

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การระบายอากาศ

การระบายอากาศ คือ การเคลื่อนย้ายอากาศ กระบวนการของการจ่ายและการนำอากาศออกโดยวิธีธรรมชาติ หรือโดยวิธีเชิงกลทั้งเข้าและออกจากพื้นที่

อาคารที่ออกแบบในเขตร้อนจะมีลักษณะที่แตกต่างไปจากอาคารที่ออกแบบในเขตหนาว ในเขตร้อนการออกแบบต้องคำนึงถึงการออกแบบให้ได้รับประโยชน์จากธรรมชาติ คือ กระแสลมให้มากที่สุด นั่นคือ การระบายอากาศโดยให้มีลมพัดเข้าสู่บริเวณ และภายในอาคาร ผู้อยู่อาศัยจะได้รับอากาศบริสุทธิ์และรู้สึกสบาย กระแสลมจะช่วยลดความร้อนและความชื้นในอากาศ

2.2 การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ

ในทุก ๆ ส่วนของโลกไม่ว่าจะมีสภาพภูมิอากาศแบบใด จะต้องมีส่วนช่วงเวลาที่เหมาะสม ฤดูภูมิอากาศภายนอกมีความเหมาะสม และสามารถนำมาใช้ระบายอากาศภายในอาคารเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายได้ แม้แต่ในพื้นที่เขตร้อนก็ยังมีบางเดือนและบางช่วงเวลาในหนึ่งวันที่สามารถใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติได้ โดยเฉพาะในพื้นที่เขตอบอุ่นชื้น และร้อนชื้น การระบายอากาศตามธรรมชาติจะเป็นวิธีสำคัญในการสร้างความเย็นตลอดทั้งปี การระบายอากาศที่ดีจะช่วยรักษาคุณภาพอากาศภายใน และความสบายทางอุณหภูมิได้

การระบายอากาศตามธรรมชาติโดยทั่วไปอากาศจะเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดของอาคารคือ หน้าต่าง ดังนั้น การออกแบบอาคารเพื่อการระบายอากาศตามธรรมชาติ จะต้องคำนึงถึงตำแหน่ง จำนวน ขนาด ทิศทาง และรายละเอียดของหน้าต่างเป็นสำคัญ

ศักยภาพในการระบายอากาศภายในอาคารขึ้น อยู่กับปัจจัยหลายประการได้แก่ ความเร็วลมรอบ ๆ อาคาร ณ ที่ตั้งนั้น ๆ สภาพลมในที่ตั้งซึ่งขึ้นอยู่กับการพัดเข้าสู่ที่ตั้งและการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมของที่ตั่งนั้น

อาคารที่กีดกันทางลมแต่ไม่ได้หยุดกระแสลมเสียเลย ตรงตัวอาคารด้านรับลมเปลี่ยนทิศทางลมและมีแรงกดดันสูง (เปรียบเทียบกับย่านแรงกดดันสูงทางอุตุนิยมนวิทยา) กระแสลมที่

เบี่ยงเบนอ้อมอาคารทำให้ผิวอาคารส่วนที่ต่อเลยออกไป จากด้านรับลมมีแรงกดดันต่ำลงเป็นบางส่วน ส่วนอาคารด้านท้ายลมเป็นช่องว่างห่างออกไปเป็นระยะประมาณ 2 เท่า ของความสูงอาคาร จากนั้นออกไปกระแสลมเริ่มกลับคืนทิศทางและเพิ่มความเร็วขึ้นเป็นปกติที่ระยะประมาณ 7 เท่าของความสูงอาคาร

ลักษณะของกระแสลมพัดอ้อมอาคาร มีรูปแบบแตกต่างไปตามรูปร่างของตัวอาคาร และเปลี่ยนรูปแบบไปตามแรงของกระแสลมในแนวดิ่งมีทิศทางลมที่อ้อมตัวอาคารคล้ายกับด้านข้าง ดังนั้น แรงกดดันที่แตกต่างกัน เนื่องจากกระแสลมตรงด้านรับลมและด้านท้ายลมของอาคารทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศภายในอาคาร เมื่อมีการเปิดช่องที่ผนังของอาคารทางด้านรับลมและทางด้านท้ายลม จะช่วยให้มีการระบายอากาศภายในอาคารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (สุนทร บุญญาธิการ, 2545) การคิดปริมาตรการถ่ายเทอากาศสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$Q = KAV$$

