมร้อน

- **วัสดุปูพื้นภายนอก** ใช้วัสดุที่มีค่าการดูดกลืนความร้อนต่ำ เช่น บล็อกปูพื้น หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุสีเข้ม ที่มีค่าดูดซับความร้อนสูง เพื่อป้องกันการดูดกลืนความร้อนและถ่ายเทสู่อาคาร

การเลือกรูปทรงอาคารและการนำเอาปัจจัยธรรมชาติมาประยุกต์ใช้

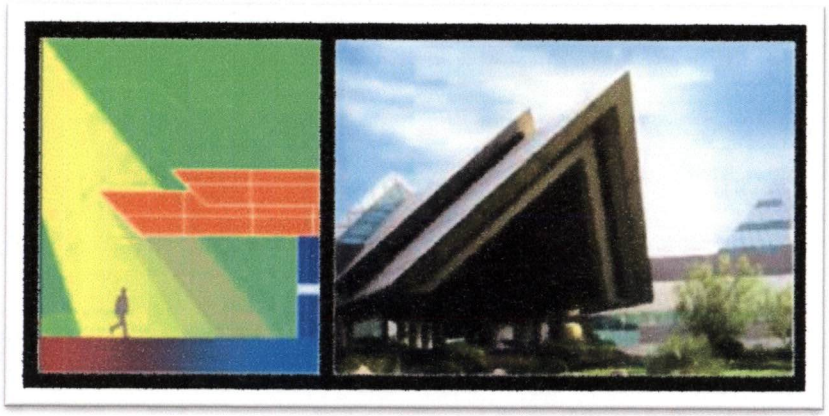
- **รูปทรงอาคาร** อาคารรูปทรงปิรามิต ซึ่งสามารถทำให้อากาศพัดผ่านอาคารได้สะดวกเพื่อระบายความร้อนที่สะสมอยู่ที่ผิวหนังด้านนอกไปมุมลาดเอียงของปิรามิตสามารถลดความแตกต่างระหว่างความกด

อากาศภาพที่ 3.5 : แสดงการนำแสงธรรมชาติกับรูปทรงอาคาร



ที่มา : www2.dede.go.th

ภาพที่ 3.6 : แสดงแบบทางเข้าอาคาร



ที่มา : www2.dede.go.th

ภายนอกและภายในอาคาร ทำให้การรั่วซึมของอากาศภายนอกสู่อาคารน้อยลง

การไหลเวียนของอากาศผ่านผิวอาคารรูปทรงปิรามิตในเวลากลางวัน การไหลเวียนของอากาศในเวลากลางคืนอาคารทั่วไปซึ่งไม่มีบริเวณที่ทำหน้าที่เป็นส่วนป้องกันความร้อน

อาคารอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งได้ผสมผสานการมีส่วนป้องกันความร้อนและช่องเปิดรับแสงธรรมชาติ

- **อาคารรูปทรงโดม** ซึ่งมีช่องแสงและช่องระบายอากาศที่ส่วนบนสุดสามารถนำแสงะรรมชาติเข้ามาใช้ในพื้นที่โถงของอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยที่ความร้อนเข้ามาได้น้อย และมีประโยชน์ในการทำให้อากาศบริเวณรอบฐานอาคารลอยตัวขึ้นระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศภายนอก นอกจากนี้บริเวณรอบฐานยังมีการถมดินเพื่อนำความเย็นจากดินเข้ามาสู่อาคาร และช่วยลดความแตกต่างระหว่างความกดอากาศภายนอกและภายในอาคาร และการรั่วซึงของอากาศร้อนชื้นเข้าสู่อาคาร

- **รูปแบบทางเข้าอาคาร** ในลักษณะคล้ายหน้าจั่วของบ้านทรงไทยและมีชานยาวยื่นออกไป แสดงถึงเอกลักษณะความเป็นไทยความโอ่โถงสง่างาม โดยชานที่ยื่นออกมานี้จะช่วยปรับสภาพม่านตาก่อนเข้าสู่ตัว

อาคาร ทำให้ภายในอาคารดูสว่างทั้งที่มีปริมาณแสงลดลงจากภายนอก และทางเข้าอาคารยังได้รับการจัดให้อยู่ทางทิศเหนือซึ่งเป็นทิศที่อับลมในช่วงฤดูร้อน เพื่อลดการสูญเสียพลังงานและถ่ายเทความร้อนเข้ามาสู่อาคาร

3.1.6 การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะกับภูมิอากาศร้อนชื้น

-ระบบหลังคา ใช้ระบบหลังคาพื้นเรียบ (Flat roof) ซึ่งมีชั้นของวัสดุจำนวนเจ็ดชั้นประกอบด้วย วัสดูโครงสร้างหลังคา วัสดุป้องกันความชื้น ช่องว่างอากาศ และฉนวนใยแก้วป้องกันความร้อน

-ระบบผนังอาคาร ใช้ระบบผนังฉนวนกันความร้อนภายนอก (Exterior Insulation and Finished System EIFS) ประกอบด้วยชั้นของวัสดุโครงสร้างผนัง วัสดุป้องกันความชื้นและโฟมหนาประมาณ 3 นิ้ว เพื่อเป็นฉนวนป้องกันความร้อน

-ระบบกระจก ใช้กระจกสกัดกั้นความร้อน (Heat Stop) ซึ่งมีลักษณะเป็นกระจก 2 ชั้นที่มีการบรรจุก๊าซเฉื่อยอยู่ตรงกลาง ซึ่งมีคุณสมบัติให้ความร้อนผ่านเข้ามาได้น้อย แต่ให้แสงสว่างมาก นอกจากนี้ในส่วนอาคารสำนักงานฝั่ง ปิรามิตยังมีการใช้ประโยชน์การระบายอากาศผ่านช่องกระจก (Air flow window) เพื่อลดอุณหภูมิของผิวกระจกอีกด้วย

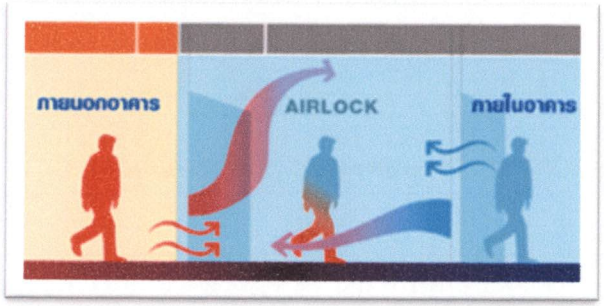
-ระบบประตูสองชั้น (Air lock Doors) ที่ทางออกหลักของอาคารเพื่อลดการรั่วไหลของอากาศร้อนชื้นจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารขณะที่มีการเปิดประตู

รอบคอบเนื่องจากปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมเป็นอีกประเด็นที่สำคัญที่จะส่งผลโดยตรงต่อโครงการ (WWW.BMA.GO.TH,2549.)

การใช้ประตู 2 ชั้น (Air lock Doors) เพื่อช่วยลดการถ่ายเทอากาศเข้าออกภายในและภายนอกอาคาร

การทดสอบการไหลเวียนของอากาศผ่านรูปทรงภายนอกของอาคารโดยใช้เทคนิคการจำลองสภาพด้วยโต๊ะน้ำ (Fluid Mapping table) การทดสอบการไหลเวียนของอากาศผ่านอาคารรูปทรงปิรามิต พบว่า เป็นรูปทรงที่สามารถลดค่าความแตกต่างของความกดอากาศระหว่างด้านเหนือลมและด้านใต้ลมได้ดีการทดสอบการไหลเวียนของอากาศผ่านอาคารรูปทรงโดม พบว่า ความแตกต่างของความกดอากาศระหว่างด้านเหนือลมและด้านใต้ลมสูงจึงมีแนวโน้มในการรั่วซึม แก้ปัญหาได้โดยการถมเนินดินบริเวณด้านข้างอาคาร

ภาพที่ 3.7 : แสดงระบบประตูสองชั้น (Air lock Doors)



ที่มา : www2.dede.go.th

ภาพที่ 3.8 : แสดงระบบการปรับอากาศ

ที่มา : www2.dede.go.th

3.1.7 การเลือกใช้ระบบและอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงที่เหมาะกับอาคาร

3.1.7.1 การปรับอากาศ/ Air Conditioning

- **ระบบสะสมความเย็น** ระบบปรับอากาศของอาคารเป็นระบบผสมผสานซึ่งใช้เครื่องทำน้ำเย็นประสอทธิภาพสูง ทำงานร่วมกับระบบสะสมความเย็นด้วยคลังน้ำแข็ง ซึ่งผลการใช้ระบบสะสมความเย็นนี้ทำให้อาคารสามารถลดขนาดของเครื่องทำน้ำเย็นได้ประมาณ 40 %และทำให้ลดขนาดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดลงได้ 76 กิโลวัตต์

- **ระบบจ่ายลมอุณหภูมิต่ำ** ระบบจ่ายลมเย็นได้อาศัยประโยชน์จากอุณหภูมิที่ต่ำของระบบคลังน้ำแข็งมาทำลมเย็นให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ โดยกระแสลมที่ออกจากท่อจ่ายลมจะมีอุณหภูมิประมาณ 7 องศา ซึ่งต่ำกว่าอุณหภมิของการจ่ายลมเย็นในอาคารทั่วไป ทำให้ลดการไหลของกระแสจ่ายลมได้ ทำให้ลดปริมาณพลังงานที่พัดลมต้องใช้และขนาดท่อและอุปกรณ์ในระบบจ่ายลมได้ครึ่งหนึ่ง

- **ระบบปริมาณลมแปรเปลี่ยน** ใช้ปริมาณลมแปรเปลี่ยนกับระบบจ่ายลมเย็น เพื่อให้สามารถปรับปริมาณลมเย็นตามภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจริงได้ ระบบจะทำให้สภาวะอุณหภูมิเป็นไปตามความต้องการของพื้นที่และลดการใช้พลังงานของระบบจ่ายลมเย็นลง

ภาพที่ 3.9 : **แสดงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**

ที่มา : www2.dede.go.th

3.1.7.2 **ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**/ Lighting

- **หลอดไฟประสิทธิภาพสูง** ใช้หลอดที่มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างสูง คือ ใช้พลังงานน้อยแต่ให้แสงสว่างมาก โดยพิจารณาจากความเหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ ดังนี้

-พื้นที่ส่วนสำนักงาน ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดผอม ขนาด 36 วัตต์เป็นหลัก

-พื้นที่โถงทางเดินซึ่งมีลักษณะโถงโล่ง ใช้หลอดเมทัลฮาไลต์และหลอดโซเดียมความดันสูง โดยใช้เฉพาะกรณีแสงธรรมชาติไม่เพียงพอ

-พื้นที่ต้องการแสงสว่างเฉพาะจุด ใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์เป็นหลัก

- **โคมไฟประสิทธิภาพสูง** ใช้โคมไฟที่มีการกระจายแสงสูง ทำให้แสงสว่างกระจายออกมาได้มากโดยลักษณะโคมจะเป็นชนิดที่มีแผ่นกระจายแสงที่สะท้อนแสงได้ดี และใช้เกล็ดบังตาในการควบคุมความเข้าของแสงแทนการใช้ฝาครอบดวงโคมที่เป็นกระจกฝ้าหรือขุ่นทำให้ลดจำนวนหลอดที่จำเป็นที่ต้องใช้ลง

- ท่อนำแสง ใช้ท่อนำแสงที่มีลักษณะเป็นท่อติดฟิล์มซึ่งมีค่าการสะท้อนแสงสูง เพื่อนำแสงธรรมชาติจากส่วนบนหลังคาเข้ามาให้ความสว่างแก่ห้องน้ำชั้นใต้ดิน ซึ่งช่วยลดการเปิดดวงโคมไฟแสงสว่างได้ในช่วงเวลากลางวัน

3.1.7.3 **ระบบไฟฟ้า**/ Electrical System

ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงและตัวปรับความเร็วรอบในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ เครื่องสูบน้ำของเครื่องทำน้ำเย็น พัดลมระบายอากาศของหอผึ้งน้ำ พัดลมของเครื่องจ่ายลมเย็น ทำให้สามารถลดการใช้พลังงานเนื่องจากประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่เพิ่มขึ้นและการควบคุมใช้มอเตอร์มีความเร็วรอบที่ต่ำลงและการใช้เพลังงานที่ลดลงในช่วงการทำงานน้อย

3.1.7.4**ระบบท่อและเครื่องสูบน้ำ**/Piping and Pumping System

-ตำแหน่งของห้องเครื่องอยู่บริเวณกึ่งกลางอาคาร ทำให้ลดขนาดและความยาวท่อรวมทั้งสายไฟและสายสัญญาณต่างๆ นอกจากนี้ยังระบายอากาศสู่ภายนอกได้โดยตรง

-ตำแหน่งห้องน้ำ อยู่ใต้ตำแหน่งที่จะระบายน้ำออกได้โดยตรงโดยไม่ต้องใช้เครื่องสูบน้ำรวมถึงห้องน้ำชั้นใต้ดินซึ่งออกแบบโดยการถมดินให้สูงขึ้นแทนที่จะให้อยู่ใต้ดินจริงๆ

-ระบบท่อ ออกแบบให้มีลักษณะค่อนข้างตรงและหลีกเลี่ยงการโค้งงอของท่อเพื่อการลดแรงเสียดทาน ทำให้ลดการใช้พลังงานของเครื่องสูบน้ำลง

3.1.8 **การใช้ระบบตรวจสอบและควบคุมอาคาร**

เป็นการแบ่งพื้นที่ส่วนต่างๆตามระดับการใช้พลังงานด้วยระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติเพื่อให้ทำงานสอดคล้องสัมพันธ์กันและเกิดการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุดตามหมวดหมู่กิจกรรม ดังนี้

-พื้นที่ส่วนแพสซีฟ เป็นส่วนที่ไม่มีการใช้กิจกรรมหลักยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้ค่อนข้าวมาก เน้นการนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้โดยใช้การเพิ่มความเร็วลมให้สูงกว่าปกติทำให้รู้สึกว่าเย็นสบาย ได้แก่ส่วนโถงทางเข้าหลักและส่วนพักผ่อน

-พื้นที่ส่วนกึ่งแพสซีฟ เป็นบริเวณที่มีการควบคุมสภาวะอากาศภายในอาคารให้อยู่ในระดับปกติ และสามารถปรับระดับแสงสว่างตามสภาพแสงสว่างธรรมชาติภายนอก ได้แก่ โถงหน้าห้องประชุม พื้นที่ส่วนสำนักงานและห้องสมุด

-พื้นที่ส่วนควบคุม เป็นบริเวณกิจกรรมหลักซึ่งได้รับการควบคุมให้มีระดับแสงสว่างและสภาวะอากาศให้มีความเหมาะสมอยู่ตลอดเวลาโดยที่ไม่ใช้แสงธรรมชาติ ได้แก่ ห้องแสดงสาธิตเทคโนโลยี ห้องฝึกอบรม และห้องประชุมใหญ่

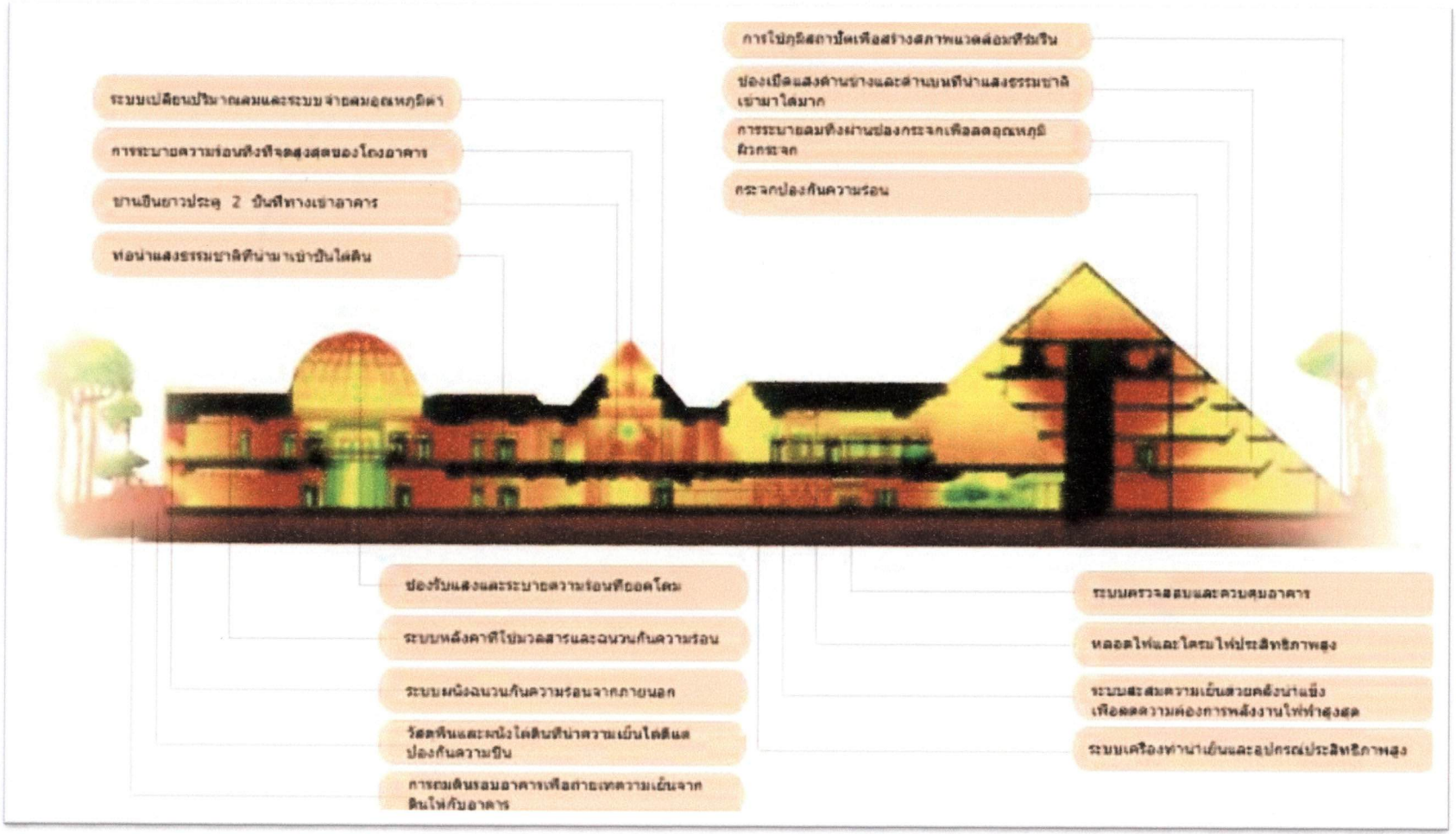
กรณีศึกษา

ตารางที่ 3.1: ศักยภาพการอนุลักษณ์พลังงานของอาคารอนุลักษณ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

รายการ Item	**อาคารอนุลักษณ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติEnergy consumption of Energy Conservation Building**	มาตรฐานตาม พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุลักษณ์พลังงาน	ค่าเฉลี่ยของอาคารทั่วไป Average **Energy consumption of typical building**
ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคาร Overall Thermal Transfer Value (OTTV)	18 วัตต์ต่อตารางเมตร 18 waits per m2	Energy consumption Level required by ENCON Act 45 **วัตต์ต่อตารางเมตร** 45 waits per m2	65 **วัตต์ต่อตารางเมตร** **65** waits per m2
การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง Energy consumption of Lighting System	8 **วัตต์ต่อตารางเมตร** 8 waits per m2	16 **วัตต์ต่อตารางเมตร** 16 waits per m2	25 **วัตต์ต่อตารางเมตร** 25 waits per m2
ภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ Air conditioning load	63 ตารางเมตรต่อตันความเย็น **63** m2 per ton refrigeration	ไม่ได้กำหนด n/a	20 ตารางเมตรต่อตันความเย็น 20 m2 per ton refrigeration
ขนาดของเครื่องปรับอากาศ Size of air conditioning system	250 ตันความเย็น 250 ton refrigeration	ไม่ได้กำหนด n/a	700 ตันความเย็น 700 ton refrigeration

กรณีศึกษา

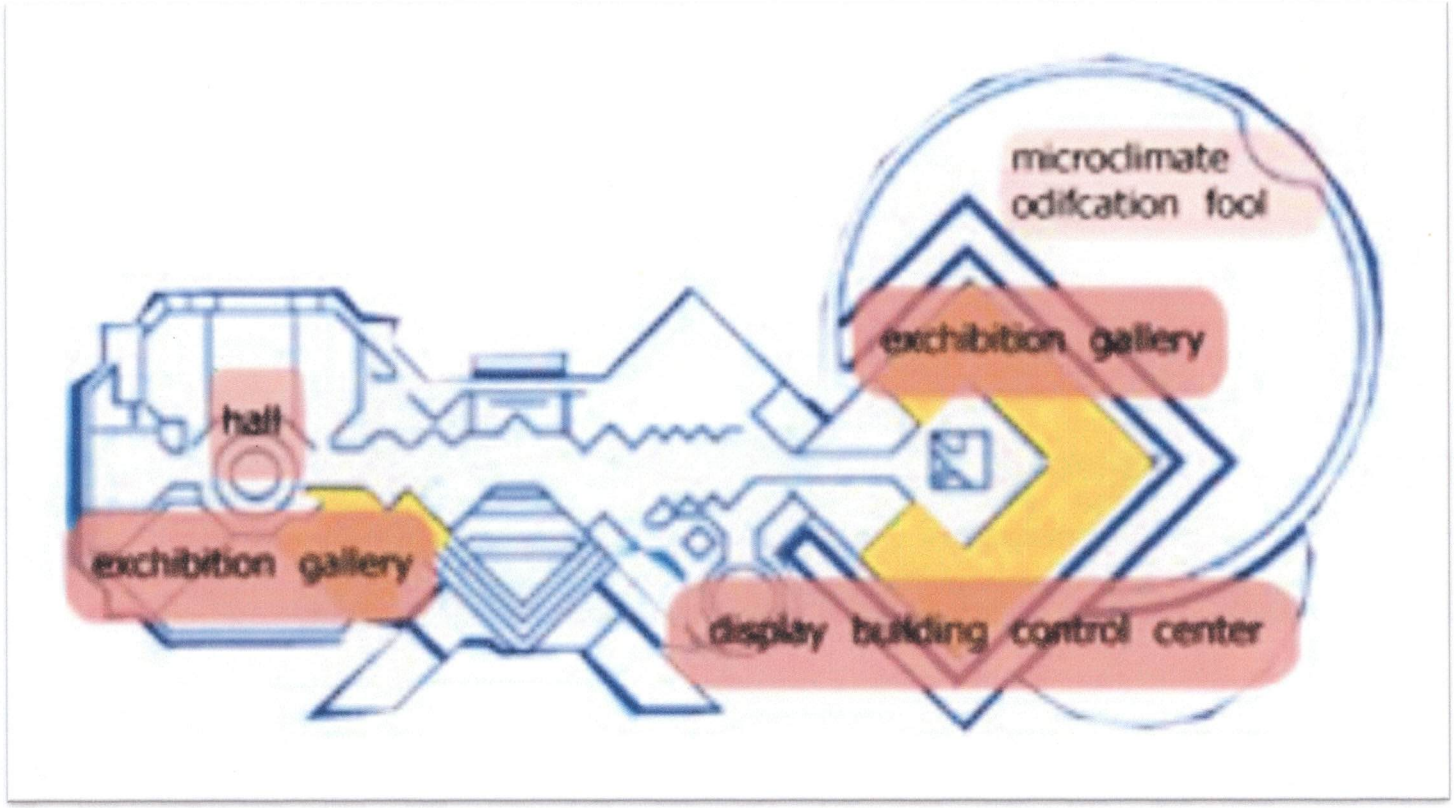
ภาพที่ 3.10 : แสดงรูปตัดส่วนต่าง ๆของอาคาร



ที่มา : www2.dede.go.th

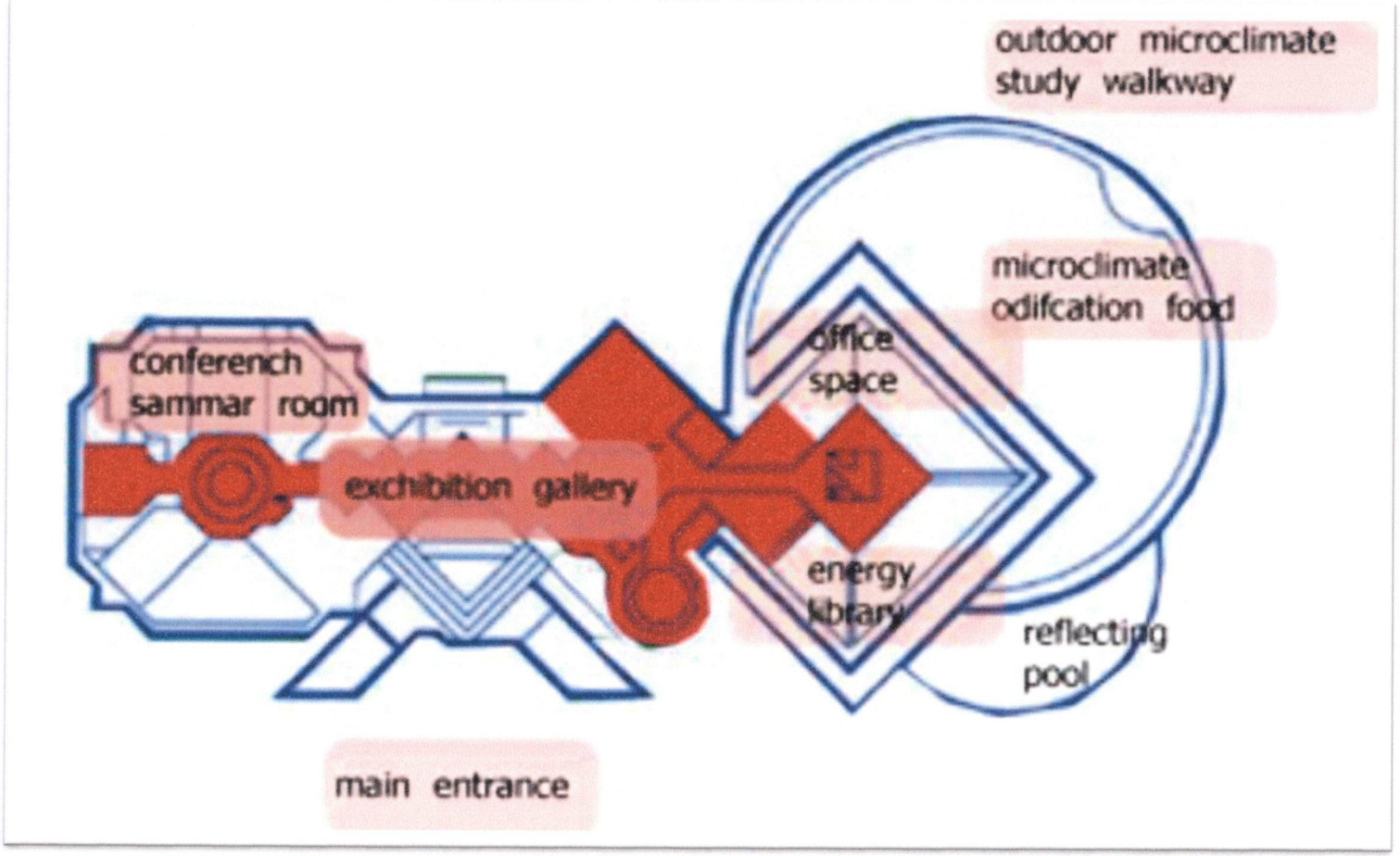
กรณีศึกษา

ภาพที่ 3.11 : แสดงผังพื้นชั้นใต้ดินอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ



ที่มา : www2.dede.go.th

ภาพที่ 3.12 : **แสดงผังพื้นชั้นล่างอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ**



ที่มา : www2.dede.go.th

3.2 อาคารเชลล์

สถานที่ตั้ง กรุงเทพมหานคร

3.2.1 แนวความคิดในการออกแบบ

เพื่อให้มีการประหยัดพลังงาน โดยคำนึงถึงการใช้งานเป็นหลัก จากการพิจารณาประเพศการใช้งาน และเครื่องใช้สำนักงาน ให้เหมาะสม และคำนึงถึงผู้ใช้งานเป็นหลักให้เกิดสภาวะสุขสบาย เพื่อการทำงานที่มีคุณภาพ

อาคารสำนักงานใหญ่บริษัท เชลล์ ประเทศไทย สูง 10 ชั้น ตั้งอยู่ในกรุงเทพ จากรายงานข้อคิดเห็น ในการออกแบบด้านการใช้พลังงาน มีดังนี้

1. การพิจารณาประเภทของพลังงาน ที่ใช้ภายในอาคารสำนักงาน ของบริษัท เชลล์ ประเทศไทย จำกัด ได้พิจารณาถึงต้นกำเนิดของประเภทพลังงาน และการใช้งาน (energy end used) การศึกษาได้กระทำควบคู่ไปกับการออกแบบด้านสถาปัตยกรรม และวิศวกรรมอื่นของตัวอาคาร เป็นขั้นตอนแรก

2. ขั้นที่สองได้ทำการวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมการใช้พลังงานในอาคาร และสรุปเป็นข้อเสนอแนะที่จะประหยัดพลังงาน และองค์ประกอบที่มีผลน้อย หรือมีความจำเป็นก็ได้

กล่าวสรุปเป็นสัดส่วนของพลังงานที่ใช้ตามมาตรฐาน ที่ยังไม่มีมาตรการประหยัด การวิเคราะห์ปริมาณพลังงานที่ใช้ในอาคาร ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. แยกประเภทพลังงานออกเป็นหลักใหญ่ๆ ตามคุณลักษณะการใช้งาน ได้แก่ พลังงานความร้อน แสงสว่าง ไฟฟ้า และ อื่นๆ

2. จัดรูปของพลังงานตามปริมาณความต้องการภายในอาคารและจากสิ่งแวดล้อม ไว้ตามลำดับ คือ ความร้อน แสงสว่าง ไฟฟ้า ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ขึ้นอยู่กับความจำเป็นของอุปกรณ์ภายในอาคารสำนักงาน

3. จากข้อมูลเบื้องต้นจากข้อ 1 และ 2 ได้นำไปใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยการคำนึงถึงการตั้งรูปแบบของอาคาร การออกแบบแผงกันแดด และการใช้วัสดุ ซึ่งจะต้องควบคู่ไปกับวิศวกรรมโครงสร้าง ระบบปรับอากาศ และไฟฟ้า

4. วิเคราะห์พลังงานปริมาณความร้อนในอาคาร โดยเน้นมาตรฐานสุขสบายภายในอาคาร ทั้งอุณหภูมิ และระดับความชื้น รองจากพลังงานความร้อน ได้พิจารณาถึงพลังงานด้านส่องสว่าง ดังนั้นในการอกแบบ จึงได้เน้นมาตรฐานการประหยัด 2 ประการ คือ

4.1 ด้านพลังงานความร้อน (ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศของตัวอาคาร ถึง 90%)

- ทำการแบ่ง zone ของตัวอาคาร และทำการเตรียมการใช้เครื่องควบคุม (Control Instrument) ให้ใช้เครื่องปรับอากาศตามพฤติกรรม และเวลาการใช้อาคาร ซึ่งคาดว่า จะสามารถประหยัดพลังงานที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศได้ประมาณ 15-20 %

- สำหรับพื้นที่ส่วนสำนักงาน กำหนดการกั้นห้องให้มีส่วนสูงไม่เกิน 2.00 เมตร เพื่อให้เกิดการถ่ายเทอากาศได้ทั่วถึง

- กรุวัสดุผิวอาคารภายนอกด้วยกระเบื้องขาว เพื่อให้เกิดการสะท้อนแสง และความร้อน เป็นการช่วยลดพลังงานที่ต้องสูญเสียไปในการปรับอากาศ

- ในทางปฏิบัติ เสนอให้การเพิ่มอุณหภูมิสบาย (Comfort Temperature) ภายในชั้น 1-2 ในฤดูหนาว ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานได้อีก 3-5 % ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด

- การเปิดช่องเปิดแบบ Through Ventilation จะช่วยให้การทำงานในสำนักงาน เป็นไปได้ตามปกติ เมื่อเกิดการขัดข้องขึ้นจากเครื่องจักร

ในการออกแบบระบบปรับอากาศ และระบบปรับอากาศได้กระทำไปพร้อมกันเพื่อควบคุม อัตราการถ่ายเทได้อย่างเที่ยงตรงตลอดเวลาทำงานซึ่งเมื่อหมดเวลาทำงานก็จะลดลงจนแทบไม่มีการถ่ายเทอากาศเลย การลดขนาดเครื่องปรับอากาศ ก็อาศัยผลจากธรรมชาติด้วย นอกจากจะร่นช่องหน้าต่างให้ลึกเข้ามา ยังออกแบบอาคารให้สะท้อนความร้อนออกไป โดยปูกระเบื้อง 8 นิ้ว สีขาวบนผนังด้านนอก 100% ตกกระทบอาคาร ต้องใช้พลังงานประมาณ 16% ไปทำความเย็นในอาคารนั้นเพื่อไม่ให้รู้สึกร้อน เมื่อใช้กระเบื้องสีขาวปูภายนอกแล้วความร้อนจะสะท้อนออกไปได้ถึง 40% ซึ่งอาจลดลงเหลือ 20% ในฤดูแล้ง เพราะมีฝุ่นผงเกราะตามกระเบื้องทำให้สะท้อนความร้อนได้น้อยลง อย่างไรก็ตาม เมื่อคิดตามตัวเลขนี้ ก็ปรากฏผลว่าสามารถประหยัดพลังงาน สำหรับอาคารทั้งหลังได้ระหว่าง 13.2%-16.4% และต่อมาเมื่อทางบริษัทเชลล์ส่งแบบข้อมูลไปให้สำนักงานของเชลล์ในฝรั่งเศสคำนวณและตรวจสอบด้วยการคำนวณ และตรวจสอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งตั้งโปรแกรมเกี่ยวกับพลังงานไว้โดยเฉพาะก็ได้รับคำตอบส่วนใหญ่ใกล้เคียงกัน

- ด้านพลังงานแสงสว่าง มีผลต่อบรรยากาศของตัวอาคารประมาณ 10%

- โดยการเปิดช่องเปิด เพื่อรับแสงธรรมชาติอย่างเต็มที่ สามารถลดการใช้พลังงานจาก ไฟฟ้าสำหรับพื้นที่โดยรอบช่องเปิด

- การใช้ Exposed lighting ทำให้สามารถใช้พลังงานแสงสว่างได้อย่างเต็มที่ และสามารถลดการสูญเสียพลังงาน ทั้งในด้านระบบปรับอากาศ และการลงทุน

กรณีศึกษา

ภาพที่ 3.13 : อาคารสถาบันวิจัยค้นคว้า ของบริษัท โอบายาชิ-กูมิ

ที่มา : http://www.google.co.th

3.3 อาคาร อาคารสถาบันวิจัยค้นคว้า ของบริษัท โอบายาชิ-กูมิ

ohbayashi - gume technical research institute

เจ้าของโครงการ บริษัท โอบายาชิ-กูมิ

สถานที่ตั้ง กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น

อาคารสถาบันวิจัยค้นคว้า ของบริษัท โอบายาชิ-กูมิ ตั้งอยู่ที่กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น การก่อสร้างได้เริ่มเมื่อเดือนเมษายน ค.ศ. 1986 อาคารหลังนี้มีลักษณะพิเศษที่น่ากล่าวถึงคือ เป็นอาคราที่ออกแบบให้ประหยัดพลังงานสูงสุด (Super Energy Building) โดยได้นำพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) พร้อมทั้งเทคโนโลยีทางด้านการประหยัดพลังงาน (กว่า 98 รายการ) มาใช้ในอาคารหลังนี้ โดยยังคงไว้ซึ่งความสะดวกสบายของผู้ใช้อาคารอย่างครบครัน

Solar Energy ได้มีการติดตั้งระบบการทำงานแสงอาทิตย์ที่ส่วนบนของหลังอาคาร เพื่อนำเอาพลังงานมาใช้ในอาคารนี้ โดยติด Solar Collector มีเนื้อที่ effective ประมาณ 220 ตารางเมตร เพื่อใช้กับระบบปรับอากาศ เครื่องทำความร้อน เคร่องทำน้ำร้อนที่ใช้ภายในอาคาร

3.3.1 เทคโนโลยีเพื่อการประหยัดพลังงาน

รูปแบบเทคโนโลยีเพื่อการประหยัดพลังงานที่สำคัญที่นำเอามาใช้ในอาคารหลังนี้คือ

1. Double Skin ผนังของอาคารด้านทิศใต้ จะออกแบบให้มี 2 ชั้น (เป็นผนัง 2 ชั้นเหมือนที่ติดตั้งในเรือนกระจกติดต้นไม้) โดยผนังด้านนอกจะเป็นกระจก (Refrectign glass) ผนังด้านในจะเป็นผนังทึบ สลับกับช่องบานเกล็ด ซึ่งปรับองศาในการรับแสงสว่างได้ในมุมที่แตกต่างกัน และมีหน้าต่างหุ้มฉนวน ซึ่งเปิด-ปิดได้อยู่ทางด้านบน (ช่องบริเวณดาดฟ้าอาคาร) และด้านล่าง เพื่อการถ่ายเทอากาศ ประโยชน์ของผนังแบบนี้ คือ ในฤดูร้อน อากาศร้อนที่อยู่ภายในอาคารระหว่างผนังทั้ง 2 ชั้น จะถูกระบายออกทางช่องด้านบนและด้านล่าง ด้วยการพัดพาของลมตามธรรมชาติ เป็นการช่วยลดการทำงานของเครื่องทำความเย็น ในขณะฤดูหนาวนั้น อากาศภายนอกซึ่งถูกทำให้ร้อนโดย Solar Energy ก็จะผ่านเข้าไปช่องว่างระหว่างผนังทั้ง 2 ช่วยเพิ่มความอบอุ่นให้กับอาคาร และเข้าไปเก็บไว้ใน air handling unit เพื่อเก็บสำรองไว้ใช้ ระบบผนัง Double Skin นี้ นอกจากจะเป็นประโยชน์ในแง่ของการประหยัดพลังงาน แล้ว ยังช่วยเพิ่มความงดงามทางด้านสถาปัตยกรรมให้กับอาคารนี้ด้วย

