

บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่องแนวทางการออกแบบการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติในบ้านพักอาศัย ด้วยองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม ผู้วิจัยได้กำหนดหัวข้อการศึกษาออกเป็นส่วนตัวต่าง ๆ ดังนี้

1. การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ
 - 1) สาเหตุของการเกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ
 - 2) ผลของลมที่เกิดจากภูมิสถาปัตยกรรม
2. สภาวะน่าสบาย
 - 1) ปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย
 - 2) ทฤษฎีด้านสภาวะน่าสบาย
 - 3) สภาวะน่าสบายของประเทศไทย
 - 4) การเปรียบเทียบสภาวะน่าสบายของข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ
3. สภาพแวดล้อม
 - 1) ประเภทของภูมิสถาปัตยกรรม
 - 2) การใช้ประโยชน์จากภูมิสถาปัตยกรรม
4. สรุปทฤษฎีและงานวิจัยที่ใช้ศึกษา

2.1 การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ

การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ คือ การเคลื่อนที่ของอากาศจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยจะมีประโยชน์ที่สุดในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น เนื่องจากสามารถช่วยทำให้สภาพแวดล้อมและมนุษย์รู้สึกเย็นลงได้ โดยการพัดความร้อนและความชื้นที่สะสมอยู่ออกไป และยังสามารถช่วยเร่งอัตราการระเหยของเหงื่อได้ จึงทำให้อุณหภูมิที่ผิวหนังลดลง ดังนั้น การออกแบบอาคารควรทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากลมธรรมชาติให้ได้มากที่สุด เพื่อสร้างความเย็นให้กับผู้อยู่ภายในอาคารนั้น ๆ ให้เกิดความสบาย

2.1.1 สาเหตุของการเกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ

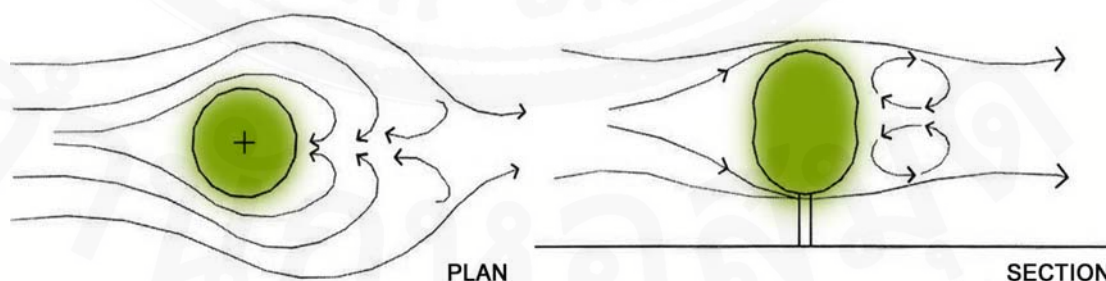
การเคลื่อนที่ของอากาศเกิดจากสาเหตุ 2 ประการ คือ การเคลื่อนที่ของอากาศที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ (Ventilation by Thermal Force) และการเคลื่อนที่ของอากาศที่เกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศ (Wind Pressure Force) ซึ่งการระบายอากาศโดยอาศัยความแตกต่างของความกดอากาศเป็นวิธีที่ง่าย และเหมาะสมสำหรับเพิ่มความเย็นให้กับบ้านพักอาศัยมากกว่า เนื่องจากเป็นแบบที่ไม่ต้องอาศัยพื้นที่และความเร็วลมมากนักสำหรับใช้ทำความเย็น ดังนั้น การออกแบบการระบายอากาศควรออกแบบให้สามารถรับลมได้มากที่สุดโดยการคำนึงถึงทิศทางลมและช่องเปิดรับลมเข้าในด้านที่มีความกดอากาศสูง และช่องเปิดให้ลมออกในด้านที่มีความกดอากาศต่ำ

2.1.2 ผลของลมที่เกิดจากภูมิสถาปัตยกรรม

องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมต่าง ๆ เช่น ต้นไม้ เป็นปัจจัยที่สามารถทำให้อุณหภูมิของลมที่พัดเข้ามามีอุณหภูมิลดลงก่อนเข้าสู่ตัวอาคารได้ แต่ในทางกลับกันยังผลทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น จึงต้องระมัดระวังในการใช้องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมต่าง ๆ เพราะถ้าความชื้นมากเกินไปจะทำให้ผู้ใช้อาคารไม่รู้สึกสบายได้

ภาพที่ 2.1

อิทธิพลของการเคลื่อนที่ของลมที่กระทำต่อทรงของต้นไม้



ที่มา: สมสิทธิ์ นิตยะ, 2541.