เมื่อ	Q	เป็นปริมาตรการถ่ายเท หน่วยลูกบาศก์เมตร
	A	เป็นขนาดเนื้อที่ของช่องลมเข้า หน่วยตารางเมตร
	V	เป็นความเร็วของกระแสลม หน่วยกิโลเมตร/ ชั่วโมง
	K	เป็นค่าคงที่จากการทดลอง

เมื่อขนาดของช่องลมออก B แตกต่างไปจากช่องลมเข้า A ในสูตรข้างต้น ค่าคงที่ K แปรเปลี่ยนไปตามอัตราส่วนของขนาดช่องลมเข้าและช่องลมออกตามตัวเลขดังตารางที่ 2.1

2.3 ประโยชน์ของการระบายอากาศ

การระบายอากาศในอาคาร เป็นปัจจัยแรก ๆ ที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ความสบาย และความเป็นอยู่ที่ดี ความบริสุทธิ์ และการเคลื่อนที่ของอากาศมีผลโดยตรงต่อร่างกายมนุษย์ ส่วนอุณหภูมิ และความชื้นของอากาศภายในจะมีผลทางอ้อม

ตารางที่ 2.1

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของช่องลมเข้า - ออกกับค่าคงที่

อัตราส่วน B/A	ค่าคงที่ K
1 : 1	1,500
2 : 1	1,900
3 : 1	2,020
4 : 1	2,070
5 : 1	2,090
3 : 4	1,280
1 : 2	950
1 : 4	520

ที่มา: สุนทร บุญญาธิการ, 2545.

2.3.1 การรักษาคุณภาพอากาศภายในโดยการแทนที่ด้วยอากาศใหม่ภายนอกอาคาร

การรักษาคุณภาพอากาศเป็นคุณสมบัติที่ต้องการและเป็นสิ่งจำเป็นในทุก ๆ สภาพอากาศ เพื่อนำออกซิเจนเข้ามาใช้ในการหายใจ ป้องกันไม่ให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกินไป และเป็นการระบายกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ ในกรณีที่มีการทำความร้อน หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ควรให้มีอัตราการระบายอากาศที่สูงพอที่จะรักษาก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่เกิดจากการเผาไหม้ ให้ต่ำกว่าระดับที่จะเป็นผลเสียต่อสุขภาพ สิ่งเจือปนในอากาศที่ทำให้เกิดมลภาวะดังกล่าวมีอยู่มากมายหลายชนิด ได้แก่

- ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ (Oxygen and Carbon Dioxide)
- กลิ่นอันไม่พึงประสงค์ (Odour)
- คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide)
- ควันบุหรี่ (Tobacco Smoke)
- ฟอรัลดีไฮด์ (Formaldehyde)
- โอโซน (Ozone)
- สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Volatile Organic Compounds: VOCs)
- เรดอน (Radon)

- ฝุ่นละออง (Particulates)
- ไอน้ำ (Water Vapour)

2.3.2 การสร้างสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ

ความสบายเชิงอุณหภูมิของมนุษย์ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาพแวดล้อม 4 ปัจจัย คือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้น การเคลื่อนที่ของอากาศ และรังสีของดวงอาทิตย์ วิธีวัดสภาวะสบายที่ดีที่สุด คือ การวัดอุณหภูมิกะเปาะแห้งที่ระดับความชื้นต่าง ๆ กัน

ตริงใจ บุรณสมภพ (2539) จากสาเหตุที่ว่าความสบายขึ้นอยู่กับ การสูญเสียความร้อนที่ได้จากกระบวนการเผาผลาญของร่างกาย ดังนั้น ความไม่สบายจะเกิดขึ้นเมื่อกระบวนการเผาผลาญดังกล่าวไม่เหมาะสม หรือมากเกินไป การสูญเสียความร้อนของร่างกายสามารถอยู่ในรูปของการพาความร้อน (การนำความร้อนสามารถเป็นไปได้ถ้ามีการสัมผัสวัตถุที่เย็นกว่า) การแผ่รังสี และการระเหย ในสภาพอากาศที่นิ่ง อุณหภูมิประมาณ 18 – 20 องศาเซลเซียส ถ้าไม่มีการนำความร้อนเกิดขึ้น สัดส่วนการสูญเสียความร้อนของร่างกายมนุษย์จะแบ่งเป็น การแผ่รังสีร้อยละ 45 การพาความร้อนร้อยละ 30 และการระเหยร้อยละ 25