2. Underground Heat Storage ในฤดูใบไม้ร่วง ภายในอาคารหลังนี้จะมีพลังงานเหลือใช้ ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้จาก Solar Energy และพลังงานที่เหลือดังกล่าว จะถูกนำไปเก็บไว้ยังตัวเก็บพลังงานความร้อน (Heat Storage) ซึ่งเป็นของเหลวไหลใน coil ทองแดง ฝังไว้ในดินภายใต้อาคารหลังนี้ ซึ่งความร้อนที่ถูกเก็บสะสมไว้จะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ในฤดูหนาว รวมทั้งจะให้ความร้อนโดยตรงกับชั้น bssement โดยความร้อนจะผ่านมายังพื้นของชั้นนี้

Task-Ambient lighting อาคารสำนักงานทั่วไปพลังงานที่นำมาใช้ ในการส่องสว่างภายในอาคารคิดเป็น 1 ใน 3 ถึง 1 ใน 4 ส่วน สำหรับอาคราหลังนี้ การลดความสิ้นเปลืองพลังงานที่นำมาใช้ในการส่องสว่างจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ช่องพักและช่องบันไดจะมีช่องหน้าต่าง เพื่อให้แสงสว่างจากภายนอกส่องเข้ามาเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าที่เพื่อการทำงานจะแยกต่างหาก โดยติดตั้งไว้ที่ฉากกั้นโต๊ะทำงานแต่ละตัว ตัวละ 2 ดวง โดยดวง

1. หนึ่งจะเป็นไฟส่องสว่างเพื่อการทำงานและอีกดวงไฟส่องสว่างปกติ ระบบนี้เรียกว่า task-ambient lighting ซึ่งจะประหยัดตรงที่ว่าจะเปิดไฟเมื่อต้องการใช้งานแต่ละโต๊ะเท่านั้น นอกจากนี้ยังมีสวิตช์ควบคุมอัตโนมัติซึ่งใช้ dimmer control แสง daylight โดยกำหนดไว้ว่าถ้ามีแสงสว่างเพียงพอ หรือไม่ให้ความร้อนมากเกินไปจะมีตัวสวิทช์ปิดอัตโนมัติ และจะมีบานเกล็ดซึ่งเปิด-ปิด อัตโนมัติเช่นกัน ถ้าแสงเข้ามามาก หรือความร้อนเกินความจำเป็นก็จะปิดอัตโนมัติและเปิดก็ต่อเมื่อแสงในห้องไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

ในด้านการส่องสว่างนี้ยังได้มีการค้นคว้าใช้หลอดไฟที่ประหยัดพลังงาน เป็นพิเศษอีกด้วย ที่น่าสนใจอีกจุดหนึ่งก็คือ อาคารทั่วๆไปจะมีห้องเครื่องกล (machine room) ไว้ที่ (basement) แต่อาคารหลังนี้ได้นำไปไว้บนชั้นสูงสุด ทั้งนี้เพื่อที่จะได้เป็นตัวลดความร้อนบนหลังคาลงไปได้ส่วนหนึ่ง

1. ประโยชน์จากน้ำฝน อาคารในญี่ปุ่นนี้ การใช้น้ำส่วนใหญ่จะใช้ไปกับเครื่องชักโครกในห้องน้ำ อาคารนี้จึงได้นำเอาน้ำฝนมาใช้ในห้องน้ำและทำความสะอาดทั่วๆ ไป โดยนำฝนนี้กักเก็บจกรางน้ำที่หลังคา บริเวณถนน สนามหญ้า บริเวณรอบ ๆ อาคาร โดยผ่านการ treatment เสียขั้นหนึ่งก่อน นอกจากนี้โถส้วมก็ยังได้ออกแบบให้เตี้ยลงเพื่อให้ pressure ที่จะเข้ามาในถังชักโครกน้อยลงลดกรใช้พลังงานลงได้

2. Computerized Control เมื่อก่อสร้างเสร็จนั้น ก็เริ่มมีการเก็บข้อมูล โดยมีศูนย์คอมพิวเตอร์ที่อยู่ในอาคารนั้นเป็นตัวเก็บข้อมูลทุกอย่างที่มีการใช้พลังงานต่าง ๆ ไป โดยใช้ Computerized stating ในการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบกับอาคารอื่นๆ จากการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 1 ปี ผลปรากฏว่าเป็นที่น่าพอใจมากกล่าวคือ ในตอนเริ่มต้นการออกแบบได้ประมาณกันไว้ว่าควรจะประหยัดพลังงานได้ 98

3. Macal/m/year (ใช้พลังงานเปรียบเทียบออกมาเป็นพลังงานความร้อนทั้งนี้เพราะง่ายต่อการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับอาคารอื่นๆ) แต่เมื่อทำการวัดจริงๆ ปรากฏว่าตัวเลขต่ำกว่าที่กำหนดคือ ได้ประมาณ 87 Macal/m/year เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารทั่วไปจะใช้ประมาณ 300-400 Macal/m/year ซึ่งเท่ากับว่า ประหยัดได้ประมาณ 1ใน 4 องอาคารธรรมดาทั่วๆไป

ภาพที่ 3.14 : อาคารท่าอากาศยาน Albany County

ที่มา : http://www.google.co.th

3.4 ห้องพักผู้โดยสาร ท่าอากาศยาน Albany County

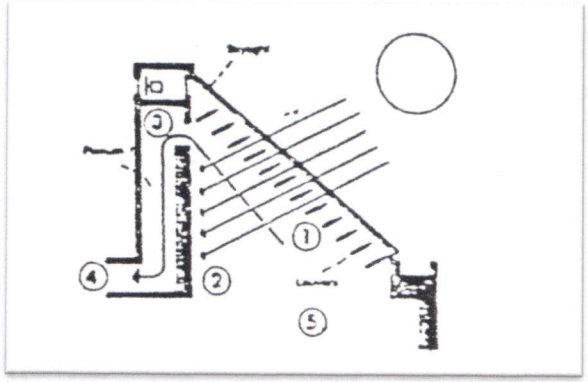
อาคาร ห้องพักผู้โดยสาร

สถานที่ตั้ง กรุงนิวยอร์ค สหรัฐอเมริกา

ท่าอากาศยานนี้อยู่ที่นิวยอร์ค ห้องพักผู้โดยสารของท่าอากาศยานแห่งนี้ใช้กระจกใสรับแสง ยาว 55 เมตร และมี solar court ติดตั้งไส้หลังกระจกใส เพื่อช่วยให้ตัวอาคราได้รับแสงสว่าง 40% รวมทั้งความร้อน 20% ตามที่ต้องการ

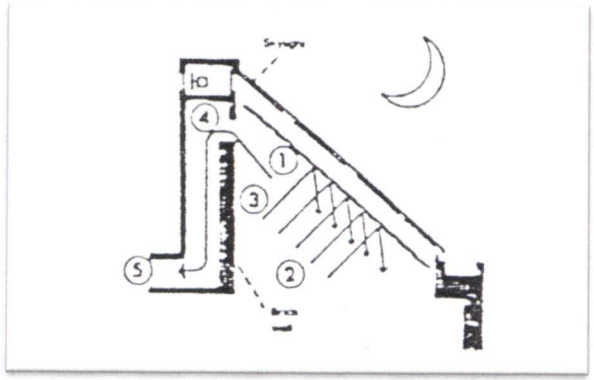
Solar court ประกอบด้วยหน้าต่างบานเกล็ดอลูมิเนียมทาสีซึ่งช่วยควบคุมการรับแสง และผนังสะสมความร้อนบานเกล็ดนี้เป็นฉนวนความร้อนสารถปรับมุมได้ตามต้องการ ด้วยการควบคุมของเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้โปรแกรมทิศทาง และมุมของดวงอาทิตย์ไว้จนถึงปี ค.ศ. 2000 เครื่องคอมพิวเตอร์นี้ จะคอยตรวจสอบสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกตัวอาคาร เพื่อปรับบานเกร็ดให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการประหยัดพลังงาน ด้านหลังผนังอิฐเป็นช่องว่าง ซึ่งช่วยรับแสงและสะสมความร้อนในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้พื้นหินชนวนและคอนกรีตหน้าต่าง ยังช่วยเก็บสะสมความร้อนในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้พื้นหินชนวน และคอนกรีตหน้าต่าง ยังช่วยเก็บสะสมความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรงอีกด้วย

ภาพที่ 3.15 : แสดงการรับความร้อนตอนกลางวัน



ที่มา : http://www.google.co.th

ภาพที่ 3.16 : แสดงการคายความร้อนตอนกลางคืน



ที่มา : http://www.google.co.th

การทำงานของบานเกร็ดและอาคาร ในการรับความร้อน และแสงสว่าง แตกต่างไปในแต่ละฤดู ดังพอสรุปได้ดังนี้

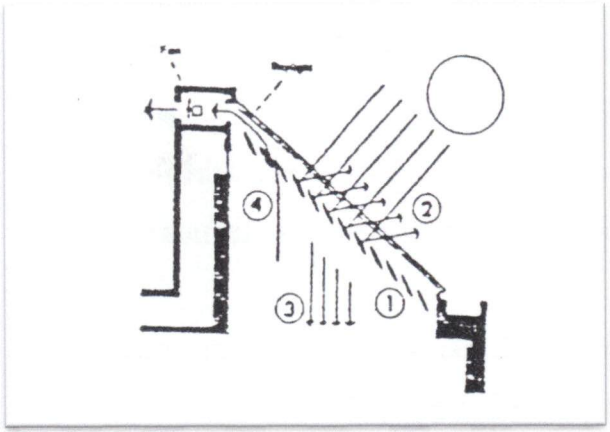
กลางวันในฤดูหนาวที่มีแดด ตัวอาคารได้รับความร้อน และแสงสว่างจากดวงทิตย์ผ่านแผ่นกระจกใส

1. บานเกร็ดเปิดออกเต็มที่ เพื่อรับแสงอาทิตย์เข้าในตัวอาคาร
2. แสงอาทิตย์จะทำให้ผนังอิฐหลังกระจกใสรับแสง มีอุณหภูมิสูงขึ้น
3. ช่องว่างซึ่งอยู่หลังผนัง จะดูดอากาศเข้ามา ผ่านผนังอิฐซึ่งมีอุณหภูมิสูง ทำให้อากาศซึ่งมีอุณหภูมิสูงขึ้น
4. อากาศซึ่งมีอุณหภูมิสูงจะถูกดูดเข้าไปในระบบทำความร้อนของตัวอาคาร
5. พ้นที่ข้างล่างได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติ

กลางคืนในฤดูหนาว อุปกรณ์ต่างๆจะลดการสูญเสียความร้อนให้น้อยที่สุด

1. บานเกล็ดปิดสนิทหลังกระจกใสรับแสง เพื่อลดการสูญเสียความร้อนออกไปทางแผ่นกระจกใส
2. บานเกล็ดเป็นเสมือนฉนวน ป้องกันความร้อนออกจากตัวอาคาร

ภาพที่ 3.17 : แสดงการสะท้อนความร้อนตอนกลางวันในฤดูหนาว



ที่มา : http://www.google.co.th

3. ผนังอิฐยังคงมีอุณหภูมิสูงอยู่ชั่วระยะหนึ่ง หลังดวงอาทิตย์ตกแล้ว เนื่องจากผนังดูดซับความร้อนเอาไว้

4. ช่องว่างซึ่งอยู่หลังผนัง จะดูดอากาศเข้ามา ผ่านผนังซึ่งยังมีอุณหภูมิสูงอยู่ ทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น และเมื่อความร้อนในผนังหมดแล้ว ช่องว่างก็จะเลิกดูดอากาศเข้ามา

5. อากาศที่มีอุณหภูมิสูง จะถูกดูดเข้าไปในระบบทำความร้อนของตัวอาคาร

กลางวันในฤดูร้อนมีแดด ตัวอาคารได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ แต่ในขณะเดียวกันก็ ต้องไม่ให้แสงอาทิตย์ส่องเข้ามาโดยตรง เพราะจะทำให้อุณหภูมิในอาคราสูงเกินไป

1. บานเกล็ดปิดเล็กน้อย

2. บานเกล็ดสะท้อนแสงอาทิตย์ที่ส่องโดยตรงออกไป

3. แสงอาทิตย์ที่เข้ามาในลักษณะเฉียง สามารถส่องเข้ามาในตัวอาคารได้

4. อากาศร้อนภายในตัวอาคาร จะรวมตัวกันอยู่ใต้แผ่นกระจกใส ซึ่งเป็นเหมือนที่รวมความร้อน จากนั้น เครื่องระบายความร้อนจะถ่ายเทอากาศร้อนนี้ออกไปจากตัวอาคาร

ภาพที่ 4.1 : แสดงทัศนียภาพโครงการ

ที่มา : www.energycomplex.co.th

บทที่ 4 การวิเคราะห์โครงการ

อาคาร	ศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ (ENERGY COMPLEX CO., LTD.)
เจ้าของโครงการ	บริษัท พีทีที เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ จำกัด
สถาปนิก	Architect 49 Limited Co., Ltd.
ภูมิสถาปัตยกรรม	Axis Landscape Co., Ltd
วิศวกร	Thai Engineering Consultants Co., Ltd
ที่ปรึกษาด้านพลังงาน	Newcomb & Boyd
การบริหารจัดการอาคาร	บริษัท ซีบี ริชาร์ด เอลลิส (ประเทศไทย จำกัด
สถานที่ตั้ง	ถนนวิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพ
พื้นที่โครงการ	298,542
ปีที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ	พ.ศ. 2552

4.1 ข้อมูลองค์กร

4.1.1 ความเป็นมา

ปตท. และ ปตท.สผ. รวมถึงบริษัทในกลุ่มปตท. อื่นๆ กำลังขยายงาน และการลงทุน ทำให้มีความต้องการพื้นที่อาคารสำนักงานเพิ่มขึ้น ประกอบกับกระทรวงพลังงานมีความต้องการพื้นที่อาคารสำนักงานเพื่อรวบรวมหน่วยงานในสังกัดซึ่งปัจจุบันอยู่กันกระจัดกระจายให้มาอยู่ในบริเวณเดียวกัน จึงได้มีการพัฒนาโครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ (Energy Complex) โดย บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และ บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) ได้ร่วมกันจัดตั้ง บริษัท เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ จำกัด (EnCo) ขึ้นมาเพื่อรับผิดชอบการก่อสร้างและบริหารโครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์

4.1.2 ข้อมูลบริษัท

ผู้ถือหุ้น: บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และ บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) ถือหุ้นฝ่ายละ 50%วันจดทะเบียนจัดตั้งบริษัท: วันที่ 11 สิงหาคม 2547 ทุนจดทะเบียน: 1 ล้านบาท และเพิ่มทุนจดทะเบียนเป็น 1,800 ล้านบาท เมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2552

4.1.3 วัตถุประสงค์

4.1.3.1 เพื่อพัฒนาศูนย์รวมธุรกิจด้านพลังงานของประเทศ

4.1.3.2 เป็นที่ตั้งสำนักงานกระทรวงพลังงาน

4.1.3.3 เป็นที่ตั้งของบริษัท ในกลุ่ม ปตท. รวมทั้งบริษัทเอกชนชั้นนำใน ด้านธุรกิจพลังงาน

4.1.3.4 เพื่อขยายกำลังงาน และการลงทุน ทางด้านพลังงาน

4.1.3.5 มีความต้องการใช้พื้นที่ในการขยายงานที่เพิ่มมากขึ้น

4.1.3.6 เพื่อรวมหน่วยงานในสังกัดเดียวกันมาไว้ในที่เดียวกัน

4.1.3.7 รองรับการขยายงานและอำนวยความสะดวกรวดเร็วในการติดต่อประสานงานระหว่างหน่วยงาน

4.1.3.8 เป็นต้นแบบของอาคารประหยัด อนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

ภาพที่ 4.2 : แสดงพื้นที่กรอบอาคาร

ที่มา : www.energycomplex.co.th

4.1.4 ขนาดพื้นที่โครงการ

โครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ มีขนาดพื้นที่โครงการทั้งหมดประมาณ 298,542 ตารางเมตร ประกอบด้วยอาคารสำนักงาน 2 อาคาร อาคารบริการ 1 อาคาร และอาคารที่จอดรถ 2 อาคาร

4.1.5 ลักษณะเฉพาะของศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์

4.1.5.1 Landmark ด้านธุรกิจพลังงานที่สำคัญของประเทศ ด้วยเป็นศูนย์รวมหน่วยธุรกิจด้านพลังงาน ระดับชั้นนาของประเทศ

4.1.5.2 รูปแบบอาคารมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว สะท้อนความเป็นเอกลักษณ์ขององค์กรด้านพลังงาน รูปทรงผังอาคารมีลักษณะผิวโค้ง (Aerodynamics) มีลักษณะคล้ายเปลวไฟ หรือ หยดน้ำมัน แสดงถึงความเจริญ โชติช่วง โดดเด่นชัดเจน จดจำง่าย และช่วยลดอุณหภูมิ และความร้อนของผนังอาคารภายนอก เกิดความเย็นสบายต่ออาคารและสภาพแวดล้อมโดยรอบ

4.1.5.3 เป็นอาคารที่ทันสมัยที่สุดในย่านถนนวิภาวดีรังสิต การออกแบบโครงสร้างอาคารตามมาตรฐานสากล เพื่อรองรับแผ่นดินไหวขนาด 7.2 ริกเตอร์-สเกล ที่มีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหว 200 กิโลเมตร (จากรอยเลื่อนที่ จังหวัดกาญจนบุรี)

4.1.5.4 บรรยากาศพื้นที่บริเวณ ศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ ที่ใกล้ชิดกับธรรมชาติในระยะที่สามารถเดินถึงได้ อยู่ใกล้สวนพักผ่อนสาธารณะขนาดใหญ่ถึง 3 แห่ง คือ สวนสาธารณะวชิรเบญจทัศ (สวนรถไฟ) สวนสมเด็จพระนางเจ้า สิริกิติ์ และสวนจตุจักร

4.1.5.5 ระบบควบคุมส่วนต่างๆ ของอาคาร ถูกกำหนดให้เป็นระบบอัจฉริยะเช่น ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างสำนักงานเฉลี่ย 400 Luxs พร้อมระบบ Automatic Dimmer ในกรณีมีแสงธรรมชาติเพียงพอบริเวณริมกระจกอาคาร ระบบ Precooled Fresh Air เพื่อเติมอากาศบริสุทธิ์ภายในอาคารและทำให้ความดันอากาศในส่วนสำนักงานมีศักยภาพเป็น Positive

4.1.6 คุณภาพอาคาร

4.1.6.1 อาคาร ศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ ได้รับการจัดอันดับสูงกว่าอาคารอื่นๆ เนื่องจาก มีภาพลักษณ์อาคารที่โดดเด่น เป็นที่จดจำได้ง่าย มีการใช้วัสดุตกแต่งภายในคุณภาพดี และงานระบบต่างๆ มีคุณภาพสูง และมีที่จอดรถที่พอเพียงโดยรวมประมาณ 3,700 คัน

4.1.6.2 จำนวนพนักงานและลูกค้าสัญจรภายในศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ พนักงานบริษัทในกลุ่ม ปตท. และกระทรวงพลังงานมีจำนวนประมาณ 5,500 คน ซึ่งในจำนวนนี้ยังไม่รวมจำนวนผู้มาติดต่อ และไม่รวมจำนวนพนักงานของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และสำนักงานส่งเสริมการลงทุน (BOI) ซึ่งอาศัยอยู่ในบริเวณอาคารสำนักงาน ปตท. บริเวณด้านหน้าโครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ อีกประมาณ3,000 คน

4.1.7 ลักษณะเด่นของโครงการ

โครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ ได้รับการออกแบบให้เป็นอาคารยั่งยืน (Sustainable Building) มีสภาพแวดล้อมที่ดี มีความปลอดภัยสูง และยังมีรูปแบบสถาปัตยกรรมที่โดดเด่นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยจำแนกตามลักษณะเด่นดังนี้

4.1.7.1 ด้านการออกแบบ

มีรูปลักษณ์ของอาคารที่สะท้อนความเป็นเอกลักษณ์ขององค์กรด้านพลังงาน กำหนดรูปผังอาคารให้มีลักษณะผิวโค้ง คล้ายหยดน้ำมัน 2 หยดหันเข้าหากัน ถือเป็น LandMark ที่สำคัญของกรุงเทพมหานคร และเป็นสถาปัตยกรรมที่มีความโดดเด่นอีกแห่งหนึ่งของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

4.1.7.2 ด้านการมุ่งเน้นประโยชน์ใช้สอยและการอนุรักษ์

มุ่งเน้นประโยชน์ใช้สอยผสานกับการอนุรักษ์และประหยัดพลังงานและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ ได้รับการออกแบบให้ใช้พลังงานไฟฟ้า และน้ำเย็นจากโรงไฟฟ้าพลังงานร่วม (Combined Heat and Power)

4.1.7.3 ด้านความปลอดภัยของผู้ใช้อาคาร

ระบบควบคุมส่วนต่างๆของอาคารจะถูกกำหนดให้เป็นระบบอัจฉริยะ ที่ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ ยังมีการออกแบบโครงสร้างอาคาร ตามมาตรฐานสากล เพื่อรองรับแผ่นดินไหวขนาด 7.2 ริกเตอร์-สเกล ที่มีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหว 200 กิโลเมตร จากรอยเลื่อนที่ จังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 4.3 : แสดงความเป็นเอกลักษณ์และสัญลักษณ์ในการออกแบบ

ที่มา : www.energycomplex.co.th

4.1.7.4 ปรัชญาในการออกแบบ

ความเป็นเอกลักษณ์และสัญลักษณ์ (Identity & Symbolic)

•.ความเป็นเอกลักษณ์ขององค์กรด้านพลังงานด้วยผังอาคาร สัญลักษณ์ลายไทยรูปทรงหยดน้ำมัน (OIL DROP) 2 หยดหันเข้าหากัน

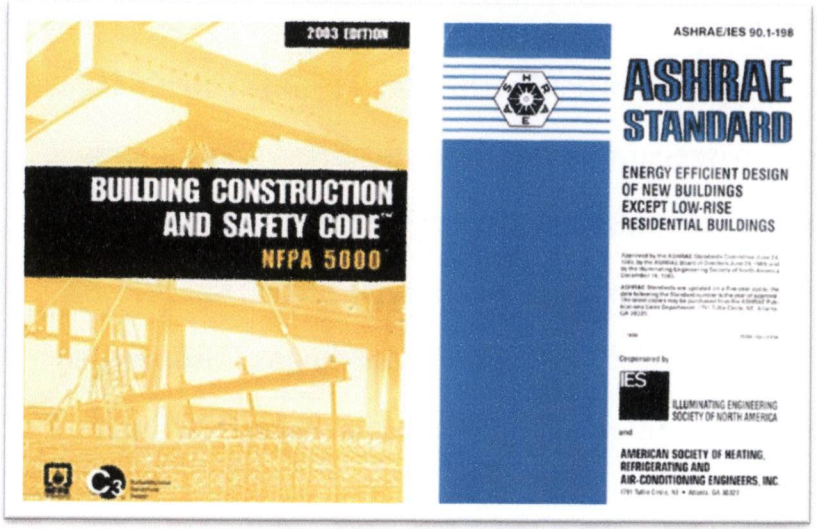
•.ความเจริญ โชติช่วงด้วยรูปทรงของเปลวไฟที่พวยพุ่งขึ้นสู่ที่สูง

•.ลักษณะผิวโค้ง Aerodynamics ช่วยลดอุณหภูมิและความร้อนของเปลือกอาคาร

•.คำนึงถึงการสร้างนวัตกรรมความเป็นต้นแบบด้านอนุรักษ์พลังงานเพื่อบริหารจัดการให้เกิดประโยชน์ จากการประหยัดพลังงานของโครงการที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับงบประมาณ และความสมดุลระหว่างการประหยัดพลังงานกับสภาพแวดล้อมการทำงานที่สะดวกสบายของพนักงาน

• สามารถบำรุงรักษาอาคารได้ง่าย สะดวก และใช้ต้นทุนต่ำในระยะยาว รวมทั้งการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ มาบริหารจัดการเพื่อสามารถตรวจสอบระบบต่างๆได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ทำให้มีอายุการใช้งานที่ยืนยาว

ภาพที่ 4.4 : แสดงตราสัญลักษณ์มารฐานในการก่อสร้าง



ที่มา : www.energycomplex.co.th

4.2 มาตรฐานการออกแบบอาคาร

(1) เพื่อให้โครงการมีการพัฒนาที่ยั่งยืนในแนวทางอาคารยั่งยืน (Sustainable Building) การออกแบบอาคารจึงให้มาตรฐานLEED Green Building Rating System มาเป็นแนวทางในการออกแบบอาคารโดยมาตรฐานดังกล่าวมีการคำนึงถึงปัจจัยหลักในการออกแบบดังนี้Sustainable Sites

- Water Efficiency
- Energy and Atmosphere
- Materials and Resources
- Indoor Environment Quatity
- Innovation and Design process

(2) ASHRAE 90.1 ENERGY EFFICIENT DESIGN OF NEW BUILDINGS EXCEPT LOW-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS ถูกนำมาใช้เป็นมาตรฐานประกอบการออกแบบอาคาร เพื่ออนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม ซึ่งค่าการใช้พลังงานที่ออกแบบจะกำหนดไว้ไม่เกิน 100/kWh/m2/ปี โดยที่มาตรฐานอาคารทั่วๆไป จะมีค่าประมาณ

150-200 kWh/m2/ปี และตามมาตรฐานอาคารประหยัดพลังงานของสหรัฐอเมริกากำหนดให้อาคารใช้พลังงานไม่เกิน 140 kWh/m2/ปี

(3) ด้านความปลอดภัยด้านอัคคีภัย (Fire Safety) การออกแบบให้ออกแบบให้สรอดคล้องกับผู้ใช้อาคารซึ่งเป็นหน่วยงานระดับสากล โดยออกแบบตามมาตรฐาน NFTA 5000 BUILDINGS CONSTECTION AND SAFETY CODE ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ประกอบขึ้นจากมาตรฐานหลายๆเล่มของ NFTA เช่น NFPA13, NFPA14.NFPA101 เป็นต้น

(4) ด้านการออกแบบอาคารเพื่อรักษาอัคคีภัย (SECURITY) ได้มีการออกแบบและติดตั้งระบบต่างๆเพื่อให้อาคารมีความปลดภัยในระดับสากล ตัวอย่างเช่น ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ระบบคุมการเข้าออก (Access Control) เครื่องมือตรวจจับโลหะบริเวณทางเข้าออก (Metal deleclor) เครื่อง X-Ray ตรวจสอบกระเป๋าเป็นต้น

4.2.1 แนวทางในการพัฒนาที่ยั่งยืนในทางวิศวะกรรมโครงสร้าง

ข้อมูลทั่วไปของงานวิศวะกรรมโครงสร้างโครงการศูนย์พลังงานแห่งชาติ การออกแบบโครงสร้างได้พิจารณาถึงข้อกำหนดตามกฎหมายและมาตรฐานทั้งในประเทศและมาตรฐานสากล โดยกำหนดให้เป็นอาคารยั่งยืนในทางวิศวะกรรมโครงสร้างไว้สองประการดังนี้

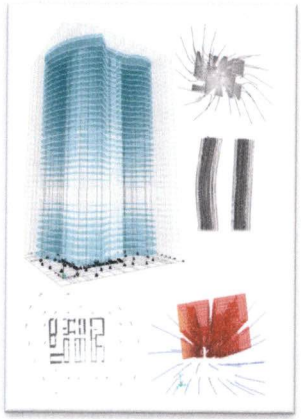
4.2.1.1 คำนึงถึงความปลอดภัย และเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัย โดยออกแบบโครงสร้างให้มีความต้านทานแผ่นดินไหวในระดับที่เหมาะสม

4.2.1.2 ทำให้โครงสร้างมีอายุการใช้งานยาวนานและมีอายุการบำรุงรักษาน้อย

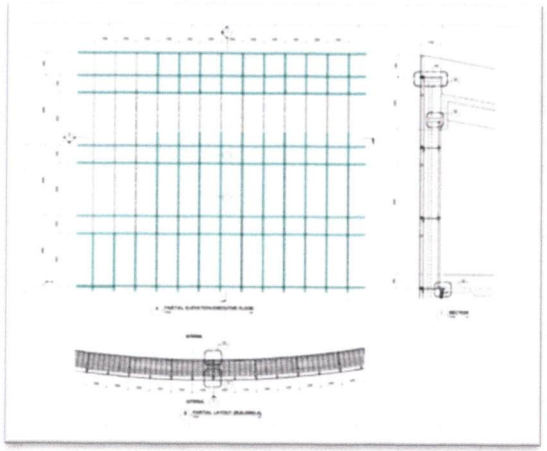
4.2.2 ระบบโครงสร้าง ประกอบไปด้วยระบบต่างๆดังต่อไปนี้

4.2.2.1 ระบบฐานราก ฐานรากของอาคารใช้เสาเข็มเจาะระบบเปียก (bored pile wet process) โดยปลายเสาเข็มอยู่ที่ระดับประมาณ 40-50 เมตรจากระดับผิวดินซึ่งอยู่ในระดับชั้นดินแข็ง

ภาพที่ 4.5 : แสดงผลการวิเคราะห์ด้วย Finite element



ภาพที่ 4.6 : แสดงลักษณะกระจกแบบ DOUBLE SKIN



ที่มา : www.energycomplex.co.th

4.2.2.2 ระบบพื้น ระบบพื้นอาคารสูงจะเป็นระบบพื้นคอนกรีตอัดแรง (prestressed concrete slab) และใช้ระบบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (reinforced concrete) สำหรับโครงสร้างที่จอดรถ

4.2.2.3 เสา เสาของอาคารเป็นเสาคอนกรีตเสริมเหล็กโดยเฉพาะอาคารสูงซึ่งต้องเสริมเหล็กในปริมาณมาก ต้องใช้คอนกรีตกำลังสูงและคอนกรีตพิเศษ self compacting concrete

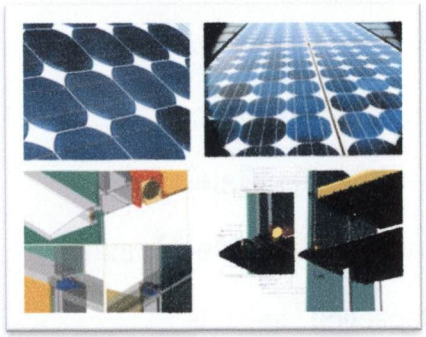
4.2.3 DOUBLE SKIN CONCEPT

ส่วนด้านบนของอาครา A และอาคาร B ได้มีการนำผนังอาคารเป็นชนิด Double Facade ซึ่งมีช่องว่างระหว่างกระจก 1 เมตรและติดตั้ง Shading Device เพื่อบังแสงแดดโดยตรงเมื่อต้องการ อีกทั้งยังมีการนำอากาศเหลือทิ้งจาก Air-to-air Heat Exchanger มาจ่ายเข้าสู่ช่องว่างระหว่างกระจกเพื่อช่วยในการลดความร้อนที่จะเข้ามาสู่ภายในพื้นที่ปรับอากาศ ระบบผนัง 2 ชั้นประกอบด้วย

ผนังชั้นนอก : เป็นผนังกระจก reflective มีหน้าที่ ช่วยให้แสงสว่างผ่านเข้ามาสู่ตัวอาคาร โดยที่จะกรองเอาความร้อนส่วนหนึ่งออกไป

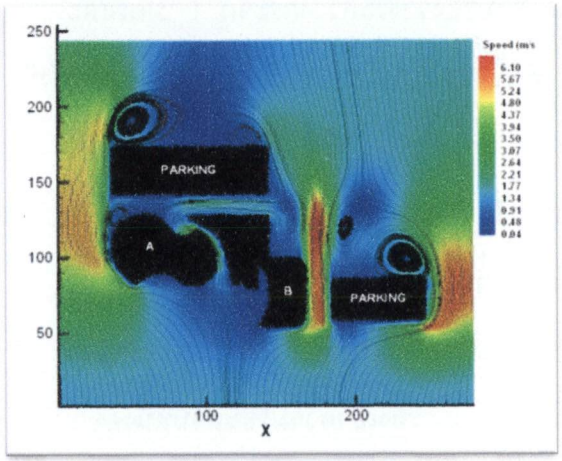
air gap : มีความกว้างประมาณ 1 เมตร ทำหน้าที่ระบายความร้อนที่ผ่านกระจกชั้นนอกเข้ามา ผนังชั้นใน : เป็นผนังกระจก LOW E

ภาพที่ 4.7 : แสดงการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์



ที่มา : www.energycomplex.co.th

ภาพที่ 4.8: แสดงการจำลองการเคลื่อนไหวของอากาศโดยรอบโครงการ



ที่มา : www.energycomplex.co.th

4.2.4 ENERGY & ENVIRONMENT/CONSERVATION CONCEPT

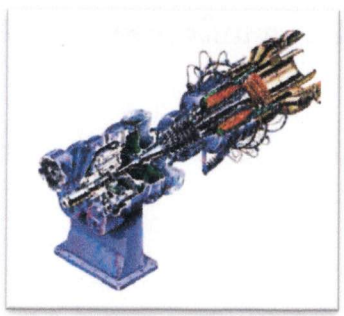
Photovoltaic (Solar cell) การใช้แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าโดยตรงดูจะเป็นวิธีการที่ใช้ได้เหมาะสมสำหรับโครงการนี้ เพราะมีสถานที่ติดตั้งในระดับสูงไม่มีเงาจากอาคารข้างเคียงงามบังน้ำหนักไม่มาก ไม่มีความสั่นสะเทือนขณะใช้งานจึงไม่มีปัญหากับโครงสร้างของอาคารในระยะยาว

ในโครงการนี้ได้เลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดติดตั้งบนหลังคา A, B, D และ E อีกทั้งยังติดตั้งระบบ Monitoring เพื่อใช้ในการแสดงผลในการผลิตไฟฟ้าของระบบ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการ

4.2.5 การจำลองการเคลื่อนไหวของอากาศโดยรอบโครงการ

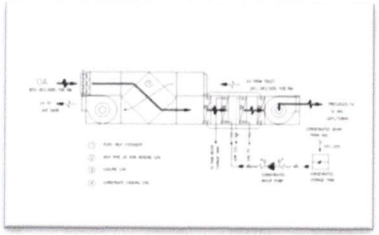
การทดสอบอุโมงค์ลม การทำการทดสอบอุโมงค์ลมนั้นทำให้ผู้ออกแบบได้ทราบถึงค่าหน่วยแรงลมที่มีความละเอียด สำหรับรูปร่างและตำแหน่งของอาคารนั้นๆได้ ดีกว่าเนื่องจากโครงสร้างมีความ ไม่สม่ำเสมอในหลายๆจุด ซึ่งทำให้การออกแบบผนังด้านนอกไม่สามรถใช้มาตรฐานทั่วไปได้ ดังนั้นจึงมีการเสนอให้ทำการทดสอบอุโมงค์ลมเพื่อพิจารณาความดันลมที่จุดต่างๆของอาคารภายใต้แรงลมกระทำทุกทิศทาง

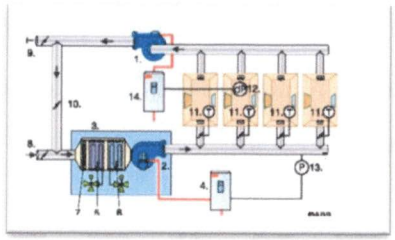
ภาพที่ 4.9 : แสดงข้อมูลเบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ



ที่มา : www.energycomplex.co.th

ภาพที่ 4.10 : แสดงข้อมูลระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศปรับอากาศ





ที่มา : www.energycomplex.co.th

4.2.6 ข้อมูลเบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ

4.2.6.1 ระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำเย็น (District Cooling & Cogeneration)ผลิตกำลังไฟฟ้าประมาณ 4.5 เมกกะวัตต์ ที่ 24 kV โดยสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าอาคารสำนักงานที่ 2 - 2.5 เมกกะวัตต์

4.2.6.2 ผลิตน้ำเย็น Absorption Chiller จ่ายอาค2000 ตันความเย็น (อุณหภูมิน้ำเย็นออก 7 ^{o}C และอุณหภูมิน้ำเย็นเข้า 12 ^{o}C) โดยมี Electric Chiller เสริมในการผลิตน้ำเย็นหากต้องการระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศปรับอากาศ

4.2.6.3 ออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามแนวทาง ASHRAE 90.1 (Energy Efficient Design of New Building Except Low-Rise Residential BAuildings)

4.2.6.4 ใช้น้ำเย็นจาก District Cooling & Cogeneration ซึ่งกำหนด COP = 4

4.2.6.6 ออกแบบให้มีคุณภาพอากาศ ภายในตามมาตรฐาน ASHRAE 62-1999

4.2.6.5 ระบบการกระจายลมเย็นใช้ระบบ Variable Air

Volume เพื่อตอบสนองการควบคุมอุณหภูมิในแต่ละจุดใช้งาน

4.2.6.6 ระบบ Precooled Fresh Air เพื่อเติมอากาศบริสุทธิ์ภายในอาคารและทำให้ความดันอากาศในส่วนสำนักงาน มีลักษณะเป็น Positive

4.2.7 ระบบไฟฟ้า

4.2.7.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง : ไฟ 24 kV จาก District Cooling & Cogeneration และไฟฟ้านครหลวงโดยผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าและจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่พื้นที่ต่างๆ

