

## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 7.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่เกิดขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ฤดูกาล คือ

#### 6.1 ฤดูหนาว แบ่งออกเป็น 2 กรณี

1. กรณีไม่ให้ความชื้นกับผิวพื้น จากผลการวิจัย พบว่า ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกช่วงสูงสุด อยู่ที่ 37.725 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติช่วงสูงสุด อยู่ที่ 33.77 องศาเซลเซียส และมีค่าความแตกต่างสูงสุดของอุณหภูมิถึง 5.436 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกช่วงต่ำสุด อยู่ที่ 21.47 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติช่วงต่ำสุด อยู่ที่ 21.33 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ 28.76 องศาเซลเซียส ส่วนภายในห้องเรียนธรรมชาติมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 26.77 องศาเซลเซียส โดยมีส่วนต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตั้งแต่ 1.392 องศาเซลเซียส

2. กรณีให้ความชื้นกับผิวพื้น จากผลการวิจัย พบว่า ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกช่วงสูงสุด อยู่ที่ 37.137 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติช่วงสูงสุด อยู่ที่ 31.412 องศาเซลเซียส และมีค่าความแตกต่างสูงสุดของอุณหภูมิถึง 5.85 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกช่วงต่ำสุด อยู่ที่ 18.10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติช่วงต่ำสุด อยู่ที่ 19.44 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ 25.53 องศาเซลเซียส ส่วนภายในห้องเรียนธรรมชาติมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 24.579 องศาเซลเซียส โดยมีส่วนต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตั้งแต่ 0.953 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเห็นได้ว่า การให้ความชื้นกับผิวพื้นในเวลาากลางคืน ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศที่เกิดขึ้น มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศที่อยู่ภายนอก อีกทั้งยังเกิดจากพุ่มใบของต้นไม้ที่สกัดกั้นการถ่ายเทความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า

## 6.2 ฤดูร้อน แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

### 6.2.1 ขั้นตอนใช้พุ่มใบต้นไม้ค่อนข้างแน่น (พุ่มใบเดิม)

ได้แบ่งออกเป็น 2 กรณี

1. กรณีไม่ให้ความชื้นกับผิวพื้น จากผลการวิจัย พบว่า ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกช่วงสูงสุด อยู่ที่ 37.56 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติช่วงสูงสุด อยู่ที่ 36.03 องศาเซลเซียส และมีค่าความแตกต่างสูงสุดของอุณหภูมิตั้ง 2.45 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกช่วงต่ำสุด อยู่ที่ 26.14 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติช่วงต่ำสุด อยู่ที่ 26.46 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ 30.15 องศาเซลเซียส ส่วนภายในห้องเรียนธรรมชาติมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29.93 องศาเซลเซียส โดยมีส่วนต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตั้ง 0.219 องศาเซลเซียส ซึ่งผลที่เกิดขึ้นที่เป็นสาเหตุให้อุณหภูมิอากาศที่อยู่ภายในห้องเรียนธรรมชาติสูงขึ้นนั้น เนื่องมาจากปริมาณความชื้นที่มีอยู่ภายในห้องเรียนธรรมชาตินั้น สูงกว่าที่มีอยู่ภายนอก อีกทั้งเกิดจากพุ่มใบของต้นไม้ที่เป็นสิ่งกีดกั้นการถ่ายเทความร้อนที่สะสมในช่วงเวลากลางวันกลับคืนสู่ท้องฟ้า

2. กรณีให้ความชื้นกับผิวพื้น จากผลการวิจัย พบว่า ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกช่วงสูงสุด อยู่ที่ 37.30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติช่วงสูงสุด อยู่ที่ 35.21 องศาเซลเซียส และมีค่าความแตกต่างสูงสุดของอุณหภูมิตั้ง 2.33 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกช่วงต่ำสุด อยู่ที่ 24.91 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติช่วงต่ำสุด อยู่ที่ 25.86 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ 29.97 องศาเซลเซียส ส่วนภายในห้องเรียนธรรมชาติมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29.61 องศาเซลเซียส โดยมีส่วนต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตั้ง 0.36 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการให้ความชื้นกับผิวพื้นเพื่อเพิ่มความเย็นนั้น ส่งผลให้ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในอากาศสูงขึ้นประกบกับลักษณะของพุ่มใบที่เป็นตัวกีดกั้นการถ่ายเทความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติในช่วงเวลากลางคืน สูงกว่าอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวัน

## 6.2.2 ขั้นตอนใช้พุ่มใบต้นไม้ที่มีความโปร่ง

ได้แบ่งออกเป็น 2 กรณี

1. กรณีไม่ให้ความชื้นกับผิวพื้น จากผลการวิจัย พบว่า ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกช่วงสูงสุด อยู่ที่ 37.19 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติช่วงสูงสุด อยู่ที่ 36.28 องศาเซลเซียส และมีค่าความแตกต่างสูงสุดของอุณหภูมิถึง 1.76 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกช่วงต่ำสุด อยู่ที่ 26.06 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติช่วงต่ำสุด อยู่ที่ 26.43 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ 30.18 องศาเซลเซียส ส่วนภายในห้องเรียนธรรมชาติมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 30.04 องศาเซลเซียส โดยมีส่วนต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ 0.13 องศาเซลเซียส ซึ่งจะพบพุ่มใบที่มีความโปร่งขึ้นนั้นส่งผลให้ค่าต่างของอุณหภูมิภายนอกที่เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติมีค่าไม่มากนัก เมื่อเทียบกับการใช้พุ่มใบที่มีความทึบมากกว่า ถึงแม้ว่าในช่วงเวลากลางวันจะส่งผลให้ความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายนอกกับภายในห้องเรียนธรรมชาติมีค่าที่ลดลง จากการมีปริมาณไอน้ำในอากาศที่ลดลงและความสามารถในการถ่ายเทความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าที่มากขึ้น

2. กรณีให้ความชื้นกับผิวพื้น จากผลการวิจัย พบว่า ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกช่วงสูงสุด อยู่ที่ 38.01 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติช่วงสูงสุด อยู่ที่ 35.79 องศาเซลเซียส และมีค่าความแตกต่างสูงสุดของอุณหภูมิถึง 2.89 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกช่วงต่ำสุด อยู่ที่ 26.24 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติช่วงต่ำสุด อยู่ที่ 26.80 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ 30.16 องศาเซลเซียส ส่วนภายในห้องเรียนธรรมชาติมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 30.10 องศาเซลเซียส โดยมีส่วนต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ 0.058 องศาเซลเซียส จากการวิจัยพบว่าการให้ความชื้นกับผิวพื้นเพื่อเป็นแหล่งความเย็นของอุณหภูมิภายในห้องเรียนธรรมชาตินั้น ส่งผลให้อุณหภูมิภายในห้องเรียนธรรมชาติมีค่าแตกต่างจากอุณหภูมิภายนอกมากขึ้นในเวลากลางวัน ส่วนในเวลากลางคืนไม่มีความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากการมีปริมาณไอน้ำในอากาศที่ลดลงและความสามารถในการถ่ายเทความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น