นอกจากนี้ ต้นไม้ยังมีประโยชน์ในด้านอื่น ๆ โดยสามารถบังคับทิศทางลมได้ จึงมีผลทำให้เกิดบริเวณที่มีความกดอากาศสูงและต่ำขึ้น และทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ โดยต้นไม้ที่มีพุ่มใบมีผลต่อทิศทางลมแตกต่างกันออกไปโดยมีผลต่อกระแสลมเหมือนกับทรงของต้นไม้ต้นนั้น และความเร็วลมบริเวณต้นไม้จะเพิ่มขึ้น (สมสิทธิ์ นิตยะ, 2541) ดังภาพที่ 2.1

ตำแหน่งต่าง ๆ ของต้นไม้บริเวณโดยรอบอาคารมีผลต่อกระแสลม สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ต้นไม้มีผลต่อการเคลื่อนที่ของลมที่พัดผ่านอาคารหรือพัดผ่านโดยรอบอาคาร
2. ต้นไม้สามารถเพิ่มหรือลดปริมาณลมที่พัดผ่านอาคารได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการเลือกใช้
3. ต้นไม้สามารถเปลี่ยนแปลงทิศทางลมที่จะพัดเข้าสู่อาคารได้
4. ต้นไม้ที่อยู่ทางด้านใต้ลมจะไม่มีผลต่อกระแสลมมากนัก คือ ถ้ามีผลนั้นอาจมีผล

โดยการดูดทางลมออกของอาคาร

2.2 สภาวะน่าสบาย

สภาวะน่าสบายเป็นขอบเขตที่ทำให้มนุษย์รู้สึกสบายได้ โดยไม่รู้สึกร้อนหรือหนาว ซึ่งขอบเขตที่ทำให้เกิดความพึงพอใจต่ออาศัยการลงความเห็นว่ารู้สึกสบายเป็นร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่าง จึงถือว่าเป็นสภาวะน่าสบาย (ASHRAE, 1995)

2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย

การศึกษาในเรื่องความรู้สึกสบายของมนุษย์ ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อความรู้สึกสบายของมนุษย์ ซึ่งการที่จะทำให้มนุษย์รู้สึกสบายได้นั้นต้องคำนึงถึงหลาย ๆ ปัจจัยประกอบกัน สามารถแบ่งได้เป็น 6 ปัจจัย ได้แก่

1. อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature)
2. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
3. อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature)
4. ความเร็วลม (Air Velocity)
5. เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo-Value)
6. อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism Rate)

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษา 3 ปัจจัย คือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม เนื่องจากเป็นปัจจัยที่คนทั่วไปสามารถรับรู้ได้ง่ายและสามารถออกแบบเพื่อทำให้เกิดความสบายได้ง่ายอีกด้วย เพราะว่าอุณหภูมิอากาศที่สูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลต่อร่างกายและจิตใจของมนุษย์ให้เกิดความไม่สบาย ส่วนความชื้นสัมพัทธ์นั้นสามารถทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกไม่สบายตัวได้ โดยถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงจะทำให้เหงื่อตามร่างกายของมนุษย์ที่ไหลออกมาระเหยไปสู่อากาศได้ช้า ซึ่งจะทำให้รู้สึกเหนียวตัวและอึดอัด (ตริ่งใจ บุรณสมภพ, 2539) แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเกินไปก็จะทำให้อากาศนั้นแห้ง และส่งผลทำให้ผิวหนังแห้งเช่นกัน ส่วนความเร็วลม เป็นปัจจัยที่ช่วยให้เหงื่อที่ไหลออกมาสามารถระเหยได้เร็วขึ้น ซึ่งทำให้ร่างกายรู้สึกเย็นขึ้น