4.2.7.2 ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน : โดยปกติ Plant District Cooling & Cogeneration จะมีไฟจ่ายอาคารตลอดเวลาการใช้งาน แต่อย่างไรก็ดีจะมี Generator จ่ายไฟสำหรับวงจรช่วยชีวิตต่างๆ เช่น ไฟแสงสว่างทางหนีไฟ, Motor Fire Pump , Fire Man Life, พัดลมอัดอากาศบันไดหนีไฟ, ระบบ Smoke Exhaust Fan

4.2.7.3 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง : แสงสว่างสำนักงานเฉลี่ย 400 Luxs พร้อมระบบ Automatic Dimmer ในกรณีมีแสงธรรมชาติเพียงพอบริเวณริมกระจกอาคาร

4.2.7.4 ระบบสัญญานแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ชนิด Semi Addressible ซึ่งประกอบด้วย Detector ชนิด Smoke, Heat เพื่อแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และระบบแจ้งเตือนการอพยพคนเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้

4.2.8 ระบบโทรศัพท์ (Voice) และสายระบบคอมพิวเตอร์ (Data)

4.2.8.1 เฉพาะพื้นที่สำนักงานระบบ Voice และ Data จัดเตรียม Patch Panel ที่ CM Shaft และเดินสาย UTP CAT 5E ไปแต่ละ Outlet ใช้งาน

4.2.8.2 จัดเตรียมพื้นที่เพื่อให้ T.O.T. หรือ TRUEตั้งเครื่องชุมสายโทรศัพเพื่อบริหารเลขหมาตรง, Internet, สาย Lease Line และบริการอื่นๆ

4.2.9 ระบบโทรทัศน์รวม มีชุดรับสัญญาน เช่น จานดาวเทียม, ทีวีและกระจายสัญญานไปแต่ละสำนักงานบริเวณห้อง AHU ผู้เช่าสามารถต่อสัญญานจากจุดนี้ได้

ภาพที่ 4.11 : แสดงข้อมูลระบบลิฟต์

ที่มา : www.energycomplex.co.th

ภาพที่ 4.12 : แสดงข้อมูลระบบรักษาความปลอดภัย (Security)

ที่มา : www.energycomplex.co.th

4.2.10 ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน

4.2.10.1 อาคาร A (ปตท. สผ.) ประกอบด้วยลิฟต์ดังนี้

- Passenger Lift (Low Zone) จำนวน 8 ชุด ขนาด 1,600 kg (24 คน), ความเร็ว 180ม./วินาที

- Passenger Lift (High Zone) จำนวน 8 ชุด ขนาด 1,600 kg (24 คน), ความเร็ว 300 ม./วินาที

- Executive Lift จำนวน 2 ชุด ขนาด 1,350 kg (20 คน), ความเร็ว 300 ม./วินาที

- Service Lift จำนวน 2 ชุด ขนาด 2,000 kg, ความเร็ว 150 ม./วินาที, และใช้เป็น Fire man Lift

4.2.10.2 อาคาร B (กระทรวงพลังงาน)

- Passenger Lift (Low Zone) จำนวน 4 ชุด ขนาด 1,800 kg (27 คน), ความเร็ว 180 ม./วินาที

- Passenger Lift (High Zone) จำนวน 4 ชุด ขนาด 1,800 kg (27คน), ความเร็ว 240 ม./วินาที

- Executive Lift จำนวน 1 ชุด ขนาด 1,350 kg (20 คน), ความเร็ว 240 ม./วินาที

- Service Lift จำนวน 1 ชุด ขนาด 2,000 kg, ความเร็ว 90 ม./วินาที, และใช้เป็น Fire man Lift

4.2.10.3 อาคาร C (Podium)

- Passenger Lift จำนวน 1 ชุด ขนาด 1,350 kg (20 คน), ความเร็ว 90 ม./วินาที

- Service Lift จำนวน 2 ชุด, ขนาด 2,000 kg, ความเร็ว 60 ม./วินาที และใช้เป็น Fire man Lift

4.2.10.4 บันไดเลื่อนใช้สำหรับส่งคนจำนวนมากในส่วนอาคาร C (Podium)

4.2.11 ระบบ Building Management System (BMS)

เพื่อช่วยในการบริหารจัดการงานทางวิศวกรรมและประหยัดพลังงานและการเชื่อมต่อระบบต่างๆ BMS จะประกอบด้วยระบบดังนี้

- ระบบ Building Automation System (BAS)
- ระบบ Fire Alarm System
- ระบบ Energy Management System
- ระบบ Security system

4.2.12 ระบบเสียงเรียกประกาศ

เป็นชนิด Digital เพื่อให้คุณภาพเสียงดีโดยปกติจะเปิดเป็น Background Music และสามารถใช้ประกาศเสียงได้

4.2.12 ระบบรักษาความปลอดภัย (Security) ประกอบด้วยระบบ

4.2.12.1 ระบบตรวจสอบ Metal Detector และ Card Access Gate บริเวณโถงทางเข้าอาคารทั้ง 2 อาคาร

4.2.12.2 ระบบ Card Access เพื่อใช้ขึ้นระบบลิฟต์และเข้าภายในแต่ละสำนักงาน

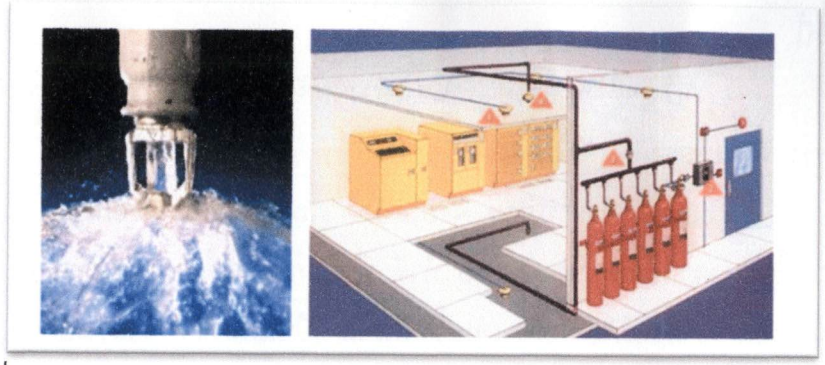
4.2.12.3 ระบบ Card Access เพ่อใช้นำรถเข้าอาคารจอดรถ

4.2.12.4 ระบบตรวจสอบรถยนต์ (ใต้ท้องรถ, ผู้ขับขี่,ป้ายทะเบียนรถ) ในส่วนของอาคารจอดรถ

4.2.12.5 ระบบ CCTV เป็นระบบการบันทึกภาพในระบบ Digital ซึ่งมีความสามรถเก็บภาพที่บันทึกได้นาน 30 วัน

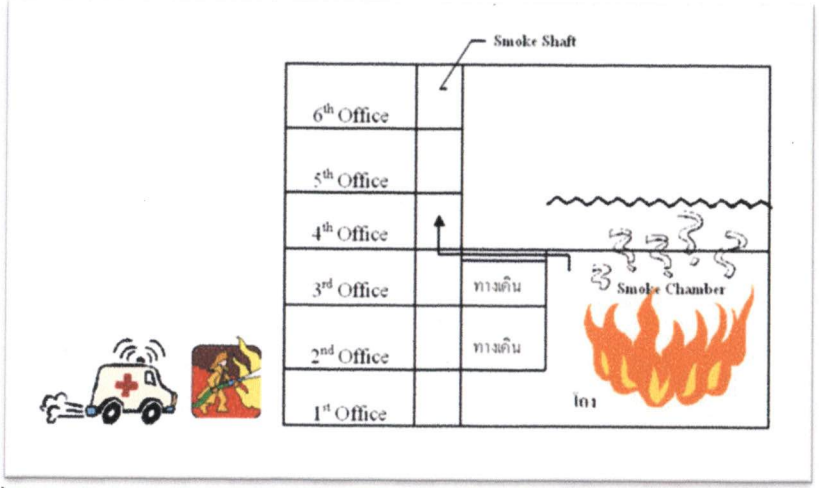
4.2.12.5 ระบบตรวจสอบประตูหนีไฟ

ภาพที่ 4.13 : แสดงข้อมูลระบบป้องกันเพลิงไหม้และ Fire Command Center



ที่มา : www.energycomplex.co.th

ภาพที่ 4.14 : แสดงข้อมูลระบบระบบควบคุมควันไฟ



ที่มา : www.energycomplex.co.th

4.2.13 ระบบป้องกันเพลิงไหม้และ Fire Command Center ประกอบด้วย

4.2.13.1 ระบบ Fire Pump สำหรับ Low Zone และ High Zone นั้นประกอบด้วย Diesel ||| Motor Fire Pump

4.2.13.2 ถังน้ำสำรองดับเพลิง มีปริมาณน้ำสำรองสำหรับดับเพลิงต่อเนื่องนาน 90 นาที

4.2.13.3 ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิง ประกอบด้วยสายฉีดน้ำ Fire Hose Cabinet

4.2.13.4 ระบบ Automatic Sprinkler ออกแบบตาม NFPA 13

4.2.13.5 ระบบดับเพลิงพิเศษ FM200 สำหรับห้องไฟฟ้าหลักของอาคารนี้

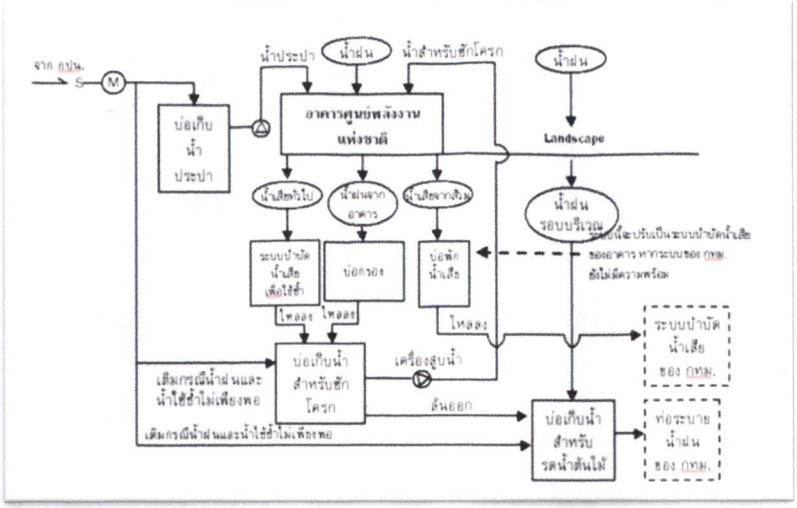
4.2.14 ระบบควบคุมควันไฟ

นอกจากระบบดับเพลิงที่สมบูรณ์แล้วมีการออกแบบระบบควบคุมควันไฟในช่วงเวลาควบคุมคนอพยพออกจากอาคาร

4.2.14.1 ระบบ Smoke Exhaust Control Zone เพื่อให้ชั้นที่ถูกเพลิงไหม้มีสถานะความดันอากาศเป็น Negative และชั้นอื่นๆบนและล่างมีสถานะเป็น Positive

4.2.14.2 ระบบอัดอากาศภายในบันไดหนีไฟและโถงลิฟต์ดับเพลิง

ภาพที่ 4.15 : แสดงข้อมูลระบบน้ำภายในอาคาร



ที่มา : www.energycomplex.co.th

4.2.15 ระบบน้ำประปา

4.2.15.1 ระบบน้ำประปาแยกท่อจ่ายน้ำประปาออกเป็น 2 Loop ดังนี้

- Loop น้ำดีจ่ายอ่างล้างหน้า, อ่างซักล้าง, น้ำส่วนนี้มาจากการประปานครหลวง

- Loop น้ำชำระปฏิกูล จ่ายโถปัสสาวะและโถส้วม โดยน้ำในส่วนนี้จะมาจากน้ำเสียของ Loop น้ำดี ที่ผ่านการบำบัดและฆ่าเชื้อโรคแล้ว และบางส่วนมีโอกาสที่จะรับน้ำฝนร่วม เป็นแหล่งจ่ายน้ำส่วนนี้ด้วย

4.2.16 ระบบน้ำทิ้งภายในอาคาร

4.2.16.1 น้ำทิ้งจากอ่างล้างหน้า, อ่างซักล้างหรือเรียกว่า Grey Water นำส่วนนี้จะถูกแยกท่อและลำเลียงไปบ่อบำบัดน้ำเสีย และเป็นน้ำชำระปฏิกูล (Flushing Water) ของอาคาร

4.2.16.2 น้ำชำระปฏิกูลจากโถปัสสาวะและชักโครก น้ำส่วนนี้จะถูกแยกท่อและลำเลียงไปบ่อพักน้ำเสียของอาคารและสูบไปบ่อพักน้ำเสียของ กทม.

ภาพที่ 4.16 : แสดงที่ตั้งโครงการ

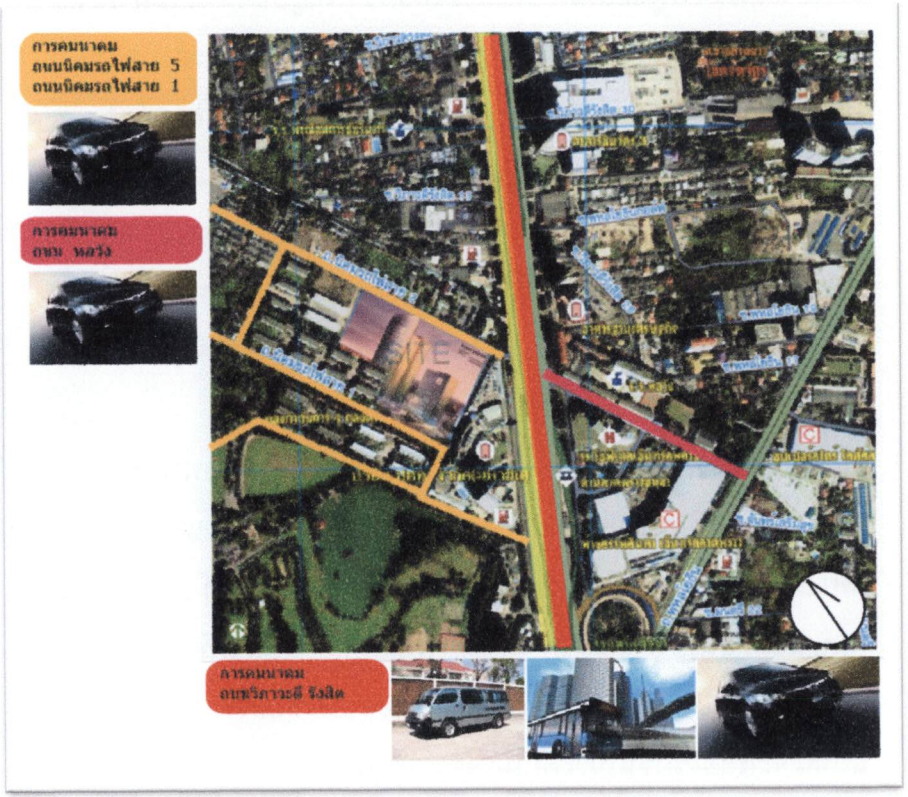
ที่มา : www.energycomplex.co.th

4.3 ที่ตั้งโครงการ

โครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ ตั้งอยู่บนที่ดินประมาณ 29 ไร่ ย่านพหลโยธินนิคมรถไฟ กม. 11 บริเวณด้านหลังอาคารสำนักงานใหญ่ของบริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน) ถนนวิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพ ซึ่งทำเลที่ตั้งมีระบบการคมนาคมขนส่งมวลชนและการสัญจรที่สะดวก โดยรอบบริเวณมีทางยกระดับดอนเมืองโทลล์เวย์ ถนนพหลโยธิน รถไฟลอยฟ้าสถานีหมอชิต รถไฟใต้ดินสถานีจตุจักรและพหลโยธิน และตั้งอยู่ใกล้ห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัลลาดพร้าว ตลาดนัดสวนจตุจักร และห้างสรรพสินค้าเจเจมอลล์

ซึ่งสามารถพัฒนาให้พื้นที่กลายเป็น "ย่านธุรกิจการพาณิชยกรรมและบันเทิง" เกิดพลวัตรทางการค้าที่มีกิจกรรมทั้งกลางวันและกลางคืน โดยแต่ละกลุ่มอาคารมีการเชื่อมต่อสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มีเส้นทางการคมนาคมการสัญจรที่สะดวก และมีการผสมผสานพื้นที่สีเขียว เพื่อให้เกิดความร่มรื่น เป็นเสมือนปอดของเมือง เพื่อช่วยลดมลภาวะ และเป็นที่สันทนาการของชุมชนในระดับเมืองด้วยเช่นกัน

ภาพที่ 4.17 : แสดงการคมนาคมทางรถยนต์



ที่มา จากการวิเคราะห์ , 2552.

4.3.1 การคมนาคมขน

4.3.1.1 การคมนาคมทางรถยนต์

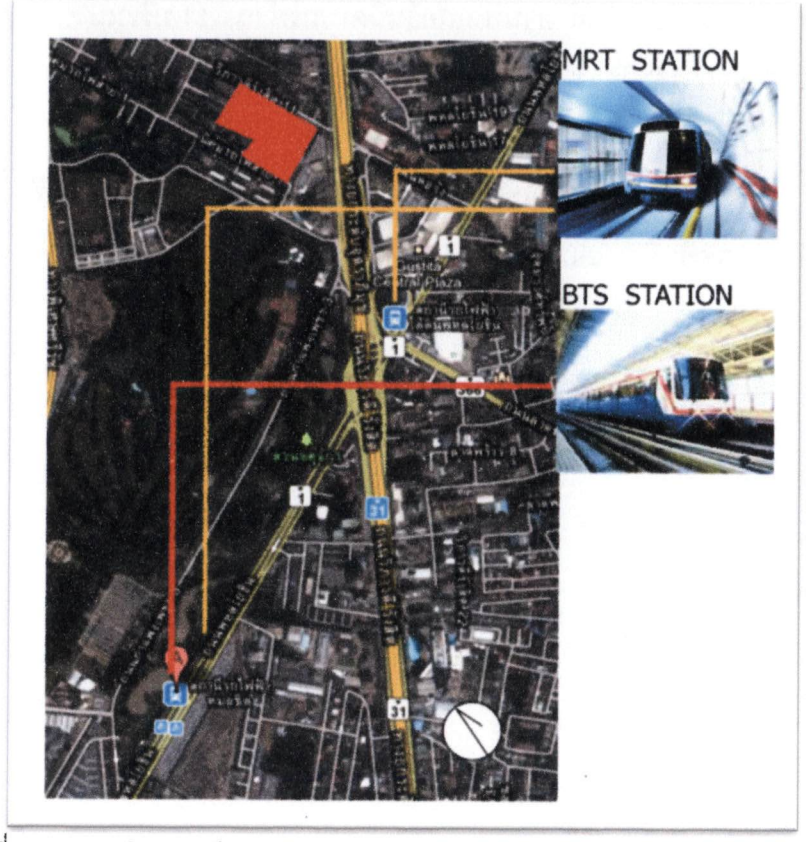
การออกแบบวางผังระบบคมนาคมขนส่ง บริเวณพื้นที่โครงการให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการรถไฟฯ ที่จะพัฒนาย่านพหลโยธินให้เป็นศูนย์กลางการคมนาคมขนส่งทุกระบบโดยรอบพื้นที่โครงการ เช่น ถนน ทางด่วน และระบบราง และนำเอาแนวถนน และระบบการขนส่งที่จะเกิดขึ้นมาใช้ประสานประโยชน์กับโครงการ

ถนนนิคมรถไฟสาย 5 และถนนนิคมรถไฟสาย 1 ปัจจุบันเหมาะสำหรับการใช้รถส่วนตัว เนื่องจากยังไม่มี บริการจากรัฐบาล

ถนนวิภาวะดี รังสิต เป็นถนนเส้นหลัก สามารถเลือกบริการรถรถขนส่ง ขสมก. บริการรถตู้ได้ และสามารถมาด้วยรถส่วนตัวได้

ด้านหน้าถนน เป็นทางด่วน ซึ่งทำให้การคมนาสะดวกรวดเร็ว

ภาพที่ 4.18: แสดงการคมนาคมทางรถไฟฟ้า MRT



ที่มา จากการวิเคราะห์ , 2552.

4.3.1.2 การคมนาคมทางรถไฟ

1. รถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล

สถานีที่สะดวกในการเดินทางและอยู่ใกล้ที่ตั้งโครงการมากที่สุด

(1) สถานีพหลโยธิน อยู่บริเวณแยกถนนพหลโยธินตัดถนนลาดพร้าว เป็นชานชาลาแบบกลาง จุดขึ้น-ลงมีทั้งหมด 5 จุด คือ บริเวณปากซอยลาดพร้าว 1 บริเวณปากซอยลาดพร้าว 2 บริเวณปากซอยลาดพร้าว 4 บริเวณหัวมุมถนนลาดพร้าวตัดกับถนนพหลโยธิน และบริเวณสวนสมเด็จย่า 84

(2) สถานีสวนจตุจักร อยู่ในบริเวณสวนจตุจักรสามารถเชื่อมต่อกับสถานีหมอชิตของรถไฟฟ้าบีทีเอส มีขนาดสถานีกว้าง 30 เมตร ยาว 369 เมตร ระดับชานชาลาอยู่ลึก 17 เมตรจากผิวดิน โครงสร้างสถานีมี 3 ชั้น เป็นชานชาลาแบบกลาง จุดขึ้น-ลงมีทั้งหมด 4 จุด คือ บริเวณใกล้ทางขึ้น-ลงของสถานีหมอชิตของบีทีเอส

2. สถานีรถไฟฟ้า BTS **สถานีที่สะดวกในการเดินทางและอยู่ใกล้ที่ตั้งโครงการมากที่สุด**

(1) **สถานีหมอชิด อยู่ติดกับสวนจตุจักร สามารถเชื่อมกับรถไฟฟ้ามหานครได้**

ภาพที่ 4.19: แสดงการคมนาคมทางรถยนต์

ที่มา จากการวิเคราะห์ , 2552.

4.3.2 วิเคราะห์สถานที่ใกล้เคียงสำคัญในพื้นที่

สถานที่ตั้งตั้งในเขตพื้นที่ ย่านพหลโยธินนิคมรถไฟ กม. 11 บริเวณด้านหลังอาคารสำนักงานใหญ่ของบริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน) ถนนวิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพ

ซึ่งลักษณะที่ตั้งเป็นเขตการคมนาคมขนส่งที่สะดวก ดังนั้นพื้นที่สำคัญในเขตพื้นที่นี้ ได้แก่

(1) สถานศึกษา ได้แก่

- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- โรงเรียนหอวัง

(2) พื้นที่กลุ่มอาคารสำนักงาน

- ธนาคาร ไทยพาณิช

(3) พื้นที่สีเขียว

- สวนจตุจักร
- สวนรถไฟ

(4) พื้นที่ศูนย์การค้า

- ศูนย์การค้าเซ็นทรัลย์ ลาดพร้าว
- ศูนย์การค้า จตุจักร

บทที่ 5 การกำหนดรายละเอียดโครงการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ ได้แก่ วัตถุประสงค์ ประเภทและจำนวนผู้ใช้โครง การศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้ การกำหนดโครงสร้างการบริหารงาน การกำหนดองค์ประกอบหลัก องค์ประกอบรอง รายละเอียดด้านพื้นที่ใช้สอย และการศึกษาระบบโครงสร้างต่างๆ

5.1 วัตถุประสงค์โครงการ

5.1.1 เพื่อศึกษาแนวคิดทางการอนุลักษณ์พลังงาน โดยการใช้พลังงานจากธรรมชาติ ได้แก่ พลังงานลม และพลังงาน แสงอาทิตย์

5.1.2 เพื่อทำการออกแบบสถาปัตยกรรมที่ส่งเสริมต่อโครงการในด้านการออกแบบสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน

5.1.3 เพื่อพัฒนาศูนย์รวมธุรกิจด้านพลังงานของประเทศ

5.1.4 เป็นที่ตั้งสำนักงานกระทรวงพลังงาน

5.1.5 เป็นที่ตั้งของบริษัท ในกลุ่ม ปตท. รวมทั้งบริษัทเอกชนชั้นนำใน ด้านธุรกิจพลังงาน

5.1.6 เพื่อขยายกำลังงาน และการลงทุน ทางด้านพลังงาน

5.1.7 มีความต้องการใช้พื้นที่ในการขยายงานที่เพิ่มมากขึ้น

5.1.8 เพื่อรวมหน่วยงานในสังกัดเดียวกันมาไว้ในที่เดียวกัน รองรับการขยายงานและอำนวยความสะดวกรวดเร็วในการติดต่อประสานงานระหว่างหน่วยงาน

5.1.9 เป็นต้นแบบของอาคารประหยัด อนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

5.2 หน่วยงานเจ้าของโครงการ

โครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ เกิดจากปตท. และปตท.สผ. รวมถึงบริษัทในกลุ่มปตท. อื่นๆ กำลังขยายงาน และการลงทุนทำให้มีความต้องการพื้นที่อาคารสำนักงานเพิ่มขึ้น ประกอบกับกระทรวงพลังงานมีความต้องการพื้นที่อาคารสำนักงานเพื่อรวบรวมหน่วยงานในสังกัดซึ่งปัจจุบันอยู่กันกระจัดกระจายให้มาอยู่ในบริเวณเดียวกัน จึงได้มีการพัฒนาโครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ (Energy Complex) โดยบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และ บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) ได้ร่วมกันจัดตั้ง บริษัท เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ จำกัด (EnCo) ขึ้นมาเพื่อรับผิดชอบการก่อสร้างและบริหารโครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์

5.3 รายละเอียดหน่วยงานเจ้าของโครงการ

5.3.1 การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

ก่อตั้งเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม 2521 ซึ่งตรงกับระยะที่ทั่วโลกกำลังเกิดภาวะน้ำมันขาดแคลน (วิกฤตภาวะน้ำมันโลกครั้งที่ 2) ปตท. จึงเริ่มต้นการดำเนินงานด้วยการจัดหาน้ำมันสนองความต้องการใช้ในประเทศให้เพียงพออย่างเร่งด่วน ภาระอันหนักหน่วง ดังกล่าวได้เป็นแรงสนับสนุนให้ ปตท. มุ่งจัดหาปิโตรเลียมจากแหล่งในประเทศเพิ่มเติม เป็นผลให้ประเทศไทยสามารถพึ่งพาตนเองทางพลังงานได้ในระดับหนึ่ง ลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศได้เป็นจำนวนมาก และต่อมาได้มีการแปลงสภาพจากการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยเป็น บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) หรือ ปตท. โดยรับโอนกิจการสิทธิ หนี้ ความรับผิด สินทรัพย์ และพนักงานทั้งหมด ภายใต้พระราชบัญญัติทุนรัฐวิสาหกิจ พ.ศ. 2542

5.3.2 บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)

ปตท. สผ. เป็นบริษัทสำรวจและผลิตปิโตรเลียมของคนไทย มีพันธกิจหลักในการสรรหาปิโตรเลียมเพื่อสนองความต้องการใช้พลังงานทั้งภายในประเทศ และประเทศที่ไปลงทุน รวมทั้งสามารถนำเป็นรายได้กลับคืนสู่ประเทศไทย ปตท. สผ. เป็นบริษัทมหาชน หนึ่งในสิบบริษัทจดทะเบียนที่มีมูลค่าทุนตามตลาดสูงสุดในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ปตท.สผ. ประกอบธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียมมากกว่า 40 โครงการทั้งในและต่างประเทศ มีพนักงานในกลุ่มกว่า 2,000 คน

ปตท. สผ. มุ่งพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติเพื่อคนไทย ด้วยจิตสำนึกของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สนับสนุนส่งเสริมการศึกษาของเด็กและเยาวชน และร่วมเป็นส่วนหนึ่งของสังคมในทุกพื้นที่ที่เราเข้าไปดำเนินการ

5.4 การกำหนดโครงสร้างการบริหารงาน

โครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ มีหน้าที่หลัก คือ เป็นผู้ควบคุมการบริหารโครงการ เพื่อให้การดำเนินงานตรงตามวัตถุประสงค์ มีการแบ่งรูปแบบการบริหาร ดังนี้

5.4.1 รูปการบริหารงานของโครงการ

5.2.1.1. การวางแผนงาน

5.2.1.2. การปฏิบัติงาน

5.2.1.3. การวัดผลและประเมินผล

5.2.1.4. การปรับปรุงและการแก้ไข

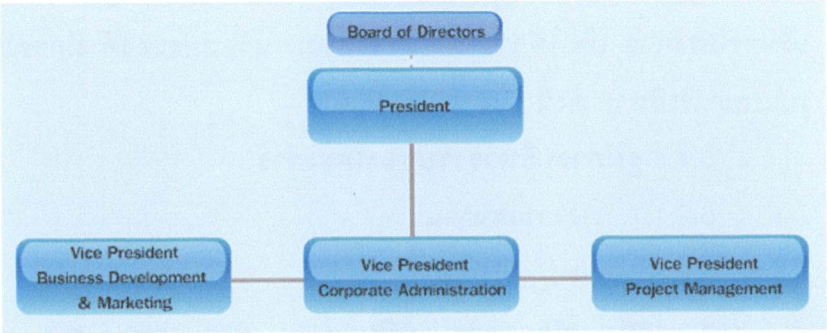
5.4.2 โครงสร้างการบริหารงานของโครงการ แบ่งเจ้าหน้าที่ดังนี้

5.4.2.1.เจ้าหน้าที่ประจำโครงการ ซึ่งทำงานประจำอยู่ที่ภายในโครงการ

5.4.2.2.เจ้าหน้าที่มาจากบริษัทต่างๆ จากหน่วยงานที่ทำงานประสานกับโครงการ เป็นเจ้าหน้าที่มิได้ทำงานประจำภายในโครงการ

5.4.2.3. ผู้มาติดต่องาน

แผนภูมิที่ 5.1 แสดงแผนภูมิโครงสร้างการบริหารงาน



ที่มา : จากการวิเคราะห์ , 2552.

5.5 พฤติกรรมผู้มาใช้โครงการและความสัมพันธ์ของกิจกรรม

5.5.1 ประเภทและลักษณะของผู้ใช้โครงการ

ในโครงการ ศูนย์เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ โดยปกติแล้วจะมีผู้เข้าใช้อาคารเป็นจำนวนมากซึ่งสามารถ จำแนกคร่าวๆ ออกเป็น 3 ประเภท คือ

(1) พนักงานประจำ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 พนักงานในกลุ่มพลังงาน ทำงานใน อาคาร A ซึ่งเป็นอาคารที่รวมกลุ่มบริษัททางพลังงาน