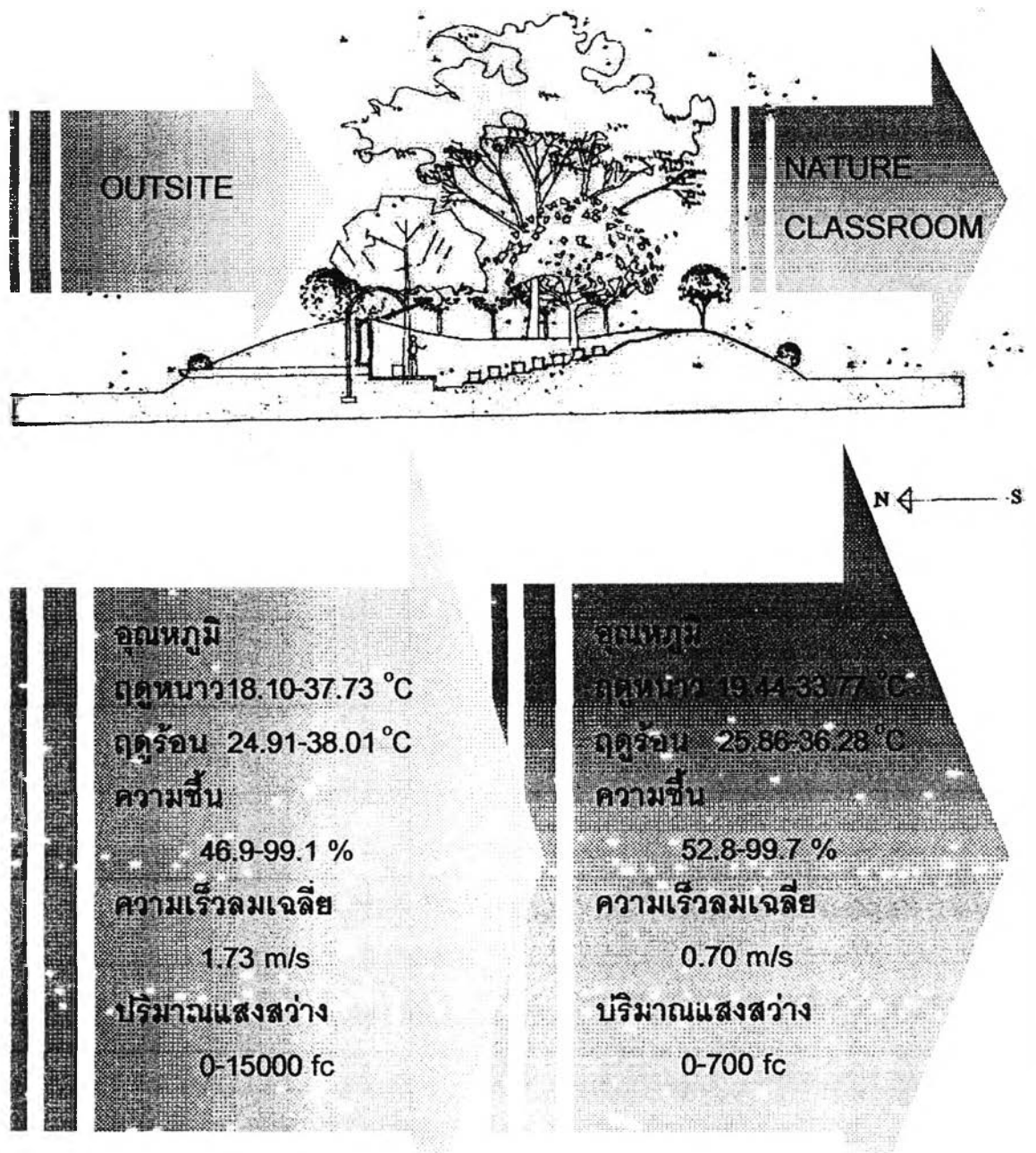
ฤดูกาล	กรณีศึกษา	อุณหภูมิอากาศ (เซลเซียส)			อุณหภูมิอากาศภายใน ห้องเรียนธรรมชาติ (เซลเซียส)		
		อุณหภูมิ สูงสุด	อุณหภูมิ เฉลี่ย	อุณหภูมิ ต่ำสุด	อุณหภูมิ สูงสุด	อุณหภูมิ เฉลี่ย	อุณหภูมิ ต่ำสุด
ฤดูหนาว	ไม่ใช้ความชื้นกับผิวพื้น	37.73	28.76	21.47	33.77	26.77	21.33
	ใช้ความชื้นกับผิวพื้น	37.14	25.53	18.10	31.41	24.58	19.44
ฤดูร้อน	ไม่ใช้ความชื้นกับผิวพื้น	37.56	30.15	26.14	36.03	29.93	26.46
	ใช้ความชื้นกับผิวพื้น	37.30	29.97	24.91	35.21	29.61	25.86
	ทรงพุ่มโปร่งและไม่ใช้ ความชื้นกับผิวพื้น	37.19	30.18	26.06	36.28	30.04	26.43
	ทรงพุ่มโปร่งและใช้ ความชื้นกับผิวพื้น	38.01	30.16	26.24	35.79	30.10	26.80

ตารางที่ 7.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิในการวิจัย

ฤดูกาล	กรณีศึกษา	อุณหภูมิแตกต่างสูงสุด(เซลเซียส)
ฤดูหนาว	ไม่ใช้ความชื้นกับผิวพื้น	5.44
	ใช้ความชื้นกับผิวพื้น	5.85
ฤดูร้อน	ไม่ใช้ความชื้นกับผิวพื้น	2.45
	ใช้ความชื้นกับผิวพื้น	2.33
	ทรงพุ่มโปร่งและไม่ใช้ความชื้นกับผิวพื้น	1.76
	ทรงพุ่มโปร่งและใช้ความชื้นกับผิวพื้น	2.89

ตารางที่ 7.2 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่าง

ของอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิภายในห้องเรียนธรรมชาติ



ภาพที่ 7.1 แสดงผลจากการปรับสภาพแวดล้อมของห้องเรียนธรรมชาติ

จากการปรับสภาพแวดล้อมของห้องเรียนธรรมชาติ ทำให้สภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาตินั้น เข้าสู่ภาวะความสบายมากขึ้น โดย

ในฤดูร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวัน 38.01 องศาเซลเซียส การปรับสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนธรรมชาตินั้น สามารถลดอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวันได้มากที่สุด 2.89 องศาเซลเซียส ส่วนในเวลากลางคืนซึ่งมีอุณหภูมิต่ำลงที่ 24.91 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติอยู่ที่ 25.86 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงขึ้น 0.95 องศาเซลเซียส แต่ทั้งนี้ อุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้น ยังอยู่ในภาวะความสบายแบบธรรมชาติ ซึ่งมีช่วงอุณหภูมิที่ 20-32 องศาเซลเซียส (สุนทร บุญญาธิการ, 2544)

ในฤดูหนาว ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวัน 37.73 องศาเซลเซียส การปรับสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนธรรมชาตินั้น สามารถลดอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวันได้มากที่สุด 5.85 องศาเซลเซียส ส่วนในเวลากลางคืนซึ่งมีอุณหภูมิต่ำลงที่ 18.10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติอยู่ที่ 19.44 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงขึ้น 1.34 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นในเวลากลางคืน ช่วงฤดูหนาว สามารถเข้าสู่ภาวะความสบายแบบธรรมชาติซึ่งมีช่วงอุณหภูมิที่ 20-32 องศาเซลเซียส (สุนทร บุญญาธิการ, 2544) มากขึ้น

ปริมาณความชื้นที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาติในช่วงเวลากลางวันจะมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณความชื้นภายนอก ส่วนในเวลากลางคืน ปริมาณความชื้นภายในห้องเรียนธรรมชาติเพิ่มสูงขึ้น 1.3-3.8 % ทั้งนี้เนื่องจากการให้ความชื้นกับผิวพื้นเพื่อสร้างความเย็นให้กับห้องเรียนธรรมชาติที่ก่อให้เกิดปริมาณความชื้นภายในห้องเรียนธรรมชาติมากขึ้นรวมกับปริมาณความชื้นที่สะสมอยู่ได้พุ่มใบของต้นไม้ ในช่วงเวลากลางคืนนั้น

ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยที่ 0.70 เมตรต่อวินาที (137.8 ฟุตต่อวินาที) เมื่อเทียบกับความเร็วลมที่เกิดภายนอก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 1.73 เมตรต่อวินาที (340.1 ฟุตต่อวินาที) โดยความเร็วภายในห้องเรียนธรรมชาติดลดลง 59.33 % แต่ทั้งนี้ ความเร็วลมที่

เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาติ ยังคงอยู่ในช่วงภาวะความสบายแบบธรรมชาติ ซึ่งมีความเร็วลมที่ 0-500 ฟุตต่อนาที (สุนทร บุญญาธิการ, 2544)

ปริมาณแสงสว่างที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาติ มีค่าสม่ำเสมออยู่ที่ 0-700 Fc เมื่อเทียบกับภายนอกซึ่งมีปริมาณแสงสว่างที่มากเกินไปและมีความแปรผันเกือบตลอดเวลา โดยปริมาณแสงสว่างภายในห้องเรียนธรรมชาตินั้น มีค่าลดลง 0-95.33 %

รายละเอียด	สภาพแวดล้อมภายนอก	สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนธรรมชาติ	ผลที่เกิดจากการปรับสภาพแวดล้อมของห้องเรียนธรรมชาติ
อุณหภูมิ ฤดูหนาว (°C)	18.10-37.73	19.44-33.77	8.00 - 16.00 น. อุณหภูมิลดลง 0-10.50 % 16.00 - 8.00 น. อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 0-7.4 %
อุณหภูมิ ฤดูร้อน (°C)	24.91-38.01	25.86-36.28	8.00 - 16.00 น. อุณหภูมิลดลง 0-4.55 % 16.00 - 8.00 น. อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 0-3.81 %
ความชื้น (%)	46.90-99.50	52.80-99.80	ความชื้นเพิ่มขึ้น 1.30-3.80 %
ความเร็วลมเฉลี่ย (m/s)	1.73	0.70	ความเร็วลมลดลงเฉลี่ย 59.33%
ปริมาณแสงสว่าง (fc)	0-15,000	0-700	ปริมาณแสงสว่างลดลง 0-95.33 %