ความสบายทางอุณหภูมิ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความดันไอน้ำเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับความเร็วลมด้วย การกระจายลมภายในห้องจึงมีความหลากหลายมาก ดังนั้น ในการวัดประสิทธิภาพการระบายอากาศ ควรพิจารณาเรื่องความเร็วลมในห้องมากกว่าเรื่องการนำอากาศเข้า หรือการผลัดเปลี่ยนอากาศ เนื่องจากไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณ และความเร็วลมที่พัดผ่านอาคาร ตัวอย่างเช่น ลมหมุนที่มีความเร็วต่ำอาจจะทำให้ความเร็วลมเฉลี่ยในระดับการใช้งานสูงขึ้น ดีกว่าความเร็วลมสูงที่ระดับฝ้าเพดาน

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเคลื่อนที่และความเร็วลมขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่และตำแหน่งของช่องเปิด สำหรับห้องที่มีลักษณะแคบ ยาว ความเร็วจะสูงขึ้นเมื่อมีช่องลมเข้าและช่องลมออกในบริเวณที่แคบ ยาวนี้ มากกว่าในที่กว้างหรือที่มีทางเดินลมสั้นกว่า

การพาความร้อนเกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศ การแผ่รังสีขึ้นอยู่กับอุณหภูมิผิวของสภาพแวดล้อม สภาวะความร้อน ส่วนความเย็นในอาคารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายนอก และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ด้วยเช่นกัน และส่วนการระเหยขึ้นอยู่กับสัดส่วนความดันไอน้ำในบรรยากาศ การเคลื่อนที่ของอากาศที่ผิวกายมนุษย์ จะส่งผลให้เกิดความเย็น แม้ในสภาพอากาศที่อุ่นกว่าอุณหภูมิผิว (ไม่เกิน 38 องศาเซลเซียส) โดยการเพิ่มอัตราการระเหยของเหงื่อ หรือการลดความชื้นนั่นเอง

B. Stein (1992) ได้กล่าวไว้ว่า สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort)

ถ้าร่างกายมนุษย์ผลิตความร้อนออกมามากกว่าความร้อนที่ร่างกายสูญเสียไป ก็จะทำให้เกิดความรู้สึกไม่สบายขึ้น ร่างกายจะรู้สึกร้อน ในทางกลับกันถ้าอัตราการสูญเสียความร้อนของร่างกายมีมากกว่าอัตราการผลิตความร้อนของร่างกายและไม่ได้ได้รับความร้อนมาจากสภาพแวดล้อมภายนอก อุณหภูมิร่างกายจะลดลงและรู้สึกหนาว

P.O. Fanger (1970) ได้ค้นพบตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ มีอยู่ด้วยกัน 6 ตัวแปร เป็นตัวแปรทางด้านบุคคล 2 ตัวแปร คืออัตราการเผาผลาญของร่างกายและเสื้อผ้าที่สวมใส่ ส่วนตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อมประกอบด้วย 4 ตัวแปร คือ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม โดยทั่วไปอุณหภูมิมักไม่เป็นเครื่องบ่งบอกที่ดีถึงสภาวะน่าสบายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องหรืออาคารที่ทำความร้อนหรือเย็นโดยไม่อาศัยเครื่องกล (ใช้วิธีธรรมชาติ) ซึ่งอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ และความเร็วลม อาจมีอิทธิพลมากกว่าอุณหภูมิอากาศก็ได้

อุณหภูมิของอากาศเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่ง ที่มีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่อย่างสุขสบายของผู้อาศัย ซึ่งผลกระทบถึงร่างกายและจิตใจของมนุษย์อย่างมาก ในห้องที่มีอุณหภูมิสูงมาก ๆ นอกจากร่างกายจะไม่มีความสุขสบายแล้ว ยังทำให้จิตใจเรามีความหงุดหงิด อึดอัด และเกิดอารมณ์เสียได้ง่าย จากการทดลองค้นคว้าของนักจิตวิทยาพบว่า ห้องทำงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ คือ มีอากาศภายในห้องที่เย็นกว่าธรรมดาเล็กน้อย จะทำให้สามารถทำงานได้ดีและกระฉับกระเฉงมากกว่าในห้องที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบมีอิทธิพลต่อสภาวะนำสลายทางด้านอุณหภูมิมากกว่า อุณหภูมิอากาศถึง 40 องศาเซลเซียส นั่นคือ ถ้าอุณหภูมิอากาศสูงขึ้น 1.4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบลดลง 1 องศาเซลเซียส ความรู้สึกร้อนหนาวยังคงเดิม และเช่นเดียวกันในทางกลับกัน ในห้องที่มีอุณหภูมิอากาศ 26 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบนั้นสูง 32 องศาเซลเซียส ผู้ที่อยู่ในห้องนั้นก็จะรู้สีกว่ายังร้อนอยู่

ความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึง สัดส่วนของความชื้นในอากาศเมื่อเทียบกับปริมาณสูงสุดที่อากาศสามารถมีความชื้นได้โดยปราศจากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ความชื้นเมื่อเทียบแล้วมีความสำคัญน้อยในสภาพอากาศที่เย็นเนื่องจากการสูญเสียความร้อนโดยการนำ การพา และการแผ่รังสีจะมีผลมาก แต่ความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในช่วงของสภาวะนำสลายทางด้านอุณหภูมินั้นอยู่ในช่วง 20 - 80 เปอร์เซ็นต์

ความเร็วลมที่ผ่านผู้อยู่อาศัยมีผลกระทบต่อสภาวะนำสลายทางด้านอุณหภูมิ ลมจะพัดพาความร้อนรอบตัวออกไปทำให้รู้สึกเย็นขึ้น นอกจากนั้นลมยังพัดพาเอาความชื้นบริเวณผิวร่างกายซึ่งช่วยให้การระเหยของเหงื่อดีขึ้น ร่างกายสูญเสียความร้อนได้ดีขึ้น ทำให้รู้สึกเย็น เนื่องจากการระเหยของน้ำ อย่างไรก็ตามความเร็วลมที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างสภาวะนำสลาย หากความเร็วลมน้อยเกินไปผู้อยู่อาศัยจะรู้สึกอึดอัดไม่มีอากาศถ่ายเท แต่หากความเร็วลมที่มากเกินไปจะทำให้รู้สึกรำคาญหรือรบกวนการทำงานและกิจกรรมต่าง ๆ ได้

Stein and Reynolds (1992) ได้จัดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลม และสภาวะนำสลายโดยการศึกษาของ Victor Olgyay (ดังตารางที่ 2.2)

Norbert Lechner (2001) ได้จัดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลม และสภาวะนำสลาย (ดังตารางที่ 2.3)

Szokolay (2000) ได้ทำนายความรู้สึกเย็นที่เกิดขึ้นจากความเร็วลม ด้วยวิธีการคำนวณผลของความเย็นที่เกิดขึ้นจากความเร็วลม โดยความเร็วลมส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0 – 3 เมตรต่อวินาที เนื่องจากความเร็วลมที่มากกว่า 3 เมตรต่อวินาทีจะเป็นการรบกวนการทำงานของคนที่ได้โดยสมการมีดังนี้

$$dT = 6v - v^2$$

เมื่อ dT เป็นค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

v = ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)

ตารางที่ 2.2

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายในห้องและสถานะน่าสบายของสไตน์และเรย์โนลด์

ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)	ความเป็นไปได้ของความรู้สึกทางอุณหภูมิที่ลดลง	ผลที่อาจเกิดขึ้น
0 - 0.25	ไม่มีความเปลี่ยนแปลงในความรู้สึกน่าสบาย	ไม่สามารถสังเกตได้
0.25 - 0.50	ต่ำลง 1.1 – 1.7 องศาเซลเซียส	สบาย
0.50 - 1.00	ต่ำลง 2.2 – 2.8 องศาเซลเซียส	โดยทั่วไปรู้สึกสบาย แต่รับรู้ว่าการเคลื่อนไหวของอากาศ
1.00 - 1.50	ต่ำลง 2.8 – 3.9 องศาเซลเซียส	รู้สึกมีลมพัดเล็กน้อยจนถึงรู้สึกถูกรบกวนได้
>1.50	ต่ำลงมากกว่า 2.8 – 3.9 องศาเซลเซียส	ต้องการการแก้ไขที่ถูกต้อง ถ้าจะให้การทำงานมีประสิทธิภาพ และถูกสุขลักษณะ

ที่มา: Stein and Reynolds, 1992.