1.2 พนักงานในกระทรวงพลังงาน ทำงานใน อาคาร B ซึ่งเป็นอาคาร กระทรวงพลังงาน

1.3 พนักงานประจำ อาคาร C หน้าที่ด้านบริการ

(2) ผู้มาติดต่องาน

5.5.2 ส่วนสำนักงานอาคาร A ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

5.5.2.1 Public Space

(1) ส่วนต้อนรับ

(2) ส่วนพักคอยส่วนสำนักงาน

(3) โถงลิฟต์

(4) ห้องน้ำ

5.5.2.2 ส่วนบริหาร

(1) ส่วนบริหารฝ่ายต่างๆ

(2) ห้องรับรอง

(3) ห้องประชุม

(4) ห้องน้ำ

(5) ห้องเก็บของ

5.5.3 ส่วนสำนักงาน อาคาร B กระทรวงพลังงาน

5.5.3.1 Public Space

(1) ส่วนต้อนรับ

(2) ส่วนพักคอยส่วนสำนักงาน

(3) โถงลิฟต์

(4) ห้องน้ำ

5.5.3.2 ส่วนบริหาร

(1) ส่วนบริหารฝ่ายต่างๆ

(2) ห้องรับรอง

(3) ห้องประชุม

(4) ห้องน้ำ

(5) ห้องเก็บของ

5.5.4 ส่วนอาคารบริการ อาคาร C

5.5.4.1 Public Space

(1) Restaurant

(2) Coffee Shop

(3) ส่วนจัดแสดงนิทรรศการด้านพลังงาน

(4) ห้องสัมมนา

(5) ห้องเก็บของ

(6) ฟิตเนต

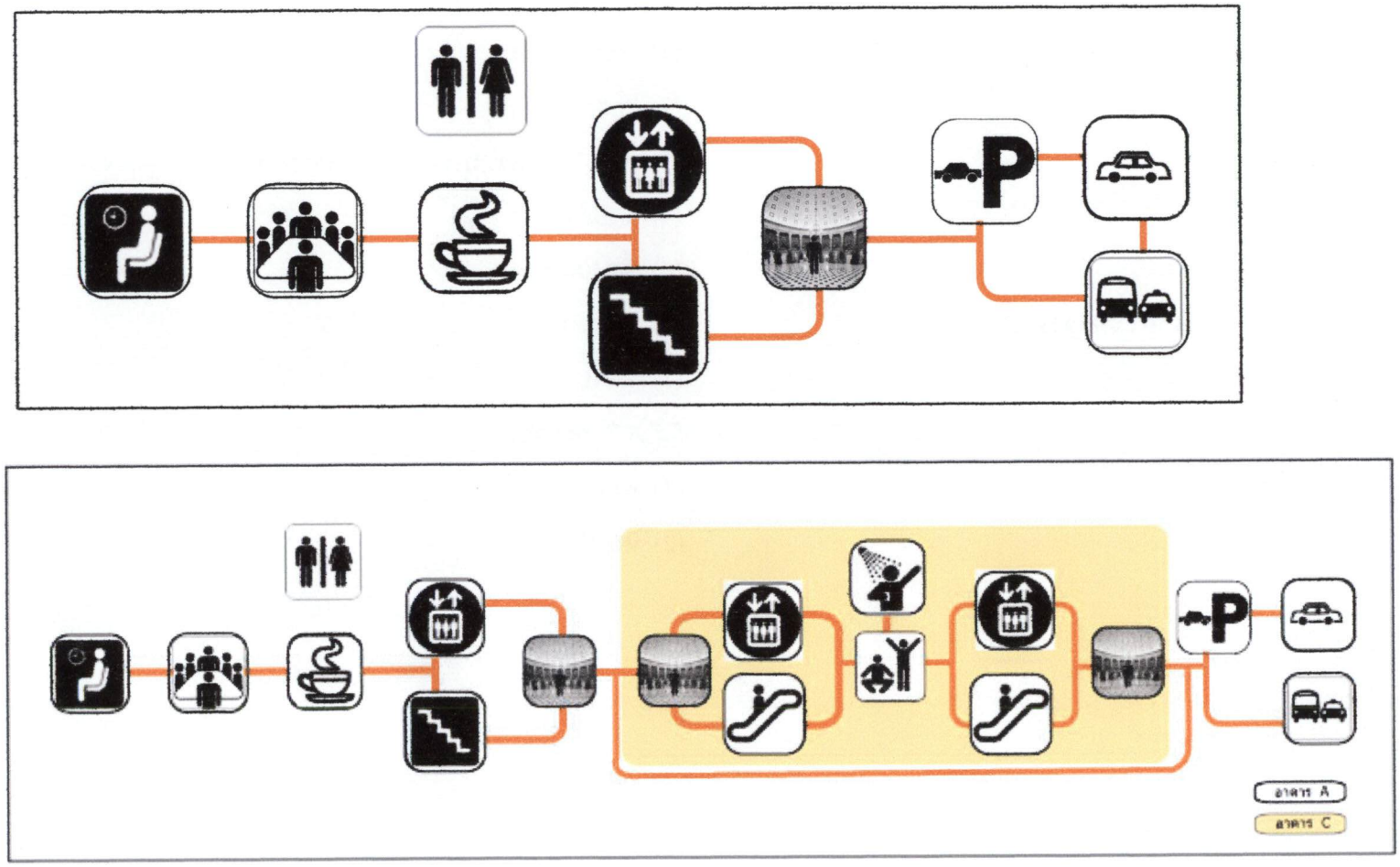
(7) ห้องน้ำ

5.5.4.2 privacy

(1) ครัว

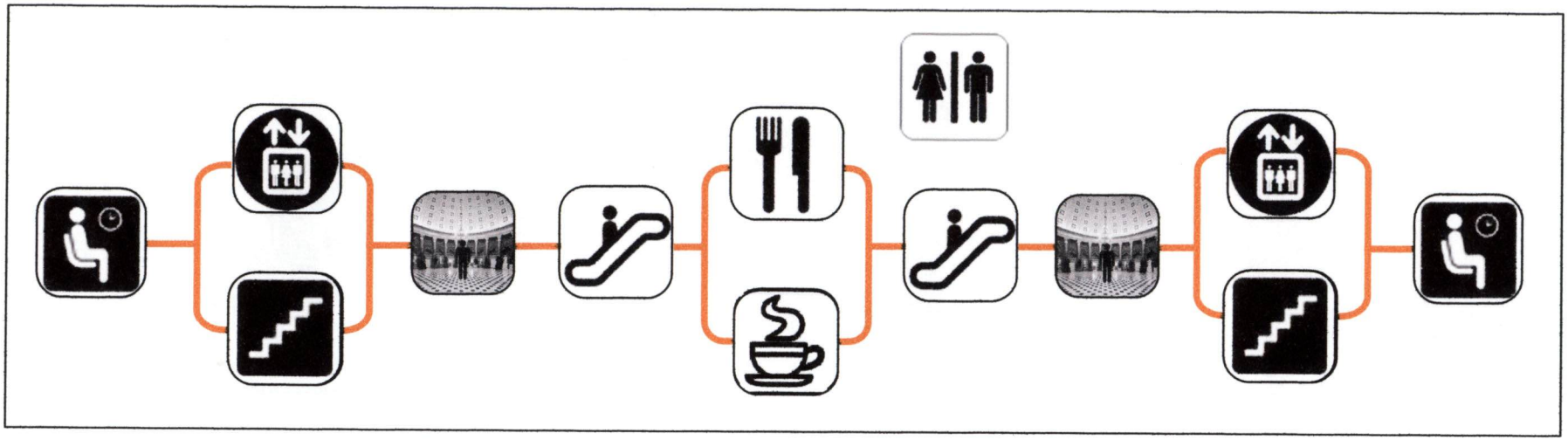
(2) ห้องเก็บของ

ภาพที่ 5.1 : วิเคราะห์พฤติกรรม ผู้ใช้อาคาร A ตอนเช้าและตอนเลิกงาน



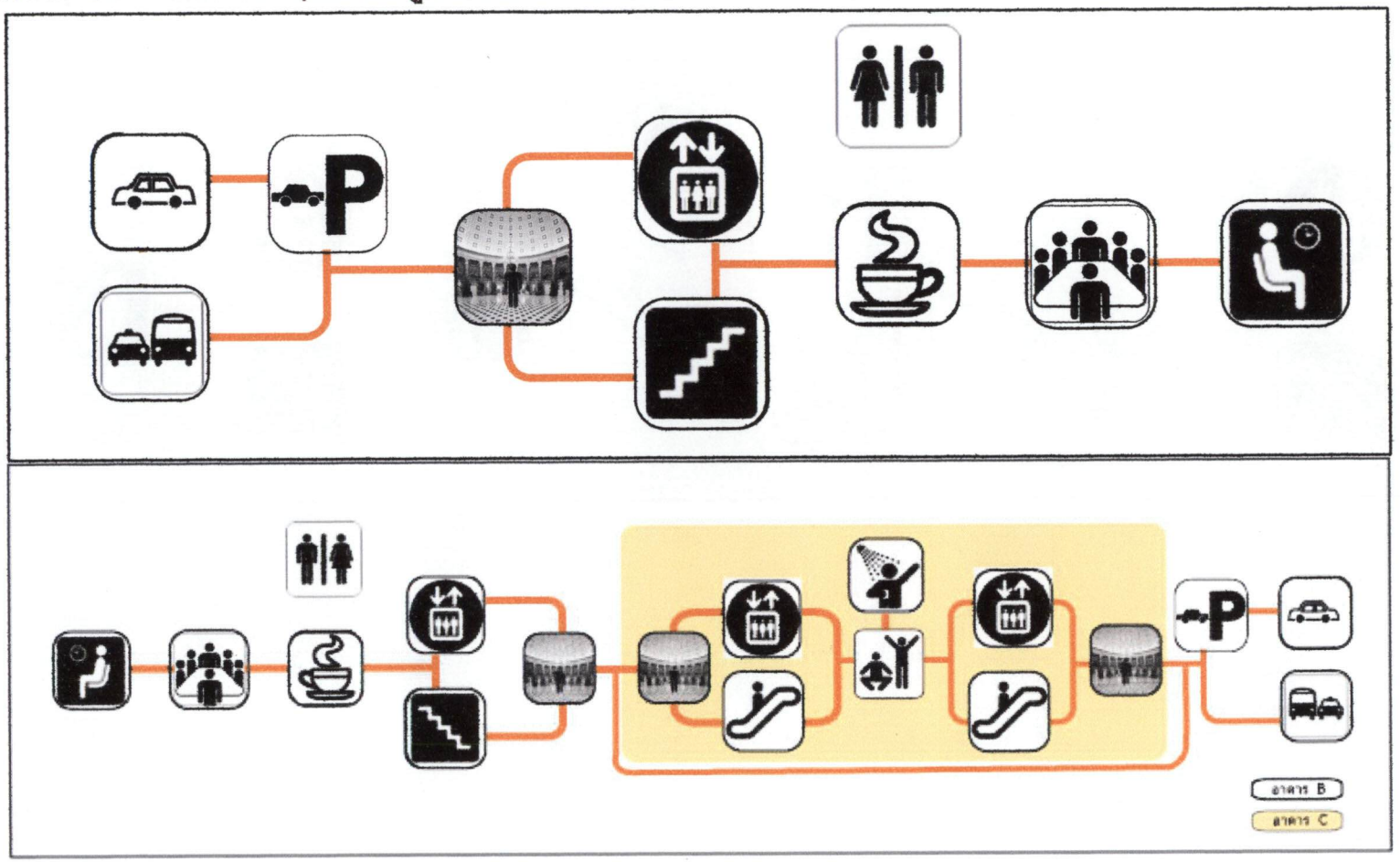
ที่มา : จากการเคราะห์ , 2552

ภาพที่ 5.2 : วิเคราะห์พฤติกรรม ผู้ใช้อาคาร A ตอนกลางวัน



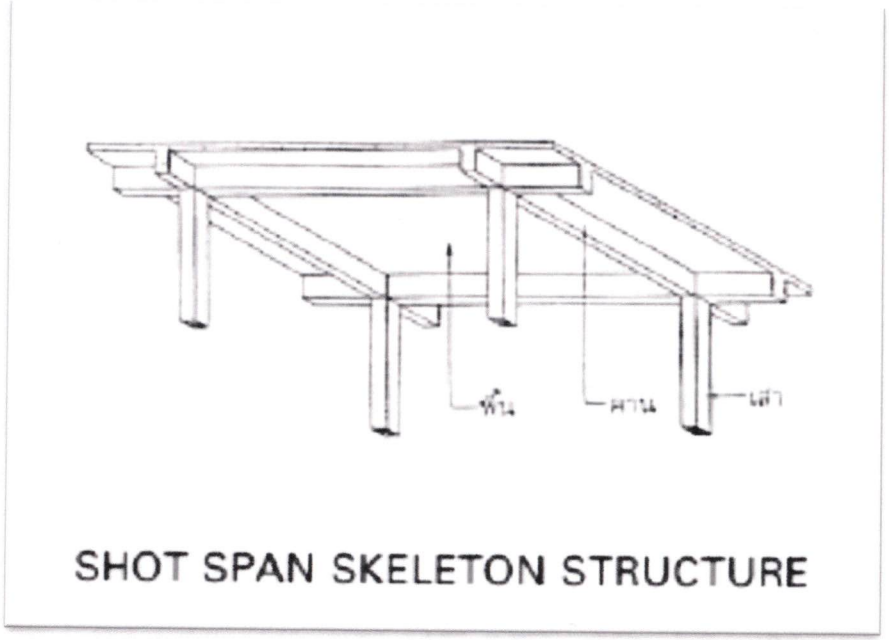
ที่มา : จากการเคราะห์ 2552,

ภาพที่ 5.3 : วิเคราะห์พฤติกรรม ผู้ใช้อาคาร A ตอนเช้าและตอนเลิกงาน



ที่มา : จากการเคราะห์ , 2552

รูปภาพที่ 5.4 : แสดงโครงสร้างช่วงสั้น พื้น , คาน



ที่มา : Architecture Data

5.6 ระบบวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง

5.6.1 ระบบโครงสร้าง

ระบบโครงสร้างที่เลือกใช้ภายในโครงการมีดังนี้

5.6.1.1 ระบบโครงสร้างรับแรงในแนวดิ่ง (Structural System for Gravity Load)

(1) ระบบพื้น ระบบพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก คือ ระบบพื้นที่ประกอบด้วยแผ่นพื้น และรองรับด้วยคานระบบพื้น-คาน อาจจะรองรับด้วยคาน 4 ด้าน 3 ด้าน หรือ 2ด้าน สำหรับระบบพื้น-คาน ที่มีคานรองรับ 4 ด้านนั้น แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ One - Way Slab, Two - Way Slab

(1.1) แผ่นพื้นไร้คานแบบไม่มีแป้นหัวเสา (Flat Plate)

ระบบ Flat Plate แบ่งตามชนิดของเหล็กเสริมได้ 2 แบบ

(1.2) R.C. Flat Plate คือ แผ่นพื้นที่เสริมด้วยเหล็กเสริมทั่วไป

(1.3) Post-Tensioned Flat Plate คือแผ่นพื้นที่เสริมด้วยสายเคเบิลอัดแรง (Tendons) ชนิดหล่อเสร็จแล้วอัดแรงภายหลัง

(1.4) แผ่นพื้นไร้คานแบบมีแป้นหัวเสา (Flat Slab)Flat Slab มีลักษณะเหมือน Flat Plate ต่างกันตรง Flat Slab มีแป้นหัวเสา

(1.5) แผ่นพื้นรังผึ้ง (Waffle Slab)Waffle Slab เป็นระบบพื้นที่มีลักษณะเหมือนระบบพื้นรับแรงสองทาง (Two-Way Slab) โดยมีคานรองรับทั้ง 4 ด้าน ขนาดรังผึ้งไม่เกิน 1.50 เมตร

(2) ระบบเสา2.1) เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

(2.2) เสาคอนกรีตเสริมเหล็กรูปพรรณ

(2.3) เสาเหล็กรูปพรรณ

5.6.1.2 ระบบโครงสร้างรับแรงในแนวราบ (Structural System for Lateral Load)

(1) โครงสร้างคอนกรีตอัดแรง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

(1.1) Prestressed Concrete คือ ระบบโครงสร้างขององค์อาคารที่มีทำการดึงลวดก่อนแล้วเทคอนกรีตขององค์อาคารหลังจากคอนกรีตแห้งดีแล้วจึงตัดลวด ทำให้เกิดแรงอัดส่งถ่ายไปยังคอนกรีต

(1.2) Post-Tensioned Concrete คือ ระบบโครงสร้างขององค์อาคารที่มีการเทคอนกรีตก่อนแล้วอัดแรงภายหลัง

(2) คานประกอบ

โครงสร้างเหล็กที่ใช้แผ่นเหล็กมาเชื่อมตาม Profile และหน้าตัดตามที่ต้องการหน้าตัดของคานประกอบอาจจะเป็น I-Section หรือ Box-Section และมีความลึกเปลี่ยนแปลงตามความต้องการ การเปลี่ยนแปลงความลึกของคานประกอบตามที่ต้องการ

5.6.2 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้ในโครงการ

ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน(SPLITSYSTEM)

ระบบนี้จะประกอบด้วยเครื่องหลัก 2 ส่วน ส่วนที่ 1 จะเรียกว่า เครื่องส่งลมเย็น (AIR HANDLING UNIT OR FAN COIL UNIT) ซึ่งการติดตั้งอยู่ภายในอาคารและส่วนที่ 2 เรียกว่าเครื่องระบายความร้อน จะติดตั้งภายนอก

อาคารเครื่องส่งลมเย็น ถ้าเป็นเครื่องขนาดใหญ่ ก็มักจะมีระบบท่อลมเย็น การเลือกใช้ระบบปรับอากาศภายในโครงการ เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (CENTER CHILLER WATER SYSTEM) ส่วนที่ต้องการปรับอากาศภายใน โครงการ สามารถแยกเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ คือ

รายละเอียดระบบปรับอากาศที่เลือกใช้สำหรับโครงการ

ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นหมุนเวียนส่วนกลาง(CENTRAL CHILLER WATER SYSTEM)

เครื่อง CHILLER คือ เครื่องทำความเย็นประกอบด้วย

- คอมเพรสเซอร์
- ส่วนที่ระบายความร้อน ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวกลาง

- ลิ้นกดความดัน (อาจจะเป็นลูกลอยหรือ EXPANSION VALVE)

- ส่วนที่ทำความเย็น ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวกลาง

เครื่องเป่าลมเย็น ทำหน้าที่ดูดลมภายในห้องเข้ามา ให้ผ่านท่อน้ำเย็นที่ต่อมาจากเครื่องชิลเลอร์ แล้วเป่าลมซึ่งกลายเป็นลมเย็นแล้วนี้ออกไป เครื่องเป่าลมใหญ่หน่อย เรียกว่า " FAN COIL UNIT " ใช้แขวนได้สบายแต่เครื่องเป่าลมใหญ่ เรียกว่า " AIR HANDLING UNIT " ขนาดตั้งแต่ 15 ตัน ขึ้นไป ควรจะมีห้องเครื่อง

คูลลิ่งเทาเวอร์ (COOLING TOWER) ทำหน้าที่ระบายความร้อนจากน้ำที่ออกมาจากเครื่องเพื่อให้เย็นลงและจะได้นำกลับไปใช้ระบายความร้อนออกจากเครื่องใหญ่ เมื่อน้ำร้อนจากเครื่องไปยังคูลลิ่งเทาเวอร์ มักจะถูกฉุดให้เป็นฝอย ในขณะเดียวกันพัดลมของคลูลิ่งเทาเวอร์จะดูดอากาศภายนอกเข้ามาให้วิ่งสวนทางกับฝอยน้ำ ทำให้เมื่อตกลงถึงอ่างรองรับน้ำที่ก้นถังน้ำจะเย็นลง

ถังขยายน้ำ ทำหน้าที่หลัก 2 อย่างคือ

1.ทำหน้าที่เป็นถังพักให้น้ำที่ขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิสูงขึ้นเวลาเครื่องหยุดมาพักไว้

2.ทำหน้าที่เป็นแหล่งเติมน้ำเข้าระบบทดแทนน้ำบางส่วนที่รั่วออกไปตำแหน่งของถังขยายน้ำชนิดนี้ ส่วนมากจะอยู่บนตำแหน่งสูงสุดของระบบต่อน้ำเย็น โดยควรจะอยู่ใกล้ทางด้านที่ติดตั้งปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำ สำหรับชิลเลอร์จะมีปั๊มอยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นปั๊มน้ำเย็นทำหน้าที่หมุนเวียนน้ำเย็น ระหว่างส่วนทำความเย็นของชิลเลอร์ กับเครื่องเป่าลมเย็น อีกชุดหนึ่งเป็นปั๊มน้ำร้อน ทำหน้าที่หมุนเวียนน้ำที่มาระบายความร้อนที่ส่วนระบายความร้อนกับคูลลิ่งเทาเวอร์เครื่องกรองน้ำจะทำหน้าที่ปรับสภาพน้ำก่อนนำไปเติมเข้าในระบบให้ได้สภาพที่ดีก่อน เป็นการชะลออัตราการเกิด ตะไคร่ ตะกรัน ชิลเลอร์ ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ต้องการน้ำเติมมากกว่า ชนิดระบายด้วยอากาศ เพราะมีน้ำส่วนที่ฟุ้งไปกับอากาศท่อน้ำ ท่อน้ำเย็น ควรเดินผ่านบริเวณที่น้ำจากท่อส่งมาถึง และจะต้องสามารถเข้าทำการดูแล, บริการ, ซ่อมแซม ได้โดยสะดวก ฉนวนที่หุ้มท่อ โดยปกติจะมีอายุประมาณ 10 ปี หลังจากนั้น จะต้องทำการเปลี่ยนฉนวนใหม่รายละเอียดดังกล่าว สามารถนำมาใช้เป็นข้อพิจารณาในการเลือกใช้ระบบปรับอากาศกับโครงการโดยแยกตามองค์ประกอบหลักดังต่อไปนี้

1. นิทรรศการ
2. AUDITORIUM
3. ส่วนห้องสมุด
4. ส่วน OFFICE

5.6.3 ระบบสุขาภิบาล

5.6.3.1 ระบบสุขาภิบาลของอาคาร ประกอบด้วย

(1) ระบบน้ำใช้

สำหรับน้ำใช้เพื่อการอุปโภค และบริโภคทั่วไป รวมทั้งระบบปรับอากาศและระบบป้องกันอัคคีภัย

(2) ระบบระบายน้ำ

ประกอบด้วยการระบายน้ำฝนจากหลังคา การระบายน้ำทิ้งจากครัวและน้ำโสโครก

(3) ระบบบำบัดน้ำเสีย

เป็นการทำความสะอาดน้ำทิ้งและน้ำโสโครก ก่อนที่จะทำการปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะต่อไปเพื่อป้องกันมิให้น้ำในแหล่งน้ำเน่าเสียได้

(1) ระบบน้ำใช้

น้ำประปาที่นำมาใช้ในอาคาร ใช้น้ำจากการประปานครหลวง แต่เนื่องจากจำเป็นต้องมีแหล่งจ่ายน้ำสำรองยามฉุกเฉิน จึงจำเป็นต้องสร้างถังเก็บน้ำสำรองไว้เพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ในยามฉุกเฉินด้วยถังเก็บน้ำนี้มักสร้างไว้ในระดับดิน เพื่อให้น้ำจากท่อจ่ายน้ำของการประปาสามารถไหล เข้ามาได้โดยสะดวกโดยใช้ลูกลอย เป็นตัวควบคุมการปิดเปิดประตูน้ำ โครงการรับน้ำประปาจากการประปานครหลวง ซึ่งส่งมาทางท่อเมนใต้ดิน บริเวณที่ตั้งของโครงการ ระบบการจ่ายน้ำในโครงการเลือกใช้ระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายจากถังเก็บน้ำใต้ดิน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1.1) ถังเก็บน้ำใต้ดิน

ขนาดของถังน้ำที่เล็กที่สุด ต้องสามารถเก็บน้ำไว้ได้ไม่น้อยกว่า ผลต่างระหว่างปริมาณน้ำที่สูบออกของถังน้ำ กับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าถังเก็บน้ำในแต่ละรอบของการเดินเครื่องสูบน้ำ และขนาดของถังยังขึ้นกับความต้องการ

ในการสำรองน้ำเอาไว้ว่าต้องการระยะนานเท่าใดปกติจะอยู่ในระหว่าง 6 -24 ชั่วโมงรวมทั้งปริมาณน้ำสำรองไว้ดับเพลิงอีกส่วนหนึ่งด้วย

การเลือกระบบจ่ายน้ำ

(1.2) ระบบจ่ายน้ำ มี 2 วิธีคือ

- ระบบจ่ายน้ำจากถังสูง (DOWN FEED SYSTEM)
- ระบบสูบน้ำเพิ่มความดันในช่องท่อโดยตรง (UP FEED SYSTEM)

ระบบจ่ายน้ำแบบ UP FEED จึงเป็นระบบที่เหมาะสมกับโครงการมากกว่า เนื่องจาก

1. อาคารมีความสูงไม่มากนัก การใช้ระบบ DOWN FEED จะทำให้แรงดันในช่องท่อมีไม่เพียงพอที่จะเข้ายังสุขภัณฑ์ ต้องเพิ่ม PUMP ทำให้เป็นการเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้นกว่า การใช้ระบบ UP FEED

2. อาคารทั้งหมดไม่ได้เป็นอาคารตัวเดียวกัน การใช้ระบบ DOWN FEED ระยะทางระหว่างอาคารจะทำให้แรงดันในช่องท่อลดลง ซึ่งเมื่อเทียบ
กับระบบ UP FEED ซึ่งท่อมีแรงดันปกติอยู่แล้วจึงเป็นการประหยัดมากกว่าการใช้ระบบ DOWN FEED

3. ระบบน้ำทิ้ง

ประเภทของน้ำทิ้งภายในโครงการ มีดังนี้

1. น้ำโสโครก (SOIL)

หมายถึง น้ำที่ระบายมาจากเครื่องสุขภัณฑ์ เช่น โถส้วม, ที่ปัสสาวะเป็นต้น

2. น้ำทิ้งหมายถึง น้ำที่ระบายมาจากเครื่องสุขภัณฑ์อื่นๆ นอกเหนือจากข้อ 1
นั่นก็คือ น้ำทิ้งจากอ่างล้างมือและน้ำที่ระบายจากเครื่องมือเครื่องใช้อื่นๆ

3. น้ำฝน หมายถึง น้ำฝนที่ระบายมาจากหลังคา และ สนามตลอดจนบริเวณอื่นๆ ภายนอกอาคาร

2) ระบบระบายน้ำ

ประเภทของระบบระบายน้ำ

ระบบระบายน้ำมีอยู่ 2 ระบบด้วยกัน คือ ระบบรวม และ ระบบแยก

2.1) ระบบรวม หมายถึง การรวมเอาน้ำโสโครก และน้ำทิ้งไว้ในท่อเดียวกัน แล้วระบายลงสู่ท่อระบายน้ำเดียวกัน

2.2) ระบบแยก หมายถึง การแยกน้ำโสโครกกับน้ำทิ้งไว้คนละท่อ โดยไม่เกี่ยวข้องกันโดยน้ำโสโครกจะต้องไปผ่านกระบวนการบำบัดก่อน ส่วนท่อระบายน้ำฝนน้ำ จะแยกออกต่างหาก จากท่อระบายน้ำทิ้งและท่อระบายน้ำ
โสโครก เหตุผล ที่แยกท่อระบายน้ำฝนกับน้ำ ทิ้งก็เพื่อป้องกันมิให้น้ำฝนไหลย้อนกลับเข้าสู่เครื่องสุขภัณฑ์ ในกรณีที่ท่อระบายน้ำเกิดอุดตัน

นอกจากนี้ระบบระบายน้ำยังเป็น ระบบระบายน้ำแบบ GRAVITY และแบบใช้เครื่อง PUMP ดังนี้

1. ระบบ GRAVITY เป็นระบบระบายน้ำปกติจากระดับที่สูงกว่าระบบท่อระบายน้ำสาธารณะ

2. ระบบใช้ PUMP เป็นระบบระบายน้ำจากที่ต่ำกว่า ระดับท่อระบายน้ำสาธารณะ จึงจำเป็นต้องใช้ PUMP เพื่อช่วยสูบน้ำภายในโครงการออกไปสู่ท่อสาธารณะ

จากการวิเคราะห์ ระบบระบายน้ำทิ้ง จึงเห็นว่าระบบระบายน้ำแบบแยก มีความเหมาะสมกับโครงการเนื่องจากจะทำให้น้ำที่ออกสู่สาธารณะมีความสะอาดมากกว่า และทำให้ไม่เกิดปัญหาในเรื่องของกลิ่น เหมือนการใช้ระบบรวมและการระบายน้ำออกจากโครงการสู่ท่อสาธารณะ ก็ใช้ระบบGRAVITY เพราะระดับของท่อของโครงการอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับของท่อสาธารณะ

3) ระบบบำบัดน้ำเสีย

ในระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารขนาดใหญ่ สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ

3.1) ระบบกำจัดน้ำเสียโดยใช้ออกซิเจน

3.2) ระบบกำจัดน้ำเสีย โดยไม่ใช้ออกซิเจน

ระบบที่นิยมใช้กันทั่วไป จะเป็นระบบที่ใช้ออกซิเจน เพราะระบบที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะทำให้เกิด H_2S ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นเหม็น

ระบบที่ทางโครงการเลือกใช้คือ ระบบ ACTIVATED SLUDGE เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงใช้เนื้อที่สร้างน้อยแบคทีเรียจะย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของแข็ง ตะกอนแขวนลอย และที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยแบคทีเรียจะรวมกันอยู่เป็นกลุ่มลอยอยู่ในถังเติมอากาศ ซึ่งส่งน้ำเสียเข้ามาบำบัดและมีเครื่องให้อากาศทำงานอยู่ตลอดเวลา จากนั้นน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วและตะกอนแบคทีเรีย จะไหลเข้าไปในถังตกตะกอนเพื่อแยกเอาแบคทีเรียกลับมายังถังเติมอากาศใหม่ ส่วนน้ำใสจะไหลออกจากระบบเพื่อฆ่าเชื้อโรค และทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ

ถังเติมอากาศ ควรมีระยะเวลาเก็บน้ำเสียได้ประมาณ 24 ชั่วโมง และมีค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ในถังเติมอากาศไม่น้อยกว่า 1-3 มิลลิกรัมต่อลิตร เครื่องเติมอากาศสามารถใช้ได้ทั้งแบบเป่าอากาศ , แบบใบพัดตีผิวน้ำหรือแบบใต้น้ำ

5.6.4 ระบบการให้แสงสว่าง

ระบบแสงสว่าง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

5.6.4.1. แสงสำหรับบริเวณที่นั่ง มี 3 ลักษณะดังนี้

- VISIBILITY (การมองเห็นได้ชัดและสะดวกสบาย)
- DECORATION (เพื่อการตกแต่ง)
- MOOD (เพื่อให้เกิดอารมณ์)

แสงที่ใช้สำหรับการแสดงเพื่อสร้างบรรยากาศ ตามเนื้อเรื่องหรือการแสดงที่ต้องการสร้างเทคนิคพิเศษต่างๆ ตำแหน่งและชนิดของดวงโคม ที่ใช้ควรเปลี่ยนปลงได้ตามสมควรเพื่อให้จัดได้ตามความต้องการของฝ่ายออกแบบและกำกับแสงในการแสดงมากที่สุด ซึ่งจะสามารถโยกย้ายและให้แสง ได้ตามตำแหน่งที่ต้องการ

(1) ตำแหน่งของดวงไฟ

โดยทั่วไปการกำหนดตำแหน่งของดวงไฟต่างๆจะต้องเป็นไปตามเนื้อเรื่องและบรรยากาศที่ต้องการ จึงไม่อาจกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนของดวงไฟได้ ในการออกแบบจึงต้องกำหนดบริเวณสำหรับติดตั้งดวงไฟให้ครอบคลุมเนื้อที่ในการแสดงมากที่สุด ซึ่งจะสามารถโยกย้ายและให้แสงได้ตามตำแหน่งที่ต้องการ

การให้แสงสำหรับการแสดงอาจมาจากดวงไฟเพียงตำแหน่งเดียวหรือมาจากหลายๆ ตำแหน่งก็ได้

การกำหนดตำแหน่งสำหรับติดตั้งดวงไฟ จะต้องคำนึงถึงมุมที่แสงจะกวาดหรือครอบคลุมไปถึงและเนื้อที่แสดง รวมทั้งต้องคำนึงถึงมุมของแสงที่ตกกระทบด้วยว่าจะทำให้เกิดลักษณะเช่นไร ถ้าแสงไฟที่ส่งมายังนักแสดงทำมุมกับแนวสายตามากกว่า 45 องศา มักจะทำให้เกิดเงาขึ้นบนใบหน้า แต่อาจแก้ไขโดยใช้แสงจากตำแหน่งอื่นๆ ลบเงาได้และถ้าแสงทำมุมน้อยเกินไปอาจจะรบกวนตาของนักแสดง หรือทำให้เกิดภาพที่กระด้างไม่นิ่มนวลในการกำหนดดวงไฟที่ให้แสงจากผนังก็เช่นเดียวกันต้อง คำนึงถึงมุมของแสงและเนื้อที่ในการแสดง และดวงไฟบางชนิดยังสามารถสายหรือขยับไปมาได้ ตำแหน่งที่จะต้องเตรียมไว้สำหรับการติดตั้งดวงไฟ

มีอยู่ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ในส่วนเพดานและส่วนผนัง แต่ อาจมีการให้แสงจากส่วนอื่นๆ เช่น จากฉากหลัง จากพื้นเวที

(2) LIGHTING BRIDGES

ตำแหน่งของดวงไฟที่ส่องจากเพดานจะอยู่เหนือเพดาน โดยมีช่องเปิดสำหรับให้แสงผ่านสู่ฉากหรือเวที ดวงไฟเหล่านี้จะต้องสามารถเปลี่ยนสีชนิดและตำแหน่งได้ อุปกรณ์สำหรับเป็นที่ติดตั้งดวงไฟเหล่านี้คือ LIGHTING BRIDGE ซึ่งเป็นแนวหรือรางและมีช่องทางเดิน (CATWAY) อยู่ด้านหลังสำหรับใช้ยืนควบคุมดวงไฟและในการขึ้นไปเปลี่ยนหรือติดตั้งดวงไฟเหล่านี้ ทางเดินจะต้องปูด้วยวัสดุที่ไม่เกิดเสียงรบกวนเมื่อเดินซึ่งอาจรบกวนในการแสดงได้

(3) WALL SLOTS

เป็นตำแหน่งของดวงไฟที่อยู่ตรงผนัง มักทำเป็นกล่องหรือช่องสำหรับติดตั้งดวงไฟ และมีบริเวณสำหรับยืนควบคุมไฟ มีช่องเปิดอยู่ด้านหน้าที่จะส่องไฟมาที่เวที แนวสำหรับติดตั้งจะเป็นเสาหรือรางเหล็กตามแนวตั้ง มี PLATFORM สำหรับยืนทำงานหรือควบคุมดวงไฟเป็นระยะ ๆ

(4) DIMMER

อุปกรณ์ที่นิยมใช้มากอันหนึ่งในการควบคุมแสงไฟทำให้สามารถกำหนดความเข้มของแสงได้หลายระดับตั้ง แต่สว่างเต็มที่ตามกำลังของดวงไฟจนกระทั่งลดความเข้มของแสงลงเรื่อยๆ จนดับสนิท นอกจากนี้การควบคุมการปิด เปิดและการควบคุมความเข้มนี้สามารถใช้ MEMORY SYSTEM ได้ ซึ่งจะบันทึกการเปิดปิด ความเข้มระดับต่างๆ

5.6.5 ระบบไฟฟ้า (ELECTRICAL SYSTEM)

5.6.5.1. ไฟฟ้าแรงสูง

สายไฟฟ้าแรงสูงที่ต่อจากสายประธานของการไฟฟ้านครหลวงซึ่งกำหนดให้แนวการเดินสายไฟตามแนวถนนหน้าโครงการเป็นไฟสูงกำลัง 12*KV. เข้าสู่โครงการใช้สายเคเบิ้ลร้อยท่อ(RIGID STEEL CONDUCT) ฝังในดินต่อเข้าไปในห้อง HIGH VOLTAGE TRANSFORMEซึ่งอยู่ใกล้ห้องเครื่องระบบปรับอากาศโดยมี TRANSFORMER ตัวหนึ่งใช้กับ CHILLER WATER PUMP, CONDENSER WATER PUMP, COOLING TOWER, AHU ส่วนอีกตัวหนึ่งใช้ต่อกับไฟฟ้ากำลังไฟฟ้าสว่างภายในอาคารซึ่ง TRANSFORMER จะแปลงไฟฟ้าจากกำลังสูงเป็นกำลังต่ำ ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เกิดความร้อนและมีอันตรายควรจัดวางไว้เป็นสัดส่วนเพื่อความปลอดภัย

5.6.5.2. ไฟฟ้ากำลัง

เป็นระบบ 340 V 3 PHASE 4 สาย, 50 Hz 2.5 Kw.สำหรับใช้เดินเครื่องและอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ, ระบบไฟฟ้าส่วนเวที, AUDITORIUM

5.6.5.3. ไฟฟ้าแสงสว่าง

เป็นระบบ 240 V 2 PHASE 3 สาย สำหรับใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ และไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไฟ

5.6.5.4. ไฟฟ้าฉุกเฉิน

พิจารณา ถึงความสำคัญในแต่ละส่วนของโครงการ จึงแบ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินเป็น 2 แบบ

1) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากลาง (GENERATOR SET) จะจ่ายไฟฟ้าไปยังส่วนกิจกรรมที่มี ความสำคัญ และมีผู้ใช้มากมีความจำเป็นต้องดำเนินกิจกรรมต่อไปไม่ขาดตอน คือ ส่วนนิทรรศการ ส่วนโถงส่วนการแสดง และส่วนอิเลคโทรนิตย์ เช่น ส่วนรักษาความปลอดภัย เป็นต้น

2) เครื่องกำเนิดแสงสว่างฉุกเฉิน (EMERGENCY LIGHTING) จะเป็นเครื่องให้แสงสว่างเป็นจุดเพื่อป้องกันปัญหาโจรกรรมที่อาจเกิดขึ้นในกรณีที่ระบบไฟฟ้าขัดข้อง

5.6.6 ระบบป้องกันอัคคีภัย(FIRE PROTECTION SYSTEM)

เป็นระบบที่มีวัตถุประสงค์ในการรักษาความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินได้อย่ามีประสิทธิภาพ ดังนั้นทางโครงการจึงจัดให้มีระบบในด้านนี้ คือ

5.6.6.1 ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย (FIRE ALARM SYSTEM)

แบ่งอุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือนอัคคีภัยได้ 4 ชนิด ดังนี้

1)อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (HEAT DETECTOR)

2)อุปกรณ์ตรวจจับควัน (SMOKE DETECTOR)

3) อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (FLAME DETECTOR)

4)อุปกรณ์ส่วนสัญญาณโดยสวิตซ์น้ำไหล(WATERFLOW SWITCH)

ทางโครงการได้เลือกระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยที่ใช้กับโครงการทั้งหมด 3 ระบบ คือ แบบตรวจจับความร้อน, แบบตรวจจับควัน, แบบส่งสัญญาณโดยสวิตซ์น้ำไหล

5.9.6.2 ระบบแจ้งสัญญาณคนอพยพ (EVECUATION SYSTEM) จะเป็นสัญญาณแจ้งเป็นคำพูดให้ทราบด้วยเพื่อให้ผู้ที่อยู่ในบริเวณตัวอาคารจะได้โยกย้ายและไปในทิศทางที่ปลอดภัยอย่างมีระเบียบ

5.6.6.3. ระบบดับเพลิง (FIRE PROTECTION SYSTEM) ระบบดับเพลิงที่ใช้กันแพร่หลายมีหลายแบบที่มีความเหมาะสมกับวัสดุเชื้อเพลิงและลักษณะการใช้สอยของอาคาร

ระบบที่เหมาะสมกับโครงการมีอยู่ 3 ระบบดังต่อไปนี้

2.1) ระบบดับเพลิงแบบสายสูบ (HYDRANT & STANDPIPE SYSTEM) ระบบท่อแห้งเป็นระบบชนิดที่ไม่มีน้ำอยู่ภายในท่อในภาวะปกติ แต่จะมีอุปกรณ์ควบคุมที่ส่งน้ำมาในท่อเมื่อใช้งาน เช่น วาล์วและเครื่องสูบน้ำส่วนท่อเปียกเป็นระบบที่มีน้ำอยู่ในท่อพร้อม ที่จะใช้งานได้ตลอด ระบบนี้การดับเพลิงจะต้องใช้คนนำสายสูบไปให้น้ำแก่ส่วนที่เกิดเพลิงไหม้ จึงสามารถใช้งานได้ดีในส่วนที่ เป็นซอกมุมต่างๆความยาวสายสูบที่นิยมใช้ได้แก่ 15, 23, 30 เมตร ดังนั้น ตำแหน่งที่ติดตั้งสายสูบแต่ละจุดไม่ควรห่างกันมากเกินไปเกินกว่าความยากของสายสูบ

2.2)ระบบดับเพลิงแบบโปรยน้ำเป็นฝอย (SPRINKLER SYSTEM)

เป็นระบบที่มีประสิทธิดีเพราะสามารถทำงานโดยอัตโนมัติ ลักษณะสำคัญของระบบนี้คือมีท่อน้ำที่เดินไปตามฝ้าเพดานอาคาร ในลักษณะ
แบบตาข่ายโดยเว้นระยะของท่อให้หัวฉีดกระจายน้ำออครอบคลุมไปทั่วทุกจุดของอาคารที่ต้องการป้องกัน น้ำในท่อจะมีความดันพร้อม ที่จะจ่ายน้ำได้ทันทีชนิดของระบบดับเพลิงแบบนี้ ที่สำคัญมีอยู่ 4 แบบ คือ

2.2.1) แบบท่อเปียก (WET PIPE SYSTEM) เป็นชนิดที่นิยมใช้กันมากที่สุดการติดตั้งง่ายและราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับแบบอื่นๆ ลักษณะโดยทั่วไปในเส้นท่อจะมีน้ำอยู่ในเส้นท่อโดยมีชุดตะกั่วทำหน้าที่ควบคุมการ
เปิดน้ำเมื่ออุณหภูมิถึงระดับที่กำหนดไว้

2.2.1) แบบท่อแห้ง (DRA PIPE SPRINKLER SYSTEM) เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดในเขตที่มีอากาศหนาว เนื่องจากปัญหาน้ำแข็งตัวอากาศที่อยู่ภายในเส้นท่อจะถูกอัดด้วย

ความดัน ประมาณ 30-40 ปอนด์ / ตารางนิ้ว เมื่ออากาศในเส้นท่อลดลงมากเพลิงไหม้ วาล์ว ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมน้ำในท่อเมนก็จะเปิดน้ำเข้าเส้นท่อโดยอัตโนมัติ

2.2.3) แบบพรี - แอคชั่น (PRE - ACTION SYSTEM) แบบนี้ลักษณะคล้ายแบบแห้งคือมีอากาศอยู่ภายในเส้นท่อ ระบบนี้ใช้อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงแล้วส่งสัญญาไปเปิดวาล์วน้ำให้ทำงานโดยอัตโนมัติ

2.2.4) แบบดีลัดจ์ (DELUGE SYSTEM) ลักษณะคล้ายแบบ PRE-ACTION เพียงแต่หัวสปริงเกลอร์ ทุกหัวเปิดอยู่พร้อมที่จะฉีดน้ำตลอดเวลา

เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณทำงานน้ำจะไหลเข้าระบบทันที

2.3) ระบบดับเพลิงแบบสารเคมีเปียก

เป็นระบบที่ใช้ในลักษณะของแบบสำเร็จรูปเป็นถังขนาดกลางโดยจะมีหัวฉีดพ่นน้ำยาเคมีออกมาดับ ไฟได้ในลักษณะเป็นจุดไม่ใหญ่มากนัก เพราะทางโครงการจะนำเอาไปตั้งไว้เป็นจุดๆ ใช้ในกรณีฉุกเฉิน

5.6.7 ระบบขนส่งในอาคาร

5.6.7.1 ระบบบันได

ในการออกแบบบันไดจะถูกกำหนดความกว้างโดยคำนึงถึงความปลอดภัยในการหนีไฟ เป็นหลักเกณฑ์สำคัญ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ทางติดต่อระหว่างชั้นต่อชั้น ทางเดินระหว่างประตูด้านนอกถึงด้านในจะต้องเป็นอิสระ สามารถถ่ายเทอากาศ และให้แสงสว่างได้พอเพียง

2) การกำหนดลูกตั้งใน 1 ช่องบันได จะต้องไม่น้อยกว่า 3 ขั้น และไม่เกิน 16 ขั้น ชานพักบันไดจะต้องมีความกว้างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน ช่องกว้างของบันไดและชานพักบันไดต้องยาวไม่น้อยกว่า 1.05 เมตร