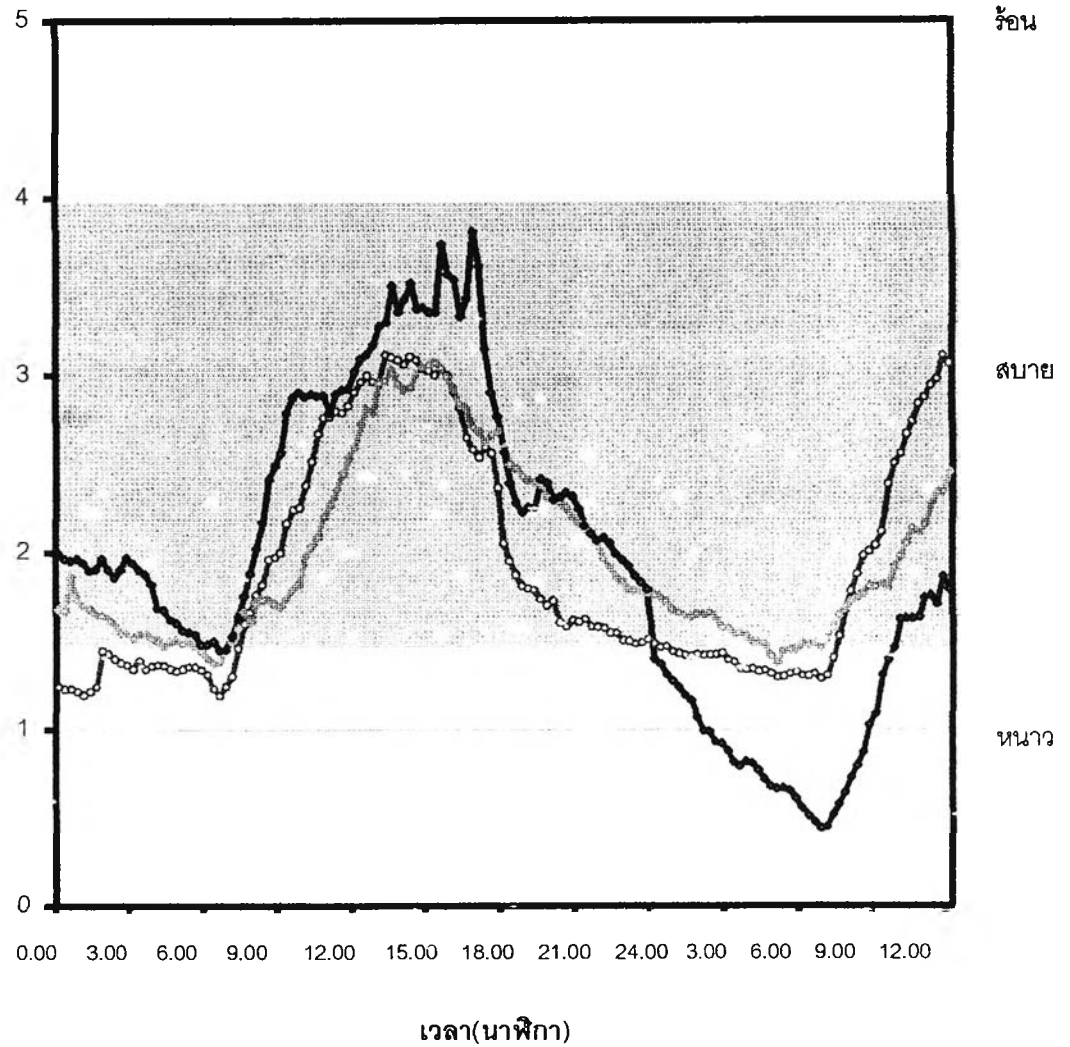
หมายเหตุ: ข้อมูลจากผลการวิจัยฤดูหนาวในเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคมและฤดูร้อนในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม

ตารางที่ 7.3 แสดงผลที่เกิดขึ้นจากการปรับสภาพแวดล้อมของห้องเรียนธรรมชาติ

### ผลภาะนำสบายที่เกิดขึ้นในการวิจัย

#### กราฟเปรียบเทียบภาะนำสบายภายในห้องเรียนธรรมชาติ กรณีไม่ให้ความชื้นผิวพื้น

ดัชนีภาะนำสบาย



- ภาะนำสบายภายในห้องเรียนธรรมชาติในฤดูร้อนกรณีไม่ให้ความชื้นผิวพื้น
- ภาะนำสบายภายในห้องเรียนธรรมชาติฤดูร้อนกรณีเปลี่ยนพุ่มใบใหม่และไม่ให้ความชื้นผิวพื้น
- ภาะนำสบายภายในห้องเรียนธรรมชาติในฤดูหนาวกรณีไม่ให้ความชื้นผิวพื้น

แผนภูมิที่ 7.1 เปรียบเทียบภาะนำสบายภายในห้องเรียนธรรมชาติกรณีไม่ให้ความชื้นผิวพื้น



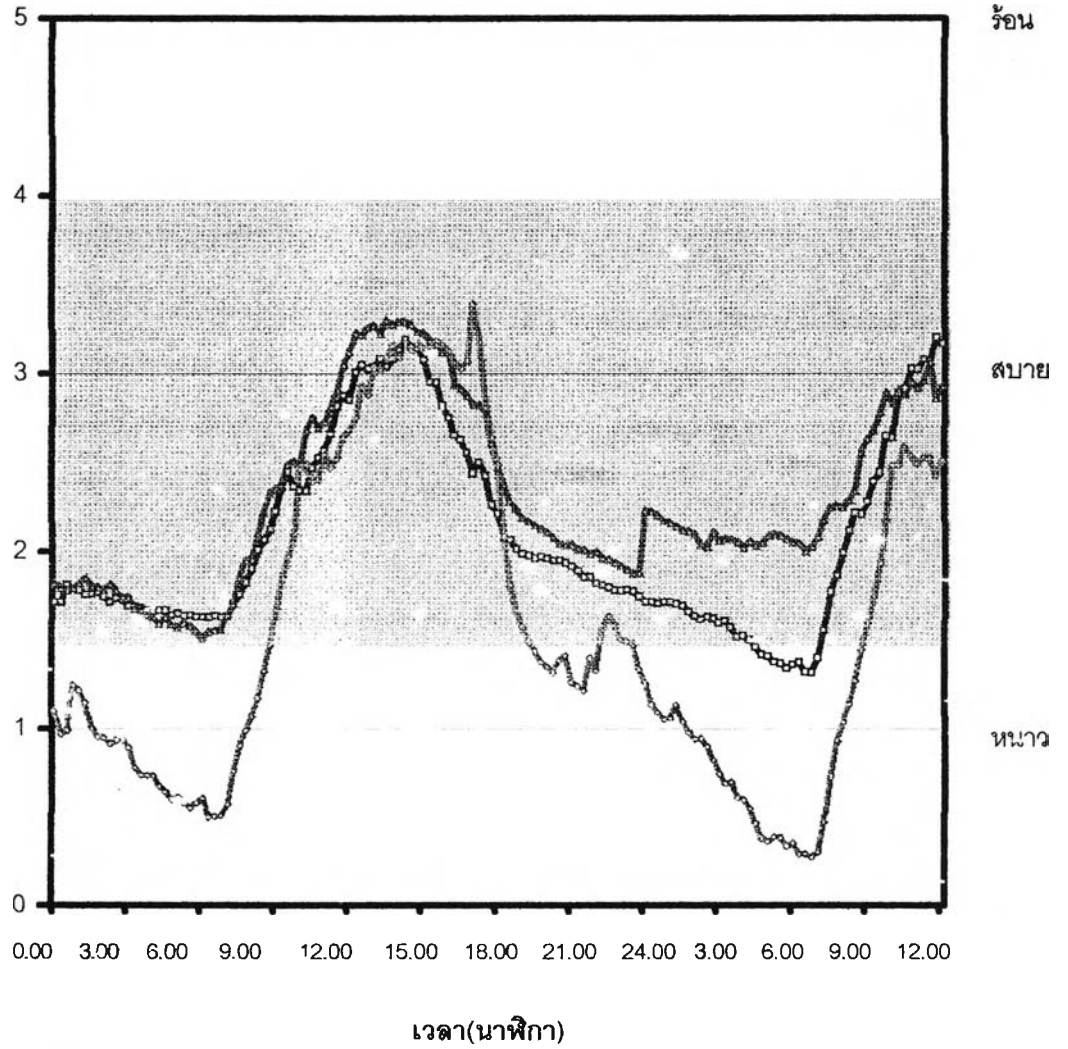
จากแผนภูมิ พบว่า ขอบเขตภาวะความสบายในฤดูหนาวจะอยู่ในช่วงที่กว้างกว่า ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศที่เกิดขึ้นนั้นมีมาก จึงส่งผลให้ภาวะความสบายที่เกิดขึ้นนั้นมีช่วงที่กว้างตามไป แต่ยังเป็น การปรับภาวะน่าสบายในฤดูกาลนี้ให้อยู่ในช่วงที่สูงมากขึ้น ทำให้เกิดความรู้สึกหนาวน้อยลงอีกด้วย