2.2.2 ทัศนวิสัยด้านสภาวะน่าสบาย

การเคลื่อนที่ของอากาศสามารถทำให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้โดยการทำให้เหงื่อระเหยเร็วขึ้น และการเพิ่มความเร็วลมสามารถทำให้อุณหภูมิลดลงได้ อีกทั้งความเร็วลมในแต่ละช่วงยังมีผลต่อมนุษย์ในด้านความรู้สึกอีกด้วย คือ ถ้ามีความเร็วลมต่ำเกินไปจะทำให้มนุษย์ไม่รู้สึกถึงลมที่พัดผ่าน แต่ถ้าความเร็วลมสูงเกินไปจะเป็นการรบกวนการทำงานของมนุษย์ได้ (ฤทธิมน ธนบุญสมบัติ, 2546) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

เปรียบเทียบความเร็วลมกับผลกระทบจากความรู้สึกของมนุษย์และอุณหภูมิ

ความเร็วลม (ฟุตต่อวินาที)	ผลกระทบจากความรู้สึกของมนุษย์
จนถึง 0.8	ไม่สังเกตพบ
0.8 - 1.6	กำลังสบาย ไม่สังเกตพบ
1.6 - 3.3	กำลังสบาย สังเกตพบการพัดของกระแสลม
3.3 - 5.0	รบกวน ต้องการการออกแบบช่วย

ที่มา: สมสิทธิ์ นิตยะ, 2541.

ในการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องความเร็วลมที่ช่วยเพิ่มขอบเขตความน่าสบาย หรือช่วยทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลง มีผู้สนใจและศึกษาเอาไว้หลายท่าน โดยมีการสรุปออกมาเป็นตารางสรุปความเร็วลมในแต่ละค่าที่มีผลต่อความรู้สึกเย็นลง กราฟขอบเขตความน่าสบาย และสมการคำนวณความรู้สึกเย็นลงเมื่อมีลมความเร็วต่าง ๆ มากระทำ

จากการศึกษารวบรวมตารางสรุปความรู้สึกเย็นลงเมื่อมีความเร็วลมที่ระดับต่าง ๆ มากระทำจากหลายแหล่งข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้กันทั่วไปในประเทศต่าง ๆ โดยทั่วไปขอบเขตความน่าสบายได้กำหนดอุณหภูมิที่ทำให้มนุษย์รู้สึกสบายไว้ที่ประมาณ 26 องศาเซลเซียส โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 30 - 70 และความเร็วลมประมาณ 0.8 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นความเร็วลมที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการทำความเย็นภายในอาคาร (ASHRAE, 1995) ทั้งนี้ ได้มีผู้ศึกษาและสรุปตารางด้านอุณหภูมิลดลงเสมือน และความรู้สึกของมนุษย์ที่มีต่อความเร็วลมที่มีความแตกต่างกันในการศึกษาดังตารางที่ 2.2 และ 2.3

จากการศึกษาพบว่า ความเร็วลมยิ่งสูงยิ่งทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลง แต่ไม่ใช่ว่าความเร็วลมสูงจะส่งผลดีที่สุด เพราะถ้าความเร็วลมสูงมากเกินไปประมาณ 3.00 เมตรต่อวินาที จะช่วยทำให้รู้สึกเย็นลงได้มากแต่อาจทำให้เป็นการไปรบกวนการทำงานของมนุษย์ได้

ตารางที่ 2.2

ระดับความเร็วลมที่ทำให้เกิดสภาวะน่าสบายของนอร์เบิร์ต เลขเนอร์

ความเร็วลม (ประมาณ)			ความรู้สึกเย็นลง (องศาเซลเซียส)	ผลกระทบ
ฟุตต่อวินาที	เมตรต่อชั่วโมง	เมตรต่อวินาที		
10	0.10	0.05	0.00	กระแสดมเบามากไม่สังเกตพบ ไม่รู้สึกสบาย
40	0.50	0.20	1.10	เกือบไม่สังเกตพบ รู้สึกสบาย
80	1.00	0.40	1.90	สังเกตพบ รู้สึกสบาย
160	2.00	0.80	2.80	สังเกตพบการพัดของกระแสดมแต่ยอมรับได้
200	2.30	1.00	3.30	สูงกว่าความเร็วลมของเครื่องปรับอากาศ
400	4.50	2.00	3.90	เป็นความเร็วลมที่เหมาะสมสำหรับการใช้
				ลมธรรมชาติของภูมิอากาศร้อนแห้ง
900	10.00	4.00	5.00	เป็นความเร็วลมที่พบภายนอกอาคาร

ที่มา: Lechner, 2001.