3) บันไดเวียนที่มีรัศมีน้อยกว่า 7.60 เมตร ไม่สามารถนำมาใช้เป็นบันไดหนีไฟได้

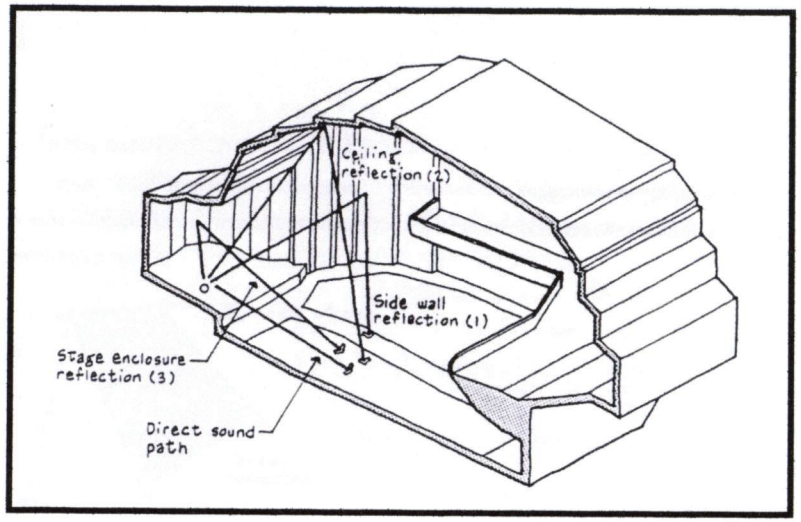
5.9.7.2 ระบบทางลาด

การใช้ระบบทางลาดกระทำเพื่อ

1) ใช้สำหรับบุคคลที่จะต้องนั่งรถเข็น

2) ใช้สำหรับเส้นทางบริการ, ขนส่งสินค้า, อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้รถเข็น

รูปภาพที่ 5.5 : แสดงทิศทางของเสียง



ที่มา : ARCHITECTURE DATA ,2551

5.6.8 ระบบเสียง

5.6.8.1 ระบบเสียงภายในอาคาร (Acoustic In Building) ในการออกแบบ Acoustic ภายในหอประชุมหรือห้องฟังดนตรีที่ดีนั้นผู้ฟังดนตรีในทุก ๆ จุดภายในห้องจะต้องได้ยินเสียงชัดเจนเท่าเทียมกันโดยมีการสะท้อนของเสียง (Reverberation) ที่เหมาะสม การได้ยินเสียงในห้องมีผลมาจาก

1) รูปร่างของห้อง (Shape Of Room)

2) ขนาดของห้อง (Size Of Room)

3) สิ่งตกแต่งภายในห้องและเครื่องเรือน (Room Finishing And Finishing)

4) ตำแหน่งของต้นกำเนินเสียง (Position Of Source Of SoundX)

5) ช่วงเวลาเสียงสะท้อน (Reverberation Period)

6) ปริมาตรของเสียง (Sound Volume)

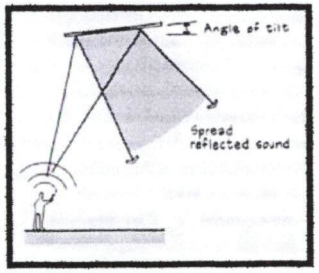
7) การกระจายของเสียง(Diffusion)

5.6.8.2 ภาวะการฟังเสียง

ภาวะการฟังเสียงในห้องจะได้รับผลเป็นที่พอใจนั้นต้องการส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

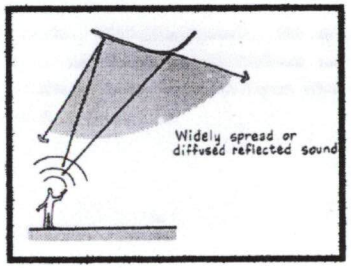
1) เสียงเบื้องหลัง (Background Noise)

รูปภาพที่ 5.6 : แสดงConcave Reflector



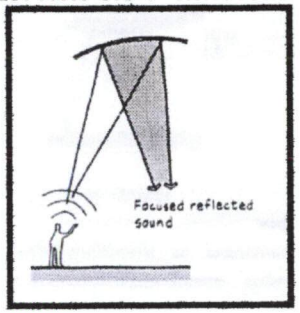
ที่มา : ARCHITECTURE DATA , 2551

รูปภาพที่ 5.7 : แสดงFlat Reflector



ที่มา : ARCHITECTURE DATA ,2551

รูปภาพที่ 5.8 : แสดงConvex Reflector



ที่มา : ARCHITECTURE DATA ,2551

2) การขจัดเสียงสะท้อนกลับ

3) จัดการกระจายเสียงไปในที่ว่าง ๆ ในห้องที่เหมาะสม

4) ให้เสียงไปถึงผู้ฟังอย่างชัดเจนและดังพอ

5.6.8.3 รูปแบบของการติดตั้งวัสดุช่วยในการสะท้อนเสียง

รูปแบบของการติดตั้งวัสดุช่วยในการขยายเสียง ประกอบด้วย 3 รูปแบบใหญ่ คือ

1) Concave Reflector

แผ่นสะท้อนเสียงที่มีลักษณะโค้งเว้าเข้าหาจุดกำเนิดจะทำให้เกิดการรวมกันของเสียง บริเวณอื่น ๆ จะไม่ได้ยินซึ่งนับเป็นการกระจายเสียงที่ไม่เหมาะสมและควรหลีกเลี่ยง

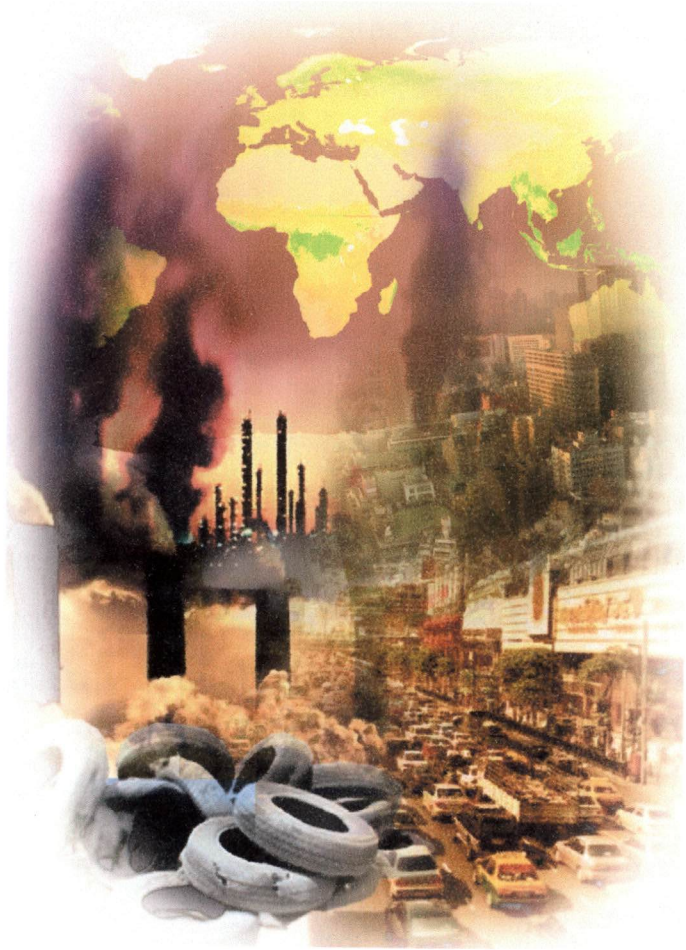
2) Flat Reflector

แผ่นสะท้อนที่มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบแบน ถ้ามีขนาดใหญ่พอและเหมาะสมจะช่วยในการกระจายเสียงที่มีประสิทธิภาพ การสะท้อนของเสียงประเภทนี้จะให้ช่วยทำให้พลังของเสียงส่งไปได้ไกลถึงยังส่วนหลังหอประชุม

3) Convex Reflector

แผ่นสะท้อนที่มีลักษณะโค้งนูนออกจากจุดกำเนิดเสียง ถ้ามีขนาดที่ใหญ่พอก็จะสามารถกระจายเสียงได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก เสียงที่เกิดจากการสะท้อนในลักษณะนี้ให้คุณภาพเสียงที่ดีและเหมาะในการฟังดนตรี

ภาพที่ 6.1 แสดงแรงบันดาลใจ



ที่มา : จากการนำเสนอ

บทที่ 6 ผลงานการออกแบบ

6.1 ความเป็นมาของวิทยานิพนธ์

ที่มาของวิทยานิพนธ์นี้เกิดขึ้นเนื่องจากมีความความสนใจในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติ ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติซึ่งสื่อต่างๆ ต่างนำเสนอ เช่น สื่อ โทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ นิตยสารล้วนให้ ความสนใจ และตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงนี้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงล้วนแล้ว แต่เกิดจากการกระทำของมนุษย์เช่น การทำลาย พื้นที่สีเขียวปัญหาประชากร หนาแน่นปัญหาการจราจรติดขัดปัญหาโรงงาน อุตสาหกรรมซึ่งปัญหาเหล่านี้ล้วนแต่ทำให้เกิด มลภาวะต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจกทำให้โลก ร้อนขึ้น โลกขาดความ สมดุล เป็นที่มาของการเปลี่ยนแปลงของโลก ทั้งภาครัฐและ เอกชนล้วนแล้ว ให้ความสำคัญกับปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่ง ต่างมีวิธีที่แตกต่างกันไป ตราบใดที่มนุษย์ยังเป็นนักบริโภคนิยม ยังต้อง มี ความต้องการการ ใช้พลังงาน ยังต้องมีการพัฒนาประเทศ ซึ่งนั่น เราไม่สามารถ ลด การใช้พลังงานที่ทำให้เกิด สภาวะการเปลี่ยนแปลงของโลกได้เลยแต่ ในฐานะที่เรา เป็นนักศึกษาสถาปัตยกรรมเรา สามารถคิดสร้างสรรค์ สถาปัตยกรรมที่ มีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงานได้ไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคโนโลยี หรือพลังงานที่เกิดจากธรรมชาติ

ภาพที่ 6.2 แสดงเทคโนโลยีในการอนุลักษณ์พลังงานของ ptt

ที่มา : จากการเยี่ยมชม ,2552

6.1.1 การศึกษาเทคโนโลยีของ PTT

ในช่วงของการศึกษากลุ่มอาคารของศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ที่ได้ชื่อว่าเป็นอาคารต้นแบบในการอนุลักษณ์พลังงานจากการศึกษาพบว่า การอนุลักษณ์พลังงานของโครงการเอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ เป็นการใช้เทคโนโลยีระดับสูง และการลง ทุน เริ่มต้นค่อนข้างสูง ซึ่งผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ คิดว่าเป็นการเริ่มต้นของการอนุลักษณ์พลังงานที่สูงเกินไปซึ่งการอนุลักษณ์พลังงานเป็นทางด้านวิศวกรรม เช่น ระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำเย็น (District Cooling & Cogeneration) ผลิตน้ำเย็น Absorption Chiller โดยมี Electric Chiller เสริมในการผลิตน้ำเย็นหากต้องการ ซึ่ง ทางผู้ทำวิทยานิพนธ์คิดว่า เป็นการลงทุนที่สูงเกินไป แต่ประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการก่อสร้างอาคารอื่นๆ มีความเป็นไปได้น้อยมากเพราะคิดจากต้นทุนสูงเกินไป ผู้จัดทำ จึงคิดว่า ปตท. น่าจะมีการ ใช้สภาวะทางธรรมชาติเข้ามา ใช้เพื่อให้ เหมาะสมกับการสภาพแวดล้อมของเมืองไทยโดยไม่ปล่อยความสำคัญของสภาพแวดล้อมสูญเปล่า เป็นการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติให้มากที่สุด มีความเป็นไปได้น้อยมากเพราะคิดจากต้นทุนสูงเกินไป ผู้จัดทำ จึงคิดว่า ปตท. น่าจะมีการ ใช้สภาวะทางธรรมชาติเข้ามา ใช้เพื่อให้ เหมาะ สมกับการสภาพแวดล้อมของเมืองไทยโดยไม่ปล่อยความสำคัญของสภาพแวดล้อมสูญเปล่า เป็นการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติให้มากที่สุด โดยผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ ได้เริ่มคิดหัวข้อในการทำวิทยานิพนธ์ ไว้ดังนี้

ภาพที่ 6.3 แสดงแนวคิดในการอนุลักษณ์พลังงาน แนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน

ที่มา : จากการนำเสนอ

6.1.2 แนวความคิดด้านการอนุรักษ์พลังงาน

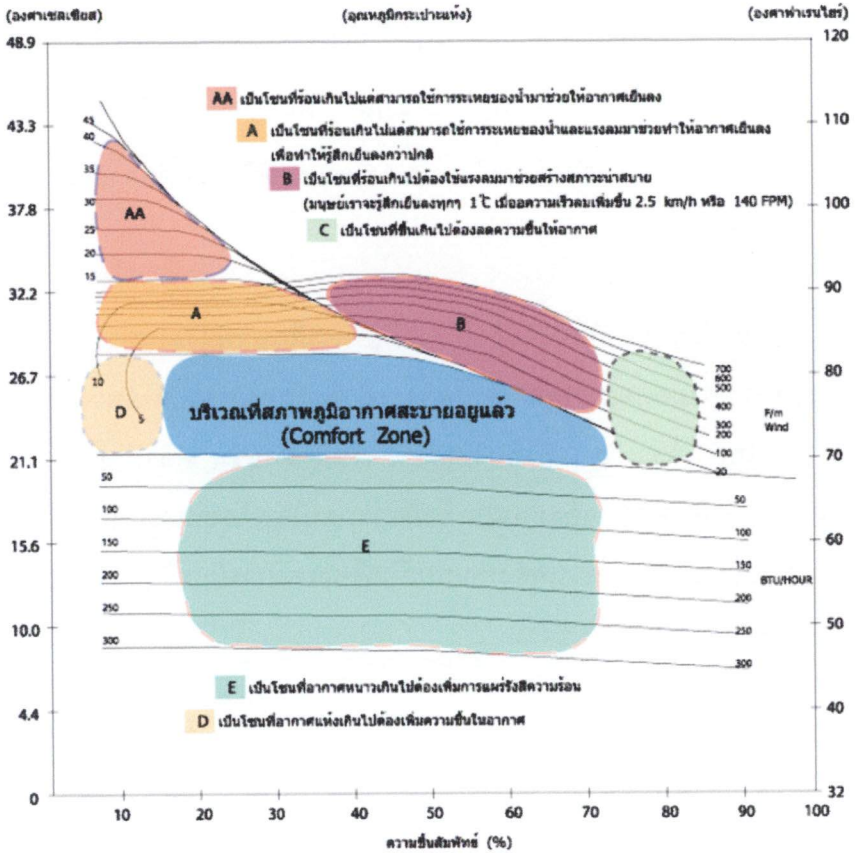
มี 3 หัวข้อ คือ

1. การศึกษาเทคโนโลยีในการอนุลักษณ์พลังงาน
2. การศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ในการอนุลักพลังงาน
3. การศึกษาพลังงานทางธรรมชาติที่ส่งผลต่อการอนุลักษณ์พลังงาน

ซึ่งมีความสนใจในหัวข้อที่ 3. คือ การศึกษาพลังงานทางธรรมชาติที่ส่งผลต่อการอนุลักษณ์พลังงาน ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้มาฟรีๆ โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น ยกตัวอย่างพลังงานเช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานฝน ซึ่งมีความสนใจพลังงานลม และ พลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนพลังงานฝนเป็นเรื่องของการป้องกัน และตัวอาคารไม่เหมาะกับการใช้งาน

ผลงานการออกแบบ

ภาพที่ 6.4 แสดงสภาวะน่าสบายของมนุษย์



ที่มา : หนังสือการออกแบบที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน

โดยการศึกษาแล้ว จะตอบเรื่องการประหยัดพลังงานไปที่เทคโนโลยี + พลังงานธรรมชาติ เป็นตัวในการอนุรักษ์พลังงาน โดยตอบประสิทธิภาพการอนุรักษ์ที่ พฤติกรรมมนุษย์ในการอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้สภาวะน่าสบายของมนุษย์เป็นตัวตอบประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงาน

ส่วนในด้านการออกแบบในเรื่องของการนำพลังงานธรรมชาติ ลม และ แสงสว่างมาใช้ควรเรียนรู้เรื่องของลมและแสว่างสว่างให้ดี เพื่อที่จะนำไปใช้ในการออกแบบได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงสุด

6.2 การศึกษาลักษณะของพลังงานธรรมชาติ

พลังงานธรรมชาติที่ศึกษา ได้แก่

1. พลังงานลม
2. พลังงานแสงสว่างจากดวงอาทิตย์

6.2.1 พลังงานลม

ในการใช้พลังงานลมเราควรรู้ลักษณะของลม พฤติกรรมของลม เพื่อที่จะจัดการกับลมให้ได้อย่างเหมาะสม โดยการศึกษาเริ่มจากการเรียนรู้ลักษณะของลมเช่นลมบกลมทะเล ลมประจำฤดู ซึ่งเกิดจากความกดอากาศที่แตกต่างกันและเกิดจากอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ ซึ่งช่วงเวลาของกการเกิดเกิดลม ยกตัวอย่างลมประจำฤดู และลมประจำถิ่น จะเกิดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ตามลักษณะการเกิดของลม เมื่อเราเรียนรู้ลมแล้ว ไม่ว่าจะเป็นทิศทางที่เกิดลม หรือว่าจะเป็นสถิติของการเกิดลมที่อยู่ในสภาวะน่าสบายล้วนแล้วแต่มีความสำคัญในการเลือกใช้ลมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

โดยลมในโครงการเกิดการความกดอากาศที่แตกต่างกันของพื้นที่ 2 พื้นที่ ความกดอากาศสูงที่ด้านหน้าอาคารส่วนที่ประทะลม และความกดอากาศในส่วนที่อยู่ใต้ลม โดยการสร้างความกดอากาศให้ความกดอากาศเกิดความแตกต่างกัน

ส่วนในเรื่องของการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นกับที่ตั้งโครงการลมสามารถเกิดกับโครงการได้ดีเนื่องจาก ไม่มีอาคารบังลมในทิศที่เกิดลมทำให้ลมเกิดในโครงการได้เป็นอย่างดี และลักษณะของความเร็วลมในโครงการลมมีความเร็งที่อยู่ในสภาวะน่าสบาย คือ มากกว่า 0.5 เมตร ต่อวินาที ทำให้ลมมีประสิทธิภาพเพียงพอในการนำมาใช้

การศึกษาลักษณะของช่องเปิดกับการเกิดลม

จากการศึกษาของ Victor Olgyay พบว่าลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแส ลมจะเห็นได้ชัดจาก อาคารซึ่งมีช่อง ให้ลมผ่านในทางออก จะเห็นว่าภายในไม่มีลม เข้าถ้า ใช้ช่องเปิดขนาดใหญ่ทางด้านช่อง เปิดทางลมเข้าและ ขนากเล็กที่ช่องเปิดทาง ลมออก จะทำให้เกิดการไหลเวียนของกระแสลมได้มาก

ในหน้าร้อนกระแสลม ที่มีความเย็น ที่มีความเร็วเพียงพอ จะมีความสำคัญ มากกว่าจำนวนการ ไหลเวียนของอากาศภายใน การใช้ช่องเปิดทางรูเข้าที่เล็กและ ช่องเปิดทารูออกที่ใหญ่ (Venturi Effect) ความเร็วลมในบริเวณช่องเปิดทางลมเข้าจะ มากที่สุดการเพิ่มความเร็วลมภายในอาคารใช้เปรียบเทียบความเร็วลมจากช่องทางออก

ผลของแรงเฉื่อยถ้าทางเข้าและทางออกของลมเท่ากันโดยอยู่ในระดับเดียว กัน แรงลมภายในอาคารจะเป็นเส้นตรง โดยแรงดันด้านนอกจะเท่ากัน และถ้าใช้ช่อง เปิด ขนาดไม่เท่ากันในตำแหน่งที่ตรงกันจะเกิดความดันที่แตกต่างกันกระแสลมที่เข้า มาภายในอาคารในลักษณะตั้งฉาก

จะมีลักษณะเหมือนลมก่อนเข้า โดยจะมีแรงเฉื่อย เกิดขึ้นทิศทางกระแสลมจะไม่สมมาตรถ้าถ้าช่องเปิดทางออกอันใดอันหนึ่งถูกบังคับ อยู่ เช่น การปิดหน้าต่าง

ถ้าแบ่งพื้นที่ภายในอาคารเป็นส่วนๆ กระแสลมที่เข้ามาภายในพื้น ที่แต่ละ ช่องเปิด ถ้าเป็นช่องเปิดที่มีขนาดใหญ่ตรงกลางที่มีรูปทรงเรขาคณิตของห้องกระแส ลมจะ เป็นเส้นตรงโดยต้องระวังในส่วนของความเร็วลมและจะเปลี่ยนทิศทางเข้าช้าลง และถ้ามีสิ่งกีดขวางเช่น เฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์ต่าง ๆหรือผนังกั้นภายในโดยตัวให้ความ เร็วลมลดลงได้ ดังนั้นในการวางสิ่งใดในส่วนต่างๆของห้องควรจะจัดวางโดยคำนึงถึงกระแสลมเป็นหลักด้วย

แผงกันกระแสลมเป็นตัวทำให้ลมเกิดการไหลเวียนกลับ (Eddie) โดยจะ เป็นลมหมุนที่ช้าลงเป็นแรงเฉื่อย ความเร็วและทิศทางจะคงที่ไม่ค่อยเปลี่ยน ถ้าผนังที่ กั้นมีลักษณะเดียวกันกระแสลมจะถูกขัดขวางและทำให้ช้าลง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ ขาด การระบายอากาศภายในห้องช้างๆได้ ทิศทางของช่องเปิดทางเข้าออก รวมถึงขนาด ความ กว้าง ใหญ่ของช่องเปิดมีผลกับความเร็วลม ดังที่ได้กล่าวมาแล้วตำแหน่งช่อง ลม ออก ที่ไม่สัมพันธ์กับทิศทางของกระแสลมที่เข้ามาจะทำให้ความเร็วถูกหน่วงให้ ช้าลง ถ้ามีการเปลี่ยนทิศทางของกระแสลม ถ้าให้ช่องทางออกคงที่และให้ช่องทางเข้า ติด ฝ้าอยู่ตรงกลางและอยู่ด้านล่างทิศทางกระแสลมจะขึ้นไปที่ฝ้าแล้วลงต่ำลงมาหรือ อาจ ลง ต่ำถึงพื้นทิศทางของกระแสลมที่พัดควรให้ผ่านบริเวณที่ใช้งานโดยใช้ช่องทาง เจ้าเป็นตัวบังคับแนวกระแสลมภายในทิศทางของช่องเปิดทางเข้ามีผลต่อ กระแสลม โดยที่ด้านนอกอาคารในส่วนที่ใกล้กับช่องเปิดทางเข้าสามารถบังคับทิศทางกระแสลมได้ โดยส่วนที่ยื่นออกมาจากชายคาชายคาของอาคารอาจขัดขวางทิศทางลมในส่วนของ ลมที่จะเข้าไปในช่องเปิด ส่วนที่ยื่นนี้ถ้ามีความแข็ง และอยู่เหนือหน้าต่าง จะมีผลกับ ลม ที่จะพัดผ่านฝ้าเพดาน เพราะว่าผลจากการแยกความดันด้านนอกออกจากส่วนที่ อยู่เหนือขึ้นไปเมื่อลมพัดผ่านไม่วนอยู่อาศัย ผลที่เกิดจะไม่เอื้อกับการได้ประโยชน์ จาก กระแสลม แต่ถ้าใช้ส่วนยื่นในลักษณะเป็นครีบ เป็นช่อง กระแสลมจะ พัดลงต่ำ พอ ดีกับระดับของส่วนที่ใช้งาน ชนิดของช่องเปิดจะมีผล ในการเบี่ยงเบนของกระแสลมที่เข้ามาการระบายอากาศโดยใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกันนั้น อุณหภูมิที่ต่างกันระหว่างภายในห้องกับภายนอกห้อง มีผลกับการระบายอากาศไม่เหมือนกันโดยถ้าเป็น กระ แสลมอบอุ่นจะลอยตัวขึ้นและถูกแทนที่โดยอากาศเย็น อุณหภูมิที่แตกต่างกัน จะ สูงขึ้นเมื่อเกิดความแตกต่างของขนาดช่องเปิดทางเข้าและทางออกมากๆและจะใช้ได้ ผล มากกับการระบายอากาศทางปล่อง

สรุปได้ว่า ช่องเปิดที่ดีไม่ใช่มีแค่เพียงจำนวนมาก หรือขนาดใหญ่เพียง อย่าง เดียว แต่ต้องคำนึงถึงการเจาะช่องเปิดให้สัมพันธ์กับทิศทาง

กระ แสลมเข้าและ ออก จึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด ในการทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดี และช่วยให้เกิด การสบายขึ้นในอาคาร ลมที่พัดผ่านนั้น เป็นได้เพียงตัวพาความเย็นและพาความ ร้อน เ ข้าสู่อาคาร ลมที่พัดผ่านนั้นเป็นได้ทั้งตัวพาความเย็น และพาความร้อนเข้าสู่อาคาร ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาและทิศทางของอาคาร ดังนั้นการใช้ลมพัดผ่านควรใช้ลักษณะของ ลมด้วย เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการเลือกใช้ตามหลักการนั้น การวางอาคารให้ ตั้งฉาก กับทิศทางลม โดยให้มีช่องลมเข้าและช่องลมออก เพื่อให้เกิด cross ventilation จะทำให้ลมเข้าอาคารเต็มที่ แต่ทิศทางลมประจำถิ่นของประเทศไทย ส่วนมาก จะมา กับ ทางเดียวกับแดด คือทิศใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ หรือ ตะวันตก ในการออกแบบอาคาร จึงควรหาทางป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาพร้อมกับลมด้วย เช่น กรวางอาคาร ทำมุมกับทิศทางลมและการลดความร้อนรอบอาคาร

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ

ในการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อให้เกิดการออกแบบที่ดี ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น สิ่งที่ทำให้การระบายอากาศได้ผลตามที่ต้องการ ซึ่งสามารถประมวลและสรุปผลได้ดังนี้

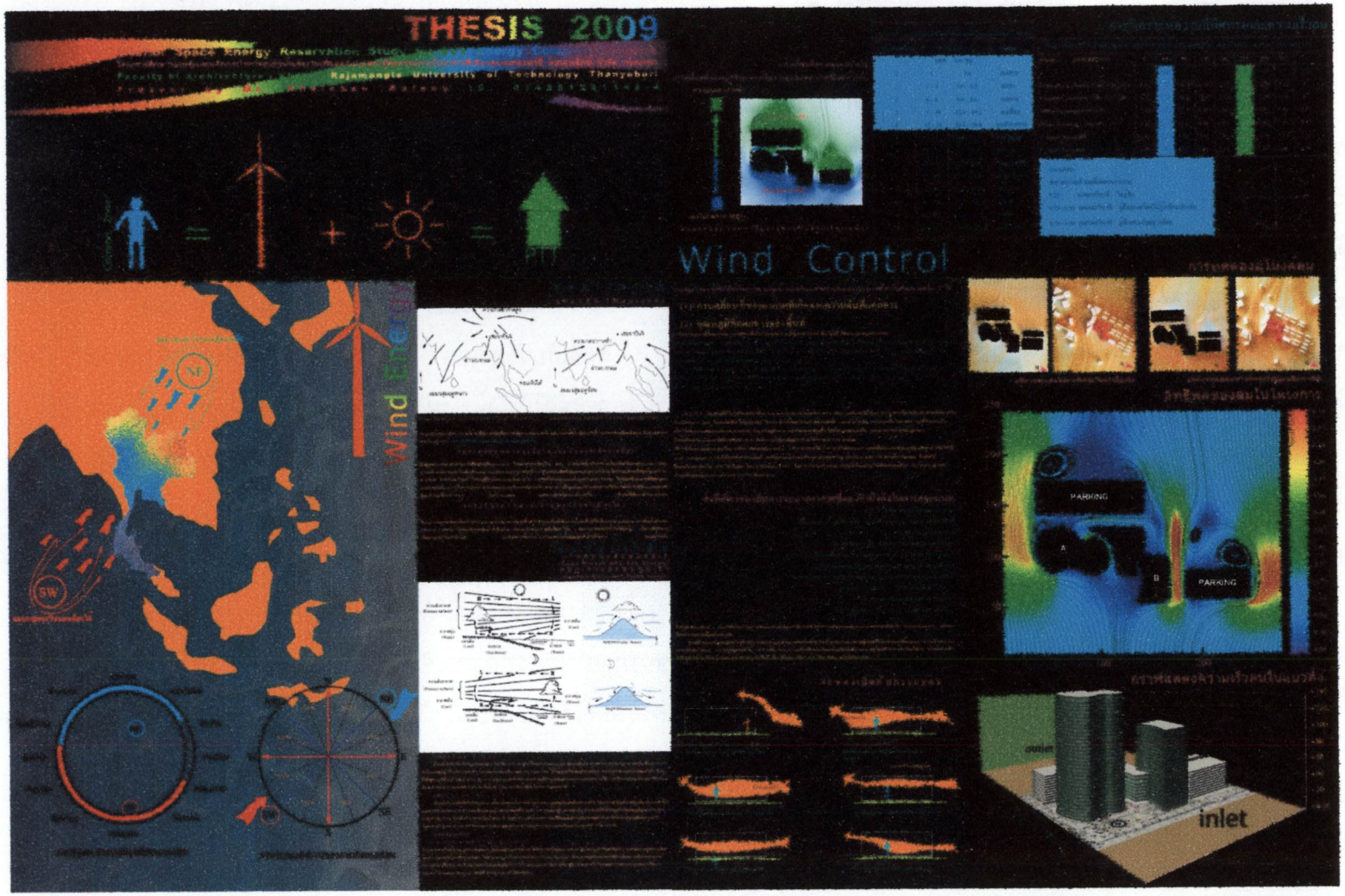
1. พลังจากกระแสลม (แรงลม)
2. อัตราความเร็วลมทั้งหมด และทิศทางของกระแสลม
3. อัตราความกดอากาศ
4. ขนาดช่องเปิด ทั้งช่องทางเข้าและช่องทางออก
5. จำนวนช่องเปิด และสิ่งกรีดขวางภายใน
6. รูปร่างของช่องเปิด และชนิดของช่องเปิด รวมทั้งกันสาด
7. ทิศทางของช่องเปิด กับทิศทางกระแสลมทั้งทางเข้าและทางออก
8. ทิศทาง รูปแบบกระแสลมที่อยู่ภายในอาคาร
9. การกระจายของลมที่พัดผ่านตัวอาคาร
10. ปริมาณกระแสลม (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)

สิ่งที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ เป็นสิ่งที่นำมาใช้ในการพิจารณาถึงปัจจัยและวิธีการที่ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนและพัดพาของกระแสลมต่อไป ความเร็วลมภายในห้องและทิศทางของลมสัมพันธ์กับช่องเปิด

ความเร็วของกระแสลมภายในห้องที่มีการเจาะช่องเปิดที่อยู่ตรงข้ามกันจะมีความเร็วมากกว่าแบบช่องเปิดทางเข้าและทางออกตั้งฉากกัน ความเร็วของกระแสลมที่ดีต้องไม่มาก และไม่น้อยจนเกินไป จะทำให้สิ่งของภายในห้องปลิวกระจัดกระจายได้หรือบางครั้งอาจนำฝุ่นเข้ามาภายในห้องได้ง่าย ส่วนถ้าน้อยเกินไปก็จะทำให้การไหลเวียนของอากาศภายในห้องไม่ดี ต้องใช้อุปกรณ์อื่นๆ ช่วย เช่น พัดลม เครื่องปรับอากาศ

ที่มา : จากการนำเสนอ

ภาพที่ 6.5 แสดงลักษณะของลม



6.2.2 **พลังงานแสงสว่างจากดวงอาทิตย์**

พลังงานแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ แสงสว่างจากดวงอาทิตย์จะมาพร้อมกับกับความร้อนเสมอซึ่งเป็นสิ่งที่เราควรป้องกัน และแสงสว่างมาพร้อมกับเงาเสมอแต่ในเงาจะทำให้อุณภูมิต่ำเสมอ ซึงในการใช้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ก็จะมีทั้งข้อดีและข้อเสียซึ่งเป็นสิ่งที่เราควรป้องกัน

การเกิดแสงจะมี 2 ลักษณะ คือ

1. การเกิดแสงตรง (DIRECT SUN)
2. การเกิดแสงสะท้อน (INDIRECT SUN)

ซึ่งการเกิดแสงตรงจะมาพร้อมกับความร้อนที่มากกว่าการเกิดแสงแบบสะท้อน เพราะความร้อนจะสะท้อนเข้าไปในวัสดุ และสะท้อนแสงที่อุณภูมิต่ำกว่าออกไป

ลักษณะของแสง

แสงธรรมชาติ (Daylightign)

แสงธรรมชาติเป็นแสงที่ได้มาเปล่านำมาใช้ในอาคาร นอกจากไม่เสียค่าใช้จ่ายแล้ว ในเชิงจิตวิทยาแล้ว แสงธรรมชาติส่งผลให้เกิดความรู้สึกมีชีวิตชีวาในการประกอบภารกิจ ช่วยกระตุ้นให้เกิดการตื่นตัวเป็นแสงที่ให้พลังงานคลื่นแสงครบถ้วน โดยวัตถุที่อยู่ภายใต้การส่องสว่างของแสงธรรมชาติจะให้สีของวัตถุที่ถูกต้องที่สุด เมื่อเทียบแสงที่เกิดจากแสงประดิษฐ์ ในแสงธรรมชาติจะมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนได้แก่ แสงแดดตรง (direct sun) และแสงกระจายจากท้องฟ้า (diffuse illuminance) ซึ่งมีความสำคัญต่อการนำมาใช้ในอาคาร

แสงกระจายจากท้องฟ้า (diffuse illuminance) เมื่อพิจารณาสภาพที่ตั้งของประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ในภูมิอากาศเขตร้อนแบบร้อนชื้น (tropical zone) ทำให้มีปริมาณแสงสว่างที่จ้าเกือบตลอดทั้งปี โดยปกติแล้วปริมาณของแสงแดดตรงนั้นมีความ สัมพันธ์กับ ปริมาณ ความส่องสว่างหากปริมาณของแสงแดดตรงนั้นมีความสำคัญกับปริมาณความส่องสว่างหากปริมาณ ของแสงแดดตรงมาก ปริมาณแสงสว่างก็มีค่ามาก เช่นกันการนำแสงสว่างมาใช้ในอาคารให้เกิดประสิทธิ ภาพ ต้องทำการป้องกันแสงแดดตรงที่ส่งผลให้เกิดความร้อน และแสงบาดตา ควรใช้เพียงความส่องสว่าง จากแสงกระจาย

พฤติกรรมของแสงสว่างจากดวงอาทิตย์

เมื่อแสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านตัวกลาง (medium) ชนิดต่างๆ เช่น อากาศ ของเหลว วัตถุโปรงแสง วัตถุทึบ ฯลฯ พฤติกรรมของแสงจะเปลี่ยนไปเมื่อกระทบตัวกลางเหล่านั้น ซึ่งสามารถจำแนกได้ ดังนี้

1. **การดูดกลืน** (Absorption) เป็นปรากฏการที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง และเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงาน โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน (heat)

2. **การสะท้อน** (Reflection) เป็นพฤติกรรมที่แสงตกกระทบตัวกลางแล้วสะท้อนออกโดยที่ความถี่ของคลื่นนั้นไม่เปลี่ยนไป ลักษณะของการสะท้อนสามารถพิจารณาออกได้เป็น

3. **การส่องผ่าน** (Transmission) เกิดขึ้นเมื่อแสงกระทบด้านหนึ่งของตัวกลาง แล้วทะลุผ่านไปอีกด้านหนึ่ง โดยแสงกระทบตัวกลางที่ส่องผ่านได้ แสงบางส่วนอาจถูกดูดกลืนภายในวัตถุ และสะท้อนออก ส่วนที่เหลือจะส่องผ่าน สรุปได้ว่า ปริมาณของแสงทั้งหมดที่ตกกระทบวัตถุในส่วนหนึ่ง จะประกอบด้วยการดูดกลืน กรสะท้อน และการส่องผ่านของแสง