ส่วนในฤดูร้อน เพราะความแตกต่างของอุณหภูมิมีน้อย ดังนั้น ภาวะความสบายที่เกิดขึ้น จึงอยู่ในช่วงที่แคบกว่าจึงทำให้ในช่วงฤดูร้อนนี้ โดยอยู่ในช่วง 1-3 ซึ่งอยู่ในขอบเขตที่รู้สึกหนาวเล็กน้อยจนถึงรู้สึกสบายภาวะความสบายที่เกิดขึ้นมีความสม่ำเสมอ

การเปลี่ยนพุ่มไม้ให้มีความโปร่งขึ้น ได้ส่งผลโดยตรงต่อภาวะความสบายที่เกิดขึ้นในฤดูร้อน ทั้งนี้เกิดจากการป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์มีน้อยลง จึงทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติมีค่าสูง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อภาวะความสบายที่เกิดขึ้นให้มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย และการเปลี่ยนทรงพุ่มไม้โปร่งขึ้นนี้เอง ที่ส่งผลให้ภาวะความสบายที่เกิดขึ้นนั้นมีค่าสูงกว่าในกรณีที่ใช้พุ่มไม้ที่มีความทึบกว่าเกือบตลอดเวลา

### กราฟเปรียบเทียบภาวะนำสบายฤดูร้อนภายในห้องเรียนธรรมชาติกรณี ให้ความชื้นผิวพื้น

ดัชนีภาวะนำสบาย



- ภาวะนำสบายภายในห้องเรียนธรรมชาติในฤดูร้อนกรณีให้ความชื้นผิวพื้น
- ภาวะนำสบายภายในห้องเรียนธรรมชาติในฤดูร้อนกรณีเปลี่ยนพื้นใหม่และให้ความชื้นผิวพื้น
- ภาวะนำสบายในห้องเรียนธรรมชาติฤดูหนาวกรณีให้ความชื้นผิวพื้น

แผนภูมิที่ 7.2 เปรียบเทียบภาวะนำสบายภายในห้องเรียนธรรมชาติกรณีให้ความชื้นผิวพื้น

จากแผนภูมิ พบว่า การให้ความชื้นกับผิวพื้นนั้น ขอบเขตภาวะความสบายในฤดูหนาวจะอยู่ในช่วงที่กว้างมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศที่เกิดขึ้นนั้นมีมาก จึงส่งผลให้ภาวะความสบายที่เกิดขึ้นนั้นมีช่วงที่กว้างตามไปด้วยโดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน แต่ยังเป็นการปรับภวะน่าสบายในฤดูกาลนี้ให้อยู่ในช่วงที่สูงมากขึ้น ทำให้เกิดความรู้สึกหนาวน้อยลง เมื่อเทียบกับสภาพภายนอก ส่วนในฤดูร้อน เพราะความแตกต่างของอุณหภูมิมีน้อย ดังนั้น ภาวะความสบายที่เกิดขึ้น จึงอยู่ในช่วงที่แคบกว่าจึงทำให้ในช่วงฤดูร้อนนี้ โดยอยู่ในช่วง 1-3 ซึ่งอยู่ในขอบเขตที่รู้สึกหนาวเล็กน้อยจนถึงรู้สึกสบายภาวะความสบายที่เกิดขึ้นมีความสม่ำเสมอ

การเปลี่ยนพุ่มใบให้มีความโปร่งขึ้น ได้ส่งผลโดยตรงต่อภาวะความสบายที่เกิดขึ้นในฤดูร้อน ทั้งนี้เกิดจากการป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์มีน้อยลง จึงทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติมีค่าสูง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อภาวะความสบายที่เกิดขึ้นให้มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย และการเปลี่ยนทรงพุ่มให้โปร่งขึ้นนี้เอง ที่ส่งผลให้ภาวะความสบายที่เกิดขึ้นนั้นมีค่าสูงกว่าในกรณีที่ใช้พุ่มใบที่มีความทึบกว่าเกือบตลอดเวลา

ฤดูกาล	กรณีศึกษา	ดัชนี	ดัชนี	ดัชนี
		ภวะน่าสบายสูงสุด	ภวะน่าสบายต่ำสุด	ภวะน่าสบายเฉลี่ย
ฤดูหนาว	ไม่ให้ความชื้นกับผิวพื้น	3.81	0.44	1.95
	ให้ความชื้นกับผิวพื้น	3.39	0.27	1.55
ฤดูร้อน	ไม่ให้ความชื้นกับผิวพื้น	3.12	1.19	1.91
	ให้ความชื้นกับผิวพื้น	3.20	1.32	2.09
	ทรงพุ่มโปร่งและไม่ให้ความชื้นกับผิวพื้น	3.07	1.38	1.98
	ทรงพุ่มโปร่งและให้ความชื้นกับผิวพื้น	3.30	1.51	2.30

หมายเหตุ: ค่า 0-1 หมายถึง หนาวมากถึงหนาว

ค่า 1-2 หมายถึง หนาวถึงหนาวเล็กน้อย

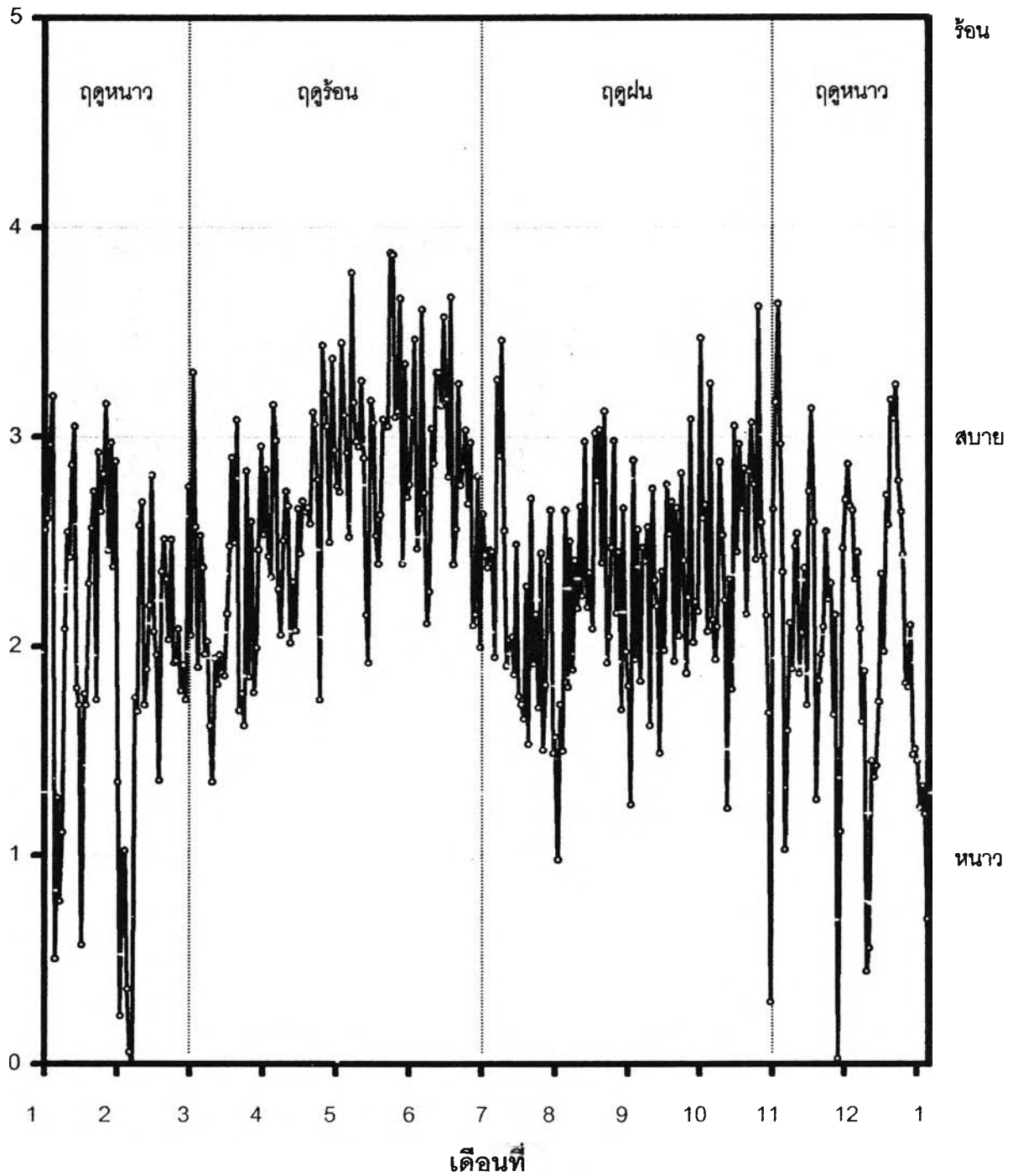
ค่า 2-3 หมายถึง หนาวเล็กน้อยถึงสบาย

ค่า 3-4 หมายถึง สบายถึงร้อนเล็กน้อย

ค่า 4-5 หมายถึง ร้อนเล็กน้อยถึงร้อน

ตารางที่ 7.4 แสดงดัชนีภวะน่าสบายที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาติ

กราฟคาดการณ์ภาวะน้ำสลายภายในห้องเรียนธรรมชาติ  
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง เวลา 8.00-16.00 น. ตลอดทั้งปี  
ดัชนีภาวะน้ำสลาย



—○— ภาวะน้ำสลายภายในห้องเรียนธรรมชาติ

แผนภูมิที่ 7.3 คาดการณ์ภาวะน้ำสลายภายในห้องเรียนธรรมชาติ  
เวลา 8.00-16.00 น. ตลอดทั้งปี

จากแผนภูมิ พบว่า ในฤดูร้อน ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงต้นเดือนกรกฎาคม จะมีภาวะนำสบายอยู่ในช่วง 2-4 หมายความว่าก่อให้เกิดความรู้สึกหนาวเล็กน้อยจนถึงร้อนเล็กน้อย แต่ทั้งนี้ ค่าภาวะนำสบายที่เกิดขึ้นมีค่าไม่เกิน 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภาวะนำสบายที่เกิดขึ้นในฤดูกาลนี้ เข้าใกล้เขตสบายมากขึ้น

ในฤดูฝน ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนพฤศจิกายนนั้น จะมีภาวะนำสบายอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าซึ่งเป็นผลเกิดจากอุณหภูมิอากาศที่เกิดขึ้นนั้นไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับฤดูร้อน โดยภาวะนำสบายที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วง มากกว่า 2 จนถึง 3 ซึ่งแสดงถึงความรู้สึกร้อนหนาวที่เกิดขึ้นนั้น จะเกิดความรู้สึกหนาวเล็กน้อยจนถึงสบาย

ส่วนในฤดูหนาว ฤดูกาลนี้อยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมีนาคม ภาวะนำสบายที่เกิดขึ้นจะมีการแกว่งตัวสูงอันเกิดจากความแปรปรวนของอุณหภูมิอากาศในฤดูกาลที่ก่อให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิสูงที่สุดเมื่อเทียบกับฤดูกาลอื่น ซึ่งค่าภาวะนำสบายจะอยู่ในช่วง 1- 3 ซึ่งแสดงถึงความรู้สึกหนาวจนถึงสบาย

ผลการคาดการณ์ภาวะน้ำสลายที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาติ  
เวลา 8.00-16.00 น. ตลอดทั้งปี

ฤดูกาล	เดือน	จำนวนวันที่อยู่ในช่วงภาวะน้ำสลาย	ผลภาวะน้ำสลาย (%)	ค่าเฉลี่ยภาวะน้ำสลาย (%)
ฤดูหนาว	มกราคม	25	80.65	76.71
	กุมภาพันธ์	21	75.00	
ฤดูร้อน	มีนาคม	30	96.78	99.20
	เมษายน	30	100.00	
	พฤษภาคม	31	100.00	
	มิถุนายน	30	100.00	
ฤดูฝน	กรกฎาคม	30	96.78	96.78
	สิงหาคม	30	96.78	
	กันยายน	30	100.00	
	ตุลาคม	29	93.55	
ฤดูหนาว	พฤศจิกายน	26	86.67	76.71
	ธันวาคม	20	64.52	
ผลภาวะน้ำสลายตลอดทั้งปี (%)				90.90

ตารางที่ 7.5 แสดงการคาดการณ์ภาวะน้ำสลายภายในห้องเรียนธรรมชาติ  
เวลา 8.00-16.00 น. ตลอดทั้งปี

ผลจากการคาดการณ์ภาวะน้ำสลายที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาติ แบ่งเป็นฤดูกาล มีรายละเอียดดังนี้

ฤดูร้อน มีจำนวนวันที่อยู่ในช่วงภาวะน้ำสลาย 121 วัน คิดเป็น 99.20 %

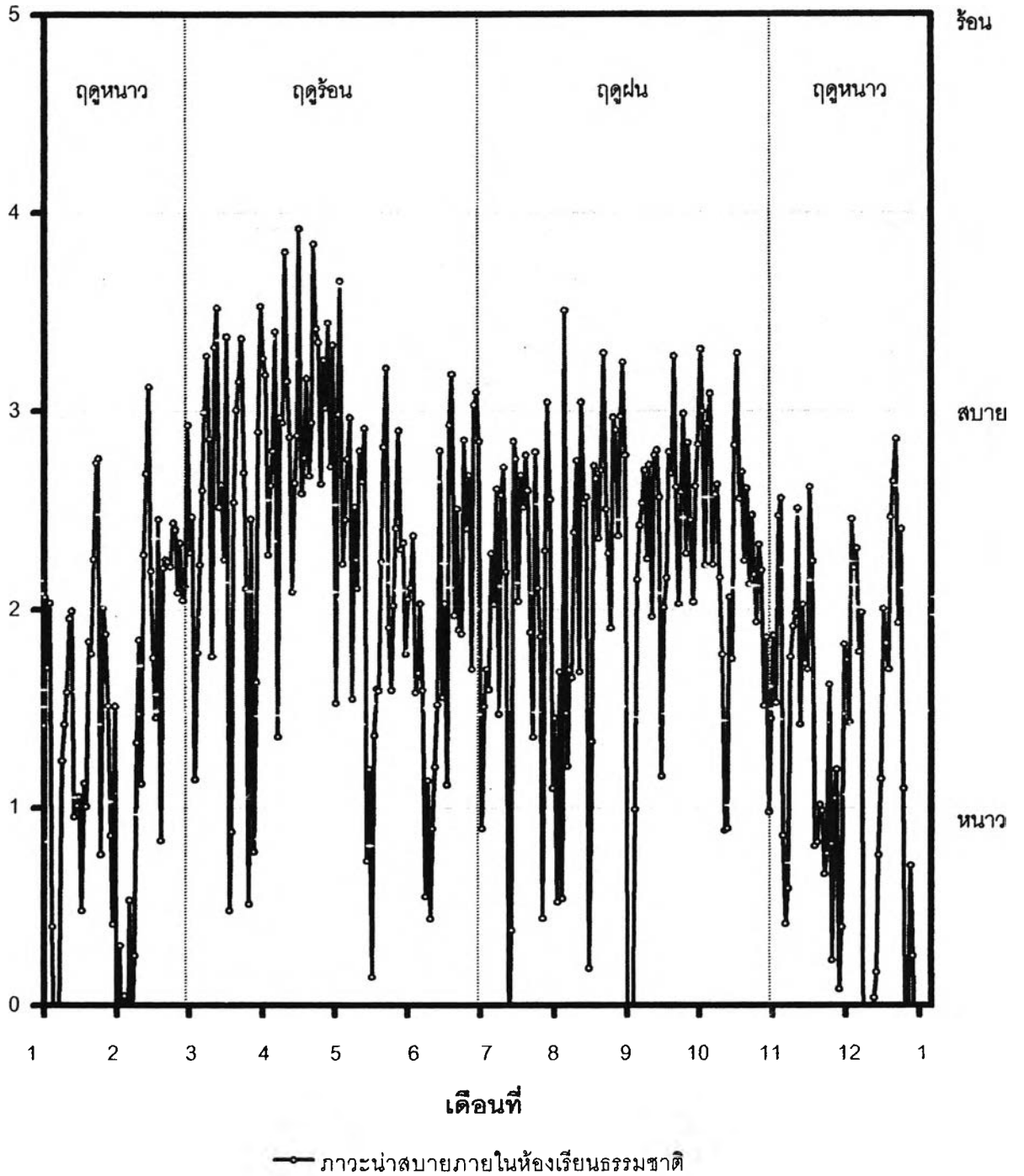
ฤดูฝน มีจำนวนวันที่อยู่ในช่วงภาวะน้ำสลาย 119 วัน คิดเป็น 96.78 %

ฤดูหนาว มีจำนวนวันที่อยู่ในช่วงภาวะน้ำสลาย 92 วัน คิดเป็น 76.71 %

โดยตลอดทั้งปีมีจำนวนวันที่อยู่ในช่วงภาวะน้ำสลาย 269 วัน คิดเป็น 90.90 %

### ผลการคาดการณ์ภาวะน้ำสลายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

ดัชนีภาวะน้ำสลาย



แผนภูมิที่ 7.4 คาดการณ์ภาวะน้ำสลายภายในห้องเรียนธรรมชาติ  
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างตลอดทั้งปี