ตารางที่ 2.3

ระดับความเร็วลมที่ทำให้เกิดสภาวะน่าสบายของสโตนและเรย์โนลด์

ความเร็วลม		ความรู้สึกเย็นลง (องศาเซลเซียส)	ผลกระทบ
ฟุตต่อวินาที	เมตรต่อวินาที		
50	0.25	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	ไม่สามารถสังเกตพบได้
50-100	0.25-0.51	ต่ำกว่า 2 - 3 °F (1.1 - 1.7 °C)	รู้สึกสบาย
100-200	0.51-1.02	ต่ำกว่า 4 - 5 °F (2.2 - 2.8 °C)	รู้สึกสบาย สังเกตพบการพัดของกระแสลม
200-300	1.02-1.52	ต่ำกว่า 5 - 7 °F (2.8 - 3.9 °C)	รบกวนการทำงานเล็กน้อย
สูงกว่า 300	1.52	สูงกว่า 5 - 7 °F (2.8 - 3.9 °C)	ต้องการการแก้ไขถ้าเป็นกิจกรรมที่ต้องการ ความมีประสิทธิภาพและความปลอดภัย

ที่มา: Stein and Reynolds, 1992.

จากการศึกษาแผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart) พบว่า ความเร็วลมช่วยในด้านสภาวะน่าสบายได้โดยสามารถเพิ่มขอบเขตความน่าสบายได้ เนื่องจากความเร็วลมสามารถทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศที่วัดได้จริง

Szokolay (1995) ได้ทำนายความรู้สึกเย็นลงที่เกิดจากความเร็วลมระดับต่าง ๆ พัดผ่าน โดยความเร็วลมส่วนใหญ่ที่จะอยู่ในช่วง 0 - 3 เมตรต่อวินาที เนื่องจากถ้าใช้ความเร็วลมที่สูงกว่านี้จะเป็นการรบกวนการทำงานของมนุษย์

$$dT = 6V - V^2$$

โดย dT คือ อุณหภูมิที่ลดลง (องศาเซลเซียส)

V คือ ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)

โดยมีเงื่อนไขในการใช้สมการในการคำนวณ ดังนี้

- การแต่งกายเป็นการแต่งกายแบบชุดลำลองโดยมีค่าความต้านทานเฉลี่ยอยู่ที่ 0.4 clo.
- กิจกรรมหรืออิริยาบถเป็นแบบปกติ โดยมีค่าระดับกิจกรรมอยู่ที่ 1.5 met.