ตารางที่ 2.3

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายในห้องและสถานะน่าสบายของเลชเนอร์

ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)	ความเป็นไปได้ของความรู้สึกทางอุณหภูมิที่ลดลง	ผลที่อาจเกิดขึ้น
0.05	ไม่มีความเปลี่ยนแปลงในความรู้สึกน่าสบาย	ไม่สามารถสังเกตได้
0.20	ต่ำลง 1.10 องศาเซลเซียส	สบาย ไม่สังเกตพบ
0.40	ต่ำลง 1.90 องศาเซลเซียส	สบาย สังเกตพบ
0.80	ต่ำลง 2.80 องศาเซลเซียส	สบาย มีกระแสลมแต่ยอมรับได้
1.00	ต่ำลง 3.30 องศาเซลเซียส	สูงกว่าความเร็วลมของเครื่องปรับอากาศ
2.00	ต่ำลง 3.90 องศาเซลเซียส	เหมาะกับการใช้ลมธรรมชาติของภูมิอากาศร้อนแห้ง
4.00	ต่ำลง 5.00 องศาเซลเซียส	ความเร็วลมที่พบภายนอกอาคาร

ที่มา: Norbert Lechner, 2001.

2.5 ความสบายเชิงอุณหภูมิสำหรับประเทศไทย

Baruch Givoni ออกแบบ Building Bioclimatic Chart ซึ่งพัฒนาจาก Psychometric Chart โดยแสดงเป็นช่วงของสภาวะน่าสบายทั้งหมด 15 เขตเพื่อใช้ในการออกแบบปรับปรุงอาคารให้เกิดสภาวะน่าสบายขึ้น สำหรับช่วงความสบายของเขตอากาศแบบร้อนชื้นโดยการนำใช้ลมธรรมชาติเพื่อสร้างความเย็น กำหนดไว้จะมีช่วงขอบเขตบนอุณหภูมิที่ 24 - 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ มีขอบเขตล่างของอุณหภูมิที่ 27 - 32.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์

วรารักษ์ กาญจนวิโรจน์ (2542) ทดสอบสภาวะน่าสบายของคนที่อยู่ในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่ปรับอากาศ พบว่า ความคุ้นเคยทางสภาพอากาศขึ้นอยู่กับแต่ละกลุ่มคน สภาพอากาศที่ยอมรับได้ คือ ช่วงอุณหภูมิที่ 25.6 – 31.5 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิกลางที่ 28.5 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 37.7 – 62.9 เปอร์เซ็นต์ โดยการทดสอบครั้งนี้ไม่ได้ทดสอบในสภาพอากาศนิ่ง (ไม่ได้ควบคุมสภาพอากาศ)

Khedari and others (2000) ทดสอบกับกลุ่มคนที่อยู่ในห้องและมีกิจกรรมเบาโดยใช้ความเร็วลมเข้ามาช่วยสร้างความสบายในประเทศไทย เพื่อหาช่วงความน่าสบายของประชากรที่ทดสอบ พบว่า ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงคนจะรู้สึกสบายได้เมื่อความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น (ดังตารางที่ 2.4) โดยแผนภูมิความสบายของการถ่ายเทอากาศ มีขอบเขตบนที่ 26.4 - 31.5 องศาเซลเซียส ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ มีขอบเขตล่างที่ 29.5 – 36.3 องศาเซลเซียส ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิกลางที่ 28.01 องศาเซลเซียส โดยการศึกษาที่ทดสอบในสภาพอากาศนิ่ง (ใช้ห้องทดลองที่ควบคุมสภาพอากาศ)

2.6 สรุปผลทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภูมิ

จากการศึกษาสภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิที่เกิดจากความเร็วลมที่ระดับต่าง ๆ และทำการเปรียบเทียบความรู้สึกเสมือนเย็นลงจากความเร็วลม (ดังตารางที่ 2.5) พบว่า การใช้สมการของไซโคเลอ์คำนวณผลของความเร็วกว่าค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกับค่าการทดลองของเคดารี ซึ่งเป็นการทดลองหาสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภูมิของคนไทย ดังนั้น ในการวิเคราะห์ผลการทดลองในการวิจัยครั้งนี้จึงจะใช้สมการของไซโคเลอ์ในการคำนวณเพื่อหาความรู้สึกเสมือนเย็นลงของอุณหภูมิที่เกิดจากความเร็วกว่าค่าที่ได้ในการวางตัวอาคารรับลมในทิศทางต่าง ๆ

ตารางที่ 2.4

ความสบายเชิงคุณภาพของคนไทยที่ระดับความเร็วลมต่าง ๆ

ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)	อุณหภูมิที่รู้สึกสบาย (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 and others, 2000.