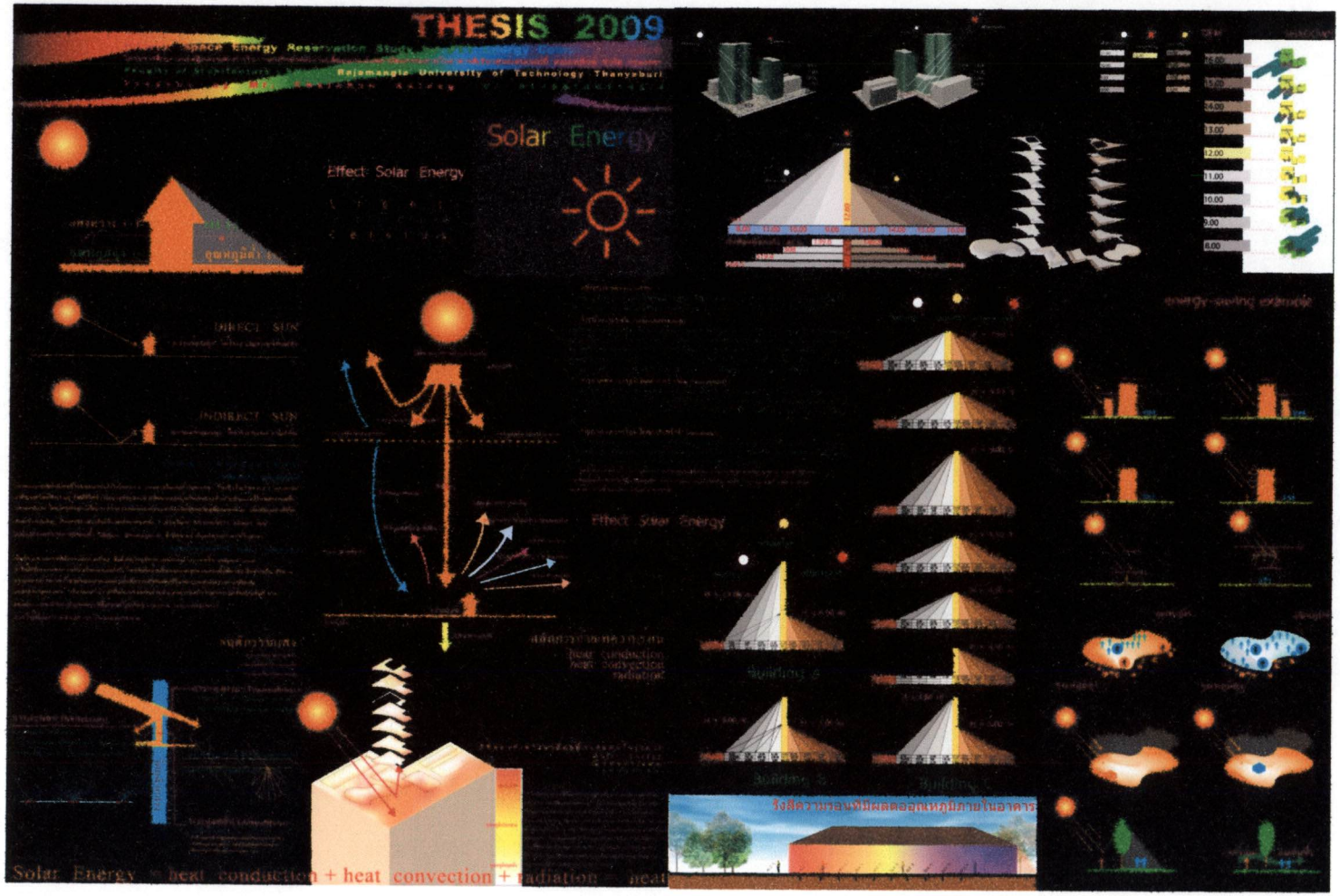
หลักการถ่ายเทความร้อน

ความร้อนจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ การถ่ายเทความ ร้อน (heat transfer) แบ่งออกได้เป็น 3 วิธีคือ การนำ ความร้อน (heat conduction) การพาความร้อน (heat convection) และการแผ่รังสีความร้อน (radiation)

ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ล้วนเป็นลักษณะของแสง และเป็นความร้อนที่มากับแสงจากดวงอาทิตย์ เมื่อเรารู้แล้วในการออกแบบเราสามารถออกแบบเพื่อตอบสนองพฤติกรรมของแสงได้

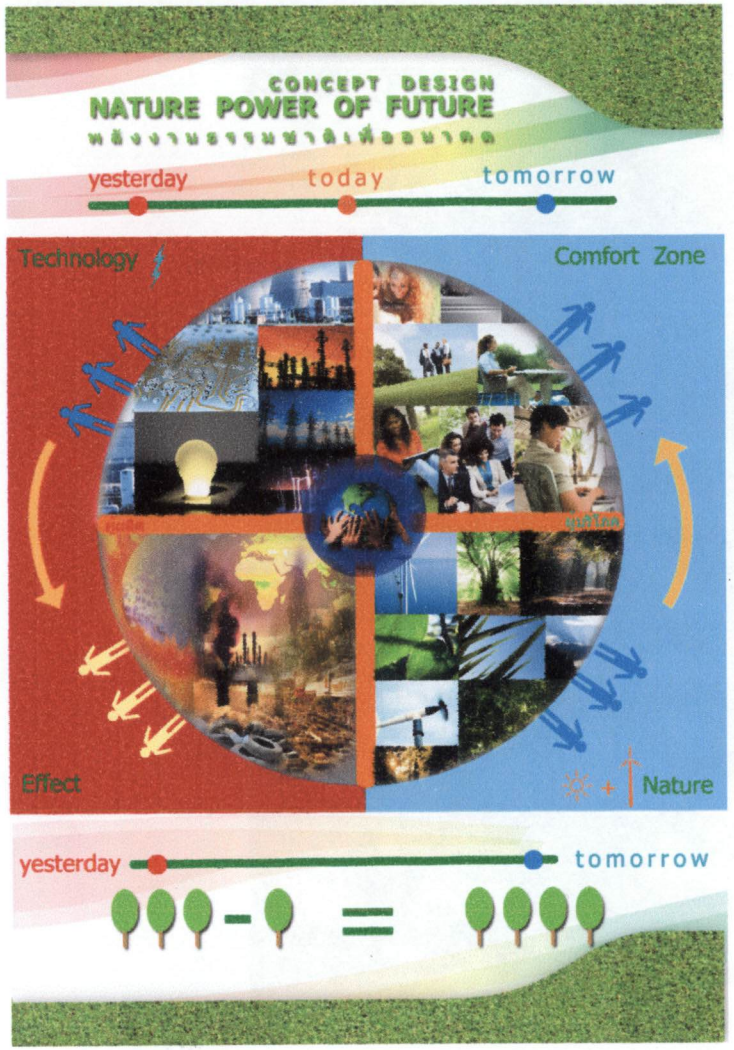
รังสีความร้อนที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในอาคารจากการทดลองพบว่าแสงจากดวงอาทิตย์ส่งผลต่ออุณภูมิ คือ แสงจะมาพร้อมกับความร้อนที่ค่อนข้างสูงและความร้อนจะสามารถเข้าไปในอาคารได้ด้วยการนำความร้อนจากวัสดุ การแพร่รังสีความร้อนจาก อากาศ การพาความร้อน ซึ่งอุณหภูมิผิวอาคาร จะสูง และค่อยๆ ลดลงเป็นระยะตามแนวความลึกของอาคาร จนอุณภูมิหยุดนิ่งเป็นอุณภูมิห้อง เราจึงควรป้องกันความร้อนที่ผิวอาคารเพื่อลดความร้อนในแนวยาวของอาคารให้ความร้อนเข้าไปในอาคารได้น้อยลงและเป็นการลดการใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศอันเป็นสาเหตุจากความร้อนนอกอาคาร

ภาพที่ 6.6 แสดงลักษณะของแสงจากดวงอาทิตย์ และการทดลองแสงใน อาคาร



ที่มา : จากการนำเสนอ

ภาพที่ 6.7 แสดงแนวความคิดในการออกแบบ



ที่มา : จากการนำเสนอ

6.3 แนวความคิดในการออกแบบ

แนวความคิดในการออกแบบ คือ พลังงานธรรมชาติเพื่ออนาคต (NATURE POWER OF FUTURE) เป็นแนวทางการใช้พลังงานธรรมชาติเพื่อการออกแบบ ทดแทนการใช้เทคโนโลยีในการอนุรักษ์พลังงาน อันทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

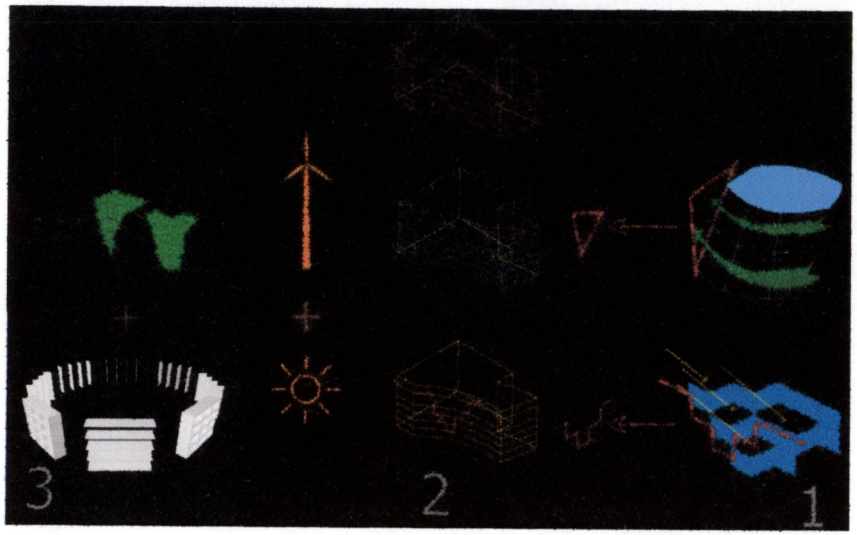
จากเมื่อก่อนที่เราใช้เทคโนโลยีในการออกแบบ ซึ่งเป็นผลดีและผลเสีย ผลดี คือ เทคโนโลยีมีความสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งทำให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ดี แต่การใช้เทคโนโลยีทำให้เกิดการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมระยะยาว

ปัจจุบัน เราควรเลือกใช้เราควรคำนึงสภาพแวดล้อมเป็นหลัก เพราะสภาพแวดล้อมเป็นตัวชี้วัด ความเจริญของสังคม เป็นสังคมที่อุดมสมบูรณ์

สภาพแวดล้อมเป็นตัวชี้วัดการใช้พลังงาน พลังงานธรรมชาติเป็นพลังงานที่ได้มาฟรีๆ โดยไม่มีค่าใช้จ่าย ทำให้การใช้พลังงานธรรมชาติไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางธรรมชาติ

ยกตัวอย่าง การใช้พลังงานจาก 4 ส่วนใช้ไป 1ส่วน แต่หากใช้พลังงานธรรมชาติจะทำให้ พลังงาน จะเพิ่มมากขึ้นนั่นบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ ของสภาพแวดล้อม

ภาพที่ 6.8 แสดงแนวความคิดในตัดอาคารให้เหมาะกับการใช้ลมและแสงสว่าง

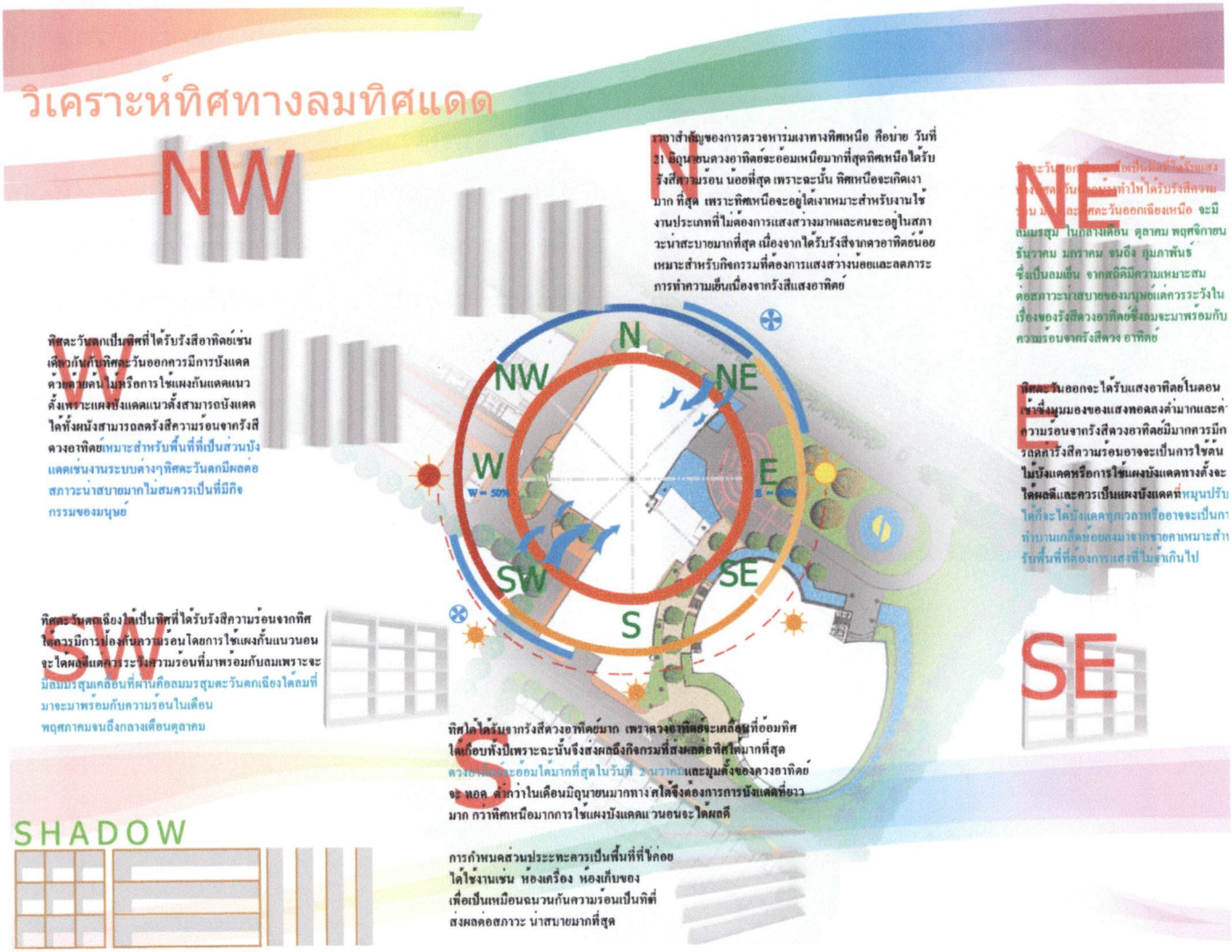


ที่มา : จากการวิเคราะห์

6.4 แสดงการออกแบบทางสถาปัตยกรรมภายใน

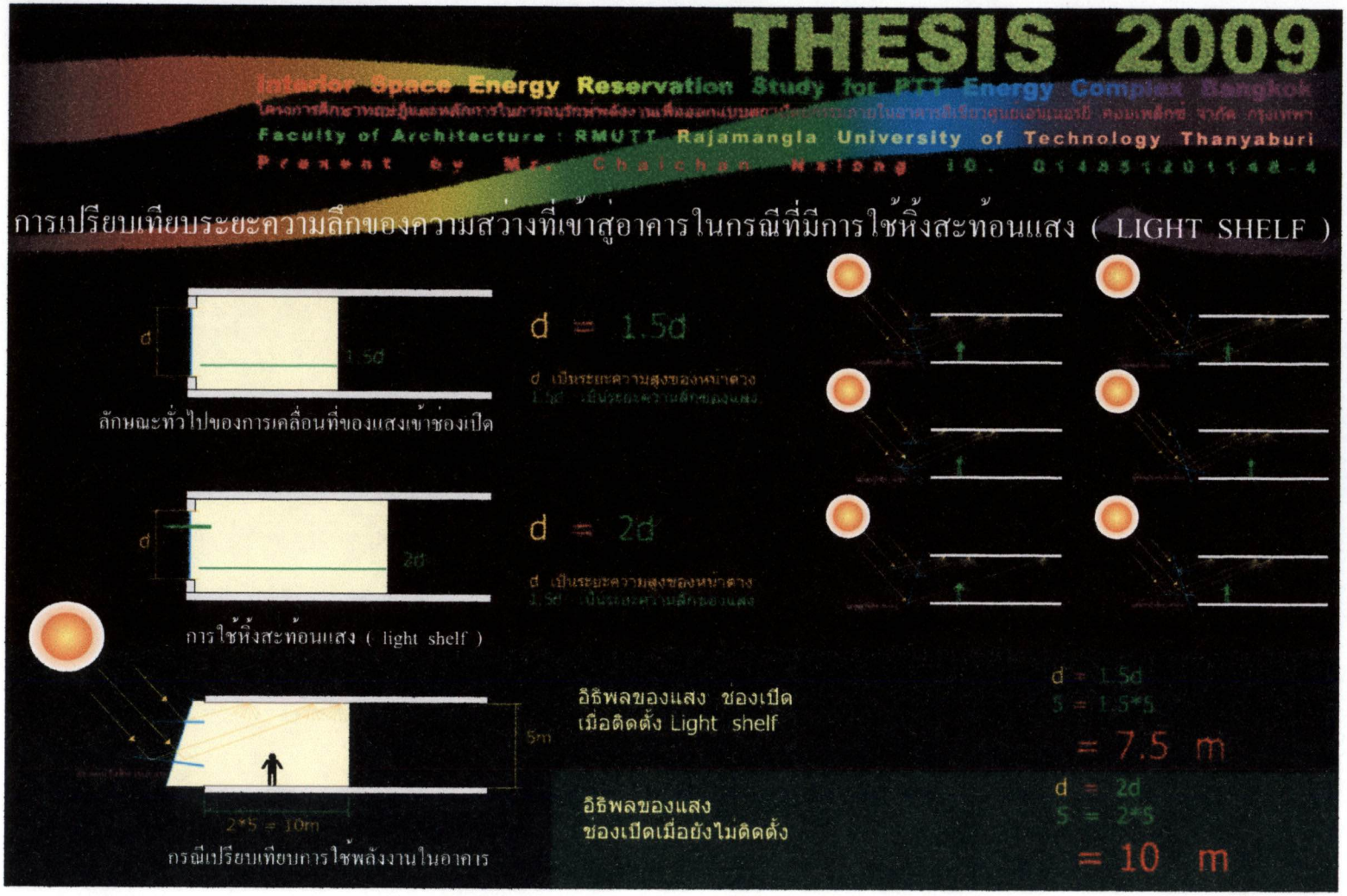
ในการออกแบบทางสถาปัตยกรรมภายใน รูปแบบอาคารมีความสำคัญต่อการออกแบบเกี่ยวกับการใช้พลังงานธรรมชาติ จึงมีการตัดอาคารบางส่วนเพื่อให้เกิดลมและการกระจายแสงเข้าไปในอาคารได้เป็นอย่างดี รวมกับการใช้ฟิลล์กันแดด ซึ่งการใช้ฟิลล์กันแดด มีการเลือกใช้ตามลักษณ์ที่แตกต่างกันตามทิศต่างๆ ซึ่งคำนึงถึง ทิศทางการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ซึ่งทำให้เกิดความร้อน ทิศทางของการเกิดลม

ภาพที่ 6.9 แสดงการใช้ฟิลล์กันแดดตามทิศต่างๆ



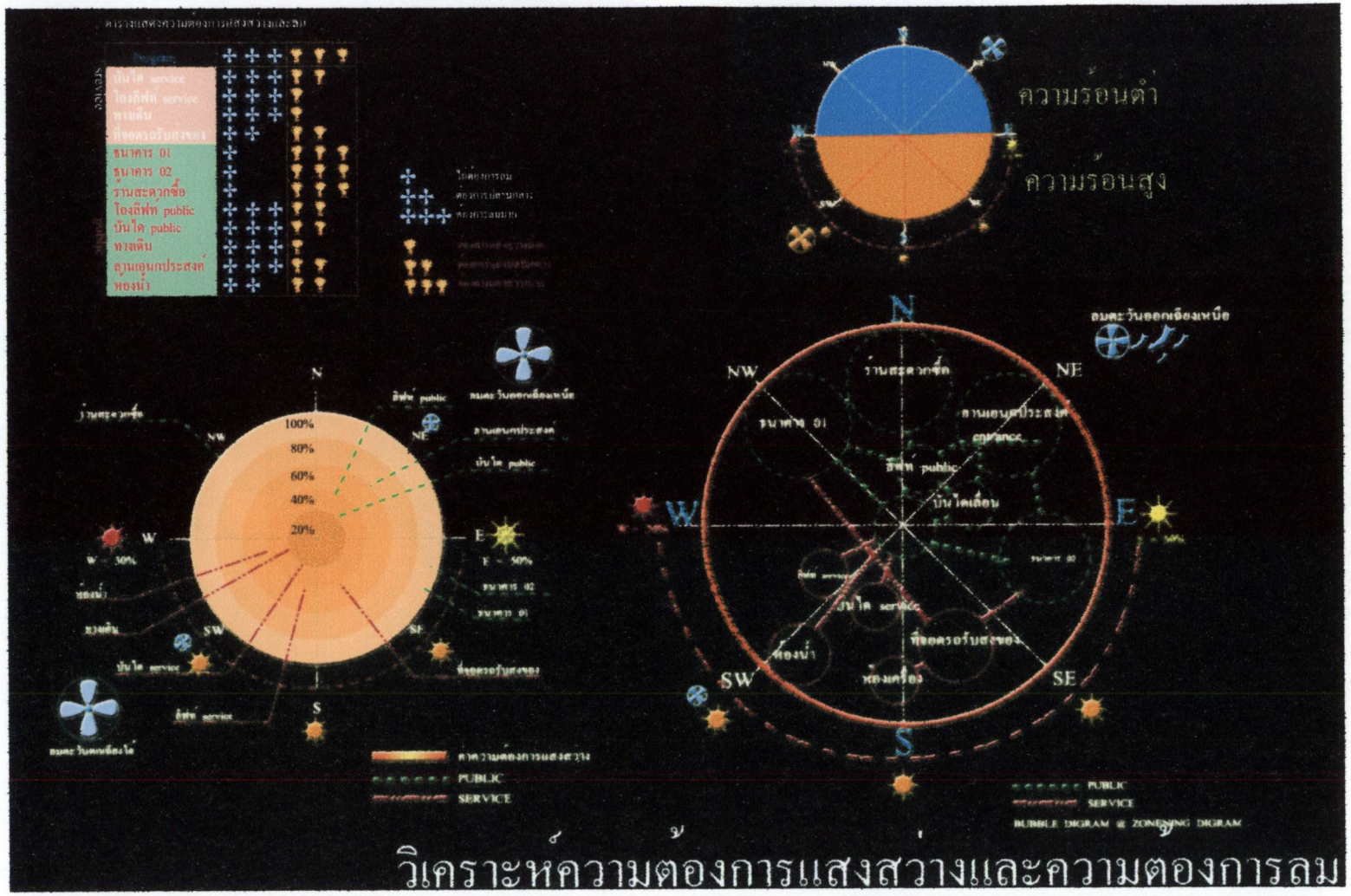
ที่มา : จากการวิเคราะห์

ภาพที่ 6.10 แสดงการเปรียบเทียบการใช้หิ้งสะท้อนแสง



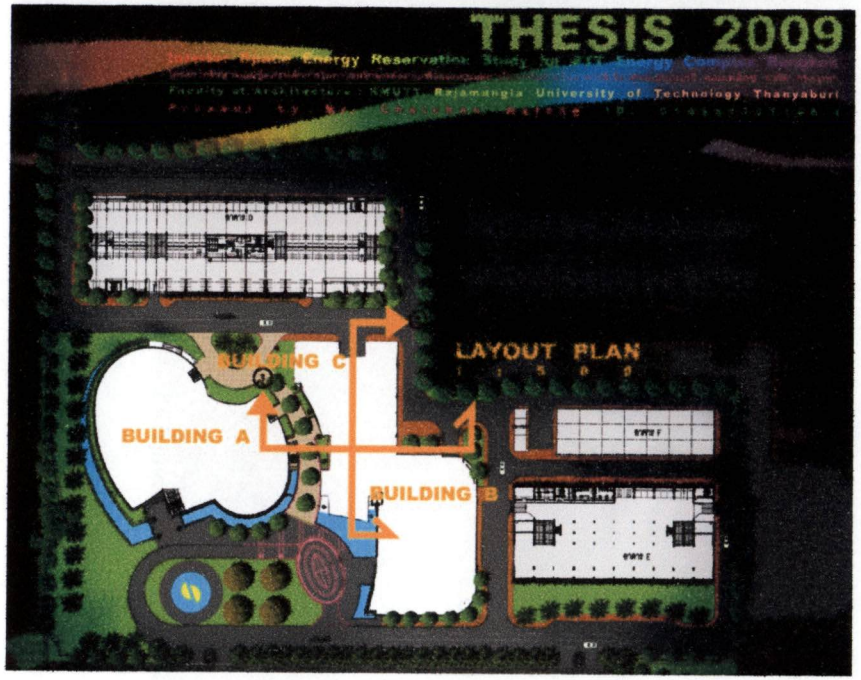
ที่มา : จากการวิเคราะห์

ภาพที่ 6.11 แสดงการวิเคราะห์การวางแปลนอาคารคำนึงถึงการใช้ แสงและลม



ที่มา : จากการวิเคราะห์

ภาพที่ 6.12 **แสดงการจัด** LAYOUT PLAN



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ ประกอบด้วยกลุ่มอาคาร ด้านอาคารสำหรับกลุ่มธุรกิจพลังงาน และกระทรวงพลังงาน โดยกลุ่มอาคารมีทั้งหมด 6 อาคาร ดังนี้

อาคาร A เป็นอาคารสำหรับเช่าประกอบการของกลุ่มธุรกิจทางด้านพลังงาน เพื่อการติดต่อสื่อสารกันอย่างรวดเร็วขององค์กรทางด้านพลังงาน

อาคาร B เป็นอาคารเป็นที่ตั้งของกระทรวงพลังงาน

อาคาร C เป็นอาคารบริการผู้มาใช้โครงการ

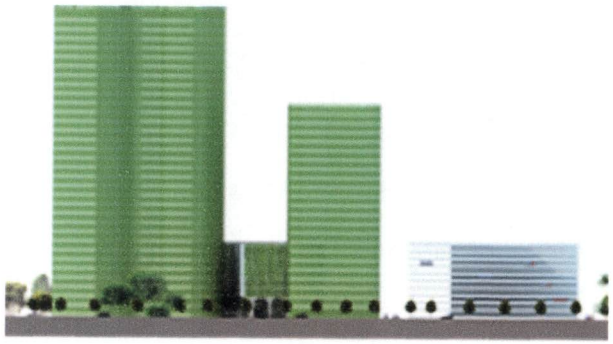
อาคาร D และ E อาคารจอดรถสำหรับผู้มาใช้โครงการ

อาคาร F เป็นอาคารงานระบบ ตัวควบคุมงานระบบพลังงานต่างๆ

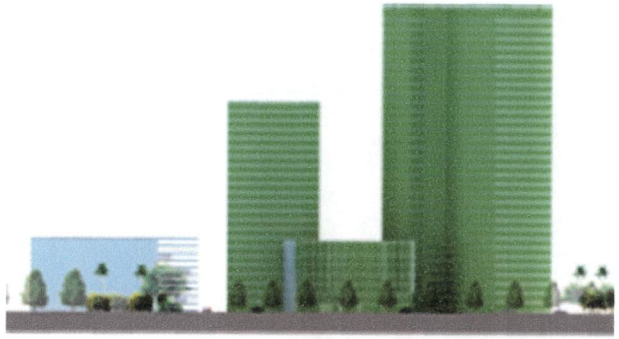
ภาพที่ 6.13 แสดง FURNITURE FLOOR PLAN

ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

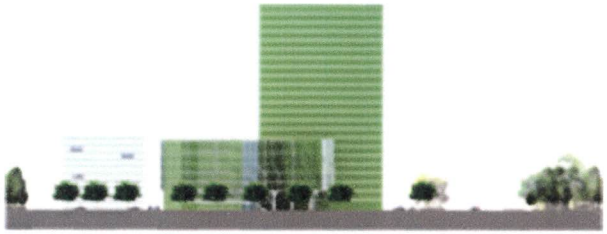
ภาพที่ 6.14 แสดงรูปด้านภายนอกตัวอาคาร



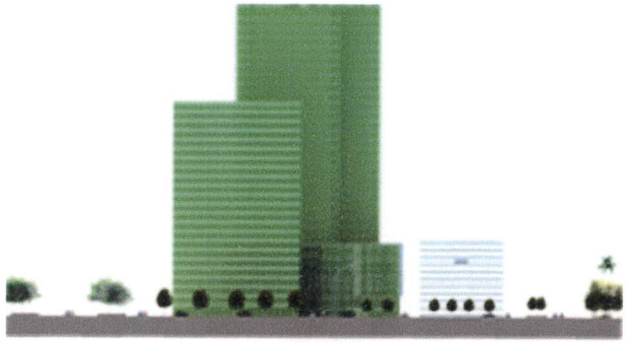
ELEVATION A



ELEVATION C



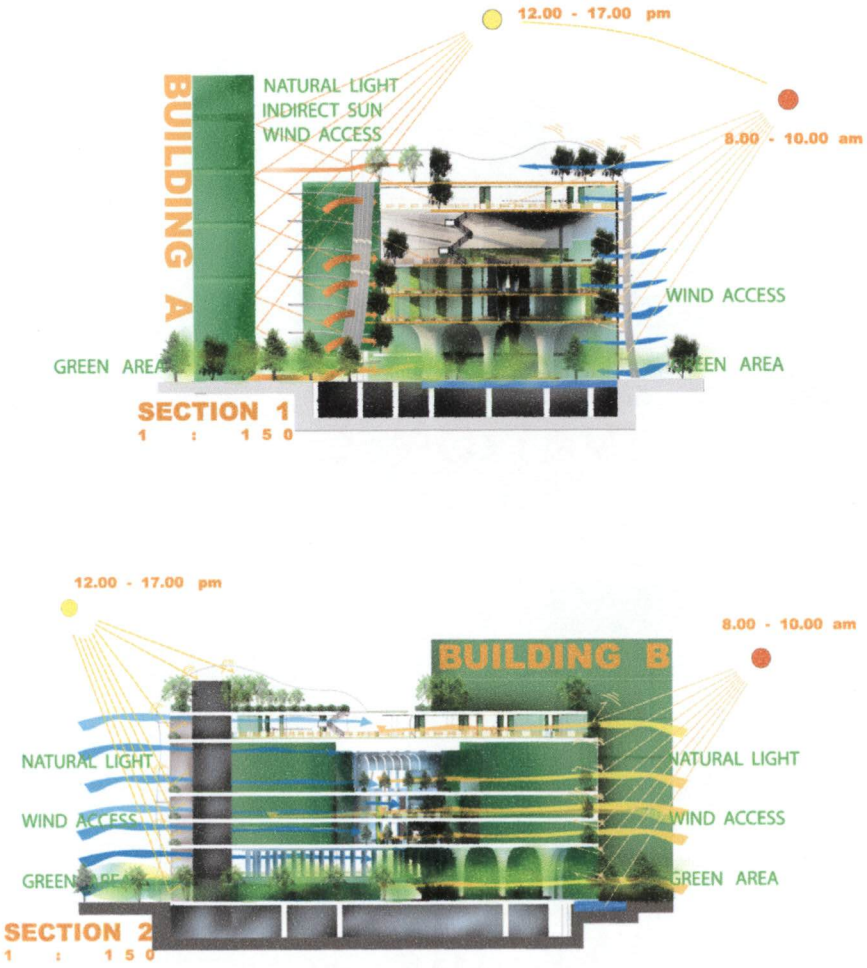
ELEVATION B



ELEVATION D

ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.15 แสดงรูปตัดของอาคารเกี่ยวกับการใช้แสงธรรมชาติและลม



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ผลงานการออกแบบ

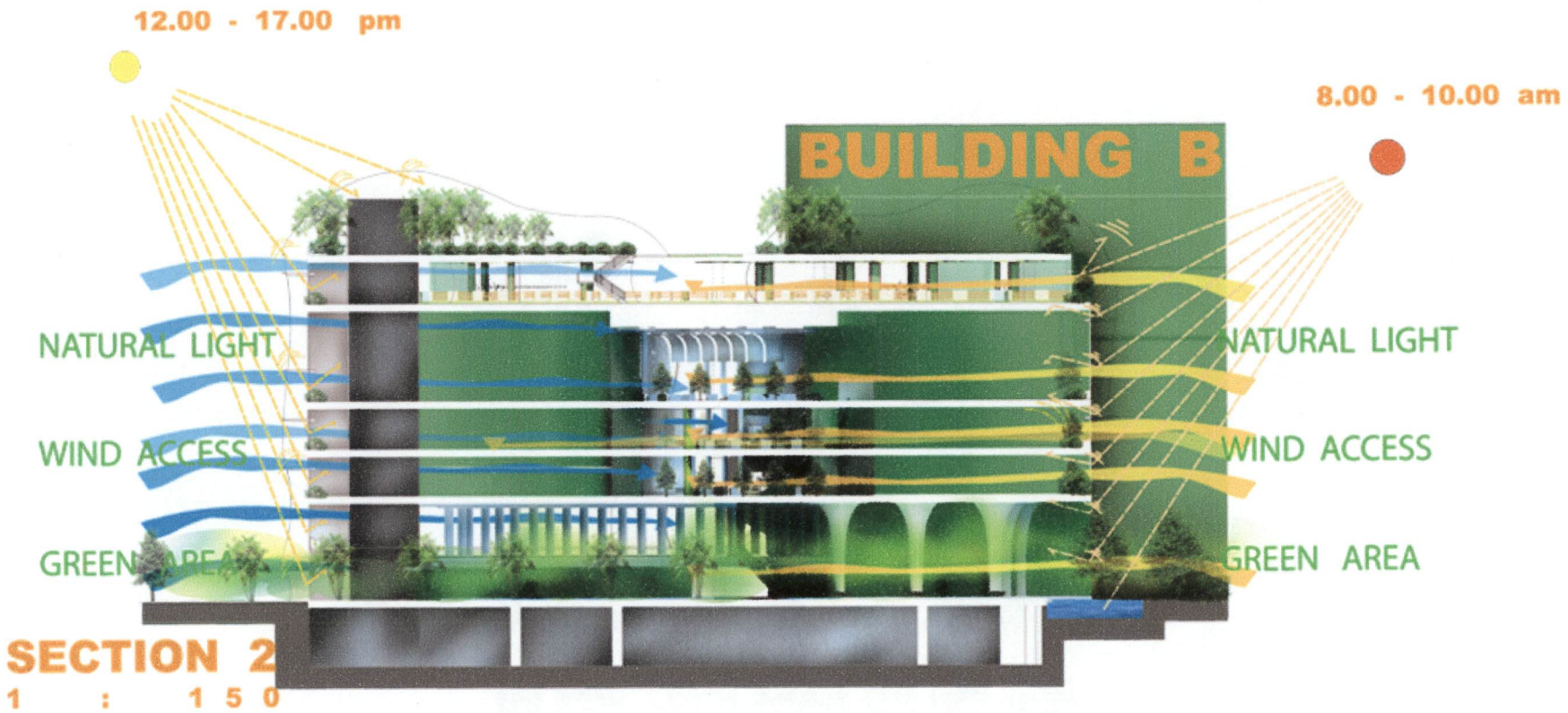
จากการออกแบบโดยการตัดอาคารบางส่วนเพื่อการที่จะมีการใช้แสงเข้ามาในอาคาร โดยการใช้รูปแบบอาคารที่เหมาะสมกับอาคารที่ถูกบังแสง ดังตัวอย่างข้างต้น
โดยมีฟิลล์ เพื่อสะท้อนแสงสว่างเข้าในอาคาร และเป็นตัวเปลี่ยนทิศทางลมให้เข้าอาคารด้วย ซึ่งการออกแบบดังกล่าว จะสามารถประหยัดพลังงานได้ เช่น พลังงานแสงสว่างจากดวงอาทิตย์แสงสว่างจากดวงอาทิตย์สามารถเข้าได้ไกลขึ้น ดูตัวอย่างการใช้หิ้งสะท้อนแสง ที่สามารถสะท้อนแสงเข้าได้มากขึ้น

ลมสามารถใช้แผงกันลมเพื่อเป็นตัวเปลี่ยนทิศทางของลมได้ มีการตัดพื้นที่บางส่วนเพื่อ ใช้ลมแทนการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศ โดยคำนึงถึงความต้องการลมของพื้นที่ ที่ต้องการลม และกำหนดช่องลมเข้าและลมออกไปใช้ สามารถทำให้พื้นที่เกิดความกดอากาศที่แตกต่างกันได้เพื่อสารถกำหนดความเร็วลมในพื้นที่นั้นได้

ภาพที่ 6.16 แสดง SECTION 1

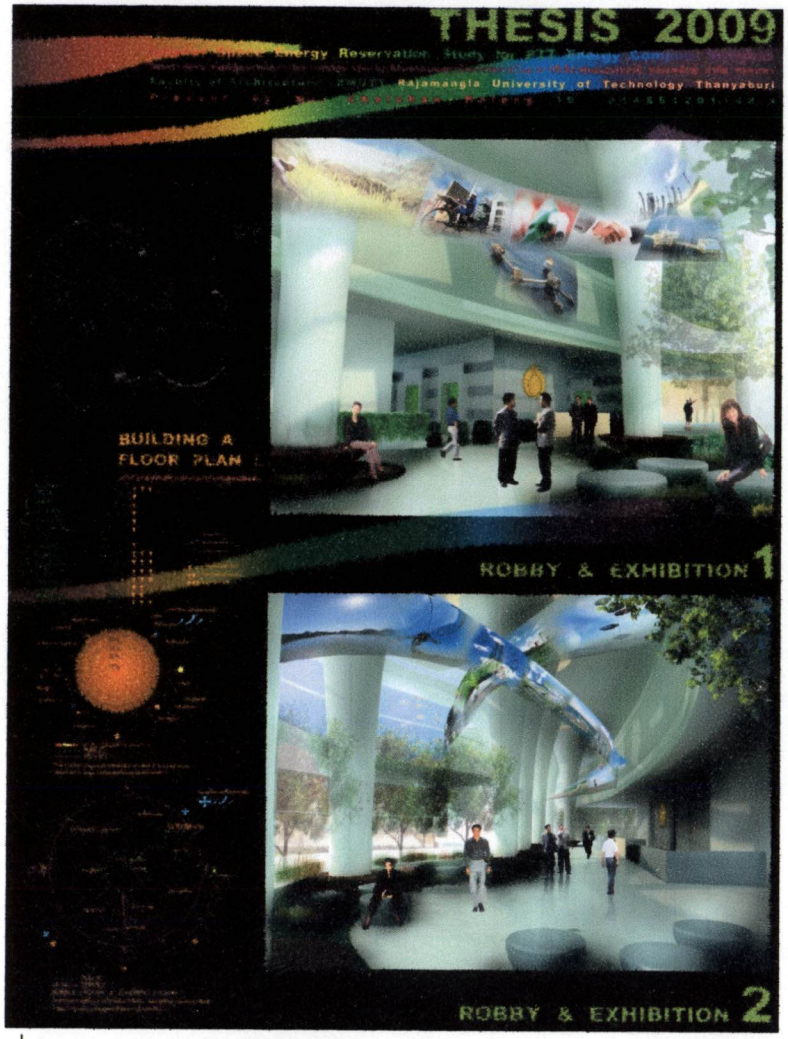
ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.17 แสดง SECTION 2