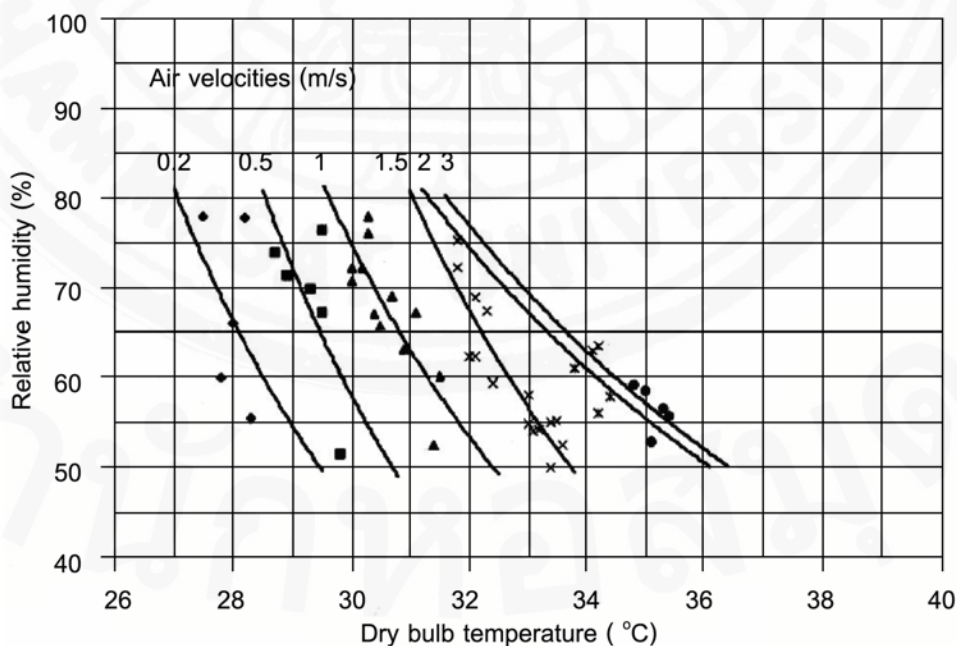
2.2.3 สภาพะนำสบายของประเทศไทย

Khedari et al (2000) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยด้านความเร็วลมที่ช่วยสร้างสภาพะนำสบายให้กับประเทศไทยได้มากขึ้น ทั้งนี้ ได้ทำการทดสอบโดยใช้พัดลมเพื่อสร้างความเร็วลมในหลายๆ ระดับ ได้แก่ 0.2 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 3.0 เมตรต่อวินาที และให้นักศึกษาอายุเฉลี่ยประมาณ 21 ปี โดยสวมเสื้อผ้าปกติที่มีค่าความต้านทานเฉลี่ย 0.55 clo และให้ทำกิจกรรมเบา ๆ ได้แก่ นั่งทำงาน เขียนหนังสือ และอ่านหนังสือ ซึ่งมีค่าระดับกิจกรรมอยู่ที่ 1.0 met สำหรับทดสอบเพื่อศึกษาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำให้รู้สึกสบายในแต่ละระดับความเร็วลม โดยจากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยที่ทำให้นักศึกษาทั่วไประู้สึกสบายมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 27.0 - 36.3 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 50 - 80

จากผลการศึกษาด้านความสบายเชิงอุณหภูมิอากาศ การเพิ่มความเร็วลมที่มีความสัมพันธ์กับความชื้นและอุณหภูมิอากาศ สามารถช่วยขยายขอบเขตสภาพะนำสบายให้กับประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศเขตร้อนชื้นได้ดังภาพที่ 2.2 และตารางที่ 2.4 และ 2.5

ภาพที่ 2.2

แผนภูมิขอบเขตสภาพะนำสบายของคนไทยที่ระดับความเร็วลมต่าง ๆ



ที่มา: Khedari et al., 2000.

ตารางที่ 2.4

ความเร็วลมที่ทำให้เกิดการเพิ่มขอบเขตอุณหภูมิที่มนุษย์รู้สึกสบาย

ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)	อุณหภูมิที่มนุษย์รู้สึกสบาย (องศาเซลเซียส)
0.2	27.0 - 29.5
0.5	28.5 - 30.8
1.0	29.5 - 32.5
1.5	31.0 - 33.8
2.0	31.2 - 36.0
3.0	31.6 - 36.3

ที่มา: Khedari et al., 2000.

ตารางที่ 2.5

ความเร็วลมที่ทำให้เกิดความรู้สึกถึงอุณหภูมิที่ลดลง

ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)	ความรู้สึกเย็นลง (องศาเซลเซียส)
0.2	1.0 - 2.0
0.5	2.5 - 3.0
1.0	3.0 - 5.0
1.5	5.0 - 6.0
2.0	5.0 - 8.0
3.0	5.5 - 8.0

ที่มา: Khedari et al., 2000.

2.2.4 การเปรียบเทียบสภาวะน่าสบายของข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ

จากการศึกษาสภาวะน่าสบายทางด้านความรู้สึกเย็นลงหรืออุณหภูมิที่ลดลงเมื่อมีความเร็วลมระดับต่าง ๆ มากระทำ สามารถเปรียบเทียบดังตารางที่ 2.6 และภาพที่ 2.3 ซึ่งในการเปรียบเทียบระดับความเร็วลมซึ่งทำให้เกิดสภาวะน่าสบาย พบว่า สมการของไซโคเล่ เมื่อใช้คำนวณหาค่าอุณหภูมิที่ลดลงเสมือนเมื่อมีความเร็วลมระดับต่าง ๆ พัดผ่าน โดยใช้ค่าความเร็วลมตั้งแต่ 0.05 - 3.00 เมตรต่อวินาที จะเห็นว่ามีค่าอุณหภูมิที่ลดลงใกล้เคียงกับข้อมูลของเคดารีที่สุด ซึ่งเป็นข้อมูลที่ศึกษาสภาวะน่าสบายของคนไทย ดังนั้น ในการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยจึงใช้สมการของไซโคเล่ในการคำนวณเพื่อศึกษาถึงปัจจัยทางด้านความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นที่เกิดจากการจัดภูมิสถาปัตยกรรมในแต่ละแบบว่าสามารถช่วยทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลงได้เท่าใด