จากแผนภูมิ พบว่า ในฤดูร้อน ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงต้นเดือนกรกฎาคม จะมีภาวะนำสบายอยู่ในช่วง 2-4 หมายความว่าก่อให้เกิดความรู้สึกหนาวเล็กน้อยจนถึงร้อนเล็กน้อย แต่ทั้งนี้ ค่าภาวะนำสบายที่เกิดขึ้นมีค่าไม่เกิน 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภาวะนำสบายที่เกิดขึ้นในฤดูกาลนี้ เข้าใกล้เขตสบายมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีค่าภาวะนำสบายในช่วงที่ต่ำกว่า 2 จนถึง 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าภาวะนำสบายที่เกิดขึ้นในฤดูกาลนี้จะมีการแปรผันตามค่าอุณหภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป

ในฤดูฝน ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนพฤศจิกายนนั้น จะมีภาวะนำสบายอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าซึ่งเป็นผลเกิดจากอุณหภูมิอากาศที่เกิดขึ้นนั้นไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับฤดูร้อน โดยภาวะนำสบายที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วง มากกว่า 1 จนถึง 3 ซึ่งแสดงถึงความรู้สึกที่ร้อนหนาวที่เกิดขึ้นนั้น จะเกิดความรู้สึกหนาวจนถึงสบาย

ส่วนในฤดูหนาว ฤดูกาลนี้อยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมีนาคม ภาวะนำสบายที่เกิดขึ้นจะมีการแกว่งตัวสูงอันเกิดจากความแปรปรวนของอุณหภูมิอากาศในฤดูกาลที่ก่อให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิสูงที่สุดเมื่อเทียบกับฤดูกาลอื่น ซึ่งค่าภาวะนำสบายจะอยู่ในช่วง 1-2 ซึ่งแสดงถึงความรู้สึกหนาวจนถึงหนาวเล็กน้อย



ผลการคาดการณ์ภาวะน้ำสลายที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาติ  
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ตลอด 24 ชั่วโมง ตลอดทั้งปี

ฤดูกาล	เดือน	จำนวนวันที่อยู่ในช่วงภาวะน้ำสลาย	ผลภาวะน้ำสลาย (%)	ผลภาวะน้ำสลาย (%)
ฤดูหนาว	มกราคม	16	51.6	50.3
	กุมภาพันธ์	18	64.3	
ฤดูร้อน	มีนาคม	26	83.9	86.1
	เมษายน	29	96.7	
	พฤษภาคม	27	87.1	
	มิถุนายน	23	76.7	
ฤดูฝน	กรกฎาคม	23	74.2	84.6
	สิงหาคม	25	80.7	
	กันยายน	28	93.3	
	ตุลาคม	28	90.3	
ฤดูหนาว	พฤศจิกายน	14	46.7	50.3
	ธันวาคม	12	38.7	
ผลภาวะน้ำสลายตลอดทั้งปี (%)				73.7

ตารางที่ 7.6 แสดงการคาดการณ์ภาวะน้ำสลายภายในห้องเรียนธรรมชาติ  
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างตลอดทั้งปี

ผลจากการคาดการณ์ภาวะน้ำสลายที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาติ แบ่งเป็นฤดูกาล มีรายละเอียดดังนี้

ฤดูร้อน มีจำนวนวันที่อยู่ในช่วงภาวะน้ำสลาย 105 วัน คิดเป็น 86.1 %

ฤดูฝน มีจำนวนวันที่อยู่ในช่วงภาวะน้ำสลาย 104 วัน คิดเป็น 84.6 %

ฤดูหนาว มีจำนวนวันที่อยู่ในช่วงภาวะน้ำสลาย 60 วัน คิดเป็น 50.3 %

โดยตลอดทั้งปีมีจำนวนวันที่อยู่ในช่วงภาวะน้ำสลาย 269 วัน คิดเป็น 73.7 %

## แนวทางในการกำหนดเกณฑ์เพื่อการออกแบบ

ใช้หลักเกณฑ์ที่เป็นข้อกำหนดทางการวิจัย คือ

1. เกณฑ์ภาวะนำสบายแบบธรรมชาติ (สุนทร บุญญาธิการ, 2544)

มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 อุณหภูมิอากาศควรอยู่ในช่วง 20-32 องศาเซลเซียส

1.2 ความชื้นสัมพัทธ์ควรอยู่ในช่วง 30-80 %

จากการเก็บข้อมูลทางการวิจัย พบว่า อุณหภูมิอากาศนั้นจะแปรผันตามสภาพอากาศที่เกิดขึ้นภายนอก โดยในฤดูหนาวในเวลากลางคืนจะมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน แต่ในช่วงเวลากลางวันนั้น จะมีอุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติที่ลดต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก แต่ทั้งนี้ อุณหภูมิอากาศที่เกิดขึ้นยังอยู่เหนือขอบเขตภาวะนำสบาย

ส่วนการให้ความชื้นกับผิวพื้นในฤดูหนาวนั้น ก่อให้เกิดปริมาณความชื้นที่สูงขึ้นในอากาศ ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ความชื้นในภาวะที่อากาศมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและอุณหภูมิต่ำนั้น สามารถเพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศได้

ในฤดูร้อน ซึ่งมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่สูง ประกอบกับลักษณะของพุ่มไม้ล้วนเป็นตัวแปรที่ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลากลางคืน ส่วนในเวลากลางวัน ความชื้นกลับทำหน้าที่เป็นแหล่งของความเย็น และส่งผลโดยตรงต่ออุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการให้ความชื้นกับผิวพื้นนั้นส่งผลเสียต่ออุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนธรรมชาติในเวลากลางคืน ซึ่งในการนำมาใช้นั้น จะควบคุมความชื้นได้ยาก เพราะความชื้นที่มีอยู่ในผิวพื้นนั้นจะมีการสะสมตัวอยู่ภายในผิววัสดุ

ส่วนการสกัดกันความชื้นและความร้อนภายในห้องเรียนธรรมชาติในการถ่ายเทสู่ท้องฟ้าในช่วงเวลากลางคืนนั้น ต้องพิจารณาถึงความสามารถในการป้องกันการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ห้องเรียนธรรมชาติเป็นหลัก ซึ่งถ้ามีความโปร่งของต้นไม้มากเกินไป ก็จะไม่สามารถควบคุมการ

แม้รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้เต็มที่ และยังคงก่อให้เกิดความจ้าของแสงสว่างที่อยู่ใต้ร่มเงา และส่งผลต่อการใช้งานภายในห้องเรียนธรรมชาตินั้น

1.3 ความเร็วลม ควรอยู่ในช่วง 0-500 fpm จากการวิจัย พบว่า ความเร็วลม ส่งผลต่อภาวะนำสบายภายในห้องเรียนธรรมชาติมาก โดยในฤดูหนาว ในช่วงเวลา 9.00น. -18.00น. นั้นต้องการความเร็วลมเพื่อช่วยให้ภาวะนำสบายที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาตินั้นเข้าใกล้เขตสบายมากขึ้น ทั้งนี้เพราะในฤดูหนาว ซึ่งมีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงมากนี้ ในช่วงเวลากลางวัน จะมีอุณหภูมิสูงในขณะที่ในเวลากลางคืนอุณหภูมิลดต่ำลงอย่างมาก จึงจำเป็นต้องไม่ให้ลมเข้าสู่ภายในห้องเรียนธรรมชาติในช่วงเวลากลางคืน ส่วนในฤดูร้อน ต้องการความเร็วลมเพื่อพัดเข้าสู่ภายในห้องเรียนธรรมชาติตลอดเวลา ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิอากาศในฤดูร้อนนั้น มีค่าสูงเกือบตลอดเวลา

1.4 ปริมาณแสงสว่างควรอยู่ในช่วง 5-500 fc ใช้การออกแบบพุ่มใบที่ทำหน้าที่ในการป้องกันรังสีความร้อนที่เกิดจากดวงอาทิตย์ ในขณะที่เกิดการส่งผ่านปริมาณแสงสว่างบางส่วนมาสู่ร่มเงา และจากการเก็บข้อมูลการวิจัยจากปริมาณแสงสว่างภายใต้ต้นไม้จากแบบจำลองที่ก่อสร้างขึ้นนั้นพบว่าปริมาณแสงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 600-700 fc ส่วนการเก็บข้อมูลจากต้นไม้ใหญ่นั้นพบว่าปริมาณแสงที่ส่งผ่านลงมาน้อยกว่า

2. เกณฑ์ภาวะความสบาย จากการเปรียบเทียบผลการวิจัยกับเกณฑ์ภาวะความสบายแบบธรรมชาตินี้ เมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับเกณฑ์ภาวะความสบายทางด้านต่างๆโดยใช้ภาวะความสบาย ซึ่งประกอบด้วย