ตารางที่ 2.5

เปรียบเทียบความเร็วลมที่ทำให้เกิดความรู้สึกถึงอุณหภูมิที่ลดลง

ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)	ความรู้สึกเย็นลง (องศาเซลเซียส)			
	Stein	Lechner	Szokolay	Khedari
0.05	-	0.00	0.30	0.00
0.20	-	1.10	1.16	1.00 – 2.00
0.25	1.1 – 1.7	-	1.44	-
0.40	-	1.90	2.24	-
0.50	2.2 – 2.8	-	2.75	2.50 – 3.00
0.80	-	2.80	4.16	-
1.00	2.2 – 2.8	3.30	5.00	3.00 – 5.00
1.50	2.8 – 3.9	-	6.75	5.00 – 6.00
2.00	-	3.90	8.00	5.00 – 8.00
3.00	-	-	9.00	5.50 – 8.00
4.00	-	5.00	-	-

2.7 โรงเรียนอนุบาล

ห้องเรียนปฐมวัย หมายถึง ห้องที่สถานปฐมวัยจัดให้เด็กทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การเล่น การเรียน และการพักผ่อน ในบางสถานศึกษาที่มีสถานที่ไม่เพียงพออาจใช้ห้องเรียนเป็นห้องอาหารด้วย ตามธรรมชาติของเด็กจะมีการเคลื่อนไหวอยู่เสมอ และทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น ดังนั้น ห้องเรียนปฐมวัยต้องมีพื้นที่กว้างพอเหมาะสำหรับเด็ก ทำให้เด็กไม่รู้สึกอึดอัด เคลื่อนไหวไปมาสะดวก ตามมาตรฐานของกระทรวงศึกษาธิการกำหนดขนาดมาตรฐานของห้องเรียนปฐมวัย ได้แก่ ขนาด 6 x 8 เมตร หรือ 7 x 9 เมตร นอกจากขนาดของห้องเรียนที่เหมาะสมแล้ว สภาพแวดล้อมของห้องเรียนจำเป็นต้องให้เด็กมีความรู้สึกอบอุ่น น่าอยู่ น่าสนใจและสบาย (ภัทรา วงศ์พรปัญญา, 2540, น. 35)

อาคารเรียนควรประกอบด้วยห้องอื่นๆ ที่จำเป็น นอกเหนือจากห้องเรียน สำหรับห้องเรียนควรมีลักษณะและขนาดพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 5 x 7 หรือ 7 x 9 เมตร เป็นขนาดที่ดีที่สุด ลักษณะของห้องเรียนสามารถปรับเปลี่ยนเป็นห้องกิจกรรมขนาดต่าง ๆ ได้ เช่น ดัดแปลงเป็นห้องนอน ห้องอาหารหากไม่มีการจัดแบ่งต่างหากและควรโปร่ง มีการระบายอากาศที่ดีและมีแสงสว่างเพียงพอ วัสดุที่ใช้กับห้องเรียนควรเป็นวัสดุที่ไม่สิ้น ทำความสะอาดง่าย ผนังควรทาสีอ่อน ๆ และใช้วัสดุที่ดูดซับเสียง (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2530, น. 58 - 59)

ลักษณะของโรงเรียนอนุบาลมีความแตกต่างกับโรงเรียนระดับอื่นอย่างชัดเจนในเรื่องของลักษณะหน้าทีการใช้งาน ห้องประกอบและขนาดโรงเรียน จากที่กล่าวข้างต้นโรงเรียนอนุบาลมีกิจกรรมใน 2 ลักษณะ คือ ให้การศึกษา และการดูแล เป็นลักษณะบ้านผสมรวมกับโรงเรียน ขนาดโรงเรียนก็จะไม่ใหญ่มากเมื่อเทียบกับโรงเรียนระดับอื่น ๆ ซึ่งแตกต่างอย่างชัดเจนกับโรงเรียนระดับอื่นที่ให้การศึกษายาวเดียว และมักมีขนาดโรงเรียนที่ใหญ่กว่ามาก โรงเรียนอนุบาลจึงมีลักษณะเป็นอาคารเดียวการใช้งานห้องต่าง ๆ มักใช้งานแบบเอนกประสงค์ คือ มีการใช้งานหลายกิจกรรมภายในห้องเดียวกัน เช่น ห้องหนึ่งห้องอาจใช้เป็นห้องสำหรับการเรียนการสอน ห้องนอน ห้องทานอาหาร เป็นต้น แตกต่างกับโรงเรียนระดับอื่นที่มักมีหลายอาคารแบ่งแยกการใช้งานกันชัดเจน เช่น อาคารเรียน โรงอาหาร เป็นต้น