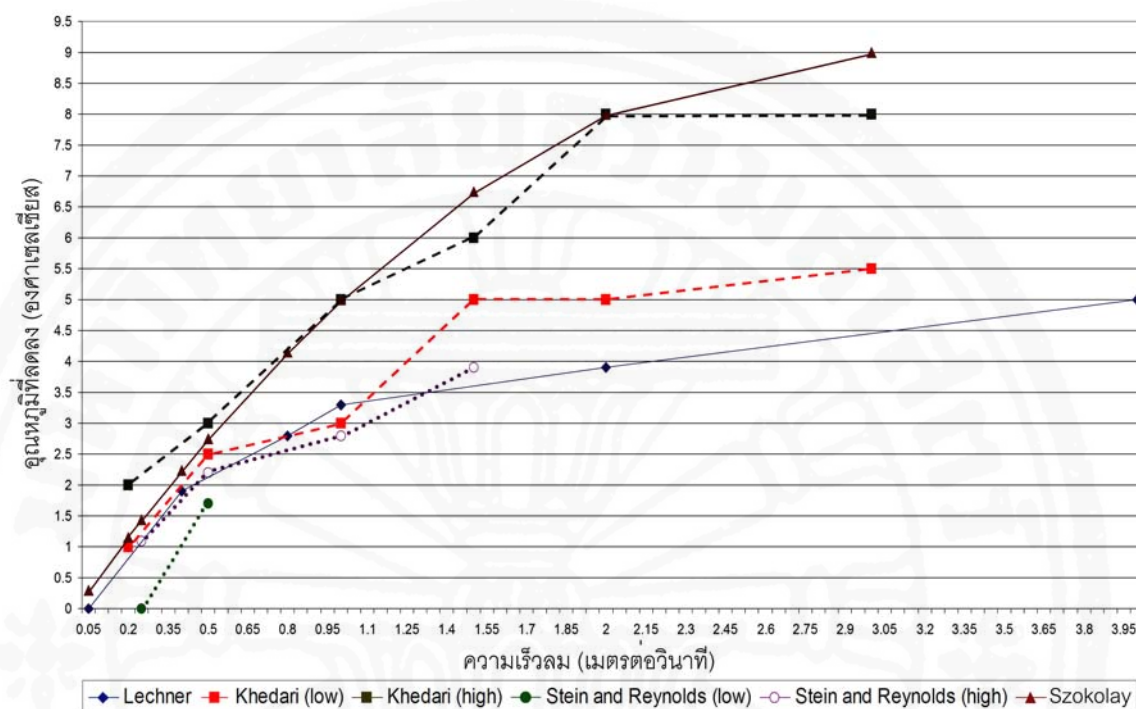
ตารางที่ 2.6

เปรียบเทียบระดับความเร็วลมที่ทำให้เกิดสภาวะน่าสบายของแต่ละแหล่งข้อมูล

ความเร็วลม เมตรต่อวินาที	ความรู้สึกเย็นลง (องศาเซลเซียส)			
	เลขเนอร์	สไตน์ และ เรย์โนลด์	เคดารี	ไซโคเล่
0.05	0.00	-	-	0.30
0.20	1.10	-	1.00 - 2.00	1.16
0.25	-	1.10	-	1.44
0.40	1.90	-	-	2.24
0.50	-	1.70 - 2.20	2.50 - 3.00	2.75
0.80	2.80	-	-	4.16
1.00	3.30	2.80	3.00 - 5.00	5.00
1.50	-	3.90	5.00 - 6.00	6.75
2.00	3.90	-	5.00 - 8.00	8.00
3.00	-	-	5.50 - 8.00	9.00
4.00	5.00	-	-	-

ภาพที่ 2.3

แผนภูมิเปรียบเทียบระดับความเร็วลมที่ทำให้เกิดสภาวะน่าสบายของแต่ละแหล่งข้อมูล



2.3 สภาพแวดล้อม

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นทำให้การออกแบบอาคารให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบายจึงควรมีการคำนึงถึงอุณหภูมิและความชื้นเป็นสำคัญ โดยการจัดภูมิสถาปัตยกรรมรอบอาคารเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยให้เกิดความสบายได้