2.1 ภาวะความสบายทางด้านความร้อน โดยใช้การป้องกันอิทธิพลการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์จากต้นไม้ และสร้างแหล่งความเย็นจากการออกแบบเนินดินที่เวดล้อม ประกอบกับการให้ความชื้นกับผิวพื้นเพื่อสร้างภาวะนำสบายให้อยู่ในช่วงที่พอเหมาะ ซึ่งภาวะความสบายทางด้านความร้อนนี้ จะเป็นภาวะความสบายที่มีผลกระทบมากที่สุด จากผลการวิจัยพบว่าภาวะความสบายที่เกิดขึ้นนั้น ในฤดูหนาวในช่วงเวลากลางคืน จะทำให้เกิดความรู้สึกหนาวน้อยลง ในขณะที่ในเวลากลางวันภาวะความสบายที่เกิดขึ้นจะมีค่าลดลง ซึ่งหมายถึงการรู้สึกร้อนน้อยลง

ส่วนในฤดูร้อน ซึ่งมีช่วงความต่างของอุณหภูมิไม่มากนัก จะส่งผลให้ภาวะความสบายที่เกิดขึ้น เข้าใกล้เขตสบายมากขึ้นเกือบตลอดเวลา โดยทำให้เกิดความรู้สึกเย็นสบายมากขึ้น

2.2 ภาวะความสบายทางด้านแสงสว่าง โดยอาศัยการวัดค่าปริมาณแสงสว่างที่เกิดขึ้นได้รวมเงาเพื่อใช้เป็นข้อกำหนดทางการวิจัย แต่ทั้งนี้ ต้องให้ปริมาณแสงที่อยู่ได้รวมเงานั้นเพียงพอและไม่มากจนไม่สามารถป้องกันอิทธิพลที่เกิดขึ้นจากรังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ได้ ซึ่งสามารถเทียบได้กับเกณฑ์ภาวะความสบายแบบธรรมชาติทางด้านแสงสว่าง ซึ่งอยู่ในช่วง 5-500 Fc

2.3 ภาวะความสบายทางการมองเห็น โดยอาศัยการใช้ค่าความเบี่ยงเบนของความจำระหว่างวัตถุกับวัตถุที่เกิดขึ้นทั้งในระยะใกล้และระยะไกล โดยอาศัยการคำนวณความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้น

ระหว่างพื้นที่ใช้งานกับบริเวณที่สว่างกว่าซึ่งอยู่ไกลออกไป ควรมีอัตราส่วนความจำของแสงมากกว่า 1:10

ระหว่างพื้นที่ใช้งานกับพื้นที่ข้างเคียงซึ่งสว่างกว่า ควรมีอัตราส่วนความจำของแสงมากกว่า 1:3

2.4 ภาวะความสบายทางการได้ยิน โดยใช้หลักการออกแบบเพื่อควบคุมเสียงรบกวนจากภายนอก จากลักษณะของการกันเสียงโดยใช้เนินดินที่ทำหน้าที่คล้ายผนังกันเสียงเข้าสู่ภายในห้องเรียนธรรมชาติ และเป็นตัวกำหนดขอบเขตของเสียงที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาติ

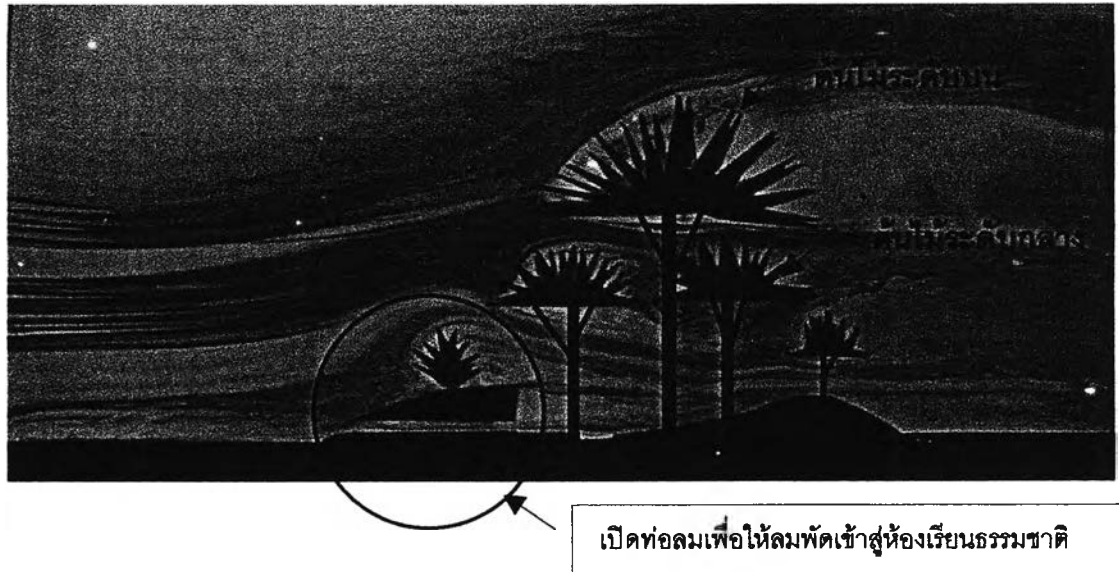
และอาศัยหลักของการวางผังเข้าช่วยในกรณีที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดเสียงที่มีระดับเสียงอยู่ในช่วงที่สูงเช่นในกรณีที่อยู่ใกล้ถนนที่มีมียอดยานคับคั่ง ซึ่งมีระดับเสียง 100 dbA ซึ่งต้องใช้การกันเสียงหลายชั้น ส่วนสำหรับถนนทั่วไปและเสียงพูดคุย จะมีการป้องกันเสียงในระดับที่ต่ำลง

#### แนวทางในการใช้ปัจจัยทางธรรมชาติในการปรับสภาพแวดล้อม

จากผลการวิจัยพบว่า ภาวะความสบายที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาตินั้นเกิดจากการใช้ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมประกอบกัน

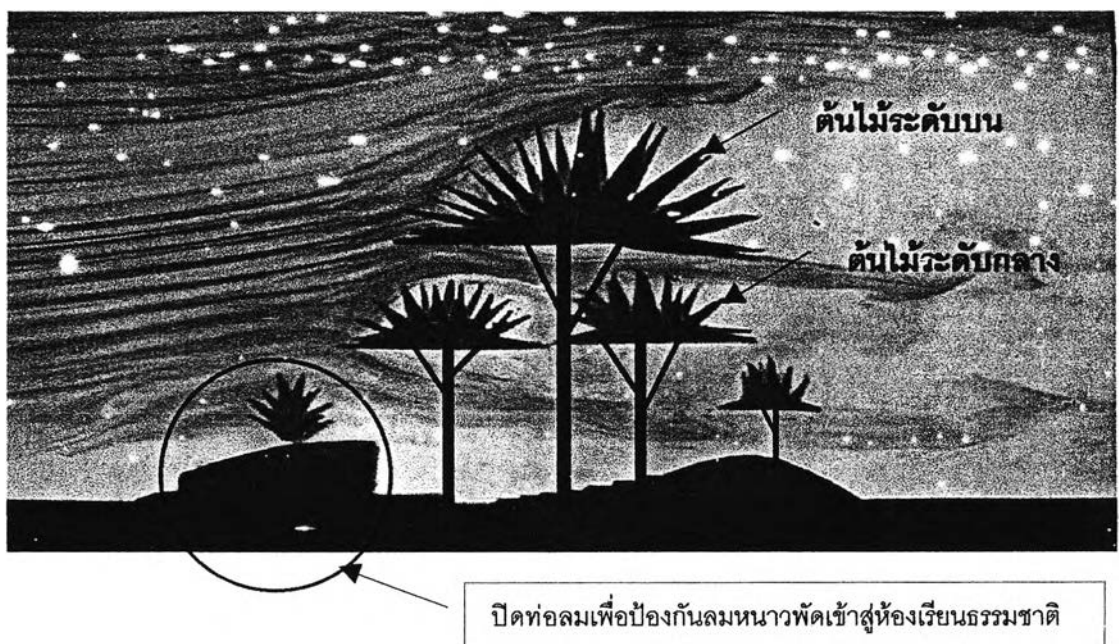
ซึ่งแนวทางในการใช้ปัจจัยทางธรรมชาติในการปรับสภาพแวดล้อมนั้น แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

1. ในฤดูหนาว ช่วงเวลากลางวัน ต้องมีการป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์และให้ลมพัดผ่านเข้าสู่ภายในห้องเรียนธรรมชาติ