2.8 สรุปผลทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบโรงเรียนอนุบาล

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบโรงเรียนอนุบาล พบว่า ขนาดห้องเรียนที่

เหมาะสม คือ ขนาด 7 x 9 เมตร ซึ่งตรงกับการศึกษาของ ภัทรา วงศ์พรเพ็ญภาพ และมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ที่กล่าวตรงกันว่าเป็นขนาดห้องเรียนที่มีความเหมาะสมที่สุด และจากระเบียบกระทรวงศึกษาธิการกำหนดให้อาคารเรียนต้องมีฝ้าเพดานใต้หลังคา เว้นแต่หลังคาแดดฟ้าคอนกรีตเสริมเหล็ก ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดานต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร เมื่อคำนวณความสูงของฝ้าหลังคาบวกกับโครงสร้าง จึงกำหนดให้ความสูงของอาคารแต่ละชั้นเป็น 3.00 เมตร ซึ่งเป็นความสูงของอาคารทั่ว ๆ ไป และในการออกแบบช่องว่างหรือระยะห่างต่าง ๆ ของลูกกรงรั้วหรือราวกันตกต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของเด็กด้วย โดยดูจากขนาดร่างกายของเด็กเพื่อป้องกันเด็กเข้าไปติดจนเกิดอันตรายได้ ซึ่งตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการกำหนดระยะห่างของลูกตั้งลูกกรงไว้ที่ 15 เซนติเมตร ซึ่งจากขนาดร่างกายของเด็กอายุ 2 – 6 ปี จะมีขนาดรอบศีรษะ 18 – 20.5 นิ้ว หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง 14.5 – 16.57 เซนติเมตร เห็นได้ว่าระยะห่างตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการนั้นเด็กยังสามารถเอศีรษะรอดผ่านได้ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่เด็กได้ ดังนั้นการทดลองนี้จึงกำหนดระยะห่างของลูกตั้งลูกกรงไว้ที่ 10 เซนติเมตรเพื่อความปลอดภัย (ดังตารางที่ 2.6)

ดังนั้น ในการวิจัยนี้จึงกำหนดขนาดห้องเรียนที่ 7 x 9 x 3 เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) และระยะห่างของลูกกรงต่าง ๆ (ราวกันตกและรั้ว) จะมีระยะห่างที่ 10 เซนติเมตร

ตารางที่ 2.6
ขนาดร่างกายของเด็ก

CHILDREN'S STANDARD SIZE CHARTS (Inches)								
ร่างกาย	อายุ							
	2	3	4	5	6	8	10	12
หัว	18	19	19.5	20	20.5	21	21.5	22
รอบอก	21	22	23	24	25	27	29	31
เอว	20	20.75	21.5	22.5	23.5	25	26	27
ตะโพก	22	23	24	25	26	28.5	31	33
ต้นแขน	7.25	7.5	7.75	8	8.25	8.5	8.75	9

ที่มา: Clearwater Knits, 2550.

2.9 การระบายอากาศของโรงเรียน

การระบายอากาศ ระบบระบายอากาศที่ดีที่สุด คือ การเปิดหน้าต่างประตูให้อากาศถ่ายเทสะดวก ดังนั้น ประตูและหน้าต่างนอกจากทำให้มีแสงสว่างแล้วยังเป็นส่วนช่วยระบายอากาศเพื่อให้มีอากาศเพียงพอ ปราศจากกลิ่นเหม็น และได้รับอากาศบริสุทธิ์ แต่บางครั้งอากาศร้อนเกินไปควรมีพัดลมเพื่อช่วยระบายอากาศ ในการจัดวางครุภัณฑ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ต้องไม่วางให้บังทางระบายอากาศของห้องเรียน