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.18 แสดงการออกแบบอาคาร A



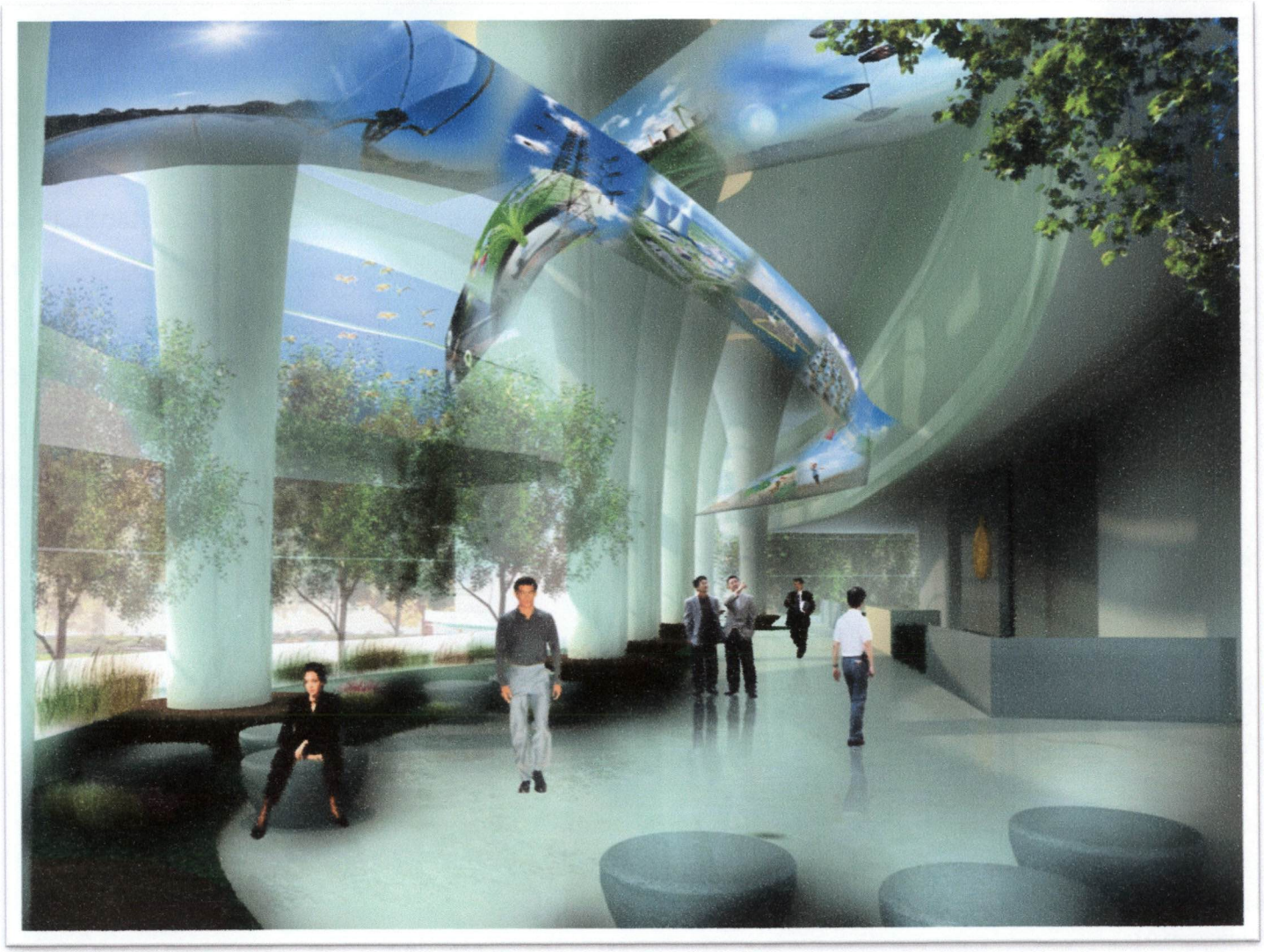
ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

การออกแบบอาคาร A ซึ่งเป็นส่วนของ Robby และ Exhibition

การออกแบบโดยเน้นการใช้สีขาวเป็นหลักเพราะสีขาวสามารถสะท้อนแสงได้เป็นอย่างดี

โดยออกแบบโดยการนำธรรมชาติมาใช้เสาเป็นรูปแบบเสมือนต้นไม้ใหญ่และมีที่นั่งที่รู้สึกสบายๆ เน้นบรรยากาศ แต่งแต้มโดยสีเขียวจากต้นไม้ Exhibition สามารถปรับเปลี่ยนการจัดแสดงได้เนื่องจาก กลุ่มผู้ใช้อาคารส่วนใหญ่เป็นพนักงานในอาคารจึงต้องการให้ผู้ใช้งานสามารถรับรู้ถึงการจัดนิทรรศการได้อย่างทั่วถึง โดยรู้สึกถึงการเคลื่อนไหวสามารถมองเห็นได้ทุกมุม ตามทางเดิน และที่นั่งต่างๆ ผู้ใช้อาคารสามารถรับรู้ถึงความฝันและมีจินตนาการตาม รู้สึกไกล้ชิดธรรมชาติ

ภาพที่ 6.19 แสดงทัศนียภาพส่วน Robby และ Exhibition



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.20 แสดงการออกแบบภายนอกอาคารและอาคาร C ชั้น L

ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

โดยมีฟิลล์ เพื่อสะท้อนแสงสว่างเข้าในอาคาร และเป็นตัวเปลี่ยนทิศทางลมให้เข้าอาคารด้วย ซึ่งการออกแบบดังกล่าว จะสามารถประหยัดพลังงานได้ เช่น พลังงานแสงสว่างจากดวงอาทิตย์แสงสว่างจากดวงอาทิตย์สามารถเข้าได้ไกลขึ้น ดูตัวอย่างการใช้หิ้งสะท้อนแสง ที่สามารถสะท้อนแสงเข้าได้มากขึ้น

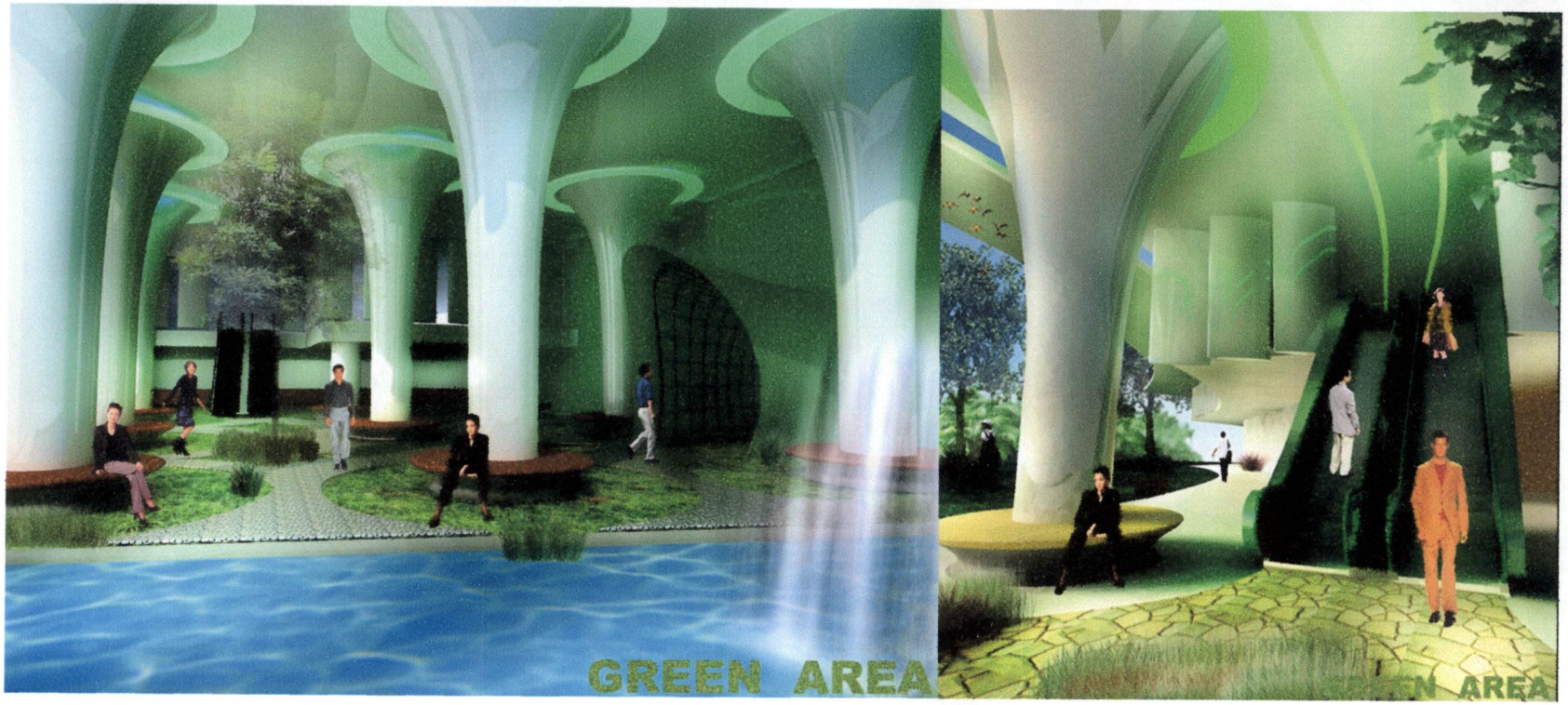
ลมสามารถใช้แผงกันลมเพื่อเป็นตัวเปลี่ยนทิศทางของลมได้ มีการตัดพื้นที่บางส่วนเพื่อ ใช้ลมแทนการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศ โดยคำนึงถึงความต้องการลมของพื้นที่ ที่ต้องการลม และกำหนดช่องลมเข้าและลมออกไปใช้ สามารถทำให้พื้นที่เกิดความกดอากาศที่แตกต่างกันได้เพื่อสารถกำหนดความเร็วลมในพื้นที่นั้นได้

ส่วนพื้นที่ชั้น L อาคาร C มีการออกแบบโดยมีน้ำตกด้านหน้าเพื่อให้ลมพัดพาความเย็นเข้าอาคารให้เป็นการเกิดความเย็นให้กับอาคาร ให้ความรู้สึกเหมือนอยู่กับธรรมชาติการใช้วัสดุโดยใช้วัสดุที่ไม่ดูดซับความร้อน

ภาพที่ 6.21 แสดงการออกแบบภายนอกอาคาร

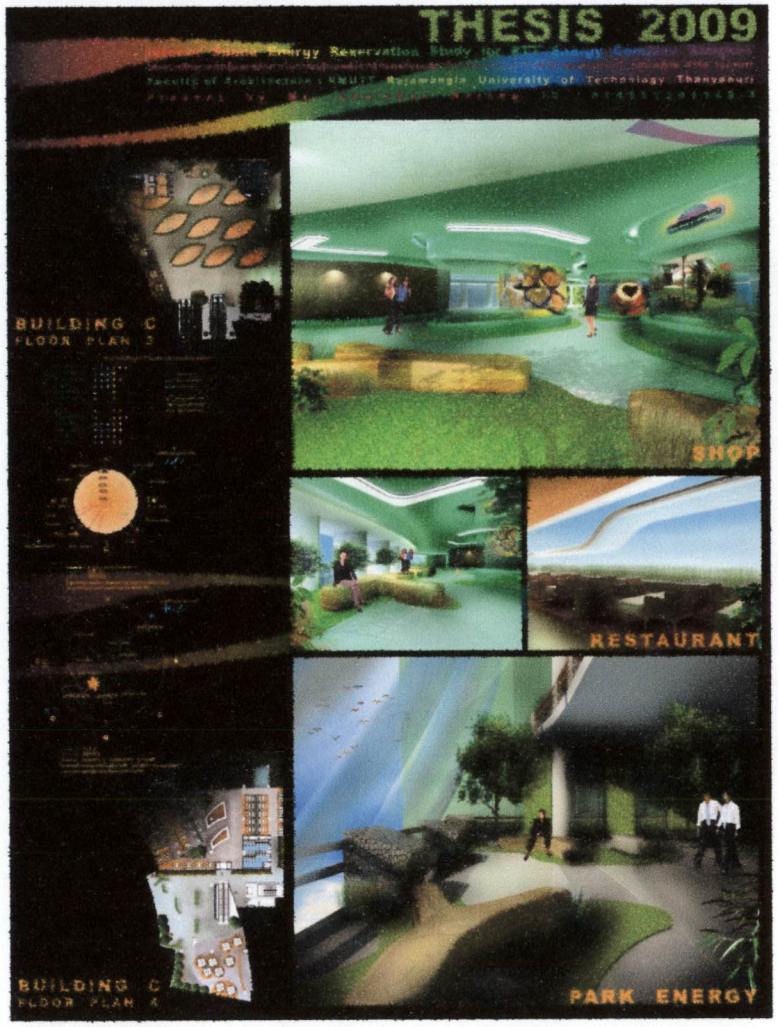
ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.22 แสดงภาพบรรยากาศชั้น L อาคาร A



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.23 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบอาคาร C ชั้น 3 และชั้น 4



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ผลงานการออกแบบ

การออกแบบอาคารชั้น 3 เป็นส่วนของการจัดพื้นที่ในส่วนของพื้นที่ร้านสะดวกซื้อ การออกแบบจึง มีการใช้ระบบการทำความเย็น 2 ระบบคือ คือ ระบบปรับอากาศด้วยการทำความเย็น ในส่วนของพื้นที่ร้านค้า และในส่วนของพื้นที่ทางเดินเป็นการใช้ลมเพื่อทำความเย็น โดยการออกแบบที่ร้านค้าให้เป็นวงรีเพื่อให้พื้นที่ได้รับลมโดยไม่ทำให้เกิดพื้นที่ที่มีความอับลม

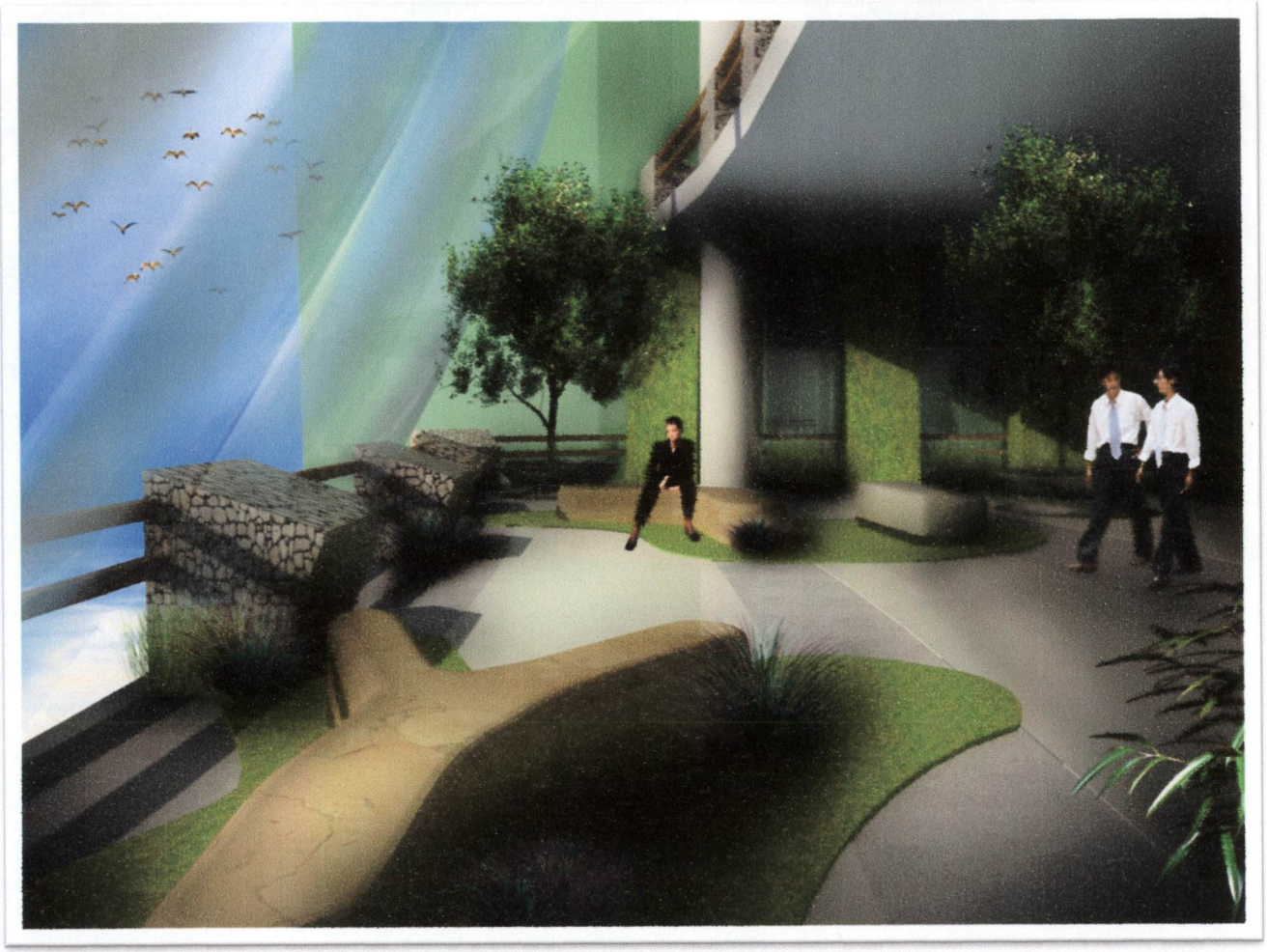
การออกแบบเน้นให้มีพื้นที่นั่งพักเหมือนนั่งตามร่มไม้ โดยสร้างบรรยากาศสีเขียวให้มีความใกล้ชิดกับธรรมชาติ ปรับความกดอากาศของพื้นที่ได้เพื่อเพิ่มลดความเร็วลมให้ลมสามารถใช้งานได้อย่างสม่ำเสมอ

การออกแบบชั้น 4 เป็นส่วนของร้านอาหาร ออกแบบในส่วนทางเดินที่เป็นส่วนกลางเพื่อเปิดรับลม มีแผงสะท้อนลมให้เคลื่อนที่ผ่านสามารถปรับความกดอากาศได้ จากการตัดพื้นที่อาคารทำให้มีแสงสามารถเข้ามาในอาคารได้และความร้อนเข้ามาในอาคารได้น้อยมาก ส่งผลต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์เป็นอย่างมาก

ภาพที่ 6.24 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบส่วนร้านสะดวกซื้อ

ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

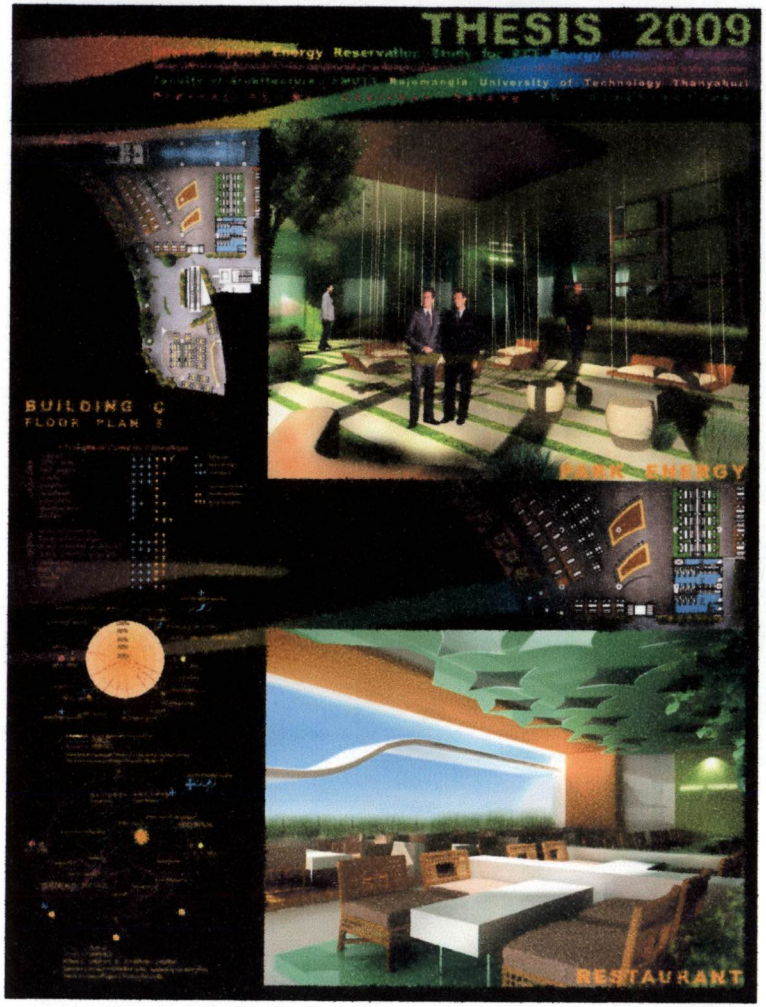
ภาพที่ 6.25 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบส่วนพื้นที่ PARK ENERGY



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ผลงานการออกแบบ

ภาพที่ 6.26 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบอาคาร C ชั้น 5



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

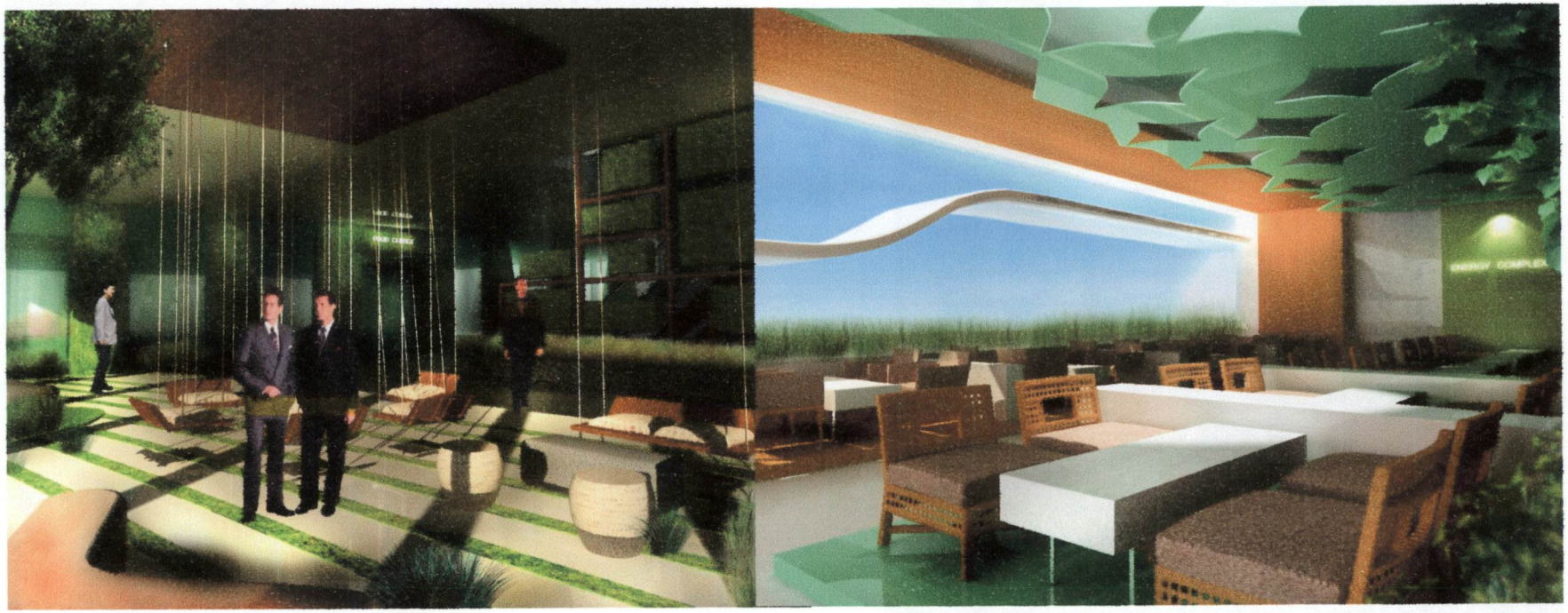
การออกแบบพื้นที่ชั้น 5 ในส่วนของ PARK ENERGY เน้นบรรยากาศสื่อถึงสิ่งแวดล้อม และความสนุกสนาน โดยพื้นที่นั่งเล่นเป็นการใช้ชิงช้าเพื่อให้รู้สึกการสนุกสนาน และร่มรื่นด้วนต้นไม่ใบหญ้าที่

พื้นที่นั่งรับประทานอาหารมีการจัดพื้นที่ที่เป็นส่วนการทำอาหารและส่วนบริการต่างๆ ไว้ส่วนพื้นที่เดียวกันเพื่อไม้ให้เป็นการการขยายความร้อนสู่พื้นที่ต่างๆ

การออกแบบพื้นที่ส่วนร้านอาหาร โดยการเลือกใช้วัสดุที่เอามาจากธรรมชาติเช่นโต๊ะทำมาจากไม้ เก้าอี้เป็นเก้าอี้ที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ

การจัดพื้นที่ วิเคราะห์การจัดโดยคำนึงถึงความต้องการลม และแสงสว่างเป็นหลัก

ภาพที่ 6.27 แสดงภาพบรรยากาศส่วนทางเข้าร้านอาหาร และ ส่วนร้านอาหาร



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.28 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบอาคาร C ชั้น 6

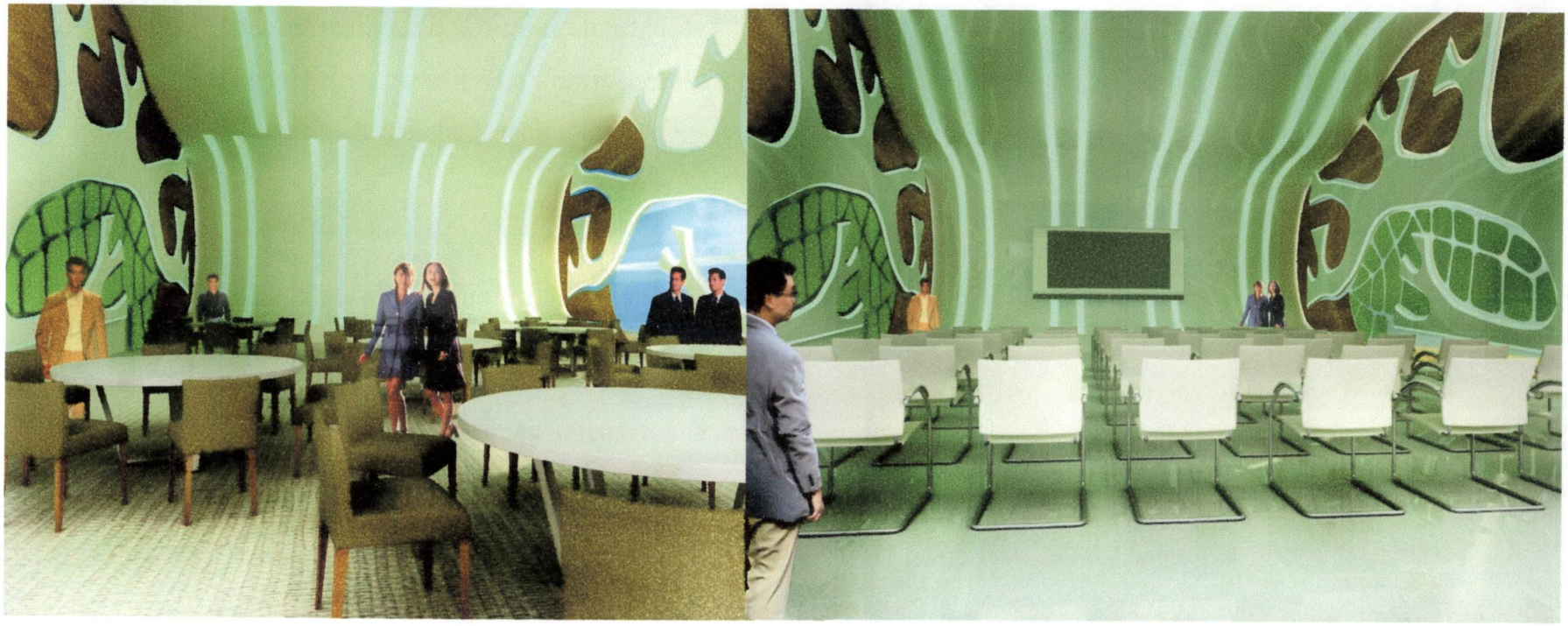
ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

การออกแบบพื้นที่ต้อนรับห้องประชุมใช้สีเขียวเข้ามาสร้างบรรยากาศ มีชิงช้าสวรรณเป็นที่นั่งรู้สึกเหมือนอยู่ใต้ต้นไม้ มีที่นั่งและสนามหญ้ารู้สึกสบายๆ ฝ้าเป็นแบบท้องช้างเพื่อให้แสงสามารถกระทบได้ง่าย และกระจายแสงสู่บรรยากาศ ได้เป็นอย่างดี มีพื้นที่ห้องประชุม 3 ห้อง สามารถปรับเปลี่ยนพื้นที่แต่ละห้องได้เพื่อการใช้งานที่แตกต่างกันไป ห้องประชุม

ภาพที่ 6.29 แสดงภาพบรรยากาศส่วนต้อนรับห้องประชุม

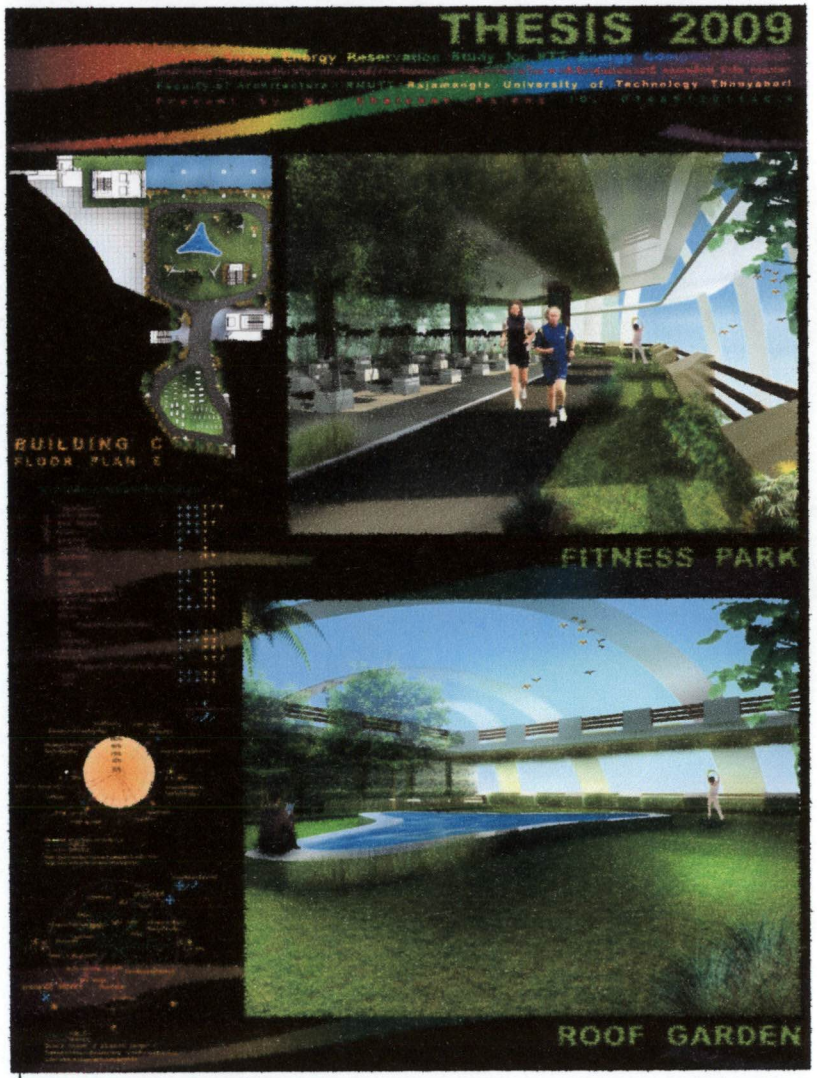
ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.30 แสดงภาพบรรยากาศส่วนห้องประชุม



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.31 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบอาคาร C ชั้น 8



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

การออกแบบพื้นที่ 8 เป็นส่วนของฟิตเนสส่วนออกกำลังกายมีการออกแบบให้พื้นที่เป็นพื้นที่รับลม โดยใช้ลมธรรมชาติเข้าไปในพื้นที่ และจากการวิเคราะห์การออกกำลังกาย การออกกำลังกายแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. การออกแบบโดยใช้เครื่องออกกำลังกาย
2. การออกแบบโดยไม่ใช้เครื่องออกกำลังกาย

การแบ่งพื้นที่จึงเป็นดังนี้ พื้นที่ที่ใช้ออกกำลังกายโดยเครื่อง และพื้นที่วิ่งรอบอาคารโดยรอบ และพื้นที่นั่งอ่านหนังสือ หรือออกกำลังกายโดยการเล่นโยคะ หรือพื้นที่นั่งพักผ่อนต่างๆ

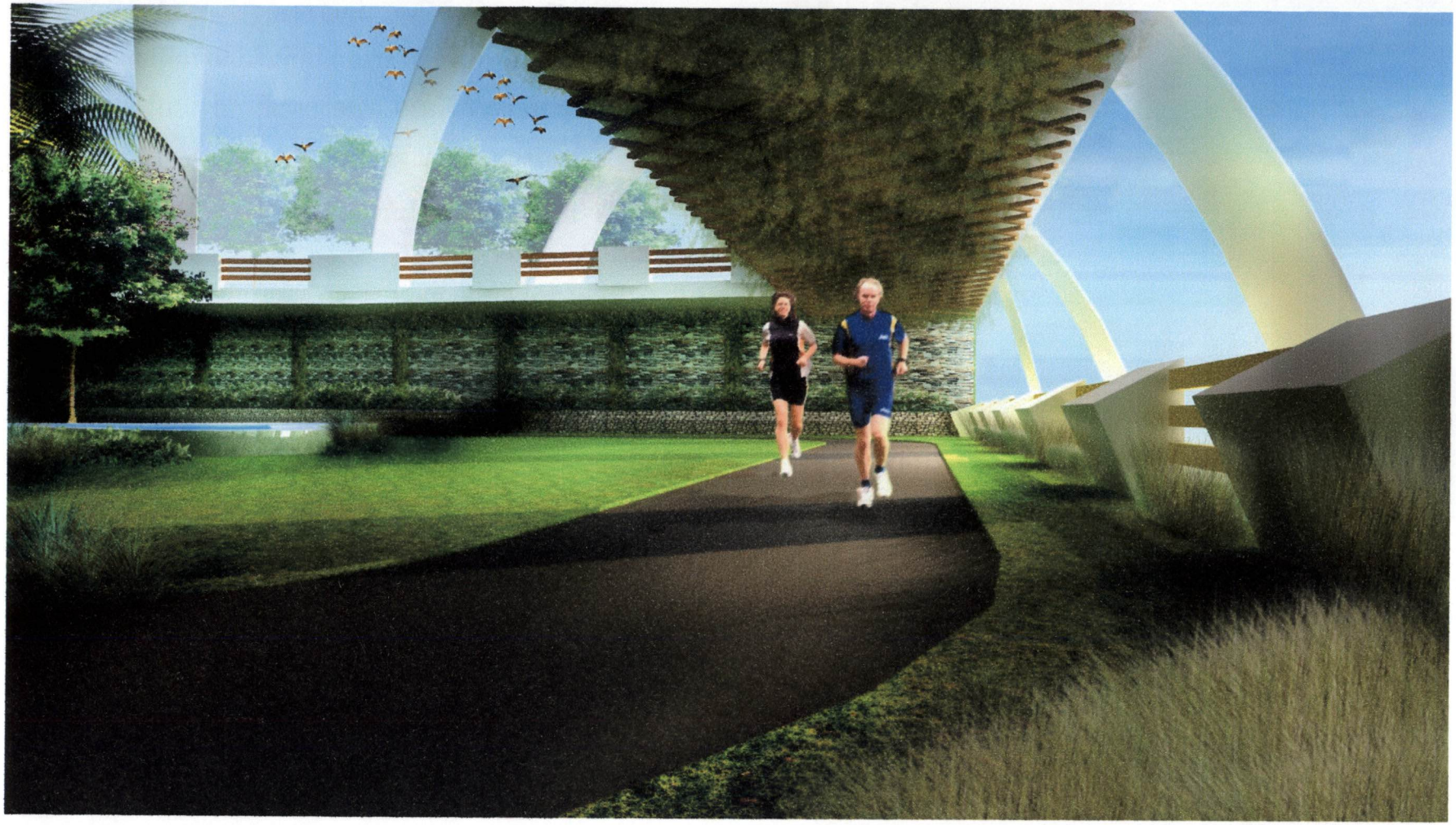
ภาพที่ 6.32 แสดงภาพบรรยากาศส่วนฟิตเนสและลานวิ่งออกกำลังกาย

ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.33 แสดงภาพบรรยากาศส่วนนั่งพักผ่อนและออกกำลังกาย