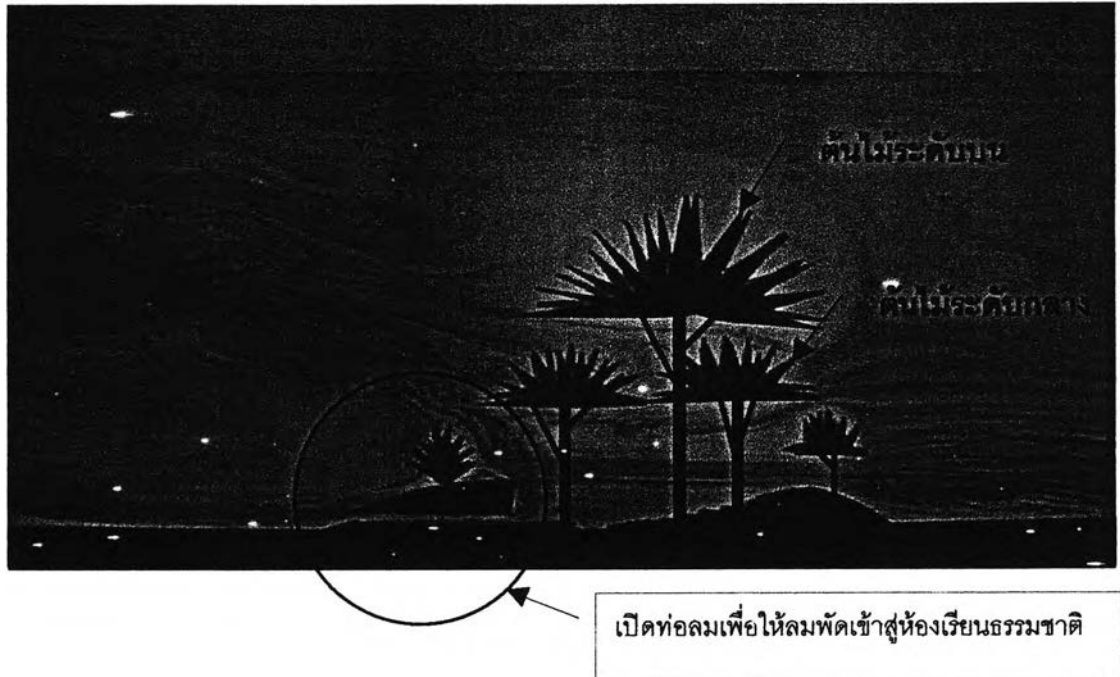
ภาพที่ 7.2 แสดงแบบจำลองโต๊ะน้ำห้องเรียนธรรมชาติในฤดูหนาวช่วงกลางวัน

ส่วนช่วงเวลากลางคืน ต้องมีการให้ความชื้นกับผิวพื้นเพื่อเพิ่มปริมาณความชื้นในอากาศและต้องสามารถป้องกันลมไม่ให้เข้าสู่ห้องเรียนธรรมชาติ



ภาพที่ 7.3 แสดงแบบจำลองโต๊ะน้ำห้องเรียนธรรมชาติในฤดูหนาวช่วงกลางคืน

2. ในฤดูร้อน ต้องมีการป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์และต้องมีการให้ลมพัดผ่านภายในห้องเรียนธรรมชาติตลอดเวลา ส่วนในเวลากลางวัน ต้องมีการให้ความชื้นกับผิวพื้นเพื่อเป็นแหล่งความเย็นให้กับห้องเรียนธรรมชาติ



ภาพที่ 7.4 แสดงแบบจำลองโต๊ะนำห้องเรียนธรรมชาติในฤดูร้อน

ปัจจัยทางธรรมชาติที่ใช้ในการออกแบบห้องเรียนธรรมชาติเพื่อการปรับสภาพแวดล้อม ประกอบด้วย

1. ต้นไม้ มี 2 ระดับ คือ

ระดับบน คือ ระดับที่อยู่ด้านบนสุด

-ทำหน้าที่กรองรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ซึ่งสามารถใช้พุ่มที่มีความโปร่งได้ เพื่อเป็นการกรองรังสีที่ส่งผ่านลงมาในชั้นแรก

-สามารถถ่ายเทความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืนได้อย่างรวดเร็ว

ระดับกลาง คือ ระดับที่อยู่ใต้พุ่มไม้ของต้นไม้ระดับบน

-ใช้ในการควบคุมปริมาณแสงสว่างที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนธรรมชาติ มีลักษณะ  
พุ่มใบที่ค่อนข้างแน่น ซึ่งสามารถป้องกันรังสีความร้อนได้ดี

## 2. พืชคลุมดิน

ใช้เพื่อลดอุณหภูมิที่เกิดขึ้นกับผิวน้ำเนดินและป้องกันการพังทลายของเนินดิน

## 3. รูปทรงของดิน

-ด้านทิศใต้ ควรมีร่มเงาปกคลุมเพื่อลดการรับแสงอาทิตย์โดยตรง

-ด้านทิศเหนือ ควรมีร่มเงาปกคลุมเพื่อลดการรับแสงอาทิตย์

-ด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกควรมีความลาดชัน เพื่อลดพื้นที่ในการรับแสง  
จากดวงอาทิตย์

## 4. วัสดุผิว

ต้องไม่ได้รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง และจะต้องสามารถรับและคาย  
ความร้อนได้อย่างรวดเร็ว

### การนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยที่ได้ สามารถสรุปได้ว่า ในสภาพภูมิอากาศที่ต่างกัน จะมีลักษณะ  
ของห้องเรียนธรรมชาติที่แตกต่างกัน ซึ่งการวิจัยนี้ ใช้สำหรับภูมิภาคที่ฤดูหนาวอุณหภูมิอากาศมี  
ความแตกต่างกันมาก ส่วนในฤดูร้อนอุณหภูมิอากาศจะสูง แต่อยู่ในช่วงที่ไม่กว้างนัก ในที่นี้ ได้ใช้  
การวิจัยในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศคล้ายคลึงกัน ดังนั้นจึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในพื้นที่ๆ  
มีสภาพอากาศคล้ายกันดังกล่าว

การวิจัยนี้ ได้เน้นถึงช่วงเวลาที่ใช้งานในเวลากลางวัน รวมถึงการใช้งานในช่วงฤดู  
หนาวและฤดูร้อนเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ ซึ่งควรมีการศึกษาวิจัยให้สามารถใช้งานได้ตลอด 24  
ชั่วโมงและในทุกฤดูกาล

## 7.2 ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยโดยการประยุกต์ใช้ตัวแปรทางธรรมชาตินั้น ไม่สามารถควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่นที่มีผลเกี่ยวข้องได้ง่ายนัก ซึ่งผลจากการวิจัยที่เกิดขึ้น จึงอาจมีอิทธิพลที่เกิดจากตัวแปรแทรกหล่านั้นที่ก่อให้เกิดความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนของข้อมูล อีกทั้งการคาดการณ์ผลที่เกิดขึ้นนั้น ควรมีการเก็บข้อมูลจริงตลอดทั้งปี จึงจะสามารถคาดการณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำมากขึ้น เพราะในแต่ละช่วงเวลา ตัวแปรแต่ละตัวต่างก็มีค่าที่แตกต่างกันไป อันเกิดจากอิทธิพลจากตัวแปรอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

อีกทั้งการใช้เครื่องมือในการบันทึกผลนั้น ต้องเป็นแบบอัตโนมัติและสามารถใช้บันทึกผลในช่วงเวลาที่ต่อเนื่อง ภายใต้สภาพอากาศที่แตกต่างกันได้เป็นอย่างดี และต้องไม่มีข้อจำกัดทางด้านความปลอดภัยความชื้นที่จะเข้าสู่เครื่องมือั้น เพราะในความเป็นจริงแล้ว ในทุกๆฤดูกาล มีสภาพอากาศที่แปรปรวนอยู่ตลอดเวลา

และการวิจัยโดยกำหนดขนาดของต้นไม้และทรงพุ่มที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกแบบนั้น ทำได้ยาก ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านขนาดและทรงพุ่มที่สามารถหาได้ ซึ่งการนำมาปลูกใหม่นั้นต้องรอให้ต้นไม้พื้นตัวและเจริญเติบโตจนได้ขนาดที่ต้องการ

ส่วนการออกแบบนั้น ควรพิจารณาถึงหลักเกณฑ์ทางด้านอื่นๆที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น หลักเกณฑ์ทางด้านการใช้งานและทางด้านจิตวิทยา ซึ่งวิธีการที่ดีที่สุดคือ การสร้างต้นแบบทางทฤษฎี จากนั้นทำการทดลองใช้งานจริงเพื่อประเมินผลทางด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง ทั้งด้านการเรียนการสอน และภาวะความสบายที่เกิดขึ้นจริง

การประยุกต์ใช้ปัจจัยทางธรรมชาติในการปรับสภาพแวดล้อมนั้น สามารถทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งล้วนเกิดจากปัจจัยทางธรรมชาติที่ต่างมีอิทธิพลที่แตกต่างกันนำมาใช้ร่วมกัน จึงไม่สามารถบอกถึงความถูกต้องแม่นยำของปัจจัยทางธรรมชาติเหล่านั้นได้แน่ชัด ดังนั้น ควรมีการแยกการศึกษาวิจัยในแต่ละส่วนออกไป โดยแบ่งเป็นการศึกษาวิจัยเฉพาะอิทธิพลของตัวแปรแต่ละตัวที่เกิดจากการประยุกต์นั้นๆรวมถึงการประเมินทางด้านต่างๆ ผลที่ได้จะมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น