มาตรฐานการระบายอากาศของสถานที่ต่าง ๆ นั้นมีการกำหนดปริมาณการระบายอากาศที่ไม่เท่ากัน ซึ่งปริมาณการระบายอากาศของสถานที่ต่าง ๆ จะกำหนดจากประเภทของสถานที่ การใช้งาน และจำนวนคนใช้งาน สำหรับโรงเรียนอนุบาลมาตรฐานการระบายอากาศที่เกี่ยวข้องมี ดังนี้

1. มาตรฐานการระบายอากาศโดยสมาคมวิศวกรรรมสถานแห่งประเทศไทย

สมาคมวิศวกรรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2545) ได้กล่าวถึงเรื่องการระบายอากาศในกรณีที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ โดยการนำอากาศภายนอกเข้ามาสำหรับห้องเรียนคือ 15 ลูกบาศก์ฟุตต่อคนหรือ 8 ลิตรต่อวินาทีต่อคน

2. ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2544

ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครข้อที่ 64 เรื่องระบบการระบายอากาศในอาคาร กำหนดว่าอาคารจะจัดให้มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ หรือวิธีกลก็ได้ สำหรับโรงเรียนอนุบาล เนื่องจากไม่มีการกำหนดอัตราการระบายอากาศโดยเฉพาะสำหรับโรงเรียนอนุบาล แต่มีการกำหนดให้ใช้อัตราการระบายอากาศที่เหมือนสถานที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยอัตราการระบายอากาศที่ใกล้เคียงคืออัตราการระบายของสำนักงานและห้องพักของโรงแรมซึ่งกำหนดให้มีอัตราการระบายอากาศไม่น้อยกว่าจำนวน 7 เท่าของปริมาตรของห้องใน 1 ชั่วโมง

3. มาตรฐานการระบายอากาศโดยสมาคมวิศวกรปรับอากาศแห่งสหรัฐอเมริกา (ASHRAE, 2001) ได้กำหนดมาตรฐานการระบายอากาศสำหรับสถานศึกษา (ดังตารางที่ 2.7)

ตารางที่ 2.7

อัตราการระบายอากาศในห้องต่าง ๆ

ลักษณะพื้นที่		จำนวนคนต่อ 1000 ตารางฟุต	Cfm/ person	Cfm/ ft ²
พื้นที่ การศึกษา	ห้องเรียน	50	15	-
	ห้องดนตรี	50	15	-
	ห้องสมุด	20	15	-
	ห้องประชุมใหญ่	150	15	-

ที่มา: ASHRAE, 2001.

2.10 ผลสรุปทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับการระบายอากาศของโรงเรียนอนุบาล

จากการศึกษามาตรฐานและข้อกำหนดของการระบายอากาศของโรงเรียนอนุบาลพบว่า มาตรฐานต่าง ๆ ไม่ได้กำหนดเพื่อโรงเรียนอนุบาลโดยตรงแต่สามารถใช้ร่วมกันได้ โดยมาตรฐานต่าง ๆ จะกำหนดปริมาณการระบายอากาศในส่วนของห้องเรียนเป็นหลัก ซึ่งปริมาณการระบายอากาศอยู่ที่ 15 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อคน 8 ลิตรต่อคนต่อวินาที และ 7 เท่าของปริมาตรห้องต่อ 1 ชั่วโมง ซึ่งจากที่กำหนดปริมาณการถ่ายเทอากาศ 15 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อคน มีค่าเท่ากับ 0.0225 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อคน 8 ลิตรต่อคนต่อวินาที มีค่าเท่ากับ 0.008 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และ 7 เท่าของปริมาตรห้องต่อ 1 ชั่วโมง ที่ขนาดห้อง 7 x 9 x 3 เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) จะได้ 189 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง หรือ 0.0525 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะเห็นว่ามาตรฐานการระบายอากาศที่ 7 เท่าของปริมาตรห้องต่อ 1 ชั่วโมงมีค่ามากกว่าการระบายอากาศอยู่ที่ 15 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อคนและ 8 ลิตรต่อคนต่อวินาที

ดังนั้น ในการวิจัยนี้จึงกำหนดการระบายอากาศที่ 7 เท่าของปริมาตรห้องต่อ 1 ชั่วโมง ซึ่งเป็นปริมาณที่มากที่สุดของมาตรฐานและข้อกำหนด