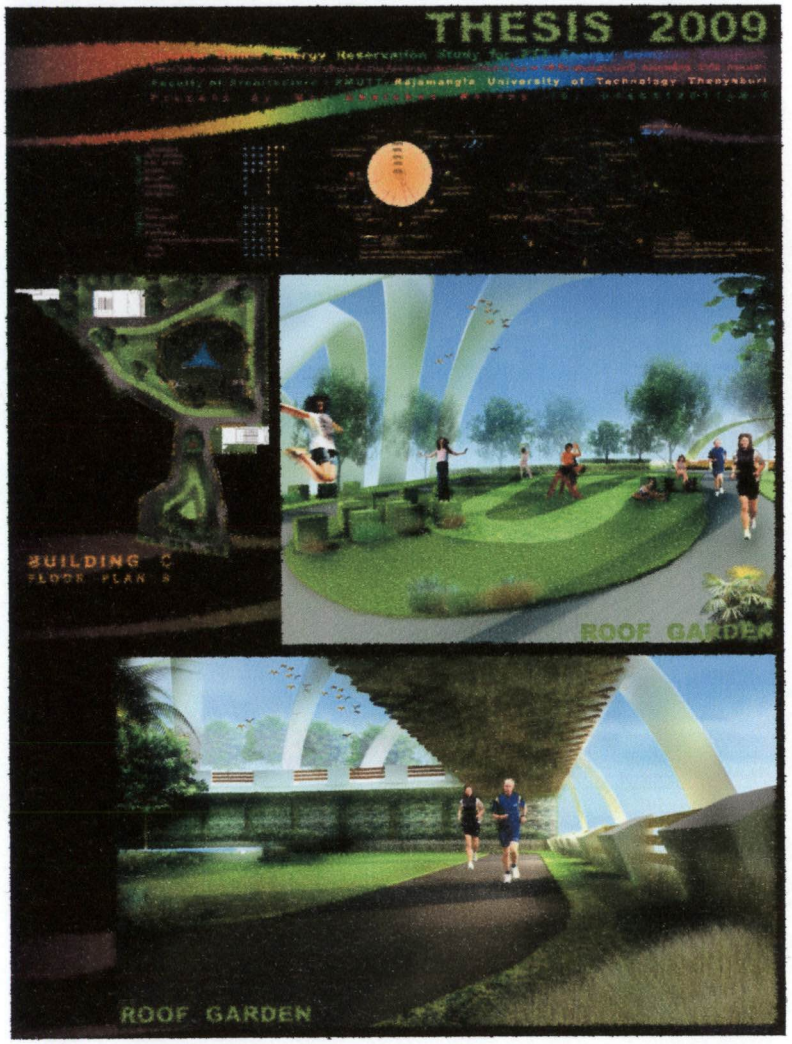
ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.34 แสดงภาพบรรยากาศส่วนวิ่งออกกำลังกาย



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.35 แสดงภาพบรรยากาศการออกแบบอาคาร C ชั้น 9



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

การออกแบบพื้นที่ชั้น 9 เป็นส่วนของสวนดาดฟ้ามีพื้นที่ออกกำลังกายออกกำลังกายมีการออกแบบให้พื้นที่เป็นพื้นที่รับลม และจากการวิเคราะห์การออกกำลังกาย การออกกำลังกายแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. การออกแบบโดยใช้เครื่องออกกำลังกาย
2. การออกแบบโดยไม่ใช้เครื่องออกกำลังกาย

การแบ่งพื้นที่จึงเป็นดังนี้ พื้นที่ที่ใช้ออกกำลังกายโดยเครื่อง และพื้นที่วิ่งรอบอาคารโดยรอบ และพื้นที่นั่งอ่านหนังสือ หรือออกกำลังกายโดยการเล่นโยคะ หรือพื้นที่นั่งพักผ่อนต่างๆ

ภาพที่ 6.36 แสดงภาพบรรยากาศส่วนพื้นที่ออกกำลังกาย

ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

6.5 โมเดลการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

ภาพที่ 6.37 แสดงภาพโมเดลสถาปัตยกรรม 1

ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

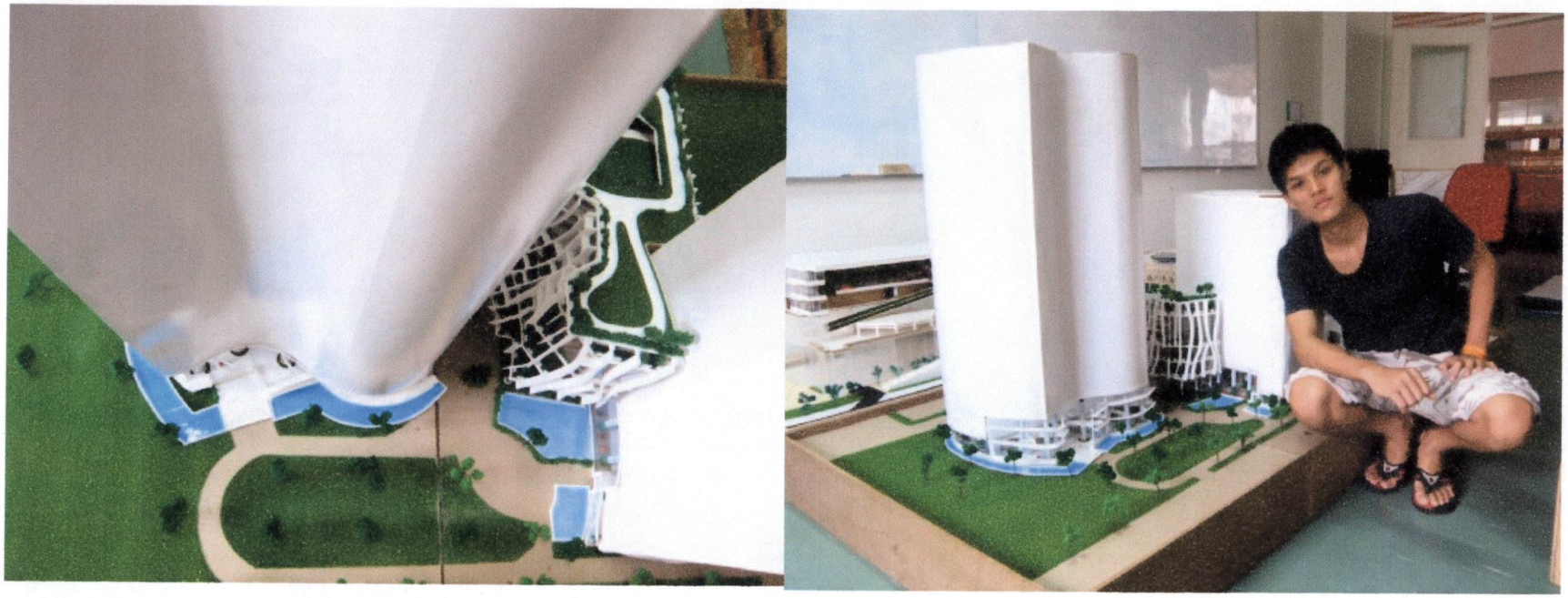
ภาพที่ 6.38 แสดงภาพโมเดลสถาปัตยกรรม 2

ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.39 แสดงภาพโมเดลสถาปัตยกรรม 3

ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.40 แสดงภาพโมเดลสถาปัตยกรรม 4



ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

ภาพที่ 6.41 แสดงภาพโมเดลสถาปัตยกรรม 5

ที่มา : จากการวิเคราะห์และออกแบบ

บทที่ 7 สรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 บทสรุป

7.1.1 หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการศึกษาทฤษฎีและหลักการในการอนุรักษ์พลังงานเพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมภายในอาคารสีเขียว ศูนย์เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ จำกัด กรุงเทพฯ

7.1.2 อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ไพโรจน์ วงศ์สว่างพานิชย์

7.1.3 ประวัติความเป็นมา

ที่มาของวิทยานิพนธ์นี้เกิดขึ้นเนื่องจาก มีความความสนใจในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติ ซึ่งจากโปรเจคที่ผ่านมาได้ทำเกี่ยวกับการสะท้อนสภาพธรรมชาติในปัจจุบัน ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติซึ่งสื่อต่างๆ ต่างนำเสนอ เช่น สื่อ โทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร ล้วนให้ความสนใจ และตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงนี้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลง ล้วนแล้วแต่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การทำลายพื้นที่สีเขียว ปัญหาประชากรหนาแน่น ปัญหาการจราจรติดขัด ปัญหาโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งปัญหาเหล่านี้ล้วนแต่ทำให้เกิด มลภาวะต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก ทำให้โลกร้อนขึ้น เป็นที่มาของการเปลี่ยนแปลงของโลก ทั้งภาครัฐและเอกชนล้วนแล้วให้ความสำคัญกับปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งต่างมีวิธีที่แตกต่างกันไป เช่น การใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก การนำวัสดุเหลือใช้มา recycle การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าตอนพักเที่ยง ซึ่งนั่นต่างเป็นการให้ความสำคัญในหน่วยงาน

ต่างๆ เท่าที่จะสามารถทำได้ แต่นั่นก็ยังไม่สามารถช่วยแก้ปัญหาได้เท่าที่ควร ตราบใดที่มนุษย์ยังเป็นนักบริโภคนิยม ยังต้องมีความต้องการการใช้พลังงาน ยังต้องมีการพัฒนาประเทศ ซึ่งนั่น เราไม่สามารถลดการใช้พลังงานที่ทำให้เกิด สภาวะการเปลี่ยนแปลงของโลกได้เลย

แต่ในฐานะที่เราเป็นนักศึกษาสถาปัตยกรรมเราสามารถคิดสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมที่มีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงานได้ไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคโนโลยี หรือพลังงานที่เกิดจากธรรมชาติ

ซึ่งในช่วงของการศึกษากลุ่มอาคารของศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ที่ได้ชื่อว่าเป็นอาคารต้นแบบในการอนุรักษ์พลังงานจากการศึกษาพบว่าการอนุรักษ์พลังงานของโครงการเอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ เป็นการใช้เทคโนโลยีระดับสูง และการลงทุนเริ่มต้นค่อนข้างสูง ซึ่งผู้จัดทำวิทยานิพนธ์คิดว่าเป็นการเริ่มต้นของการอนุรักษ์พลังงานที่สูงเกินไป ซึ่งการอนุรักษ์พลังงานเป็นทางด้านวิศวกรรมมากกว่าทางด้านสถาปัตยกรรม งานงานวิศวกรรมเป็นการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งทำให้การลงทุนสูง ส่วนทางด้านสถาปัตยกรรมเป็นการใช้วัสดุที่คอนข้างลงทุนสูงเช่นกัน

ซึ่งทางผู้ทำวิทยานิพนธ์คิดว่า เป็นการลงทุนที่สูงเกินไป แต่ประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการก่อสร้างอาคารอื่นๆ มีความเป็นไปได้น้อยมากเพราะคิดจากต้นทุนสูงเกินไป ผู้จัดทำจึงคิดว่า ปตท. น่าจะมีการใช้สภาวะทางธรรมชาติเข้ามาใช้เพื่อให้เหมาะสมกับการสภาพแวดล้อมของเมืองไทย โดยไม่ปล่อยความสำคัญของสภาพแวดล้อมสูญเปล่า เป็นการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติให้มากที่สุด โดยผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ ได้เริ่มคิดหัวข้อในการทำวิทยานิพนธ์ ไว้ดังนี้

1. การศึกษาเทคโนโลยีในการอนุรักษ์พลังงาน
2. การศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ที่ส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน
3. การศึกษาสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน

ซึ่งผู้จัดทำได้สนใจหัวข้อที่ 3 มากที่สุด เนื่องจากการศึกษาเรื่องของสภาพแวดล้อมมีกรส่งผลต่องานสถาปัตยกรรมมากที่สุด และสามารถนำไปใช้ในงานสถาปัตยกรรมต่างๆ ได้ และการศึกษาสภาพแวดล้อมยังเป็นการสร้างการปรับตัวของสภาพอาคารให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนไปตลอด ตาม วัน เวลา และฤดูกาล ซึ่งหัวข้อของการศึกษาเป็นการศึกษาพลังงานทางธรรมชาติที่ส่งผลต่องานสถาปัตยกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. ลม
2. แสงแดด
3. ฝน

ซึ่งในการศึกษาผู้จัดทำวิทยานิพนธ์สนใจในเรื่องของข้อที่ 1 และ 2 เนื่องจาก ลม และ แสงสว่างมีอิทธิพลต่อการอนุรักษ์พลังงาน และในงานสถาปัตยกรรมมีความต้องการพลังงานแสง และพลังงานลมเข้าอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

จากคำกล่าวที่ว่าแนวคิดด้านการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานเป็นแนวคิดที่นำเสนอวิธีหรือวิธีการออกแบบอาคารที่มีการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดตอบสนองการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด ตอบสนองการใช้พลังงานที่มาก และเริ่มขาดแคลน ชะลอการใช้วัตถุดิบในการใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าลง เพื่อเก็บไว้ให้ลูกหลานของเราได้มีไฟฟ้าใช้ในอนาคต ตามแนวคิดของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ที่กล่าวไว้ว่า

Sustainable Development is development that meets that needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. (Mackenzie. 1997 : 10)

การพัฒนาที่ยั่งยืนคือการพัฒนาที่สนองความต้องการในปัจจุบันโดยไม่ทำให้ประชาชนรุ่นต่อไปในอนาคตต้องประนีประนอมลดความสามารถของเขาในการสนองความต้องการของเขาเอง ซึ่งหมายความว่าการพัฒนาของคนในยุคปัจจุบันต้องไม่ทำแล้วเบียดเบียน หรือทำให้คนในรุ่นต่อไปต้องยอมลดความต้องการ ของเขาเช่นกัน คือต้องมีขอบเขตของความพอดีและความชอบธรรม กับทั้งต้องมีความพึงพอใจกับการตอบสนองความต้องการภายในขอบเขตนั้นด้วย (พระธรรมปิฎก. 2542 : 107-108)

ในการออกแบบอาคารนั้นเมื่อคำนึงแนวคิดด้านการพัฒนาที่ยั่งยืนด้วยแล้ว จะเกิดเป็นสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน หรือ Sustainable Architecture โดยมีวิธีทำให้เกิดได้ 2 ประการคือ

1. หลักการที่พึ่งพาธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากสภาพแวดล้อมให้มากที่สุด โดยพยายามนำเทคโนโลยีเครื่องกลมาใช้ในอาคารน้อยที่สุด (ธนิต จินดาวณิค. 2540 : 15-18)มุ่งประเด็นดังนี้

1.1 การป้องกันแสงอาทิตย์และแสวงประโยชน์กับกระแสลมธรรมชาติให้แก่อาคาร

1.2 การใช้แสงธรรมชาติเพื่อการลดใช้แสงสว่างจากหลอดไฟ

1.3 การใช้ฉนวนที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศที่เปลือกอาคารทางผนังและหลังคาและการก่อสร้างที่ป้องกันการรั่วไหลของอากาศ

1.4 การนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ เช่น พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์

1.5 การนำสิ่งที่ได้จากธรรมชาติกลับมาใช้ใหม่ เช่นน้ำฝนมาทำความสะอาด เป็นต้น

1.6 การสร้างอากาศที่ดีในอาคาร โดยการระบายอากาศทางธรรมชาติให้อาคาร

2. หลักการที่ใช้เทคโนโลยีมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์และให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยการดัดแปลงให้เหมาะสม และสามารถใช้เป็นหลักการประหยัดพลังงาน (ธนิต จินดาวณิค. 2540 : 15-18) การ 2.6 ออกแบบมุ่งสู่ประเด็นต่างๆ ดังนี้

2.1 Site Selection การเลือกทำเลที่มีความเหมาะสมเอื้อประโยชน์ต่ออาคารช่วยด้วยลดการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน

2.2 Lighting Controls วิธีควบคุมการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละส่วนพื้นที่ และใช้การประหยัดพลังงานด้วย เช่นการใช้ระบบ sensor ตรวจจับคนหรือผู้ใช้สอยอาคาร และตรวจจับแสงสว่างธรรมชาติจากดวงอาทิตย์ การออกแบบดวงโคมที่มีประสิทธิภาพสูงให้สาติแต่อย่างเดียว

2.3 Building Materials นำวัสดุในธรรมชาติและสิ่งมีชีวิตรวมไปถึงการนำวัสดุสิ่งของที่ใช้แล้วมาแปรรูปประยุกต์ให้เป็นวัสดุใหม่มาใช้ประโยชน์ภายในอาคารไม่ต้องอาศัยวัสดุจากธรรมชาติลดปริมาณความร้อนที่แผ่ออกมาสู่ภายในอาคารแต่อย่างเดียว

2.4 Heating / Cooling การนำพลังงานที่เกิดเป็นความร้อนหรือความเย็นหมุนเวียนกลับไปใช้ในส่วนที่ต้องการอีก

2.5 Recycling การนำเอาวัสดุที่ใช้แล้ว หรือขยะมาแปรรูปหรือนำกลับมาใช้ใหม่ ลดขยะและประหยัดพลังงานในการทำลายขยะด้วย HVAC Controls & Distribution การควบคุมและการกระจายระบบปรับอากาศภายในห้องให้มีการถ่ายเทหมุนเวียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความสมดุลกันตามจุดต่างๆ (HAVC : Heating, Ventilation and Air Condition) เช่น อาศัยหลักของระบบ VAV (Variable Air Volume) ที่รับปริมาณของลมเพื่อควบคุมอุณหภูมิห้องและเพื่อตอบสนองต่อภาระการทำความเย็น (Cooling Load) ที่เกิดขึ้นในอาคารซึ่งเป็นระบบปรับอากาศที่ช่วยลดการใช้พลังงาน กับวิธีการจ่ายลมเข้า-ออก (Distribution

of ventilation) ที่สามารถให้อากาศเย็นส่งผ่านมาตามจุดต่างๆของพื้นที่ใช้งานโดยตรง ทั้งที่มาจากพื้น (Raise Floor) หรือตำแหน่งของโต๊ะทำงาน (Task Condition)

ดังนั้นการใช้หลักการและทฤฎีในการประหยัดพลังงานสามารถนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหา หรือปรับปรุง และสามารถนำไปใช้กับอาคารต่างๆได้ โดยที่ไม่เกิดความสิ้นเปลืองเงินทอง โดยอาศัยพลังงานจากธรรมชาติมาใช้มากที่สุด ทั้งหลักการและทฤฎีที่เกี่ยวข้อง และเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคาร

7.1.4 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาลักษณะทางธรรมชาติของกรุงเทพมหานคร เพื่อนำมาใช้เป็นข้อกำหนดในการอนุรักษณ์พลังงาน

2. เพื่อศึกษาประโยชน์ใช้สอยที่เกิดจากการใช้พลังงาน ที่ส่งผลต่อพฤติกรรม กิจกรรม และความสำคัญของส่วนต่างๆเกี่ยวกับการใช้พลังงาน เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในอาคารประเภทสำนักงาน

3. เพื่อศึกษาการนำทฤษฎีและหลักการในการนำพลังงานธรรมชาติมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม ได้แก่

- พลังงานลม คือ ลมตะวันออกเฉียงเหนือ และ ลมตะวันตกเฉียงใต้

- พลังงานจากดวงอาทิตย์ เป็นการใช้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

4. เพื่อศึกษาเทคโนโลยีในการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้ตอบสนองต่อตัวอาคารที่ออกแบบให้มีการอนุรักษ์พลังงาน

5. เพื่อศึกษาอิทธิพลของลมที่ส่งผลต่อสถาปัตยกรรมภายใน และการนำพลังงานลมมาใช้ในงานสถาปัตยกรรมภายใน

6. เพื่อศึกษาอิทธิพลของแสงอาทิตย์ที่ส่งผลต่อสถาปัตยกรรมภายใน และการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในงานสถาปัตยกรรมภายใน

7. เพื่อศึกษาการใช้พลังงานที่ส่งผลต่อมนุษย์ ได้แก่

- อุณหภูมิ ที่เกิดจากแสงอาทิตย์
- อุณหภูมิ ที่เกิดจากลมตามฤดูกาล

ซึ่งเปรียบเทียบจากสภาวะน่าสบายของมนุษย์

7.1.5 สถานภาพของโครงการ โครงการเสนอแนะปรับปรุง

7.1.6 หน่วยงานที่รับผิดชอบ

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)

7.1.7 ที่ตั้งโครงการ

ตั้งอยู่บนที่ดินประมาณ 29 ไร่ ย่านพหลโยธินนิคมรถไฟ กม. 11 บริเวณด้านหลังอาคารสำนักงานใหญ่ของบริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน) ถนนวิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพ

7.1.8 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. การศึกษาลักษณะ สถิติการเกิดลม
2. การศึกษาลักษณะของแสงสว่างจากดวงอาทิตย์

7.1.9 กรณีศึกษา

6.1.9.1 อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

Energy Conservation Building in Honor of His Majesty the King

เจ้าของโครงการ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

สถานที่ตั้ง เทคโนธานี ตำบลคลองห้า ปทุมธานี

พื้นที่โครงการ 14000 ตารางเมตร

งบประมาณ 350 ล้านบาท

ปีที่แล้วเสร็จ พ.ศ.2545

7.1.9.2 อาคารเซลล์

สถานที่ตั้ง กรุงเทพมหานคร

7.1.9.3 อาคาร อาคารสถาบันวิจัยค้นคว้า ของบริษัท โอบายาชิ-กูมิ

เจ้าของโครงการ บริษัท โอบายาชิ-กูมิ

สถานที่ตั้ง กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น

7.1.9.3 ห้องพักผู้โดยสาร ท่าอากาศยาน Albany County

อาคาร ห้องพักผู้โดยสาร

สถานที่ตั้ง กรุงนิวยอร์ค สหรัฐอเมริกา

7.1.10 การกำหนดรายละเอียดโครงการ

ปตท. และ ปตท.สผ. รวมถึงบริษัทในกลุ่มปตท. อื่นๆ กำลังขยายงาน และการลงทุน ทำให้มีความต้องการพื้นที่อาคารสำนักงานเพิ่มขึ้น ประกอบกับกระทรวงพลังงานมีความต้องการพื้นที่อาคารสำนักงานเพื่อรวบรวมหน่วยงานในสังกัดซึ่งปัจจุบันอยู่กันกระจัดกระจายให้มาอยู่ในบริเวณเดียวกัน จึงได้มีการพัฒนาโครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ (Energy Complex) โดย บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และ บริษัท ปตท.

สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) ได้ร่วมกันจัดตั้ง บริษัท เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ จำกัด (EnCo) ขึ้นมาเพื่อรับผิดชอบการก่อสร้างและบริหารโครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์

7.1.11 ขนาดที่ตั้งโครงการ โครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ มีขนาดพื้นที่โครงการทั้งหมดประมาณ 298,542 ตารางเมตร ประกอบด้วยอาคารสำนักงาน 2 อาคาร อาคารบริการ 1 อาคาร และอาคารที่จอดรถ 2 อาคาร

7.1.12 จำนวนผู้ใช้โครงการ

จำนวนพนักงานและลูกค้าสัญจรภายในศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ พนักงานบริษัทในกลุ่ม ปตท. และกระทรวงพลังงานมีจานวนประมาณ 5,500 คน ซึ่งในจานวนนี้ยังไม่รวมจานวนผู้มาติดต่อ และไม่รวมจานวนพนักงานของบริษัท ปตท. จากัด (มหาชน) และสานักงานส่งเสริมการลงทุน (BOI) ซึ่งอาศัยอยู่ในบริเวณอาคารสานักงาน ปตท.บริเวณด้านหน้าโครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ อีกประมาณ3,000 คน

7.1.13 ระบบโครงสร้างอาคาร

7.1.13.1 ลักษณะเด่นของโครงการ

โครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ ได้รับการออกแบบให้เป็นอาคารยั่งยืน (Sustainable Building) มีสภาพแวดล้อมที่ดี มีความปลอดภัยสูง และยังมีรูปแบบสถาปัตยกรรมที่โดดเด่นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยจำแนกตามลักษณะเด่นดังนี้

7.1.13.2 ด้านการออกแบบ

มีรูปลักษณ์ของอาคารที่สะท้อนความเป็นเอกลักษณ์ขององค์กรด้านพลังงาน กำหนดรูปผังอาคารให้มีลักษณะผิวโค้ง คล้ายหยดน้ำมัน 2 หยดหันเข้าหากัน ถือเป็น LandMark ที่สำคัญของกรุงเทพมหานคร และเป็นสถาปัตยกรรมที่มีความโดดเด่นอีกแห่งหนึ่งของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

7.1.13.3 ด้านการมุ่งเน้นประโยชน์ใช้สอยและกาอนุรักษ์

มุ่งเน้นประโยชน์ใช้สอยผสานกับการอนุรักษ์และประหยัดพลังงานและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โครงการศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ ได้รับการออกแบบให้ใช้พลังงานไฟฟ้า และน้ำเย็นจากโรงไฟฟ้าพลังงานร่วม (Combined Heat and Power)

7.1.13.4 ปรัชญาในการออกแบบ

ความเป็นเอกลักษณ์และสัญลักษณ์ (Identity & Symbolic)

•.ความเป็นเอกลักษณ์ขององค์กรด้านพลังงานด้วยผังอาคารสัญลักษณ์ลายไทยรูปทรงหยดน้ำมัน (OIL DROP) 2 หยดหันเข้าหากัน

•.ความเจริญ โชติช่วงด้วยรูปทรงของเปลวไฟที่พวยพุ่งขึ้นสู่ที่สูง

•.ลักษณะผิวโค้ง Aerodynamics ช่วยลดอุณหภูมิและความร้อนของเปลือกอาคาร

•.คำนึงถึงการสร้างนวัตกรรมความเป็นต้นแบบด้านอนุรักษ์พลังงานเพื่อบริหารจัดการให้เกิดประโยชน์ จากการประหยัดพลังงานของ

โครงการที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับงบประมาณ และความสมดุลระหว่างการประหยัดพลังงานกับสภาพแวดล้อมการทำงานที่สะดวกสบายของพนักงาน

• สามารถบำรุงรักษาอาคารได้ง่าย สะดวก และใช้ต้นทุนต่ำในระยะยาวรวมทั้งการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ มาบริหารจัดการเพื่อสามารถตรวจสอบระบบต่างๆได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ทำให้มีอายุการใช้งานที่ยืนยาว

7.1.13.4 มาตรฐานการออกแบบอาคาร

(1) เพื่อให้โครงการมีการพัฒนาที่ยั่งยืนในแนวทางอาคารยั่งยืน (Sustainable Building) การออกแบบอาคารจึงให้มาตรฐานLEED Green Building Rating System มาเป็นแนวทางในการออกแบบอาคาร โดยมาตรฐานดังกล่าวมีการคำนึงถึงปัจจัยหลักในการออกแบบดังนี้

Sustainable Sites

- Water Efficiency
- Energy and Atmosphere
- Materials and Resources
- Indoor Environment Quatity
- Innovation and Design process

(2) ASHRAE 90.1 ENERGY EFFICIENT DESIGN OF NEW BUILDINGS EXCEPT LOW-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS ถูกนำมาใช้เป็นมาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม ซึ่งค่าการใช้พลังงานที่ออกแบบจะกำหนดไว้ไม่เกิน 100/kWh/m2/ปี โดยที่มาตรฐานอาคารทั่วๆไป จะมีค่าประมาณ

150-200 kWh/m2/ปี และตามมาตรฐานอาคารประหยัดพลังงานของสหรัฐอเมริกากำหนดให้อาคารใช้พลังงานไม่เกิน 140 kWh/m2/ปี

(3) ด้านความปลอดภัยด้านอัคคีภัย (Fire Safety) การออกแบบให้ออกแบบให้สรอดคล้องกับผู้ใช้อาคารซึ่งเป็นหน่วยงานระดับสากล โดยออกแบบตามมาตรฐาน NFTA 5000 BUILDINGS CONSTECTION AND SAFETY CODE ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ประกอบขึ้นจากมาตรฐานหลายๆเล่มของ NFTA เช่น NFPA13, NFPA14.NFPA101 เป็นต้น

(4) ด้านการออกแบบอาคารเพื่อรักษาอัคคีภัย (SECURITY) ได้มีการออกแบบและติดตั้งระบบต่างๆเพื่อให้อาคารมีความปลดภัยในระดับสากล ตัวอย่างเช่น ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ระบบคุมการ

เข้าออก (Access Control) เครื่องมือตรวจจับโลหะบริเวณทางเข้าออก (Metal deleclor) เครื่อง X-Ray ตรวจสอบกระเป๋าเป็นต้น

7.1.13.5 แนวทางในการพัฒนาที่ยั่งยืนในทางวิศวะกรรมโครงสร้าง

ข้อมูลทั่วไปของงานวิศวะกรรมโครงสร้างโครงการศูนย์พลังงานแห่งชาติ การออกแบบโครงสร้างได้พิจารณาถึงข้อกำหนดตามกฎหมายและมาตรฐานทั้งในประเทศและมาตรฐานสากล โดยกำหนดให้เป็นอาคารยั่งยืนในทางวิศวะกรรมโครงสร้างไว้สองประการดังนี้

1. คำนึงถึงความปลอดภัย และเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัย โดยออกแบบโครงสร้างให้มีความต้านทานแผ่นดินไหวในระดับที่เหมาะสม

2. ทำให้โครงสร้างมีอายุการใช้งานยาวนานและมีอายุการบำรุงรักษาน้อย

7.1.13.6 ระบบโครงสร้าง ประกอบไปด้วยระบบต่างๆดังต่อไปนี้

1.ระบบฐานราก ฐานรากของอาคารใช้เสาเข็มเจาะระบบเปียก (bored pile wet process) โดยปลายเสาเข็มอยู่ที่ระดับประมาณ 40-50 เมตรจากระดับผิวดินซึ่งอยู่ในระดับชั้นดินแข็ง4.2.2.2 ระบบพื้น ระบบพื้นอาคารสูงจะเป็นระบบพื้นคอนกรีตอัดแรง (prestressed concrete slab) และใช้ระบบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (reinforced concrete) สำหรับโครงสร้างที่จอดรถ

2.เสาของอาคารเป็นเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยเฉพาะอาคารสูงซึ่งต้องเสริมเหล็กในปริมาณมาก ต้องใช้คอนกรีตกำลังสูงและคอนกรีตพิเศษ self compacting concrete

7.1.13.7 DOUBLE SKIN CONCEPT

ส่วนด้านบนของอาครา A และอาคาร B ได้มีการนำผนังอาคารเป็นชนิด Double Facade ซึ่งมีช่องว่างระหว่างกระจก 1 เมตรและติดตั้ง Shading Device เพื่อบังแสงแดดโดยตรงเมื่อต้องการ อีกทั้งยังมีการนำอากาศเหลือทิ้งจาก Air-to-air Heat Exchanger มาจ่ายเข้าสู่ช่องว่างระหว่างกระจกเพื่อช่วยในการลดความร้อนที่จะเข้ามาสู่ภายในพื้นที่ปรับอากาศ ระบบผนัง 2 ชั้นประกอบด้วย

ผนังชั้นนอก : เป็นผนังกระจก reflective มีหน้าที่ ช่วยให้แสงสว่างผ่านเข้ามาสู่ตัวอาคาร โดยที่จะกรองเอาความร้อนส่วนหนึ่งออกไป

air gap : มีความกว้างประมาณ 1 เมตร ทำหน้าที่ระบายความร้อนที่ผ่านกระจกชั้นนอกเข้ามา ผนังชั้นใน : เป็นผนังกระจก LOW E

7.1.14 แรงบันดาลใจ

แรงบันดาลใจนี้เกิดขึ้นเนื่องจากมีความความสนใจในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติ ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับ การเปลี่ยน แปลงของธรรมชาติซึ่งสื่อต่างๆ ต่างนำเสนอ เช่น สื่อ โทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ นิตยสารล้วนให้ ความสนใจ และตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงนี้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงล้วนแล้ว แต่เกิดจากการกระทำของมนุษย์เช่น การทำลาย พื้นที่สีเขียวปัญหาประชากร หนาแน่นปัญหาการจราจรติดขัดปัญหาโรงงาน อุตสาหกรรมซึ่งปัญหาเหล่านี้ล้วนแต่ทำให้เกิด มลภาวะต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจกทำให้โลก ร้อนขึ้น โลกขาดความ สมดุล เป็นที่มาของการเปลี่ยนแปลงของโลก ทั้งภาครัฐและ เอกชนล้วนแล้ว ให้ความสำคัญกับปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่ง ต่างมีวิธีที่แตกต่างกันไป ตราบใดที่มนุษย์ยังเป็นนักบริโภคนิยม ยังต้อง มี ความต้องการการ ใช้พลังงาน ยังต้องมีการพัฒนาประเทศ ซึ่งนั่น เราไม่สามารถ ลด การใช้พลังงานที่ทำให้เกิด สภาวะการเปลี่ยนแปลงของโลกได้เลยแต่ ในฐานะที่เรา เป็นนักศึกษาสถาปัตยกรรมเรา สามารถคิดสร้างสรรค์ สถาปัตยกรรมที่ มีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงานได้ไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคโนโลยี หรือพลังงานที่เกิดจากธรรมชาติ

7.1.1 แนวความคิดในการออกแบบ

แนวความคิดในการออกแบบ คือ พลังงานธรรมชาติเพื่ออนาคต (NATURE POWER OF FUTURE) เป็นแนวทางการใช้พลังงานธรรมชาติเพื่อการออกแบบ ทดแทนการใช้เทคโนโลยีในการอนุรักษ์พลังงาน อันทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

จากเมื่อก่อนที่เราใช้เทคโนโลยีในการออกแบบ ซึ่งเป็นผลดีและผลเสีย ผลดี คือ เทคโนโลยีมีความสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งทำให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ดี แต่การใช้เทคโนโลยีทำให้เกิดการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมระยะยาว

ปัจจุบัน เราควรเลือกใช้เราควรคำนึงสภาพแวดล้อมเป็นหลัก เพราะสภาพแวดล้อมเป็นตัวชี้วัด ความเจริญของสังคม เป็นสังคมที่อุดมสมบูรณ์

สภาพแวดล้อมเป็นตัวชี้วัดการใช้พลังงาน พลังงานธรรมชาติเป็นพลังงานที่ได้มาฟรีๆ โดยไม่มีค่าใช้จ่าย ทำให้การใช้พลังงานธรรมชาติไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางธรรมชาติ

ยกตัวอย่าง การใช้พลังงานจาก 4 ส่วนใช้ไป 1ส่วน แต่หากใช้พลังงานธรรมชาติจะทำให้ พลังงาน จะเพิ่มมากขึ้นนั่นบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ ของสภาพแวดล้อม

7.2 ข้อเสนอแนะ

การนำเรื่องพลังงานไปใช้ควรมีการเชื่อมโยงกับพื้นที่การใช้งาน เพื่อตอบสนองประโยชน์การใช้งานกับเรื่องของพลังงาน การเน้นเรื่องของวัสดุ สี ที่เกี่ยวของกับพื้นที่การใช่งานต่างๆ การเชื่อมโยงเรื่องของพลังงานกับการออกแบบสถาปัตยกรรมยังเชื่อมโยงกันได้ไม่ดีเท่าที่ควร เน้นเรื่องของทฤฎีมากเกินไป ควรเน้นกระบวนการออกแบบสรุปให้ชัดเจน

การใช้พลังงานธรรมชาติมาใช้ในการออกแบบ ซึ่งพลังงานธรรมชาติเป็นสิ่งที่เราไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นการใช้พลังงานธรรมชาติควรมีการศึกษาในภาคทฤฎีให้ถ่องแท้ เพื่อที่จะสามารถใช้พลังงานธรรมชาติได้อย่างเหมาะสม ถ้าหากเราไม่สามารถเข้าใจเรื่องของธรรมชาติมากพอ ในเรื่องของภาคออกแบบจะไม่ตอบสนองต่อเรื่องของการใช้พลังงานธรรมชาติได้เท่าที่ควร

บรรณานุกรม

ตรึงใจ บูรณสมภพ 2539. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัด พลังงาน กรุงเทพฯ:

วรินรัศมี อินทร์แก้ว 2547. แนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยเพื่อการประหยัดพลังงานที่สอดคล้องกับการยอมรับของผู้อยู่อาศัย ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กาญจนา ศรีจินไตร 2546. แนวทางการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานที่สอดคล้องกับพฤติกรรมและความพึงพอใจต่อพื้นที่ใช้สอยของผู้อยู่อาศัย กรณีศึกษา ร้านสะดวกซื้อในสถานีบริการน้ำมันในกรุงเทพ หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ชัยวัฒน์ มุติศานต์ 2548. ปัจจัยกายภาพทั้งสะท้อนแสงที่มีผลต่อการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา สถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดลยา ดิสิปรุ 2548. แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารสำนักงานของรัฐเพื่อการประหยัดพลังงาน : กรณีศึกษาอาคารสำนักงานเทศบาลนคร จ.นครราชสีมา หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรมหาวิทยาลัย

พงศ์สันต์ สุวรรณะชฎ 2537. การออกแบบสำนักงานประหยัดพลังงานในกรุงเทพมหานคร : กรณีศึกษา อาคารฝึกบินจำลอง และสำนักงานบริษัทการบินไทย จำกัด หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมมหาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา สถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2551. "หลักการและคุณสมบัติทั่วไปของแสงธรรมชาติ" [PDF] ปรับปรุงครั้งที่ 1 07-06-08

2551. "การนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารด้านข้าง (sidelight)" [PDF] ปรับปรุงครั้ง ที่ 1 05-07-08

2553. ข้อมูลบริษัท เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ จำกัด.[online] เข้าถึงได้จาก : http://www.energycomplax.co.th

2553. พลังงานลม.[online] เข้าถึงได้จาก:http://www.marine.tmd.go.th

ประวัติผู้ทำการศึกษา

ชื่อ – นามสกุล	ชายชาญ นาล่อง
วัน/เดือน/ปีเกิด	23 ธันวาคม 2529
ที่อยู่ปัจจุบัน	85 หมู่ 4 ต. ห้วยยาง อ. บัวใหญ่ จ. นครราชสีมา 30120
ประวัติการศึกษา	2545, มัธยมต้น ที่ โรงเรียนบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา 2548, มัธยมปลาย ที่ โรงเรียนบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา 2552, สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมภายใน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
ความสามารถพิเศษ	3D Max, Auto CAD, Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Microsoft Office
ประสบการณ์การฝึกงาน	บริษัท องศา สถาปนิก จำกัด ระยะเวลา 210 ชั่วโมง