2.3.1 ประเภทของภูมิสถาปัตยกรรม

ภูมิสถาปัตยกรรมสามารถช่วยควบคุมสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคารได้ เช่น ด้านการให้ร่มเงาสามารถช่วยลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ และด้านการเคลื่อนที่ของอากาศทั้งความเร็วลมและทิศทางลม เป็นต้น โดยทั่วไปภูมิสถาปัตยกรรมสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. บริเวณพื้นผิวอ่อน (softscape) เป็นบริเวณที่ปกคลุมด้วยวัสดุธรรมชาติและพืชพันธุ์ประเภทต่าง ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย พืชสนามหญ้า ไม้พุ่ม ต้นไม้ แหล่งน้ำ และพื้นดิน

2. บริเวณพื้นผิวแข็ง (hardscape) เป็นบริเวณที่ปกคลุมด้วยวัสดุที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น ได้แก่ พื้นคอนกรีต วัสดุปูพื้นชนิดต่าง ๆ รั้ว กำแพง เป็นต้น

2.3.2 การใช้ประโยชน์จากภูมิสถาปัตยกรรม

การออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมโดยรอบอาคารอย่างมีความเข้าใจและเหมาะสม สามารถทำให้เกิดความสบายและการประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สุนทร บุญญาธิการ, 2545) ซึ่งปัจจัยทางด้านภูมิสถาปัตยกรรมที่สำคัญ ได้แก่

1. ต้นไม้ใหญ่ สามารถช่วยลดความรุนแรงของอุณหภูมิอากาศที่ร้อนในเวลากลางวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยกรองแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมาโดยตรง ส่วนในเวลากลางคืนอุณหภูมิใต้ต้นไม้จะสูงกว่าบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง เนื่องจากบริเวณพื้นที่โล่งจะสามารถการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าได้ดีกว่าบริเวณใต้ต้นไม้ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็ว
2. พืชคลุมดิน สามารถช่วยทำให้อุณหภูมิผิวดินต่ำกว่าอากาศมากได้ โดยมีลักษณะค่อนข้างคงที่ไม่แปรปรวนตามอากาศภายนอก และความเย็นที่ผิวดินสามารถทำให้ลมที่พัดเข้ามาเย็นลง เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม
3. วัสดุผิวดิน การเลือกใช้วัสดุผิวดินมีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้ โดยวัสดุที่มีมวลสารมากจะเก็บความร้อนได้มากกว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อย ดังนั้นจึงควรเลือกวัสดุที่มีการดูดซับความร้อนต่ำ มีการกระจายความร้อนสูง ควรหลีกเลี่ยงวัสดุที่มีสีเข้มและวัสดุที่ปิดกั้นการระเหยของน้ำที่อยู่ใต้ดิน

2.4 สรุปทฤษฎีและงานวิจัยที่ใช้ศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการจัดภูมิสถาปัตยกรรมที่ทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลง เนื่องจากการลดอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมและความเร็วลม โดยการจัดภูมิสถาปัตยกรรมมีผลในด้านอุณหภูมิ เช่น ต้นไม้สามารถช่วยลดอุณหภูมิในเวลากลางวันได้ดี เป็นต้น ส่วนในด้านความเร็วลมศึกษาเกี่ยวกับรูปทรง และลักษณะของการจัดภูมิสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อการระบายอากาศ โดยเป็นการเคลื่อนที่ของอากาศที่เกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศซึ่งต้นไม้มีผลทำให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้นถ้ามีการออกแบบที่ดี และความเร็วลมมีผลทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลงได้

การศึกษาเกี่ยวกับความเร็วลมที่ทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลงต้องอาศัยการคำนวณเพื่อหาอุณหภูมิเสมือนที่เกิดจากความเร็วลมในระดับต่าง ๆ และเมื่อได้ศึกษาจากการเปรียบเทียบระดับความเร็วลมที่ทำให้เกิดความสบายเชิงอุณหภาพของแต่ละแหล่งข้อมูล สามารถสรุปได้ว่าสมการของไฮโดเล่ เพื่อทำนายอุณหภูมิที่ลดลงเมื่อมีความเร็วลมในระดับต่าง ๆ พัดผ่านมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากใกล้เคียงกับกับงานวิจัยของเคดารี ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับสภาวะน่าสบายของประเทศไทย

$$dT = 6V - V^2$$

โดย dT คือ อุณหภูมิที่ลดลง (องศาเซลเซียส)

V คือ ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)

จำนักรหอสมุด